

RANCANG BANGUN DRIVER KATUP SOLENOID SISTEM PENGIRIM KAPSUL PNEUMATIC

Sunarko, Hanapi Ali, dan Asnul Sufmawan
Pusat Reaktor Serba Guna-BATAN, Kawasan Puspiptek Serpong
Email : narko@batan.go.id

ABSTRAK

TELAH DILAKUKAN RANCANG BANGUN DRIVER KATUP SOLENOID SISTEM PENGIRIM KAPSUL PNEUMATIC RABBIT SYSTEM. *Driver katup Solenoid adalah sebuah rangkaian yang dapat memerintahkan katup solenoid untuk membuka atau menutup suplai udara bertekanan (SCA), agar kapsul dapat terdorong menuju posisi iradiasi maupun kembali ke ruang pencacahan. Rancang bangun ini merupakan lanjutan dari sistem otomatisasi pengirim kapsul penumatic rabbit yang sedang dibangun di RSG-GAS. Dengan konsumsi tegangan kecil dan tidak menimbulkan loncatan bunga api yang dapat menyebabkan gangguan atau kegagalan sistem. Rancang bangun ini terdiri dari 4 bagian, yaitu rangkaian elektronika, wadah rangkaian, sensor fiber optic dan timer. Dipilihnya bahan-bahan tersebut dengan pertimbangan kemudahan dalam pengadaan komponen dan pemasangan. Dari hasil uji fungsi driver yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai desain, sehingga dapat diintegrasikan ke dalam sistem yang sedang dikembangkan.*

Kata Kunci :*driver, katup solenoid, sensor fiber optic, timer*

ABSTRACT

HAS BEEN DONE ENGINEERED DESIGN DRIVER OF SOLENOID VALVE SYSTEM SENDER CAPSULE PNEUMATIC RABBIT SYSTEM. *Solenoid Valve Driver is a circuit that can command the solenoid valve to open or close the pressurized air supply (SCA), so that the capsule can be sent toward the irradiation position and returned to the counting room. This design is a continuation of the automation system sender capsule pneumatic rabbit that is being built in the RSG-GAS. With a small voltage consumption and does not cause a spark jumps that can cause disruption or system failure. This design consists of four parts, namely an electronic circuit, the circuit container, fiber optic sensors and timers. The materials chosen with consideration of the ease of component procurement and installation. From the driver function test results that have been made to function as designed, so that it can be integrated into the system that is being developed.*

Keywords :*driver, solenoid valve, fiber optic sensor, timer*

PENDAHULUAN

Salah satu fasilitas iradiasi di Reaktor Serba Guna G.A. Siwabessy adalah fasilitas iradiasi *Rabbit System*. Fasilitas ini dipergunakan untuk keperluan produksi radioisotop dan penelitian Analisis Aktivasi Neutron (AAN). Fasilitas *Rabbit System* terdiri dari 2 jenis, yaitu *Hydraulic Rabbit System* dan *Pneumatic Rabbit System*. *Hydraulic Rabbit System* menggunakan media pengangkut berupa air, sedangkan *Pneumatic Rabbit System* sebagai media pengangkutnya berupa gas nitrogen. Media pengangkut juga berfungsi sebagai pendingin pada saat iradiasi berlangsung. Ditinjau dari sisi waktu pengoperasian proses iradiasi kedua jenis fasilitas tersebut mempunyai spesifikasi waktu operasi yang berbeda. *Hydraulic Rabbit System*

dapat digunakan untuk iradiasi dengan waktu operasi antara 30 detik sampai 5 jam, dengan waktu tempuh pengiriman dan penerimaan masing-masing 45 detik^[1]. *Pneumatic rabbit System* digunakan untuk proses iradiasi sampel yang mempunyai waktu paruh pendek dengan orde < 30 detik, serta waktu tempuh bolak-balik hanya 8 detik.

Pneumatic Rabbit System akan dikembangkan lebih lanjut untuk mengurangi resiko paparan radiasi terhadap pekerja dan untuk koreksi waktu tunda pengiriman sampel dari posisi iradiasi ke ruangan Laboratorium AAN. Oleh karena itu dilakukan pengembangan *pneumatic rabbit system* dengan sistem otomatisasi pengiriman pada kapsul *pneumatic rabbit system*. Dalam rangka mendukung program otomatisasi sistem pengirim kapsul *pneumatic rabbit system*

maka dibutuhkan komponen-komponen pendukung. Salah satu komponen pendukung adalah driver katup solenoid, yang mana komponen ini sebagai sarana untuk menggerakkan katup solenoid.

Rancang bangun ini terdiri dari 4 bagian, yaitu rangkaian elektronika, wadah rangkaian, sensor *fiber optic* dan *timer*. Rangkaian elektronika menggunakan komponen utama *Silicon Controlled Rectifier* (SCR) atau *Triode for Alternating Current* (TRIAC), yang mampu dibebani arus besar dan tidak menimbulkan loncatan bunga api. Wadah rangkaian menggunakan *junction box* seri 155X, dan sensor *fiber optic* SERI BF4. Sedangkan timer yang digunakan Seri AT11DN yang merupakan timer sederhana yang bisa diprogram dengan berbagai mode. Bahan-bahan rancang bangun driver tersebut mudah dan banyak tersedia di pasaran dalam negeri.

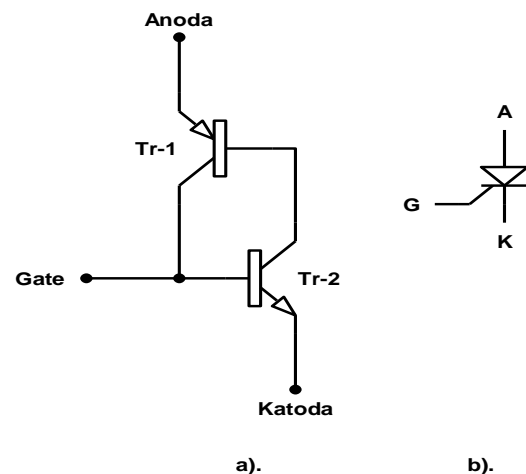
Driver katup Solenoid akan memerintahkan katup solenoid untuk membuka dan menutup suplai udara bertekanan dikarenakan ada sinyal perintah dari sensor *fiber optic*, sakelar, maupun komputer. Dengan terbukanya katup solenoid tersebut maka kapsul akan terdorong menuju ke posisi iradiasi maupun ke ruang cacah Laboratorium AAN.

TEORI

Pneumatic Rabbit System yang digunakan selama ini proses pemasukan maupun pengeluaran kapsul iradiasi melalui *hotcell*. Kapsul iradiasi yang telah diisi sampel dimasukan kedalam *hotcell* dengan menggunakan *longtang*, kemudian diterima oleh manipulator dan selanjutnya dimasukan ke dalam *drum station*. Setelah kapsul iradiasi berada di dalam *drum station* kemudian handel *drum station* diengkol searah jarum jam sebanyak 2 kali. Kapsul iradiasi siap untuk dikirim ke posisi iradiasi, dengan posisi diperlihatkan pada layar komputer. Dengan menekan tombol *start* maka kapsul akan terkirim menuju ke posisi iradiasi. Selanjutnya kapsul akan teriradiasi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Setelah waktu iradiasi selesai maka kapsul akan kembali menuju ke *drum station*. Selanjutnya kapsul dikeluarkan dari dalam *drum station* dengan cara meng-engkol handel *drum station* searah jarum jam sebanyak 2 kali, sehingga kapsul akan keluar lewat *drum station* bagian bawah. Dengan menggunakan manipulator kapsul diambil untuk selanjutnya dijepit dengan *longtang* dan dikeluarkan dari dalam *hotcell* untuk diserahkan ke pemohon. Pada saat mengeluarkan kapsul teriradiasi dari dalam *hotcell* tentu harus dilakukan pengukuran paparan iradiasi oleh petugas proteksi radiasi. Dalam rangka pengembangan dari

pneumatic rabbit system tersebut saat ini sedang dibangun Otomatisasi Sistem Pengirim Kapsul *Pneumatic Rabbit*. Yang mana nantinya kapsul akan langsung di-*loading* dari ruang pencacahan Laboratorium AAN dan akan kembali ke ruangan tersebut secara otomatis, bahkan kapsul teriradiasi akan otomatis menuju ke detektor pencacahan. Untuk keperluan pembangunan sistem otomatisasi tersebut diperlukan beberapa komponen pendukungnya, salah satunya adalah driver katup solenoid.

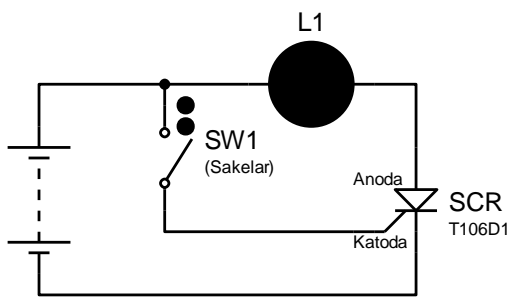
Komponen elektronika dengan bahan semikonduktor dapat digunakan sebagai perangkat kontak aliran listrik atau sebagai pengganti relay/kontaktor mekanis. Komponen yang digunakan dapat berupa transistor, *Silicon Controlled Rectifier* (SCR) maupun *Triode for Alternating Current* (TRIAC). Baik SCR maupun TRIAC merupakan komponen semikonduktor yang mempunyai waktu menyambung dan memutus arus listrik berkecepatan tinggi (*solid-state switched*) yang dapat digunakan dalam beban DC dan AC, yang mana bersifat cenderung tetap on setelah diaktifkan dan tetap off setelah dimatikan.



Gambar 1. a). Prinsip SCR, b). Simbol SCR

Dengan memberikan tegangan yang kecil antara Gate dan Katoda, transistor-2 (Tr-2) atau transistor yang lebih rendah akan dipaksa ON oleh arus basis yang dihasilkan, hal ini akan menyebabkan arus basis transistor-1 (Tr-1) mengalir dan Tr-1 akan aktif dan menghantarkan arus basis untuk Tr-2 (tidak dibutuhkan lagi pasokan tegangan dari terminal Gate), sehingga kini kedua transistor saling menjaga agar tetap aktif atau saling mengunci (*latch*)^[7].

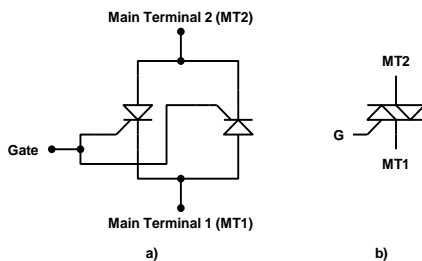
Cara yang paling umum digunakan dan aman untuk mengaktifkan SCR adalah dengan memberikan tegangan pada terminal Gate, dan cara atau metode seperti ini disebut dengan "memicu" (*triggering*). Prinsip kerja dasar dari SCR adalah akan mengalirkan arus dari Anode ke katoda apabila gate diberi tegangan.



Gambar 2. Prinsip penggunaan SCR

Contoh sederhana penggunaan SCR pada sirkuit DC adalah sebagai sakelar lampu, apabila sakelar (SW1) ditutup maka arus akan mengalir dari Anoda menuju Katoda sehingga lampu (L1) akan nyala. Dan begitu pula sebaliknya apabila SW1 dalam keadaan terbuka maka tidak ada aliran arus dari Anoda ke Katoda sehingga lampu akan padam.

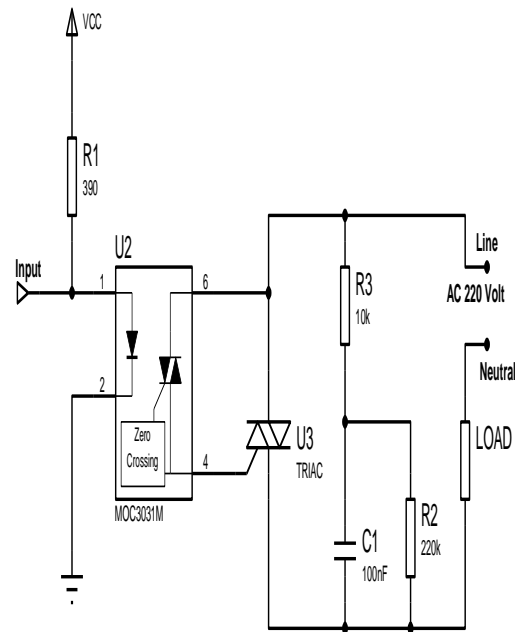
Triode for Alternating Current (TRIAC) adalah komponen yang ekuivalen dengan dua SCR dengan arah yang berbeda (*back to back*) dan digabung secara paralel. Jika SCR merupakan device yang searah, maka TRIAC merupakan device untuk dua arah atau bolak-balik (AC). Perhatikan gambar simbol dan diagram ekuivalen dari TRIAC berikut ini.



Gambar 3. a). Equivalent TRIAC, b). Simbol TRIAC

Kunci keberhasilan dalam memicu (*trigger*) TRIAC adalah dengan memastikan bahwa arus pemacu yang diterima Gate berasal dari sisi terminal utama 2 (MT2), yaitu sisi terminal yang berlawanan dengan terminal Gate (pada simbol TRIAC). Identifikasi terminal utama 1 dan terminal utama 2 (MT1 dan MT2) harus dilakukan melalui bagian nomor TRIAC dengan mengacu pada lembar data (data sheet).

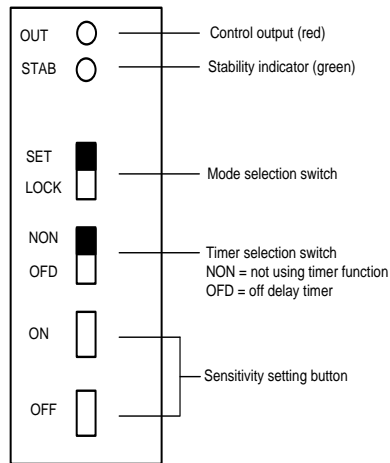
Sebagai contoh penggunaan TRIAC adalah rangkaian dengan beban arus AC 220 volt, yang dapat dikendalikan oleh tegangan rendah DC.



Gambar 4. Contoh Rangkaian aplikasi TRIAC

Pada saat input diberi logika “High” arus akan mengalir dari VCC melewati R 390 ohm menuju *Optocoupler* MOC3031. Hal ini menyebabkan MOC3031 “ON”, yang kemudian akan membuat TRIAC juga akan ikut “ON”. Arus AC 220 volt akan melewati TRIAC menuju beban/LOAD, dengan demikian beban akan aktif. Begitu pula sebaliknya saat input diberi logika “LOW” arus dari VCC tidak akan mengalir ke MOC3031 sehingga MOC3031 dalam keadaan “OFF”, dan TRIAC juga “OFF”. Dengan demikian tidak ada arus yang melewati TRIAC, maka beban/LOAD dalam keadaan tidak aktif.

Sensor Kapsul Seri BF4 merupakan pemancar dan penerima sinar laser yang akan digunakan untuk mendeteksi perjalanan kapsul pneumatic rabbit system. Sensor Kapsul Seri BF4 dapat beroperasi dengan tegangan DC antara 12 - 24 Volt, dan arus 45 mA. Sensor mempunyai kecepatan deteksi 0,5 - 0,7 mili detik, dan kepekaan dapat diatur. Mode operasi sensor bisa diatur dengan posisi gelap nyala maupun terang nyala, namun pada perancangan ini akan digunakan mode operasi gelap nyala. Dengan pemilihan mode ini maka kalau ada kapsul melewati sensor, akan keluar sinyal “High”. Sinyal ini yang akan digunakan sebagai perintah untuk membuka saluran udara bertekanan. Sedangkan beban langsung yang dapat dihubungkan ke Main Circuit 100 mA, dengan tegangan maksimal 30 Volt DC. Panel sensor kapsul Seri BF4 ditunjukkan seperti Gambar 5, dibawah.

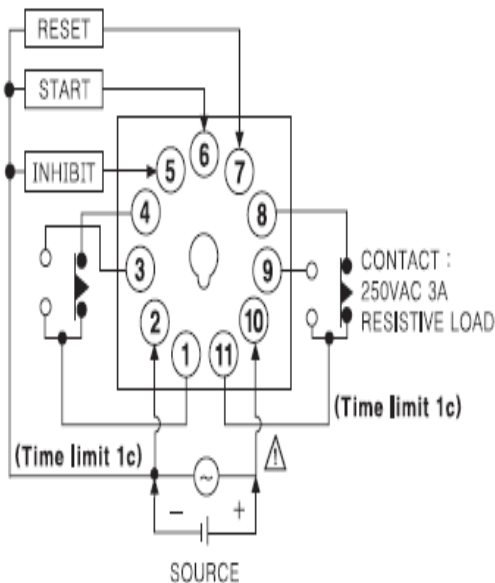


Gambar 5. Panel Sensor SERI BF4^[3]

Timer digunakan untuk memberikan waktu tunda pada saat katup solenoid terbuka, sehingga udara bertekanan hanya akan mengalir dengan orde sekian detik saja. Timer Seri AT11DN adalah timer sederhana yang telah mempunyai beberapa mode operasi dan sudah cukup kiranya untuk keperluan rancang bangun ini. Timer ini mempunyai spesifikasi diantaranya adalah :

1. Waktu seting : 0,05 detik – 100 jam
2. Power supply : 24-240 VAC/VDC
3. Daya : 0,5 W – 1,5 W
4. Waktu respon : 100 mili detik (maksimum)
5. Mempunyai 2 sistem kontak
6. Beban maksimum 3 amper.
7. Memiliki 6 mode operasi.

Adapun timer Seri AT11DN ini mempunyai susunan kaki-kakinya seperti gambar dibawah.



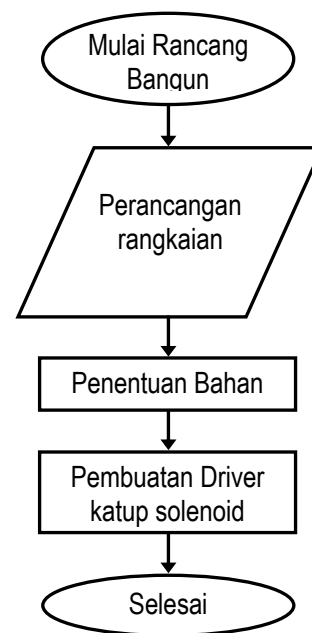
Gambar 6. Susunan Kaki dan fungsi timer Seri AT11DN^[5]

Kaki “START” akan digunakan sebagai pemicu waktu mulai buka Katup solenoid, yang akan

dihubungkan ke sensor Seri BF4. Sedangkan kaki “CONTACT” akan digunakan untuk memicu TRIAC yang akan dihubungkan ke katup solenoid guna mengalirkan arus. Secara sederhana adalah apabila ada kapsul lewat akan dideteksi oleh sensor, kemudian sensor memerintahkan timer untuk membuka katup solenoid sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

METODE RANCANG BANGUN

Rancang bangun driver katup solenoid pada sistem pengirim kapsul *pneumatic rabbit system* ini dilakukan dengan tahapan seperti pada gambar diagram alir berikut :

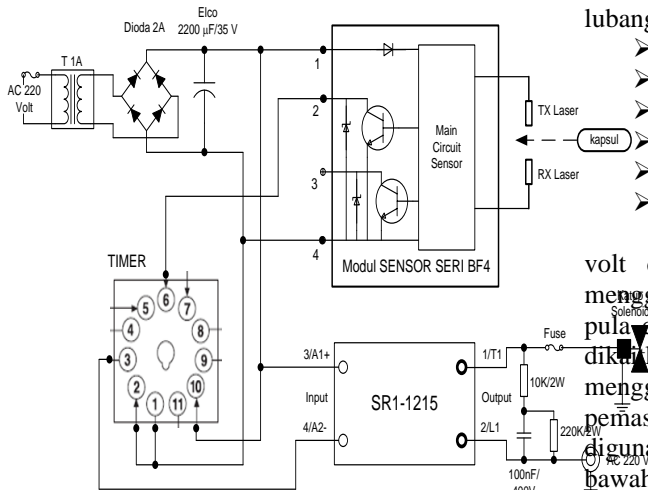


Gambar 7. Diagram Alir Rancang Bangun Drive Katup Solenoid

1. Perancangan Rangkaian

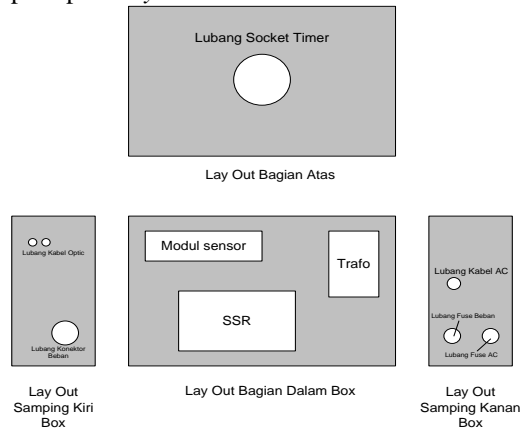
Pada rancang bangun driver katup solenoid ini perancangan rangkaian menjadi salah satu komponen pendukung yang harus dipersiapkan. Perancangan rangkaian terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

- a). Power suplai dengan menggunakan trafo 1 amper dengan tegangan 24 volt disearahkan dengan dioda bridge 2 A, dan difilter dengan kapasitor elektrolit 2200 $\mu\text{F}/35\text{ V}$. Sehingga akan menghasilkan tegangan DC 24 volt yang akan digunakan untuk memberi supply sensor Seri BF4 dan timer Seri AT11DN.
- b). Merangkai sistem pengkabelan sensor ke timer.
- c). Menghubungkan timer
- d). Membuat pengamanan pada SSR-15



Gambar 8. Rangkaian Driver Katup Solenoid

Selanjutnya dibuat rancangan penempatan rangkaian pada kotak driver Katup Solenoid seperti pada *lay-out* Gambar 9 dibawah.



Gambar 9. Lay-Out Box Driver Katup Solenoid

2. Penentuan bahan yang akan digunakan

Bahan-bahan yang akan digunakan adalah :

- Sensor Seri BF4 fiber optik
- Timer AT11DN dan socketnya
- Solid State Relay (SSR) type SRI-1215*
- Box fiber/junction box
- Konektor ulir kabel 3 pin (1 pasang)
- Sekering 2 buah & rumahnya
- Steker AC 220
- Trafo 1 Amper 15 volt.
- Dioda sisir 2 Amper
- Elco 2200 /35v
- Kabel tunggal serabut
- Kabel serabut 3x0,75
- Rel
- Timah secukupnya.

3. Pembuatan Driver Katup Solenoid

Pembuatan lubang pada kotak driver Katup Solenoid sesuai dengan *lay-out* seperti pada Gambar 9 diatas. Adapun ukuran diameter lubang-

lubang yang dibuat adalah sebagai berikut :

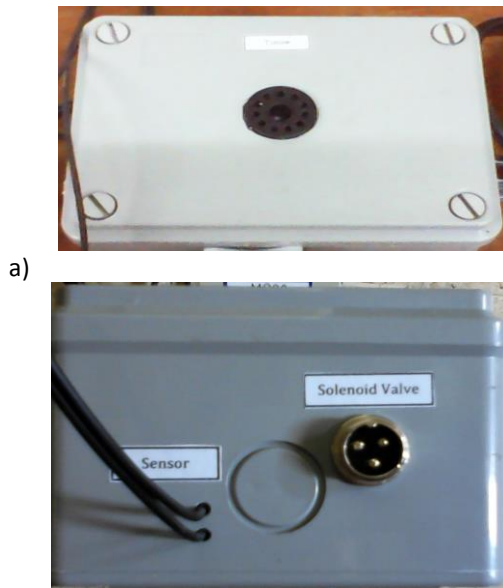
- Socket timer : 27 mm,
- Kabel optic : 3 mm.
- Konektor beban : 16 mm
- Kabel AC : 8 mm
- Fuse Beban : 15 mm
- Fuse AC 220 Volt : 15 mm

Sedangkan trafo 1 A dengan tegangan 15 volt dikaitkan ke bagian bawah box dengan menggunakan mur baut berukuran 3 mm. Begitu pula dengan dengan SSR dengan type SR1-1215 dikaitkan ke bagian bawah box dengan menggunakan mur baut berukuran 3 mm. Untuk pemasangan modul sensor optic Seri BF4 digunakan rel yang dibautkan ke box bagian bawah.

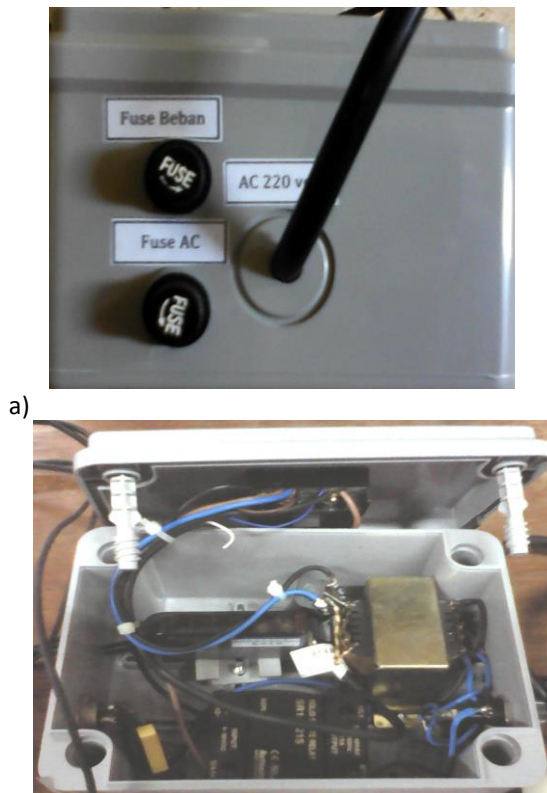
Rangkaian Driver Katup Solenoid dibuat seperti pada Gambar 8 diatas, dimana tegangan AC 220 V diturunkan oleh trafo 1 amper, kemudian disearahkan dengan dioda dan difilter dengan Elco 3300 µf/50V, rangkaian ini disebut dengan Power supply. Power supply digunakan untuk memberi energi pada modul sensor Seri BF4 dan Timer. Perancangan ini menggunakan mode gelap nyala dengan seting sebagai berikut :

- Posisi pada *mode selection switch* di "SET".
- Posisi pada *timer selection switch* di "NON", artinya pada mendeteksi kapsul sinyal langsung keluar tanpa melalui waktu tunda.
- Pada tombol *sensitivity setting button* "OFF" ditekan sampai lampu nyala.
- Selanjutnya tombol "ON" ditekan sampai lampunya mati.
- Lampu Indikator STAB akan berkedip sekali jika perbedaan sensitivitas antara "ON" dengan "OFF" cukup, dan akan berkedip 5 kali jika tidak cukup.
- Posisi pada *mode selection switch* di "LOCK".

Modul sensor seri BF4 akan memancarkan dan menerima sinyal dari sensor laser yang dipasang pada dudukan laser, yang berfungsi untuk mendeteksi kapsul yang melewatinya. Apabila ada kapsul lewat maka sensor akan mengirim pulsa "high" ke modul BF4, selanjutnya dikirimkan ke Timer. Timer akan menentukan berapa lama sinyal "high" dibuka sesuai dengan *setting* dari pengguna. Sinyal dari Timer selanjutnya diumpangkan ke SSR untuk memberikan power ke Katup Solenoid Valve. Secara singkat begini, apabila ada kapsul lewat maka Katup Solenoid akan terbuka dalam waktu tertentu (sesuai *setting*). Adapun hasil dari Rancang Bangun ini adalah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar-Gambar dibawah.



Gambar 10. a) Driver Katup Solenoid Tampak Atas,
b) Tampak Samping Kiri



Gambar 11. a) Driver Katup Solenoid Tampak Samping
Kanan b) Bagian Dalam Driver Katup Solenoid



Gambar 14. Driver Katup Solenoid Lengkap dengan
Dudukan Sensornya

PEMBAHASAN

Rancang Bangun Driver Katup Solenoid adalah perangkat elektronika yang menerima sinyal dari Sensor Seri BF4 yang kemudian diolah untuk dapat menggerakkan Katup Solenoid dalam waktu yang telah ditentukan. Kemampuan arus dari Driver ini tergantung pada type SSR (*Solid State Relay*) yang digunakan, dengan demikian apabila digunakan untuk arus yang besar maka tinggal ganti SSR dengan kemampuan arus yang lebih besar. *Solid State Relay* (SSR) sesungguhnya adalah relay elektronik, yaitu relay yang tidak menggunakan kontaktor mekanik, akan tetapi menggunakan kontaktor komponen aktif seperti TRIAC. *Solid State Relay* (SSR) dikendalikan dengan tegangan rendah dan dapat digunakan untuk mengendalikan beban bertegangan AC dengan arus dan tegangan yang besar. Keuntungan SSR dibandingkan dengan kontaktor mekanis adalah :

1. Pada SSR tidak terdapat bagian yang bergerak seperti halnya pada relay. Sehingga akan terhindar dari karat yang dapat menyebabkan "Bad Contact".
2. Tidak akan terjadi percikan bunga api pada saat kontaktor berubah keadaan.
3. Proses perpindahan dari kondisi 'off' ke kondisi 'on' atau sebaliknya sangat cepat hanya membutuhkan waktu sekitar 10 μ s.
4. Tahan terhadap getaran dan guncangan.
5. Tidak menghasilkan suara 'klik', seperti relay pada saat kontaktor berubah keadaan.
6. Energi yang digunakan untuk aktivasi SSR lebih sedikit jika dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivasi sebuah relay (hanya sekitar 4 volt).
7. Sensitifitas sangat baik, sehingga dapat dioperasikan langsung dengan menggunakan

level tegangan CMOS bahkan level tegangan TTL.

8. *Couple* kapasitansi antara input dan output sangat kecil, sehingga arus bocor antara input output sangat kecil.

Uji coba Rancang Bangun Driver Katup Solenoid telah dilakukan dengan cara menjatuhkan kapsul kedalam dudukan sensor, dan dengan segera katup solenoid bekerja sesuai dengan setting waktu yang telah ditentukan. Setelah waktu setting terlampaui maka katup solenoid kembali ke dalam posisi tertutup (seting waktu pada uji fungsi ini adalah 10 detik). Kondisi ini menunjukkan bahwa sensor Seri BF4 yang merupakan pemancar dan penerima sinar laser telah dapat beroperasi (mode operasi gelap nyala). Timer juga sudah beroperasi dengan baik sesuai dengan setting waktu yang diberikan. Begitu pula dengan SSR telah bekerja menggerakkan Katup Solenoid, dengan tegangan Output mendekati 220 VAC. Data hasil uji fungsi ditunjukkan seperti pada Tabel 1. dibawah.

Tabel 1. Hasil uji fungsi Driver Katup Katup Solenoid

Sebagai uji fungsi Modul Sensor Seri BF4 telah

UJI FUNGSI	V sensor (volt DC)	V in (volt DC)	V out (volt AC)
1	1,52	18,78	216,9
2	1,55	18,77	216,4
3	1,50	18,76	215,9
4	1,60	18,56	216,1
5	1,60	18,55	215,4
6	1,58	18,56	216,0
7	1,60	18,70	217,0
8	1,58	18,56	216,0
9	1,60	18,56	215,7
10	1,52	18,72	215,8
Rerata	1,57	18,65	216,12

dilakukan pengukuran tegangan DC (V sensor) pada pin-2 terhadap ground dengan rerata besaran sekitar 1,57 VDC. Begitu pula untuk uji fungsi tegangan input SR1-1215 (V input) dilakukan pengukuran tegangan DC pada pin 3/A1 terhadap pin 4/A2, diperoleh hasil pengukuran sekitar 18,65 VDC. Dan sebagai output untuk memberi supply ke Katup Solenoid (V out) telah dilakukan pengukuran tegangan AC, dengan hasil

pengukuran sekitar 216,12. Dengan tegangan output rerata tersebut telah dapat menggerakkan katup solenoid yang memerlukan tegangan kerja sekitar 220 VAC. Dari kondisi uji coba ini maka dapat dikatakan bahwa semua komponen Driver Solenoid Valve telah bekerja sebagaimana mestinya.

KESIMPULAN

Rancang Bangun Driver Katup Solenoid merupakan salah satu bagian dalam mendukung pembuatan Sistem Pengirim Kapsul Otomatis dari dalam *Hot Cell* ke ruang cacah (Lab. AAN PSTBM), karena dari sinilah supply udara bertekanan (SCA) akan keluar mendorong kapsul sesuai dengan keperluan. Driver Katup Solenoid terdiri beberapa bagian, yaitu : sensor *fiber optci*, *Timer*, *SSR dan Power supply*. Rancang Bangun Driver Katup Solenoid telah dilakukan dan diuji fungsi sehingga dapat diaplikasikan dan diintegrasikan ke dalam sistem yang sedang dibangun saat ini "AUTOMATISASI SISTEM PENGIRIM KAPSUL PNEUMATIC RABBIT DI REAKTOR RSG-GAS".

DAFTAR PUSTAKA

1. RANCANGAN SISTEM PENDETEKSIAN KAPSUL TARGET PASKA IRADIASI PADA SISTEM PNEUMATIC RABBIT DI REAKTOR RSG-GAS, Sunarko dan Sutrisno.
2. RANCANGAN AUTOMATISASI SISTEM PENGIRIM KAPSUL PNEUMATIC RABBIT DI REAKTOR RSG-GAS, Sutrisno dan Sunarko.
3. Datasheet BF4 SERIES, Autonics.
4. Datasheet SR1-1215, Autonics.
5. Datasheet ATN SERIES, Autonics.
6. Manual of ISIS 7 Profesional, Anonymous
7. Mikro-Elektronika Sistem Digital dan Rangkaian Analog, Jacob Milman, Ph.D, Penerbit Erlangga 1986.

PERTANYAAN

Penanya : M. Imron

Mengapa digunakan SCA, apa tidak menimbulkan reaksi N-16?

Jawaban : SCA digunakan hanya untuk mendorong kapsul dari sistem yang baru ke sistem yang lama, setelah kapsul sampai ke sistem yang lama sistem yang baru kita isolasi sehingga gas yang bersirkulasi adalah gas nitrogen, dengan demikian gas SCA tidak akan teraktivasi.