

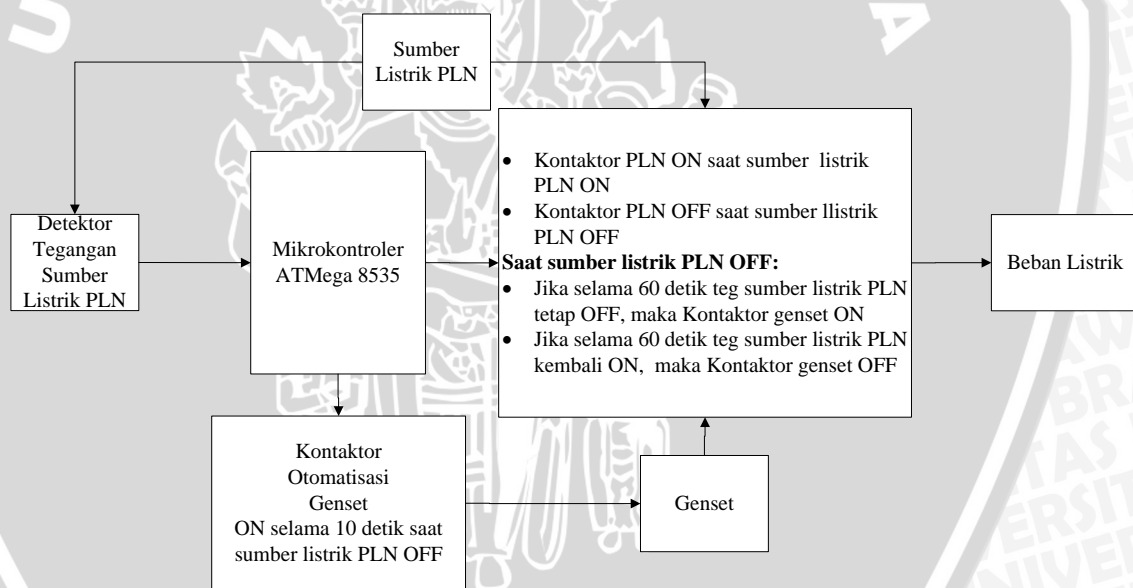
## BAB IV

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Pada bab ini akan diuraikan proses perancangan ATS untuk genset. Perancangan sistem ini meliputi perancangan perangkat keras yang terdiri dari meliputi komponen detektor tegangan, kontroler yang berupa ATMega 8535, rele *switching* PLN dan genset, serta rele otomatisasi genset dan perangkat lunak. Tahap selanjutnya diwujudkan dalam sebuah modul ATS untuk genset.

#### 4.1 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan spesifikasi perancangan alat pada bab sebelumnya, sebuah sistem modul ATS untuk genset dapat ditunjukkan pada Gambar 4.1 di bawah ini



Gambar 4.1 Blok diagram sistem ATS

Keterangan blok diagram sistem ATS untuk genset adalah sebagai berikut:

1. Pada sistem menggunakan dua sumber listrik, yakni sumber listrik PLN sebagai sumber primer dan genset sebagai sumber listrik sekunder.
2. Detektor tegangan sebagai pendeteksi ada atau tidak adanya tegangan pada sumber listrik PLN, menghasilkan tegangan yang mewakilkan sinyal masukan utama ke mikrokontroler ATMega 8535.

3. Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengolah data masukan tegangan dari detektor tegangan dan melakukan perhitungan internal berupa logika digital sebagai bentuk sinyal pemicuan ke kontaktor.
4. Saat detektor tegangan mendeteksi tidak ada tegangan dari sumber listrik PLN (sumber listrik PLN *off*), mikontroller akan mengkondisikan kontaktor PLN *off*, kontaktor genset *off*, dan kontaktor otomatisasi genset *on* (selama 10 detik untuk penyalan genset, setelah genset menyala kontaktor otomatisasi genset akan *off*). Jika selama 60 detik tetap tidak ada tegangan dari sumber listrik PLN, maka kontaktor genset *on*, kontaktor PLN *off*. Jika selama 60 detik detektor tegangan mendeteksi ada tegangan dari sumber listrik PLN (sumber listrik PLN *on*), maka kontaktor genset *off*, kontaktor PLN *on*.

#### 4.2 Data Teknis Genset

Modul ATS ini digunakan pada genset merk Starke tipe GFH3900LXE yang ada pada laboratorium Sistem Daya Elektrik. Genset memiliki data teknis sebagai berikut :

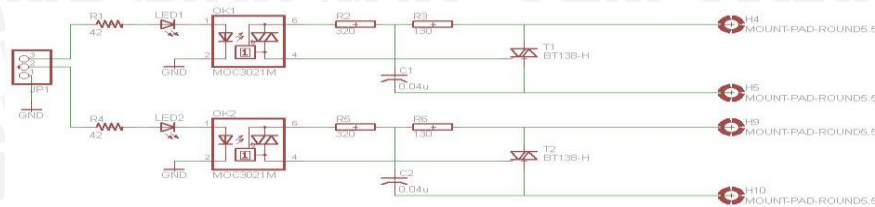
- Pout = 2.8 kW
- Vout = 220 V
- Frekuensi = 50 Hz
- Faktor Daya = 1.0

#### 4.3 Perancangan Perangkat Keras ATS

##### 4.3.1 Perancangan Rangkaian SSR ATS

Rangkaian SSR yang akan digunakan pada ATS ditunjukkan pada Gambar

4.2



Gambar 4.2 Rangkaian SSR pada ATS

Rangkaian ini terdiri dari komponen lampu LED, *optocoupler* jenis MOC3021 dan TRIAC BT139.

Lampu LED berfungsi sebagai lampu indikator rele. Jika rele *on*, maka lampu LED *on*. Jika rele *off*, maka lampu LED *off*.

*Optocoupler* merupakan komponen mirip LED dan sensor cahaya yang menjadi satu yang fungsinya sebagai pemisah daya kecil pada rangkaian mikrokontroler dan daya relatif besar pada rangkaian ATS. Masukan *optocoupler* merupakan keluaran sinyal dari mikrokontroler. Keluaran *optocoupler* digunakan untuk mengaktifkan TRIAC BT139 sesuai dengan kondisi yang diberikan oleh mikrokontroler. Untuk mencari  $R_1$  menggunakan Persamaan 2.10. Digunakan  $I_F$  dengan nilai 10 mA.

$$V_{IN} = R_1 \cdot I_F$$

$$V_{out \text{ ATmega } 8535} - V_{drop \text{ LED}} = R_1 \cdot I_F$$

$$R_1 = \frac{4.2 - 0.7}{10 \text{ mA}}$$

$$R_1 = 350 \Omega$$

$R_2$  merupakan resistor yang digunakan untuk membatasi  $I_{GT}$ . Nilai  $R_2$  yang terlalu kecil dapat merusak TRIAC karena arus yang melewatinya terlalu besar. Sedangkan nilai  $R_2$  yang terlalu besar mengakibatkan berkurangnya sensitivitas penyalaan TRIAC.

Nilai tegangan puncak jala-jala PLN ( $V_{PEAK}$ ) =  $220\sqrt{2}$  V

Surge on-state current ( $I_{TSM}$ ) MOC3021 = 1 A



$$R_2 = \frac{V_{PEAK}}{I_{TSM}}$$

$$R_2 = \frac{220\sqrt{2}}{1}$$

$$= 320 \Omega$$

Nilai  $R_2$  digunakan untuk mencari  $V_T$  sesuai dengan Persamaan 2.12

$$V_T = I_{GT} \cdot R_2 + V_{GT} + V_{TM}$$

dengan diketahui nilai:

$$V_{TM} = 1.8 \text{ V}$$

$$V_{GT} = 1.5 \text{ V}$$

$$I_{GT} = 25 \text{ mA}$$

$$V_T = 0.025 \cdot 320 + 1.5 + 1.8$$

$$V_T = 11.30 \text{ V}$$

Menentukan nilai  $R_3$  menggunakan hukum Ohm

$$(R_2 + R_3) = \frac{V_T}{I_{GT}}$$

$$(320 + R_3) = \frac{11.3}{0.025}$$

$$R_3 = 130 \Omega$$

Untuk mencari nilai  $C1$  menggunakan Persamaan 2.16

$$C1 = \frac{V_{PEAK}}{R3 \left( \frac{dv_c}{dt} \right)_{MAX}}$$

dengan diketahui nilai:

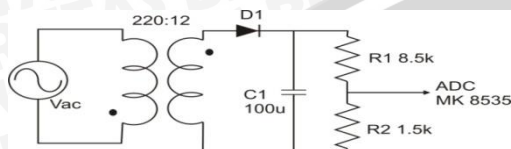
$$\left( \frac{dv_c}{dt} \right)_{MAX} = 50 \text{ V}/\mu\text{S}$$

$$C1 = \frac{220\sqrt{2}}{130(50.10^6)}$$

$$C1 = 0.04 \mu F$$

### 4.3.2 Perancangan Rangkaian Detektor Tegangan

Rangkaian detektor tegangan yang digunakan pada ATS untuk genset ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian detektor tegangan

Sumber : <http://beaversource.oregonstate.edu/projects/44x200901/ticket/10969>

Keluaran dari detektor tegangan akan dihubungkan pada port.A mikrokontroller ATmega 8535 yang merupakan port ADC. Nilai ADC merupakan perwakilan nilai tegangan yang dideteksi oleh mikrokontroller ATmega 8535.

### 4.3.3 Penentuan Komponen Rele

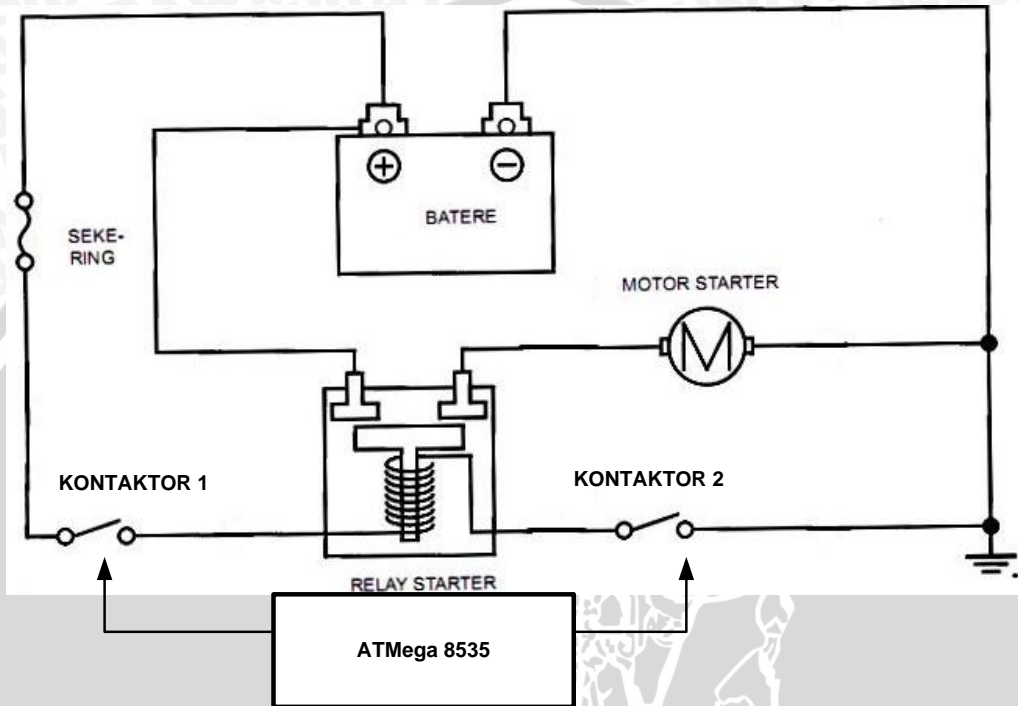
Untuk penentuan rele yang dipilih, harus memperhatikan nilai *rating* tegangan dan *rating* arus yang sesuai dengan kebutuhan rangkaian modul ATS. Modul ATS yang dirancang menggunakan *rating* tegangan 220 volt karena tegangan nominal PLN adalah sebesar 220 volt. Sedangkan *rating* arus yang dipilih, harus bernilai sama atau diatas nilai arus yang akan melewati rele. Sesuai dengan persamaan daya, maka besar arus yang akan melewati rele ditunjukkan pada Persamaan (2.9)

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V \cos \varphi} \\ &= \frac{2800}{220.1} \\ &= 13 \text{ A} \end{aligned}$$

Sehingga rele yang digunakan adalah rele dengan *rating* kemampuan menghantar arus diatas 13 A.

#### 4.3.4 Perancangan Otomatisasi Genset

Otomatisasi genset menggunakan komponen rele sebagai pengganti saklar kontak genset manual. Kontak pada rele dikondisikan oleh mikrokontroler AT Mega 8535 yang berada pada ATS. Penggantian saklar kontak manual dengan kontaktor otomatisasi genset ditunjukkan pada Gambar 4.4.



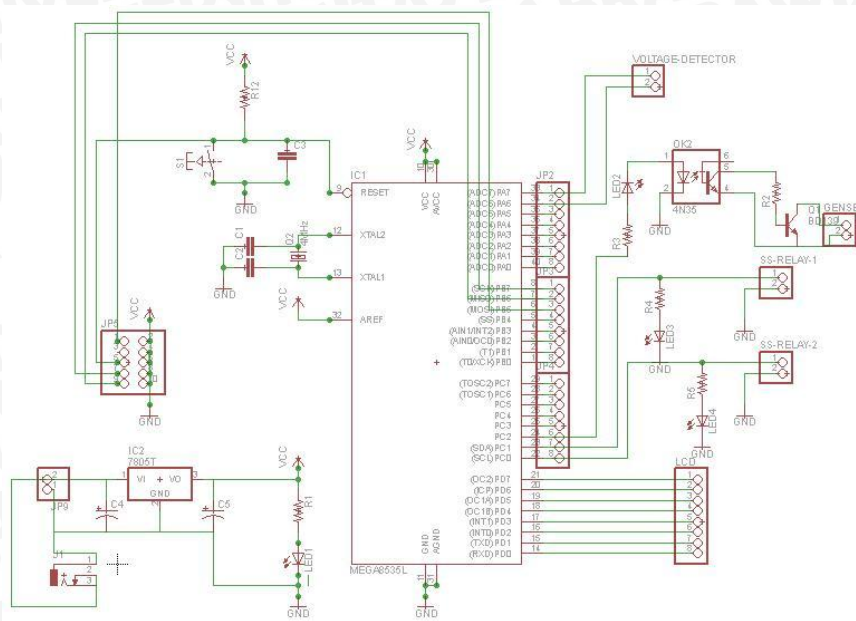
Gambar 4.4 Rangkaian otomatisasi genset

Saat listrik dari PLN *off*, mikrokontroler mengkondisikan kontaktor 1 dan kontaktor 2 *on* sehingga terjadi proses *starting* pada motor bensin dengan catu baterai aki selama 10 detik. Setelah 10 detik kontaktor 1 tetap *on*, kontaktor 2 *off* dan mikrokontroler menunggu selama 50 detik apakah listrik dari PLN kembali *on* atau tetap *off*. Jika listrik PLN kembali *on*, mikrokontroler mengkondisikan kontaktor 1 *off* sehingga genset akan otomatis *off*. Jika listrik dari PLN tetap tidak *on*, mikrokontroler akan mengkondisikan kontaktor genset untuk *on*, sehingga listrik yang dihasilkan genset mengalir ke beban listrik.

#### 4.4 Perancangan Perangkat Lunak ATS

##### 4.4.1 Rangkaian Minimum Sistem Mikrokontroler

Rangkaian minimum sistem AT Mega 8535 ATS untuk genset ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Gambar Rangkaian Minimum Sistem ATmega 8535

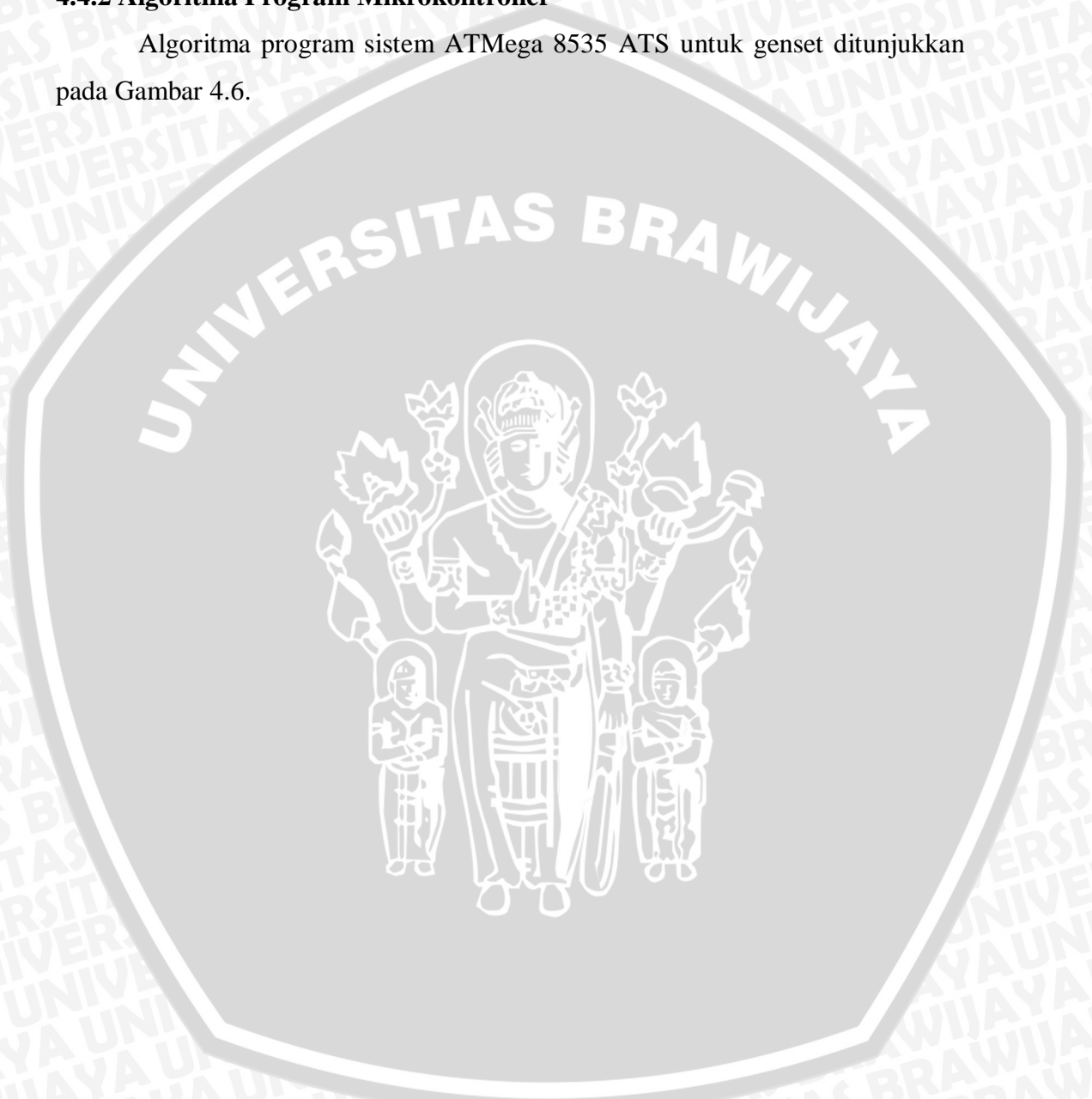
1. Pin 11 (GND) adalah pin *ground*.
2. Pin 10 (VCC) adalah pin sumber tegangan.
3. Pin 9 (RESET) adalah pin *reset*. Pin ini terhubung pada sebuah *push button* untuk melakukan *reset* pada program mikrokontroler.
4. Pin 12 dan 13 adalah pin untuk kristal (*external oscillator*).
5. Pin 8 (PB7) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC1 yang terhubung dengan motor induksi 300 W.
6. Pin 4 (PB3) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC2 yang terhubung dengan motor penggerak kipas angin 55 W.
7. Pin 7 (PB6) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC3 yang terhubung dengan beban komplemen resistif 1.
8. Pin 6 (PB5) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC4 yang terhubung dengan beban komplemen resistif 2.
9. Pin 5 (PB4) adalah pin keluaran untuk pemicuan *gate* TRIAC5 yang terhubung dengan beban komplemen resistif 3.
10. Pin 40 (ADC0) adalah pin masukan berupa tegangan keluaran pendeteksi arus ACS712.

Di antara pin keluaran mikrokontroler dengan TRIAC terdapat komponen LED dan *optocoupler* MOC3021. LED berfungsi mengindikasikan port keluaran mana dari mikrokontroler yang aktif dan memicu *optocoupler*. Sedangkan

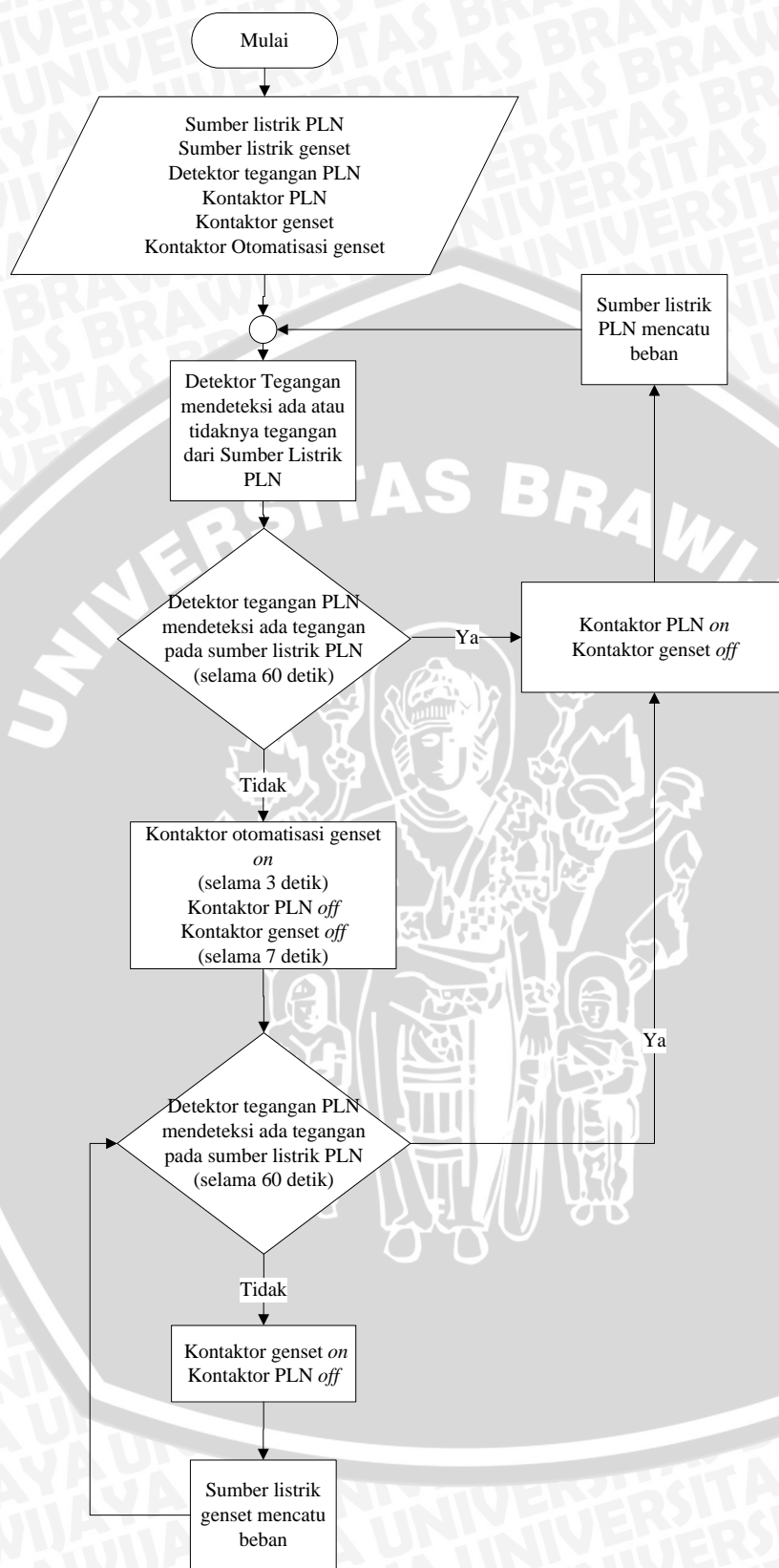
*optocoupler* MOC3021 berfungsi untuk memicu *gate* TRIAC sekaligus pemisah antara rangkaian berdaya kecil (mikrokontroler) dengan rangkaian berdaya besar (TRIAC dan beban listrik).

#### 4.4.2 Algoritma Program Mikrokontroler

Algoritma program sistem ATmega 8535 ATS untuk genset ditunjukkan pada Gambar 4.6.







Gambar 4.6 Algoritma program ATmega 8535