

BAB II

LANDASAN TEORI

Landasan teori ini meliputi tentang pengertian *mold*, sensor proximity, pengertian sistem minimum mikrokontroler atmega 16, pengertian pemrogram Code Vision AVR, LCD 2X16, relay, *solenoid valve*, kompresor, silinder pneumatik ganda. Untuk memudahkan dalam perancangan perangkat keras dan perangkat lunak.

2.1 Mold

Mold (cetakan) adalah rongga tempat material leleh (plastik atau logam) memperoleh bentuk. *Mold* terdiri dari dua bagian yaitu pelat bergerak (*moveable plate*) dan pelat diam (*stationary plate*). Sesuai dengan namanya pelat bergerak dipasang pada *moveable platen* di mesin injection molding dan pelat diam dipasang di *stationary platen*. Di dalam *mold* terdapat jalur saluran pendingin. *Mold* memiliki konstruksi yang rumit di mana pembuatannya membutuhkan mesin-mesin dengan ketelitian tinggi seperti CNC dan EDM. Sebagian besar *mold* dibuat dari baja dan sebagian kecil terbuat dari aluminium (untuk produksi styrofoam). Untuk *mold* yang membutuhkan transfer panas yang tinggi memakai bahan paduan tembaga-berilium.

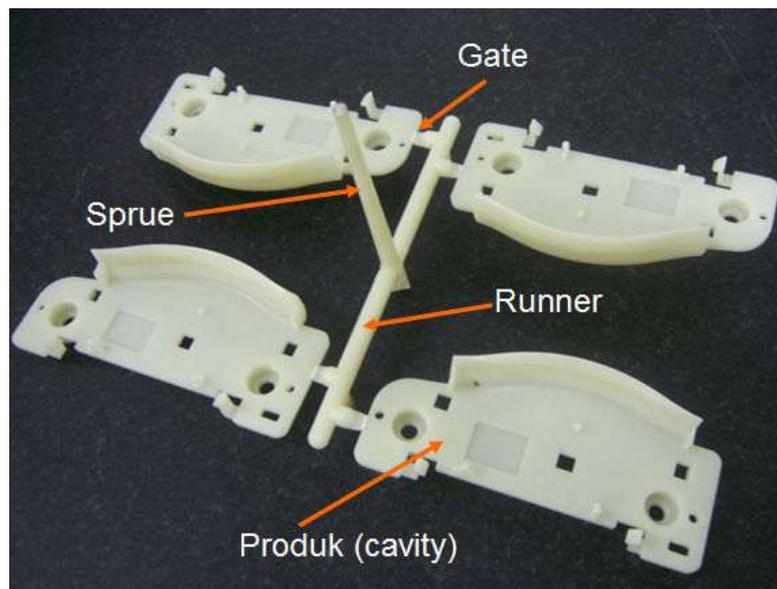


Gambar 2.1 *Mold* injeksi plastik



Gambar 2.2 Mesin injeksi plastik¹

2.1.1 Aliran Material Di Dalam *Mold*



Gambar 2.3 Produk *Mold*

Plastik leleh diinjeksikan dari barrel kedalam *mold* melalui sprue. Dari sprue alirannya dibagi ke beberapa runner, kemudian melalui gate material memasuki rongga (*cavity*) di mana produk terbentuk. Setelah itu material akan didinginkan oleh cairan bersirkulasi.

¹Sumber: http://www.pudak-scientific.com/detail_news.php?id=29

2.1.2 Penyusutan

Penyusutan atau biasa disebut *mold shrinkage* adalah selisih dimensi antara *mold* dengan produk akhir dalam satuan persen (%). Formula penyusutan adalah: $((\text{Dimensi } mold - \text{Dimensi produk}) / \text{Dimensi } mold) \times 100\%$. Penyusutan terutama disebabkan oleh faktor suhu dan tekanan injeksi dan nilainya berbeda-beda tergantung dari jenis material plastik. Untuk mengatasi hal ini dimensi *mold* selalu dibuat lebih besar daripada dimensi produk sesuai dengan jenis plastik/resin yang dicetak. Sebagai contoh material High Impact Poly-Styrene memiliki nilai penyusutan 0.4%. Jika kita ingin membuat produk dengan panjang 100 milimeter maka dimensi mold adalah $100 + (0.4\% \times 100) = 100,4$ milimeter.

2.2 Sensor Proximity



Gambar 2.4 Sensor Proximity²

Secara bahasa Proximity switch berarti proximity Artinya jarak atau kedekatan sedangkan switch artinya saklar jadi definisinya adalah sensor atau saklar otomatis yang mendeteksi logam berdasarkan jarak yang diperolehnya,

² Sumber: <https://picclick.ca/5PCS-PL-05N-2-Inductive-Proximity-Sensor-Switch-NPN-NO-222473201953.html>

artinya sejauhmana kedekatan objek yang dideteksinya dengan sensor, sebab karakter dari sensor ini, mendeteksi objek yang cukup dekat dengan satuan mili meter, umumnya sensor ini mempunyai jarak deteksi yang bermacam-macam seperti 5,7,10,12, dan 20 mm tergantung dari type sensor yang digunakan, semakin besar angka yang tercantum pada typenya, maka semakin besar pula jarak deteksinya, selain itu sensor ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 Vdc atau ada juga yang menggunakan tegangan AC 100-200Vac.

2.2.1 Cara Kerja Sensor Proximity

Seperti yang telah disebutkan diatas, sensor ini bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor, ketika ada obyek logam yang mendekati kepadanya dengan jarak yang sangat dekat 5mm misalkan, maka sensor akan bekerja dan menghubungkan kontaknya, kemudian melalui kabel yang tersedia bisa dihubungkan ke perangkat lainnya seperti lampu indikator, relay dan lain-lain. Pada saat sensor ini sedang bekerja atau mendeteksi adanya logam (besi) maka akan ditandai dengan lampu kecil berwarna merah atau hijau yang ada dibagian atas sensor, sehingga memudahkan kita dalam memonitor kerja sensor atau ketika melakukan *preventive maintenace*.

Hampir setiap mesin - mesin produksi yang ada di setiap industri, baik itu industri kecil ataupun besar, menggunakan sensor jenis ini, sebab selain praktis sensor ini termasuk tahan terhadap benturan ataupun guncangan, selain itu mudah pada saat melakukan perawatan ataupun penggantian, sebab telah dirancang sedemikian rupa oleh produsennya, adapun salah satu contoh penggunaan atau penerapan dari sensor jenis ini adalah digunakan untuk mendeteksi gerakan silinder up atau down pada sebuah mesin atau penggerak.

2.2.2 Jenis Proximity

Proximity Sensor terbagi dua macam, yaitu:

- Proximity Inductive
- Proximity Capacitive

Proximity Inductive

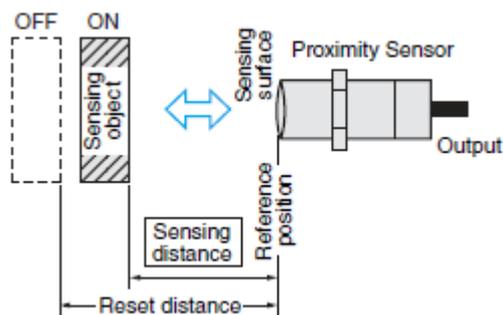
Berfungsi untuk mendeteksi obyek besi/metal. Meskipun terhalang oleh benda non-metal, sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area sensingnya, maka kondisi output sensor akan berubah nilainya.

Proximity Capacitive

Berfungsi mendeteksi semua obyek yang ada dalam jarak sensingnya baik metal maupun non-metal.

2.2.3 Jarak Deteksi

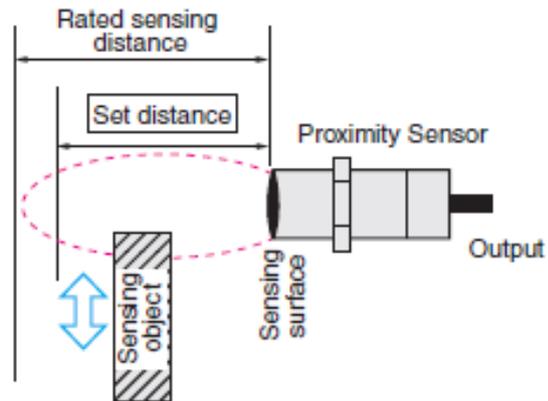
Jarak deteksi adalah, Jarak dari posisi referensi (permukaan referensi) untuk operasi yang diukur (*reset*) ketika obyek standar penginderaan digerakkan oleh metode tertentu.



Gambar 2.5 Ilustrasi Mekanisme Kerja Sensor Proximity

2.2.4 Pengaturan Jarak

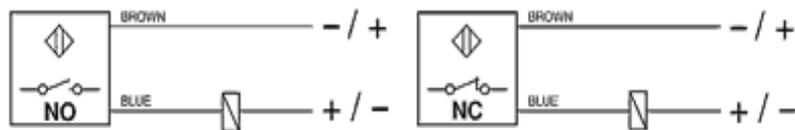
Mengatur jarak dari permukaan sensor memungkinkan penggunaan sensor lebih stabil dalam operasi kerjanya, termasuk pengaruh suhu dan tegangan. Posisi obyek (standar) *sensing transit* ini adalah sekitar 70% sampai 80% dari jarak (nilai) normal *sensing*.



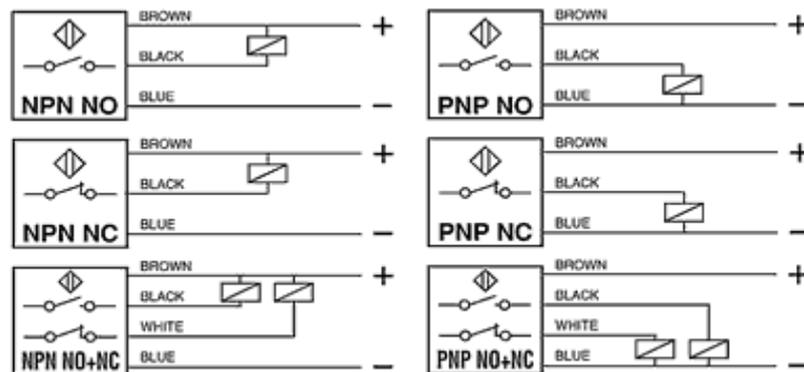
Gambar 2.6 Ilustrasi Pengaturan Jarak Sensor Proximity

2.2.5 Macam-macam Output Proximity

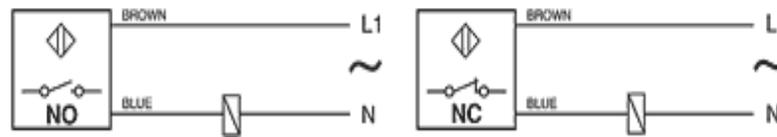
Nilai output dari Proximity Switch ini ada 3 macam, dan bisa diklasifikasikan juga sebagai nilai NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Persis seperti fungsi pada tombol, atau secara spesifik menyerupai fungsi *limit switch* dalam suatu sistem kerja rangkaian yang membutuhkan suatu perangkat pembaca dalam sistem kerja kontinue mesin. Tiga macam output Proximity Switch ini bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2.7 Output 2 kabel VDC Proximity



Gambar 2.8 Output 3 dan 4 kabel VDC Proximity



Gambar 2.9 Output 2 kabel VAC Proximity

Dengan melihat gambar diatas kita dapat mengenali type sensor Proximity Switch ini, yaitu type NPN dan type PNP. Type inilah yang nanti bisa dikoneksikan dengan berbagai macam peralatan kontrol semi digital yang membutuhkan nilai-nilai logika sebagai input untuk proses kerjanya.

Beberapa jenis proximity switch ini hanya bisa dikoneksikan dengan perangkat PLC tergantung type dan jenisnya. Sensor ini juga bisa dikoneksikan langsung dengan berbagai macam peralatan kontrol semi digital, dan counter relay digital adalah salah satunya.

Pada prinsipnya fungsi proximity switch ini dalam suatu rangkaian pengendali adalah sebagai kontrol untuk memati hidupkan suatu sistem interlock dengan bantuan peralatan semi digital untuk sistem kerja berurutan dalam rangkaian kontrol.

2.3 Mikrokontroler AVR ATmega16

AVR merupakan seri mikrokontroler *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) 8-bit buatan Atmel berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Hampir semua instruksi pada program dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register *general-purpose*, *timer/counter* fleksibel dengan mode *compare*, interupsi *internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, *power saving mode*, ADC dan PWM. AVR pun mempunyai *In-System Programmable (ISP) Flash on-chip* yang mengijinkan memori program untuk diprogram ulang (*read/write*) dengan koneksi secara serial yang disebut *Serial Peripheral Inteface* (SPI). AVR memiliki keunggulan dibandingkan dengan mikrokontroler lain,keunggulan mikrokontroler AVR yaitu memiliki kecepatan dalam mengeksekusi program yang lebih cepat, karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock*

(lebih cepat dibandingkan mikrokontroler keluarga MCS 51 yang memiliki arsitektur *Complex Intrukstion Set Compute*). ATMEGA16 mempunyai *throughput* mendekati 1 *Millions Instruction Per Second* (MIPS) per MHz, sehingga membuat konsumsi daya menjadi rendah terhadap kecepatan proses eksekusi perintah.

2.3.1 Beberapa keistimewaan Dari AVR ATmega16

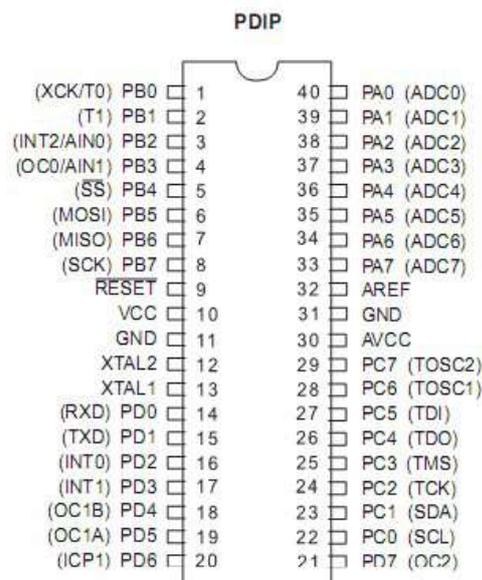
1. Mikrokontroler AVR 8 *bit* yang memiliki kemampuan tinggi dengan konsumsi daya rendah
2. Arsitektur RISC dengan *throughput* mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16MHz
3. Memiliki kapasitas *Flash* memori 16 Kbyte, EEPROM 512 Byte dan SRAM 1 Kbyte
4. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu *Port A*, *Port B*, *Port C* dan *Port D*
5. CPU yang terdiri dari 32 buah *register*
6. Unit interupsi dan eksternal
7. *Port* USART untuk komunikasi serial
8. Fitur *peripheral*
 - Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan (*compare*)
 - Dua buah *Timer/Counter* 8 *bit* dengan *Prescaler* terpisah dan *Mode Compare*
 - Satu buah *Timer/Counter* 16 *bit* dengan *Prescaler* terpisah, *Mode Compare* dan *Mode Capture*
 - *Real Time Counter* dengan *Oscillator* tersendiri
 - Empat kanal PWM
 - 8 kanal ADC
 - 8 *Single-ended Channel* dengan keluaran hasil konversi 8 dan 10 resolusi (register ADCH dan ADCL)
 - 7 *Diferrential Channel* hanya pada kemasan *Thin Quad Flat Pack* (TQFP)

- 2 Differential Channel dengan Programmable Gain
- Antarmuka Serial Peripheral Interface (SPI) Bus
- Watchdog Timer dengan Oscillator Internal
- On-chip Analog Comparator

9. Non-volatile program memory

2.3.2 Konfigurasi Pin AVR ATmega16

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pin dapat dilihat pada gambar diatas. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATMega16 memiliki 8 pin untuk masing-masing Gerbang A (Port A), Gerbang B (Port B), Gerbang C (Port C), dan Gerbang D (Port D).



Gambar 2.10 Konfigurasi ATmega16

2.3.3 Deskripsi Mikrokontroler ATmega16

1) VCC

Merupakan *supply* tegangan digital. Untuk ATMega 16 besar tegangan input yang digunakan adalah 4,5v – 5,5v

2) GND

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *Grounding*

3) Port A

Yaitu (PA7.PA0) berfungsi sebagai input analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan.

4) Port B

Adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan pin fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI

5) Port C

Adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan dengan pin fungsi khusus yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Oscillator*.

6) Port D

Adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan dengan pin fungsi khusus yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.

7) AVCC

Adalah pin penyedia tegangan untuk Port A dan Konverter A/D. Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk *pin* ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena *pin* ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVCC harus dihubungkan ke VCC melalui *low pass filter*.

8) AREF

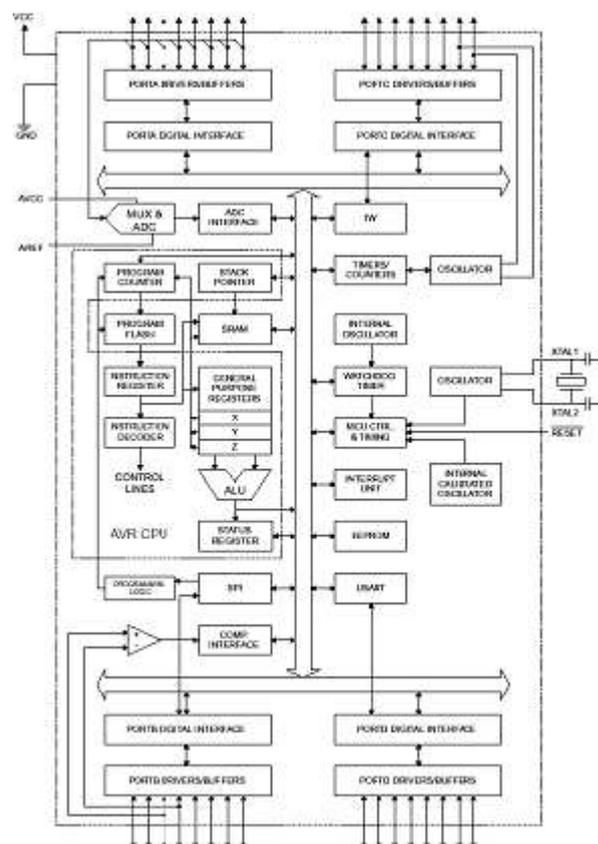
Merupakan pin masukan tegangan referensi analog untuk konverter A/D.

9) RESET

Pin ini berfungsi untuk me-reset mikrokontroler ke kondisi semula

10) XTAL1 dan XTAL2

Merupakan *Input Oscillator* berfungsi sebagai pin masukan *clock* eksternal. Suatu mikrokontroler membutuhkan sumber detak (*clock*) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat pula mikrokontroler tersebut dalam mengeksekusi program.



Gambar 2.11 Blok Diagram ATmega 16

2.3.4 Analog To Digital Converter

AVR ATmega16 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan resolusi 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC dapat dikonfigurasi, baik single ended input maupun differential input. Selain itu, ADC ATmega16 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau (noise) yang fleksibel sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan dari ADC itu sendiri. ADC pada ATmega16 memiliki fitur-fitur antara lain :

- a. Resolusi mencapai 10-bit
- b. Akurasi mencapai ± 2 LSB
- c. Waktu konversi 13-260 μ s
- d. 8 saluran ADC dapat digunakan secara bergantian
- e. Jangkauan tegangan input ADC bernilai dari 0 hingga VCC
- f. Disediakan 2,56V tegangan referensi internal ADC
- g. Mode konversi kontinyu atau mode konversi tunggal
- h. Interupsi ADC complete
- i. Sleep Mode Noise canceler

Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan *clock*, tegangan referensi, format data keluaran dan modus pembacaan. Register-register yang perlu diatur adalah sebagai berikut:

➤ ADC Control and Status Register A – ADCSRA

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0	ADCSRA
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.12 ADC Control and Status Register A – ADCSRA

Keterangan :

ADEN : 1 = adc enable, 0 = adc disable

ADCS : 1 = mulai konversi, 0 = konversi belum terjadi

ADATE : 1 = auto trigger diaktifkan, trigger berasal dari sinyal yang dipilih

(set pada trigger SFIOR bit ADTS). ADC akan start konversi pada edge positif sinyal trigger.

ADIF : diset ke 1, jika konversi ADC selesai dan data register ter-update. Namun ADC Conversion Complete Interrupt dieksekusi jika bit ADIE dan bit-I dalam register SREG diset.

ADIE : diset 1, jika bit-I dalam register SREG di-set.

ADPS[0..2] : Bit pengatur clock ADC, faktor pembagi 0 ... 7 = 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128.

Tabel 2.1 Konfigurasi Clock ADC

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Division Vector
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

➤ ADC Multiplexer-ADMUX

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	ADMUX
	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.13 ADC Multiplexer

REFS 0, 1 : Pemilihan tegangan referensi ADC

00 : $V_{ref} = A_{ref}$

01 : $v_{ref} = AVCC$ dengan eksternal capasitor pada AREF

10 : $v_{ref} =$ internal 2.56 volt dengan eksternal kapasitor pada AREF

ADLAR : Untuk setting format data hasil konversi ADC, default = 0

➤ Special Function IO Register-SFIOR

SFIOR merupakan register 8 bit pengatur sumber picu konversi ADC, apakah dari picu eksternal atau dari picu internal, ADTS[0...2] : Pemilihan trigger (pengatur picu) untuk konversi ADC, bit-bit ini akan berfungsi jika bit ADATE pada register ADCSRA bernilai 1. Konfigurasi bit ADTS[0...2] dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2.2 Pemilihan sumber picu ADC

ADTS2	ADTS1	ADTS0	Trigger Source
0	0	0	Free Running Mode
0	0	1	Analog Comparator
0	1	0	External Interrupt Request 0
0	1	1	Timer/Counter0 Compare Match
1	0	0	Timer/Counter 0 Overflow
1	0	1	Timer/Counter Compare Match B
1	1	0	Timer/Counter1 Ovrerflow
1	1	1	Timer/Counter1 Capture Event

ADHSM : 1. ADC *high speed mode enabled*. Untuk operasi ADC, bit ACME, PUD, PSR2 dan PSR10 tidak diaktifkan.

2.4 Code Vision AVR

CodeVisionAVR adalah sebuah *compiler* C yang telah dilengkapi dengan fasilitas *Integrated Development Environment* (IDE) dan didesain agar dapat menghasilkan kode program secara otomatis untuk mikrokontroler Atmel AVR. Program ini dapat berjalan dengan menggunakan sistem operasi Windows® XP, Vista, Windows 7, dan Windows 8, 32-bit dan 64-bit.

Integrated Development Environment (IDE) telah dilengkapi dengan fasilitas pemrograman chip melalui metode *In-System Programming* sehingga

dapat secara otomatis mentransfer file program ke dalam *chip* mikrokontroler AVR setelah sukses dikompilasi.

Software In-System Programmer didesain untuk bekerja ketika dihubungkan dengan development board STK500, STK600, AVRISP mkII, AVR Dragon, AVRProg (AVR910 application note), Atmel JTAGICE mkII, Kanda System STK200+STK300, Dontronics DT006, Vogel Elektronik VTEC-SIP, Futurlec JRAVR and MicroTronics ATCPU, dan Mega2000.

Untuk meningkatkan kehandalan program ini, maka pada CodeVisionAVR juga terdapat kumpulan pustaka (library) untuk:

- Modul LCD Alphanumeric
- Philips I2C bus
- National Semiconductor Sensor Temperatur LM75
- Philips PCF8563, PCF8583, dan Maxim/Dallas Semiconductor Real Time Clock DS1302 dan DS1307
- Maxim/Dallas Semiconductor 1 wire protocol
- Maxim/Dallas Semiconductor Sensor Temperatur DS1820, DS18S20, dan DS18B20
- Maxim/Dallas Semiconductor Termometer/Thermostat DS1621
- Maxim/Dallas Semiconductor EEPROMs DS2430 dan DS2433
- SPI
- Power Management
- Delays
- Gray Code Conversion
- MMC/SD/SD HC Flash memory cards low level access
- Akses FAT pada MMC/SD/SD HC Flash memory card

CodeVisionAVR dapat menghasilkan kode program secara otomatis melalui fasilitas CodeWizardAVR Automatic Program Generator. Dengan adanya fasilitas ini maka penulisan program dapat dilakukan dengan cepat dan lebih efisien. Seluruh kode dapat diimplementasikan dengan fungsi sebagai berikut:

- Identifikasi sumber reset
- Mengatur akses memori eksternal
- Inisialisasi port input/output
- Inisialisasi interupsi eksternal
- Inisialisasi timer/counter dan watchdog timer
- Inisialisasi USART dan interupsi buffer untuk komunikasi serial
- Inisialisasi komparator analog dan ADC
- Inisialisasi interface SPI dan two wire interface (TWI)
- Inisialisasi interface CAN
- Inisialisasi I2C Bus, sensor suhu LM75, thermometer/thermostat DS1621, dan real time clock PCF8563, PCF8583, DS1302, DS1307
- Inisialisasi 1 wire bus dan sensor suhu DS1820/DS18S20
- Inisialisasi modul LCD

2.5 LCD

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alal-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. Pada postingan aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2 x 16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat.

2.5.1 Fitur LCD 2x16

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

- a. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- b. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- c. Terdapat karakter generator terprogram.
- d. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
- e. Dilengkapi dengan back light.



Gambar 2.14 : Bentuk Fisik LCD 2 x 16

2.5.2 Spesifikasi Kaki LCD 2x16

Modul LCD pada umumnya terdiri dari 14 pin, tetapi LCD yang memiliki backlight mempunyai 16 pin, yaitu 2 pin tambahan untuk menyalakan LED backlight. Berikut table fungsi pin LCD 16x2.

Tabel 2.3 Fungsi Pin LCD Karakter 2x16

PIN	Nama	Fungsi
1	VSS	Ground Voltage
2	VCC	+5V
3	VEE	Contrast Voltage
4	RS	Register Select: 0 = Send Instruction 1 = Send Data
5	R/W	Read/Write, to choose write or read mode : 0 = Write Mode 1 = Read Mode
6	EN	Enable Signal : 0 = start to lacht data to LCD character 1 = disable
7	DB0	Data bit ke-0 H/L (LSB)
8	DB1	Data bit ke-1 H/L
9	DB2	Data bit ke-2 H/L
10	DB3	Data bit ke-3 H/L
11	DB4	Data bit ke-4 H/L
12	DB5	Data bit ke-5 H/L
13	DB6	Data bit ke-6 H/L
14	DB7	Data bit ke-7 H/L (MSB)
15	ANODE	Backlight (+)
16	KATODE	Backlight (-)

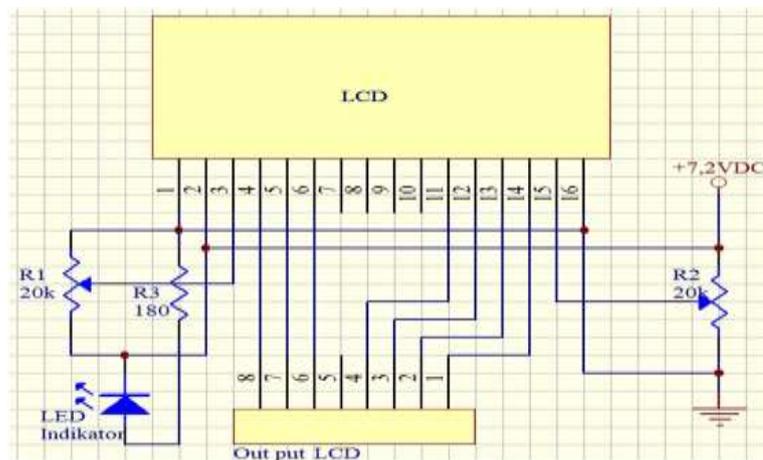
2.5.3 Cara Kerja LCD Secara Umum

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada table diskripsi, interface LCD merupakan sebuah parallel bus, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 nibble data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa clock EN setiap nibblenya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroller mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus menset EN ke kondisi high “1” dan kemudian menset dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data bus.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus diset ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada datasheet LCD), dan set EN kembali ke high “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi low “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi high atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus diset ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi low (0) saat informasi pada data bus akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi high “1”, maka program akan melakukan query (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu Get LCD status (membaca status LCD), lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu diset ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara parallel baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi interface LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk

kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan ditransfer antara mikrokontroller dan LCD. Jika bit ini di set ($RS = 1$), maka byte pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di reset ($RS = 0$), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca. Untuk gambar skematik LCD 2x16 adalah sebagai berikut:



Gambar 2.15 Skematik LCD 2 x 16.

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen electromechanical atau elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu coil atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal.

Komponen relay menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau low power, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Berikut adalah gambar dan juga simbol dari komponen relay.

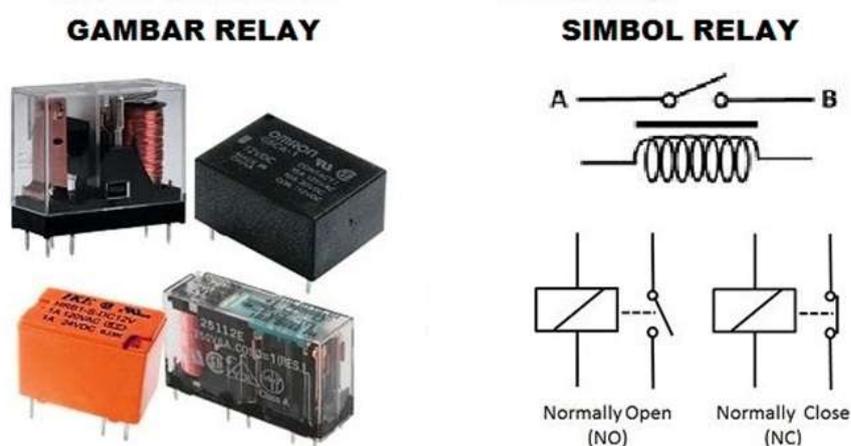
2.6.1 Penggunaan Relay

Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-switch arus/tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada body

relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililiti kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang on. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (off).



Gambar 2.16 Relay 220 Volt³



Gambar 2.17 Relay 5 Volt dan Simbol

³ Sumber: http://www.tti.com.tw/comm/upimage/p_140507_02422.jpg

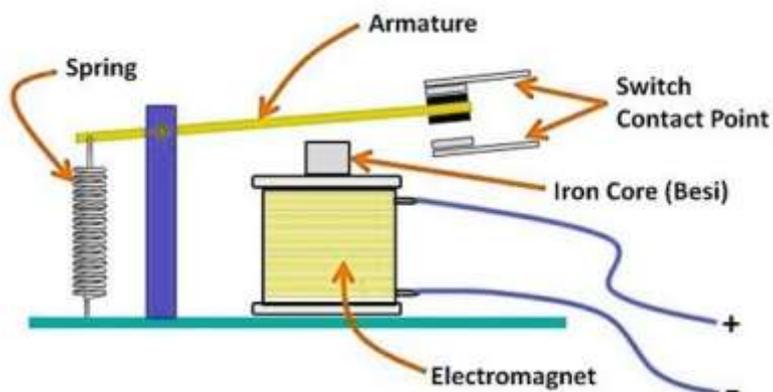
2.6.2 Fungsi Relay

Seperti yang telah dikatakan tadi bahwa relay memiliki fungsi sebagai saklar elektrik. Namun jika diaplikasikan ke dalam rangkaian elektronika, relay memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut adalah beberapa fungsi komponen relay saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah
2. Menjalankan fungsi logika alias *logic function*
3. Memberikan fungsi penundaan waktu alias *time delay function*
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau korsleting

2.6.3 Cara Kerja Relay

Setelah mengetahui pengertian dan fungsi relay, berikut adalah cara kerja atau prinsip kerja relay yang juga harus anda ketahui. Namun sebelumnya anda perlu tahu bahwa dalam sebuah relay terdapat 4 buah bagian penting yakni Electromagnet (Coil), Armature, Switch Contact Point (Saklar), dan Spring. Untuk info lebih jelasnya silahkan lihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.18 Komponen dari Relay

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa sebuah Besi (Iron Core) yang dililit oleh kumparan Coil, berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila

Kumparan Coil dialiri arus listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik Armature sehingga dapat berpindah dari posisi sebelumnya tertutup (NC) menjadi posisi baru yakni terbuka (NO).

Dalam posisi (NO) saklar dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, Armature akan kembali ke posisi awal (NC). Sedangkan Coil yang digunakan oleh relay untuk menarik Contact Poin ke posisi close hanya membutuhkan arus listrik yang relatif cukup kecil. Apa itu NO dan NC, berikut penjelasannya.

- NC atau Normally Close adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada di posisi CLOSE (tertutup).
- NO atau Normally Open adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada di posisi OPEN (terbuka).

2.7 Solenoid Valve



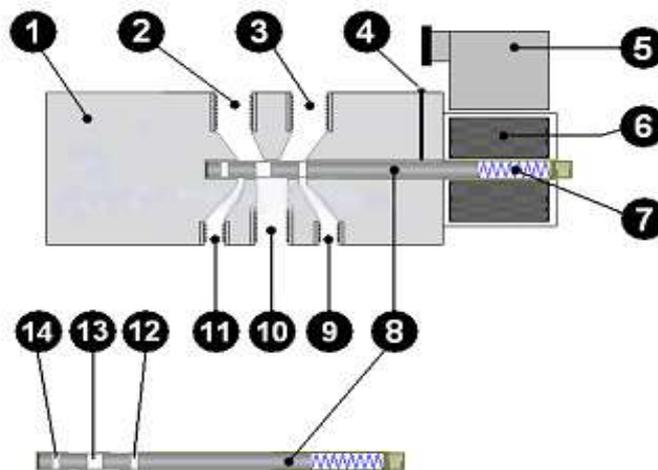
Gambar 2.19 Bentuk fisik Solenoid Valve Pneumatik tampak bawah



Gambar 2.20 Bentuk fisik Solenoid Valve Pneumatik tampak atas

2.7.1 Spesifikasi Solenoid Valve

Solenoid Valve (SV) atau Katup listrik adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai *coil* sebagai penggeraknya yang berfungsi untuk menggerakkan piston yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Solenoid Valve mempunyai lubang keluaran, lubang masukan dan lubang exhaust, lubang masukan diberi kode P, berfungsi sebagai terminal / tempat udara masuk atau supply, lalu lubang keluaran, diberi kode A dan B, berfungsi sebagai terminal atau tempat udara keluar yang dihubungkan ke beban, sedangkan lubang exhaust diberi kode R, berfungsi sebagai saluran untuk mengeluarkan udara terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi ketika solenoid valve ditenagai atau bekerja.



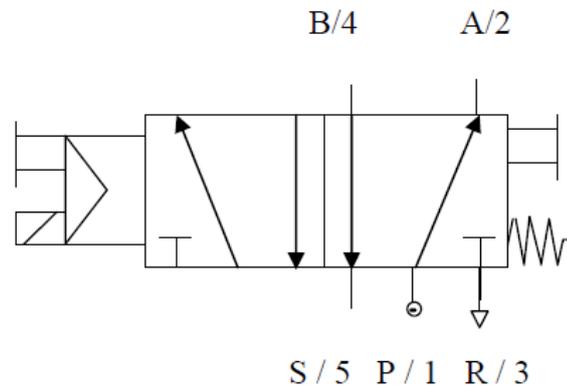
Gambar 2.21 Struktur fungsi Solenoid Valve Pneumatik

Berikut keterangan gambar Solenoid Valve Pneumatik:

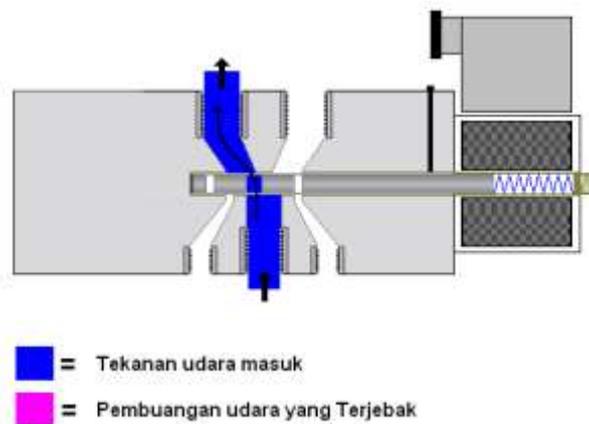
1. Valve Body
2. Terminal masukan (Inlet Port)
3. Terminal keluaran (Outlet Port)
4. Manual Plunger
5. Terminal slot power suplai tegangan
6. Kumparan gulungan (koil)
7. Spring
8. Plunger
9. Lubang jebakan udara (exhaust from Outlet Port)
10. Lubang Inlet Main
11. Lubang jebakan udara (exhaust from inlet Port)
12. Lubang plunger untuk exhaust Outlet Port
13. Lubang plunger untuk Inlet Main
14. Lubang plunger untuk exhaust inlet Port

2.7.2 Cara Kerja Solenoid Valve

Solenoid valve merupakan salah satu alat atau komponen kontrol yang salah satu kegunaannya yaitu untuk menggerakkan tabung silinder. Solenoid Valve merupakan katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggeraknya yang mana ketika koil mendapat supply tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalamnya ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran A atau B dari Solenoid Valve akan keluar udara yang berasal dari P atau supply, pada umumnya Solenoid Valve mempunyai tegangan kerja 100/200 VAC namun ada juga yang mempunyai tegangan kerja DC.



Gambar 2.22 Saluran Udara Solenoid Valve⁴



Gambar 2.23 Ilustrasi saluran udara Solenoid Valve

2.7.3 Penyebab Kerusakan Solenoid Valve

Seperti yang sudah dijelaskan diatas solenoid valve (SV), mempunyai lubang masukan dan keluaran didalamnya guna mengalirkan media yang digunakan, seperti udara yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan penggerak seperti cylinder, rotary joint dll, namun ada permasalahan yang sudah umum yang terdapat pada udara, yaitu udara mengandung uap air disebabkan oleh kelembaban dan suhu yang terdapat di dalam pipa atau tabung receiver, kemudian

⁴ Sumber: <http://abi-blog.com/wp-content/uploads/2014/03/52-Way-Single-Solenoid-Valve-With-LED.png>

udara tersebut kotor bisa juga dll, yang pada intinya semuanya itu dapat menyebabkan kerusakan pada alat.

Ada beberapa penyebab kenapa solenoid valve mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan kembali dan akhirnya mesin pun akan mengalami kerugian yang cukup besar, pada intinya kerusakan solenoid valve adalah karena pistonnya macet akibat dari :

- Udara mengandung uap air yang cukup banyak, sehingga menimbulkan karat di blok solenoid valve.
- Udara kotor, sehingga lama-kelamaan kotoran akan menumpuk dipistonnya.
- Pada supply udara tidak ada tabung oiler / tabung pelumasan yang berfungsi untuk melumasi piston agar tetap licin dan dapat bergerak dengan bebas.
- Pada supply udara tidak ada tabung Air Filter yang berfungsi untuk menampung kandungan air agar tidak terbawa masuk ke blok solenoid, sehingga udara tetap kering.

2.7.4 Proses Terjadinya Kerusakan Solenoid Valve

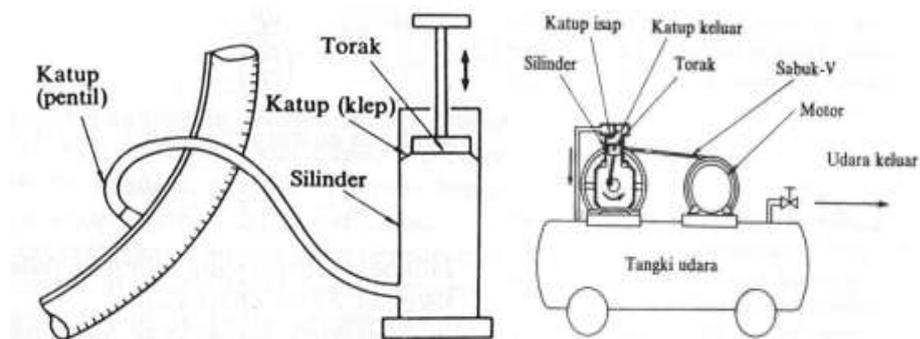
Pada dasarnya solenoid valve rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan dari kualitas udara yang buruk antara lain kotor, mengandung uap air dan lain-lain sehingga dapat mempengaruhi kerja atau gerakan piston yang terdapat dibagian dalam solenoid valve, pada prinsipnya kondisi piston ini harus selalu bersih dan licin agar gerakannya selalu bebas dan tidak seret, lalu bagaimana proses terjadinya kerusakan? Begini, ketika salah satu coil dari solenoid valve menggerakkan piston, yang seharusnya piston bergerak dari posisi A ke posisi B, namun karena adanya kemacetan pada bagian piston, maka piston tidak bergerak sama sekali, akibatnya coil solenoid valve menjadi panas akibat dari beban atau piston yang tidak bergerak dan lama-kelamaan coil akan terbakar dan rusak sehingga tidak dapat bekerja lagi.

2.7.5 Mencegah Solenoid Valve Rusak

Setelah diketahui pokok permasalahannya, maka kita akan dengan mudah melakukan upaya pencegahannya, ternyata dari semua sebab diatas itu kalau disimpulkan adalah karena tidak adanya pelumasan dan air filter yang dapat melumasi piston dan dapat menyerap kandungan air sehingga tidak mengalir ke piston, maka dalam hal ini harus dipasang tabung oiler dan air filter, tabung oiler berisi cairan oil khusus yang digunakan untuk melumasi piston agar tidak macet.

2.8 Kompresor Udara

Kompresor udara adalah mesin atau alat yang menciptakan dan mengaliri udara bertekanan. Kompresor udara biasa digunakan untuk pengisian angin ban, membersihkan bagian-bagian mesin yang kotor, penyediaan udara untuk proses pembakaran di ketel/ motor listrik, proses pengecatan dengan alat spray, Kompresor juga banyak digunakan untuk alat-alat yang menggunakan system pneumatik.



Gambar 2.24 Kompresor Udara

2.8.1 Prinsip Kerja Kompresor Udara

Prinsip kerja kompresor udara hampir sama dengan pompa ban sepeda atau mobil. Ketika torak dari pompa ditarik keatas, tekanan yang ada di bawah silinder akan mengalami penurunan di bawah tekanan atmosfer sehingga udara akan masuk melalui celah katup (klep) kompresor. Katup (klep) kompresor di

pasang di kepala torak dan dapat mengencang dan mengendur. Setelah udara masuk ke tabung silinder kemudian pompa mulai di tekan dan torak beserta katup (klep) akan turun ke bawah dan menekan udara, sehingga membuat volumenya menjadi kecil. Tekanan udara menjadi naik terus sampai melebihi kapasitas tekanan di dalam ban, sehingga udara yang sudah termampat akan masuk melalui katup (pencil). Setelah di pompa terus menerus tekanan udara di dalam ban menjadi naik. Proses perubahan volume udara yang terletak pada silinder pompa menjadi lebih kecil dari kondisi awal ini di sebut proses pemampatan (pengkompresan udara).

2.8.2 Jenis Kompresor Udara

Kompresor udara di bagi menjadi dua bagian, yaitu Dynamic Compressor dan Displacement Compressor.

a) Dynamic Compressor

Dynamic compressor menggunakan vane atau impeller yang berputar pada kecepatan tinggi sehingga menghasilkan volume udara kompresi yang besar. Dynamic kompresor memiliki dua jenis yaitu kompresor sentrifugal (radial flow) dan aksial.

- Kompresor sentrifugal menggunakan sistem dengan putaran tinggi. Udara yang masuk melalui tengah-tengah inlet kompresor di alirkan melalui impeller yang berputar di dalam volute casing sebelum keluar menuju outlet kompresor.
- Kompresor aksial menggunakan sistem putaran dinamis yang memiliki serangkaian kipas airfoil yang berfungsi untuk menekan aliran fluida. Kompresor aksial biasanya di gunakan untuk turbin gas/udara seperti mesin kapal kecepatan tinggi, mesin jet, dan pembangkit listrik skala kecil.

b) Displacement

Kompresor terbagi menjadi dua bagian, yaitu Reciprocating Compressor dan Rotary Compressor.

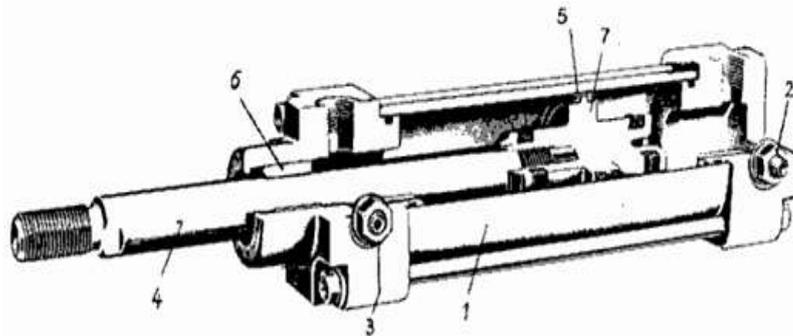
- Kompresor Sistem kerja tunggal adalah sama seperti sistem pompa sepeda dengan aliran keluar yang hampir konstan pada kisaran tekanan pengeluaran tertentu.
- Kompresor Sistem kerja ganda di kompresor piston ganda port inlet dan outlet nya berada di kedua sisi. Kompresor piston tunggal dan ganda memiliki perbedaan di port inlet dan outlet nya.
- Kompresor Sistem kerja diafragma adalah jenis klasik dari piston, dan mempunyai kesamaan dengan piston, Pada kompresor piston udara yang melewati outlet dan inlet nya di atur oleh piston, sedangkan pada kompresor diafragma menggunakan membran fleksible atau diafragma.

Rotary compressor Sistem kerja diafragma adalah jenis klasik dari piston, dan mempunyai kesamaan dengan piston, Pada kompresor piston udara yang melewati outlet dan inlet nya di atur oleh piston, sedangkan pada kompresor diafragma menggunakan membran fleksible atau diafragma.

- Tipe Screw adalah Rotary Screw Compressor menggunakan sistem screw (ulir) yang berputar sehingga membuat udara di dalam terkompresi. Kompresor ini banyak di gunakan di industri besar yang membutuhkan udara dengan tekanan udara yang tinggi.
- Tipe Vane adalah Rotary Vane kompresor menggunakan vane atau blade yang berfungsi untuk mengkompres udara yang masuk. Udara yang masuk dari port inlet di kompresi oleh vane atau blade yang berputar di dalam casing menuju sisi outlet.
- Rotary scroll adalah kompresor merupakan tipe kompresor yang elegan. Jenis scroll kompresor menggunakan sistem penggulungan udara, gulungan tepi luar merangkapkan udara dan ketika gulungan berputar udara yang berada di tepi luar dari gulungan akan bergerak ke ruang tengah gulungan dan mengakibatkan pengompresan udara di ruang tengah sebelum ke port outlet nya.

2.9 Silinder Pneumatik Ganda

Konstruksi silinder kerja ganda adalah sama dengan silinder kerja tunggal, tetapi tidak mempunyai pegas pengembali. Silinder kerja ganda mempunyai dua saluran (saluran masukan dan saluran pembuangan). Silinder terdiri dari tabung silinder dan penutupnya, piston dengan seal, batang piston, bantalan, ring pengikis dan bagian penyambungan. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.25 Bentuk Fisik Silinder Kerja Ganda

Keterangan :

1. Batang/rumah silinder
2. Saluran masuk
3. Saluran keluar
4. Batang piston
5. Seal
6. Bearing
7. Piston

Biasanya tabung silinder terbuat dari tabung baja tanpa sambungan. Untuk memperpanjang usia komponen seal permukaan dalam tabung silinder dikerjakan dengan mesin yang presisi. Untuk aplikasi khusus tabung silinder bisa dibuat dari aluminium, kuningan dan baja pada permukaan yang bergeser dilapisi chrom keras. Rancangan khusus dipasang pada suatu area dimana tidak boleh terkena korosi.

Penutup akhir tabung adalah bagian paling penting yang terbuat dari bahan cetak seperti aluminium besi tuang. Kedua penutup bisa diikatkan pada tabung silinder dengan batang pengikat yang mempunyai baut dan mur.

Batang piston terbuat dari baja yang bertemperatur tinggi. Untuk menghindari korosi dan menjaga kelangsungan kerjanya, batang piston harus dilapisi chrom.

Ring seal dipasang pada ujung tabung untuk mencegah kebocoran udara. Bantalan penyangga gerakan batang piston terbuat dari PVC, atau perunggu. Di depan bantalan ada sebuah ring pengikis yang berfungsi mencegah debu dan butiran kecil yang akan masuk ke permukaan dalam silinder. Prinsip kerja dari silinder



Gambar 2.26 Ilustrasi Prinsip Kerja Silinder Pneumatik⁵

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston arah maju, sedangkan sisi yang lain arah mundur, maka gaya diberikan pada sisi permukaan piston tersebut sehingga batang piston akan terdorong keluar sampai mencapai posisi maksimum dan berhenti. Gerakan silinder kembali masuk,

⁵ Sumber: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRt_B2H50LdA1Ogn2h-CZX_Scb14Rm5bwTysUizB4VzR61UNOXc

diberikan oleh gaya pada sisi permukaan batang piston arah mundur dan sisi permukaan piston arah maju.

Keuntungan silinder kerja ganda dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Ini memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel. Gaya yang diberikan pada batang piston gerakan keluar lebih besar daripada gerakan masuk. Karena efektif permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston

Silinder aktif adalah dibawah kontrol suplay udara pada kedua arah gerakannya. Pada prinsipnya panjang langkah silinder dibatasi, walaupun faktor lengkungan dan bengkokan yang diterima batang piston harus diperbolehkan. Seperti silinder kerja tunggal, pada silinder kerja ganda piston dipasang dengan seal jenis cincin O atau membrane.