

## **BAB III**

### **PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN**

Teknologi mikrokontroler sangat penting dalam melaksanakan suatu perancangan alat. Alat yang dibuat untuk tugas akhir ini adalah sebuah data logger kadar CO dan NO yang melibatkan sebuah mikrokontroler dan memori dimana mikrokontroler tersebut adalah sebagai pengendali utama dari rangkaian yang ada dan sebagai media penyimpanannya menggunakan memori dan beberapa komponen-komponen lain yang dapat mendukung suatu perancangan alat dalam Tugas Akhir ini.

#### **3.1 Alat dan Bahan**

Terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan alat dalam tugas akhir ini, yaitu antara lain :

##### **3.1.1 Alat yang dibutuhkan**

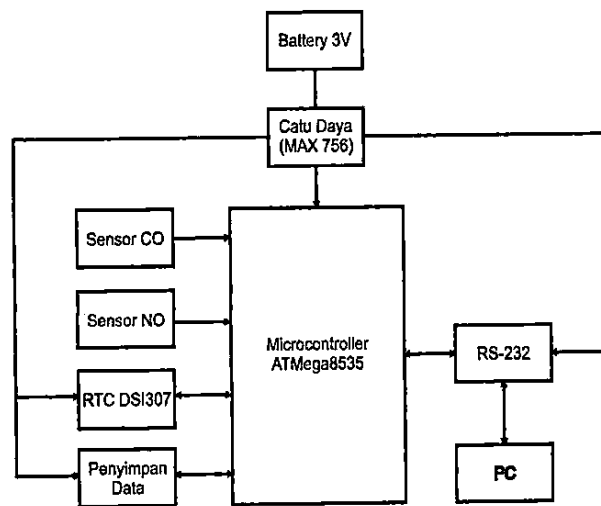
1. Komputer
2. Multimeter
3. Solder
4. Toolset

### **3.1.2 Bahan yang digunakan**

1. Sensor CO TGS2442
2. Sensor NO TGS2106
3. Mikrokontroler ATmega8535
4. RTC DS1307
5. MAX756
6. EEPROM AT24C256
7. MAX232
8. Baterai 3 Volt
9. Kabel
10. Box dengan bahan dari plastik
11. PCB dan pelarutnya
12. Komponen pasif pendukung (resistor, kapasitor, dan induktor)

### 3.2 Rancangan Rangkaian Elektronik

Perangkat keras yang dibangun meliputi bagian elektronik sebagai unit pengindra dan pengolah data hasil pengindraan. Bagian elektronik meliputi sensor, mikrokontroler, dan memori. Diagram blok yang menunjukkan interaksi pada bagian elektronik tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok alat yang akan dibuat

Cara kerja rangkaian :

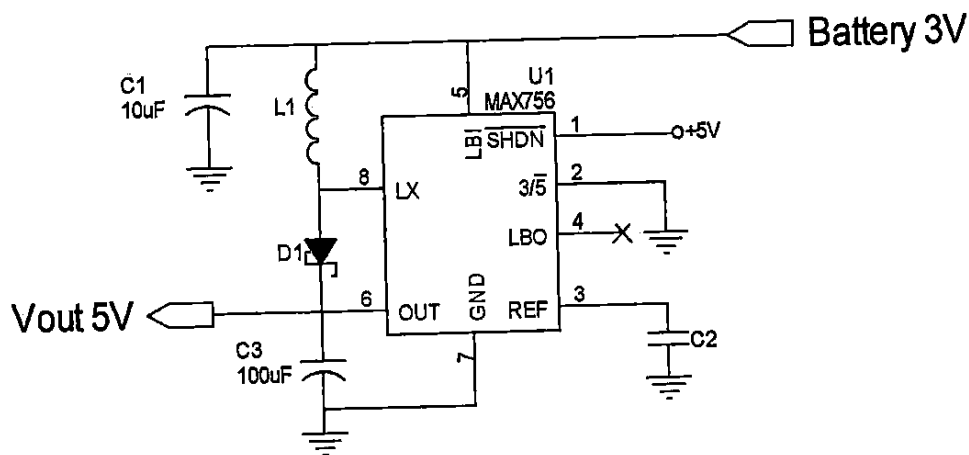
1. Catu daya berasal dari batere 3 Volt kemudian dinaikkan menjadi 5 Volt untuk rangkaian sistem.
2. Sensor mengirimkan setiap data hasil pengukuran kepada mikrokontroler untuk kemudian diproses sesuai dengan yang diinginkan.
3. Mikrokontroler memproses data yang dikirim oleh sensor kemudian disimpan di memori. Mikrokontroler dilengkapi dengan pencatat waktu yang menunjukkan waktu pengambilan data secara *real-time*.
4. Untuk pengambilan data dari mikrokontroler ke komputer dihubungkan melalui komunikasi serial.

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 3.1, dibuat rancangan skematik dari rangkaian seperti pada Gambar 3.2.



### 3.2.1 Baterai dan Catu Daya MAX756 DC Stabil

Unit ini merupakan bagian yang sangat penting karena bertugas menyalurkan arus DC dengan tegangan stabil sebesar 5 Volt ke seluruh sistem yang menggunakannya. Tegangan dari baterai 3 Volt dinaikkan menjadi 5 Volt untuk rangkaian sistem. Untuk menaikkan tegangan sesuai dengan yang dibutuhkan digunakan MAX756. Jika terjadi perubahan nominal tegangan yang dikeluarkan mengakibatkan dampak yang signifikan terutama pada ADC mikrokontroler. Hal ini karena tegangan referensi ADC menggunakan sumber eksternal dari catu tegangan sumber. Sehingga jika tegangan referensinya berubah tentu ikut mengubah hasil pembacaan sensornya. Gambar skema rangkaian catu daya ditunjukkan pada Gambar 3.3.

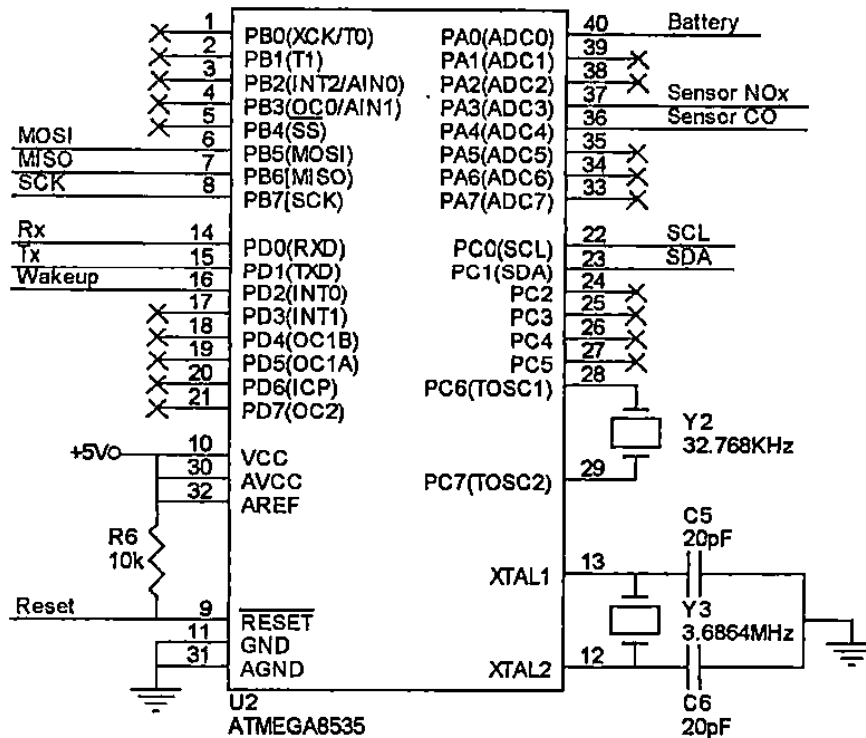


Gambar 3.3 Skema Rangkaian Catu Daya

### 3.2.2 Pengendali Utama Berbasis Mikrokontroler ATmega8535

Pada rangkaian ini merupakan pengendali utama dari sistem yang ada pada tugas akhir ini. Biasanya disebut motherboard karena pada rangkaian inilah semua

sistem akan bekerja. Skema pengendali utama berbasis Mikrokontroler ATmega8535 ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skema Pengendali Utama Mikrokontroler ATmega8535

### 3.2.3 Rangkaian Sensor

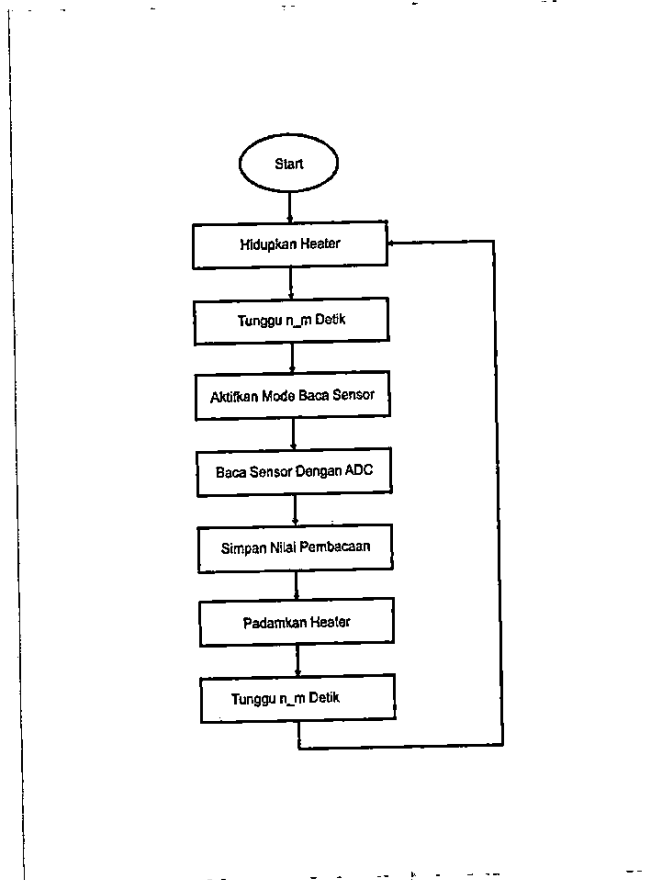
#### 3.2.3.1 Rangkaian Sensor TGS2106

Sensor ini akan mengubah suatu besaran yang akan diubah ke besaran lain yaitu gas NO diubah menjadi besaran listrik. Gas yang diukur akan diubah ke dalam bentuk sinyal listrik, untuk keperluan tersebut dibutuhkan suatu alat yaitu sensor gas NO.

Sensor TGS2106 mempunyai 4 kaki dimana kaki 3 dan 4 sebagai heater, untuk meningkatkan molekul-molekul gas yang ditangkap oleh sensor agar kinerja sensor semakin optimal. Sedang kaki 1 dan 2 adalah elektroda sensor (-) dan

dan sensor akan menangkap gas NO. Apabila terdapat gas maka resistansi dari sensor akan naik. Kenaikan resistansi ini sebanding dengan besarnya jumlah kadar gas yang ditangkap sensor.

Proses pembacaan sensor yaitu awalnya menghidupkan heater dengan memberikan logika *low* pada transistor PNP. Kemudian mengaktifkan mode baca sensor dengan memberikan logika *high* pada transistor NPN. Untuk selanjutnya membaca output sensor dengan ADC mikrokontroler (10 bit) dan disimpan nilainya. Flowchart cara kerja sensor NO ditunjukkan pada Gambar 3.5.

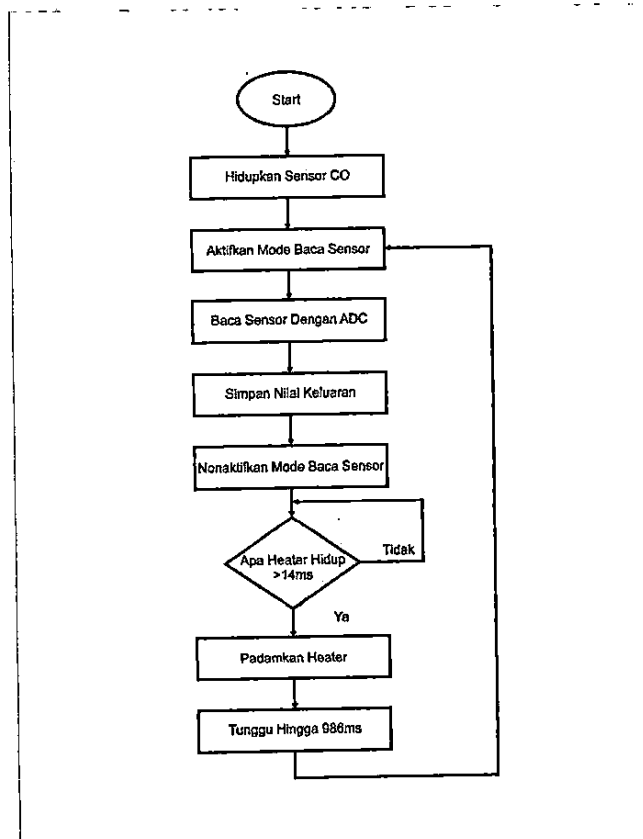


Gambar 3.5 Flowchart cara kerja sensor NO

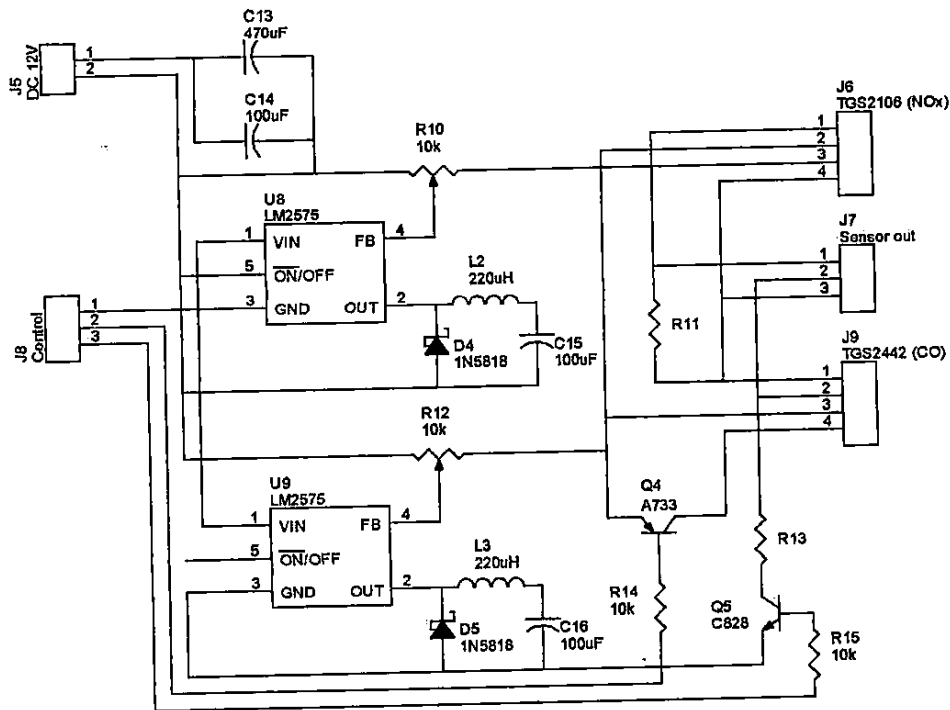


### 3.2.3.2 Rangkaian Sensor TGS2442

Sensor ini memiliki sensitifitas yang meningkat secara linear dengan meningkatnya konsentrasi gas CO yang terdeteksi dimana resistansi sensor berbanding lurus dengan nilai kadar gas CO yang terdeteksi oleh sensor. Sensor ini mempunyai 4 kaki dimana kaki 1 dan 4 sebagai heater, untuk meningkatkan molekul-molekul gas yang ditangkap oleh sensor agar kinerja sensor semakin optimal. Sedang kaki 3 dan 2 adalah elektroda sensor (-) dan elektroda sensor (+). Flowchart cara kerja sensor NO ditunjukkan pada Gambar 3.5. Sedang Gambar 3.6 merupakan gambar pengkondisi sensor.



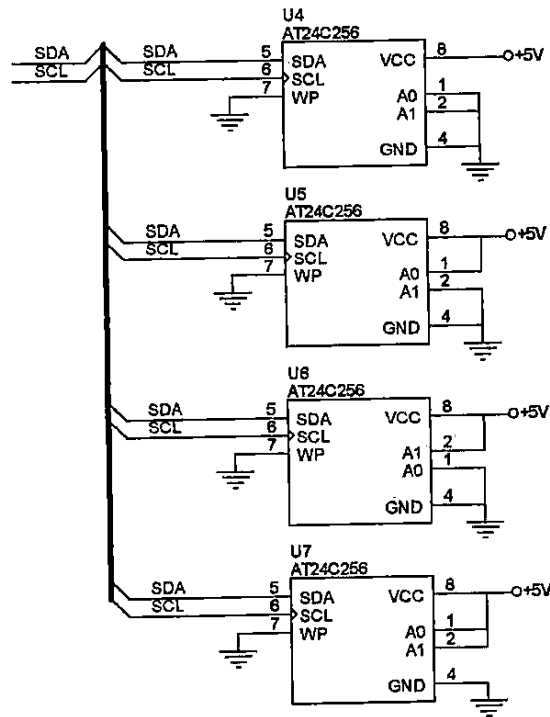
**Gambar 3.6** Flowchart cara kerja sensor CO



Gambar 3.7 Pengkondisi Sensor

### 3.2.4 Penyimpanan Data Pada Memori

IC memori yang digunakan untuk menyimpan memori adalah tipe AT24C256 produksi ATMEL dengan kapasitas 32 Kbyte untuk tiap keping IC. Sehingga dengan menggunakan 4 keping IC diperoleh total kapasitas penyimpanan data sebesar 128 Kbyte. Rangkaian penyimpanan data ditunjukkan pada Gambar 3.8.



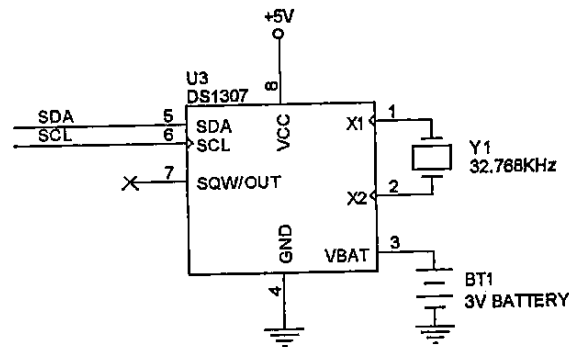
**Gambar 3.8** Rangkaian Penyimpanan Data

Dengan menggunakan komunikasi I2C maka ketiga keping IC memori AT24C256 bisa dikaskadekan dengan menggunakan jalur data secara bersama-sama. Pada setiap keping IC memori terdapat pin A0 dan A1. Jika dilihat secara seksama kondisi logika pada kedua pin tersebut pada setiap kepingnya adalah berbeda. Perbedaan tersebut berupa kombinasi digital 2 bit. Penempatan data di memori tergantung pada *address*.

### 3.2.5 Pewaktuan Digital Menggunakan IC DS1307

Sebagai fungsi logger, setiap data kejadian harus disandarkan terhadap waktu terjadinya. Sehingga setiap kejadian akan mempunyai historis waktu yang berbeda-beda, minimal perbedaan yaitu pada detik terjadinya. Adapun format

akuisisi data kejadian terhadap waktu bisa dilihat pada Gambar 3.9.

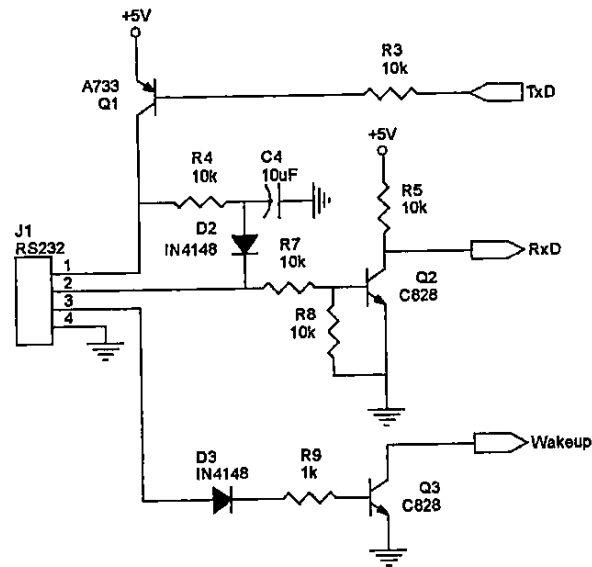


**Gambar 3.9** Rangkaian Pewaktuan Digital

Setiap satu kejadian sensor yang diterima oleh mikrokontroller, maka mikrokontroller selanjutnya akan melakukan akuisisi waktu dengan berkomunikasi secara I2C (*Inter Integrated Circuit*) dengan perangkat RTC (*realtime clock*). Data yang diperoleh dari piranti RTC berupa tanggal-bulan-tahun-jam-menit-detik, kemudian oleh mikrokokontroller data-data tersebut disimpan untuk selanjutnya digunakan pada proses penyimpanan pada memori.

### 3.2.6 Antarmuka Komunikasi Serial RS-232 Menggunakan IC MAX232

Agar komputer dapat berkomunikasi dua arah dengan mikrokontroler maka digunakan perangkat yang menjembatani level logika serial pada komputer dan level logika TTL serial pada mikrokontroler. Perangkat tersebut memiliki kemampuan konversi dari TTL UART pada mikrokontroler menuju standar komunikasi RS-232 pada komputer. Komunikasi antara mikrokontroler dengan komputer menggunakan transmisi serial UART (*universal asynchronous receiver transmitter*). Gambar rangkaian komunikasi serial ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Rangkaian Komunikasi Serial

### 3.3 Perangkat Lunak

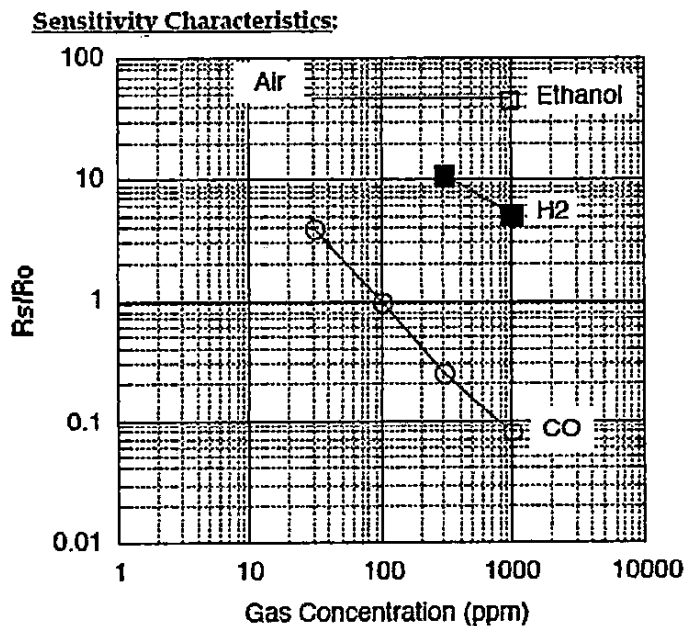
Program untuk mikrokontroler ditulis dalam bahasa Basic dengan menggunakan software BASCOM, dan kemudian dikompilasi dengan *compiler* Bascom AVR. Hasil kompilasi berupa *file* hexadesimal dengan ekstensi .hex. *File* .hex ini kemudian di-*download* ke mikrokontroler dengan perangkat-lunak *PonyProg 2000*.

Perlu diingat sebelum fungsi-fungsi *software* dibuat hal pertama yang dilakukan adalah mendefinisikan kaki-kaki (*pin*) yang dihubungkan dari mikrokontroler ke komponen aktif dan komponen pasif. Jika pendefinisian *pin* tidak sesuai perancangan *interface* pada *hardware* maka instruksi *software* yang telah di *compile* pada mikrokontroler tidak bisa dijalankan

pada komponen karena terjadi kesalahan data instruksi yang dikirim. *Library* yang tersedia berisi instruksi-instruksi untuk menjalankan program.

### 3.4 Kalibrasi

Proses kalibrasi pada alat ini menggunakan kalibrasi berdasar pada *datasheet* masing-masing sensor. Untuk mendapatkan ppm, nilai  $R_s/R_o$  harus diketahui terlebih dahulu. Berdasar pada *datasheet* diketahui bahwa hubungan  $R_s/R_o$  dengan ppm dapat diketahui dengan melihat grafik hubungan  $R_s/R_o$  dengan konsentrasi ppm sesuai dengan Grafik 3.1.



**Grafik 3.1** Hubungan antara  $R_s/R_o$  dengan konsentrasi gas CO

Dari grafik hubungan antara  $R_s/R_o$  dengan konsentrasi gas diperoleh  $R_s/R_o = 5$  dengan konsentrasi gas = 30 ppm dan  $R_s/R_o = 0,09$  dengan konsentrasi gas 1000 ppm. Selisih  $R_s/R_o$  adalah 4,91 dan selisih konsentrasi gas adalah 970. Dari data tersebut dapat diperoleh rasio :  $4,91/970 = 0,00506$  per ppm. Artinya setiap kenaikan konsentrasi gas 1 ppm maka rasionya adalah 0,00506.

Untuk mencari nilai  $R_s$  maka dilakukan perhitungan dengan rumus

$$R_s \text{ sebagai berikut : } R_s = \frac{V_s \times R_l}{V_{out}} - R_l$$

Sampel perhitungan untuk mencari  $R_s$  :

$$V_c = 5 \text{ Volt, } V_{out} = 0,65 \text{ Volt, } R_l = 10 \text{ K ohm}$$

$$\begin{aligned} R_s &= \frac{5 \times 10 \text{ K}}{0,65} - 10 \text{ K} \\ &= 66923 \end{aligned}$$

Untuk mencari rasio maka dilakukan perhitungan rumus :

$$\text{Rasio} = R_s/R_o$$

$$= \frac{66923 \Omega}{14861 \Omega} = 4,5$$

$$\text{Ppm} = 30 + \left( \frac{5 - 4,5}{0,00506} \right)$$

$$= 30 + \left( \frac{0,5}{0,00506} \right)$$

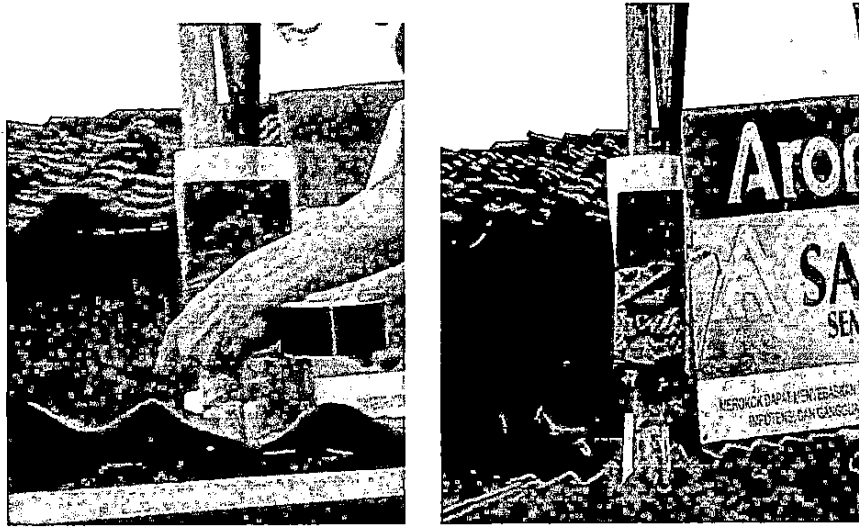
$$= 30 + \left( \frac{98,81}{1} \right)$$

$$= 30 + 98$$

$$= 128 \text{ ppm}$$

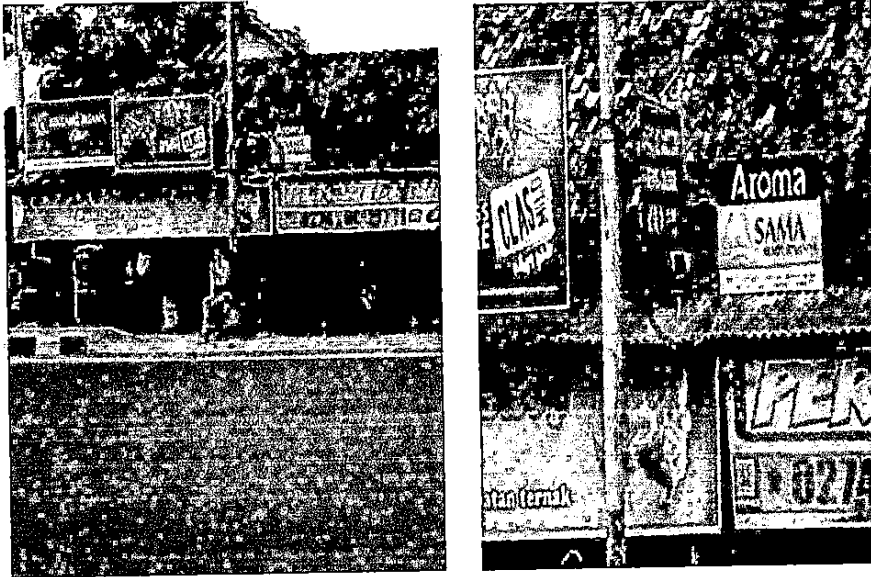
### 3.5 Pemasangan Alat

Data logger ini dirancang untuk mendeteksi besarnya konsentrasi gas CO dan NO di udara. Untuk melakukan pengujian alat dilakukan di pertigaan Gamping Sleman dimana di daerah tersebut lalu lintas kendaraan bermotor sangat padat. Gambar pemasangan alat ditunjukkan pada Gambar 3.11. Sedang gambar lokasi pemasangan ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.11 Pemasangan Alat



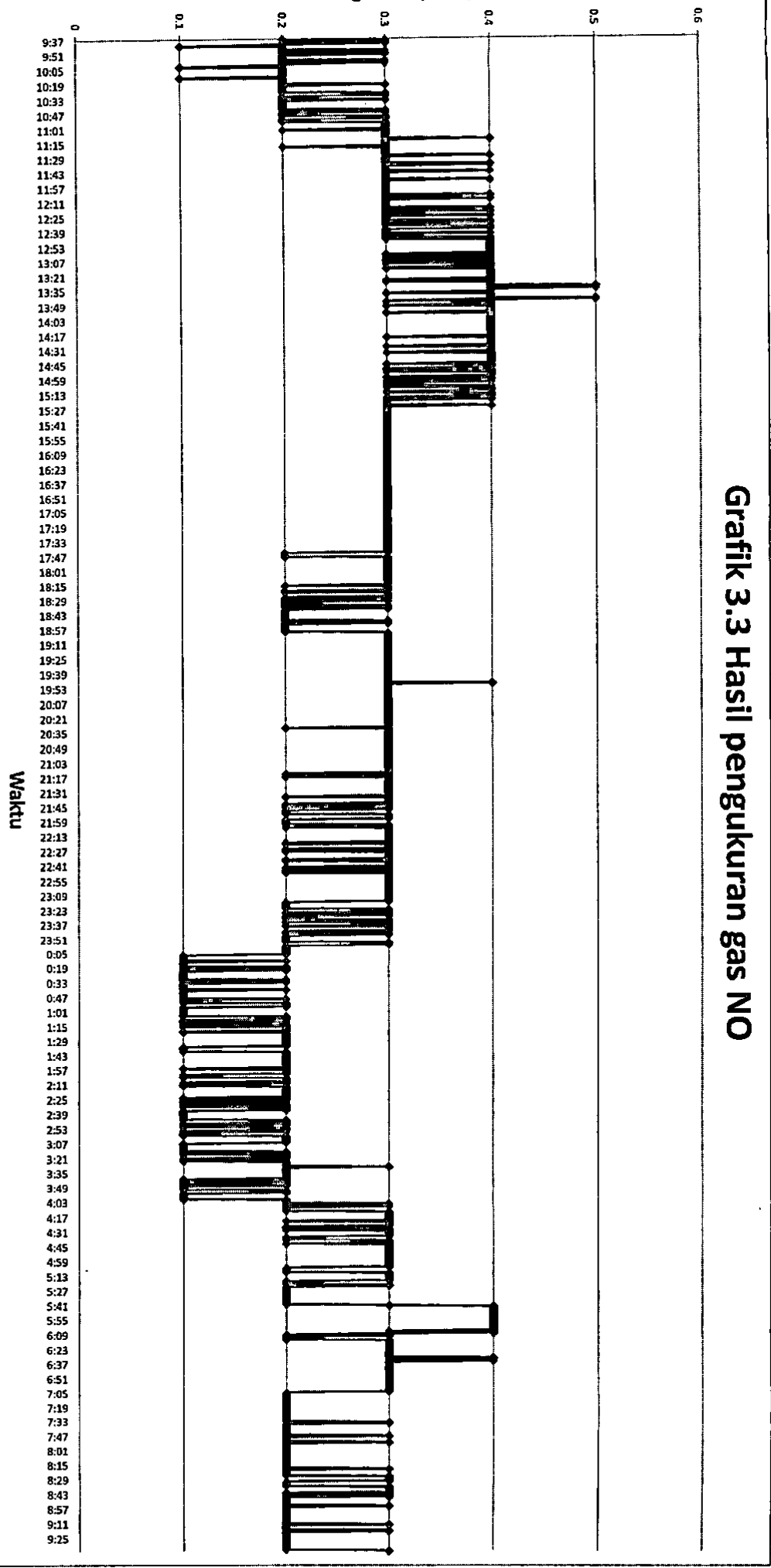


**Gambar 3.12** Lokasi Pemasangan Alat

### **3.6 Pengujian Akhir**

Pengujian alat dilakukan untuk mendapatkan data sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian alat rancangan melalui beberapa tahapan mulai dari mencari lokasi pemasangan alat, pemasangan alat, pengambilan data, dan *men-download* data hasil pengukuran ke komputer. Untuk hasil pengukuran terdapat pada lembar lampiran.

Kadar gas NO (PPM)



Grafik 3.3 Hasil pengukuran gas NO