

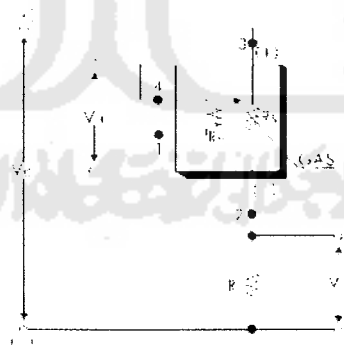
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sensor gas LPG

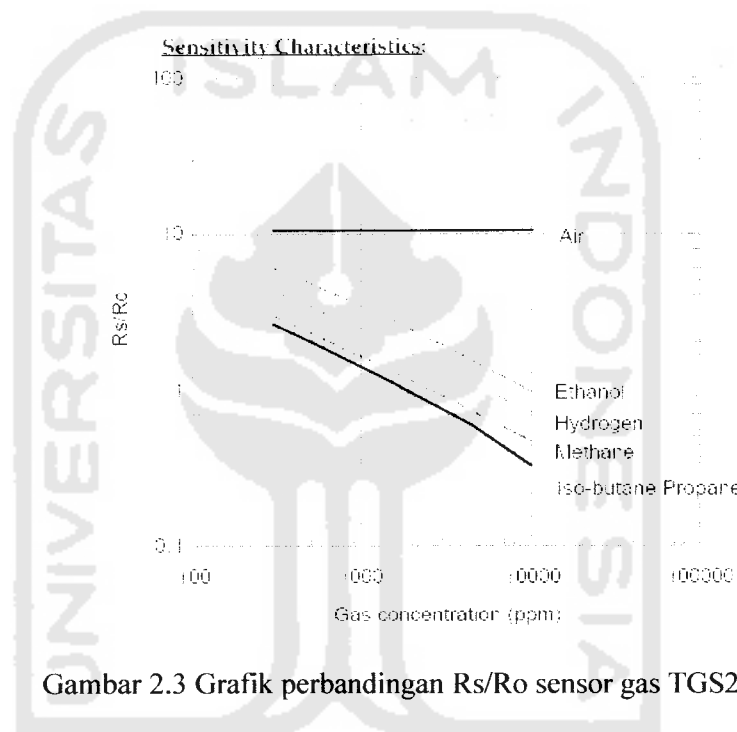
Sensor gas LPG adalah sensor yang mampu mendeteksi keberadaan gas LPG di udara. Salah satu seri sensor yang dapat mendeteksi gas LPG adalah sensor TGS2610. Sensor ini memiliki prinsip kerja, terjadi perubahan resistansi internal sensor saat sensor mendeteksi adanya konsentrasi gas LPG di udara. Gambar 2.1 menunjukkan bentuk fisik dari sensor gas TGS2610. Gambar 2.2 menunjukkan skema perkawatan dari sensor TGS2610.

Gambar 2.1 Bentuk fisik sensor gas LPG



Gambar 2.2 Skema system elektronik sensor gas LPG

Sensor Gas TGS2610 ini sensitive terhadap gas propane dan butane dan sangat ideal untuk aplikasi monitoring gas LPG. Sensor TGS2610 ini memiliki konsumsi daya yang rendah dan sudah dilengkapi dengan *heater* sebagai pemanas saat proses pembacaan konsentrasi gas. Sensor TGS2610 ini memiliki *sensor resistance ratio* atau perbandingan dari resistansi R_s/R_o yang akan berubah berdasarkan konsentrasi gas yang masuk ke permukaan sensor. Gambar 2.3 adalah tabel perbandingan R_s/R_o pada gas butane



Gambar 2.3 Grafik perbandingan R_s/R_o sensor gas TGS2610

2.2. Mikrokontroler Atmega8535

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus klok. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan *mode compare*, *interrupt internal dan eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*. AVR

juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip* yang memungkinkan memori program untuk diprogram ulang dalam sistem menggunakan hubungan serial SPI. Atmega8535 adalah mikrokontroler CMOS 8-bit daya-rendah berbasis arsitektur RISC yang ditingkatkan. Kebanyakan instruksi dikerjakan pada satu siklus clock, Atmega8535 mempunyai *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz membuat disainer sistem untuk mengoptimasi konsumsi daya versus kecepatan proses. Beberapa keistimewaan dari AVR Atmega8535 antara lain:

1. *Advanced RISC Architecture*

- *131 Powerful Instructions, Most Single Clock Cycle Execution*
- *32 x 8 General Purpose Fully Static Operation*
- *Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz*
- *On-chip 2-cycle Multiplier*

2. *Nonvolatile Program and Data Memories*

- *8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash*
- *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits*
- *512 Bytes EEPROM*
- *1KBytes Internal SRAM*
- *Programming Lock for Software Security*

3. *Peripheral Features*

- *Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes*
- *Two 16-bit Timer/Counters with Separate Prescalers, Compare Modes, and Capture Modes*
- *Real Time Counter with Separate Oscillator*

- Six PWM Channels
- Master/Slave SPI Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator

4. Special Microcontroller Features

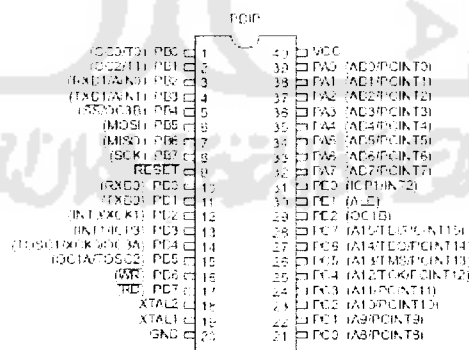
- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated RC Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby

5. I/O and Package

- 32 Programmable I/O Lines
- 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, and 44-pad MLF

6. Operating Voltages

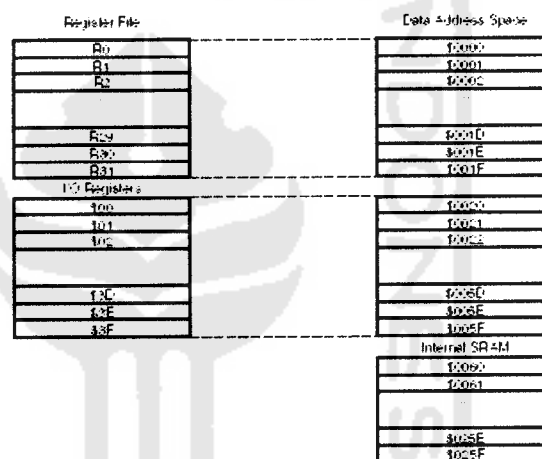
- 2.7 - 5.5V for Atmega8535L
- 4.5 - 5.5V for Atmega16



Gambar 2.4 Konfigurasi pin Atmega8535

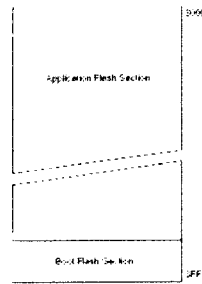
2.2.1. Peta Memory

Register keperluan umum (*general purpose*) menempati *space* data pada alamat terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sementara itu, register khusus untuk menangani I/O dan kontrol terhadap mikrokontroler menempati 64 alamat berikutnya, yaitu mulai dari \$20 hingga \$5F. Register tersebut merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai peripheral mikrokontroler, seperti kontrol register, *timer/counter*, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. Alamat memori berikutnya digunakan untuk SRAM 512 byte, yaitu pada lokasi \$60 sampai dengan \$25F. Konfigurasi memori data ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.5 Konfigurasi memori data AVR ATmega8535

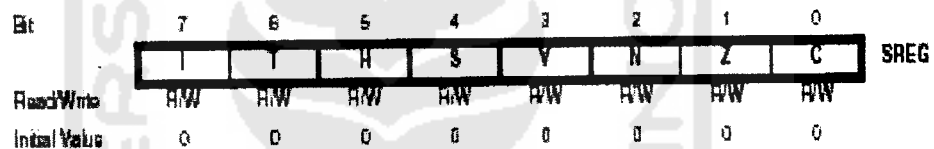
Memori program yang terletak dalam *Flash* PEROM tersusun dalam *word* atau 2 byte karena setiap instruksi memiliki lebar 16-bit atau 32-bit. AVR ATmega8535 memiliki 4Kbyte 16-bit *Flash* PEROM dengan alamat mulai dari \$000 sampai \$FFF. AVR tersebut memiliki 12-bit *Program Counter* (PC) sehingga mampu mengamati isi *Flash*. Konfigurasi memori program ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Memori program AVR ATmega8535

2.2.2. Status register

Register Status adalah register berisi status yang dihasilkan pada setiap operasi yang dilakukan ketika suatu instruksi dieksekusi. SREG merupakan bagian inti CPU mikrokontroler. Gambar 2.7 menunjukkan register SREG.



Gambar 2.7 Status register ATmega8535

- Bit 7-1: *Global Interrupt Enable*

Bit harus diset untuk meng-*enable* interupsi. Setelah itu, dapat mengaktifkan interupsi yang akan digunakan dengan cara meng-*enable* bit kontrol register yang bersangkutan secara individu. Bit akan di-*clear* apabila terjadi suatu interupsi yang dipicu oleh *hardware*, dan bit tidak akan mengijinkan terjadinya interupsi, serta akan diset kembali oleh instruksi *TERI*.

- Bit 6-T: *Bit Copy Storage*

Instruksi BLD dan BST menggunakan bit-T sebagai sebuah sumber atau tujuan dalam operasi bit. Suatu bit dalam sebuah register GPR dapat disalin ke bit T menggunakan instruksi BST, dan sebaliknya bit T dapat disalin kembali ke suatu bit dalam register GPR menggunakan instruksi BLD.

- Bit 5-H: *Half Carry Flag*

- Bit 4-S: *Sign Bit*

Bit-S merupakan hasil operasi EOR antara *flag-N* (negatif) dan *flag V* (komplemen dua *overflow*).

- Bit 3-V: *Two's Complement Overflow Flag*

Bit ini berguna untuk mendukung operasi aritmetika.

- Bit 2-N: *Negative Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan bilangan negatif, maka *flag-N* akan diset.

- Bit 1-Z: *Zero Flag*

Bit ini akan diset bila hasil operasi yang diperoleh adalah nol.

- Bit 0-C : *Carry Flag*

Apabila suatu operasi menghasilkan carry, maka bit akan diset.

2.2.3 General purpose register

Register file ini dioptimalkan untuk AVR meningkatkan RISC *instruction set*, agar memperoleh *performance* dan *flexibility*. Gambar 2.8 menunjukkan register general purpose

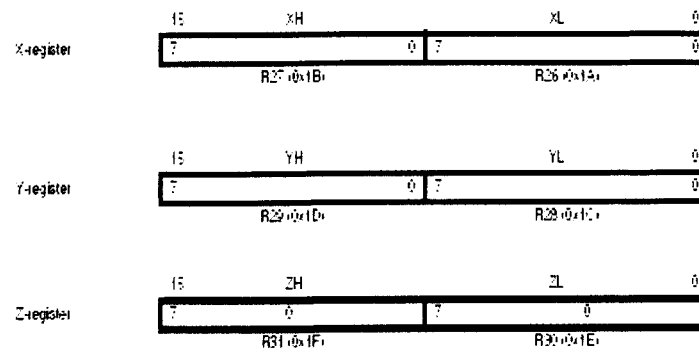
	7	0	Addr.	
	R0		0x00	
	R1		0x01	
	R2		0x02	
	...			
	R13		0x0D	
	R14		0x0E	
	R15		0x0F	
General Purpose Working Registers:	R16		0x10	
	R17		0x11	
	...			
	R26		0x1A	X-register Low Byte
	R27		0x1B	X-register High Byte
	R28		0x1C	Y-register Low Byte
	R29		0x1D	Y-register High Byte
	R30		0x1E	Z-register Low Byte
	R31		0x1F	Z-register High Byte

Gambar 2.8 Ke-32 Register *general purpose*

Banyak operasi instruksi-instruksi pada *Register File* mempunyai akses langsung ke semua register. Dan banyak instruksi-instruksi yang merupakan instruksi *single cycle*.

Pada gambar diatas, setiap register di berikan alamat memori data dan memetakan alamat-alamat memori data tersebut secara langsung ke dalam 32 lokasi pada bagian User Data. Walaupun tidak secara fisis diimplementasikan sebagai lokasi SRAM, pengorganisasian memori ini memberikan tingkat *flexibility* yang tinggi dalam mengakses register-register tersebut seperti pada register *pointer X-, Y-, Z-* dapat diset untuk menunjuk satu atau beberapa register di *register file*.

Register 26 sampai dengan 31 mempunyai beberapa fungsi tambahan Register-register ini adalah register 16-bit sedang alamat register-register ini untuk pengalamatan tidak langsung pada *data space*. Tiga register *indirect addres*, yaitu X,Y, dan Z diperlihatkan gambar dibawah ini. Gambar 2.9 menunjukkan register X,Y,Z.



Gambar 2.9 Register X-, Y- dan Z-

2.2.4 Stack Pointer

Stack pointer merupakan suatu bagian dari AVR yang berguna untuk menyimpan data sementara, variabel lokal, dan alamat kembali dari suatu interupsi ataupun subrutin. *Stack pointer* diwujudkan sebagai dua unit register yaitu SPH dan SPL. Saat awal maka SPH dan SPL akan bernilai 0, sehingga perlu diinisialisasi terlebih dahulu jika diperlukan.

2.2.5 Timer dan Counter

AVR ATmega8535 memiliki tiga buah *timer*, yaitu *Timer/Counter 0* (8 bit), *Timer/Counter 1* (16 bit), dan *Timer/Counter 2* (8 bit).

a. Timer/Counter0

Timer/Counter 0 adalah 8-bit *Timer/Counter* yang multifungsi. Deskripsi untuk *Timer/Counter 0* pada Atmega8535 adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai *Counter* 1 kanal.
- 2) *Timer* di-nol-kan saat *match compare (auto reload)*.
- 3) Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*.
- 4) *Frekuensi generator*.

- 5) *Prescaler* 10 bit untuk *timer*.
- 6) Intrupsi *timer* yang disebabkan *timer overflow* dan *match compare*.

Pengaturan *Timer/Counter* 0 diatur oleh TCCR0 (*Timer/Counter* control Register 0) yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Register TCCR0

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya:

- Bit 7 – FOC0: *Force Output Compare*.
- Bit 6,3 – WGM00: *Waveform generation Unit*.

Bit ini mengontrol kenaikan isi *counter*, sumber nilai maksimum *counter*, dan tipe jenis *timer/counter* yang dihasilkan, yaitu mode normal, *clear timer*, mode *compare match*, dan dua tipe dari PWM (*Pulse Width Modulation*). Tabel 2.2 berikut adalah *setting* pada bit ini untuk menghasilkan mode tertentu:

Tabel 2.2 Konfigurasi Bit WGM01 dan WGM00

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BC/TTCM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

- Bit 5, 4 – COM01:COM00: *Compare Match Output Mode*

Bit ini mengontrol pin OC0 (*Output Compare* pin). Apabila kedua bit ini nol atau *clear* maka pin OC0 berfungsi sebagai pin biasa tetapi bila

salah satu bit set. Maka fungsi pin ini tergantung pada setting bit pada WGM00 dan WGM01. Berikut Tabel 2.3 sampai dengan Tabel 2.6 adalah tabel *setting* bit ini sesuai *setting* bit pada WGM00 dan WGM01

Tabel 2.3 Konfigurasi Bit COM01 dan COM00 *Compare Output Mode non PWM*

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Toggle OC0 on Compare Match
1	0	Clear OC0 on Compare Match
1	1	Set OC0 on Compare Match

Tabel 2.4 Konfigurasi Bit COM01 dan COM00 *Compare Output Mode Fast PWM*

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on Compare Match, set OC0 at TOP
1	1	Set OC0 on Compare Match, clear OC0 at TOP

Tabel 2.5 Konfigurasi Bit COM01 dan COM00 *Compare Output Mode Phase Correct PWM*

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on Compare Match when up-counting. Set OC0 on Compare Match when down-counting.
1	1	Set OC0 on Compare Match when up-counting. Clear OC0 on Compare Match when down-counting.

- Bit 2, 1, 0 – CS02; CS01, CS00: *Clock Selec*

- Ketiga bit ini untuk memilih sumber detak yang akan digunakan oleh *Timer/Counter*, Tabel 2.6 berikut menampilkan konfigurasi pemilihan sumber detak

Tabel 2.6 Konfigurasi Bit *Clock Select* untuk memilih sumber detak

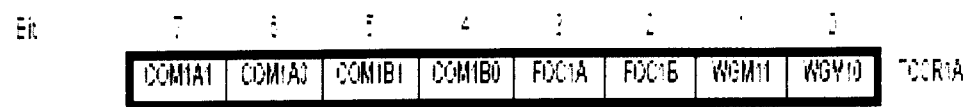
CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/counter stopped).
0	0	1	clk _{IO} (No prescaling)
0	1	0	clk _{IO} /8 (From prescaler)
0	1	1	clk _{IO} /64 (From prescaler)
1	0	0	clk _{IO} /256 (From prescaler)
1	0	1	clk _{IO} /1024 (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

b. Timer Counter1

Timer/Counter1 adalah 16-bit *Timer/Counter* yang memungkinkan program pewaktuan lebih akurat. Gambar 8 menunjukkan Register TCCR1A Berbagai fitur dari *Timer/Counter1* sebagai berikut:

- 1) Desain 16 bit (juga memungkinkan 16 bit PWM).
- 2) Dua unit *compare*.
- 3) Dua unit register pembandingan.
- 4) Satu unit *input capture unit*.
- 5) *Timer* dinolkan saat *match compare (autoreload)*.
- 6) Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*.
- 7) Periode PWM yang dapat diubah-ubah.
- 8) Pembangkit frekuensi.
- 9) Empat buah sumber interupsi (TOV1, OCF1A, OCF1B dan ICF1).

Pengaturan pada *Timer/Counter1* diatur melalui register TCCR1A



Gambar 2.10 Register TCCR1A

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya:

- Bit 7:6 – COM1A1:0: *Compare Output Mode* untuk *channel A*.
- Bit 5:4 – COM1B1:0: *Compare Output Mode* untuk *channel B*.

Register COM1A1:0 dan COM1B1:0 mengontrol kondisi Pin Output *Compare* (OC1A dan OC1B). Jika salah satu atau kedua bit pada register COM1A1:0 ditulis menjadi satu maka kaki pin OC1A tidak berfungsi normal sebagai port I/O. Begitu juga pada register COM1B1:0 ditulis menjadi satu maka kaki pin OC1B juga tidak berfungsi normal sebagai port I/O. Fungsi pada pin OC1A dan OC1B tergantung pada setting bit pada register WGM13:0 diset sebagai mode PWM atau mode non-PWM.

- Bit 3 – FOC1A: *Force Output Compare* untuk *channel A*.
- Bit 2 – FOC1B: *Force Output Compare* untuk *channel B*.
- Bit 1:0 – WGM1 1:0: *Waveform Generation Mode*.

Dikombinasikan dengan bit WGM13:2 yang terdapat pada register TCCR1B, bit ini mengontrol urutan pencacah dari *counter*, sumber maksimum (TOP) nilai *counter*, dan tipe dari gelombang yang dibangkitkan. Mode yang dapat dilakukan antara lain: mode normal,

mode *Clear Timer on Compare Match* (CTC) dan tiga tipe mode PWM. Setingan mode dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2.7 Konfigurasi Bit *Compare Output Mode non PWM*

COM1A1/ COM1B1/	COM1A0/ COM1B0/	Keterangan
0	0	Operasi port normal, OC1A/OC1B tidak dihubungkan.
0	1	<i>Toggle</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai.
1	0	<i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai (set keluaran ke level rendah).
1	1	Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai (set keluaran ke level tinggi).

Tabel 2.8 Konfigurasi Bit *Compare Output Mode Fast PWM*

COM1A1/ COM1B1/	COM1A0/ COM1B0/	Keterangan
0	0	Operasi port normal, OC1A/OC1B tidak dihubungkan.
0	1	WGM13:0= 15: <i>toggle</i> OC1A saat proses perbandingan tercapai dan OC1B tidak terhubung. Untuk semua pengaturan WGM1 yang lain, operasi port normal, OC1A/OC1B tidak terhubung.
1	0	<i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai, set OC1A/OC1B pada nilai <i>TOP</i> .
1	1	Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai, <i>clear</i> OC1A/OC1B pada nilai <i>TOP</i> .

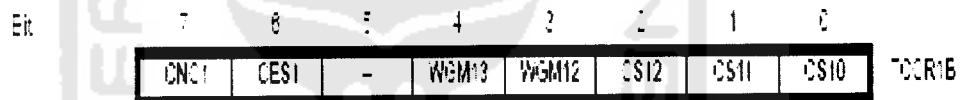
Tabel 2.9 Konfigurasi Bit *Compare Output Mode Phase Correct dan Frequency Correct PWM*

COM1A1/ COM1B1/	COM1A0/ COM1B0/	Keterangan
0	0	Operasi port normal, OC1A/OC1B tidak dihubungkan.
0	1	WGM13:0= 9 atau 14: <i>toggle</i> OC1A saat proses perbandingan tercapai dan OC1B tidak terhubung.
1	0	<i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah naik. Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah turun.
1	1	Set OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah naik. <i>Clear</i> OC1A/OC1B saat proses perbandingan tercapai ketika mencacah turun.

Tabel 2.10 Konfigurasi bit *Clock Select* untuk memilih sumber detak

Mode	WGM13	WGM12 (CTC1)	WGM11 (PWM11)	WGM10 (PWM10)	Mode Operasi Timer Counter	TOP	Update OCR1x saat	TOV1 flag direset saat
0	0	0	0	0	Normal	0xFFFF	Immediate	MAX
1	0	0	0	1	PWM, Phase Correct, 8	0x00FF	TOP	BOTTOM
2	0	0	1	0	PWM, Phase Correct, 9	0x01FF	TOP	BOTTOM
3	0	0	1	1	PWM, phase correct, 10	0x03FF	TOP	BOTTOM
4	0	1	0	0	CTC	OCR1A	Immediate	MAX
5	0	1	0	1	Fast PWM, 8 bit	0x00FF	TOP	TOP
6	0	1	1	0	Fast PWM, 9 bit	0x01FF	TOP	TOP
7	0	1	1	1	Fast PWM, 10 bit	0x03FF	TOP	TOP
8	1	0	0	0	PWM, Phase and Frequency Correct	ICR1	BOTTOM	BOTTOM
9	1	0	0	1	PWM, Phase and Frequency Correct	OCR1A	BOTTOM	BOTTOM
10	1	0	1	0	PWM, Phase Correct	ICR1	TOP	BOTTOM
11	1	0	1	1	PWM, Phase Correct	OCR1A	TOP	BOTTOM
12	1	1	0	0	CTC	ICR1	Immediate	MAX
13	1	1	0	1	Reserved	-	-	-
14	1	1	1	0	Fast PWM	ICR1	TOP	TOP
15	1	1	1	1	Fast PWM	OCR1A	TOP	TOP

Pengaturan Timer 1 juga diatur oleh register TCCR1B



Gambar 2.11 Register TCCR1B

- Bit 7 – ICNC1: *Input Capture Noise Canceller*.
- Bit 6 – ICES1: *Input Capture Edge Select*.
- *Reserved Bit*.
- Bit 4:3 – WGM1 1:3: *Waveform Generation Mode*.
- Bit 2:0 – CS12:0: *Clock Select*.

Ketiga bit ini mengatur sumber detak yang digunakan untuk *Timer/Counter1*. Untuk settingnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.11 Konfigurasi bit *Clock Select* untuk memilih sumber detak

CS12	CS11	CS10	Keterangan
0	0	0	Tanpa sumber detak (<i>timer/counter</i> tidak difungsikan)
0	0	1	$\text{clk}_{\text{I/O}}/1$ (tanpa <i>prescaling</i>)
0	1	0	$\text{clk}_{\text{I/O}}/8$ (dari <i>prescaling</i>)
0	1	1	$\text{clk}_{\text{I/O}}/64$ (dari <i>prescaling</i>)
1	0	0	$\text{clk}_{\text{I/O}}/256$ (dari <i>prescaling</i>)
1	0	1	$\text{clk}_{\text{I/O}}/1024$ (dari <i>prescaling</i>)
1	1	0	Sumber detak eksternal pin T1. Detak pada <i>falling edge</i> .
1	1	1	Sumber detak eksternal pin T1. Detak pada <i>rising edge</i> .

c. Timer Counter2

Timer/Counter 2 adalah 8-bit *Timer/Counter* yang multifungsi.

Deskripsi untuk *Timer/Counter 0* pada ATmega8535 adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai *Counter* 1 kanal.
- 2) Pewaktu di-nol-kan saat *match compare (autoreload)*.
- 3) Dapat menghasilkan gelombang PWM dengan *glitch-free*.
- 4) Frekuensi generator.
- 5) *Prescaler* 10 bit untuk pewaktu.
- 6) Intrupsi *timer* yang disebabkan *timer overflow* dan *match compare*.

Pengaturan *Timer/Counter 2* diatur oleh TCCR2 (*Timer/Counter control Register 0*) yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.

7	6	5	4	3	2	1	0	
FOC2	WGM20	COM21	COM20	WGM21	CS22	CS21	CS20	TCCR2
0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.12 Register TCCR2

Penjelasan untuk tiap bit-bitnya:

- Bit 7 – FOC2: *Force Output Compare*.
- Bit 6,3 – WGM21:WGM20: *Waveform generation Unit*.

Bit ini mengontrol kenaikan dari *counter*, sumber dari nilai maksimum *counter*, dan tipe dari jenis timer/conter yang dihasilkan yaitu mode normal, *clear timer*, mode *compare match*, dan dua tipe dari PWM (*Pulse Width Modulation*). Berikut tabel seting pada bit ini untuk menghasilkan mode tertentu:

Tabel 2.12 Konfigurasi Bit WGM21 dan WGM20

Mode	WGM21 (CTC2)	WGM20 (PWM2)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR2	TOV2 Flag Set on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR2	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

- Bit 5, 4 – COM01:COM00: *Compare Match Output Mode*.

Bit ini mengontrol pin OC0 (*Output Compare pin*). Apabila kedua bit ini nol atau clear maka pin OC0 berfungsi sebagai pin biasa tetapi bila salah satu bit set. Maka fungsi pin ini tergantung dari seting bit pada WGM00 dan WGM01. Berikut daftar tabel setting bit ini sesuai seting bit pada WGM00 dan WGM01

- Bit 2, 1, 0 – CS22; CS21, CS20: *Clock Select*.

Ketiga bit ini untuk memilih sumber detak yang akan digunakan oleh *Timer/Counter*.

Tabel 2.13 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 *Compare Output Mode non PWM*

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Toggle OC2 on Compare Match.
1	0	Clear OC2 on Compare Match.
1	1	Set OC2 on Compare Match.

Tabel 2.14 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 *Compare Output Mode Fast PWM*

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC2 on Compare Match, set OC2 at TOP.
1	1	Set OC2 on Compare Match, clear OC2 at TOP.

Tabel 2.15 Konfigurasi Bit COM21 dan COM20 *Compare Output Mode Phase Correct PWM*

COM21	COM20	Description
0	0	Normal port operation, OC2 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC2 on Compare Match when up-counting. Set OC2 on Compare Match when down-counting.
1	1	Set OC2 on Compare Match when up-counting. Clear OC2 on Compare Match when down-counting.

2.3. SMS (Short Message Service)

Semua perintah untuk mengendalikan ponsel menggunakan perintah *AT command*. Beberapa *AT Command* yang penting untuk mengakses SMS antara lain sebagai berikut:

1. AT+CMGR

Perintah ini digunakan untuk membaca isi SMS. Untuk mengetahui kesiapan sistem, bisa digunakan perintah 'AT+CMGS=?', jika respon dari ponsel

adalah 'OK', maka ponsel siap dibaca. Untuk menjalankan perintah ini, sintaks penulisan yang dipakai adalah sebagai berikut:

```
AT+CMGR=<index>
```

Index adalah lokasi memori yang akan dibaca isi SMS nya., misal AT+CMGR=1, hal ini menandakan SMS yang dibaca adalah lokasi nomor 1.

Jika perintah ini berhasil, maka ponsel akan merespon dengan parameter-parameter sebagai berikut:

```
+CMGR: <stat>, [<alpha>], <length><CR><LF><pdu>
```

2. AT+CMGS

Perintah ini digunakan untuk mengirim SMS. Untuk mengetahui kesiapan ponsel, bisa digunakan *test command* AT+CMGS=?. Jika ponsel siap maka akan merespon dengan 'OK'. Sintaks penulisan perintah yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
AT+CMGS=<length>
```

<length> diisi dengan jumlah karakter yang akan dikirimkan. Jika perintah berhasil, maka akan ponsel akan merespon dengan tanda '>', kemudian kode PDU untuk SMS kirim siap diisikan.

3. AT+CMGD

Perintah ini digunakan untuk menghapus isi SMS. Sintaks penulisan yang digunakan untuk menjalankan perintah ini, adalah

```
AT+CMGD=<index>
```

Indeks adalah lokasi memori dari SMS yang akan dihapus. Jika perintah ini berhasil, maka ponsel akan merespon dengan 'OK'.

AT Command untuk SMS, biasanya diwakili oleh data dalam format PDU (*Protocol Data Unit*). Data dalam format PDU mempunyai beberapa *header*. *Header-header* untuk pengiriman SMS dan penerimaan SMS berbeda. Dalam format *PDU*, data yang dikirim tidak hanya data yang berisi pesan saja, namun ada beberapa informasi mengenai pengirimnya, seperti nomor pengirim, *service center* SMS, waktu pengiriman, dsb. Adapun format PDU untuk tersebut terbagi dalam format 2 bagian, yaitu:

2.3.1 PDU untuk kirim SMS

PDU untuk SMS terima terdiri dari 8 *header*, dan masing-masing adalah:

1) Nomor *SMS Center*

Header yang pertama ini dibagi dalam tiga sub *header*, yaitu jumlah pasangan hexadesimal *SMS center* dalam format hexadesimal. *Header* yang kedua adalah *header* untuk tanda pengiriman wilayah nasional dan internasional. Untuk kode nasional kode *header*-nya 81 dan untuk kode internasional kode *header*-nya 91. yang ketiga adalah pasangan nomor *SMS center* yang dibalik. Apabila salah satu angka tidak memiliki pasangan maka dipasangkan dengan bilangan F.

Dibawah ini disajikan contoh *header SMS center*

SMS center dengan nomor : 62811000000 dalam format PDU menjadi:

1. 07 : Jumlah pasangan hexadesimal *SMS center*
2. 91 : Kode internasional
3. 2618010000F0 : Pasangan nomor *SMS center* yang dibolak-balik.

Jadi jika ketiga *header* tersebut digabung menjadi 071261010000F0. Tabel 2.17 berikut adalah nomor *SMS center* beserta kode PDU untuk operator GSM di Indonesia.

Tabel 2.16 *SMS center* operator GSM

Operator	<i>SMS center</i>	Kode PDU
Telkomsel	62811000000	07912618010000F0
Satelindo	62816125	059126181652
Exelcom	62818445009	07912618485400F9
Indosat M3	62855000000	07912658050000F0

2) Tipe SMS

Untuk mengirim SMS tipe yang digunakan adalah 1, sehingga bilangan hexa desimal-nya adalah 01.

3) Nomor Referensi

Nomor ini secara otomatis diberikan oleh ponsel, sehingga harus diberikan kode 0 terlebih dahulu, sehingga pasangan bilangan hexa-nya menjadi 00.

4) Nomor Ponsel Penerima

Nomor ponsel penerima dibagi dalam tiga *header* seperti pada nomor *SMS center*. *Header* yang pertama adalah jumlah angka nomor ponsel penerima. *Header* yang kedua adalah kode nasional dengan angka 81 dan internasional dengan angka 91. *Header* yang ketiga adalah nomor ponsel penerima dengan pasangan-pasangan yang dibolak-balik. Sebagai contoh untuk nomor ponsel yang dituju 6285228391602 diubah menjadi:

1. 0D : Ada 13 angka
2. 91 : Kode internasional

3. 265822381906F2 : Nomor ponsel yang dituju dengan pasangan-pasangan yang dibalik. Jika ketiga *header* diatas digabung, menjadi 0D91265822381906F2.

5) Bentuk SMS

Bentuk SMS yang dikirim ke *SMS center* dikenal ada tiga bentuk pengiriman, yaitu:

1. 00 : dikirim sebagai SMS
2. 01 : dikirim sebagai telex
3. 02 : dikirim sebagai fax

6) Skema *Encoding*

Skema yang digunakan dalam proses pengiriman ke *SMS center* melalui ponsel GSM menggunakan skema 7 bit. Format ini ditandai dengan kode 0, dan jika diubah dalam format PDU *header* ini menjadi 00.

7) Jangka Waktu SMS

Jika bagian ini di lompoti berarti jangka waktu pengirimannya tak terbatas. Jika diisi bilangan integer dan kemudian diubah dalam pasangan hexa maka bilangan tersebut akan mewakili jangka waktu pengiriman. Tabel 2.18 adalah daftar perhitungan waktu validitas.

Tabel 2.17 Waktu validitas

Integer (INT)	Jangka waktu validitas
0-143	$(INT+1) \times 5$ menit
144-167	12 jam + $(INT - 143) \times 30$ menit
168-196	$(INT-166) \times 1$ hari
197-255	$(INT-192) \times 1$ minggu

- 2618010000F0= Pasangan nomor *SMS center* yang balik.

2) Tipe SMS

Untuk mengirim SMS tipe yang digunakan adalah 4, sehingga bilangan hexa desimalnya adalah 04.

3) Nomor Ponsel Penerima

Nomor ponsel penerima dibagi dalam tiga *header* seperti pada nomor *SMS center*. *Header* yang pertama adalah jumlah nomor ponsel penerima. *Header* yang kedua adalah kode nasional dengan angka 81 dan internasional dengan angka 91. *Header* yang ketiga adalah nomor ponsel penerima dengan pasangan-pasangan yang dibolak-balik. Sebagai contoh untuk nomor posel yang dituju 6285228391602 diubah menjadi

1. 0D : ada 13 angka
2. 91 : kode internasional
3. 265822381906F2 : nomor ponsel yang dituju dengan pasangan-pasangan yang dibolak-balik.

Jika ketiga *header* diatas digabung, menjadi 0D91265822381906F2.

4) Bentuk SMS

SMS terima memiliki kode 00.

5) Skema encoding

Skema yang digunakan dalam proses pengiriman ke *SMS center* melalui ponsel GSM menggunakan skema 7 bit. Format ini ditandai dengan kode 0, dan jika diubah dalam format PDU *header* ini menjadi 00.

6) Tanggal dan waktu SMS

Header tanggal dan waktu diwakili oleh 12 bilangan hexa atau 6 pasang yang berarti: yy/mm/dd hh:mm:ss, sebagai contoh 207022512380 yang berarti SMS tersebut sampai pada *SMS center* pada tanggal 22 juli 2002, pukul 15:32:08 WIB.

7) Jangka waktu

Header jangka waktu, jika tidak dibatasi dilambangkan dengan 00.

8) Isi SMS

Header ini terdiri dari dua sub *header*, yaitu panjang isi dan isi SMS.

2.4. Komunikasi Serial

Dalam dunia digital dikenal dua cara komunikasi data secara serial, yaitu komunikasi data serial secara sinkron dan komunikasi data secara asinkron. Pada komunikasi data serial sinkron, sinyal *clock* dikirim bersama-sama dengan data serial, sedangkan komunikasi data serial asinkron, *clock* tidak dikirim bersama-sama data serial tetapi dibangkitkan secara sendiri-sendiri baik pada sisi pengirim maupun pada sisi penerima. Komunikasi data serial dikerjakan oleh UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*). IC UART dibuat khusus untuk mengubah data paralel menjadi data serial yang kemudian diubah kembali menjadi data paralel. Sebagai contoh IC UART 8250 dari intel merupakan salah satunya. Selain berbentuk IC mandiri, berbagai macam mikrokontroler ada yang dilengkapi UART, misalnya keluarga mikrokontroler MCS51.

Kecepatan transmisi (*baud rate*) dapat dipilih bebas dalam rentang tertentu. *Baud rate* yang umum dipakai adalah 110, 135, 150, 300, 600, 1200, 2400 dan 9600 (bit/detik). Dalam komunikasi data serial, *baud rate* dari kedua

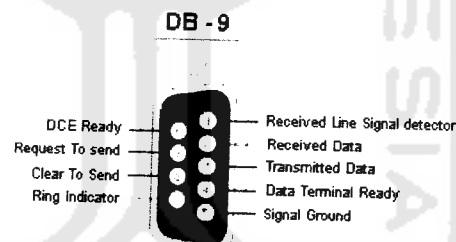
alat yang berhubungan harus diatur pada kecepatan yang sama. Selanjutnya harus ditentukan panjang data (6, 7 atau 8 bit), paritas (genap ganjil atau tanpa paritas), dan jumlah bit 'Stop' (1, 1,5 atau 2 bit).

2.4.1. Karakteristik Port Serial.

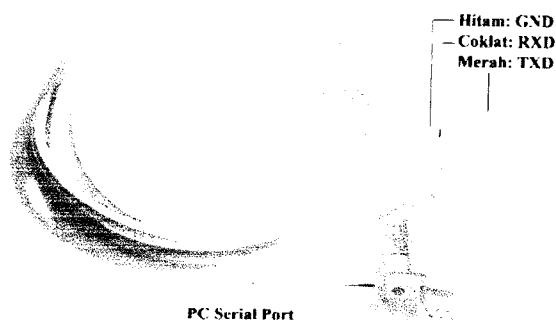
Standar sinyal serial RS232 memiliki ketentuan level tegangan sebagai berikut:

- Logika '1' disebut '*mark*' terletak antara -3 V hingga -25 V
- Logika '0' disebut '*space*' terletak antara +3 V hingga +25 V
- Daerah tegangan -3 Volt hingga +3 Volt adalah *invalid level*.

Pada komputer IBM PC kompatibel biasanya dapat ditemukan dua konektor port serial DB-9 yang biasa dinamai COM1 dan COM2. Pada Gambar 2.13 ditunjukkan gambar konektor DB serial DB 9 standar. Sementara itu Gambar 2.14 adalah gambar kabel serial RS232.



Gambar 2.13 Konektor serial DB-9



Gambar 2.14 Kabel serial RS232

Pada Tabel 2.19 berikut adalah fungsi dan nama dari pin-pin yang ada pada sistem komunikasi serial RS232.

Tabel 2.18 Fungsi pin konektor DB-9

Nomor pin	Nama sinyal	Direction	Keterangan
1	DCD	In	Data Carrier Detect/ Received Line Signal Detect
2	RxD	In	Receive Data
3	TxD	Out	Transmit Data
4	DTR	Out	Data Terminal Ready
5	GND	-	Ground
6	DSR	In	Data Set Ready
7	RST	Out	Request to Send
8	CTS	In	Clear to Send
9	RI	In	Ring Indicator

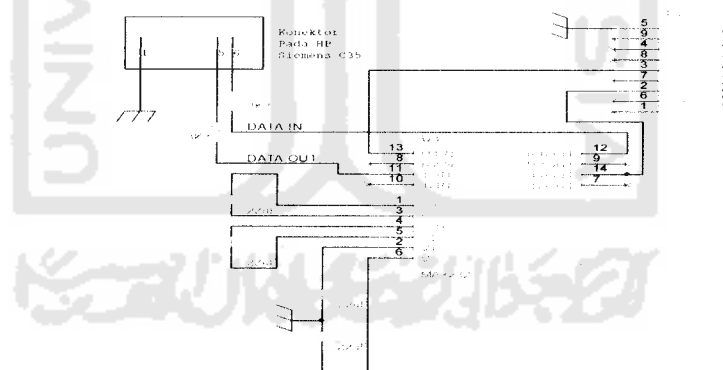
Pada Tabel 2.19 disajikan tabel fungsi masing-masing pin dari konektor DB9. Fungsi utama yang digunakan adalah pin RxD, TxD, serta pin GND. Pin tersebut merupakan syarat minimal untuk komunikasi serial.

2.4.2. Interface RS232

Pada komunikasi serial UART selain dengan sistem RS232, terkadang terdapat sistem komunikasi UART yang menggunakan sistem TTL ataupun CMOS. Dengan sistem seperti ini level tegangan yang digunakan akan berbeda dengan level tegangan RS232, sehingga umumnya perlu sebuah piranti *interface* RS232. Salah satu contoh IC yang digunakan sebagai *interface* piranti TTL/CMOS dengan piranti RS232 adalah IC MAX

2.5. Komunikasi Mikrokontroler dan HP

Untuk berkomunikasi dengan HP menggunakan mikrokontroler ataupun PC diperlukan sebuah kabel data. Jenis dari kabel data tergantung dari merk dan seri HP itu sendiri. Dalam perancangan ini, jenis HP yang digunakan adalah *Siemens C35*. Gambar 2.15 adalah model kabel data yang digunakan untuk berkomunikasi dengan PC atau mikrokontroler.



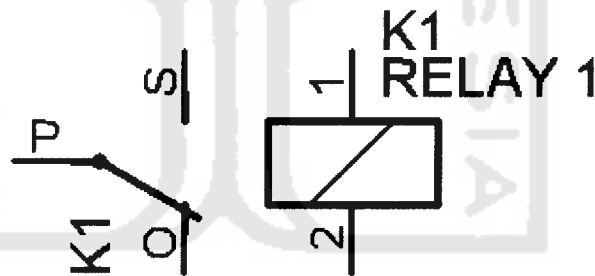
Gambar 2.15. Kabel data *Siemens C35*.

Kabel data *Siemens C35* menggunakan komponen dasar MAX232. IC ini digunakan sebagai konverter agar mampu berkomunikasi dengan PC. Pemasangan kapasitor 22uF digunakan untuk menghasilkan tegangan yang sesuai dengan level

RS232, atau biasa disebut *voltage doubler*. Komunikasi yang disediakan adalah komunikasi serial UART dengan *baud rate* 19200 yang kompatibel dengan mikrokontroler. Pemasangan Resistor $3K3\Omega$ untuk menjaga agar sinyal tidak hilang.

2.6. Driver relay

Relay merupakan salah satu komponen output yang paling sering digunakan baik pada industri, otomotif, ataupun peralatan elektronika lainnya. Relay berfungsi untuk menghubungkan atau memutus aliran arus listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Ada 2 macam relay berdasarkan tegangan untuk menggerakkan koilnya yaitu AC dan DC. Pada relay board ini digunakan relay DC dengan tegangan koil 12V DC, arus yang diperlukan sekitar 20 - 30mA.



Gambar 2.16 Simbol relay

Pada gambar diatas adalah simbol relay. Cara kerjanya, jika kumparan di titik 1 dan dua diberi tegangan DC 12V maka kumparan ini, akan menjadi magnet. Kemudian titik P akan ditarik ke titik S, Sehingga P akan terhubung ke S dan P akan putus dengan titik O.

2.7. Transistor

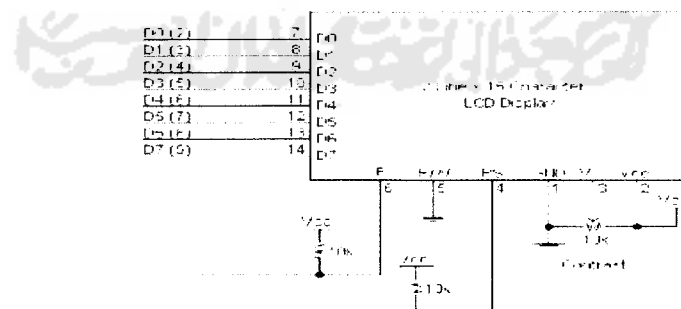
Transistor merupakan komponen aktif dimana arus, tegangan atau daya keluarannya dikendalikan oleh arus masukan. Didalam sistem komunikasi, transistor digunakan untuk menguatkan sinyal. Di dalam untai elektronis komputer transistor digunakan untuk saklar elektronis laju tinggi.

2.8. Penampil LCD 16x2

Penampil informasi yang lazim digunakan adalah LCD (*Liquid Crystal Display*). LCD yang digunakan adalah LCD *Dot Matrik* dengan jumlah karakter 16x2. LCD ini nantinya akan digunakan untuk menampilkan informasi nilai suhu, asap dan status dari proses.

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris
- Mempunyai 192 karakter tersimpan
- Terdapat karakter generator terprogram
- Dapat dialamati dengan mode 8-bit dan 4-bit
- Dilengkapi dengan *backlight*.



Gambar 2.12 LCD 16x2

Pada LCD ini terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kendali dan fasilitas pengaturan kontras serta *backlight*. LCD ini dapat dikendalikan dengan mikrokontroler atau mikroprosesor.

