

## BAB II

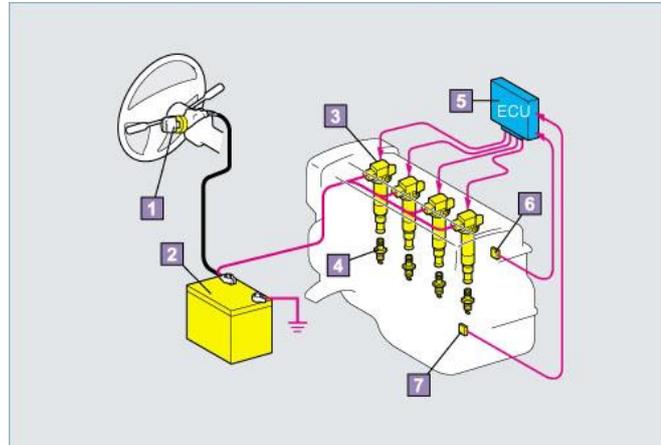
### LANDASAN TEORI

#### A. Sistem Kelistrikan

##### 1. Sistem Kelistrikan Mesin

##### a. Sistem Pengapian

Sistem pengapian membangkitkan loncatan bunga api pada tegangan tinggi, dan menyalakan percampuran udara-bahan bakar yang dimampatkan di dalam silinder, pada waktu yang optimal.<sup>1</sup> Berdasarkan pada sinyal-sinyal yang diterima dari sensor-sensor ECU (*Electronic Control Unit*) mempengaruhi kontrol untuk mendapatkan waktu pengapian yang optimal.



Gambar 2.1 Sistem Pengapian

Keterangan :

1. *Switch* pengapian
2. Baterai
3. *Ignition coil* dengan *igniter*

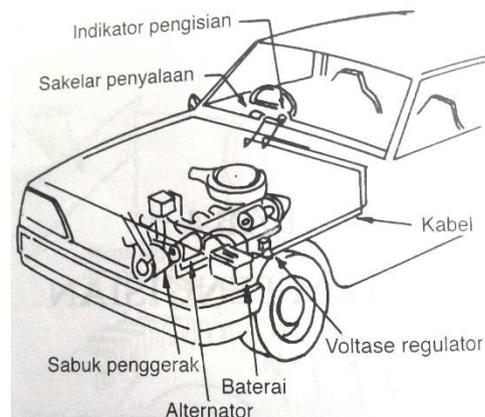
---

<sup>1</sup>Rinson Sitanggang, “*Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan*” *Jilid 1*, (Malang : Kementerian Pendidikan dan kebudayaan, 2013), h. 200.

4. Busi *Engine*
5. ECU
6. *Camshaft position sensor*
7. *Crankshaft position sensor*

## b. Sistem Pengisian

Dalam kelistrikan otomotif sistem pengisian salah satu sistem yang penting fungsinya yaitu akan menghasilkan listrik untuk menyuplai komponen - komponen kelistrikan dengan jumlah listrik yang dibutuhkan dan untuk mengisi baterai saat mesin kendaraan sedang bekerja. Sesaat setelah mesin hidup, *drive belt* menyebabkan alternator bekerja.



Gambar 2.2 Sistem Pengisian <sup>2</sup>

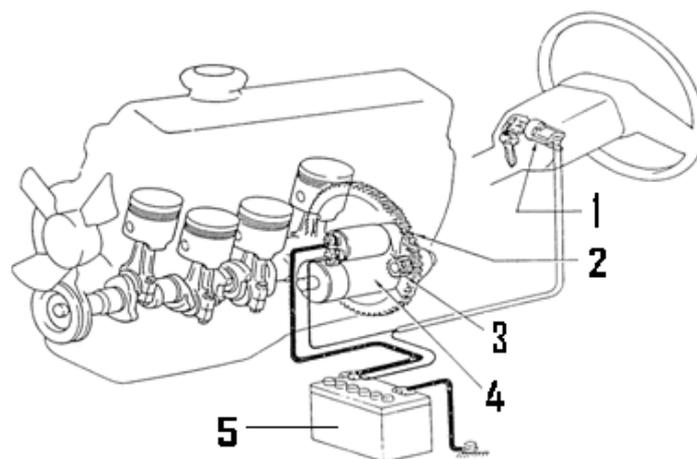
---

<sup>2</sup>Drs. Boentarto, "Cara Pemeriksaan, Penyetelan dan Perawatan Kelistrikan Mobil", (Yogyakarta : Andi Offset, 1995), h.81.

### c. Sistem Starter

#### 1. Pengertian sistem starter

Suatu mesin tidak dapat mulai hidup (*start*) dengan sendirinya, walaupun campuran udara dan bensin dapat disalurkan ke dalam ruang bakar, oleh sebab itu memerlukan suatu sistem yang dapat merubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa gerak putar, maka starter digunakan untuk memutar mesin mobil pertama kali sampai tercapai putaran tertentu hingga motor hidup.<sup>3</sup> Pada sistem ini terdapat motor *starter* yang digerakkan oleh adanya arus listrik dari baterai (aki), tenaga putaran dari motor *starter* diteruskan melalui rantai ke roda gigi *starter* yang terdapat pada poros engkol, dengan berputarnya poros engkol maka mesin dapat dihidupkan.



Gambar 2.3 Sistem Starter<sup>4</sup>

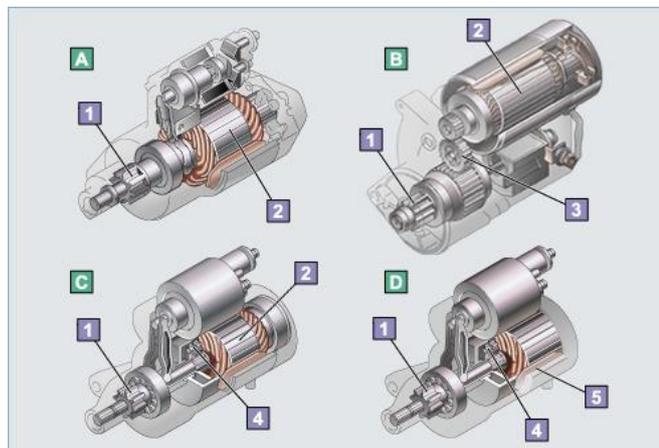
<sup>3</sup>Amirono, "Pemeliharaan Kelistrikan Kendaraan Ringan" Jilid 2, (Malang : Kementerian Pendidikan dan kebudayaan, 2013), h. 7.

<sup>4</sup> *Ibid.*, h. 8.

Keterangan :

1. Kunci Kontak.
2. Roda Gaya / Roda Penerus (Ring Gear).
3. Pinion Starter ( Pinion Gear ).
4. Motor Starter ( Starter Motor ).
5. Baterai ( Battery ).

Terdapat empat tipe *starter*, seperti yang terlihat dibawah ini.



Gambar 2.4 Tipe *Starter*<sup>5</sup>

Keterangan :

1. *Pinion gear*
2. *Armature*
3. *Idle gear*
4. *Planetary gear*
5. Magnet permanen

---

<sup>5</sup> *Ibid.*, h. 9.

**a) Tipe konvensional**

Tipe *starter* dimana *armature* dan *pinion gear* berotasi dengan cara yang sama.

**b) Tipe reduksi**

Tipe *starter* model ini dapat menghasilkan gaya putar yang lebih kuat, karena memakai *idle gear*. Dengan *idle gear* tersebut, gaya rotasi dari *armature* diperlambat sampai sepertiga agar dapat menghasilkan momen putar yang lebih kuat pada *pinion gear*.

**c) Tipe planetary**

Tipe *starter* yang memiliki *planetary gear* untuk mengurangi rotasi *armature*. Ia lebih kecil dan ringan dari pada tipe reduksi.

**d) Tipe planetary reduction-segment conductor motor**

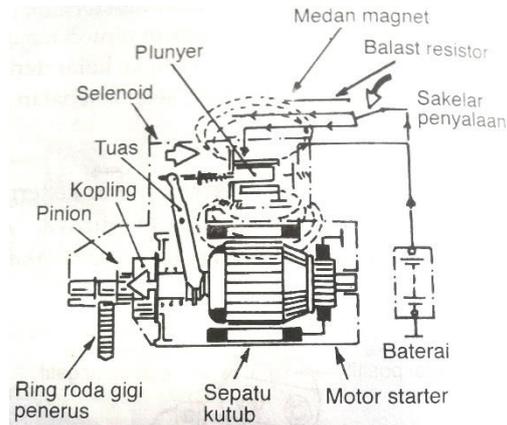
Magnet-magnet permanen digunakan di *field coil*. *Armature coil* telah dibuat lebih kecil, sehingga panjang keseluruhan menjadi lebih pendek.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> *Ibid.*, h. 28.

## 2. Cara Kerja Sistem Starter

### 1. Pada saat motor *Switch On* (ST)



Gambar 2.5 Sistem starter pada saat *switch ON*<sup>7</sup>

Apabila *starter switch* diputar ke posisi *ON*, maka arus baterai mengalir melalui *hold in coil* ke massa dan dilain pihak *pull in coil*, *field coil* dan ke massa melalui *armature*. Pada saat *hold in* dan *pull in coil* membentuk gaya magnet dengan arah yang sama, dikarenakan arah arus yang mengalir pada kedua kumparan tersebut sama. Seperti pada gambar diatas. Dari kejadian ini kontak *plate (plunger)* akan bergerak kearah menutup *main switch*, sehingga *drive lever* bergerak menggeser *starter clutch* kearah posisi berkaitan dengan *fly wheel*.

Untuk lebih jelas lagi aliran arusnya adalah sebagai berikut :

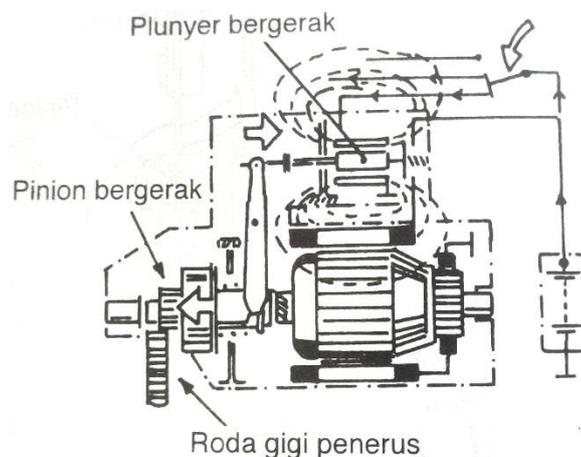
<sup>7</sup> Drs. Daryanto, “*Reparasi Sistem Kelistrikan Mesin Mobil*”, (Malang : Bumi Aksara, 1997), h. 82.

Baterai → terminal 50 → *hold in coil* → massa

Baterai → terminal 50 → *pull in coil* → *field coil* → *armature*  
→ massa

Adanya arus yang mengalir ke *field coil* pada saat itu , relatif kecil maka *armature* berputar lambat dan memungkinkan perkaitan *pinion* dengan *fly wheel* menjadi lembut. Pada kendaraan ini kontak *plate* belum menutup *main switch*.<sup>8</sup>

## 2. Pada saat *Pinion* Berkaitan Penuh



Gambar 2.6 Sistem *starter* pada saat *pinion gear* berkaitan penuh <sup>9</sup>

Bila *pinion gear* sudah berkaitan penuh dengan *fly wheel*, kontak *plate* akan mulai menutup *main switch*, lihat gambar diatas, pada saat ini arus akan mengalir sebagai berikut :

<sup>8</sup> Rinson Sitanggang, *op. cit.*, h. 23.

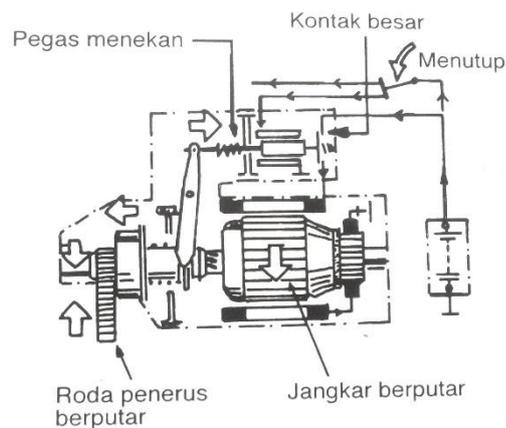
<sup>9</sup> Drs. Daryanto, "*Reparasi*", *op.cit.*, h. 82.

Baterai → terminal 50 → *hold in coil* → massa

Baterai → *main switch* → terminal C → *field coil* → *armature* → massa

Pada gambar diatas di terminal C ada arus, maka arus dari *pull in coil* tidak dapat mengalir, akibatnya kontak *plate* ditahan oleh kemagnetan *hold in coil* saja. Bersamaan dengan itu arus yang besar akan mengalir dari baterai ke *field coil* → *armature* → massa melalui *main switch*. Akibatnya *starter* dapat menghasilkan momen puntir yang besar dan dapat digunakan untuk memutar *fly wheel*. Bila mesin sudah mulai hidup, *fly wheel* akan memutar *armature* melalui *pinion*. Untuk menghindari kerusakan pada *starter* akibat hal tersebut maka kopling akan membebaskan dan melindungi *armature* dari putaran yang berlebihan.<sup>10</sup>

### 3. Pada saat starter *Switch OFF*.



Gambar 2.7 Sistem *starter* pada saat *switch OFF* <sup>11</sup>

<sup>10</sup> Rinson Sitanggang, *op. cit.*, h. 24.

<sup>11</sup> Drs. Daryanto, "*Reparasi*", *op.cit.*, h. 83.

Sesudah *starter switch* diputar ke posisi *off*, dan *main switch* dalam keadaan belum membuka (belum bebas dari kontak plate). Maka aliran arusnya sebagai berikut :

Baterai → terminal 30 → *main switch* → terminal C

*Field coil* → *armature* → massa

Karena *starter switch off* maka *pull in coil* dan *hold in coil* tidak mendapat arus dari terminal 50 melainkan dari terminal C. sehingga aliran arusnya menjadi :

Baterai → terminal 30 → *main switch* → terminal C → *Pull in coil*  
→ *Hold in coil* → massa

Karena arus *pull in coil* berlawanan maka arah gaya magnet yang dihasilkan juga berlawanan sehingga kedua-duanya saling menghapuskan, hal ini mengakibatkan kekuatan *return spring* dapat mengembalikan kontak plate ke posisi semula. Dengan demikian *drive lever* menarik *starter clutch* dan *pinion gear* terlepas dari perkaitan.<sup>12</sup>

### 3. Sistem kelistrikan Body

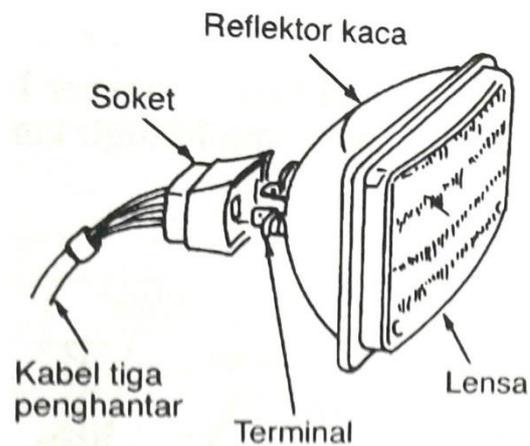
Komponen kelistrikan bodi terdiri dari part-part kelistrikan yang dipasangkan pada bodi kendaraan.

---

<sup>12</sup> Rinson Sitanggang, *op. cit.*, h. 30.

### a. Sistem Penerangan

*Headlamp* atau lampu utama adalah suatu sistem penerangan yang berfungsi untuk menerangi jalan pada jarak yang bisa menerangi pandangan pengemudi sewaktu kondisinya berubah.<sup>13</sup>



Gambar 2.8 *Headlamp*<sup>14</sup>

*Head Lamp* (Lampu Kepala / Lampu Utama) memancarkan cahayanya ke depan untuk memastikan jarak pandang pengemudi selama pengendaraan malam hari. Lampu ini dapat diputar untuk lampu jauh (diarahkan ke atas dan lampu dekat (diarahkan ke bawah). Lampu-lampu tersebut juga memberitahukan pengemudi lain atau pejalan kaki akan kehadiran kendaraan anda. Beberapa model dilengkapi dengan lampu-lampu siang hari yang tetap menyala setiap waktu untuk memperingatkan kendaraan lain akan kehadiran kendaraan ini.

<sup>13</sup> Drs. Daryanto, "*Pengetahuan Komponen Mobil*", (Malang : Bumi Aksara, 1999), h. 118.

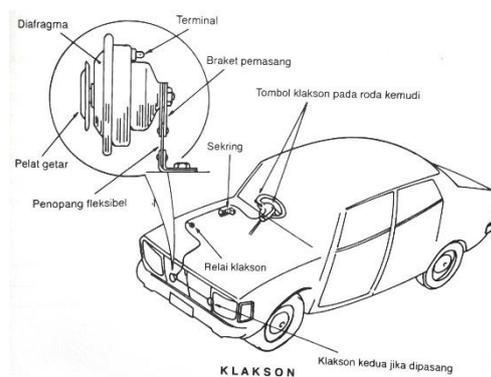
<sup>14</sup> *Ibid.*, h. 119.

## b. Sistem Signal

Sistem *signal* adalah suatu sistem yang fungsinya untuk memberikan tanda kepada pengendara lain baik itu menggunakan suara maupun cahaya.

### 1. Klakson ( *Horn* )

Klakson merupakan alat untuk berkomunikasi antara pengemudi kendaraan yang satu dengan yang lainnya dengan cara memberi tanda/isyarat dengan bunyi. Sedangkan bunyi itu timbul karena adanya getaran. Agar klakson dapat didengar dengan baik dan sesuai dengan peraturan, maka klakson harus mempunyai frekuensi getaran antara 1800 – 3550 Hz. Klakson digunakan saat pengemudi ingin memberi isyarat kepada pengemudi yang lain untuk keselamatan dan keamanan kedua belah pihak, misalnya, ketika hendak mendahului, meminta ruang jalan, dan sebagainya, sedangkan bunyi itu timbul karena adanya getaran.



Gambar 2.9 Sistem Klakson <sup>15</sup>

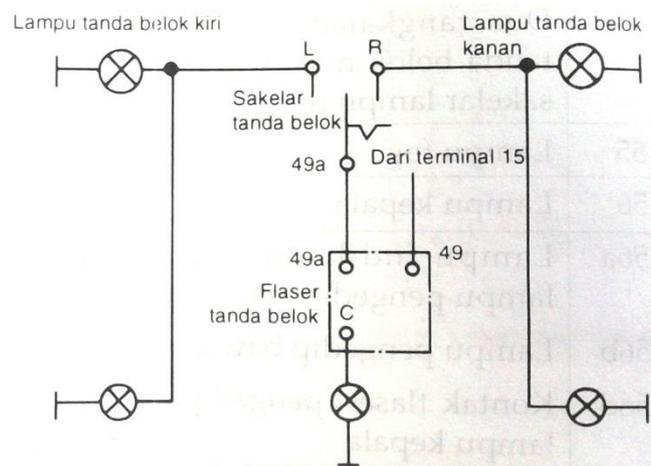
<sup>15</sup> *Ibid.*, h. 123.

### a. Cara kerja klakson

Dalam klakson listrik DC, kita perlukan kotak pemutus dan pegas plat agar membran dapat bergetar, bila *contact point* tertutup arus mengalir ke magnet listrik, membran akan tertarik ke arah magnet listrik kemudian jangkar akan membuka kontak pemutus.

## 2. Lampu Tanda Belok ( Sign )

Lampu-lampu tanda ini memberitahukan kendaraan lain bahwa kendaraan anda akan berbelok ke kanan atau ke kiri, atau arah perjalanannya berubah, serta memberi tanda berhenti sementara pada salah satu sisi jalan.<sup>16</sup>



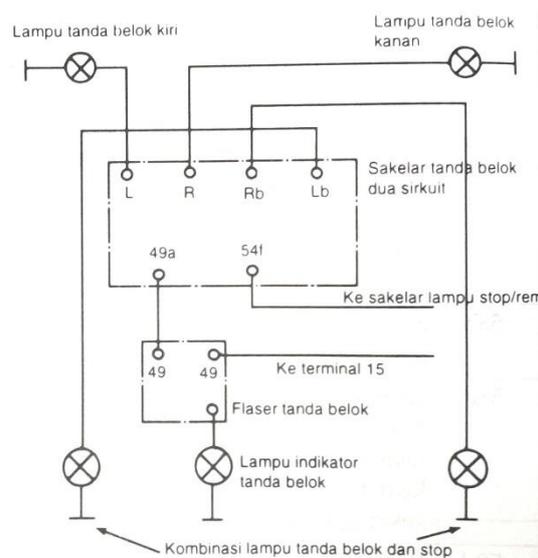
Gambar 2.10 Wiring Diagram Lampu Sign<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Drs. Daryanto, "Simbol dan Rangkaian Kelistrikan Mobil", (Jakarta : Bumi Aksara, 2001)

<sup>17</sup> *Ibid.*, h. 23.

### 3. Lampu Peringatan Tanda Bahaya ( *Hazard* )

Lampu-lampu tanda ini memberitahukan kendaraan lain bahwa kendaraan anda sedang melakukan penghentian darurat atau diparkir.



Gambar 2.11 *Wiring Diagram* Lampu *Hazard* <sup>18</sup>

#### B. Modul *EasyVR*

*EasyVR* merupakan modul *voice recognition* multi-fungsi. Dapat digunakan pada banyak aplikasi pengontrolan yang membutuhkan pendeteksian bukan hanya suara melainkan percakapan. *EasyVR* merupakan generasi penerus setelah kesuksesan generasi pertamanya di pasaran yaitu *VRBot*. Modul ini dapat digunakan atau dihubungkan dengan *board mikrokontroler*. Sangat cocok digunakan untuk beragam aplikasi, seperti *home automation* (dimana kita dapat mengontrol nyala lampu, kunci pintu,

<sup>18</sup> *Ibid.*, h. 31.

televisi, atau perangkat lainnya) atau sebagai modul pelengkap sensor pendengaran robot yang di buat sebagaimana robot - robot canggih yang dijual di pasaran yang harganya luar biasa mahal.<sup>19</sup>

Secara umum, fitur dari *EasyVR* adalah sebagai berikut :

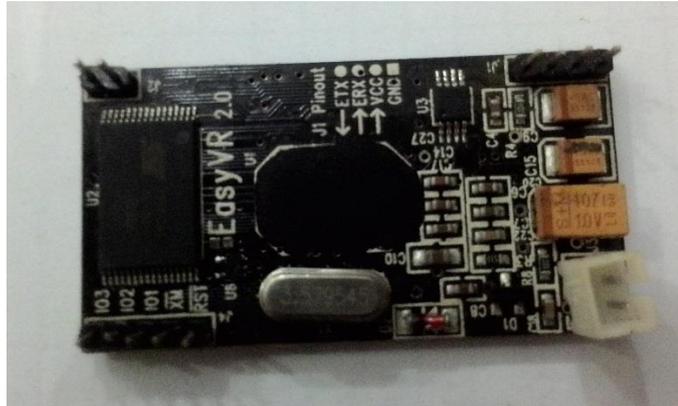
- a. Mendukung beberapa bahasa, yaitu: *English(US), Italian, German, French, Spanish, Japanese.*
- b. Mendukung hingga 32 custom *Speaker Dependent (SD) trigger* atau perintah, bahkan dapat digunakan pada bahasa apapun.
- c. GUI yang mudah digunakan.
- d. Mudah diaplikasikan dan didukung oleh dokumentasi yang sederhana.
- e. 3 x GPIO (IO1, IO2, IO3) dapat dikontrol dengan perintah protokol baru.
- f. PWM audio output mendukung speaker 8 ohm.
- g. Sound playback.<sup>20</sup>

Modul *EasyVR* dapat digunakan dengan antarmuka UART yang didukung pada rentang tegangan 3.3V - 5V, seperti PIC dan *board* Arduino. Beberapa contoh aplikasi termasuk otomatisasi rumah, seperti suara yang mengendalikan switch pada lampu, kunci, atau penambahan "pendengaran" untuk robot yang saat ini sedang berkembang.

---

<sup>19</sup> Jurnal, "Aplikasi Pengenalan Suara Sebagai Pengendali Peralatan Listrik Berbasis *ArduinoUno*", (2014), h.1.

<sup>20</sup> *Handbook* TIGAL KG, *Spesification Product.*, h.3



Gambar 2.12 Modul Sensor Easy VR

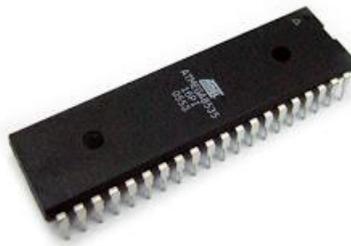
### C. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah IC yang dapat diprogram berulang kali, baik ditulis atau dihapus. Biasanya digunakan untuk pengontrolan otomatis dan manual pada perangkat elektronika.<sup>21</sup>

Beberapa tahun terakhir, mikrokontroler sangat banyak digunakan terutama dalam pengontrolan robot. Seiring perkembangan elektronika, mikrokontroler dibuat semakin kompak dengan bahasa pemrograman yang juga ikut berubah. Salah satunya adalah mikrokontroler AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) ATmega 8535 yang menggunakan teknologi RISC (*Reduce Instruction Set Computing*) dimana program berjalan lebih cepat karena hanya membutuhkan satu *siklus clock* untuk mengeksekusi satu instruksi program. Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu kelas ATtiny, AT90Sxx *Series*, ATmega *Series*, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori,

<sup>21</sup> Ardi Winoto, "Mikrokontroler AVR ATmega/8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR", (Surabaya : Informatika, 2008), h. 5.

peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega 8535 telah dilengkapi dengan *ADC internal*, *EEPROM internal*, *Timer/Counter*, *PWM*, *analog comparator*, dll. Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler ATmega 8535.<sup>22</sup>



Gambar 2.13 Mikrokontroler ATmega 8535<sup>23</sup>

Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega 8535 adalah sebagai berikut :

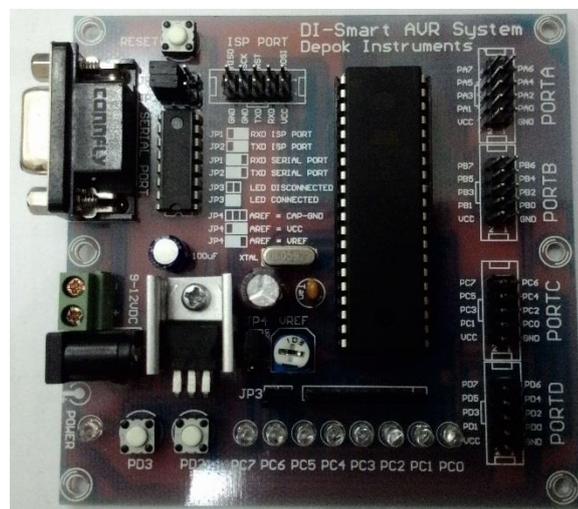
1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D.
2. ADC internal sebanyak 8 saluran.
3. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
4. CPU yang terdiri atas 32 buah *register*.
5. SRAM sebesar 512 byte.

---

<sup>22</sup> *Ibid.*, h. 7.

<sup>23</sup> *Handbook Atmel, Spesification Product ATmega 8535.*, h. 5.

6. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
7. Port antarmuka SPI
8. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
9. Antarmuka komparator analog.
10. Port USART untuk komunikasi serial.
11. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz. dll.<sup>24</sup>



Gambar 2.14 Mikrokontroler ATmega 8538 Board

#### a. Konstruksi ATmega 8535

Mikrokontroler ATmega 8535 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

<sup>24</sup> M. Ary Haryanto, ST & Ir. Wisnu Adi P, *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535.*, h. 20.

a. Memori program

ATmega 8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program *boot* dan bagian program aplikasi.

b. Memori data

ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega8535 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.

c. Memori EEPROM

ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM *Address*, register EEPROM *Data*, dan register EEPROM *Control*. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> *Ibid.*, h. 23.

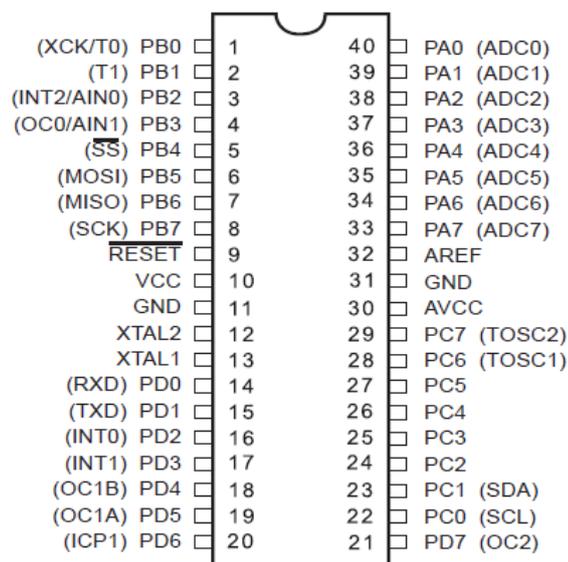
ATmega8535 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal. Dalam mode operasinya, ADC ATmega8535 dapat dikonfigurasi, baik secara *single ended input* maupun *differential input*. Selain itu, ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter yang fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

ATmega8535 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah timer/counter 8 bit dan 1 buah timer/counter 16 bit. Ketiga modul timer/counter ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, semua timer/counter juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing timer/counter ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

*Serial Peripheral Interface* (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial *synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega8535. *Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter* (USART) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega8535. USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous*, sehingga dengan memiliki USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega8535, secara umum pengaturan mode *synchronous* maupun *asynchronous* adalah sama. Perbedaannya hanyalah terletak pada sumber *clock* saja, jika pada mode *asynchronous* masing-masing peripheral memiliki sumber *clock* sendiri, maka pada mode *synchronous* hanya ada satu sumber *clock* yang digunakan secara bersama-sama. Dengan demikian, secara hardware untuk mode *asynchronous* hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD, sedangkan untuk mode *synchronous* harus 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.<sup>26</sup>

#### b. Pin-pin pada Mikrokontroler ATmega8535



Gambar 2.15 Konfigurasi pin ATmega 8538<sup>27</sup>

<sup>26</sup> *Ibid.*, h. 30.

<sup>27</sup> Ardi Winoto, *op. cit.*, h. 30.

Konfigurasi *pin* ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada gambar 2.14. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing *pin* Atmega8535 sebagai berikut :

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
2. GND merupakan *pin* *Ground*.
3. *Port A* (PortA0...PortA7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
4. *Port B* (PortB0...PortB7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 2.1 Fungsi Khusus Port B** <sup>28</sup>

<b>Pin</b>	<b>Fungsi Khusus</b>
PB7	SCK ( <i>SPI Bus Serial Clock</i> )
PB6	MISO ( <i>SPI Bus Master Input/ Slave Output</i> )
PB5	MOSI ( <i>SPI Bus Master Output/ Slave Input</i> )
PB4	SS ( <i>SPI Slave Select Input</i> )
PB3	AIN1 ( <i>Analog Comparator Negative Input</i> )  OC0 ( <i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i> )
PB2	AIN0 ( <i>Analog Comparator Positive Input</i> )

<sup>28</sup> *Handbook Atmel, Spesification Product ATmega 8535., h. 9.*

	INT2 ( <i>External Interrupt 2 Input</i> )
PB1	T1 ( <i>Timer/ Counter1 External Counter Input</i> )
PB0	T0 T1 ( <i>Timer/Counter External Counter Input</i> )  XCK ( <i>USART External Clock Input/Output</i> )

5. *Port C* (PortC0...PortC7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.2 Fungsi Khusus Port C** <sup>29</sup>

<b>Pin</b>	<b>Fungsi khusus</b>
PC7	TOSC2 ( <i>Timer Oscillator Pin2</i> )
PC6	TOSC1 ( <i>Timer Oscillator Pin1</i> )
PC5	<i>Input/Output</i>
PC4	<i>Input/Output</i>
PC3	<i>Input/Output</i>
PC2	<i>Input/Output</i>
PC1	SDA ( <i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i> )
PC0	SCL ( <i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i> )

<sup>29</sup> *Ibid.*, h. 10.

6. *Port D* (PortD0...PortD7) merupakan *pin input/output* dua arah dan *pin* fungsi khusus, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.3 Fungsi Khusus Port D** <sup>30</sup>

<b>Pin</b>	<b>Fungsi khusus</b>
PD7	OC2 ( <i>Timer/Counter Output Compare Match Output</i> )
PD6	ICP ( <i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i> )
PD5	OC1A ( <i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i> )
PD4	OC1B ( <i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i> )
PD3	INT1 ( <i>External Interrupt 1 Input</i> )
PD2	INT0 ( <i>External Interrupt 0 Input</i> )
PD1	TXD ( <i>USART Output Pin</i> )
PD0	RXD ( <i>USART Input Pin</i> )

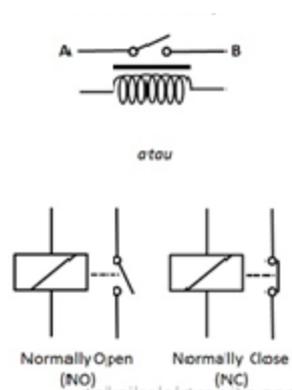
7. RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk *me-reset* mikrokontroler.
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *pin* masukan *clock* eksternal.
9. AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
10. AREFF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.

---

<sup>30</sup> *Ibid.*, h. 11.

## D. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) elektromagnetik yang dapat dipakai dengan aman untuk mengemudikan (menghidupkan dan mematikan) peralatan pada mesin, dengan kata lain relay berfungsi sebagai saklar magnet.<sup>31</sup> Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low impuls*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan relay yang menggunakan elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *armature* relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.



Gambar 2.16 Bentuk dan Simbol Relay <sup>32</sup>

<sup>31</sup> Wasito S, "Eletronika dalam Industri", (Jakarta : Karya Utama, 1981), h. 227.

<sup>32</sup> Drs. Daryanto, "Simbol", *op.cit.*, h. 82.

### a. Prinsip Kerja Relay

Pada dasarnya, Relay terdiri dari 4 komponen dasar yaitu :

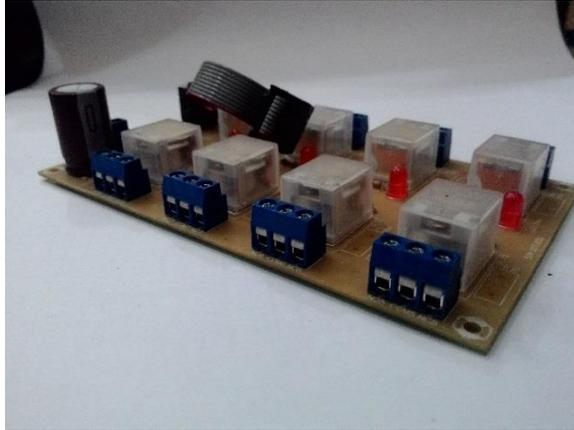
1. *Electromagnet (Coil)*
2. *Armature*
3. *Switch Contact Point (Saklar)*
4. *Spring*

Kontak Poin (*Contact Point*) Relay terdiri dari 2 jenis yaitu :

- *Normally Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *CLOSE* (tertutup)
- *Normally Open (NO)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu berada di posisi *OPEN* (terbuka)

Sebuah besi (*Iron Core*) yang dililit oleh sebuah kumparan (*coil*) yang berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut. Apabila *coil* diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya elektromagnet yang kemudian menarik *armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana *armature* tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi *open* atau tidak terhubung. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *armature* akan kembali lagi ke posisi awal (NC). *Coil* yang digunakan oleh relay untuk menarik

*contact point* ke posisi *close* pada umumnya hanya membutuhkan arus listrik yang relatif kecil.



Gambar 2.17 Relay Board