# BAB IV

# PERANCANGAN ALAT

## 4.1 Deskripsi Sistem

Alat *Warning System* Dan *Monitoring* Gas $SO_2$ merupakan detektor gas $SO_2$ yang memiliki fasilitas sistem pemberitahuan dan pemantauan konsentrasi dan status kondisi gas $SO_2$ dari jarak jauh menggunakan teknologi *SMS gateway*. Alat ini dapat melakukan komunikasi *half-duplex* yang artinya sistem yang dirancang dapat melakukan komunikasi timbal balik secara bergantian dengan *user*. Sehingga fasilitas ini dapat dimanfaatkan untuk *monitoring* konsentrasi dan status keadaan gas $SO_2$ dari jarak jauh kapan saja *user* mengirimkan instruksi melalui *handphone* dan alat ini akan meresponnya kembali menggunakan teknologi SMS *gateway*.

*Warning system* yang dirancang berupa pemberitahuan dini terhadap kondisi gas $SO_2$ berdasarkan tingkat konsenstrasi gas yang dideteksi. Pemberitahuan ini akan dikirim melalui SMS ke handphone *user* apabila konsentrasi gas yang dideteksi melampaui ambang batas konsentrasi gas $SO_2$ yang diprogram dalam mikrokontroler. Ambang batas konsentrasi dan status kondisi gas $SO_2$ terdapat pada **Tabel 4.1** dibawah ini.

**Tabel 4.1 Ambang Batas Konsentrasi dan Status Kondisi Gas $SO_2$**

| Ambang Batas Konsentrasi | Status Kondisi |
|---|---|
| < 20 ppm | Normal |
| 20 ppm - 40 ppm | Waspada |
| >40 ppm | Bahaya |

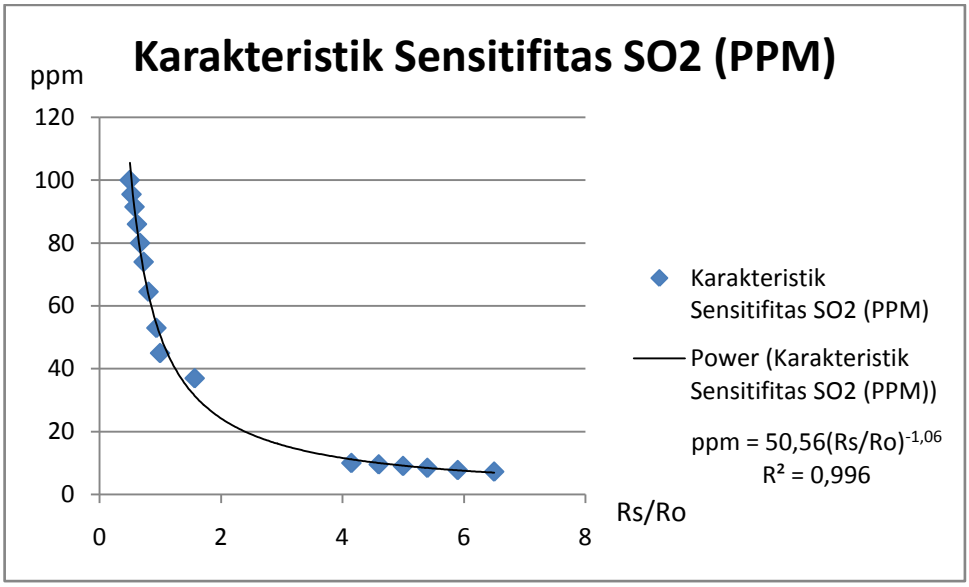
Untuk mendapatkan nilai *parts per million* (ppm) dari gas $SO_2$ yang dideteksi oleh sensor gas maka perlu dilakukan beberapa langkah penelitian. Hasil keluaran dari sensor gas MQ-136 yang dibaca oleh mikrokontroler adalah hasil konversi analog to digital (ADC) dari *persamaan 2.1*. Tegangan masuk pada pin ADC (Vin) merupakan tegangan keluaran (VRL) sensor gas MQ-136. Sehingga untuk mengetahui tegangan keluaran (VRL) sensor MQ-136 berdasarkan persamaan (2.1) maka dapat dicari:

Vin = (ADC x Vref) / 1024, dimana Vin =VRL (4.1)

Dengan diketahuinya nilai VRL maka dapat dicari resistansi sensor (Rs) dengan menggunakan persamaan (4.4). Setelah itu dapat dicari nilai konsentrasi gas (ppm) berdasarkan grafik karakteristik sensitivitas sensor MQ-136 yang terdapat pada **Gambar 2.2** dengan membuat kembali detail perbandingannya dan memberikan garis tren (*trendline*) untuk menganalisa nilai ppm di setiap perubahan perbandingan resistansi sensor (Rs/Ro) agar lebih spesifik. Berikut adalah tabel pendekatan terhadap nilai karakteristik sensitifitas sensor MQ136.

**Tabel 4.2 Perbandingan Rs/Ro Terhadap PPM Gas $SO_2$ Berdasarkan Karakteristik Sensitifitas Sensor MQ136**

| Rs/Ro | SO2 |
|---|---|
| 0,5 | 100 |
| 0,53 | 95,5 |
| 0,58 | 91,5 |
| 0,62 | 86 |
| 0,67 | 80 |
| 0,73 | 74 |
| 0,81 | 64,5 |
| 0,94 | 53 |
| 1 | 45 |
| 1,57 | 37 |
| 4,15 | 10,05 |
| 4,6 | 9,6 |
| 5 | 9,1 |
| 5,4 | 8,5 |
| 5,9 | 7,8 |
| 6,5 | 7,3 |




**Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Karakteristik MQ-136 Dengan Garis Power**

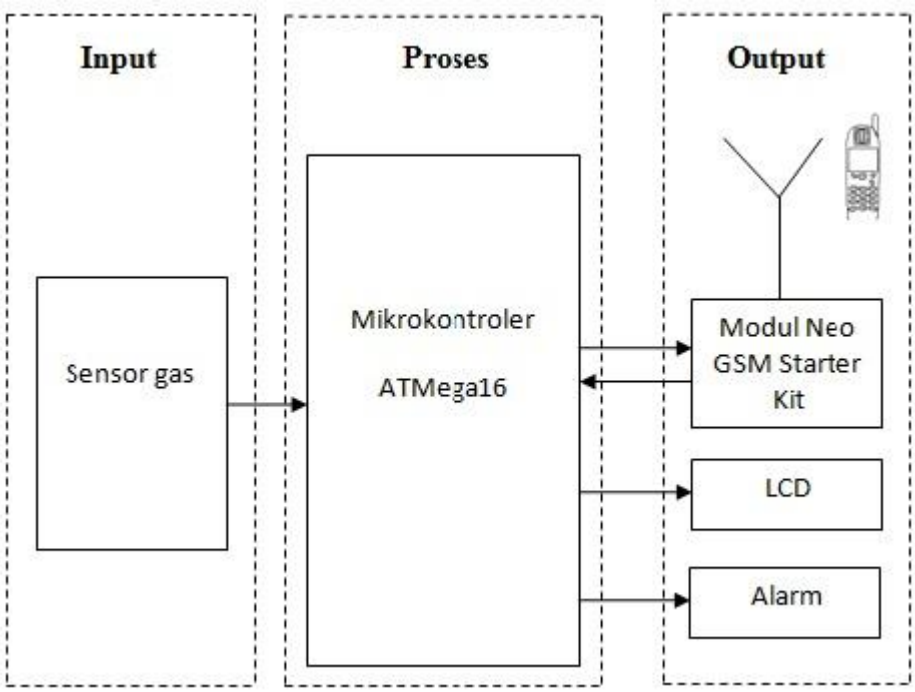
Berdasarkan grafik karakteristik MQ136 terhadap $SO_2$, dan diberikan garis tren yang di proses pada microsoft excel maka didapatkan garis power adalah yang memiliki derajat kedekatan ($R^2$) yang nilainya paling mendekati 1.

Ro adalah Rs pada kondisi pengukuran referensi konsentrasi gas $SO_2$ (dalam hal ini 50 ppm). Jadi, diperlukan ruang dengan tingkat $SO_2$ 50 ppm, kemudian dilakukan pengukuran Rs pada temperatur dan kelembaban udara ruang tersebut (kondisi lingkungan pengukuran). Dengan diketahuinya nilai Rs berdasarkan tiap perubahan konsentrasi gas maka akan diambil beberapa sample data agar dapat dicari persamaan garisnya dengan menggunakan trendline. Sehingga persamaan garis dari perbandingan Rs terhadap nilai ppm yang merupakan hasil pengambilan data yang dilakukan dalam pengujian dapat ditentukan sebagai formula untuk mengethaui nilai ppm yang dideteksi oleh sensor.

Alat ini juga dilengkapi dengan LCD (*Liquid Crystal Display*) yang berfungsi sebagai tampilan informasi konsentrasi gas $SO_2$ dan status kondisinya untuk *monitoring* di lapangan yang terpasang pada alat, serta alarm sebagai peringatan apabila status konsentrasi gas $SO_2$ sudah mencapai bahaya.

## 4.2 Blok Diagram Sistem

Di bawah ini adalah blok diagram sistem dari "Rancang Bangun Warning System Dan Monitoring Gas $SO_2$ Di Gunung Tangkuban Perahu Via SMS Gateway Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Sensor MQ-136".




**Gambar 4.2 Blok Diagram Sistem**

Berdasarkan blok diagram di atas digambarkan bahwa alat *warning system* dan *monitoring* gas $SO_2$ terdiri dari tiga bagian subsistem yaitu:

a) *Input* (masukan) yang terdiri dari sensor gas yang berfungsi sebagai pendeteksi gas $SO_2$.

b) Proses yang terdiri dari mikrokontroler ATMega16 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data dan interkoneksi antara subsistem lainnya. Mikrokontroler berisikan instruksi-instruksi pemograman untuk menjalankan sistem secara keseluruhan dengan baik.

c) *Output* (keluaran) yang terdiri dari modul Neo GSM Starter Kit yang berfungsi sebagai media tukar-menukar pesan singkat (SMS) serta data informasi, dan LCD sebagai tampilan data informasi yang dikirim oleh mikrokontroler.

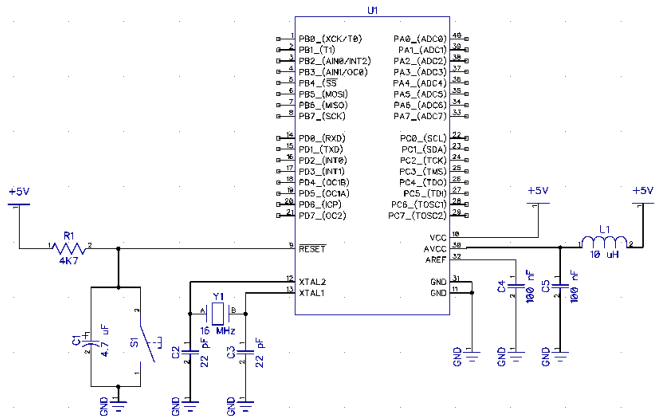
## 4.3 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan perangkat keras terdiri dari rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATMega16, rangkaian sensor gas MQ-136, rangkaian LCD, rangkaian antarmuka neo GSM starter kit, dan rangkaian catu daya.

### 4.3.1 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATMega16

Untuk merancang sistem yang berbasis mikrokontroler baik yang sederhana maupun yang kompleks dibutuhkan sistem rangkaian minum agar mikrokontroler dapat beroperasi atau bekerja. pada topik ini akan dibahas sistem minimum untuk mikrokontroler. Sistem minimum ini meliputi catu daya mikrokontroller (vcc) yang berkisar antara 2,7 V – 5,5 V, kristal oscillator yang berfungsi sebagai referensi kecepatan akses

mikrokontroller, referensi ADC (Analog to digital konverter), tombol reset, serta port-port I/O.




**Gambar 4.3 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATMega16**

### 4.3.2 Rangkaian Sensor Gas MQ-136

Rangkaian sensor gas MQ-136 membutuhkan 2 buah tegangan, yaitu:

- Tegangan pemanas / *Heater Voltage* (VH)
- Tegangan uji / *Test Voltage* (Vc)

Kedua tegangan di atas membutuhkan catu daya sebesar 5 VDC agar dapat menjaga performansi kerja sensor tetap baik. Untuk *Heater Voltage* (VH) berfungsi untuk memasok sertifikasi kerja suhu pada sensor ketika Vc digunakan untuk mendeteksi tegangan VRL pada muatan resistansi RL yang terhubung seri dengan sensor. Agar sensor dapat bekerja dengan performansi lebih baik, maka pemberian nilai RL perlu diperhatikan. Berikut adalah persamaan dari resistansi sensor (Rs):

$$Rs = (Vc / VRL - 1) \times RL \quad (4.4)$$

Keterangan simbol : Rs = Resistansi Sensor

Vc = Tegangan uji / *Test Voltage*

VRL = Tegangan Keluaran

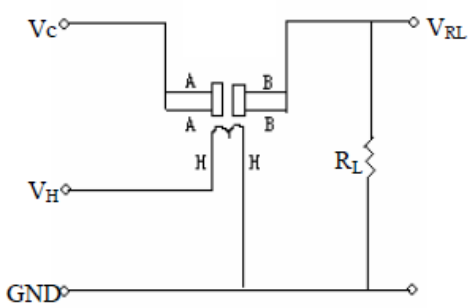
RL = Resistansi variabel

Untuk mendapatkan sensitifitas daya dari sensor dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Ps = Vc^2 \times Rs / (Rs + RL)^2 \quad (4.5)$$

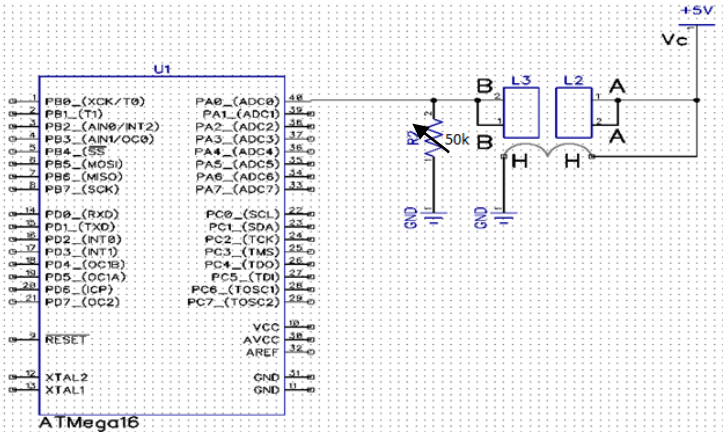
Keterangan simbol : Ps = Sensitifitas daya

Rangkaian sensor MQ-136 terdapat pada **Gambar 4.4** dibawah ini.




**Gambar 4.4 Rangkaian Sensor Gas MQ-136**

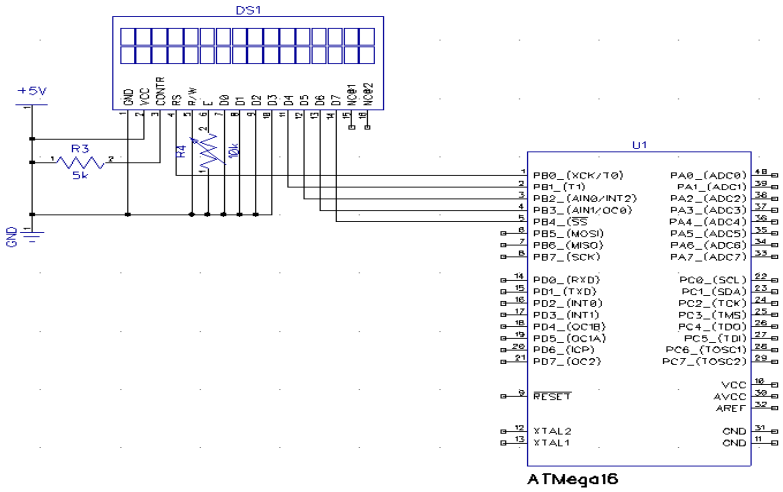
Berdasarkan penjelasan di atas maka rangkaian antar muka sensor MQ-136 dengan mikrokontroler ATMega16 dirancang seperti pada **Gambar 4.5**.




**Gambar 4.5 Rangkaian Antar muka Sensor Gas MQ-136 Dengan Mikrokontroler ATMega16**

### 4.3.3 Rangkaian LCD

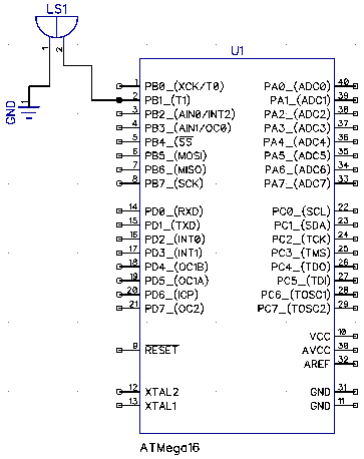
LCD yang digunakan sebagai penampil data pada alat merupakan LCD yang memiliki karakter 2 x 16. LCD ini memiliki 8 jalur data namun dapat digunakan dalam modus 4 jalur agar lebih ekonomis dalam penggunaan pin. Pin 15 dan 16 adalah *optional* karena berfungsi sebagai *backlight* pada *display*. Rangkaian LCD terdapat pada **Gambar 4.6** dibawah ini.




**Gambar 4.6 Rangkaian LCD 2 x 16**

### 4.3.4 Rangkaian Buzzer

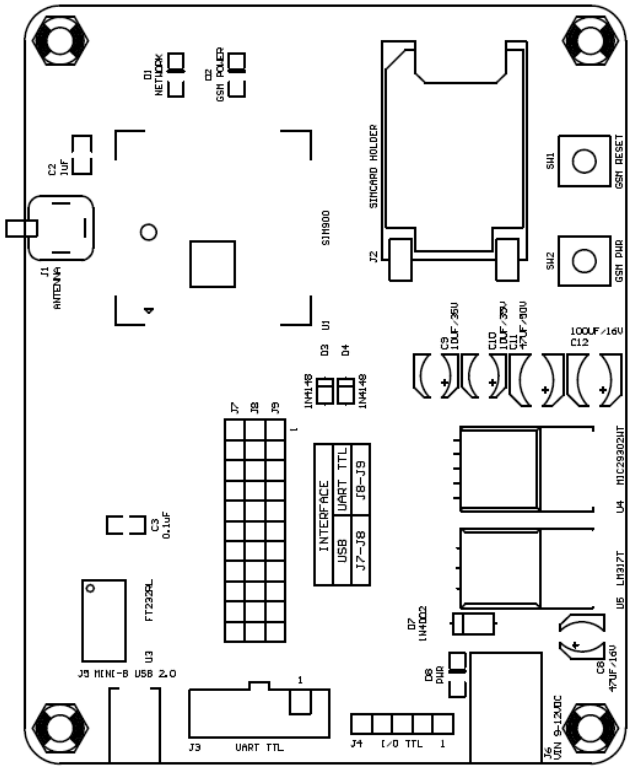
Buzzer digunakan sebagai alarm apabila kondisi konsentrasi gas mencapai bahaya (>40 ppm). Buzzer dihubungkan pada port B.0 yang di-*set* sebagai *output.*




**Gambar 4.7 Rangkaian Buzzer**

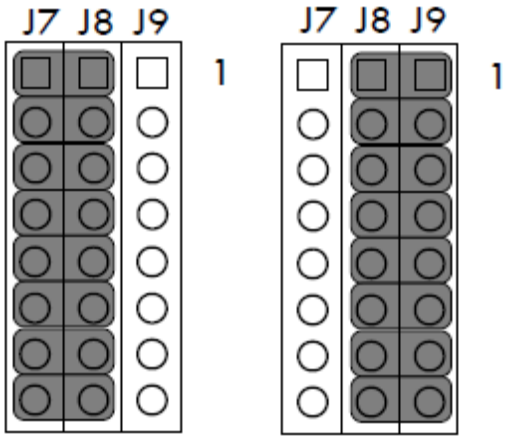
### 4.3.5 Rangkaian Antar Muka Modul GSM

Modul GSM yang digunakan untuk komunikasi melalui jaringan GSM menggunakan teknologi SMS *gateway* pada alat ini adalah Neo GSM Starter Kit. Modul GSM ini telah dilengkapi fasilitas komunikasi serial untuk antar muka UART TTL dan USB (*Virtual COM Port*) sebagai pengkondisi sinyal antara mikrokontroler dengan modul GSM.




**Gambar 4.8 Layout neo GSM starter kit**

Pemilihan jenis komunikasi UART dapat dilakukan dengan mengatur *jumper* pada *header* J7, J8, dan J9.




(a) Antarmuka UART (USB) (b) Antarmuka UART TTL

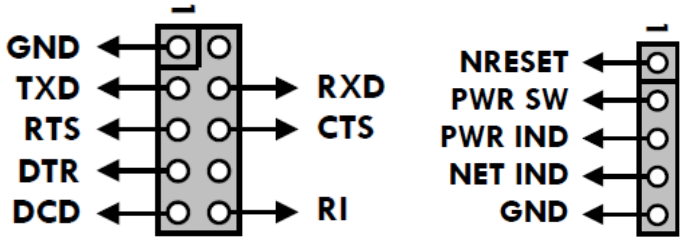
**Gambar 4.9 Pengaturan Jumper J7, J8, dan J9**

Dikarenakan yang dibutuhkan adalah komunikasi serial antara mikrokontroler dengan modem GSM maka pengaturan *jumper* yang digunakan adalah UART TTL.

Komunikasi UART TTL pada modul GSM ini menggunakan IC FT232RL. Keluaran dari FT232RL ini masih merupakan tegangan untuk *virtual port COM* (±3V - ±25V) sedangkan rangkaian mikrokontroler beroperasi pada level tegangan yang tetap sesuai dengan 0 (0 volt) atau 1 (+5 Volt). Maka perlu dilakukan penyesuaian tegangan agar jalur komunikasi UART TTL modul GSM dan rangkaian mikrokontroler tersambungkan. Caranya dengan menggunakan sebuah rangkaian *inverter*. Sebuah rangkaian inverter berfungsi sebagai gerbang logika dasar untuk menukar dua tingkat tegangan. IC (*integrated circuit*) yang bertindak sebagai *inverter* pada modul neo GSM starter kit ini adalah SN74LVC07AD. SN74LVC07AD merupakan rangkaian terintegrasi yang berisi enam inverter (hex *inverter*). IC TTL ini memiliki 14 pin dengan 2 pinnya

digunakan untuk tegangan referensi dan 12 pin lainnya berfungsi sebagai input/output dari enam inverter.

*Header* UART TTL (J3) digunakan untuk jalur komunikasi UART TTL antara modul GSM dengan rangkaian mikrokontroler. Alokasi pin UART TTL (J3) dan I/O TTL (J4) pada modul GSM terdapat pada **Gambar 4.10** dibawah ini.




**Gambar 4.10 Alokasi pin UART TTL (J3) Dan I/O TTL (J4)**

Konfigurasi pin UART TTL (J3) terdapat pada **Tabel 4.3** berikut.

**Tabel 4.3 Konfigurasi Pin UART TTL (J3)**

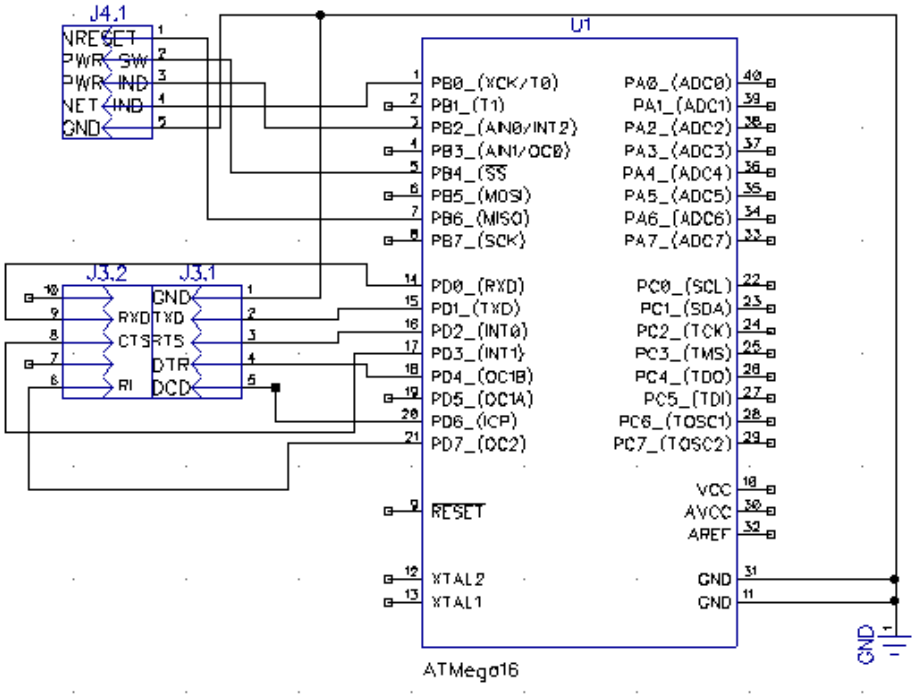
| Pin | Nama | I/O | Fungsi |
|---|---|---|---|
| 1 | GND | - | Titik referensi ground |
| 2 | - | - | Tidak terhubung |
| 3 | TXD | Output | Jalur data output UART |
| 4 | RXD | Input | Jalur data input UART |
| 5 | RTS | Input | Jalur flow control UART RTS |
| 6 | CTS | Output | Jalur flow control UART CTS |
| 7 | DTR | Input | Jalur UART DTR (dapat digunakan untuk mengendalikan mode sleep) |
| 8 | - | - | Tidak terhubung |
| 9 | DCD | Output | Jalur UART DCD |
| 10 | RI | Output | Jalur UART RI |

*Header* I/O TTL (J4) digunakan untuk jalur kontrol (POWER dan RESET) dan indikator (POWER dan NETWORK) antara modul GSM dengan rangkaian

mikrokontroler. Konfigurasi pin I/O TTL (J4) pada modul GSM terdapat pada **Tabel 4.4** berikut.

**Tabel 4.4 Konfigurasi Pin I/O TTL (J4)**

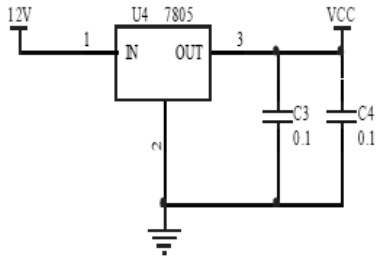
| Pin | Nama | I/O | Fungsi |
|---|---|---|---|
| 1 | NRESET | Input | Diberi pulsa *high* selama 50µs untuk me-*reset* modul GSM |
| 2 | PWR SW | Input | Diberi pulsa high selama 1 detik untuk mengaktifkan/menonaktifkan modul GSM |
| 3 | PWR IND | Output | Logika *High:* modul GSM non-aktif<br>Logika *Low:* modul GSM aktif |
| 4 | NET IND | Output | Logika *High:* modul GSM non-aktif<br>Logika *Low* ± 64ms/*High* 800ms: modul GSM tidak menemukan jaringan GSM yang sesuai<br>Logika *Low* ± 64ms/*High* 3000ms: modul GSM menemukan jaringan GSM yang sesuai<br>Logika *Low* ± 64ms/*High* 300ms: terjadi komunikasi GPRS |
| 5 | GND | - | Titik referensi ground |




**Gambar 4.11 Rangkaian UART TTL (J3) dan I/O TTL (J4) Dengan ATMega16**

### 4.3.6 Rangkaian Catu Daya

Catu daya yang dibutuhkan oleh rangkaian – rangkaian alat *warning system* dan *monitoring* gas $SO_2$ adalah 5 volt dan 12 volt. Rangkaian sensor gas MQ136, mikrokontroler dan LCD membutuhkan catu daya sebesar 5 V dengan menstabilkan tegangan input 12 V dari aki. sedangkan modul Neo GSM starter kit membutuhkan catu daya sebesar 12 V dari aki. Rangkaian catu daya 5 V terdapat pada **Gambar 4.12** berikut.




**Gambar 4.12 Rangkaian Catu Daya 5 V**

## 4.4 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan perangkat lunak *(software*) untuk membangun sistem ini dijelaskan melalui diagram alur (*flowchart*) untuk menggambarkan algoritmanya. Spesifikasi fungsional perangkat lunak yang dirancang harus dapat ditentukan melalui fungsi masukan *(input*) dan keluaran (*output*) program. Melalui deskripsi perangkat keras dapat diketahui bahwa data input harus dimengerti dan akan diproses oleh program yaitu, data yang berasal dari rangkaian *input*. Perangkat lunak yang dibuat memiliki dua buah layanan yaitu *polling* dan interupsi. Layanan *polling* berfungsi melakukan proses *warning system* dan layanan interupsi berfungsi melakukan proses *monitoring.*

Pada pemrosesan sistem ditentukan sebelumnya sebuah variabel (*state varible*) yaitu “Normal”, “Waspada” dan “Bahaya” dengan nilai awalnya 0. “Normal” akan di-*set* menjadi 1 ketika nilai sensor di bawah ambang 20 ppm, dan di-*set* menjadi 0 bila di atas 20 ppm. Sementara itu “Waspada” di-*set* 1 apabila nilai sensor di atas ambang 20 ppm dan 0 apabila di bawah ambang 20 ppm dan “Bahaya” di-*set* 1 apabila nilai sensor di atas ambang 40 ppm dan 0 apabila di bawah ambang 40 ppm.

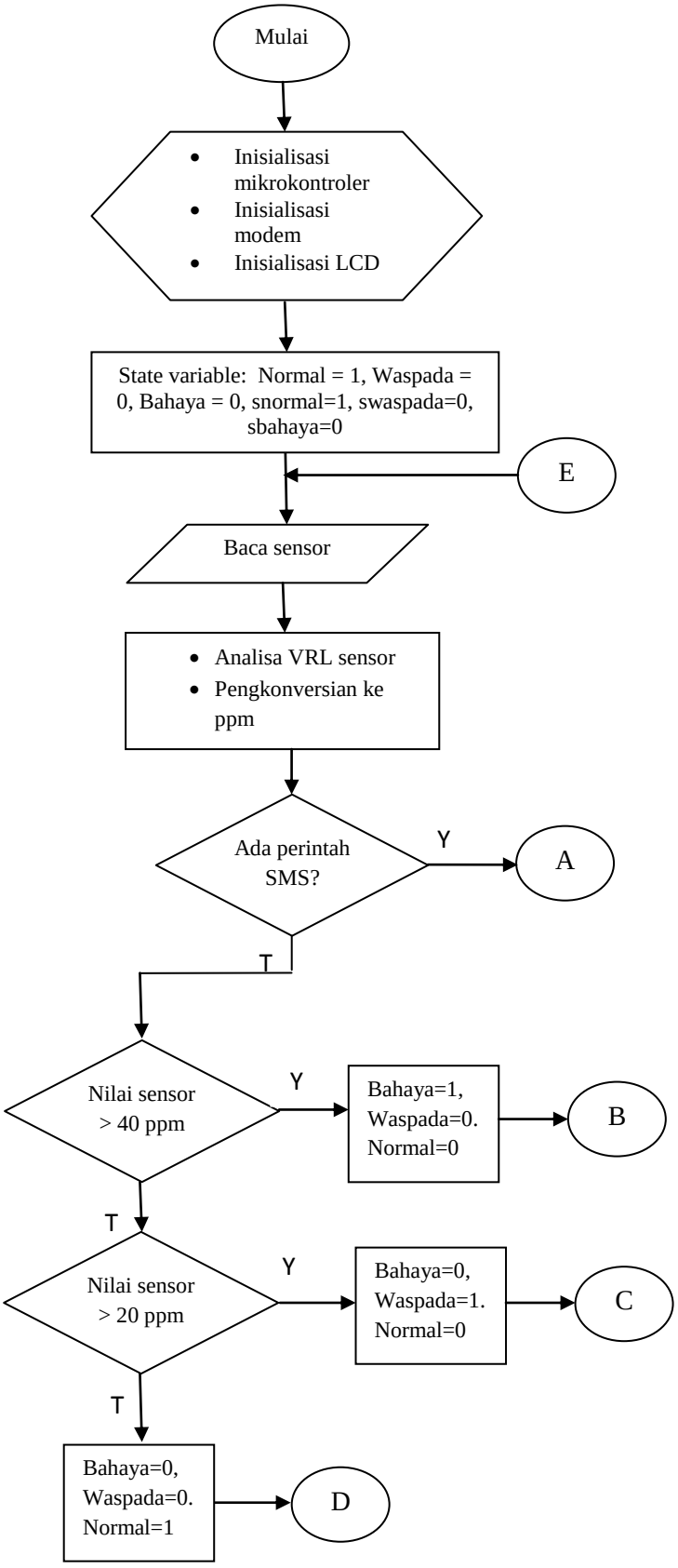
Apabila nilai sensor di atas ambang 40 ppm sementara itu “Bahaya” sama dengan 0 dan *state variable* yang lain sama dengan 1 artinya, ada kenaikan ppm, maka alat akan mengirimkan SMS dan merubah status “Bahaya” menjadi 1 dan *state variable* lainnya menjadi 0. Ketika *loop*, SMS tidak akan dikirim karena nilai “Bahaya” sama dengan 1 walaupun nilai sensor di atas ambang.

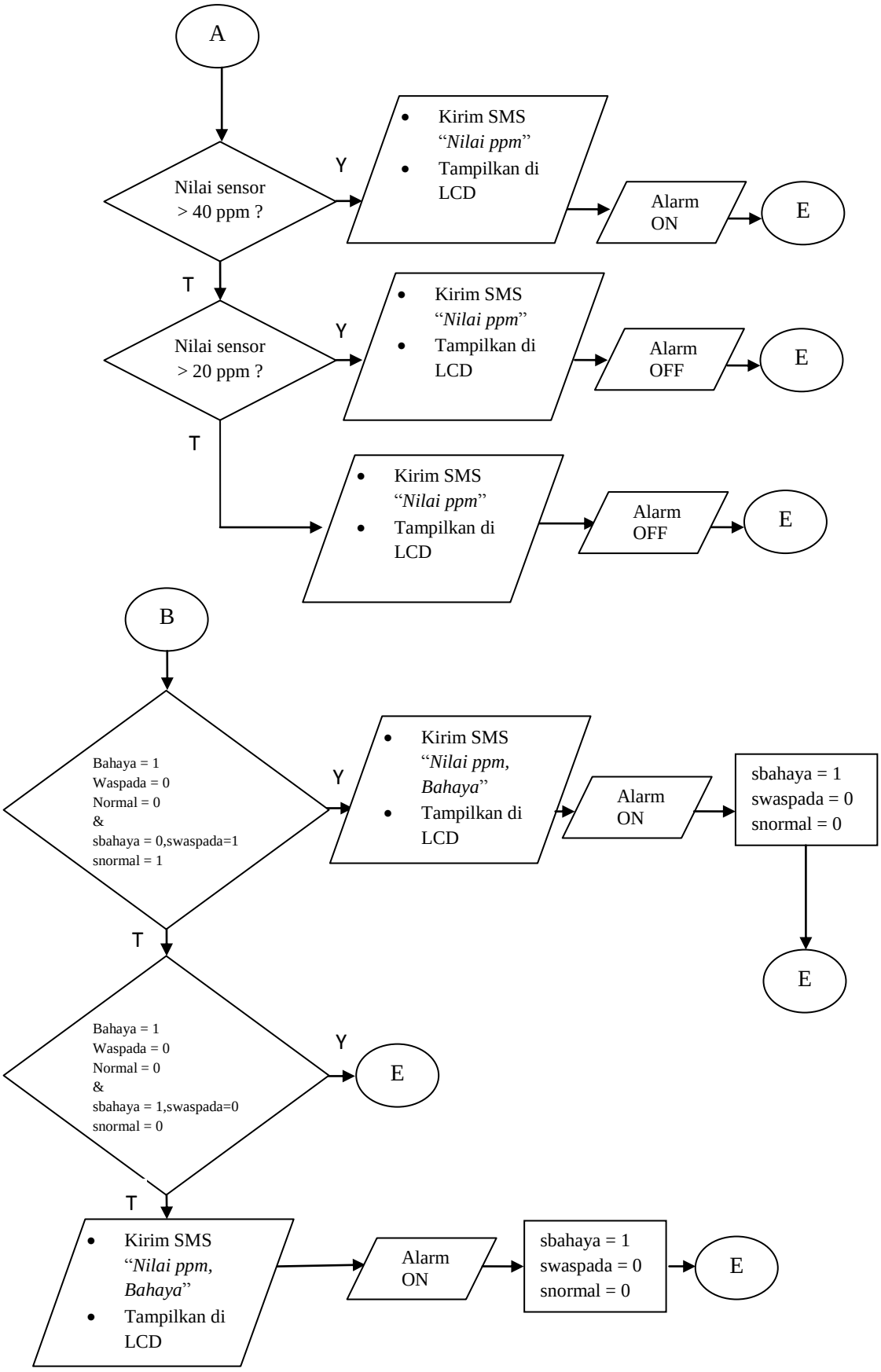
Apabila nilai sensor di bawah ambang 40 ppm sementara itu “Bahaya” sama dengan 1 dan *state variable* yang lain sama dengan 0 artinya, ada penurunan ppm, maka alat akan mengirimkan SMS dan merubah status “Bahaya” menjadi 0 dan *state variable* yang lain menjadi 1. Ketika *loop*, SMS tidak akan dikirim karena nilai “Bahaya” sama dengan 0 walaupun nilai sensor di bawah ambang.

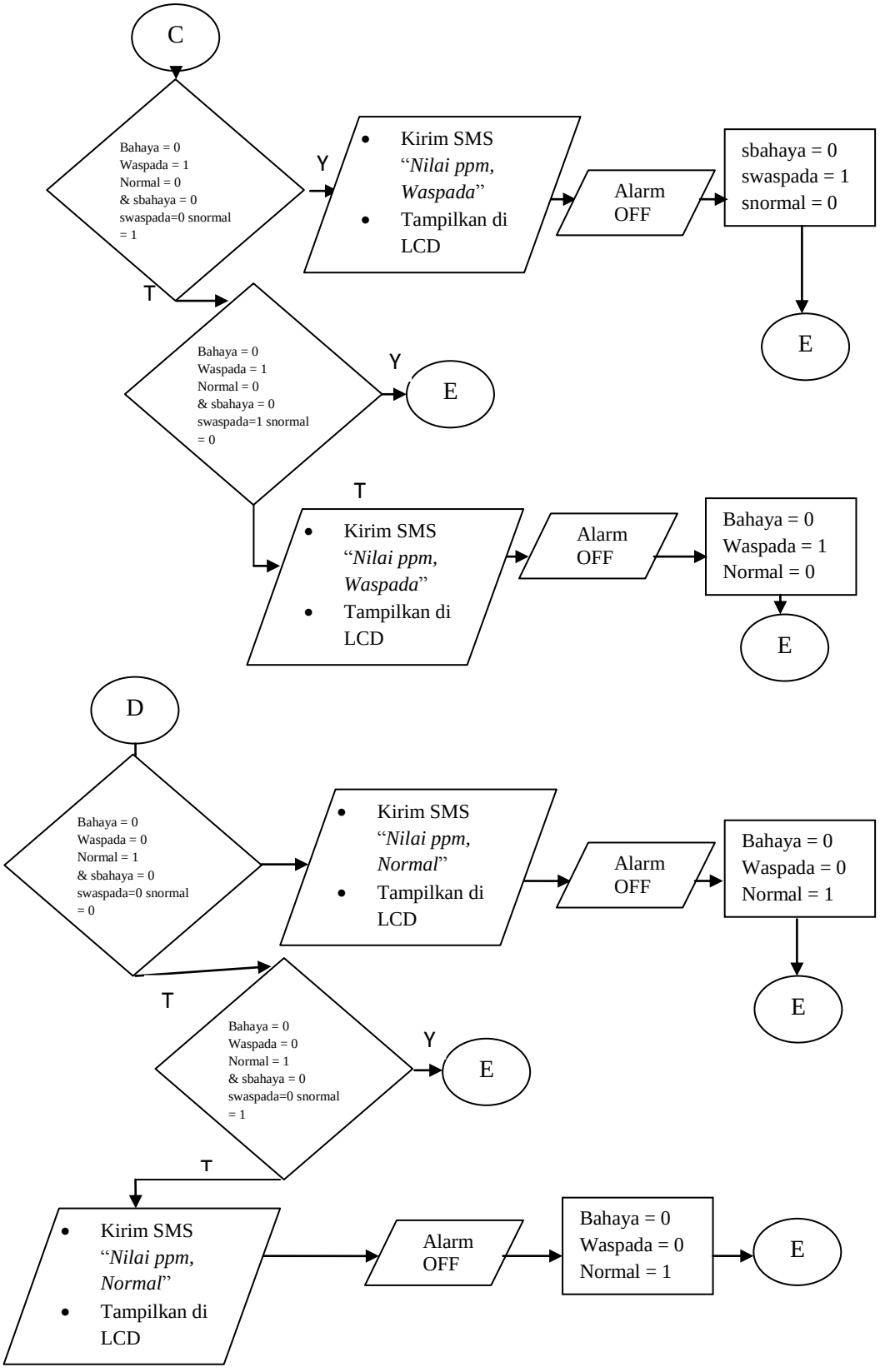
Apabila nilai sensor di atas ambang 20 ppm sementara itu “Waspada” sama dengan 0 dan *state variable* yang lain menjadi 1 artinya, ada kenaikan ppm, maka alat akan mengirimkan SMS dan merubah status “Waspada” menjadi 1 dan *state variable* yang lain menjadi 0. Ketika *loop*, SMS tidak akan dikirim karena nilai “Bahaya” sama dengan 1 walaupun nilai sensor di atas ambang.

Apabila nilai sensor di bawah ambang 20 ppm sementara itu “Waspada” sama dengan 1 dan *state variable* yang lain sama dengan 0 artinya, ada penurunan ppm, maka alat akan mengirimkan SMS dan merubah status “Waspada” menjadi 0 dan *state variable* yang lain menjadi 1. Ketika *loop*, SMS tidak akan dikirim karena nilai “Bahaya” sama dengan 0 walaupun nilai sensor di bawah ambang.

Diagram alur (flowchart) untuk menggambarkan algoritma dari sistem terdapat pada **Gambar 4.13** berikut.


Mulai
Inisialisasi mikrokontroler
Inisialisasi modem
Inisialisasi LCD
State variable: Normal = 1, Waspada = 0, Bahaya = 0, snormal=1, swaspada=0, sbahaya=0
E
Baca sensor
Analisa VRL sensor
Pengkonversian ke ppm
Ada perintah SMS?
Y
A
T
Nilai sensor > 40 ppm
Y
Bahaya=1, Waspada=0. Normal=0
B
T
Nilai sensor > 20 ppm
Y
Bahaya=0, Waspada=1. Normal=0
C
T
Bahaya=0, Waspada=0. Normal=1
D


A
Nilai sensor > 40 ppm ?
Y
Kirim SMS "Nilai ppm"
Tampilkan di LCD
Alarm ON
E
T
Nilai sensor > 20 ppm ?
Y
Kirim SMS "Nilai ppm"
Tampilkan di LCD
Alarm OFF
E
T
Kirim SMS "Nilai ppm"
Tampilkan di LCD
Alarm OFF
E
B
Bahaya = 1
Waspada = 0
Normal = 0
&
sbahaya = 0,swaspada=1
snormal = 1
Y
Kirim SMS "Nilai ppm, Bahaya"
Tampilkan di LCD
Alarm ON
sbahaya = 1
swaspada = 0
snormal = 0
E
T
Bahaya = 1
Waspada = 0
Normal = 0
&
sbahaya = 1,swaspada=0
snormal = 0
Y
E
T
Kirim SMS "Nilai ppm, Bahaya"
Tampilkan di LCD
Alarm ON
sbahaya = 1
swaspada = 0
snormal = 0
E




**Gambar 4.13 Diagram alur *warning system* dan *monitoring* gas $SO_2$**