

**SISTEM PEMICU OPTIS IC 555-MOC 3021
SEBAGAI PENGENDALI DAYA LISTRIK**

Herlambang Sigit Pramono

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
herlambangpramono@yahoo.com

Abstrak

Pada rangkaian pengendali daya listrik, penggunaan TCA 785 dan trafo pulsa keluaran Siemens sebagai komponen pemacu SCR/TRIAC ditemui masih mengandung kelemahan diantaranya harganya yang mahal dan juga sulitnya mencari komponen pengganti jika terjadi kerusakan. Hal ini yang mendorong peneliti untuk mencoba IC 555-MOC 3021 sebagai pengganti TCA 785. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem pemacuan dengan pemacu optis dengan sudut pemacuan sekecil mungkin atau mendekati sudut nol. Metode penelitian yang dilakukan adalah eksperimen laboratorium, dengan pembuatan unit eksperimen sedangkan pengamatan kinerjanya didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrument ukur. Rancang bangun rangkaian dilakukan dengan memajukan rangkaian sinkronasi pemacu dari IC 555 sebesar 36° sebelum sudut 0° , baik untuk rangkaian picu SCR maupun TRIAC. Hasil penelitian didapatkan perbaikan kinerja seperti yang diharapkan yaitu pemacuan pada sudut 0° menghasilkan sudut 9° pada rangkaian SCR dan 27° untuk rangkaian TRIAC. Sedang pada sudut selain 0° , menghasilkan kinerja yang sama dengan rangkaian yang menggunakan IC TCA 785 dan trafo pulsa.

Kata kunci: IC 555-MOC 3021, pemacu optis, pengendali daya

Pendahuluan

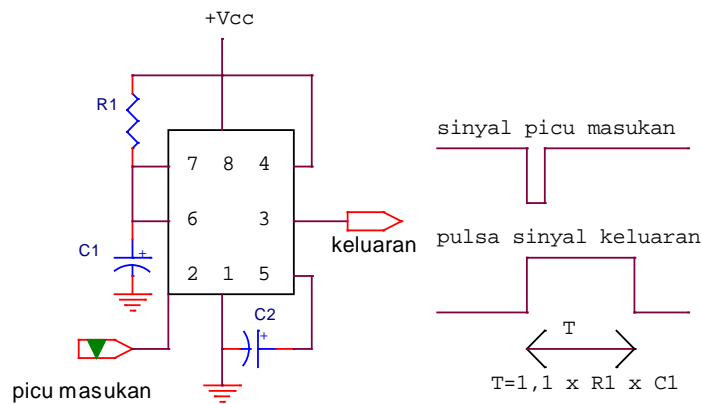
Penggunaan IC TCA 785 dan trafo pulsa dari Siemens sebagai pemacu SCR/Triac mengandung banyak kelemahan, yaitu selain harganya yang mahal juga sulitnya komponen tersebut diperoleh di pasaran. Hasil penelitian Haryanto (2005) yang memanfaatkan IC 555 dan kopling optis dengan MOC 3021 dari Motorola sebagai pengganti TCA dan trafo arus, kinerjanya belum memuaskan, khususnya pada pemecuan sudut 0° , yang menghasilkan sudut yang masih cukup besar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang sistem pemacu SCR/Triac dengan IC 555-MOC 3021 dengan metode memajukan sudut picu tersinkron pada masukan IC 555 untuk memperbaiki kinerjanya, sehingga bisa mengatasi kelemahan pada sudut yang kecil. Upaya ini perlu dilakukan karena sistem pemacu merupakan rangkaian yang sangat penting pada bidang listrik khususnya untuk pengendalian daya listrik.

Pemacu Optik IC 555

IC 555 merupakan IC serbaguna yang diciptakan sebagai untai multivibrator tak stabil maupun multivibrator monostabil yang harganya cukup murah (Savant, Roden, Carpenter.,1987.,Boylestad,Nashelsky 1992). Dengan menyinkronkan pulsa pemacu IC 555 dengan fasa jaringan listrik, maka fungsinya sebagai multivibrator monostabil dapat dimanfaatkan bagi sistem pemacu SCR dan Triac untuk mengatur daya listrik yang akan diberikan ke beban . Gambar 1 memperlihatkan diagram blok IC 555 sebagai multivibrator monostabil disertai dengan bentuk gelombang masukan pemacu dan keluarannya. Dari gambar tersebut dapat diamati bahwa jika pulsa pemacu diambil dari jaringan listrik dan munculnya pulsa sinkron dengan lintasan nol,

maka akan dihasilkan pulsa-pulsa keluaran yang pewaktuannya juga sinkron dengan jaringan listrik. Dengan dasar pemikiran seperti ini, pulsa keluaran IC 555 dapat digunakan untuk memicu SCR/Triac pada sudut pemucuan yang tetap, sesuai dengan pewaktuan yang diinginkan. Permasalahan yang timbul adalah bahwa permulaan pulsa (tebing depan) keluaran selalu tetap mulainya, yakni tergantung saat mulainya pulsa pemacu masukan. Dikarenakan pulsa pemacu masukan akan disinkronkan dengan jaringan, maka pulsa pemacu akan selalu muncul pada sudut fasa jaringan yang besarnya tetap.

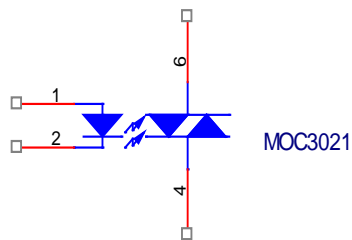


Gambar 1. Diagram Blok IC 555 sebagai Multivibrator Monostabil.

Untuk mengatur daya beban melalui SCR maupun Triac, kedua peranti ini harus dipicu pada sudut fasa jaringan yang dapat diatur dari 0° sampai 180° agar beban memperoleh daya listrik sesuai dengan pengaturan yang diinginkan, maka pemanfaatan IC 555 sebagai pemacu haruslah menggunakan tebing belakang pulsa keluaran yang dapat diatur-atur kedudukannya dari 0° sampai 180° sesuai dengan formula $1,1 R1C1$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Dengan mengacu pada frekuensi jaringan listrik PLN sebesar 50 Hertz, maka waktu periode penuhnya adalah $1/50$ detik atau 20 milidetik. Dikarenakan pemucuan SCR hanya merentang

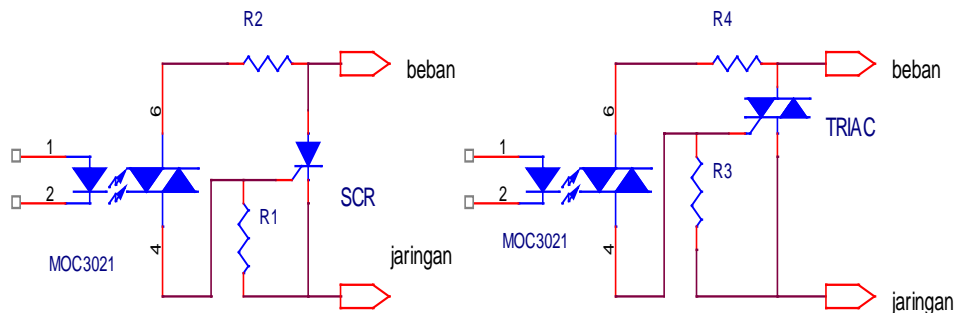
Pemicu Optik MOC 3021

MOC 3021 merupakan diac optokopler, yang memiliki diode inframerah pada masukannya dan sebuah diac (diode ac thyristor) pada keluarannya. Dengan demikian, diac akan mengantarkan arus listrik jika menerima cahaya dari diode inframerah, sedangkan diode infra merahnya akan memancarkan cahaya inframerah jika ia mendapat tegangan pada masukannya. Rangkaian MOC 3021 diperlihatkan pada Gambar 3 .



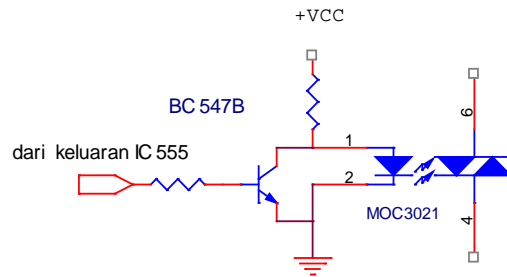
Gambar 3 Diagram Listrik MOC 3021

Pada hubungannya dengan cara kerja IC 555, maka diode inframerah pada MOC harus dapat dinyalakan dengan tebing belakang pulsa keluaran IC, yakni transisi dari tinggi ke rendah. Sementara itu, keluaran MOC 3021 yang berupa diac dihubung deret dengan dengan resistor pemicu SCR/Triac. Rangkaian MOC sebagai pemicu SCR/Triac diilustrasikan dalam Gambar 4.



Gambar 4 Hubungan MOC 3021 dengan SCR

Pada rangkaian Gambar 5, saat keluaran IC 555 tinggi maka transistor NPN BC 547 akan menghantar penuh sehingga diode infra merah pada MOC 3021 dihubung singkat. Sebaliknya jika tegangan keluaran IC 555 rendah maka transistor akan mati (*off*) sehingga diode infra merah pada MOC 3021 dialiri arus dari tegangan sumber. Dengan cara ini, maka MOC akan mulai memicu SCR/Triac pada saat tegangan keluaran IC 555 berubah dari tinggi menuju rendah. Dengan demikian SCR/Triac akan dipicu oleh tebing belakang pulsa keluaran IC 555.



Gambar 5 Hubungan IC 555 dengan MOC 3021 melalui Transistor NPN

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah eksperimen rancang bangun. melalui pembuatan alat sebagai modul eksperimen, yang pengamatan kinerja alat tersebut didukung dengan beberapa peralatan bantu dan instrument ukur.

1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan penelitian adalah benda-benda yang membantu pengambilan data penelitian yang dalam penelitian ini terdiri dari modul eksperimen, instrument ukur, dan komputer .

2. Lokasi Penelitian

Penelitian eksperimen rancang bangun an pengambilan data dilakukan di Laboratorium Sistem Kendali Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas teknik Uniersitas Negeri Yogyakarta.

3. Teknik Analisis Data

Data diambil dengan observasi sedangkan analisis data dilakukan secara deskriptif. Data pengukuran modul eksperimen dibandingkan degan peralatan standar, kemudian perbedaan hasil dianalisis. Fungsi dari setiap bagian alat diamati fungsinya dan dianalisis unjuk kerjanya

4. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan berba
gai tahapan mengikuti model *Linier Sequential Model* (LSM) yang terdiri dari 4 tahapan yang berulang yaitu tahap analisis dan studi literatur, desain/perancangan, perakitan (*assembly-hardware*), dan pengujian. Keempat tahapan ini akan berulang hingga dipenuhinya kondisi ideal yaitu sistem berfungsi dengan baik sesuai yang direncanakan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif. Bentuk-bentuk gelombang hasil pengaturan sudut fasa pemicuan SCR/Triac antara modul IC555 MOC 3021 dan TCA 785 diperbandingkan secara visual. Jika ada perbedaan bentuk, maka dilakukan analisis perhitungan selisih fasanya antara hasil pengaturan secara fisik dengan pengaturan secara teoritik.

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian untuk berbagai sudut penyulutan, baik pada rangkaian TRIAC, SCR jembatan dan SCR anti paralel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian

Seting sudut picu (derajat)	Jenis Pengendali	Sudut Picu (derajat)	
		TCA 785 (VEDC)	Hasil penelitian
0	TRIAC	0	27
	SCR Jembatan	0	9
	SCR Anti Paralel	0	18
45	TRIAC	45	45
	SCR jembatan	45	45
	SCR Anti Paralel	45	45
90	TRIAC	90	90
	SCR Jembatan	90	90
	SCR Anti Paralel	90	90
135	TRIAC	135	135
	SCR Jembatan	135	135
	SCR Anti Paralel	135	135

Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan perbandingan kinerja hasil pemecutan antara IC 555-MOC 3021 dan TCA 785-trafo pulsa pada sudut 0° , 45° , 90° dan 135° baik untuk hasil pengendalian daya beban melalui dua SCR yang dihubung anti-paralel, hasil pengendalian beban melalui dua SCR dalam untai sistem penyearah gelombang penuh, dan hasil pengendalian beban melalui Triac. Perhitungan besar sudut picu pada pemecutan sudut nol yang dilakukan oleh IC555,

untuk dua SCR yang dihubung anti parallel menghasilkan tundaan penyalan SCR sebesar:

$$\frac{0,2 \text{divisi}}{2 \text{divisi}} \times 180^{\circ} = 18^{\circ}$$

Untuk dua SCR yang dihubung dalam untai sistem penyearah jembatan menghasilkan tundaan sebesar:

$$\frac{0,1 \text{divisi}}{2 \text{divisi}} \times 180^{\circ} = 9^{\circ}$$

Untuk Triac, pemicuan yang dilakukan oleh IC 555 menghasilkan tundaan sebesar:

$$\frac{0,3 \text{divisi}}{2 \text{divisi}} \times 180^{\circ} = 27^{\circ}$$

Apabila dibandingkan dengan hasil pemicuan sudut 0° yang dilakukan oleh IC TCA 785, baik untuk dua SCR yang dihubung anti-paralel, dua SCR yang dihubung dalam sistem penyearah jembatan, maupun Triac, tidak ada tundaan sama sekali. Untuk pemicuan sudut 45° , 90° , dan 135° tidak ada perbedaan hasil antara IC 555 dengan TCA 785.

Dari hasil tersebut diperoleh bahwa meskipun pemicuan tersinkron jaringan yang dimasukkan ke IC555 telah dimajukan dan menghasilkan tebing belakang pulsa keluaran sebesar 27 derajat di depan lintasan nol jaringan, namun hasil pemicuan pada sudut nol tidak dapat menghasilkan pengendalian daya penuh. Artinya SCR/Triac belum dapat dipicu atau dinyalakan tepat pada sudut nol. Tetapi jika dibandingkan dengan hasil penelitian Haryanto(2005), penelitian ini memberikan hasil lebih baik, karena pemicuan sudut nol teoritik semakin dapat didekati.

Penyebab utamanya adalah disebabkan oleh penggunaan kopling optis yang energi picu bagi SCR/Triac-nya menggunakan jaringan PLN (*main voltage*). Hal ini

karena SCR/Triac merupakan diode empat lapis(PNPN) dan menurut Savant, Roden, da Carpenter (1987:149) maupun Boylestad, Nashelsky (1992:831) strukturnya setara dengan dua buah transistor dwikutub (*bipolar*), sedangkan transistor merupakan peranti elektronik yang dikendalikan dengan arus listrik, maka saat tegangan jaringan listrik PLN berada pada titik nol, tidak ada arus listrik. Hal ini dapat dimengerti, karena pengertian bahwa arus listrik tercipta karena adanya perbedaan tegangan.

Dari alasan tersebut di atas, dalam pemicuan SCR/Triac pada sudut nol pada beban tertentu, terpotongnya titik nol beberapa derajat tidak mempengaruhi kinerja sistem secara signifikan, misalnya pada peredup lampu (*lamp dimmer system*) maka hasil penelitian ini dapat digunakan untuk menggantikan rangkaian TCA785-trafo picu yang yang berharga jauh lebih mahal. Pada sisi lain, jika diinginkan pemotongan tegangan jaringan pada sudut nol yang lebih kecil dapat dipilih peranti SCR/Triac dengan arus gate yang lebih kecil, ini dapat diperoleh dengan menggunakan SCR/Triac generasi baru misalnya SCR generasi baru dari NEC Jepang (<http://www.datasheetarchive.com>), yakni 2P4M, 2P5M dan 2P6M (2 ampere 400volt-600 volt) dapat dipicu dengan arus gate yang kecil yaitu sebesar 200 uA (microampere) pada tegangan jaringan serendah 6 volt.

Kesimpulan

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa dengan memajukan sudut penyinkronnya sebelum 0° sudut terkecil yang dapat dicapai pada pemicuan dua SCR dalam hubungan antiparalel oleh sistem pemicu IC 555-MOC 3021 yang diset pada pemicuan sudut 0° adalah 18° , sudut terkecil yang dapat dicapai pada

pemicuan dua SCR dalam untai sistem penyearah jembatan adalah 9° , sudut terkecil yang dapat dicapai pada pemicuan Triac oleh sistem pemicu IC 555-MOC 3021 adalah 27° .

Untuk pengaturan pemicuan pada sudut 45° , 90° dan 135° untuk SCR maupun Triac yang dilakukan oleh IC 555-MOC 3021, hasilnya sama dengan sudut setingnya yang berarti sama dengan hasil pemicuan TCA785-trafo pulsa.

Daftar Pustaka

Boylestad Robert, Louis Nashelsky.(1992). *Electronic Devices and Circuits Theory* 5^{ed}. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.

Haryanto. (2005). *Modifikasi Sistem Pemicu pada Kendali Daya Tiga Fasa Buatan VEDC Malang*. Laporan penelitian dosen muda Universitas Negeri Yogyakarta.

Hioki, Waren. (1998), *Telecommunication*. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ.

Malvino.(1976). *Prinsip prinsip penerapan digital*, Penerbit Erlangga, Surabaya

Mowle,J,Frederic. (1976). *A systematic Approach to Digital Logic Design*, Addison Wesley

Savant, Roden, Carpenter.(1987). *Electronic Circuit Design, an Engineering Approach*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.