



Relai Pengganti Staircase untuk Pengontrolan Beban Listrik dengan Sistem Empat Kawat dan Tiga Kawat Disertai Display Waktu Digital Sebagai Indikator pada Workshop Praktik Perancangan Instalasi Listrik

Tri Artono¹, Riza Widia¹, Dedi Erawadi¹, Aldi Rahman¹, Yuhaidizen Yuhaidizen¹

¹ Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang Jl. Kampus Limau Manis, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang 25164, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diajukan: 21 Oktober 2022
 Revisi: 24 Desember 2022
 Diterbitkan: 30 Desember 2022

KATA KUNCI

Staircase, Relay Timer, Sistem 3 dan 4 Kawat, Display Digital

KORESPONDENSI

E-mail: triartono@gmail.com

A B S T R A K

Staircase adalah jenis saklar yang memiliki fitur waktu tunda dan dipakai pada praktikum Perancangan Listrik 1 dan Instalasi Listrik 2. Jumlah saklar Staircase yang dimiliki sedikit dan frekuensi pemakaiannya yang tinggi menyebabkan saklar tersebut cepat rusak serta harga saklar Staircase tergolong cukup mahal menjadi penyebab saklar ini belum memadai dilihat dari segi jumlah dan penggunaannya. Staircase dan Relay Timer adalah objek utama pada penelitian ini, dimana riset diawali dengan identifikasi masalah pada saklar Staircase, selanjutnya menganalisa jenis komponen yang dibutuhkan sebagai pengganti saklar Staircase tanpa mengurangi fitur dan kemampuan sebelumnya kemudian mendesain rangkaian Relay Timer yang dapat dioperasikan pada sistem 3 dan 4 kawat. Pengujian terhadap modul Relay Timer dilakukan untuk mengetahui kemampuan dan keandalannya dan juga untuk memastikan prinsip kerja modul Relay Timer telah sesuai dengan Staircase, selain itu pengujian dilakukan untuk mengetahui fitur dan kelebihan dari modul Relay Timer sebelum digunakan pada praktikum kuliah. Berdasarkan pengujian, pengaturan waktu pada modul Relay Timer sesuai dengan hasil pengukuran waktu menggunakan stop watch, baik sistem 3 kawat dan 4 kawat artinya pengaturan waktu pada modul Relay Timer telah sesuai seperti yang diharapkan bahkan lebih akurat dibandingkan dengan Staircase. Terdapat fitur tampilan/display digital pada modul Relay Timer yang tidak dimiliki Staircase.

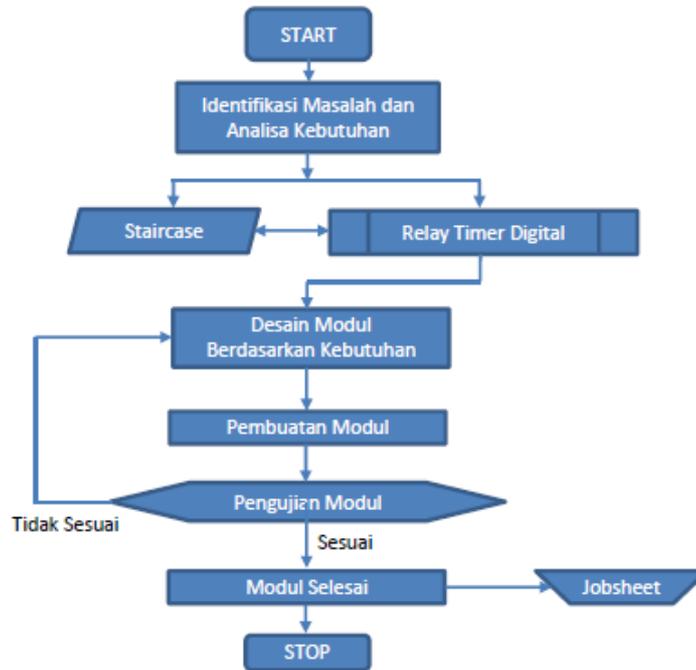
PENDAHULUAN

Staircase adalah salah satu komponen listrik yang dapat digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan beban-beban listrik secara otomatis dengan waktu yang dapat diatur. Staircase termasuk jenis saklar yang memiliki fitur waktu tunda dan dapat dipakai umumnya pada instalasi penerangan. Staircase merupakan materi praktik bagian dari materi praktik lainnya yang disampaikan pada salah satu materi praktik di Diploma Tiga Program Studi Teknik Listrik dan di Diploma Empat Teknologi Rekayasa Instalasi Listrik pada mata kuliah Praktik Perancangan Listrik 1 di semester 1 dan Praktik Instalasi Listrik 2 di semester 3. Saat ini di Bengkel Listrik ada sebanyak 10 buah staircase yang dipakai pada 2 mata kuliah tersebut, dimana terdapat 16 kelas (tingkat 1 dan 2) yang menggunakan staircase tersebut dalam satu semester yang bersamaan. Jika dibandingkan antara jumlah staircase dengan jumlah mahasiswa yang menggunakannya yaitu 1 : 7, kondisi ini jauh dikatakan cukup atau sangat minim jika dibandingkan dengan jenis saklar lainnya. Setidaknya dibutuhkan 40 buah staircase pada satu semester yang digunakan di 2 (dua) mata kuliah dan 12 kelas agar praktik yang menggunakan staircase dapat dikatakan memadai. Kendala selama ini adalah jumlah staircase yang sedikit dan frekuensi pemakaiannya yang tinggi menyebabkan saklar tersebut cepat rusak.

Saklar jenis ini tidak didesain untuk dapat dilakukan perawatan dan perbaikan, seperti tidak adanya baut untuk bongkar pasang dan jika telah dibongkar maka secara teknis kondisi saklar sudah tidak layak lagi untuk dipakai praktik. Jika dipaksakan untuk membeli staircase sesuai dengan kebutuhan maka akan muncul kendala lain yaitu berkurangnya barang habis pakai yang digunakan pada praktikum lainnya karena harga staircase yang mahal, jadi skenario seperti ini tidak mungkin dilakukan. Selain itu kendala juga ditemukan pada proses pengadaan staircase yaitu harga yang mahal menjadikan saklar tersebut masuk dalam kategori peralatan, padahal kondisi yang sebenarnya adalah termasuk bahan habis pakai. Berdasarkan beberapa kondisi dan kendala staircase di atas maka sangat penting untuk mencari solusi.

METODE PELAKSANAAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah riset dan pengembangan, dimana objek riset yang dimaksud adalah staircase dan relay timer. Riset diawali dengan melakukan identifikasi masalah pada staircase dan selanjutnya analisa jenis komponen yang dibutuhkan sebagai pengganti staircase. Analisa jenis komponen yang merupakan pengembangan dari sebelumnya adalah berkaitan dengan fitur dan kemampuan yang tidak dimiliki staircase yaitu relay timer memiliki indikator digital, kemampuan penunda waktu relay timer lebih lama dari staircase dan mempunyai kemampuan waktu tunda menyala (on delay) dan waktu tunda tidak menyala (off delay) yang dapat diaktifkan bersamaan ataupun satu satu. Setelah jenis komponen pengganti ditentukan, maka pengembangan selanjutnya dilakukan dengan melakukan desain modul saklar yang menggunakan relay timer, kemudian pembuatan modul dan melakukan beberapa uji coba untuk melihat kinerja dan fungsi minimal dari staircase yang dapat terpenuhi dan pengembangan dalam hal kemampuan dapat bekerja dengan baik. Tahapan riset dan pengembangan dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan pengembangan modul saklar relay timer

Pengaturan Staircase

Dalam pengoperasiannya staircase digunakan dengan dua cara yaitu dengan sistem 3 kawat dan sistem 4 kawat. Dimana bentuk dari staircase itu sendiri seperti terlihat pada gambar berikut.



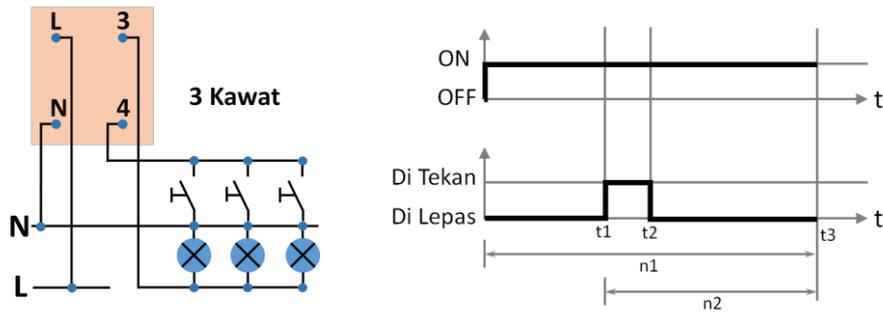
Gambar 2. Simbol dan bentuk saklar staircase

Sistem Pengaturan Staircase Tiga Kawat

Timer adalah suatu saklar yang bekerja dengan magnetis yang akan memutuskan rangkaian beban listrik secara otomatis sesuai dengan batasan waktu yang telah ditentukan ($t_1 - t_2$). Timer akan memutuskan rangkaian beban listrik secara otomatis sesuai dengan batasan waktu yang telah ditentukan pada pengoperasian pertama (t_1), pengoperasian kembali tombol tekan pada saat beban listrik bekerja tidak mempengaruhi batasan waktu pada timer, jenis rangkaian yang demikian disebut sistem tiga kawat dari timer. Staircase adalah suatu saklar yang bekerja berdasarkan prinsip elektromagnetis, namun hanya untuk meng-on-kan beban listrik. Saklar ini juga dilengkapi dengan motor untuk timer (waktu), sehingga untuk mematikan beban hanya menunggu waktu habis dari timer staircase.

Saklar staircase bisa difungsikan untuk mengoperasikan beban listrik secara terus menerus tanpa mati-mati (off) dan juga dapat difungsikan untuk mengoperasikan beban listrik dalam beberapa saat kemudian beban listrik akan mati (off) tanpa penekanan tombol tekan dan atau memutuskan rangkaian dari sumber tegangan. Oleh karena itu saklar staircase sangat cocok digunakan untuk penerangan

dimana tempat akan memerlukan penerangan yang tidak terlalu lama, misalnya garasi mobil. Apabila sudah di-on-kan maka tidak perlu lagi dimatikan karena akan mati sendiri sesuai dengan waktu off yang sudah diatur dan atau suatu tempat yang memerlukan penerangan terus-menerus.

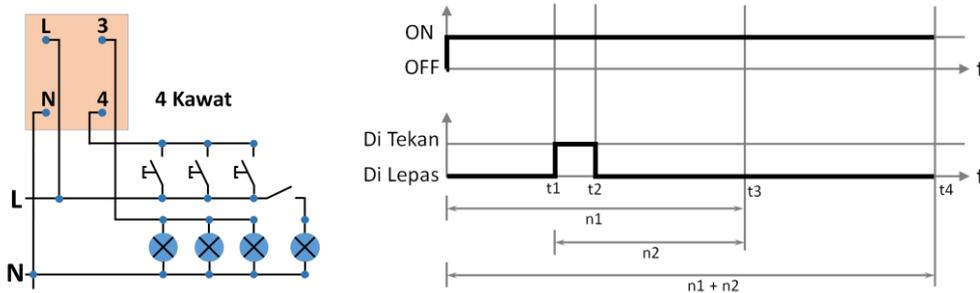


Gambar 3. Rangkaian dan diagram time chart sistem pengaturan staircase tiga kawat

Sistem Pengaturan Staircase Empat Kawat

Sedangkan timer staircase akan memutuskan rangkaian beban listrik secara otomatis sesuai dengan batasan waktu yang telah ditentukan. Pengoperasian dari timer bisa dilakukan kembali, walaupun batasan waktu belum habis. Sistem penyambungan yang demikian disebut “Sistem Empat kawat” dari timer kedua sistem “tiga kawat” dan “empat kawat” dari rangkaian pengaturan timer secara umum adalah sama, hanya fungsinya yang berbeda. Yang umum digunakan adalah sistem 4 kawat.

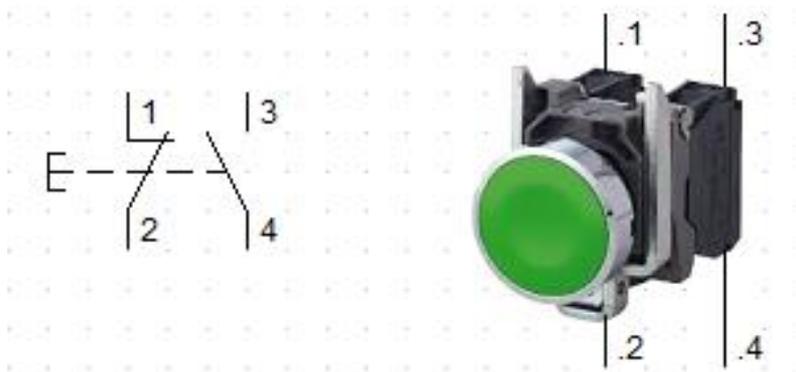
Pemakaian timer pada instalasi penerangan adalah untuk menghemat listrik dan pemakaian lampu (umur lampu pijar + 1000 jam). Sistem pengaturan staircase biasa digunakan untuk instalasi penerangan dari tangga, koridor, lorong-lorong panjang, gudang, laboratorium dan sebagainya. Tombol tekan digunakan sebagai saklar pengatur untuk sistem pengaturan staircase, dimana biasanya disertai dengan sebuah lampu tanda yang di paralelkan pada tombol tekan dalam perangkat yang sama, untuk kondisi OFF, sebagaimana lampu orientasi.



Gambar 4. Rangkaian dan diagram time chart untuk sistem pengaturan staircase empat kawat

Tombol Tekan

Untuk mengoperasikan staircase yang digunakan sebagai saklar yang bekerja secara otomatis berdasarkan waktu yang ditentukan, maka staircase membutuhkan komponen listrik lainnya, yaitu tombol tekan. Tombol tekan adalah komponen listrik yang dapat menghubungkan dan memutuskan rangkaian sesaat atau unlock. Bagian-bagian dari tombol tekan ini adalah tombol tekan dan kontak-kontak, sebagaimana pada gambar berikut.



Gambar 5. Tombol tekan

Sistem kerja unlock pada tombol tekan berarti saklar akan bekerja sebagai device penghubung atau pemutus aliran arus listrik saat tombol ditekan, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali pada kondisi normal. Sebagai device penghubung atau pemutus, tombol tekan hanya memiliki 2 kondisi, yaitu On dan Off (1 dan 0). Istilah On dan Off ini menjadi sangat penting karena semua perangkat listrik yang memerlukan sumber energi listrik pasti membutuhkan kondisi On dan Off. Karena sistem kerjanya yang unlock dan langsung berhubungan dengan operator, tombol tekan menjadi device paling utama yang biasa digunakan untuk memulai dan mengakhiri kerja mesin di industri. Secanggih apapun sebuah mesin bisa dipastikan sistem kerjanya tidak terlepas dari keberadaan sebuah saklar seperti tombol tekan atau perangkat lain yang sejenis yang bekerja mengatur pengkondisian On dan Off.

Berdasarkan tipe kontaknya tombol tekan mempunyai beberapa tipe, antara lain:

- NO (Normally Open), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya terbuka (aliran arus listrik tidak mengalir). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak yang NO ini akan menjadi menutup (Close) dan mengalirkan atau menghubungkan arus listrik. Kontak NO digunakan sebagai penghubung atau menyalakan sistem circuit (Push Button ON).
- NC (Normally Close), merupakan kontak terminal dimana kondisi normalnya tertutup (mengalirkan arus listrik). Dan ketika tombol saklar ditekan, kontak NC ini akan menjadi membuka (Open), sehingga memutus aliran arus listrik. Kontak NC digunakan sebagai pemutus atau mematikan sistem circuit (Push Button Off).
- NO (Normally Open) dan NC (Normally Close), tombol tekan tipe ini memiliki kontak NO dan NC sekaligus atau pada tombol tekan hanya terdapat 2 buah kontak NO saja atau NC saja.

Beban-Beban Listrik

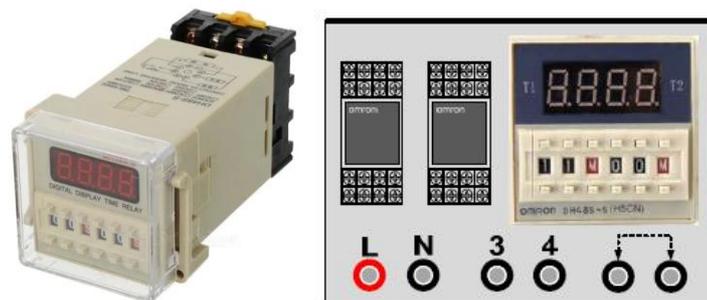
Staircase dapat digunakan untuk mengontrol on atau off beban-beban listrik dan secara umum banyak digunakan pada lampu penerangan dengan lama waktu menyala lampu yang dapat diatur baik pada sistem 3 kawat ataupun pada sistem 4 kawat.

Relay Timer Pengganti Staircase

Relay Timer pengganti staircase merupakan salah satu jenis saklar yang akan menggantikan fungsi dari staircase tanpa mengurangi konsep dan kemampuan teknis dari staircase itu sendiri. Jenis Relay Timer yang digunakan adalah type DH48S-S Digital Timer. Pemilihan komponen ini bertujuan untuk meningkatkan fungsi dan fitur dari staircase yang memiliki beberapa kekurangan. Dimana pada fitur Relay Timer adanya indikator untuk melihat lama waktu yang kita setting, mempunyai kemampuan penunda waktu Relay Timer yang lebih lama dari staircase dan mempunyai tampilan waktu digital yang tidak dimiliki staircase, seperti kemampuan Relay Timer yang mampu mengaktifkan on delay dan off delay secara bersamaan atau berdiri sendiri. Jadi kelebihan dari Relay Timer type DH48S-S ini adalah:

- Dilengkapi Twin Timer (T1 dan T2) bisa mengatur durasi ON dan durasi OFF sekaligus.
- Rentang waktu yang bisa diatur sangat lebar, mulai dari: 1 detik s/d 99 jam
- Pengaturan sangat mudah dengan tombol +- dan layar LCD 2 digit

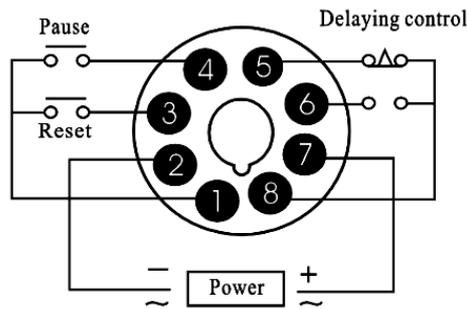
Modul saklar Relay Timer ini yang mengacu pada prinsip kerja staircase dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Relay timer DH48S-S dan modul saklar relay timer

Wiring Diagram dari Relay Timer type DH48S-S dapat dilihat pada Gambar 7. dan spesifikasi secara umumnya adalah :

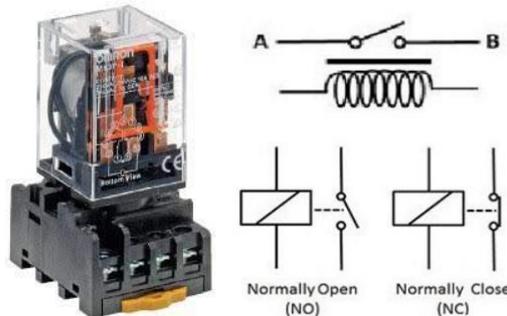
- Model : DH48S-S
- Cara kerja : Time Relay (repeat cycle)
- Durasi timer : 1 detik s/d 99 jam
- Tegangan kerja : 220 VAC
- Frekuensi kerja : 50/60 Hz
- Akurasi timer : < 0.3% +/- 0.05dtk
- Kapasitas kontak : AC220 V 5A, DC30v 5A (Resistive)
- Dimensi : 48 x 48 x 105 mm



Gambar 7. Wiring diagram dari relay timer DH48S-S

Relay

Relay adalah komponen elektromekanik yang berupa saklar atau switch electric yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen electromechanical atau elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan kontak-kontak atau mekanikal. Komponen relay menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak-kontak, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau low power, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Berikut adalah gambar dan juga simbol dari komponen relay.



Gambar 8. Relay dan simbol relay

Relay memiliki fungsi sebagai saklar elektromagnetik. Namun jika diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut adalah beberapa fungsi komponen relay saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian. Secara umum fungsi relay adalah:

- a) Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah
- b) Menjalankan fungsi logika alias logic function
- c) Mengendalikan sirkuit dengan arus beban tinggi
- d) Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting

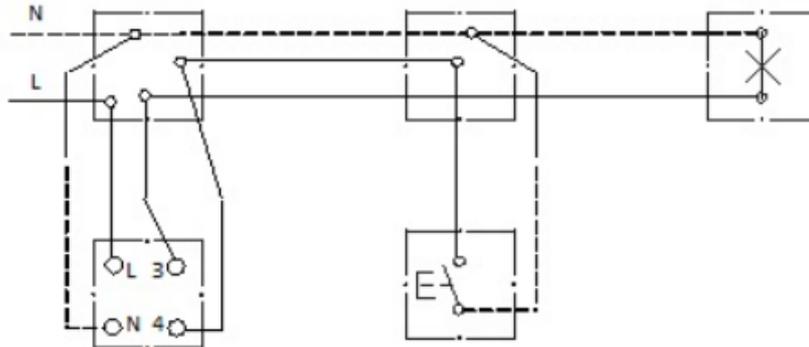
Pada modul saklar Relay Timer ini, Relay digunakan sebagai komponen pendukung baik pada sistem 3 kawat maupun 4 kawat. Jadi pada modul ini, Relay dipakai untuk mengkondisikan prinsip kerja modul saklar Relay Timer agar sesuai dengan prinsip kerja Staircase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

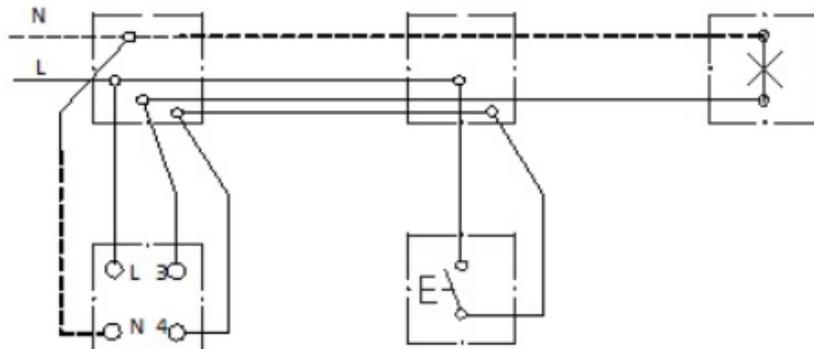
Modul saklar Relay Timer berdasarkan fungsi dan prinsip kerja harus sesuai dengan staircase sehingga perlu dilakukan pengujian dengan menggunakan lampu pijar sebagai beban listriknya. Maksud dilakukannya pengujian pada staircase adalah untuk memastikan prinsip kerja modul saklar Relay Timer telah sesuai dengan staircase dan sebagai pembandingan fungsi dan prinsip kerja modul saklar Relay Timer. Pengujian yang dilakukan yaitu: 1) Menggunakan staircase pada sistem 3 kawat dan sistem 4 kawat dan 2) Menggunakan modul saklar Relay Timer pada sistem 3 kawat dan sistem 4 kawat.

Langkah-langkah pengujian staircase:

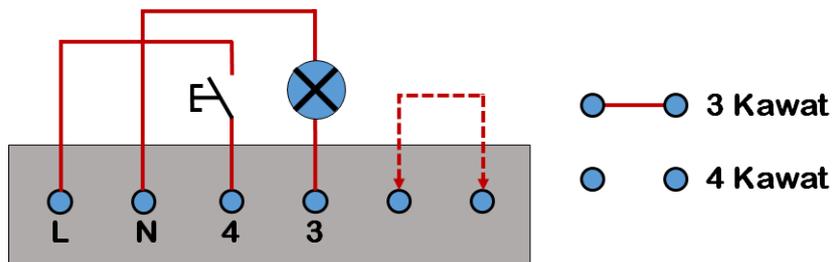
- 1) Menyiapkan komponen dan bahan yang diperlukan sesuai pada gambar rangkaian pengujian.
- 2) Menyiapkan peralatan pendukung seperti multimeter, tespen, obeng minus dll.
- 3) Menyiapkan jumper secukupnya.
- 4) Memasang komponen-komponen berdasarkan gambar rangkaian Gambar 9(a) untuk pengujian Staircase sistem 3 kawat.
- 5) Memasang komponen-komponen berdasarkan gambar rangkaian Gambar 9(b) untuk pengujian Staircase sistem 4 kawat.
- 6) Memastikan rangkaian pengujian yang telah dipasang benar dan sudah sesuai.
- 7) Menghubungkan ke sumber tegangan listrik 220 VAC
- 8) Melakukan pengaturan waktu yang diinginkan pada staircase.
- 9) Tekan tekan/ Push Button pada waktu yang telah ditentukan seperti pada tabel pengujian.



Gambar 9. Rangkaian pengujian staircase sistem 3 kawat



Gambar 10. Rangkaian pengujian staircase sistem 4 kawat



Gambar 11. Modul saklar relay timer

Langkah-langkah pengujian Modul Saklar Relay Timer :

- 1) Menyiapkan Modul Saklar Relay Timer.
- 2) Menyiapkan lampu yang berfungsi sebagai beban pada rangkaian pengujian.
- 3) Menyiapkan peralatan pendukung seperti multimeter, tespen, obeng minus dll.
- 4) Menyiapkan kabel jumper secukupnya.
- 5) Berdasarkan gambar rangkaian Gambar 9(c), rangkaian pengujian sistem 3 kawat dilakukan dengan menghubungkan 2 terminal banana plug pada Modul Saklar Relay Timer.
- 6) Untuk rangkaian pengujian sistem 4 kawat, 2 terminal banana plug pada Modul Saklar Relay Timer dibiarkan kosong tanpa terhubung.
- 7) Menghubungkan Modul Saklar Relay Timer ke sumber tegangan listrik 220 VAC
- 8) Melakukan pengaturannya waktu pada Relay Timer.
- 9) Tekan tombol tekan/ Push Button pada waktu yang telah ditentukan seperti pada tabel pengujian.

Berdasarkan pengujian di atas diperoleh data dari kedua tahap pengujian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian menggunakan staircase

No.	Tambahhan Waktu (s)	4 Kawat	3 Kawat
		Settingan Staircase 1 Menit	
		Jumlah Waktu Sampai Lampu Mati / OFF (M)	Jumlah Waktu Sampai Lampu Mati / OFF (M)
1.	0	1' 9"	1' 15"
2.	15"	1' 16"	1' 16"
3.	30"	1' 46"	1' 45"
4.	45"	2' 2"	2'
5.	60"	2' 16"	2' 15"

Tabel 2. Pengujian menggunakan modul saklar relay timer

No.	Tambahhan Waktu (s)	4 Kawat	3 Kawat
		Settingan Staircase 1 Menit	
		Jumlah Waktu Sampai Lampu Mati / OFF (M)	Jumlah Waktu Sampai Lampu Mati / OFF (M)
1.	0	1'	1'
2.	15"	1' 15"	1'
3.	30"	1' 30"	1'
4.	45"	1' 45"	1'
5.	60"	2'	1'

Dari data pengujian di atas dapat dianalisa bahwa:

- Settingan waktu pada Staircase tidak sesuai dengan hasil pengukuran waktu menggunakan stop watch, baik untuk sistem 3 (tiga) kawat dan 4 (empat) kawat.
- Settingan waktu pada modul saklar Relay Timer sesuai/sama dengan hasil pengukuran waktu menggunakan stop watch, baik untuk sistem 3 (tiga) kawat dan 4 (empat) kawat.

KESIMPULAN

Prinsip kerja modul saklar Relay Timer telah sesuai dengan prinsip kerja Staircase, baik untuk sistem 3 (tiga) kawat dan 4 (empat) kawat. Settingan waktu pada modul saklar Relay Timer untuk sistem 3 (tiga) kawat dan 4 (empat) kawat lebih akurat dibandingkan dengan Staircase. Modul saklar Relay Timer mempunyai fitur tampilan/ display digital yang tidak dimiliki Staircase. Sistem penginstalasian yang lebih sederhana dengan menggunakan modul saklar relay timer dibandingkan dengan menggunakan staircase

REFERENSI

- [1] Modul Rancangan Listrik 1 Semester 1, Edisi 1985 PEDC Bandung
- [2] Modul Praktik Instalasi Listrik 2 Semester 3, Edisi 1985 PEDC Bandung.
- [3] F. Suryatmo, September 2002, Teknik Listrik Instalasi Penerangan, Edisi VI Rineka Cipta, Jakarta
- [4] Persyaratan Umum Instalasi Listrik Indonesia 2011(PUIL).
- [5] P. Van Harten, Ir.E. Setiawan, 1995, Instalasi listrik arus kuat 2, Bina Cipta, Bandung.