

## **BAB II**

### **STUDI AWAL**

#### **2.1. Karya -karya yang sejenis**

Alat ukur tekanan ban otomatis ini sebenarnya telah ada dipasaran, yang diproduksi di Negara Jerman. Alat tersebut mempunyai kelebihan yaitu mempunyai range tekanan sampai diatas 200 psi. Tetapi, mempunyai kekurangan ukurannya yang besar, yaitu sekitar 40x60 cm. Selain itu. Karena harus diimport dari luar negeri, makanya harganya sangat mahal, yaitu diatas 15 juta rupiah.

Alat ukur tekanan ban otomatis ini hampir sama dengan karya Heru Siswanto, yang membedakan karya saya ini bahwa karya sebelumnya belum dilengkapi dengan kompresor, sedangkan karya ini telah dilengkapi dengan kompresor dengan ukuran yang kecil sangat portable, serta dapat secara otomatis mengisi apabila tekanan tabung telah berkurang.

#### **2.2. Dasar - Dasar Teori**

##### **2.2.1. Tekanan**

Tekanan ( $p$ ) adalah satuan fisika untuk menyatakan gaya ( $F$ ) per satuan luas ( $A$ ). Yang bisa dirumuskan sebagai berikut:

dimana,

$p$  = tekanan, dalam pa ( pascal).

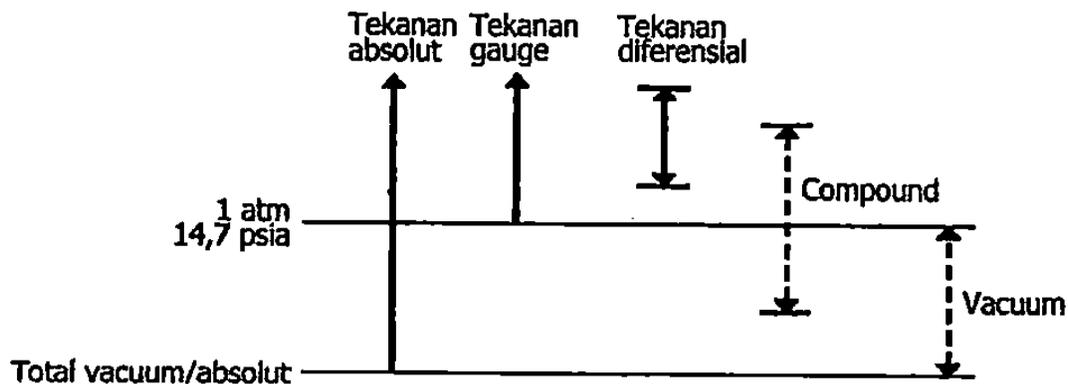
$F$  = gaya, dalam N (newton).

$A$  = luas permukaan yang memperoleh tekanan, dalam m<sup>2</sup> (meter persegi).

**Klasifikasi tekanan menurut tingkat pengukurannya adalah:**

- Tekanan Absolut, adalah tekanan mutlak pada suatu zat.
- Tekanan Gauge, adalah selisih antara tekanan mutlak dan tekanan atmosfer
- Tekanan Vakum, menunjukkan seberapa lebih tekanan atmosfer dari tekanan mutlak.
- Tekanan Differensial, sama seperti tekanan gauge tetapi tidak dimulai dari tekanan atmosfer, melainkan di atas tekanan atmosfer.

■ Tekanan compound yaitu tekanan diukur di atas tekanan atmosfer.



**Gambar 2.1 Hubungan antar klasifikasi tekanan**

Dalam sistem satuan Internasional, satuan tekanan adalah Pa (Pascal). Tetapi, satuan tekanan ban yang umum digunakan dalam praktek teknik adalah psi. Pada tabel 2.1 berikut menunjukkan satuan - satuan tekanan dan konversinya:

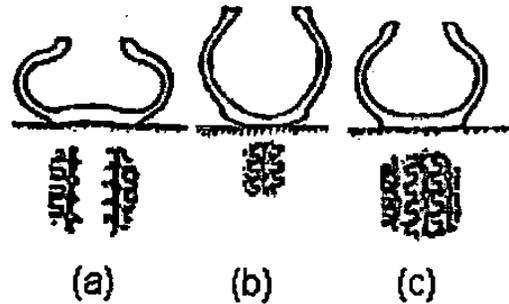
**Tabel 2.1 Konversi satuan tekanan**

	kPa	mm Hg	millibar	in H <sub>2</sub> O	PSI
1 atm	101.325	760.000	1013.25	406.795	14.6960
1 kPa	1.000	7.50062	10.000	4.01475	0.145038
1 mm Hg	0.133322	1.000	1.33322	0.535257	0.0193368
1 millibar	0.1000	0.750062	1.000	0.401475	0.0145038
1 in H <sub>2</sub> O	0.249081	1.86826	2.49081	1.000	0.0361
1 PSI	6.89473	51.7148	68.9473	27.6807	1.000
1 mm H <sub>2</sub> O	0.009806	0.07355	$9.8 \times 10^{-8}$	0.03937	0.0014223

### 2.2.2. Tekanan Ban

Tekanan ban adalah besarnya tekanan angin yang dikompres ke dalam ban. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 1 bahwa ban merupakan

bagian penting bagi kendaraan. Ketidak sesuaian tekanan ban bisa berakibat fatal. Gambar 2.2 berikut ini memperlihatkan beberapa kondisi tekanan ban:



**Gambar 2.2 Ban dalam berbagai kondisi tekanan**

**Keterangan gambar:**

- (a) menunjukkan suatu ban dengan kondisi tekanan ban yang kurang.**
- (b) menunjukkan suatu ban dengan kondisi tekanan ban tinggi.**
- (c) menunjukkan suatu ban dengan kondisi tekanan ban standart.**

Setiap produsen kendaraan, baik itu sepeda motor, mobil, bus dan lain sebagainya pasti mempunyai rekomendasi tekanan ban yang standart. Tabel 2.2 berikut memperlihatkan beberapa tekanan standart ban untuk berbagai macam kendaraan:

**Tabel 2.2 Tekanan ban standart berbagai jenis kendaraan**

<b>Jenis kendaraan</b>	<b>Ban depan</b>	<b>Ban belakang</b>
Sepeda motor	28-30 psi	32-35 psi
Mobil	23-32 psi	25-36 psi
Trek/bus tanggung	70-80 psi	80-100 psi
Treler/bus besar	90-100 psi	100-120 psi

Tekanan ban diatas dapat dirubah, tergantung medan yang ditempuh, jenis ban yang dipakai dan beban yang diangkut.

### **2.2.3. Alat ukur tekanan analog (manometer)**

Manometer merupakan alat ukur tekanan yang menggunakan jarum sebagai indikatornya. Bagian terpenting dari alat ni adalah pipa *bourdon*. Pipa *bourdon* adalah sejenis pipa pendek lengkung, yang salah satu ujungnya tertutup. Jika pipa *bourdon* diberikan tekanan maka ia akan cenderung untuk “menegang”. Perubahan yang dihasilkan sebanding dengan besarnya tekanan yang diberikan. Perubahan pada pipa *bourdon* inilah yang dimanfaatkan untuk menggerakkan jarum sebagai penunjuk besaran



**Gambar 2. 3 Manometer**

#### **2.2.4. Sensor Tekanan MPX5500DP dan MPX 5700 Series**

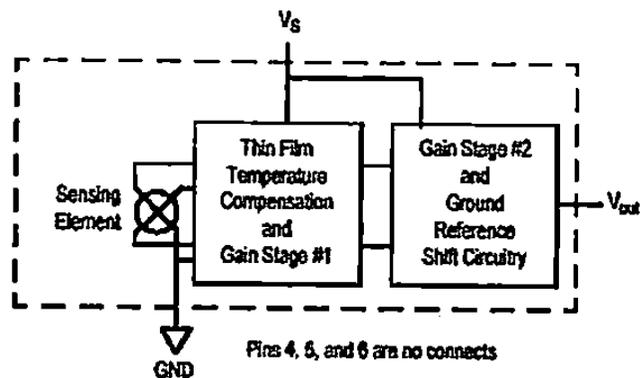
Sensor merupakan piranti yang sangat umum digunakan dalam suatu sistem pengendali. Penggunaan sensor didasarkan atas kebutuhan sistem pengendali untuk mengindera kondisi faktual dari sistem yang dikendalikan. Karena sistem pengendali secara garis besar mempunyai prosedur dan rangkaian proses yang saling berkaitan. Bermula dari proses yang ditangkap oleh sensor, diolah oleh unit pengendali, dan dikeluarkan sebagai bentuk-bentuk pengendalian.

Sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu mengindera perubahan nilai variabel fisis atau kimia seperti frekuensi, radiasi, panas, tekanan, atau salinitas dan merespon dengan keluaran elektrik yang proporsional terhadap perubahan input (Salazar, 1999)

Sensor tekanan adalah peralatan elektronik yang dapat mengetahui besarnya tekanan zat cair / gas dan mengubahnya menjadi besaran listrik.

Salah satu sensor tekanan yang ada dipasaran adalah MPX 5500 series dan 5700 series yang diproduksi oleh Motorola. MPX 5500 series dan MPX 5700 series adalah sebuah sensor tekanan yang sudah dilengkapi dengan rangkaian pengkondisian sinyal dan temperatur kalibrator yang membuat sensor ini stabil terhadap perubahan suhu. Sedangkan untuk membatasi pergerakan tekanan maksimum dan minimum angin pada tabung menggunakan sensor MPX 5500DP dan MPX 5700GS untuk mengukur tekanan pada ban, sensor tersebut dipasang di kerangka tabung kompresor.

Pada gambar 2.3 ditunjukkan diagram blok sensor tekanan MPX 5500 series dan MPX 5700 series:



**Gambar 2. 4 Diagram blok MPX 5500 series dan MPX 5700 series**

Dengan adanya rangkaian pengkondisian sinyal, sensor ini dapat terhubung langsung pada Analog to Digital Converter maupun mikrokontroler.

MPX 5500 series mempunyai kemampuan untuk tekanan 0 - 500 kpa atau 0

72,5 psi dan MPX 5700 series mempunyai kemampuan untuk tekanan 0 – 700 kpa atau 0 – 101,5 psi dan menghasilkan output tegangan analog 0,2 – 4,7 Vdc. Karakteristik dari MPX 5500 series dapat dilihat pada table 2.3 dan MPX 5700 series dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut:

**Tabel 2. 3 Karakteristik MPX 5500 series**

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup>	P <sub>OP</sub>	0	—	500	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	V <sub>S</sub>	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current	I <sub>O</sub>	—	7.0	10	mAdc
Zero Pressure Offset <sup>(3)</sup> (0 to 85°C)	V <sub>OFF</sub>	0.088	0.20	0.313	Vdc
Full Scale Output <sup>(4)</sup> (0 to 85°C)	V <sub>FSD</sub>	4.587	4.70	4.813	Vdc
Full Scale Span <sup>(5)</sup> (0 to 85°C)	V <sub>FSS</sub>	—	4.50	—	Vdc
Accuracy <sup>(6)</sup> (0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	%V <sub>FSS</sub>
Sensitivity	V/P	—	9.0	—	mV/kPa
Response Time <sup>(7)</sup>	t <sub>R</sub>	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I <sub>OS</sub>	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time <sup>(8)</sup>	—	—	20	—	ms

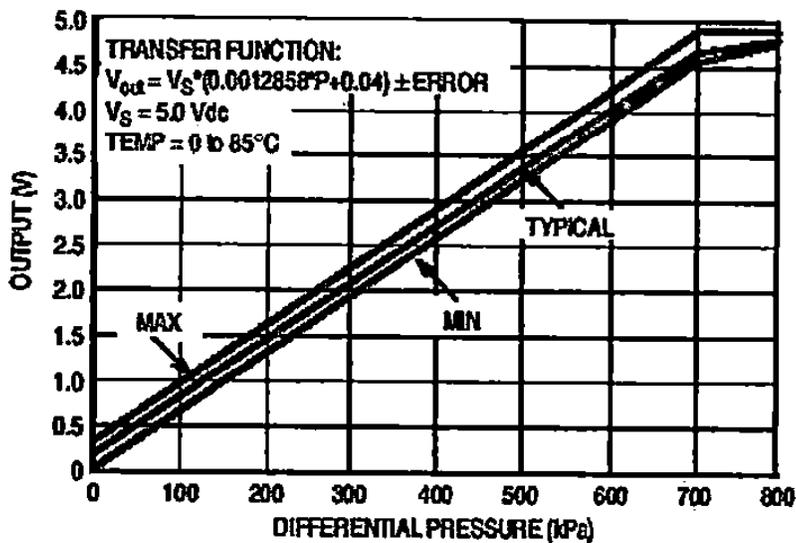
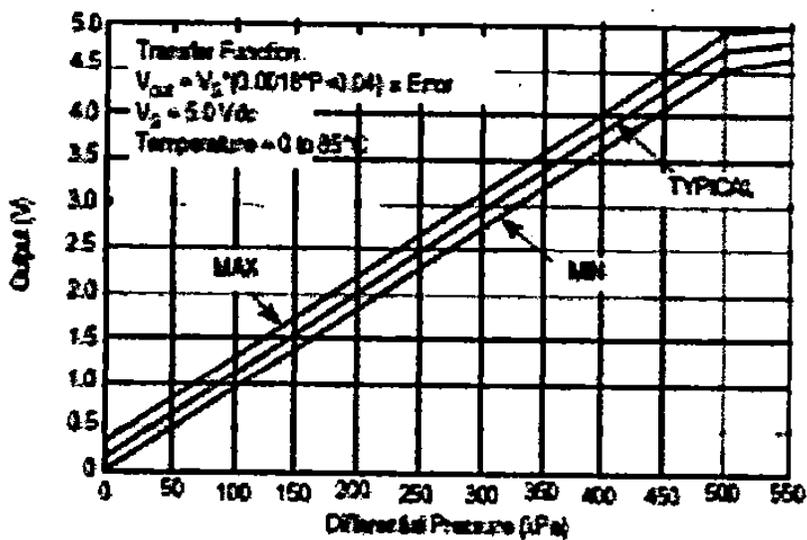
**Tabel 2. 4 Karakteristik MPX 5700 series**

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup> Gauge, Differential: MPX5700D Absolute: MPX5700A	P <sub>OP</sub>	0 15	— —	700 700	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	V <sub>S</sub>	4.75	5.0	5.25	Vdc
Supply Current	I <sub>O</sub>	—	7.0	10	mAdc
Zero Pressure Offset <sup>(3)</sup> Gauge, Differential (0 to 85°C) Absolute (0 to 85°C)	V <sub>OFF</sub>	0.088 0.184	0.2 —	0.313 0.409	Vdc
Full Scale Output <sup>(4)</sup> (0 to 85°C)	V <sub>FSD</sub>	4.587	4.7	4.813	Vdc
Full Scale Span <sup>(5)</sup> (0 to 85°C)	V <sub>FSS</sub>	—	4.5	—	Vdc
Accuracy <sup>(6)</sup> (0 to 85°C)	—	—	—	±2.5	%V <sub>FSS</sub>
Sensitivity	V/P	—	6.4	—	mV/kPa
Response Time <sup>(7)</sup>	t <sub>R</sub>	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I <sub>OS</sub>	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time <sup>(8)</sup>	—	—	20	—	ms

Pada MPX 5500 series dan MPX 5700 series, perubahan tekanan yang

terjadi sebanding dengan tegangan keluaran (V<sub>out</sub>) atau dikalikan perubahan

tekanan linier dengan perubahan tegangan keluaran. Gambar 2.5 menunjukkan perubahan tekanan terhadap tegangan output dari sensor, dimana perubahan bergerak linier. Tampak 3 buah garis pada grafik tersebut yang menunjukkan batas minimum, tipikal dan maksimum error dari hasil pengukuran sensor.



**Gambar 2.5 Grafik Hubungan tekanan dengan Vout 5500 dan 5700 series**

Pada MPX 5500 series dan MPX 5700 series tersedia beberapa jenis. Yang

membedakannya adalah kemampuannya dan jenis tekanan yang dapat diukur

**Tabel 2.5 Jenis - jenis MPX 5500 series**

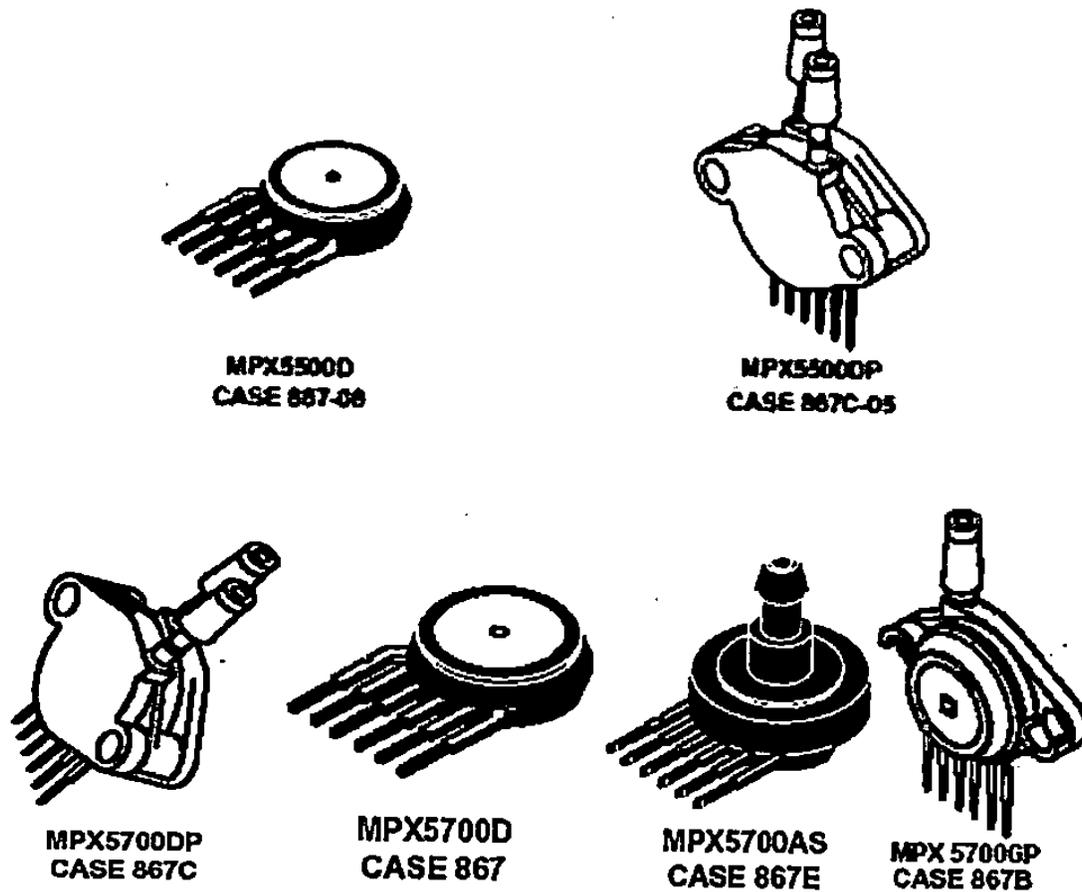
Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range <sup>(1)</sup>	P <sub>OP</sub>	0	—	500	kPa
Supply Voltage <sup>(2)</sup>	V <sub>S</sub>	4.75	5.0	5.25	V <sub>dc</sub>
Supply Current	I <sub>O</sub>	—	7.0	10	mA <sub>dc</sub>
Zero Pressure Offset <sup>(3)</sup>	V <sub>off</sub>	0.088	0.20	0.313	V <sub>dc</sub>
Full Scale Output <sup>(4)</sup>	V <sub>FSS</sub>	4.587	4.70	4.813	V <sub>dc</sub>
Full Scale Span <sup>(5)</sup>	V <sub>FSS</sub>	—	4.50	—	V <sub>dc</sub>
Accuracy <sup>(6)</sup>	—	—	—	±2.5	%V <sub>FSS</sub>
Sensitivity	V/P	—	9.0	—	mV/kPa
Response Time <sup>(7)</sup>	t <sub>R</sub>	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I <sub>OS</sub>	—	0.1	—	mA <sub>dc</sub>
Warm-Up Time <sup>(8)</sup>	—	—	20	—	ms

**Tabel 2.5 Jenis - jenis MPX 5700 series**

ORDERING INFORMATION				
Device Type	Options	Case Type	MPX Series	
			Order Number	Device Marking
Basic Element	Differential	867	MPX5700D	MPX5700D
	Absolute	867	MPX5700A	MPX5700A
Ported Elements	Differential Dual Ports	867C	MPX5700DP	MPX5700DP
	Gauge	867B	MPX5700GP	MPX5700GP
	Gauge, Axial	867E	MPX5700GS	MPX5700D
	Absolute	867B	MPX5700AP	MPX5700AP
	Absolute, Axial	867E	MPX5700AS	MPX5700A
	Absolute, Axial PC Mount	867F	MPX5700ASX	MPX5700A

Bentuk fisik dari jenis - jenis MPX 5500 series dapat dilihat pada gambar

2.4 dan MPX 5700 series dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut:



**Gambar 2.5 Bentuk fisik MPX 5700 series**

### 2.2.5. Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler adalah suatu *device* semi konduktor yang dapat diprogram sesuai dengan kebutuhan. Piranti ini merupakan hasil perkembangan dari teknologi IC yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang semakin kompleks sehingga menuntut spesifikasi yang berbeda pada setiap kasusnya. Penggunaan piranti yang dapat diprogram memiliki banyak keuntungan, terutama dalam hal penekanan biaya,

*software, programmable device* dapat meminimumkan penggunaan piranti fisik dan mengoptimalkan unjuk kerja sistem.

Pada mikrokontroler ini, sudah terdapat kebutuhan minimal agar mikroprosesor dapat bekerja, yakni memiliki mikroprosesor (CPU), ROM, RAM, I/O, dan *clock* seperti layaknya sebuah PC. Tetapi karena fisiknya yang hanya sebuah *chip* maka tentu saja kemampuan dan spesifikasinya lebih rendah dibandingkan PC. Disamping adanya keterbatasan tadi, mikrokontroler memiliki kelebihan yaitu kemasannya yang kecil dan kompak menjadikan mikrokontroler sangat praktis dan fleksibel untuk digunakan dalam berbagai aplikasi yang relatif tidak terlalu rumit atau tidak membutuhkan sistem komputasi yang tinggi.

Beberapa fitur dari ATmega8 adalah sebagai berikut:

1. 8 Kb Flash Program
2. 512 Kb EEPROM
3. 1 Kb SRAM
4. 2 timer 8 bit dan 1 timer 16 bit
5. Analog to digital converter
6. USART
7. Analog comparator

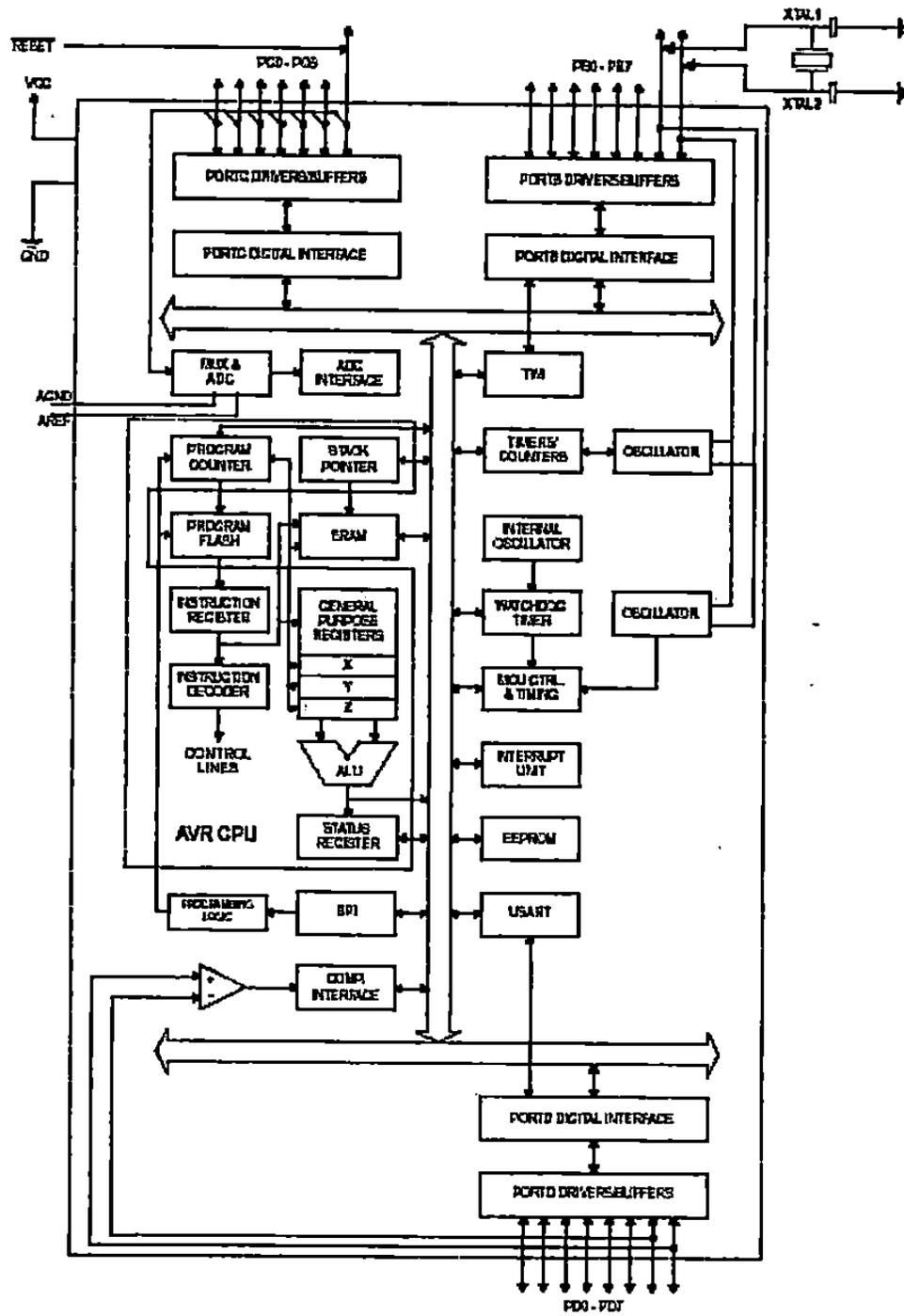


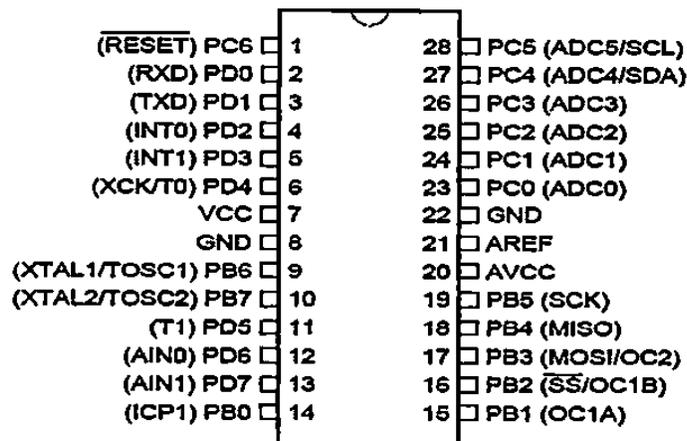
Figure 2-6 Block Diagram of AVR CPU

### **2.2.5.1. Konfigurasi ATmega8**

- 1). (Reset) PC6 = mereset Mikrokontroler
- 2). (RXD) PD0 = port D.0 / penerima data serial
- 3). (TXD) PD1 = port D.1 / pengirim data serial
- 4). (INT0) PD2 = port D.2 / interupsi eksternal 0
- 5). (INT1) PD3 = port D.3 / interupsi eksternal 1
- 6). (XCK/T0) PD4 = port D.4 / timer counter 0 dan clock eksternal  
USART
- 7). VCC = catu daya (+)
- 8). GND = sinyal ground terhadap catu daya
- 9). (XTAL1/TOSC1) PB6 = sinyal input clock eksternal (kristal)
- 10). (XTAL2/TOSC2) PB7 = sinyal input clock eksternal (kristal)
- 11). (T1) PD5 = port D.5 / timer counter 1
- 12). (AIN0) PD6 = port D.6 / input (+) analog komparator (AIN0)
- 13). (AIN1) PD7 = port D.7 / input (-) analog komparator (AIN1)
- 14). (ICP1) PB0 = port B.0 / timer counter 1 input
- 15). (OC1A) PB1 = port B.1 / pembanding timer counter 1

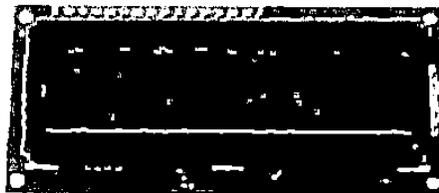
- 16). (SS/OC1B) PB2 = port B.2 / SPI Slave Select Input (SS) dan pembanding timer counter 1
- 17). (MOSI/OC2) PB3 = port B.3 / SPI busMaster Out Slave In dan output pembanding timer/counter (OC2)
- 18). (MISO) PB4 = port B.4 / SPI bus master In Slave Out.
- 19). (SCK) PB5 = port B.5 / sinyal clock serial SPI
- 20). AVCC = tegangan ADC
- 21). AREF = tegangan referensi ADC
- 22). GND = sinyal ground ADC
- 23). (ADC0-ADC5) PC0-PC5 = input Analog to Digital Converter. PC4 juga berfungsi sebagai serial bus data input output, sedang PC5 juga berfungsi sebagai serial bus clock line.

#### PDIP



### 2.2.6. LCD (*Liquid Crystal Display*).

LCD adalah suatu komponen elektronika yang berfungsi menampilkan suatu informasi pada suatu layar yang berbahan kristal cair (*Liquid Crystal Display*). Fungsi LCD ini sebenarnya tidak terlalu berbeda dengan 7segment tetapi LCD memiliki kelebihan diantaranya lebih informatif dan konsumsi arusnya relatif kecil. Adapun kelemahannya yaitu dari sisi harga relatif lebih mahal dari pada 7 segmen. Tetapi itu semua tergantung kebutuhan pada aplikasi, apakah lebih tepat menggunakan LCD ataukah 7 segmen. LCD yang paling sering dipakai dalam aplikasi mikrokontroler ini adalah LCD 16x2 karakter dengan berbagai macam warna *backlight*.

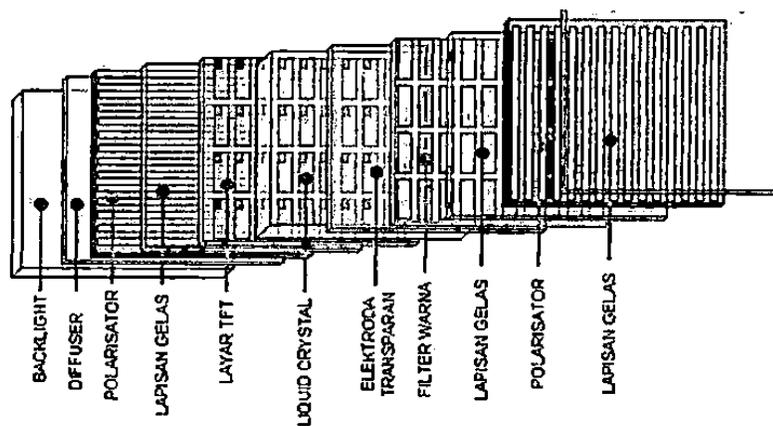


**Gambar 2.8 Bentuk fisik LCD 16x2**

LCD dibuat dari kristal cair yang dapat merespon medan listrik. Kristal tersebut diletakkan diantara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat tegangan dicantumkan pada elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan tersebut akan dihasilkan sebuah bentuk sesuai dengan bagian

yang diaktifkan. Oleh karena itu, diperlukan cahaya lain agar tampilan LCD dapat terlihat.

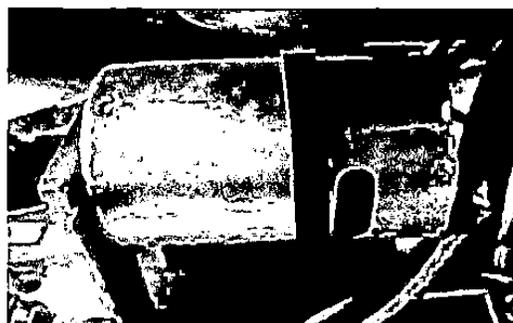
Komponen dasar penyusun LCD ada berbagai macam lapis “glass” seperti pada gambar 2.9 berikut:



**Gambar 2.9 Glass penyusun LCD**

### 2.2.7. Motor DC

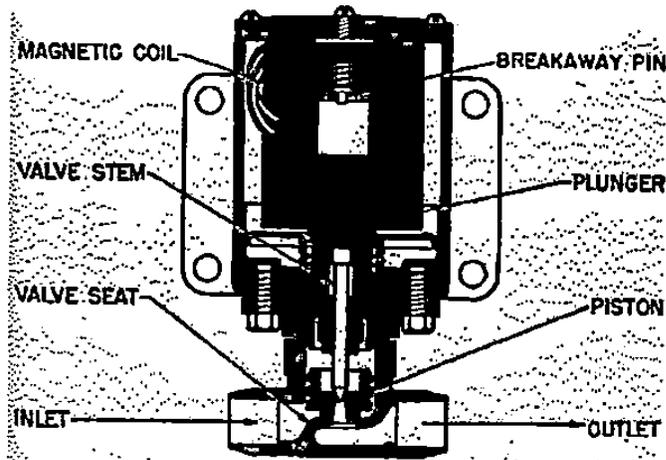
Motor DC gear telah dilengkapi dengan gear yang terpasang didalamnya,. Motor DC merupakan aktuator yang paling banyak digunakan dalam aplikasi robotik. Pada motor memiliki kecepatan putar 300 rpm / 7,3 kg.mc sehingga menghasilkan putaran yang tinggi namun stabil dan memiliki torsi yang besar. Motor *gear* memiliki tegangan input sebesar 12 v dc



**Gambar 2.10 Motor DC**

### 2.2.8. Solenoid Valve

*Solenoid valve* adalah sebuah peralatan elektronik yang merubah tegangan menjadi energi mekanik melalui proses elektromagnetik. Bagian – bagian dari *solenoid valve*, ditunjukkan pada gambar 2.12 berikut:

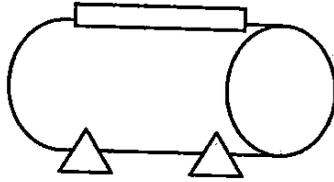


**Gambar 2.11** Penampang *solenoid valve*

Prinsip kerja *solenoid valve* adalah:

Pada saat *solenoid valve* di aliri arus listrik maka kumparan akan menjadi magnet yang selanjutnya akan menarik katub keatas dan menarik piston. Pada keadaan ini angin dapat milintas. Kemudian pada saat arus listrik di matikan maka kumparan tidak lagi menjadi magnet sehingga tidak ada lagi yang menarik katub keatas, akibatnya katub akan kembali tertekan kebawah oleh pegas yang berada pada ujung katub dan piston.

### 2.2.9. Tabung Kompresor



Gb 2.12 tabung kompresor

Rumus volume tabung

$$V = La \times T$$

$$= (3,14 \times r^2) T$$

Dimana :

V = volume tabung

$3,14 / \frac{22}{7}$  = satuan wajib digunakan dalam mengukur lingkaran

r = jari-jari

La = luas alas

Tabung terbuat dari plat besi, yang berguna untuk penampung angin sementara sebelum di masukan ke ban kendaraan.

### 2.3. Spesifikasi Garis - garis Besar dari Produk yang Direncanakan

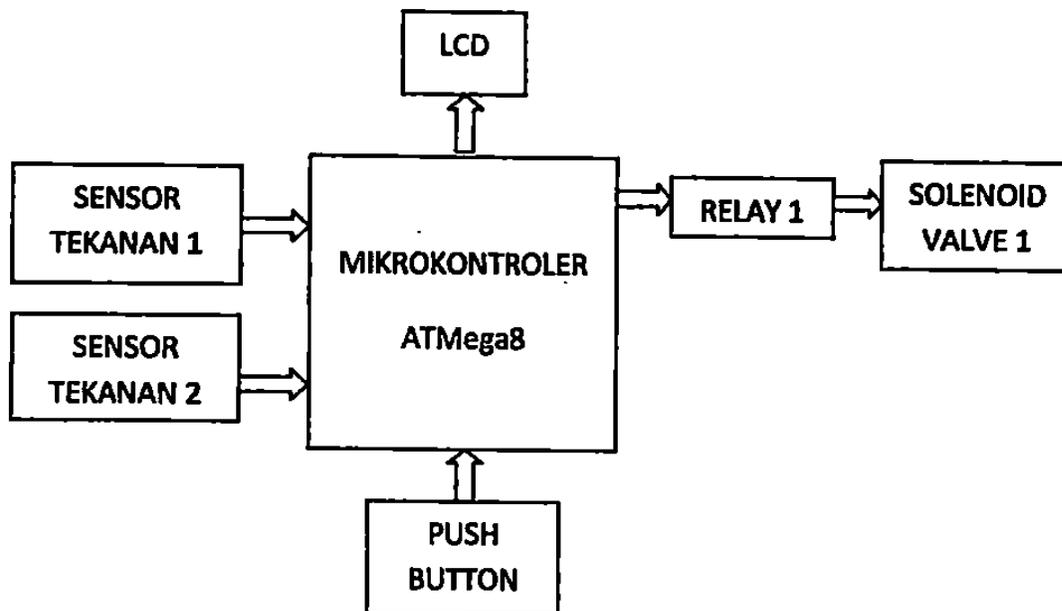
Perancangan alat ukur tekanan ban otomatis ini memiliki fungsi sistem yang akan dibuat yaitu dapat menjalankan kompresor secara otomatis berdasarkan tekanan angin tersebut. Untuk mewujudkan sistem yang akan dibuat dan menambah kehandalan sistem, maka dibutuhkan fungsi-fungsi berikut :

- Sensor tekanan MPX 5500 DP yang berfungsi untuk membaca tekanan tabung .
- Sensor tekanan MPX 5700 GS yang berfungsi untuk membaca tekanan ban.
- *Push button* berjumlah 4, *push button* 1 berfungsi untuk menaikkan *set point* (penambahan per 1 psi), *push buton* 2 berfungsi untuk menurunkan *set point* (pengurangan per 1 psi), *push button* 3 berfungsi untuk mereset *set point*, dan *push button* 4 berfungsi untuk start/stop.
- Mikrokontroler ATmega8 berfungsi untuk memproses besarnya tekanan yang terukur dan menampilkannya pada LCD, juga berfungsi sebagai pembandingan antara tekanan yang terukur dengan *set point*.
- LCD 16x2, pada baris 1 berfungsi untuk menampilkan tekanan yang terukur, Sedangkan pada baris 2 berfungsi untuk menampilkan besarnya tekanan yang di inginkan (*set point*).

• Delay berjumlah 1 Delay berfungsi untuk ...

- *Solenoid valve* berjumlah 1, *solenoid valve* berfungsi untuk membuka saluran angin dari kompressor ke alat,

Hubungan antar komponen dan sistem digambarkan dalam sebuah blok diagram pada gambar 2.13 berikut:



**Gambar 2. 3 Blok diagram rangkaian**