

RANCANG BANGUN PENGONTROL PANEL LISTRIK MENGUNAKAN RADIO FREKUENSI IDENTIFIKASI (RFID)

Oleh: Suryono¹ dan Supriyati²

^{1,2}Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang.

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Tembalang Semarang 50275

¹surya_tekno@yahoo.com, ²supriyati.polines@yahoo.co.id

Abstract

Panel listrik adalah peralatan listrik yang berfungsi sebagai pusat untuk mengatur pendistribusian daya listrik dari sumber daya listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) ke instalasi penerangan dan peralatan listrik daya besar. Jika aliran listrik dari PLN padam maka lampu penerangan dan peralatan listrik mati, keadaan ini mengakibatkan kontaktor yang ada di panel listrik menjadi OFF. Kontaktor digunakan sebagai penghubung dan pemutus peralatan listrik daya besar. Apabila listrik dari PLN menyala kembali maka listrik untuk penerangan akan ikut menyala sedangkan untuk peralatan listrik daya besar masih padam karena kontaktor masih dalam keadaan OFF untuk meng-ON-kan kontaktor maka operator akan menuju ke panel listrik untuk menekan tombol ON. Pada panel listrik untuk keperluan khusus hanya operator tertentu saja yang dapat menyalakan panelnya, karena untuk mengontrol panel listrik tersebut digunakan tag atau transponder dari teknologi Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) yang dibawa oleh operator peralatan atau mesin tertentu. Dengan demikian hanya orang atau petugas yang membawa tag RFID saja yang dapat mengontrol panel listrik untuk keperluan khusus, sehingga peralatan atau mesin lebih aman karena operator yang tidak membawa tag RFID tidak dapat menyalakan panelnya, untuk mematakannya pada panel tersebut dilengkapi dengan tombol OFF manual.

Kata kunci : panel listrik, kontaktor, instalasi, RFID. Tag.

1. Pendahuluan

Pada semua bangunan gedung yang peralatannya menggunakan catu daya listrik cukup besar, umumnya gedung tersebut pasti dilengkapi dengan panel listrik. Ada dua macam panel listrik yang dipasang pada gedung, yaitu: panel listrik yang berisi Alat Pengukur dan Pembatas daya (APP), dan panel listrik yang berisi peralatan untuk distribusi daya listrik atau Perlengkapan Hubung Bagi (PHB) [1]. Panel yang berisi Alat Pengukur dan Pembatas daya (APP) adalah panel listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) sedangkan panel distribusi yang berisi Perlengkapan Hubung Bagi adalah milik bangunan yang ditempati. Panel distribusi daya listrik adalah suatu peralatan listrik yang berfungsi sebagai pusat untuk mengatur pendistribusian daya listrik dari sumber daya listrik, dalam hal ini adalah panel APP, ke peralatan-peralatan yang membutuhkan daya listrik baik didalam

bangunan maupun diluar bangunan. Penempatan panel distribusi listrik pada umumnya ditempatkan menempel pada dinding bangunan atau dibuatkan tempat tersendiri seperti almari yang sering disebut dengan almari panel. Pada bagian pintu panel terdapat dua buah tombol/saklar tekan (*push button switch*) yang berwarna hijau dan merah. Tombol tekan warna hijau berfungsi untuk menghidupkan/menyalakan (*ON*) panel listrik jika sebelumnya listrik dalam keadaan padam/mati, sedang tombol tekan merah berfungsi untuk memadamkan (*OFF*) panel listrik jika semua peralatan listrik yang berdaya besar sudah tidak di aktifkan atau tidak dioperasikan.

Menghidupkan dan memadamkan (*ON/OFF*) daya listrik lewat tombol tekan ini hanya yang berhubungan dengan peralatan listrik berdaya besar, yang biasanya menggunakan daya listrik tiga fasa, sedangkan untuk lampu penerangan dan stop kontak satu fasa tidak

berpengaruh. Hal ini karena pada bangunan gedung yang cukup besar, pada industri misalnya, terdapat dua macam instalasi, yaitu: instalasi tenaga dan instalasi penerangan. Peralatan listrik yang menggunakan daya besar (peralatan industri) dihubungkan dengan instalasi tenaga yang menggunakan jaringan tiga fasa sedangkan untuk lampu penerangan, Air Conditioner (AC), stop kontak satu fasa untuk receiver atau laptop dihubungkan dengan instalasi penerangan. Instalasi tenaga dan instalasi penerangan pendistribusian daya listriknya dibuat terpisah tetapi pengaturan hubung bagi daya listriknya dilakukan oleh panel distribusi.

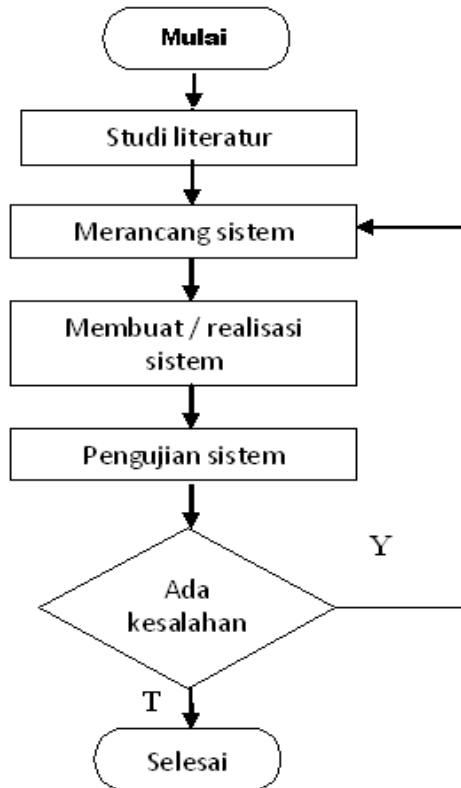
Penggunaan listrik untuk peralatan yang bersifat umum pada saat menyalakan atau memadamkan panel listrik dapat dilakukan dengan mudah oleh operator dengan cara menekan tombol *ON/OFF* yang terdapat pada bagian luar pintu panel. Dengan adanya perkembangan penggunaan gedung, maka ada kemungkinan gedung tersebut dipasang peralatan atau mesin-mesin yang bersifat khusus, yaitu mesin yang hanya dapat dioperasikan oleh operator tertentu saja. Peralatan atau mesin yang bersifat khusus tersebut harus dibuatkan panel listrik tersendiri dengan sifat yang khusus, yaitu panel listrik yang hanya dapat dioperasikan oleh operator atau pengguna tertentu saja.

Peristiwa yang terjadi seperti pada uraian tersebut diatas dengan rekayasa teknologi dapat diatasi dengan cara menambahkan perangkat elektronik yang berupa *Radio Frekuensi Identifikasi* (RFID) dengan pengolahan data menggunakan Arduino Uno pada panel listrik tersebut. Dengan adanya penambahan perangkat elektronik pada panel listrik, maka untuk menyalakan panel listrik tidak dapat dilakukan oleh sembarang operator atau pengguna. Hanya dapat dilakukan oleh operator atau pengguna yang membawa Tag RFID khusus yang dapat menyalakan panel listrik ini, sedangkan

untuk memadamkannya sudah disediakan sebuah tombol *push on* untuk meng-*OFF* panel listrik, yang terdapat pada kotak RFID dan menempel pada panel. Rekayasa penambahan perangkat elektronik yang berupa RFID pada panel listrik ini sangat berguna untuk mengamankan peralatan dan mesin-mesin khusus dari pengoperasian operator yang tidak semestinya.

2. Metode Penelitian

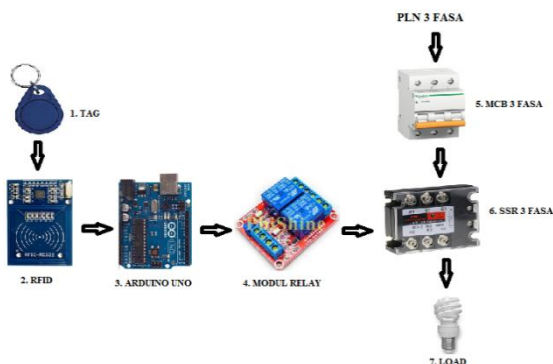
Penelitian ini merupakan penelitian bersifat rancang bangun yang pada akhirnya menghasilkan produk purwa rupa berupa panel listrik yang dikontrol menggunakan tag RFID. Tahapan penelitiannya mulai dari awal sampai menghasilkan produk yang siap dipakai, seperti terlihat pada diagram alir gambar 1. Setelah hasil rancang bangun yang berupa produk jadi, kemudian dilakukan pengujian dan pengukuran alat yang meliputi pengukuran tegangan dan arus serta daya untuk kebutuhan alat kontrolnya. Pengujian tegangan masukan dan keluaran pada Solid State Relay (SSR) juga dilakukan, pengujian ini dilakukan guna untuk mengetahui berapa besar nilai perbedaan tegangan masukan SSR dengan Keluaran SSR. Jika ada perbedaan nilai tegangan yang signifikan, maka terjadi penurunan tegangan pada beban dan juga ada kerugian daya pada SSR yang dapat menimbulkan panas pada SSR-nya. Setelah dilakukan pengujian dan pengukuran pada alat, jika ditemukan ketidaksesuaian dari rancangan semula, maka diharapkan pada bagian yang tidak sesuai tersebut dapat dengan segera dilakukan perbaikan. Dengan demikian hasil produk purwa rupa berupa panel listrik yang dikontrol menggunakan tag RFID ini dapat bekerja dengan semestinya.



Gambar 1: Digram Alir Tahapan Penelitian

2.1 Blok Diagram Alat

Pada gambar 2, terlihat beberapa perangkat yang merupakan bagian dari sistem yang sedang dibuat. Tag merupakan perangkat teknologi RFID yang berfungsi sebagai pemancar dan mempunyai data sebuah nomor sebagai identitas. RFID adalah perangkat penerima atau pembaca (*reader*) dari Tag yang mempunyai frukuensi kerja yang sama.



Gambar 2: Diagram Blok dari Alat yang dibuat

Bagian-bagian perangkat utama diagram blok dari alat yang sedang dibuat adalah seperti berikut:

TAG RFID sebagai pemancar

- RFID Reader sebagai pembaca data dari TAG
- Arduino Uno sebagai pemroses data dari TAG yang dibaca RFID Reader
- Modul Relai untuk melepas dan mengunci relai utama
- MCB tiga fasa sebagai pengaman jika terjadi hubung singkat atau *over load*
- SSR tiga fasa sebagai kontak dan pemutus beban
- Load (beban) dari pengguna yang dicatu dari panel

2.2. RFID (Radio Frekuensi Identifikasi)

RFID (*Radio Frekuensi Identifikasi*) adalah suatu metode yang memberikan identitas dengan menggunakan sarana yang disebut dengan label atau Tag (kartu) RFID sering juga disebut *transponder* untuk menyimpan dan mengambil data dari jarak jauh. Label/kartu/tag RFID digunakan pada banyak industri yang sering ditempelkan pada komponen-koponen industri perakitan otomotif untuk memantau perkembangan produksinya.

Label/kartu/tag RFID merupakan benda yang dipasang pada obyek dengan tujuan memberi identitas pada obyek dengan menggunakan gelombang mikro. Tag RFID terdiri dari *mikro chip silicon* dan antenna yang digunakan untuk membaca informasi dari jarak beberapa centimeter sampai beberapa meter dan tidak memerlukan kontak langsung.

2.2.1 Jenis Tag RFID

Secara umum ada tiga jenis tag pada RFID, yaitu:

- Tag RFID Aktif yang membutuhkan sumber energi listrik internal dalam pembuatannya sehingga fisiknya lebih

tebal. Tag RFID aktif memancarkan sinyal ke pembaca tag dan biasanya sinyalnya lebih kuat dibandingkan dengan tag pasif. Karena tag aktif memiliki sinyal yang lebih kuat sehingga dapat digunakan pada lingkungan yang sulit dan jarak pengiriman data yang lebih jauh.

- b. Tag RFID Pasif tidak memiliki sumber energi listrik internal, sumber energi listriknya didapat dari RFID Reader dalam pengiriman data. Tag RFID pasif tidak mampu mengirimkan sinyal data secara mandiri, karena tidak mempunyai sumber energi listrik internal, maka bentuknya lebih tipis. Karena dalam mengirim data tergantung dari RFID Reader, maka tag pasif ini lebih cocok digunakan pada pergudangan untuk memantau stok barang.
- c. Tag RFID Semi-Pasif sama dengan tag RFID aktif, namun pada tag RFID semi-pasif memiliki sumber energi listrik internal tetapi tidak dapat memancarkan sinyal data secara mandiri, jadi dalam memancarkan sinyal masih tergantung pada RFID Reader.

2.2.2 Komponen-komponen penting pada Teknologi RFID

Komponen utama teknologi RFID terdiri dari lima komponen yaitu :

- a. TAG
TAG atau label merupakan salah satu komponen penting yang digunakan untuk menandai objek yang ingin dikenali. TAG dapat berupa *active*, *passive*, dan *battery-assited passive*. Berdasarkan tipe memorinya TAG RFID dibedakan menjadi Read / Write dan juga Read Only.
- b. Reader
Reader memiliki tugas untuk menerima perintah dari software aplikasi dan berkomunikasi dengan TAG RFID. Reader menghubungkan antara software

aplikasi dengan antenna yang meradiasikan gelombang radio ke TAG RFID sehingga data dapat berpindah secara *wireless* ke TAG RFID yang berada berdekatan dengan reader.

- c. Frekuensi
RFID dapat disesuaikan padaa frekuensi untuk menangkap berbagai frekuensi berbeda. Sehingga TAG RFID dan RFID Reader perlu disesuaikan pada frekuensi yang sama agar dapat saling berkomunikasi. Frekuensi yang sering digunakan adalah frekuensi rendah (sekitar 125 KHz), frekuensi tinggi (sekitar 13.56 MHz), frekuensi ultra tinggi (860-960 MHz), dan pada frekuensi microwave (2.45GHz). Pemilihan frekuensi yang tepat merupakan hal yang sangat penting karena gelombang radio memiliki cara kerja tertentu pada frekuensi yang berbeda.
- d. Antena
Antena RFID berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal. Penggunaan antena berbeda-beda bergantung pada kerja, fungsi, aplikasi, dan frekuensi operasi. Sistem label pada transponder merupakan aspek penting agar RFID berkerja dengan baik. Kombinasi antara radar, antena, dan multiplexer merupakan syarat utama agar membuat sinyal terbaca.
- e. *Host Controler*
Host controller memiliki fungsi untuk menerima data dari *reader* dan melakukan pemrosesan data seperti *filtering* dan *collation*, serta perangkat monitor memastikan *reader* berfungsi dengan baik, juga mengamankan dan memperbarui instruksi pada sistem RFID.

2.3. Mikrokontroller Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328.

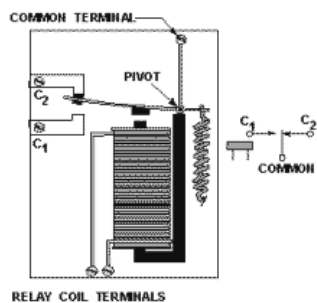
Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output, dimana 6 pin digunakan sebagai output PWM, 6 pin input analog, 16 MHz resonator keramik, koneksi USB, jack catu daya eksternal, header ICSP, dan tombol reset. Semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler tersedia di papan Arduino. Cukup menghubungkan ke 32 receiver dengan kabel USB atau sumber tegangan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakan Arduino. Bentuk fisik Arduino Uno ditunjukkan pada gambar 3[5].



Gambar 3: Bentuk Fisik Arduino Uno

2.4 Relay

Relay adalah merupakan salah satu peralatan elektronik yang bekerjanya secara elektro mekanik atau gabungan antara elektro dan mekanik. Bagian dari relay yang bersifat elektro adalah lilitannya (*coil*) sedangkan bagian yang bersifat mekanik adalah kontak-kontaknya. Jika lilitan relay dihubungkan dengan sumber tegangan yang sesuai dengan ratingnya, maka lilitan dialiri arus listrik dan menjadi bersifat magnet, kekuatan magnet ini akan mampu menarik jangkar [3].

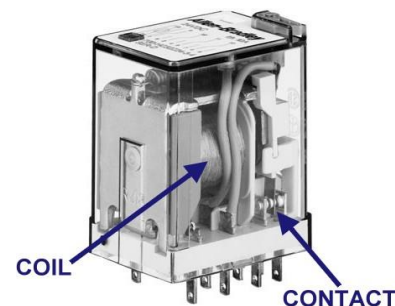


Gambar 4 : Bagian-bagian dari relay

Jangkar terbuat dari logam besi yang sifatnya lentur, kelenturan jangkar ini diperkuat dengan adanya pegas yang menyangganya.

Pada bagian ujung jangkar dihubungkan dengan kontak-kontak, maka kontak-kontaknya berubah kedudukan. Kontak yang awalnya menutup (*Normally Close/NC*) menjadi terbuka sedangkan yang awalnya terbuka (*Normally Open/NO*) menjadi tertutup [7]. Jika sumber tegangan dilepas dari lilitan, sifat magnet lilitan menjadi hilang, jangkar kembali seperti pada awalnya demikian juga kontak-kontaknya. Bagian-bagian dari relay ditunjukkan seperti pada gambar: 4.

Keuntungan dari penggunaan relay adalah dengan memberikan tegangan dan arus kecil pada lilitannya, kontak-kontak relay mampu menghubungkan dan memutuskan beban dengan tegangan dan arus yang cukup besar. Untuk mengaktifkan relay sangat mudah, bisa dihubung langsung dengan catu daya, melalui saklar (*switch*), menggunakan rangkaian pengemudi (*driver*) atau melalui keluaran PLC. Kebanyakan relay diaktifkan dengan pengemudi, komponen utama dari pengemudi adalah transistor baik tipe NPN atau PNP.



Gambar 5: Relay dengan kontak DPDT

2.5 MCB (*Miniature Circuit Breaker*)

MCB (*Miniature Circuit Breaker*) atau pemutus tenaga adalah peralatan listrik yang berfungsi sebagai pengaman (proteksi), yang memutus jaringan listrik dalam keadaan tidak normal dan bekerja secara otomatis. Pengamanan yang dapat dilakukan oleh MCB (*Miniature Circuit Breaker*) adalah jika terjadi gangguan terhadap arus hubung

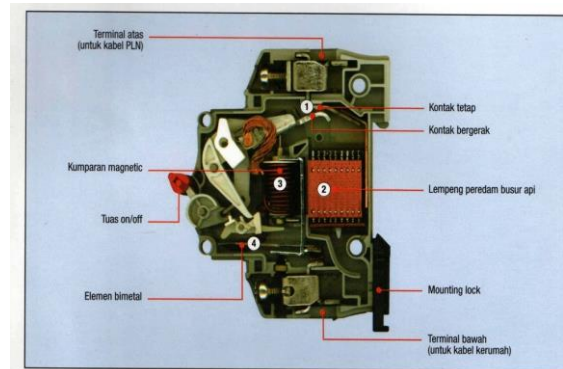
singkat (*short circuit current*) atau beban lebih (*over load*). Gangguan hubung singkat dapat diamankan oleh mekanisme 33eceiver sedangkan gangguan beban lebih dapat diamankan oleh mekanisme 33eceive bimetal/dwi logam. Kedua sistem mekanisme pengamanan tersebut selalu ada pada MCB (*Miniature Circuit Breaker*). Pada peralatan jaringan intalasi listrik dikenal dua macam MCB, yaitu MCB satu fasa/*single pole* dan MCB tiga fasa/*triple pole*.

Prinsip kerja pengamanan dari MCB yang berupa bimetal adalah, jika bimetal yang terdiri dari dua logam dengan koefisien muai panjang yang berbeda dialiri oleh arus listrik, maka menjadi panas. Dengan adanya arus listrik yang mengalir terus menerus dan melebihi kapasitasnya, terjadilah panas yang berlebih pada bimetalnya. Panas yang terjadi memuaiakan kedua logam bimetal, karena salah satu logam pemuaiannya lebih besar dari yang logam lainnya, maka bimetal tersebut akan melengkung. Kelengkungan inilah yang dipakai untuk mekanisme memutuskan jaringan listrik. MCB dapat dihubungkan kembali secara manual setelah suhu dari bimetal turun seperti semula.

Jika terjadi arus hubung singkat melalui MCB, maka kumparan magnetiknya segera bersifat menjadi magnet. Magnet kumparan ini menarik logam armature yang berada pada salah satu ujung kumparan. Karena armature tersebut berhubungan secara mekanis dengan tuas, maka tuas bergerak (*trip*) sehingga kontakannya terbuka yang akhirnya memutus/mebuka jaringan listrik.

MCB satu fasa merupakan peralatan pengaman/proteksi yang selalu digunakan pada instalasi listrik satu fasa maupun tiga fasa yang ditarik jaringan tiap-tiap fasanya (fasa R, S, T atau L1, L2, L3). Jaringan yang dipasang MCB adalah jaringan fasanya sedang pada jaringan netral (*neutral*) dan jaringan pentanahan (*Grounding*) atau PE (*Protection Eart*) tidak dipasang. Arus pengenal/rating arus (*rated current*) atau arus

yang mampu dialirkan secara terus menerus/kontinyu oleh MCB satu fasa standart PLN adalah: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 dan 20 ampere. Penggunaan arus listrik pada suatu bangunan yang lebih dari 20 ampere harus menggunakan jaringan listrik tiga fasa, karena tidak ada MCB satu fasa yang mempunyai rating arus lebih dari 20 ampere. Gambar 6 menunjukkan bagian-bagian dalam pada sebuah MCB satu fasa dan macam bentuk MCB satu fasa [6].



Gambar 6: Bagian dalam MCB satu fasa

2.6 Solid State Relay (SSR) Tiga Fasa

Sebuah relai elektromekanik mempunyai banyak keterbatasan, dimana penggunaan relai memerlukan biaya yang cukup besar untuk membuatnya, memiliki masa pakai kontak yang cukup singkat, mengambil banyak ruang, dan proses *switch*-nya kontakannya sangat pelan jika dibandingkan dengan perangkat semikonduktor modern. Keterbatasan ini terutama berlaku untuk relai kontaktor dengan daya yang besar. Untuk mengatasi keterbatasan ini, banyak produsen relai menawarkan "*solid-state*" *relay* (SSR), yang menggunakan SCR, TRIAC, atau output transistor, bukan dengan kontak mekanik, untuk *switch* atau memindahkan kontrol daya listrik.

Perangkat *output* (SCR, TRIAC, atau *transistor*) secara optik-digabungkan ke sumber cahaya LED di dalam relai. Relai dihidupkan oleh sebuah LED, ini biasanya

dengan tegangan DC daya rendah. Pilihan perangkat isolasi optik antara *input* ke *output* dengan menggunakan SSR merupakan pilihan yang terbaik dari pada jenis relai elektromekanik.

Solid state relay dan relai semikonduktor keduanya adalah perangkat relai yang bekerja seperti relai biasa. Keduanya biasanya disebut juga dengan SSR. SSR adalah sebuah perangkat semikonduktor yang dapat digunakan menggantikan relai mekanik untuk menghubungkan arus listrik ke beban dalam banyak aplikasi. Artinya *Solid state relay* adalah sebuah saklar elektronik yang tidak memiliki bagian yang bergerak. Contohnya *foto-coupled SSR*, *transformer-coupled SSR*, dan atau SSR. *Solid-state relay* adalah murni elektronik, biasanya terdiri dari sisi kontrol yang bertegangan rendah/ *low current control side* (setara dengan kumparan relai elektromekanik) dan *high-current load side* (setara dengan kontak pada relai konvensional). Contoh salah satu bentuk *Solid State Relay* tiga fase seperti terlihat pada gambar 7



Gambar 7: Contoh bentuk *Solid State Relay* tiga fase

SSR biasanya mempunyai kemampuan mengisolasi listrik beberapa ribu *volt* antara kontrol dan beban. Karena isolasi ini, beban sendiri hanya diberi *power* dari *switch line* sendiri dan hanya terhubung apabila ada kontrol sinyal yang mengoperasikan relai. SSR berisi satu atau lebih LED di *input* (*drive*). Input ini menyediakan kopling optik sebuah *phototransistor* atau *photodiode array*, yang pada gilirannya menghubungkan ke sirkuit *driver* yang menyediakan sebuah

interface ke perangkat *switching* atau perangkat pada *output*. Perangkat *switching* biasanya MOS-FET atau TRIAC.

Dalam sebuah perangkat *solid-state relay*, tidak ada perangkat yang menjadi aus karena pergerakan kontak/gesekan, dan mereka mampu menghidupkan dan mematikan jauh lebih cepat daripada angker relai mekanik. Tidak ada memicu antara kontak, dan tidak ada masalah dengan korosi kontak yang ada. Namun demikian, *solid-state relay* masih terlalu mahal untuk dibuat dalam sebuah rangkaian dengan *high current ratings*, dan kontaktor elektromekanis terus mendominasi dalam aplikasi industri saat ini.

Satu keuntungan *Solid state relay* adalah komponen ini dibangun oleh isolator sebuah MOC untuk memisahkan bagian input dan bagian saklar. Dengan *Solid state relay* kita dapat menghindari terjadinya percikan api seperti yang terjadi pada relai konvensional juga dapat menghindari terjadinya sambungan tidak sempurna karena kontaktor keropos seperti pada relai konvensional.

Ada beberapa jenis SSR yang sering digunakan pada pengontrolan peralatan elektrik diantaranya adalah:

- a. *Reed-Relay-Coupled SSR's*, di mana sinyal kontrol diterapkan (secara langsung, atau melalui *Preamplifier*) ke kumparan relai yang buluh. Penutupan buluh lalu mengaktifkan sirkuit yang tepat dengan saklar memicu *thyristor*. Jelas, input-output isolasi dicapai adalah bahwa dari buluh relai, yang biasanya sangat baik.
- b. *Transformer-Coupled SSR's*, di mana sinyal kontrol diterapkan (melalui DC-AC *converter*, jika sudah DC, atau secara langsung, jika itu AC) ke domain utama trafo berdaya rendah, dan sekunder yang dihasilkan dari eksitasi primer yang digunakan (dengan atau tanpa rektifikasi, amplifikasi, atau lainnya modifikasi) untuk memicu *thyristor* saklar. Dalam jenis ini, tingkat isolasi

input-output tergantung pada desain transformator.

- c. *Opto-coupler SSR's*, di mana sinyal kontrol yang diterapkan adalah sebuah sumber cahaya atau inframerah (biasanya terdiri dari sebuah pemancar cahaya atau LED infra merah), dan dari sumber cahaya yang dapat terdeteksi perangkat foto – *sensitive semi-conductor* (misalnya, sebuah 35eeci fotosensitif, sebuah foto-sensitif transistor, atau foto-sensitif *thyristor*). Output dari perangkat foto diode kemudian digunakan untuk memicu perangkat yang berupa TRIAC atau SCR, perangkat itu akan mengaktifkan arus beban. Perangkat ini bekerja berdasarkan “*coupling path*”, yaitu antara input dan output penghubungnya adalah cahaya atau sinar infra merah, merupakan isolasi listrik yang sangat baik. “*optically coupled*” yang sering disebut dengan SSR sering juga disebut sebagai “optikal yang digabungkan” atau foto terisolasi.

2.7 Beban (*Load*)

Beban adalah adalah semua peralatan dalam jaringan listrik yang menyerap daya listrik dalam bekerjanya. Pada rumah tangga, jaringan listrik dibebani oleh peralatan listrik seperti: lampu-lampu, TV, AC, Refrigerator, Audio sistem, setrika, komputer, kipas angin, mesin cuci dan peralatan dapur elektrik. Beban-beban besar biasanya terdapat pada industri, karena pada industri untuk menggerakkan mesin-mesin produksinya membutuhkan motor-motor yang berdaya besar. Contoh-contoh beban lampu listrik seperti terlihat pada gambar 8.



Gambar 8: Contoh Beban Lampu Listrik

2.8 Deskripsi Kerja Alat

Deskripsi kerja dari Alat Pengontrol Panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) yang sedang dilaksanakan adalah sebagai berikut:

Tag RFID yang digunakan untuk mengontrol panel listrik ini, nomor identifikasinya harus sudah dimasukan koding dalam pembuatan program pada saat pemrograman Arduino. Hanya Tag kunci saja yang nomor identifikasinya sudah tersimpan dalam memori pemroses data, yang dapat menyalakan atau menyambungkan aliran listrik pada panel. Sedangkan untuk mematikan atau memutus aliran listrik pada panel telah disediakan tombol *push off* manual pada kotak RFID.

Pada saat kerja normal atau sedang tidak ada gangguan pemadaman listrik dari PLN, untuk mengaktifkan panel adalah dengan mendekatkan Tag kunci pada kotak RFID yang berada pada sebelah kiri, panel akan aktif dan menyambungkan listrik dari PLN ke beban. Ketika Tag kunci didekatkan, RFID Reader membaca data yang kemudian diproses oleh Arduino. Jika data Tag benar, dengan data yang sudah tersimpan pada memori Arduino, maka keluaran Arduino pin 6 mengaktifkan modul relai A yang menjadikan kontak NO menutup untuk beberapa saat.

Kontak relai A akan mengaktifkan relai utama, melalui kontak NO1 yang menutup, relai utama dikunci oleh modul relai B melalui kontak NC. Walaupun modul relai A kembali tidak aktif, relai utama tetap aktif, melalui kontak relai utama NO2 yang sedang menutup, tegangan listrik 12 Volt dari catu daya melalui kontak relai NO1 akan mengaktifkan SSR sehingga SSR akan menghubungkan tegangan listrik PLN ke beban.

Untuk meng-OFF-kan panel dapat dilakukan dengan menekan tombol OFF yang terdapat pada kotak RFID. Jika tombol OFF ditekan maka keluaran Arduino pin 7 mengaktifkan

modul relai B yang menjadikan kontak NC membuka untuk beberapa saat. Dengan terbukanya kontak NC relai B, maka relai utama menjadi tidak aktif, tegangan listrik 12 Volt dari catu daya menjadi tidak terhubung lagi dengan SSR, sehingga SSR akan memutuskan hubungan tegangan listrik dari PLN ke beban.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dan pengukuran alat dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan terutama pada pengujian tegangan masukan dan keluaran SSR. Hasil dari pengujian dan pengukuran ini, digunakan untuk menentukan spesifikasi alat dan untuk perbaikan jika terjadi kerusakan pada alat.

3.1 Pengujian Alat

Untuk keperluan pengujian dan pengukuran alat Pengontrol Panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) dibutuhkan bahan-bahan dan peralatan yang memadai, adapun bahan-bahan dan peralatan pengujian dan pengukuran yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

3.1.1 Bahan yang Digunakan

Sebagai bahan pendukung untuk pengujian dan pengukuran yang dibutuhkan untuk mendapatkan data-data pengukuran adalah sebagai berikut:

- a. Kabel NYY-HY 4x2,5 mm² dengan steker tiga fasa,
- b. Kabel NYY-HY 4x2,5 mm² untuk masukan tegangan ke panel,
- c. Kabel NYY-HY 4x2,5 mm² untuk tegangan keluaran dari panel,
- d. Kabel NYY-HY 4x2,5 mm² untuk sambungan papan peraga beban,
- e. Terminal blok empat alur,
- f. Beban lampu LHE dan Spot untuk dipasang pada papan peraga,
- g. Beban strika listrik dan kipas angin untuk dipasang di stop kontak,

- h. Buku catatan alat tulis untuk mencatat data yang dibutuhkan.

3.1.2 Alat yang Digunakan dalam Pengujian

- a. Peralatan bantu yang digunakan untuk mendukung pelaksanaan pengujian alat Pengontrol Panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) adalah : meja dan kursi untuk menempatkan panel dan papan peraga beban serta stop kontak tiga fasa yang sudah bertegangan dengan fasa R, S dan T dan saluran Netral.

- b. Peralatan ukur yang digunakan kur yang digunakan dalam pengujian:

1. Nama peralatan : Digital Multimeter
Merek, buatan: SANWA, Tokyo, Jepang
Type : Model CD772
Range : 0 – 1.000 Volt/ 0 – 15 Ampere

2. Nama peralatan : Jangka Sorong
Merek, buata: Mitutoyo, Jepang
Type : Model Art 0820-102
Range : 0 – 30 centi meter

3. Nama peralatan : Stop Watch
Merek, buatan: ESCHENBACH, Germany
Type : ----
Range : 1/10 Sec./ 60 Minut

4. Nama peralatan : Tag/Label RFID
Merek, buatan : -
Type : Gantungan kunci

- c. Tempat pengujian dan pengukuran.

Tempat pengujian dan pengukuran alat pengontrol panel listrik menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) adalah di Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektronika, prodi Teknik Elektronika, Jurusan Teknik Listrik, Politeknik Negeri Semarang.

3.1.3. Cara Melakukan Pengujian dan Pengukuran Alat

Pertama kali yang harus dilakukan dalam melakukan pengujian dan pengukuran alat adalah menyiapkan alat yang diuji, bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian, peralatan bantu yang digunakan untuk mendukung pengujian serta semua peralatan ukur yang dibutuhkan. Alat Pengontrol Panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) dan papan peraga beban yang siap diuji.

3.1.4. Pengujian Masukan Tegangan SSR Tiga Fase

Pengujian masukan atau tegangan input pada SSR tiga fasa dilakukan untuk mengetahui apakah tegangan listrik dari jaringan PLN (sebagai masukan panel) dapat mengalir sampai ke beban (keluaran panel). Pada pengujian ini dilakukan dengan cara mendekatkan Tag/label kunci pada kotak kontrol yang terdapat *reader* RFID (untuk meng ON kan panel), kemudian panel di OFF kan dengan menekan tombol manual yang ada pada kotak kontrol. Hasilnya dapat diketahui dengan mengamati lampu yang dipasang pada papan peraga yang menyala saat panel aktif/ON dan lampu mati saat nonaktif/OFF.

Pengujian dilakukan dengan memberikan beban pada peraga beban sebanyak enam buah lampu, yaitu tiga buah Lampu Hemat Enersi (LHE) dan tiga buah lampu Spot. Untuk mengetahui apakah pada SSR tiga fasa yang berfungsi sebagai kontak utama aliran arus listrik terdapat rugi-rugi tegangan atau tidak, dalam pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali. Pertama dilakukan pengujian tanpa menggunakan beban kemudian yang kedua dilakukan pengujian lagi dengan menggunakan beban berupa lampu-lampu, SSR diukur tegangannya pada sisi input dan outputnya dengan pengukuran pada titik fasa-netral dan fasa-fasa. Hasil pengujian tidak menggunakan beban seperti terlihat pada tabel 1, sedangkan pengujian

dengan menggunakan beban seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 1: Pengukuran tegangan fasa-Netral dan fasa-fasa tanpa Beban

No.	TITIK PENGUKURAN	HASIL (Volt)	KETERANGAN
1	Fasa – R-N	232,4	Fasa-Netral
2	Fasa –S-N	235,6	Fasa-Netral
3	Fasa –T-N	236,1	Fasa-Netral
4	Fasa – R-S	404,4	Fasa-Fasa
5	Fasa – S-T	412,0	Fasa-Fasa
6	Fasa – T-R	402,8	Fasa-Fasa

Tabel 2 : Pengukuran tegangan fasa-Netral dan fasa-fasa dengan Beban

No.	TITIK PENGUKURAN	Tegangan In (Volt)	Tegangan Out (Volt)	KETERANGAN
1	Fasa – R-N	235,0	235,0	Fasa-Netral
2	Fasa – S-N	238,0	238,0	Fasa-Netral
3	Fasa – T-N	238,0	238,0	Fasa-Netral
4	Fasa – R-S	409,0	409,0	Fasa-Fasa
5	Fasa – S-T	412,0	412,0	Fasa-Fasa
6	Fasa – T-R	408,0	408,0	Fasa-Fasa

3.2 Pembahasan Hasil Pengukuran dan Pengujian

Pada tabel 1 hasil pengukuran panel dengan menggunakan beban lampu sebanyak enam buah, setelah dilakukan pengukuran antara masukan dan keluaran tegangan pada SSR, ternyata tegangannya sama besar. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kontak hubung dengan menggunakan SSR tiga fasa tidak terjadi kerugian tegangan (voltage drop) pada kontak-kontaknya.

Pada tabel 2 hasil pengukuran panel pada saat keadaan OFF, setelah sebelumnya dibebani dengan menggunakan beban lampu sebanyak enam buah. Setelah dilakukan pengukuran antara masukan dan keluaran tegangan pada SSR, ternyata tegangan keluaran SSR ada pada saat panel OFF, nilai tegangannya adalah kurang dari 50 volt untuk pengukuran fasa-netral maupun fasa-fasanya, tegangan ini masih tergolong kecil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kontak hubung dengan menggunakan SSR tiga fasa ada sedikit kebocoran tegangan saat panel OFF, tetapi beban-beban yang tersambung tetap dalam keadaan OFF. Keuntungan dengan menggunakan SSR tiga fasa adalah pada saat panel mulai aktif (ON) atau tidak aktif (OFF) secara sengaja atau karena adanya pemadaman listrik dari PLN tidak terdengar suara hentakan (senyap), karena SSR pada prinsipnya adalah perangkat elektronik switch yang mampu melewatkan arus ke beban cukup besar.

3.3 Spesifikasi Alat

Hasil dari pengujian, pengukuran dan pembahasan alat Pengontrol Panel Listrik Dengan Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID) mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- a. Catu daya:
 - Tegangan : 12 Volt (DC)
 - Arus : 70 mA (DC)/ Panel OFF
 - Arus : 150 mA (DC)/ Panel ON
 - Daya : 0,847 Watt/1,815 Watt
- b. Catu daya RFID: Internal Mikrokontroler 3,3Volt.
- c. Type Kontroller : Arduino Uno R3
- d. Type Kontaktor : Solid State Relay (SSR) Tiga Fasa 40 Ampere.
- e. Tegangan Panel : 220/380 Volt (Y/ Δ)
- f. Arus out-put : 25 Amp
(sesuai MCB terpasang)
- g. Daya : 5.632 Watt/fase ($\cos \phi = 0.8$)

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian dan pengukuran dari alat yang sudah jadi, terutama pengukuran pada masukan dan keluaran SSR yang merupakan komponen utama penghubung tegangan listrik. Selanjutnya dibahas pada pembahasan hasil pengujian dan pengukuran, maka hasilnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil penelitian adalah berupa Rancang Bangun Pengontrol Panel Listrik Menggunakan Radio Frekuensi Identifikasi (RFID).
- b. Pengontrolan Panel Listrik hasil penelitian mempunyai fungsi menghidupkan (ON) dan mematikan (OFF).
- c. Untuk menyalakan/meng-ON-kan panel menggunakan Tag/label RFID yang sudah ditentukan.
- d. Untuk mematikan/meng-OFF-kan panel menggunakan tombol manual push button.
- e. Panel Listrik hasil penelitian ini mampu dibebani lampu-lampu penerangan dan motor motor listrik yang terdapat pada alat-alat listrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000), Jakarta : Yayasan PUIL.
- Kaur, Sandhu, Mohan, RFID Technology Principle, Advantags, Limitation and Its Applications, International Journal of Computer and Electrical Engineering, Vol. 3, No. 1 February 2011.
- Tommy Abu Zairi dkk, 2009, "Rancang Bangun Sistem Parkir Otomatis berbasis Teknologi RFID", Laporan Skripsi Teknik Elektronika.
- Sumita dkk, 2013, "Manajemen Kehadiran Pegawai menggunakan Teknologi RFID", Laporan Skripsi Teknik Informatika.

Andrianto, Heri. 2013. Pemrograman Mikrokontroller AVR ATmega16 menggunakan bahasa C. Bandung.

Schneider Electric, Building a New Electric World-2012.

Harten, P.Van, 2000 ' Instalasi Listrik Arus Kuat', Jakarta : Bina cipta.