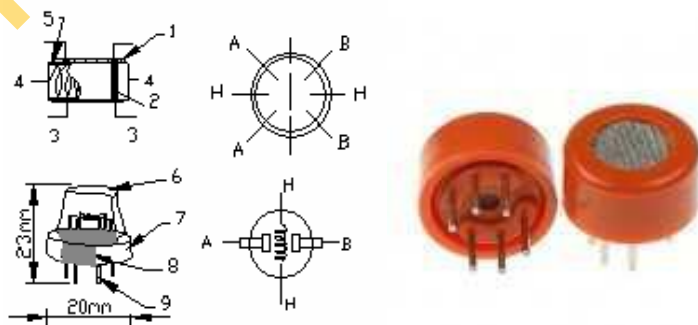


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Carbon Monoxide Sensor

MQ-7 adalah sebuah sensor gas CO (karbon Monoksida) yang cukup mudah penggunaannya. Sensor ini sangat cocok untuk mendeteksi gas CO dengan jangkauan pendeteksiannya mulai dari 10 sampai 10.000 ppm (*Part per Million*). Bentuk sensor ini mirip dengan sensor MQ-3 yang digunakan untuk mendeteksi alkohol. Kemasan sensor MQ-7 tersedia dalam dua macam yaitu dari bahan metal dan plastic. Sensor ini memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu respon yang cepat. Output sensor berupa resistansi analog. Rangkaian *driver* pun sangat sederhana, yang dibutuhkan hanya suplai daya 5V untuk *heater coil*, menambahkan resistansi beban (RL), dan menghubungkan output ke ADC. Struktur dan konfigurasi sensor gas MQ-7 Pertama adalah material sensor yaitu *tin dioxide* (SnO_2). MQ-7 memiliki 6 pin, 4 pin yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin digunakan untuk memberikan pemanasan material sensor. Gambar 2.1 memperlihatkan struktur dari MQ-7. Tabel 2.1 menjelaskan Komponen Sensor MQ – 7. (Hanwei : 2013b).



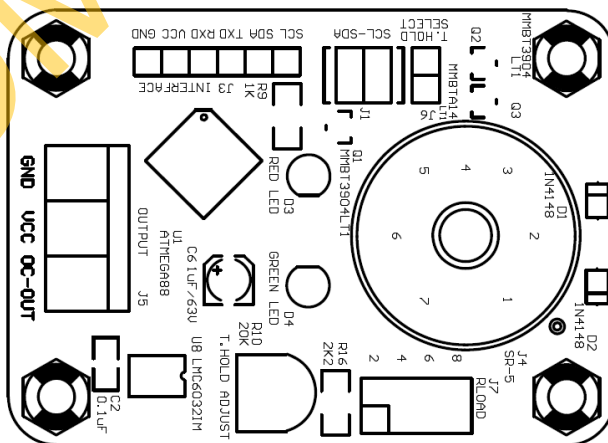
Gambar 2.1. Struktur Carbon Monoxide Sensor (MQ - 7).

Tabel 2.1 Komponen Sensor MQ – 7.

No	Parts	Materials
1	Gas sensing layer	snO ₂
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-cralloy
5	Tubular ceramic	Al ₂ O ₃
6	Anti-explosion network	Stainlees steel gauze (sus316 100-mesh)
7	Clamp ring	Copper plating Ni
8	Resin base	Bakelite
9	Tube pin	Copper plating Ni

2.1.1 Konfigurasi Sensor MQ-7 (*Carbon Monoxide Sensor*)

Sensor gas CO merupakan salah satu komponen penting dalam Tugas Akhir kali ini. Sensor gas CO digunakan sebagai pendeteksi gas CO di udara. Dalam tugas akhir kali ini sensor gas CO yang digunakan adalah modul sensor MQ-7. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan sensor gas CO yaitu modul MQ-7. Tata letak dari komponen yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Tata Letak Komponen Sensor MQ-7.

2.1.2 Konektor Dan Pengaturan *Jumper*

Konektor *interface* (J3) berfungsi sebagai konektor untuk catu daya modul, antarmuka UART TTL, dan antarmuka I2C. Tabel 2.2 menjelaskan nama pin dan fungsinya.

Tabel 2.2 Pin dan Fungsinya.

Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Titik referensi ground untuk catu daya input
2	VCC	Terhuung ke catu daya 5 volt.
3	RX TTL	Input serial TTL ke modul sensor
4	TX TTL	Output serial TTL dari modul sensor
5	SCL	I2c bus <i>data input/output</i>
6	SDL	I2c bus <i>clock input</i>

Jumper SCL SDA (J1) berfungsi untuk mengaktifkan resistor *pull-up* untuk pin SDA dan SCL pada antarmuka I2C. Tabel 2.3 menjelaskan pin jumper SCL SDA dan fungsinya.

Tabel 2.3 Pin *Jumper* Terpasang Atau *Jumper* Terlepas Dan Fungsinya.

<i>Jumper</i> SCL SDA (J1)	fungsi
Terlepas	<i>Pull-up</i> tidak aktif
Tepasang	<i>Pull-up</i> aktif

Apabila lebih dari satu modul dihubungkan pada I2C-bus maka *jumper* J1(SCL/SDA) salah satu modul saja yang perlu dipasang. *Jumper* RLOAD (J7) berfungsi untuk memilih resistor beban yang akan digunakan pada rangkaian pengkondisi sinyal modul MQ-7. Hal ini harus diatur karena modul ini dapat digunakan untuk lebih dari 1 macam sensor dan karakteristik setiap sensor berbeda-beda. Tabel 2.4 menjelaskan posisi pin jumper untuk nilai resistor beban.

Tabel 2.4 Pin Jumper Untuk Nilai Resistor Beban.

<i>Jumper</i> RLOAD (J7)	Nilai Resistor Beban dan Rekomendasi Sensor
Pin posisi 2	Nilai Resistor 2K2 Ohm Sensor MQ-4 dan MQ-135
Pin posisi 4	Nilai Resistor 3K3 Ohm Sensor MQ-3 dan MQ-7
Pin posisi 6	Nilai Resistor 5K1 Ohm Sensor MQ-6
Pin posisi 8	Nilai Resistor 100K Ohm Sensor MG-811

Soket SR-5 (J4) berfungsi sebagai konektor untuk sensor gas yang digunakan.

Tabel 2.5 menjelaskan pin konektor dari sensor gas.

Tabel 2.5 Pin Konektor Untuk Sensor Gas.

Pin	Nama	Koneksi
1	A	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
2	H	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
3	A	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
4	B	Terhubung dengan rangkaian pengkondisi sinyal
5	H	Terhubung dengan rangkaian pengendali heater
6	B	Terhubung dengan rangkaian pengkondisi sinyal

Konektor OUTPUT (J5) berfungsi sebagai konektor untuk *output open collector*.

Tabel 2.6 menjelaskan pin untuk catu daya.

Tabel 2.6 Pin Untuk Catu Daya.

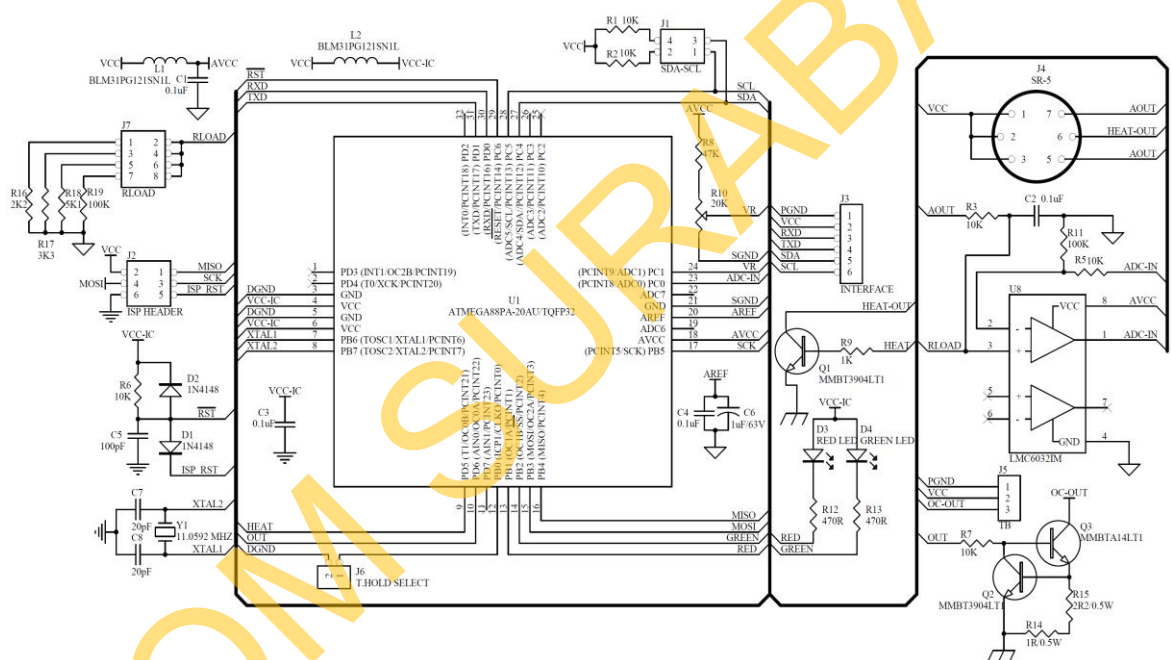
Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Terhubung dengan titik referensi catu daya
2	VCC	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
3	OC-OUT	Pin output kendali ON/OFF bersifat <i>Open Collector</i>

2.1.3 LED Indikator

Pada modul gas sensor terdapat 2 buah LED indikator yaitu LED indikator merah dan LED indikator hijau. Pada saat power-up, LED merah akan berkedip sesuai dengan alamat I2C modul. Jika alamat I2C adalah 0xE0 maka LED indikator akan berkedip 1 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE2 maka LED indikator akan berkedip 2 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE4 maka LED indikator akan berkedip 3 kali dan demikian seterusnya sampai alamat I2C 0xEE maka LED indikator akan berkedip 8 kali.

Pada saat *power-up*, LED hijau akan berkedip dengan cepat sampai kondisi pemanasan sensor dan hasil pembacaan sensor sudah stabil. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi stabil berbeda-beda untuk tiap sensor yang

digunakan tergantung pada kecepatan respon sensor dan kondisi *heater* pada sensor. Jika kondisi stabil sudah tercapai, maka LED hijau akan menyala tanpa berkedip. Pada kondisi operasi normal (setelah kondisi *power-up*), LED merah akan menyala atau padam sesuai dengan hasil pembacaan sensor dan mode operasi yang dipilih. Sedangkan selama hasil pembacaan sensor stabil, LED hijau akan tetap menyala dan hanya berkedip pelan (tiap 1 detik) jika ada perubahan konsentrasi gas.

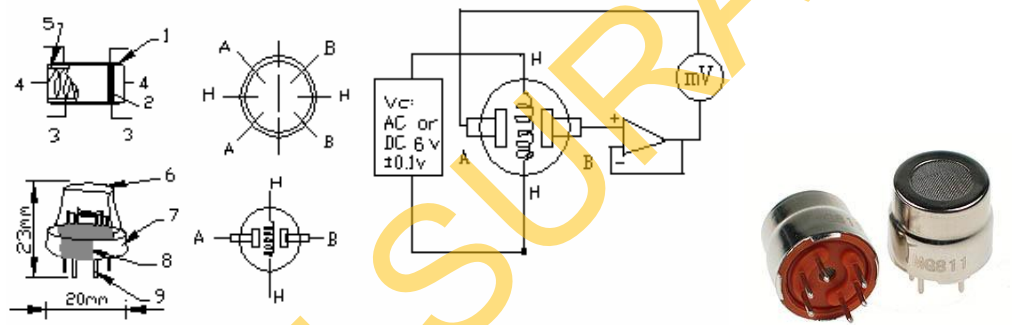


Gambar 2.3 Rangkaian Modul Sensor MQ-7.

2.2 Carbon Dioxide Sensor

MG-811 adalah sebuah sensor gas CO_2 (karbon dioksida) yang cukup mudah penggunaannya, Sensor ini memiliki fitur sensitivitas yang baik dan selektivitas terhadap gas CO_2 , Kelembaban yang rendah dan ketergantungan pada temperatur dan stabilitas yang panjang. Struktur sensor seperti pada Gambar 2.4, komposisi dari sensor ini adalah :

1. *solid electrolyte layer*
2. *Gold electrode*
3. *Platinum Lead*
4. *Heater*
5. *Porcelain Tub*
6. *100 m double-layer stainless net*
7. *Nickel dan copper plated ring*
8. *Bakelite*
9. *dan copper plated pin* (Hanwei : 2012).



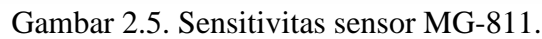
Gambar 2.4 Struktur, rangkaian dan bentuk fisik *Carbon Dioxide Sensor*.

Sensitivitas dari sensor MG-811 pada Gambar 2.5 (Hanwei : 2012).

Temperatur : 28 derajat

RH : 65%

Oxygen : 21%



Sensor gas CO₂ merupakan salah satu komponen penting dalam Tugas Akhir kali ini. Sensor gas CO₂ digunakan sebagai pendeteksi gas CO₂ di udara. Dalam tugas akhir kali ini sensor gas CO₂ yang digunakan adalah modul sensor MG-811. Pada Tugas Akhir ini penulis menggunakan sensor gas CO₂ yaitu modul MG-811. Tata letak dari komponen yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



2.2.2 Konektor Dan Pengaturan *Jumper*

Konektor *interface* (J3) berfungsi sebagai konektor untuk catu daya modul, antarmuka UART TTL, dan antarmuka I2C. Tabel 2.7 menjelaskan nama pin dan fungsinya.

Tabel 2.7 Pin dan Fungsinya.

Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Titik referensi ground untuk catu daya input
2	VCC	Terhuung ke catu daya 5 volt.
3	RX TTL	Input serial TTL ke modul sensor
4	TX TTL	Output serial TTL dari modul sensor
5	SCL	I2c bus <i>data input/output</i>
6	SDL	I2c bus <i>clock input</i>

Jumper SCL SDA (J1) berfungsi untuk mengaktifkan resistor *pull-up* untuk pin SDA dan SCL pada antarmuka I2C. Tabel 2.8 menjelaskan pin jumper SCL SDA dan fungsinya.

Tabel 2.8 Pin *Jumper* Terpasang Atau *Jumper* Terlepas Dan Fungsinya.

<i>Jumper</i> SCL SDA (J1)	fungsi
Terlepas	<i>Pull-up</i> tidak aktif
Tepasang	<i>Pull-up</i> aktif

Apabila lebih dari satu modul dihubungkan pada I2C-bus maka *jumper* J1SCL/SDA) salah satu modul saja yang perlu dipasang. *Jumper* RLOAD (J7) berfungsi untuk memilih resistor beban yang akan digunakan pada rangkaian pengkondisi sinyal modul MG-811. Hal ini harus diatur karena modul ini dapat digunakan untuk lebih dari 1 macam sensor dan karakteristik setiap sensor berbeda-beda. Tabel 2.9 menjelaskan pin jumper untuk nilai resistor beban.

Tabel 2.9 Pin Jumper Untuk Nilai Resistor Beban.

<i>Jumper</i> RLOAD (J7)	Nilai Resistor Beban dan Rekomendasi Sensor
Pin posisi 2	Nilai Resistor 2K2 Ohm Sensor MQ-4 dan MQ-135
Pin posisi 4	Nilai Resistor 3K3 Ohm Sensor MQ-3 dan MQ-7
Pin posisi 6	Nilai Resistor 5K1 Ohm Sensor MQ-6
Pin posisi 8	Nilai Resistor 100K Ohm Sensor MG-811

Soket SR-5 (J4) berfungsi sebagai konektor untuk sensor gas yang digunakan.

Tabel 2.10 menjelaskan pin untuk sensor gas.

Tabel 2.10 Pin Konektor Untuk Sensor Gas.

Pin	Nama	Koneksi
1	A	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
2	H	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
3	A	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
4	B	Terhubung dengan rangkaian pengkondisi sinyal
5	H	Terhubung dengan rangkaian pengendali heater
6	B	Terhubung dengan rangkaian pengkondisi sinyal

Konektor OUTPUT (J5) berfungsi sebagai konektor untuk *output open collector*.

Tabel 2.11 menjelaskan pin untuk catu daya dan fungsinya.

Tabel 2.11 Pin Untuk Catu Daya.

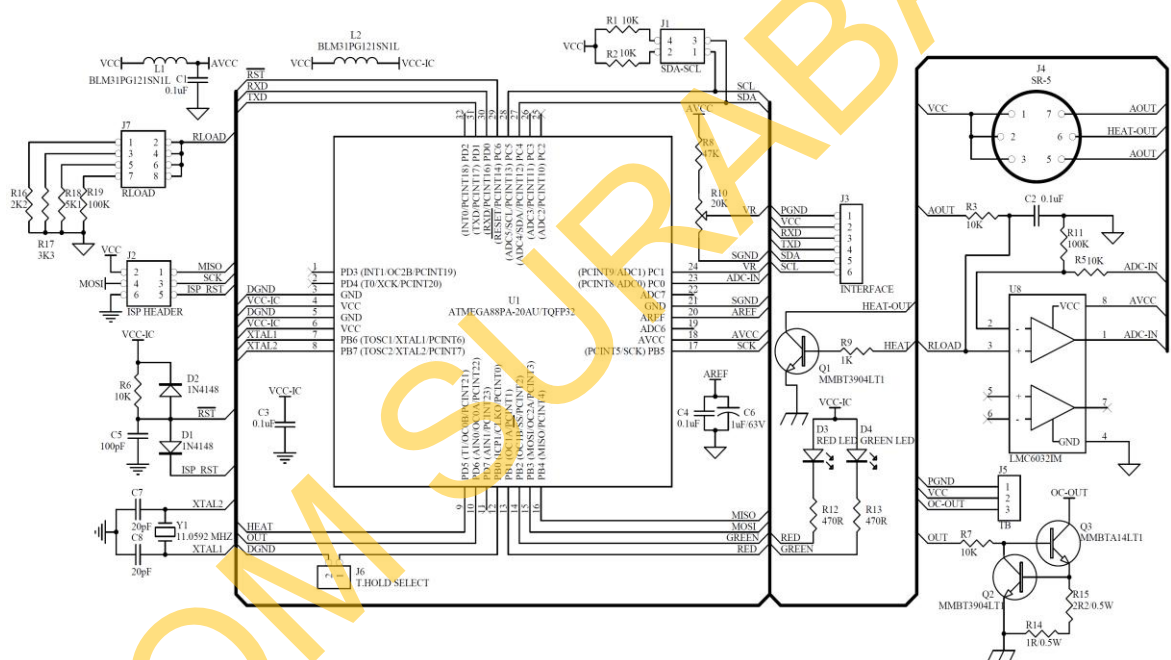
Pin	Nama	Fungsi
1	GND	Terhubung dengan titik referensi catu daya
2	VCC	Terhubung dengan tegangan catu daya 5 Volt
3	OC-OUT	Pin output kendali ON/OFF bersifat <i>Open Collector</i>

2.2.3 LED Indikator

Pada modul gas sensor terdapat 2 buah LED indikator yaitu LED indikator merah dan LED indikator hijau. Pada saat *power-up*, LED merah akan berkedip sesuai dengan alamat I2C modul. Jika alamat I2C adalah 0xE0 maka LED indikator akan berkedip 1 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE2 maka LED indikator akan berkedip 2 kali. Jika alamat I2C adalah 0xE4 maka LED indikator akan berkedip 3 kali dan demikian seterusnya sampai alamat I2C 0xEE maka LED indikator akan berkedip 8 kali.

Pada saat *power-up*, LED hijau akan berkedip dengan cepat sampai kondisi pemanasan sensor dan hasil pembacaan sensor sudah stabil. Waktu yang diperlukan untuk mencapai kondisi stabil berbeda-beda untuk tiap sensor yang

digunakan tergantung pada kecepatan respon sensor dan kondisi *heater* pada sensor. Jika kondisi stabil sudah tercapai, maka LED hijau akan menyala tanpa berkedip. Pada kondisi operasi normal (setelah kondisi *power-up*), LED merah akan menyala atau padam sesuai dengan hasil pembacaan sensor dan mode operasi yang dipilih. Sedangkan selama hasil pembacaan sensor stabil, LED hijau akan tetap menyala dan hanya berkedip pelan (tiap 1 detik) jika ada perubahan konsentrasi gas.

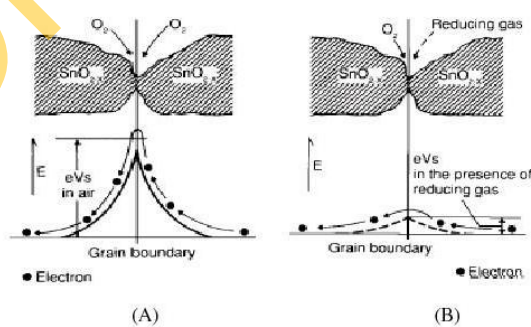


Gambar 2.7 Rangkaian Modul Sensor MG-811.

2.3 TGS 2602 Sulfur Dioxide Sensor

Sensor yang digunakan adalah *Tin Oxide Gas Sensor (TGS)* yang diproduksi oleh Figaro Engineering Inc. Ada bermacam-macam sensor gas *tin oxide* yang tersedia secara komersial dan sensor jenis ini yang paling banyak digunakan dalam industri. Sensor jenis ini relatif murah, ringkas dan mempunyai sensitivitas yang bagus namun mempunyai kelemahan ketergantungan terhadap

temperatur. Sensor-sensor ini aktif pada suhu yang cukup tinggi dan untuk memenuhi persyaratan ini dibutuhkan sumber energi yang besar. Elemen utama dari TGS sensor adalah sebuah *metal oxide semiconductor*. TGS sensor mempunyai sebuah tahanan sensor yang nilainya bergantung pada konsentrasi oksigen yang bersentuhan dengan *metal oxide semiconductor*. Perubahan *intergrain potential barrier* dari *tin oxide gas sensor* diperlihatkan pada Gambar 2.8. Gambar bagian A memperlihatkan perubahan yang terjadi tanpa adanya zat kimia lain, sedangkan Gambar 2.8 bagian (B) memperlihatkan perubahan yang terjadi dengan adanya zat kimia lain. Keberadaan oksigen meingkatkan level *potential barrier* yang juga meningkatkan tahanan sensor. Jika ada zat kimia lain yang dihirup pada sensor, maka hal ini menyebabkan pengurangan konsentrasi oksigen pada permukaan *tin oxide*. Fenomena ini menyebabkan pengurangan konsentrasi oksigen pada permukaan *tin oxide*. Fenomena ini menyebabkan menurunnya *intergrain potential barrier* seperti diperlihatkan pada Gambar 2.8 bagian (B), dan menyebabkan penurunan tahanan sensor.



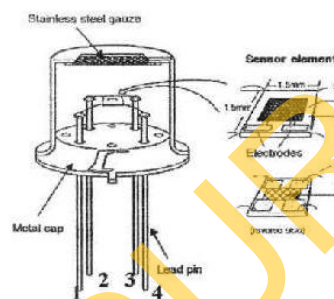
Gambar 2.8. *Intergrain Potential Barrier (Datasheet TGS, 2013)*

Hubungan antara hambatan sensor dan konsentrasi dari gas yang terdeteksi dapat diperlihatkan pada persamaan berikut :

$$R = A [C]^{-\alpha} \quad (2.1)$$

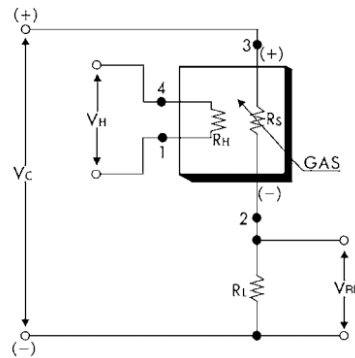
Dimana R adalah hambatan dari *metal-oxide sensor*, C adalah konsentrasi gas, A adalah koefisien respon untuk gas-gas tertentu, dan α adalah sensitivitas. Konstanta A dan α tergantung dari tipe material sensor dan temperatur sensor.

TGS sensor mempunyai 2 bagian utama. Pertama adalah material sensor yaitu *tin dioxide* (SnO_2). Bahan ini dihubungkan dengan pin nomor 2 dan 3. Kedua adalah pemanas yang dihubungkan dengan pin 1 dan 4, yang memanaskan material sensor. Gambar 2.9 memperlihatkan struktur dari TGS 26XX.



Gambar 2.9. Struktur Sensor
(*Datasheet TGS, 2013*)

Sedangkan Gambar 2.10. Merupakan diagram rangkaian dalam mengoperasikan sensor ini. Sebuah beban dihubungkan dengan pin 2 dimana nantinya tegangan beban ini akan digunakan untuk mengukur konsentrasi bau yang masuk. Sensor ini memerlukan tegangan *circuit* yaitu V_c dan juga sebuah pemanas yang memerlukan tegangan input (V_H) pada nomor satu dan empat. Pemanas diperlukan karena sensor ini bekerja pada temperatur sekitar 200°C sampai 600°C .



Gambar 2.10. Diagram Rangkaian
(Datasheet TGS, 2008)

2.4 Microcontroller ATmega8

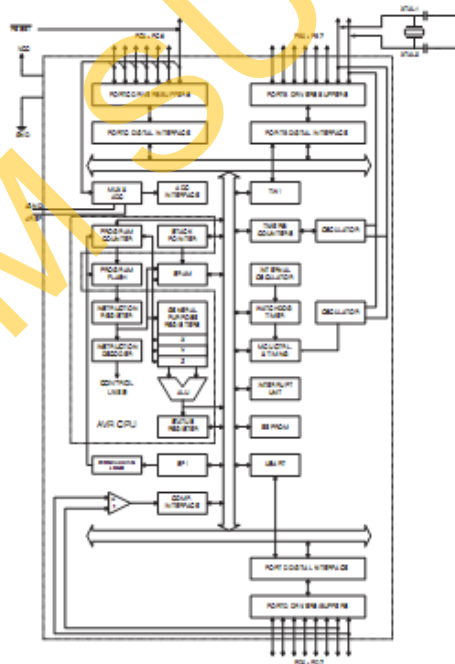
Microcontroller dan *microprocessor* mempunyai beberapa perbedaan. *Microprocessor* yang terdapat pada komputer seperti Intel Pentium, hanya dapat bekerja apabila terdapat komponen pendukung seperti RAM (*Random Access Memory*), *hard disk*, *motherboard*, perangkat I/O, dll. Komponen-komponen tersebut diperlukan karena *microprocessor* hanya dapat melakukan pengolahan data, namun tidak dapat menyimpan data, menyimpan program, menerima masukan dari *user* secara langsung, ataupun menyampaikan data hasil pemrosesan ke keluaran. Berbeda dengan *microprocessor*, *microcontroller* sudah dilengkapi dengan komponen-komponen yang dikemas dalam satu *chip* seperti memori, perangkat I/O, *timer*, ADC (*Analog to Digital Converter*), dll. Hal ini membuat *Microcontroller* lebih tepat untuk digunakan pada aplikasi *embedded system*. (Husanto, 2008).

Microcontroller yang digunakan pada proyek ini adalah *microcontroller* keluarga AVR yang mempunyai arsitektur 8-bit RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) produksi ATMEL yaitu ATmega8. Salah satu kelebihan arsitektur RISC dari arsitektur CISC (*Complex Instruction Set Compute*) adalah kecepatan

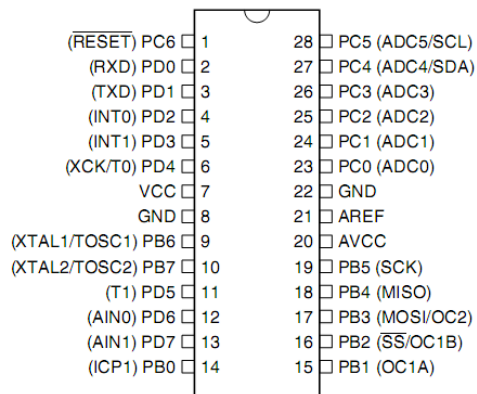
waktu eksekusi tiap instruksi. Sebagian besar instruksi RISC dieksekusi dalam waktu satu *clock cycle*, sedangkan pada CISC sebagian besar instruksi dieksekusi dalam waktu dua belas *clock cycle*. Beberapa fitur yang dimiliki ATmega8 adalah sebagai berikut (ATMEL, 2011):

- a. Mempunyai kinerja tinggi dengan konsumsi daya yang rendah
- b. *Fully static operation*
- c. Kinerja mencapai 16 MIPS (*Millions Instruction per Seconds*) pada osilator dengan nilai frekuensi 16 MHz
- d. Memiliki kapasitas memori *Flash* sebesar 8 kByte, EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*) sebesar 512 Byte, dan SRAM (*Static Random-Access Memory*) sebesar 1 kByte
- e. Memiliki 23 jalur I/O
- f. Memiliki 2 buah *Timer/Counter* 8-bit dan 1 buah *Timer/Counter* 16-bit
- g. Memiliki 3 kanal PWM (*Pulse Width Modulation*)
- h. Memiliki 8 kanal ADC 10-bit
- i. Memiliki antarmuka: *Two-wire Serial Interface*, USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver/Transmitter*), SPI (*Serial Peripheral Interface Bus*)
- j. Memiliki *Watchdog Timer* dengan osilator internal yang terpisah
- k. Memiliki *Comparator* tegangan analog
- l. Memiliki unit interupsi eksternal dan internal
- m. Bekerja pada tegangan 4.5 V – 5.5 V dengan konsumsi arus maksimal 15 mA (dengan osilator 8 MHz, tegangan 5 V dan suhu pada rentang -40 °C - 85 °C).

Proses pemrograman ATmega8 dilakukan menggunakan fitur ISP (*In-System Programmable*) melalui antarmuka SPI (*Serial Peripheral Interface*). Fitur ISP memungkinkan untuk melakukan proses *download* program ke dalam *Microcontroller* tanpa bantuan *Microcontroller* master seperti proses *download* program pada *Microcontroller* AT89C51. File dengan ekstensi “.hex”, yaitu kode program yang telah di-*compile* akan dikirimkan secara serial ke *Microcontroller* untuk ditulis ke dalam memori *Flash* melalui jalur SPI yaitu pin MISO (*Master In Slave Out*), MOSI (*Master Out Slave In*), dan SCK (*Serial Clock*) yang digunakan sebagai sinyal sinkronasi komunikasi. Diagram blok ATmega8 terdapat pada Gambar 2.11, sedangkan konfigurasi pin ATmega8 terdapat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.11 Blok Diagram ATmega8 (ATMEL, 2011)



Gambar 2.12 Konfigurasi Pin ATmega8 (ATMEL, 2011)

2.4.1 Fungsi-Fungsi Pin Pada Atmega 8

VCC : Sumber tegangan +5V DC (*Direct Current*). (pin 7)

GND : Pin yang dihubungkan dengan *ground* sebagai referensi untuk VCC. (pin 8 dan pin 22)

Port C (PC0..PC5) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan tegangan analog untuk ADC dan PortC6 sebagai *reset input*.

Port B (PB0..PB7) merupakan pin I/O dua arah dengan fungsi alternatif, seperti yang terlihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2.12 Fungsi Alternatif Port B

Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1)
PB5	SCK (SPI Bus Serial Clock)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2 (Timer/Counter2 Output Compare Match Output)
PB2	SS (SPI Slave Select Input) OC1B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output)
PB1	OC1A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Pin)

Port D (PD0..PD7) merupakan pin I/O dua arah dengan fungsi alternatif, seperti yang terlihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Fungsi Alternatif *Port D*

<i>Pin</i>	<i>Alternate Functions</i>
PD7	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>)
PD6	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>)
PD5	T1 (<i>Timer/Counter 1 External Counter Input</i>)
PD4	XCK/T0 (<i>USART External Clock Input/Output Timer/Counter 0 External Counter Input</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

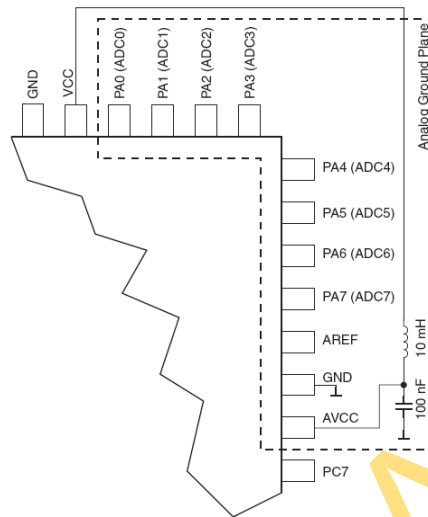
RESET : Masukan untuk *reset* (*active low*). Jika diberikan kondisi *low* paling tidak selama 1.5 μ s akan menghasilkan kondisi *reset* pada mikrokontroller meskipun mikrokontroller tidak mendapat *clock* dari osilator. (pin 9)

XTAL1 : Masukan ke penguat osilator. Pin ini dihubungkan dengan kristal atau sumber osilator yang lain. (pin 9)

XTAL2 : Keluaran dari penguat osilator. Pin ini dihubungkan dengan kristal atau *ground*. (pin 10)

AVCC : Pin yang digunakan untuk memberikan sumber tegangan untuk pengubah ADC. Pin ini harus tetap dihubungkan dengan VCC meskipun fitur ADC tidak digunakan. Apabila fitur ADC digunakan, maka pin AVCC harus dihubungkan dengan VCC melalui *low-pass filter* seperti yang terlihat pada Gambar 2.4. (pin 7)

AREF : Pin yang digunakan sebagai masukan tegangan referensi untuk ADC. (pin 21).



Gambar 2.13 Koneksi AVCC Dengan VCC Melalui *Low-pass Filter*.

2.5 Modul Komunikasi *Wireless* XBee-Pro

Modul komunikasi *wireless* yang digunakan adalah XBee-Pro. Modul ini berguna untuk menjalin komunikasi antara *microntroller* dan komputer secara *wireless*. XBee-Pro merupakan alat berbasis *radio frequency* (RF) yang bekerja pada frekuensi 24GHz, dan daya jangkauan komunikasi sekitar 1-1.5km. Kecepatan kirim XBee-Pro lebih cepat karena XBee-Pro menggunakan *fullduplex* yaitu pengiriman dua arah.

Modul XBee-Pro dibuat sesuai dengan standar ZigBee / IEEE 802.15.4. Modul ini membutuhkan daya yang rendah dan beroperasi dalam frekuensi 2,4 GHz ISM. Modul komunikasi *wireless* ini mempunyai beberapa fitur, yaitu :

1. Jarak pengendalian dalam ruangan bisa mencapai 100 meter, dan diluar ruangan dapat mencapai 300 meter.
2. Transmisi daya yang hingga: 100 mW (20 dBm)

3. Sensitivitas penerimaan data mencapai: -100 dBm
4. Mempunyai kecepatan transfer data: 250,000 bps
5. Paket dapat dikirimkan dan diterima menggunakan data 16-bit atau sebuah alamat 64-bit (protokol 802.15.4).
6. Setiap modul akan menerima paket ketika dikonfigurasi untuk beroperasi di *Broadcast Mode*. Dalam mode ini modul penerima tidak mengirim ACK (*Acknowledgement*) dan *Transmitting*.

XBee-PRO ini mempunyai 20 kaki, diantaranya 4 pin sebagai input adalah port 3, port 5, port 9, dan port 14, serta ada 4 pin sebagai output adalah port 2, port 4, port 6, dan port 13. Dan 4 pin yang digunakan, yaitu VCC dan GND untuk catu daya, DOUT merupakan pin *transmit* (TX), DIN merupakan pin *receive* (RX). Gambar Modul XBee-Pro. Gambar 2.14 memperlihatkan modul XBee-Pro.



Gambar 2.14. Modul XBee-Pro. (Evolution.2010. XBee-PRO Basic).

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD digunakan sebagai *output device* yang mampu menampilkan huruf, angka maupun karakter tertentu bentuk fisiknya seperti pada Gambar 2.16. Pengaksesan LCD dilakukan dengan mengirimkan kode perintah seperti bentuk kursor, operasi kursor, mengosongkan layar, dan mengirimkan kode data yang merupakan kode ASCII dari karakter yang akan ditampilkan seperti pada Gambar 2.15.

D7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
D6	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
D5	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
D4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D3 D2 D1 D0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0 0 0 0	0			00P`P								—	3	E	o	P
0 0 0 1	1			!1Qa a								u	7	4	a	g
0 0 1 0	2			"2ERb r								r	4	u	x	a
0 0 1 1	3			#3CS c s								j	7	t	e	s
0 1 0 0	4			\$4DT d t								\	I	k	M	o
0 1 0 1	5			%5EU e u								+	o	i	e	u
0 1 1 0	6			&6FV f v								9	k	c	a	p
0 1 1 1	7			'7GW g w								7	4	x	7	a
1 0 0 0	8			(8HX h x								y	o	*	u	j
1 0 0 1	9)9IY i y								o	t)	u	'
1 0 1 0	A			*:JZ z z								+	o	n	v	u
1 0 1 1	B			+3KE k e								*	o	s	e	o
1 1 0 0	C			,4LF f l								+	o	3	7	o
1 1 0 1	D			-5MI m i								u	z	^	o	t
1 1 1 0	E			.6NJ n j								o	e	t	o	n
1 1 1 1	F			/7OL o l								u	u	7	o	o

Gambar 2.15 Karakter-Karakter Pada LCD.

Pengaksesan LCD dari *microcontroller* menggunakan jalur alamat dan data. Terdapat dua jalur alamat *input* yang digunakan, yaitu sebagai *instruction input* dan *data input*.



Gambar 2.16 Bentuk Fisik LCD

Keterangan :

a. X : Don't care.

b. DL digunakan untuk mengatur lebar data.

DL = 1, lebar data *interface* 8 bit (DB7 s/d DB0)

DL = 0, lebar data *interface* 4 bit (DB7 s/d DB4)

Ketika menggunakan lebar data 4 bit, data harus dikirimkan dua kali.

c. N digunakan untuk mengaktifkan baris.

N = 0, 1 baris

N = 1, 2 baris

d. F digunakan untuk menentukan ukuran *font* karakter.

F = 0, 5x7

F = 1, 5x8

e. I/D digunakan untuk meng-*increment* dari alamat DDRAM dengan 1, ketika kode karakter dituliskan ke DDRAM.

I/D = 0, *Decrement*

I/D = 1, *Increment*

f. S digunakan untuk menggeser keseluruhan *display* kekanan dan kekiri.

S = 1, geser kekiri atau kekanan bergantung pada I/D

S = 0, *display* tidak bergeser

g. D digunakan untuk mengatur *display*.

D = 1, *Display is ON*

D = 0, *Display is OFF*

h. C digunakan untuk menampilkan kursor.

C = 1, kursor ditampilkan

$C = 0$, kursor tidak ditampilkan

- i. B : Karakter ditunjukkan dengan kursor yang berkedip.

$B = 1$, kursor blink

- j. S/C dan R/L : Menggeser posisi kursor atau *display* kekanan atau kekiri tanpa menulis atau baca data *display*. Fungsi ini digunakan untuk koreksi atau pencarian *display*. Tabel 2.16 menjelaskan fungsi S/C dan R/L .

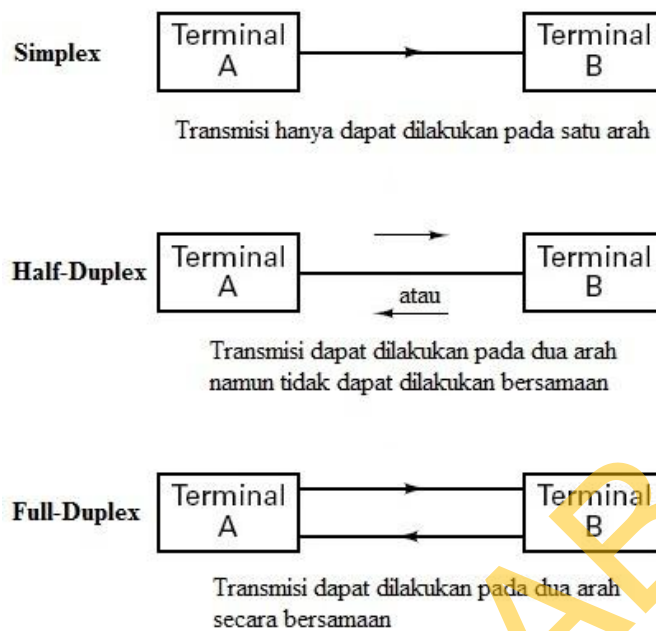
Tabel 2.16 Keterangan Dari Fungsi S/C dan R/L

S/C	R/L	Note
0	0	Shift cursor position to the left
0	1	Shift cursor position to the right
1	0	Shift the enter display to the left
1	1	Shift the enter display to the right

2.7 Komunikasi Serial *Asynchronous*

Menurut Mazidi (2000) transmisi data secara serial adalah transmisi data dimana data tersebut akan dikirimkan sebanyak satu bit dalam satu satuan waktu. Terdapat dua cara dalam mentransmisikan data secara serial, yaitu secara *synchronous* dan *asynchronous*. Perbedaan dari kedua cara tersebut adalah sinyal *clock* yang dipakai sebagai sinkronisasi pengiriman data. *asynchronous* yaitu pengiriman data serial yang tidak disertai sinyal *clock* sehingga *receiver* harus membangkitkan sinyal *clock* sendiri (tidak memerlukan sinkronisasi). (Nalwan, 2003) sebagai transmisi data *asynchronous* berarti *transmitter* dan *receiver* yang mempunyai sumber *clock* yang berbeda.

Pengiriman data secara serial dapat dibagi menjadi tiga menurut arah datanya, yaitu *Simplex*, *Half-Duplex* dan *Full-Duplex*. Ketiga mode tersebut diilustrasikan pada Gambar 2.17. (Mazidi, 2000)



Sumber : Lohala, 2013

Gambar 2.17. Arah komunikasi serial

Satuan kecepatan transfer data (*baud rate*) pada komunikasi serial adalah bps (*bits per second*). Untuk menjaga kompatibilitas dari beberapa peralatan komunikasi data yang dibuat oleh beberapa pabrik, pada tahun 1960 EIA (*Electronics Industries Association*) melakukan standarisasi antarmuka serial dengan nama RS232. Keluaran yang dihasilkan oleh RS232 tidak sesuai dengan keluaran TTL (*Transistor-Transistor Logic*) yang sudah ada. Dalam RS232, logika 1 direpresentasikan dengan tegangan -3 V sampai dengan -25 V sedangkan logika 0 direpresentasikan dengan tegangan +3 V sampai dengan +25 V. Hasil tak terdefinisi jika berada diantara tegangan -3 V sampai dengan +3 V. IBM PC atau komputer yang berbasis x86 (8086, 286, 386, 486, dan Pentium) secara umum *processor* yang digunakan memiliki *port* COM RS232.

2.7.1 UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*).

UART atau *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan antara bit-bit paralel data dan bit-bit serial. UART biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau port serial perangkat periperal. UART sekarang ini termasuk di dalam beberapa *microcontroller* seperti ATmega8.

2.8 Komunikasi Serial *Synchronous*

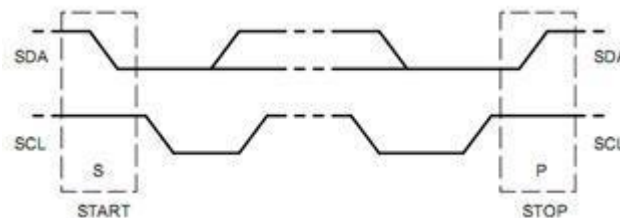
Menurut (Nalwan, 2003) Transmisi secara *synchronous* yaitu pengiriman data serial yang disertai dengan sinyal *clock*. *Synchronous* berarti *transmitter* dan *receiver* mempunyai sumber *clock* yang berbeda.

2.8.1 I2C

Menurut Purnomo (2011) *Inter Integrated Circuit* atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*.

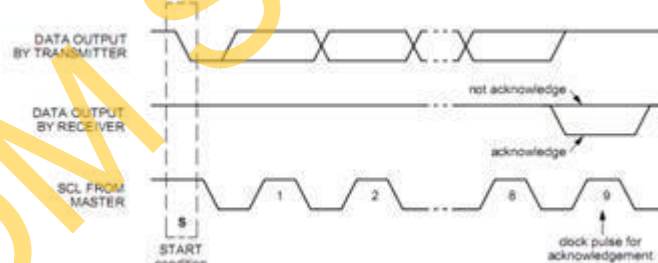
Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah,

didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop* seperti tampak pada Gambar 2.18



Gambar 2.18 Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop*.

Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah transfer data oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke 9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *Master*. Kondisi sinyal *acknowledge* seperti tampak pada Gambar 2.19

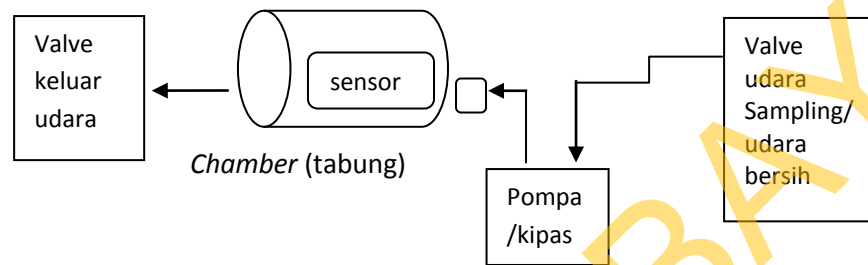


Gambar 2.19 Sinyal ACK dan NACK.

2.9 Metode Kalibrasi Sensor Gas

Metode yang digunakan untuk mengkalibrasi sensor yang telah dirancang ini merujuk seperti Gao Daqi dan Chen Wei di tahun 2007, jurnal dengan judul “*Simultaneous estimation of odor classes and concentrations using an electronic nose with function approximation model ensembles*”. Penelitian tersebut menghasilkan alat untuk mendeteksi kadar gas menggunakan penyedot udara menggunakan sistem hidung buatan atau *electronic nose*. Cara kerja *electronic*

nose tersebut akan dimanfaatkan untuk kalibrasi terhadap *array sensor* (sensor gas CO, CO₂ Dan SO₂) yang digunakan dalam penelitian ini. Gambar 2.20 metode kalibrasi.



Gambar 2.20 Metode kalibrasi.

Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan tabung pipa yang disebut *chamber* sebagai tempat udara *sampling* yang akan diuji seperti pada gambar 2.20. Dengan sensor berada di tengah tabung, tabung pipa yang di ujung kipas dipasang *valve* untuk masuknya udara *sampling* dengan bantuan kipas untuk mengalirkan udara yang masuk ke pipa dan di ujung kedua digunakan untuk penutup udara *sampling* yang telah masuk. *Valve* disini digunakan untuk membantu membuka dan menutup aliran udara yang masuk kedalam pipa sehingga udara bisa lebih merata di dalam lubang tabung untuk setelah itu dilakukan proses kalibrasi.