

# Saklar Pemindah Otomatis Untuk Genset Portabel

Budhi Anto  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau  
e-mail : [budhianto.ur@gmail.com](mailto:budhianto.ur@gmail.com)

## Abstrak

Saklar pemindah otomatis adalah peralatan elektromekanik yang dapat dikendalikan yang difungsikan untuk memindahkan posisi sumber tenaga listrik dari jaringan utiliti (PLN) ke sumber tenaga cadangan (genset) ketika pasokan listrik dari jaringan utiliti terputus. Saklar pemindah otomatis akan mengembalikan pasokan tenaga ke posisi normal secara otomatis apabila pasokan tenaga listrik dari jaringan utiliti telah kembali tersedia. Saklar pemindah otomatis untuk genset portabel buatan dalam negeri belum tersedia di pasaran. Produk impor buatan Amerika Serikat harganya cukup mahal, hampir seharga genset portabel diatas 5 kVA, sehingga masyarakat lebih memilih menggunakan saklar pemindah manual untuk mengendalikan genset portabelnya. Paparan ini menampilkan saklar pemindah otomatis untuk genset portabel dengan rancangan berbasis biaya murah. Mikrokontroler ATMEL ATtiny2313 telah digunakan sebagai pengendali proses dan sebagai aktuator digunakan 2 (dua) unit kontaktor dengan kemampuan hantar arus 30 ampere, sehingga menghasilkan alat dengan kapasitas daya 6600 volt-ampere pada tegangan kerja 220 volt. Beberapa pengujian fungsional yang dilakukan di laboratorium memperlihatkan hasil bahwa saklar pemindah otomatis yang dibuat telah bekerja sebagaimana yang diharapkan. Dengan keunggulan pada kesederhanaan dan harga yang relatif tidak mahal diharapkan alat ini dapat digunakan secara meluas oleh masyarakat.

**Kata kunci:** saklar pemindah otomatis, mikrokontroler ATtiny2313

## Abstract

Automatic transfer switch is electromechanical controllable apparatus used to transfer electrical supply from utility network to secondary supply such generating set when black out occurs at utility network. This apparatus automatically switches its contacts to utility supply if electricity from utility network returns back to normal. Local-made automatic transfer switch for portable generator is not available in the market. The US-made apparatus is expensive enough as the price as portable generator above 5 kVA, in that the consumers prefer to use manual transfer switch for controlling their portable generators. This paper presents low cost microcontroller-based automatic transfer switch for portable generator. ATMEL ATtiny2313 microcontroller is used as process controller and 2 (two) units of 30-ampere power contactor as actuators providing the power capacity of apparatus reaches 6600 volt-amperes at 220 volt working voltage. Several functional tests conducted in the laboratory show that the apparatus works properly. Bringing simplicity and low cost design, the consumers might use this apparatus extensively.

**Keywords:** automatic transfer switch, microcontroller ATtiny2313

## 1. Pendahuluan

Saklar pemindah digunakan untuk mengalihkan pasokan tenaga listrik dari sumber satu ke sumber lainnya. Pada dasarnya saklar pemindah terdiri atas 2 kelompok kontak pada posisi saling-mengunci (*interlocking*), sehingga apabila kelompok kontak pertama pada posisi tutup, kelompok kontak kedua terkunci pada posisi buka dan apabila kelompok kontak kedua pada posisi tutup, kelompok kontak pertama terkunci pada posisi buka. Teknik saling-mengunci dapat dilakukan secara mekanik maupun secara listrik. Terdapat 2 (dua) jenis saklar pemindah, saklar pemindah manual dan saklar pemindah otomatis. Perbedaan antar keduanya terletak pada mekanisme pengubahan posisi kontak-kontak. Pada saklar pemindah otomatis atau *automatic transfer switch* (ATS), pengubahan posisi kontak-kontak dilakukan secara otomatis oleh unit pengendali. Jika pasokan tenaga listrik dari sumber pertama atau sumber utama terputus, maka unit pengendali secara otomatis memindahkan posisi pasokan tenaga ke sumber kedua atau sumber tenaga cadangan. Dan jika pasokan tenaga dari sumber utama telah kembali pulih, unit pengendali secara otomatis mengembalikan posisi kontak-kontak saklar dari sumber tenaga cadangan ke sumber tenaga utama. Pada saklar pemindah manual, operasi transisi pasokan tenaga dilakukan secara manual dengan menggunakan tuas yang terdapat pada saklar tersebut.

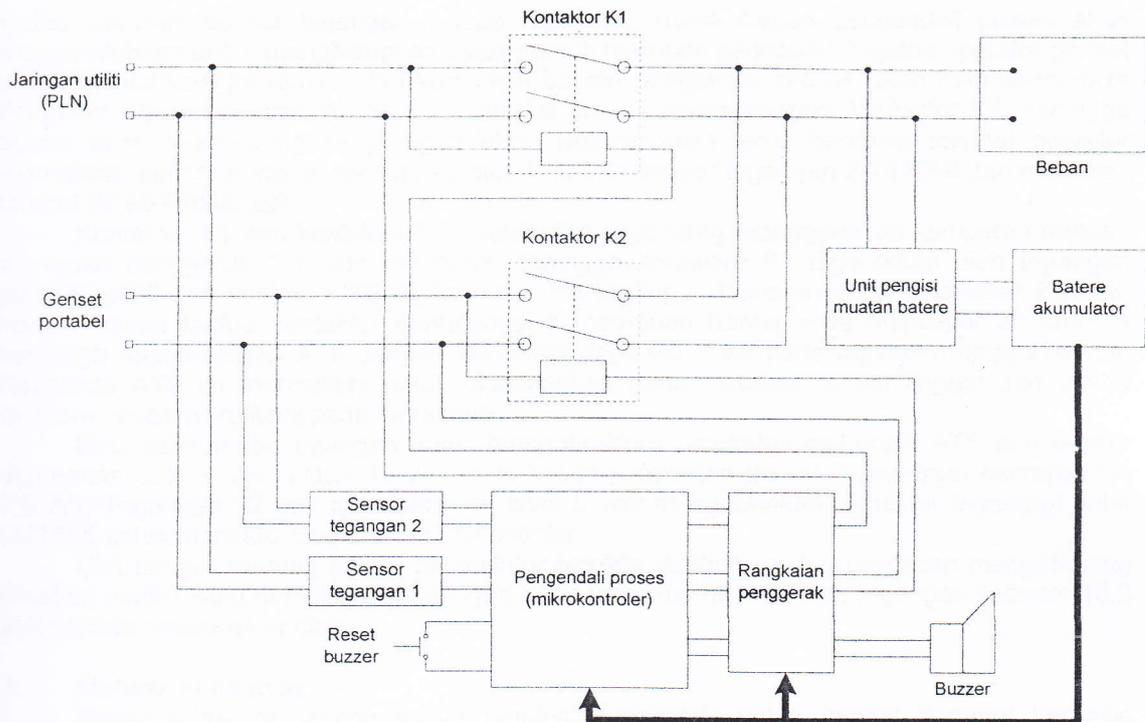
ATS telah banyak dibuat dan dipakai pada instalasi industri, perkantoran, pusat perbelanjaan, rumah sakit dan lain-lain. Dalam keadaan normal, ATS menyambungkan beban ke jaringan utiliti (misalnya jaringan listrik milik PLN) sebagai sumber tenaga utama. Dalam keadaan tidak normal, ATS memindahkan pasokan tenaga untuk beban ke sumber tenaga cadangan (misalnya *generating set* atau genset). Olson (2007) menjelaskan bahwa terdapat beragam spesifikasi yang ditawarkan oleh pabrikan ATS, namun kesemuanya harus mempunyai 3 fungsi standar yaitu memonitor status pasokan tenaga dari jaringan utiliti, memonitor status pasokan tenaga dari genset dan memindahkan posisi pasokan tenaga pada waktu yang diinginkan. Brown dan Guditis (2006) telah menjelaskan beberapa persyaratan penting yang harus dimiliki oleh ATS yang akan dipasangkan pada sistem kelistrikan yang memerlukan tingkat keandalan tinggi. Diantara persyaratan-persyaratan tersebut adalah ATS harus dapat dioperasikan dengan 2 (dua) modus operasi yaitu operasi manual dan operasi otomatis. Pada operasi manual, transisi antar pasokan tenaga dilakukan secara manual menggunakan perangkat mekanik yang tersedia pada ATS tersebut. Pada operasi otomatis, transisi pasokan tenaga dilakukan secara otomatis. Pengendali ATS dapat menggunakan komponen-komponen diskrit seperti *relay* dan *timer* dan dapat pula menggunakan *programmable logic controller*. Transisi kontak-kontak ATS dapat menggunakan prosedur buka-sebelum-sambung (*break-before-make*) atau menggunakan prosedur sambung-sebelum-buka (*make-before-break*). Pada prosedur buka-sebelum-sambung, kontak-kontak yang menghubungkan beban dengan jaringan utiliti dibuka terlebih dahulu sebelum kontak-kontak penghubung beban ke genset disambungkan. Pada prosedur sambung-sebelum-buka, kontak-kontak penghubung beban ke genset disambungkan terlebih dahulu sebelum kontak-kontak penghubung beban ke jaringan utiliti dibuka. Prosedur sambung-sebelum-buka digunakan pada beban-beban yang memerlukan kontinuitas pasokan tenaga listrik dan genset yang terpasang harus dilengkapi dengan kemampuan sinkronisasi dengan sistem tegangan jaringan utiliti. Persyaratan lain yang harus dimiliki ATS adalah fitur untuk mengasut dan mematikan genset.

ATS untuk genset portabel (kapasitas daya kurang dari 10 kVA) masih jarang ditemukan di pasaran sehingga jarang digunakan. Genset portabel adalah jentera generator yang dapat dipindah-pindah dan biasanya digunakan sebagai sumber tenaga cadangan pada instalasi rumah tinggal dan usaha ekonomi mikro/kecil. Sistem tegangan yang digunakan adalah sistem tegangan 1-fasa 2-kawat atau sistem tegangan 1-fasa 3-kawat. Harga ATS untuk genset portabel buatan luar negeri cukup mahal. Sebagai contoh ATS untuk genset portabel model ULATS1651001 buatan ASCO (Asco Power Technologies, 2004), sebuah perusahaan asal Amerika Serikat, mempunyai kapasitas daya sampai 24 kVA pada sistem tegangan 1-fasa 3-kawat 120/240 volt, 60 Hz. ATS tersebut ditawarkan dengan harga USD 779 sebagaimana dapat dilihat pada [www.norwall.com](http://www.norwall.com). Nilai tersebut hampir sama dengan harga genset portabel buatan FIRMAN dengan kapasitas daya 5 kVA sebagaimana dapat dilihat pada [www.perkakasku.com](http://www.perkakasku.com). Karena mahalnya harga ATS, masyarakat lebih memilih menggunakan saklar pemindah manual untuk mengendalikan genset portabelnya.

ATS buatan dalam negeri untuk genset portabel belum tersedia di pasaran, padahal kebutuhannya cukup tinggi mengingat tingkat keandalan pasokan listrik PLN yang relatif rendah. Sebagai ilustrasi, sewaktu listrik PLN padam maka pemilik genset akan menghidupkan gensetnya untuk mencatu peralatan-peralatan listriknya. Sayangnya dia tidak tahu kapan harus mematikan gensetnya karena informasi tersebut tidak diketahui. Biaya bahan bakar genset seharusnya dapat ditekan bilamana dia tahu kapan harus mematikan gensetnya. Paparan ini menampilkan ATS untuk genset portabel yang dibuat dengan rancangan berbasis biaya murah, sehingga dapat digunakan secara meluas oleh masyarakat.

## 2. Rancangan Saklar Pemindah Otomatis

ATS untuk genset portabel ini dirancang untuk dapat melakukan 3 fungsi standar yaitu memonitor status pasokan tenaga dari jaringan utiliti, memonitor status pasokan tenaga dari genset portabel dan memindahkan posisi pasokan tenaga pada waktu yang diinginkan. ATS dengan fungsi standar ini sangat cocok digunakan pada instalasi rumah tinggal dan usaha ekonomi skala mikro/kecil mengingat instalasi listrik untuk kedua jenis bangunan tersebut tidak memerlukan tingkat keandalan pasokan tenaga listrik yang sangat tinggi. Diagram blok ATS untuk genset portabel diperlihatkan pada Gambar 1. Cara kerja peralatan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram blok saklar pemindah otomatis untuk genset portabel

Informasi ketersediaan pasokan tenaga listrik baik dari jaringan utiliti maupun dari genset portabel diperoleh dari sensor tegangan 1 dan sensor tegangan 2. Status kedua sensor tegangan tersebut merupakan masukan digital (*digital input*) bagi bagian pengendali proses. Masukan digital lainnya diperoleh dari tombol RESET BUZZER. Dengan demikian terdapat 3 (tiga) masukan digital. Bagian pengendali proses berfungsi mengendalikan operasi kontaktor K1 dan kontaktor K2 serta buzzer, berdasarkan informasi yang diperoleh dari ketiga masukan digital diatas. Dengan demikian kendali proses mempunyai 3 (tiga) keluaran digital (*digital output*) yaitu 1 (satu) keluaran digital untuk meng-*energize/deenergize* kontaktor K1, 1 (satu) keluaran digital untuk meng-*energize/deenergize* kontaktor K2 dan 1 (satu) keluaran digital untuk menghidupkan/mematikan buzzer.

Bagian pengendali proses menggunakan mikrokontroler ATtiny2313 (ATMEL Corporation, 2010). ATtiny2313 dipilih karena kemampuannya mencukupi untuk mengendalikan proses dengan 3 (tiga) masukan digital dan 3 (tiga) keluaran digital, disamping harganya yang lebih murah diantara mikrokontroler-mikrokontroler lainnya.

Mikrokontroler mengendalikan proses berdasarkan program yang ditanamkan padanya. Untuk memprogram mikrokontroler ATtiny2313 digunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR (Kuhnel, 2001). Urutan proses kendali adalah, apabila pasokan tenaga listrik dari jaringan utiliti tersedia maka rangkaian sensor tegangan 1 menghasilkan keluaran dengan status RENDAH (LOW), sehingga bagian pengendali proses akan memerintahkan untuk meng-*energize* kontaktor K1 dengan terlebih dahulu men-*deenergize* kontaktor K2 sehingga beban akan tersambung ke jaringan utiliti. Apabila pasokan tenaga listrik dari jaringan utiliti terputus, maka rangkaian sensor tegangan 1 akan menghasilkan keluaran dengan status TINGGI (HIGH), sehingga bagian pengendali proses akan memerintahkan untuk men-*deenergize* kontaktor K1 sehingga beban tidak tersambung ke jaringan utiliti dan menunggu status keluaran rangkaian sensor tegangan 2. Apabila status keluaran sensor tegangan 2 RENDAH (yang berarti bahwa pasokan tenaga listrik dari genset portabel tersedia), maka bagian pengendali proses akan memerintahkan untuk meng-*energize* kontaktor K2 sehingga beban tersambung ke genset portabel. Apabila status keluaran sensor tegangan 2 TINGGI, maka bagian pengendali proses akan memerintahkan untuk men-*deenergize* kontaktor K2, sehingga beban tidak tersambung ke genset portabel. Apabila status keluaran sensor tegangan 2 RENDAH dan

status keluaran sensor tegangan 1 juga RENDAH, maka bagian pengendali proses akan memerintahkan untuk menghidupkan buzzer untuk memberi peringatan kepada operator genset untuk mematikan gensetnya, dan kemudian bagian pengendali proses akan men-*deenergize* kontaktor K2 dan setelah 10 detik pengendali proses meng-*energize* kontaktor K1, sehingga beban akan tersambung ke jaringan utiliti. Buzzer akan terus berbunyi sampai operator mematikan genset portabel sehingga status keluaran sensor tegangan 2 TINGGI dan menekan tombol RESET BUZZER.

Kontaktor K1 dan kontaktor K2 adalah dari jenis yang menggunakan kumparan dengan tegangan penggerak 220 volt, 50 hertz, sehingga kontaktor K1 digerakkan oleh tegangan jaringan utiliti dan kontaktor K2 digerakkan oleh tegangan keluaran genset portabel. Kontak-kontak utama kedua kontaktor mempunyai kemampuan hantar arus mencapai 30 ampere sehingga menghasilkan ATS dengan kapasitas daya 6600 VA pada tegangan kerja 220 volt. Kapasitas ATS ini mencukupi untuk dipasangkan pada instalasi rumah tinggal dan usaha ekonomi skala mikro/kecil pada umumnya.

Sebagai sumber tegangan untuk menggerakkan rangkaian elektronik ATS dan buzzer digunakan batere akumulator 12-Volt jenis bebas-perawatan (*maintenance-free*) berkapasitas 7,5 Ah. Tegangan 12 volt diturunkan ke level 5 volt menggunakan regulator tegangan linier LM7805 untuk mencatu rangkaian mikrokontroler.

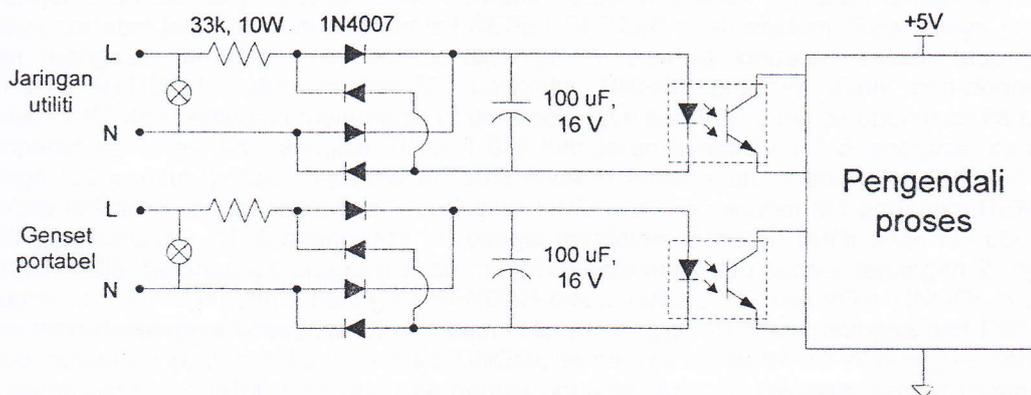
Unit pengisi muatan batere akumulator bekerja dengan modus pengisian mengambang (*floating mode*) yang direalisasikan dengan terus-menerus memberikan tegangan sebesar 13,8 volt kepada batere akumulator.

### 3. Metode Penelitian

Implementasi rancangan saklar pemindah otomatis untuk genset portabel berbasis mikrokontroler ATtiny2313 adalah sebagai berikut:

#### 3.1 Sensor Tegangan

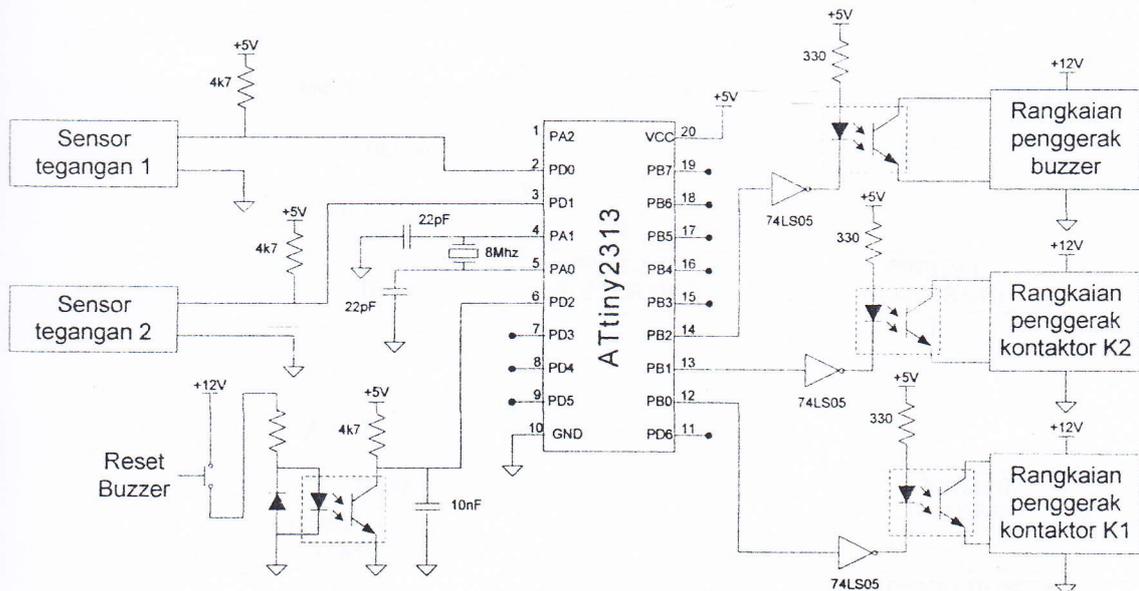
Bagian sensor tegangan berfungsi mendeteksi status tegangan jaringan utiliti dan status tegangan genset portabel. Rangkaian sensor tegangan pada prinsipnya adalah rangkaian penyearah satu-fasa hubungan jembatan yang dilengkapi dengan kapasitor perata untuk memberikan arus searah kepada bagian emiter *optocoupler*. Apabila tegangan tersedia pada masukan sensor, maka ada arus mengalir pada bagian emiter *optocoupler* sehingga bagian fototransistor dari *optocoupler* tersebut akan berada pada kondisi konduksi. Bagian masukan yang terdapat pada rangkaian pengendali proses akan menterjemahkan status fototransistor tersebut sebagai masukan dengan logika RENDAH. Apabila tidak ada tegangan masukan, maka tidak ada arus pada bagian emiter, sehingga bagian fototransistor *optocoupler* akan berada pada kondisi tidak konduksi (*cut-off*). Bagian masukan yang terdapat pada rangkaian pengendali proses akan menterjemahkan status fototransistor tersebut sebagai masukan dengan logika TINGGI. Dengan demikian status arus pada bagian emiter *optocoupler* dijadikan sebagai status masukan pada bagian pengendali proses. Skematik rangkaian sensor tegangan diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Skematik rangkaian sensor tegangan

### 3.2 Pengendali Proses

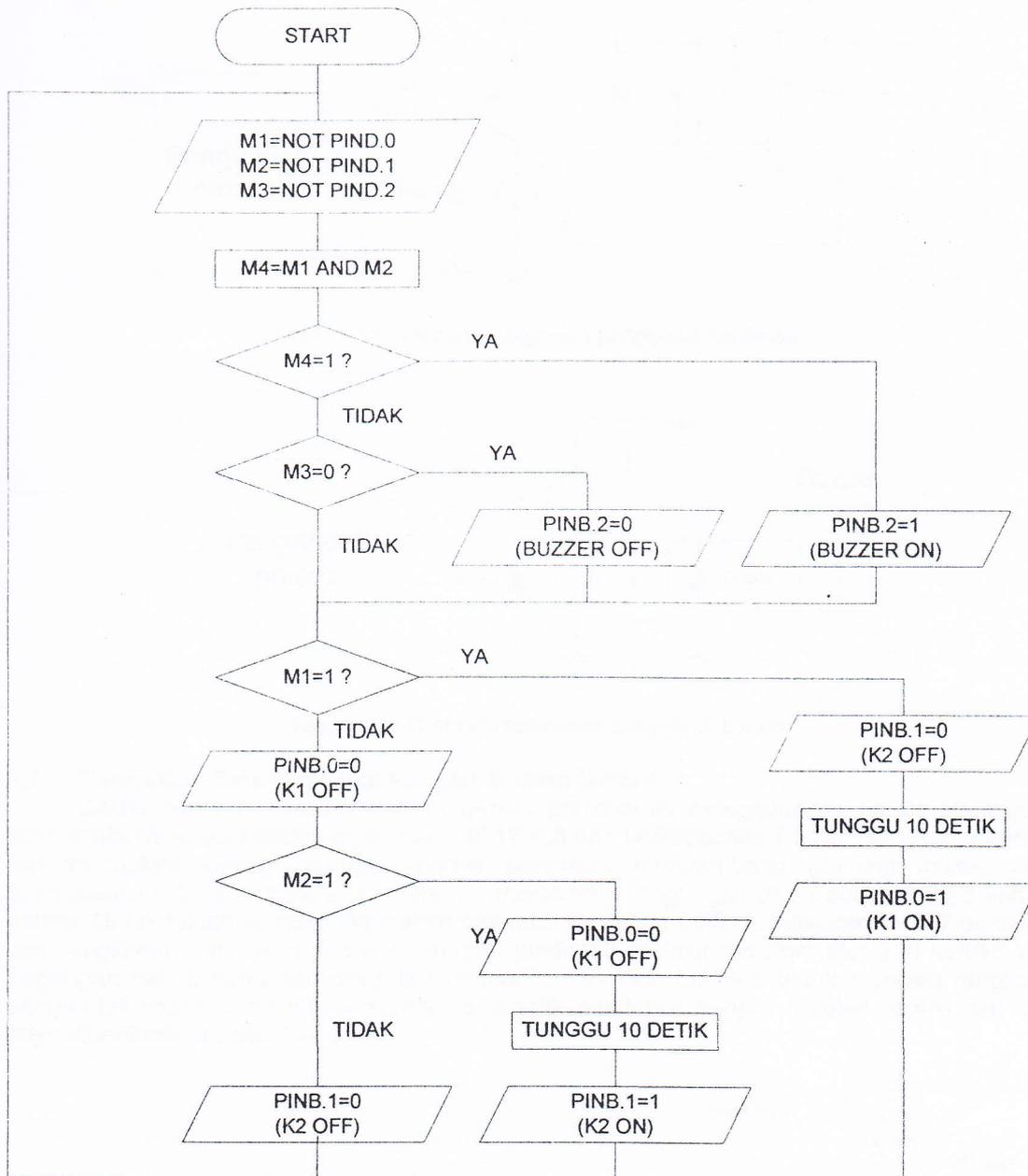
Bagian pengendali proses menggunakan mikrokontroler ATtiny2313. ATtiny2313 merupakan mikrokontroler 8-bit buatan ATMEL Corporation yang dikemas pada *dual inline package* (DIP) 20 pin. ATtiny2313 dipilih sebagai pengendali proses karena mempunyai kanal masukan/keluaran yang tidak banyak dan harga yang lebih murah diantara mikrokontroler-mikrokontroler lainnya. ATtiny2313 mempunyai 18 kanal masukan/keluaran yang dapat diprogram. Jumlah tersebut telah mencukupi untuk mengendalikan proses dengan 3 masukan digital dan 3 keluaran digital. Masukan proses yang berasal dari sensor tegangan 1, sensor tegangan 2 dan tombol tekan RESET BUZZER dihubungkan ke *port* D0 (PD0), *port* D1 (PD1) dan *port* D2 (PD2) melalui rangkaian optocoupler, sedangkan keluaran proses diperoleh dari *port* B0 (PB0), *port* B1 (PB1) dan *port* B2 (PB2). PB0, PB1 dan PB2 dihubungkan ke bagian aktuator melalui *buffer inverter* 74LS05 dan rangkaian optocoupler. Skematik rangkaian pengendali proses diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skematik rangkaian pengendali proses

ATtiny2313 diprogram dengan menggunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR. Diagram alir program diperlihatkan pada Gambar 4. Mula-mula program membaca status masukan PD0, PD1 dan status masukan PD2. Variabel M4 digunakan untuk menyatakan kondisi dimana PD0 dan PD1 berlogika RENDAH pada saat bersamaan yang berarti bahwa pasokan listrik dari jaringan utiliti dan dari genset ada pada saat bersamaan. Apabila M4 berlogika TINGGI maka port keluaran PB2 berlogika TINGGI sehingga buzzer yang terhubung padanya akan berbunyi. Buzzer akan berhenti berbunyi apabila pasokan tenaga listrik dari genset portabel telah diputus dan tombol RESET BUZZER telah ditekan. Selanjutnya program akan mengolah informasi dari sensor tegangan 1. Apabila keluaran sensor tegangan 1 berlogika RENDAH maka variabel M1 berlogika TINGGI, program akan men-*deenergize* kontaktor K2 dan kemudian menunggu 10 detik sehingga port PB0 yang dihubungkan ke bagian kumparan kontaktor K1 berlogika TINGGI dan kumparan kontaktor K1 di-*energize*, sehingga tenaga listrik untuk peralatan-peralatan listrik pada instalasi akan dipasok dari jaringan utiliti. Apabila keluaran sensor tegangan 1 berlogika TINGGI maka variabel M1 berlogika RENDAH, sehingga kontaktor K1 di-*deenergize*, akibatnya peralatan-peralatan listrik tidak terhubung ke jaringan utiliti. Selanjutnya program akan mengolah informasi dari sensor tegangan 2. Apabila keluaran sensor tegangan 2 berlogika RENDAH maka variabel M2 berlogika TINGGI, program akan men-*deenergize* kontaktor K1 dan kemudian menunggu 10 detik sehingga port PB1 yang dihubungkan ke kontaktor K2 berlogika TINGGI, akibatnya kontaktor K2 di-*energize* sehingga peralatan-peralatan listrik terhubung ke genset portabel. Apabila keluaran sensor tegangan 2 berlogika TINGGI maka variabel M2 berlogika RENDAH, sehingga kontaktor K2 di-*deenergize*

akibatnya peralatan-peralatan listrik tidak terhubung ke genset portabel. Selanjutnya program melakukan *looping* untuk mengulang secara terus-menerus proses kendalinya.

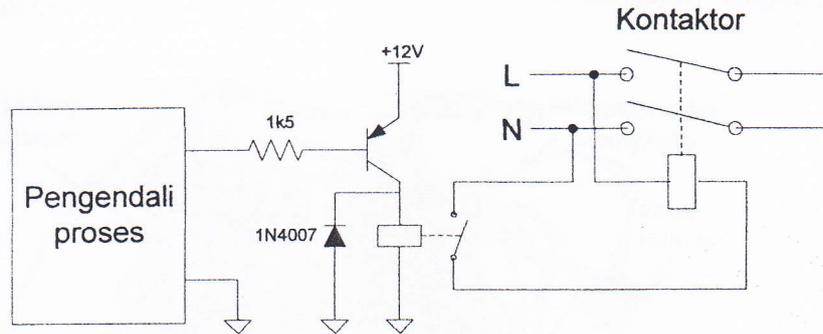


Gambar 4. Diagram alir program mikrokontroler ATtiny2313

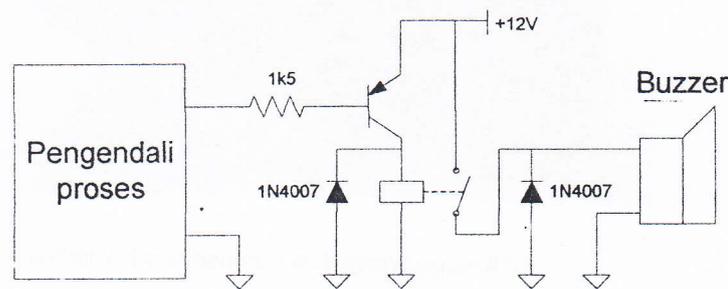
### 3.3 Rangkaian Penggerak

Terdapat 3 rangkaian penggerak untuk menggerakkan 3 peralatan keluaran yaitu rangkaian penggerak untuk menggerakkan kontaktor K1, rangkaian penggerak kontaktor K2 dan rangkaian penggerak buzzer. Ketiga rangkaian penggerak tersebut menggunakan rele pcb (*printed circuit board*) yang dikendalikan oleh saklar elektronik transistor pnp. Status arus basis transistor pnp tersebut berasal dari keluaran chip mikrokontroler ATtiny2313. Rangkaian penggerak dan rangkaian chip mikrokontroler diisolasi secara listrik menggunakan optocoupler. Rangkaian penggerak dicatu oleh baterai akumulator 12-volt. Skematik rangkaian penggerak

kontaktor diperlihatkan pada Gambar 5a, sedangkan skematik rangkaian penggerak buzzer diperlihatkan pada Gambar 5b.



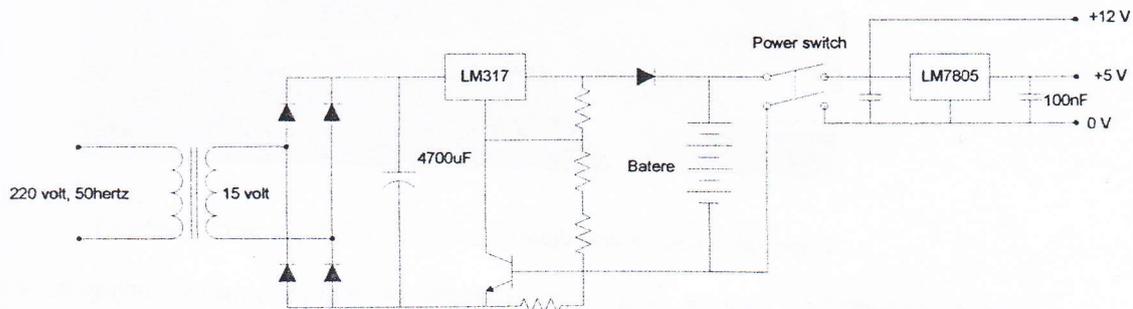
Gambar 5a. Skematik rangkaian penggerak kontaktor



Gambar 5b. Skematik rangkaian penggerak buzzer

### 3.4 Rangkaian Catu Daya dan Pengisi Muatan Baterai

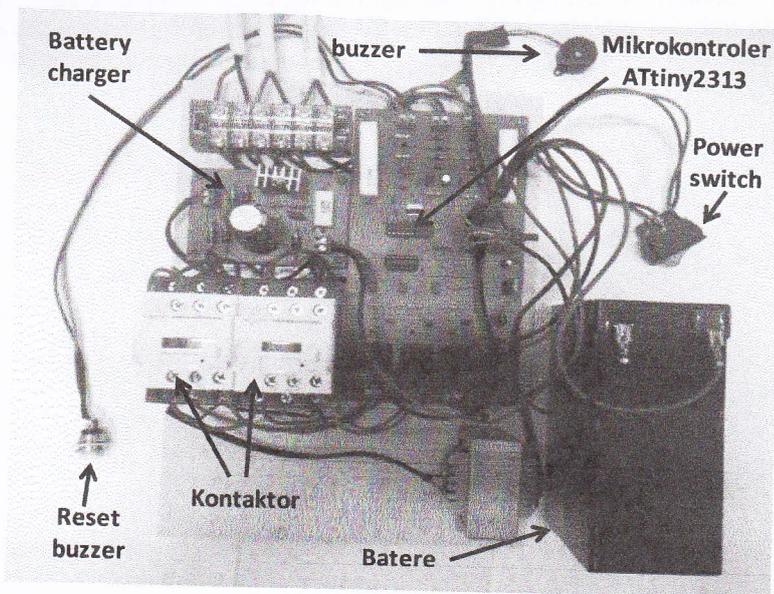
Saklar pemindah otomatis untuk genset portabel ini menggunakan baterai akumulator jenis *sealed lead acid* bertegangan nominal 12 volt dan berkapasitas 7,5 Ah. Rangkaian pengisi muatan baterai bekerja dengan modus pengisian mengambang (*floating mode*) yang direalisasikan dengan cara terus-menerus memberikan tegangan tetap sebesar 13,8 volt ke baterai. Untuk tujuan tersebut digunakan regulator tegangan LM317. Masukan LM317 diperoleh dari rangkaian penyearah 1-fasa hubungan jembatan melalui transformator 220 volt/15 volt. Tegangan baterai kemudian diregulasi menjadi 5 volt oleh LM7805 untuk mencatu rangkaian pengendali proses atau mikrokontroler. Skematik rangkaian pengisi muatan baterai dan catu daya diperlihatkan pada Gambar 6.



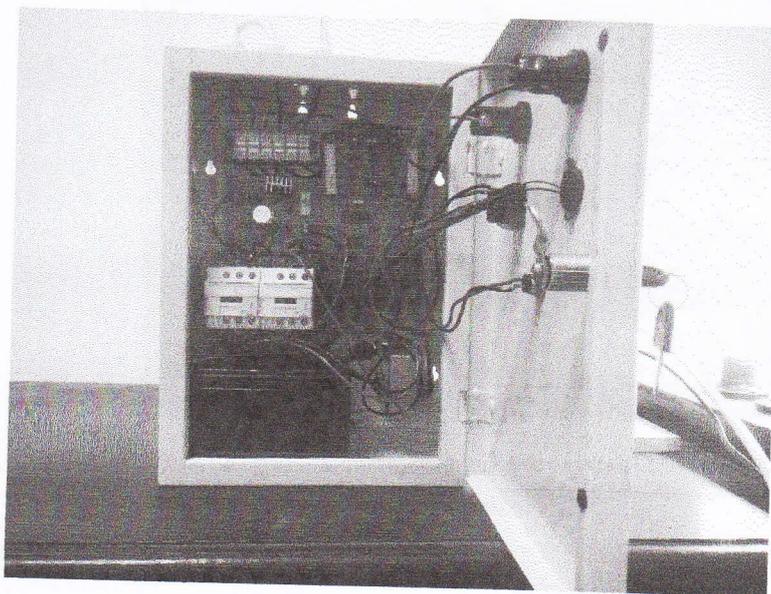
Gambar 6. Skematik rangkaian pengisi muatan baterai dan catu daya

#### 4. Hasil dan Pembahasan

ATS yang telah dibuat dan dirakit diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Selanjutnya terhadap peralatan tersebut dilakukan beberapa pengujian fungsional pada berbagai kondisi operasi.



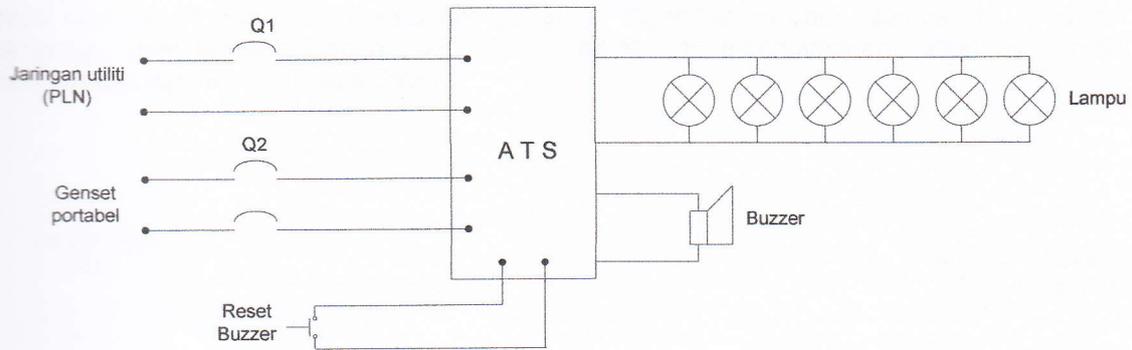
Gambar 7. Dokumentasi foto bagian-bagian ATS



Gambar 8. Dokumentasi foto ATS yang telah dirakit pada kotak panel

Pada pengujian pertama digunakan beban 6 lampu pijar 15 watt. Penggunaan lampu pijar dimaksudkan agar proses pembebanan ATS dapat diperlihatkan dengan nyala lampu pijar tersebut. ATS dihubungkan ke jaringan utiliti PLN sebagai sumber tenaga utama dan kemudian sebagai sumber tenaga cadangan digunakan genset portabel merk YAMAWA tipe YMW4500XE berkapasitas 3000 VA, dengan tegangan pengenal 220 volt, 50 hertz. Rangkaian pengujian diperlihatkan pada Gambar 9 dan dokumentasi foto pengujian diperlihatkan pada Gambar 10. Prosedur pengujian adalah mula-mula beban lampu pijar dicatu oleh jaringan utiliti

PLN selama 15 menit, kemudian pasokan listrik dari jaringan utiliti diputus dengan membuka pemutus sirkit Q1. Selanjutnya beban lampu pijar dicatu oleh genset portabel dengan cara memasukkan pemutus sirkit Q2 yang terpasang pada genset portabel tersebut selama 15 menit. Kemudian pasokan listrik dari jaringan utiliti disambung dengan memasukkan pemutus sirkit Q1, sehingga terdapat 2 pasokan tenaga listrik yang tersedia mencatu beban lampu pijar. Pengamatan dilakukan terhadap status kontaktor K1, kontaktor K2 dan status buzzer. Hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 9. Rangkaian pengujian pembebanan ATS dengan lampu pijar 6x15W



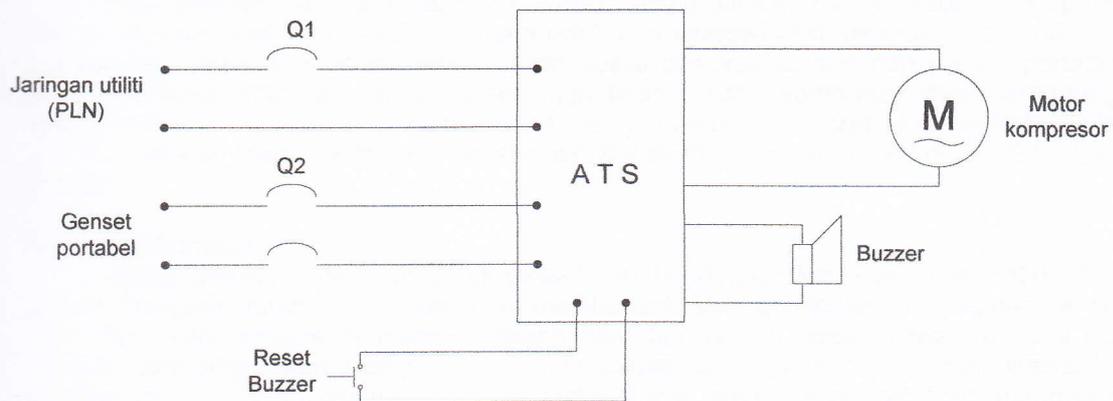
Gambar 10. Dokumentasi foto pengujian pembebanan ATS dengan lampu pijar, pasokan tenaga listrik dari jaringan listrik PLN dan dari genset portabel tersedia pada waktu bersamaan

Tabel 1. Hasil pengamatan pengujian pembebanan ATS dengan lampu pijar 6x15W

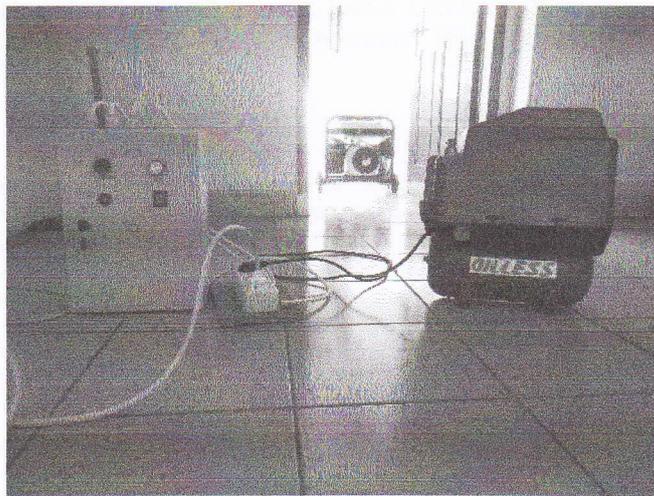
Status pasokan tenaga listrik		Status Tombol Reset Buzzer	Status keluaran			Status beban
Utiliti	Genset portabel		Kontaktor K1	Kontaktor K2	Buzzer	Beban lampu pijar
Ada	Tidak Ada	buka	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	menyala
Tidak Ada	Tidak Ada	buka	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	padam
Tidak Ada	Ada	buka	<i>deenergize</i>	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	menyala
Ada	Ada	buka	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>energize</i>	menyala
Ada	Tidak Ada	buka	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>energize</i>	menyala
Ada	Tidak Ada	tutup (ditekan)	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	menyala

Hasil pengamatan pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa apabila pasokan tenaga listrik dari genset portabel dan pasokan tenaga listrik dari jaringan utiliti tersedia pada waktu yang bersamaan, maka ATS akan memindahkan posisi pasokan tenaga dari genset portabel ke pasokan tenaga dari jaringan utiliti sehingga beban lampu pijar akan terhubung ke jaringan utiliti. Pada kondisi ini buzzer akan menyala/berbunyi. Buzzer akan berhenti berbunyi apabila pasokan tenaga listrik dari genset portabel telah diputus dan tombol RESET BUZZER pada posisi tutup atau ditekan.

Pengujian kedua adalah pembebanan ATS dengan beban dinamis. Motor kompresor berkapasitas 1,5 hp atau 1,1 kW telah dipilih untuk tujuan ini. Rangkaian pengujian diperlihatkan pada Gambar 11 dan dokumentasi foto pengujian diperlihatkan pada Gambar 12. Prosedur pengujian tidak berbeda dengan pengujian pembebanan menggunakan lampu pijar. Hasil pengamatan diperlihatkan pada Tabel 2.



Gambar 11. Rangkaian pengujian pembebanan ATS dengan motor kompresor 1,5 hp (1,1 kW)



Gambar 12. Dokumentasi foto pengujian pembebanan ATS dengan motor kompresor 1,5 hp, tenaga listrik dipasok dari jaringan listrik PLN

**Tabel 2. Hasil pengamatan pengujian pembebanan ATS dengan motor kompresor 1,5 hp (1,1 kW)**

Status pasokan tenaga listrik		Status Tombol Reset Buzzer	Status keluaran			Status beban
Utiliti	Genset portabel		Kontaktor K1	Kontaktor K2	Buzzer	motor kompresor
Ada	Tidak Ada	buka	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	berputar
Tidak Ada	Tidak Ada	buka	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	berhenti
Tidak Ada	Ada	buka	<i>deenergize</i>	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	berputar
Ada	Ada	buka	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>energize</i>	berputar
Ada	Tidak Ada	buka	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>energize</i>	berputar
Ada	Tidak Ada	tutup (ditekan)	<i>energize</i>	<i>deenergize</i>	<i>deenergize</i>	berputar

Hasil pengamatan pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa apabila pasokan tenaga listrik dari genset portabel dan pasokan tenaga listrik dari jaringan utiliti tersedia pada waktu yang bersamaan, maka ATS akan memindahkan posisi pasokan tenaga dari genset portabel ke pasokan tenaga dari jaringan utiliti sehingga beban motor kompresor akan terhubung ke jaringan utiliti. Pada kondisi ini buzzer akan menyala/berbunyi. Buzzer akan berhenti berbunyi apabila pasokan tenaga listrik dari genset portabel telah diputus dan tombol RESET BUZZER ditekan.

### 5. Kesimpulan

Saklar pemindah otomatis untuk genset portabel dengan kapasitas daya 6600 VA telah dibuat. Pengujian fungsional dengan cara membebani saklar pemindah otomatis dengan lampu pijar dan motor kompresor memperlihatkan hasil bahwa alat tersebut telah bekerja sesuai dengan yang diharapkan. Dengan mengusung konsep saklar pemindah otomatis standar yang mempunyai 3 (tiga) fungsi utama, biaya material alat telah ditekan sehingga menghasilkan produk saklar pemindah otomatis yang tidak mahal. Diharapkan saklar pemindah otomatis ini dapat digunakan secara meluas oleh masyarakat.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ketua Lembaga Penelitian Universitas Riau atas pembiayaan penelitian ini dalam skem pembiayaan hibah penelitian berbasis paten dengan nomor kontrak 01/UN.19.2/PL/2011.

### Daftar Pustaka

- Asco Power Technologies. 2004. *ASCO Series 165 Automatic Transfer Switch: Application Information*.  
 Atmel Corporation. 2010. *8-bit AVR Microcontroller with 2K Bytes In-System Programmable Flash: ATtiny2313V*.  
 Brown, B & J. Guditis. 2006. *Critical-Power Automatic Transfer System – Design and Application*. Square D Critical Power Competency Centre.  
 Kuhnel C. 2001. *BASCOM, Programming Microcontrollers with Ease: An Introduction by Program Examples*. Universal Publishers. USA  
 Olson, G. 2007. *Bypass Transfer Switch Mechanisms*. Cummins Power Generation