

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Referensi Rancang Bangun Robot Pemadam Api dan Pelacak Jejak

Dalam bab ini penulis juga mengkaji literature buku dan beberapa kajian penelitian tentang mikrokontroler ini dari sudut pandang yang berbeda diantaranya adalah sebagai berikut:

A. Jurnal, [http://repo.eepis-its.edu/2660/1/Nofriyani\\_IES\\_2011.pdf](http://repo.eepis-its.edu/2660/1/Nofriyani_IES_2011.pdf).

Rancang bangun robot *leader* dan robot *follower* dengan sistem navigasi sensor infra merah. Dengan kontruksi robot *leader* empat buah sensor foto dioda sebagai sensor garis, pemancar inframerah sebagai alat komunikasi dengan robot pengikutnya, pada robot pengikut terdapat sensor *phototransistor* sebagai penerima sinyal dari robot *leader*, dan sensor jarak SRF04 sebagai kontrol jarak robot agar tidak menabrak. Robot depan berjalan mengikuti garis dan robot belakangnya mengikuti dengan jarak yang telah diprogram.

B. [http://jurnal.stmikelahma.ac.id/assets/file/Heru Susanto](http://jurnal.stmikelahma.ac.id/assets/file/Heru%20Susanto)

*Robot line follower* menggunakan tiga buah sensor, yaitu sensor kiri, sensor kanan dan sensor tengah garis, menggunakan microchip AT89S51

C. [http://digilib.uns.ac.id/abstrak\\_10527\\_rancang-bangun-robot-pemadam-api-berbasis-mikrokontroler-atmega8535.html](http://digilib.uns.ac.id/abstrak_10527_rancang-bangun-robot-pemadam-api-berbasis-mikrokontroler-atmega8535.html)

Robot pemadam api yang memiliki dimensi panjang 24,5 cm, lebar 20 cm, dan tinggi 17 cm. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kecepatan rata-rata bergerak maju robot adalah 4,45 cm/s dan kecepatan rata-rata berjalan mundur 3,81 cm/s. kecepatan rata-rata robot berputar ke kanan 17,85 0/s dan kecepatan rata-rata robot berputar ke kiri 20,66 0/s. jangkauan robot untuk mendeteksi halangan yaitu pada jarak depan (sudut 0<sup>0</sup>) sejauh 10cm, jarak samping kanan (sudut 30<sup>0</sup>) sejauh 6,6cm dan jarak samping kiri (sudut -30<sup>0</sup>) sejauh 6,6cm. Robot mendeteksi titik api jika tepat berada didepan robot pada jangkauan 3 cm dan jarak maksimum 3 meter

## 2.2 Dasar Teori

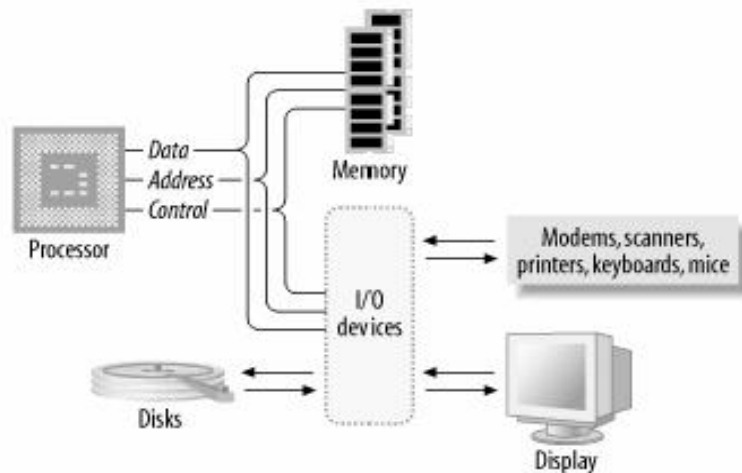
Pada penelitian ini dipilih mikrokontroller jenis ATMEL AVR RISC dengan pertimbangan sebagai berikut:

Atmel avr risc memiliki fasilitas dan kefungsiian yang lengkap dengan harga yang relatif murah. Kecepatan maksimum eksekusi instruksi mikrokontroller mencapai 16 MIPS (*Million Instruction per Second*), yang berarti hanya dibutuhkan 1 clock untuk 1 eksekusi instruksi sebesar 16 juta. Konsumsi daya yang rendah jika dibandingkan dengan kecepatan eksekusi instruksi. Ketersediaan kompiler C (*Code Vision AVR*) sehingga memudahkan *user* atau pengguna bisa langsung memprogram menggunakan bahasa C. Berikut tabel perbandingan kecepatan processor dan efisiensi eksekusi dari beberapa mikrokontroller yang ada dipasaran saat ini sebagai perbandingan komparatif antar produk

Tabel 2.1. Perbandingan kecepatan processor dan efisiensi (Sumber training mikrokontroller for beginner, B. Arifianto)

<i>Processor</i>	<i>Execution time (cycles)</i>
AVR	335
8051	9384
PIC16C74	2492
68HC11	5244

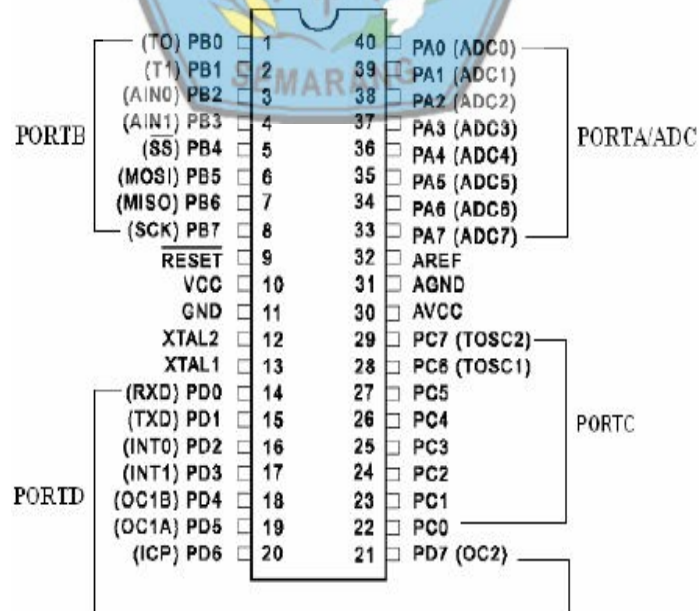
Dari tabel diatas dapat dilihat, ketika bekerja dengan kecepatan *clock* yang sama AVR 7 kali lebih cepat dibandingkan denga PIC16C74, 15 kali lebih cepat daripada 68HC11, dan 28 kali lebih cepat dibanding 8051. Dari kemampuan dan fasilitas yang dimiliki, AVR RISC cocok dipilih sebagai mikrokontroller untuk membangun bermacam-macam aplikasi *embedded system*.



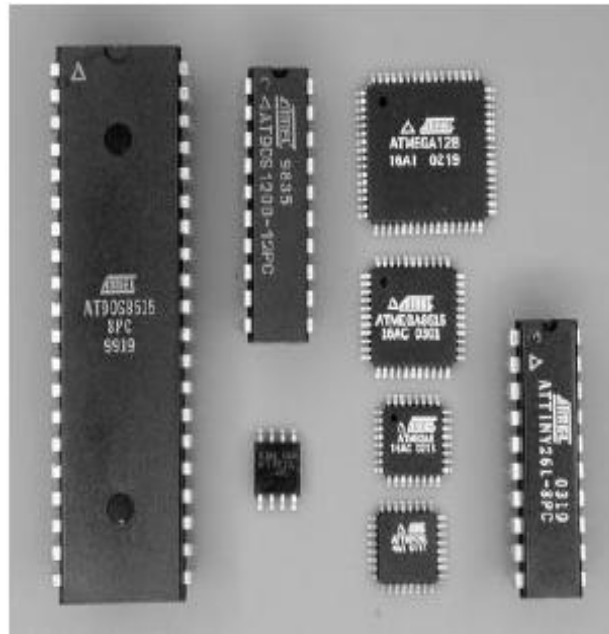
Gambar 2.1. Sistem komputer sederhana

### 2.1.1. Mikrokontroler ATmega8535

Oleh karena itu, dalam penelitian ini juga dipilih salah satu jenis AVR RISC sebagai dasar penelitian yaitu ATmega8535. Chip AVR ATmega8535 memiliki 40 pin kaki, berikut skema kaki AT Mega8535



Gambar 2.2 Skema mikrokontroler avr risc ATmega8535(Sumber www.atmel.com)



Gambar 2.3 Beberapa bentuk fisik mikrokontroler (Sumber [www.atmel.com](http://www.atmel.com))

ATMega8535 memiliki 4 buah *port input/output* 8 bit, yaitu PORTA, PORTB, PORTC, dan PORTD. Selain *sebagai input/output* masing masing port juga memiliki fungsi yang lain. PORTA dapat difungsikan sebagai ADC (*Analog to Digital Converter*), PORTB dapat difungsikan sebagai SPI (*Serial Peripheral Interface*) *communication*.

#### 2.1.1.1. Spesifikasi:

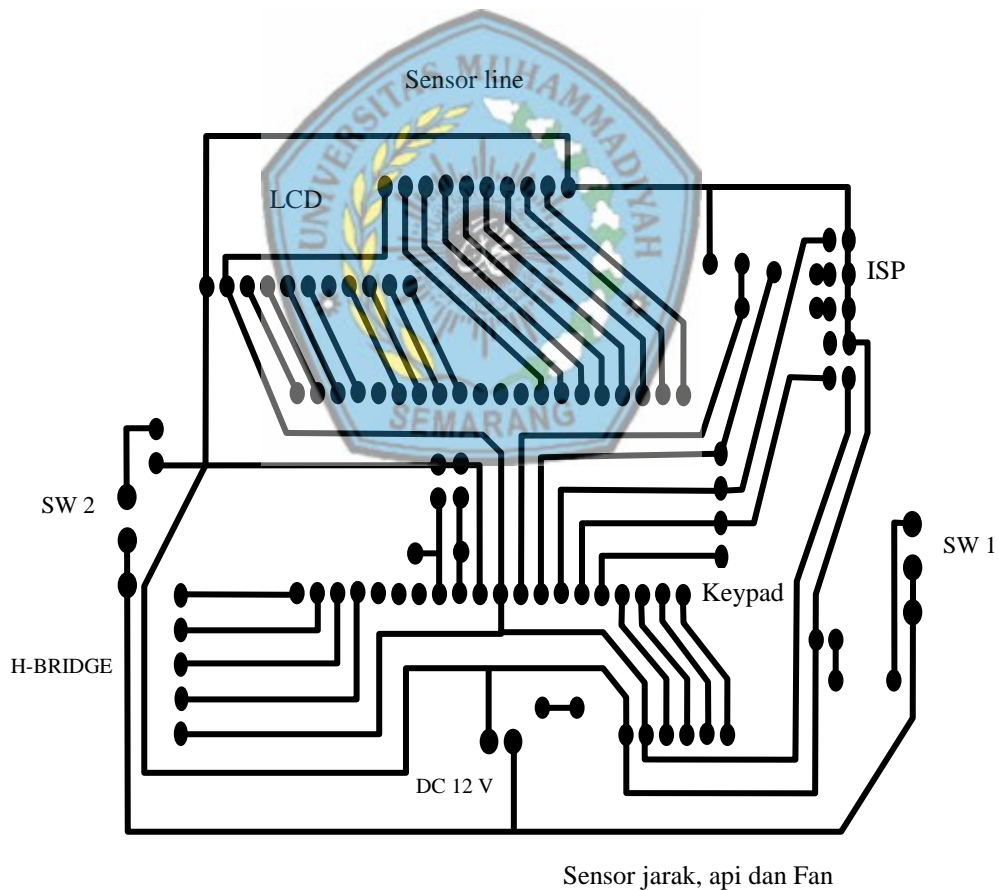
Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATMega8535 adalah sebagai berikut:

- a. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu portA, portB, portC, dan portD.
- b. ADC internal sebanyak 8 saluran.
- c. Tiga buah *Timer/Counter* dengan kemampuan perbandingan.
- d. CPU yang terdiri atas 32 buah register.
- e. SRAM sebesar 512 byte.
- f. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.

- g. Port antarmuka SPI
- h. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- i. Antarmuka komparator analog.
- j. Port USART untuk komunikasi serial.
- k. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.

#### 2.1.1.2. PIN Description

Pada gambar dibawah ini. Sebagai contoh skema pin pada ATmega8535 yang penulis buat yang telah dikelompokkan sesuai dengan kebutuhan dan fungsionalnya.



Gambar 2.4. Skema pin mikrokontroler

Dalam pembuatannya pin-pin tersebut tersusun dalam sekema papan rangkaian dan dikelompokkan dalam group sehingga memudahkan dalam aplikasinya

### 2.1.1.3. *Input/Output*

Fasilitas *input/output* merupakan fungsi mikrokontroller untuk dapat menerima sinyal masukan (*input*) dan memberikan sinyal keluaran (*output*). Sinyal *input* maupun sinyal *output* adalah berupa data digital 1 (*high*, mewakili tegangan 5 volt) dan 0 (*low*, mewakili tegangan 0 volt). Mikrokontroller ATmega8535 memiliki 4 buah PORT 8 bit bidirectional yang dapat difungsikan sebagai PORT *input* maupun PORT *output* yaitu PORTA, PORTB, PORTC, dan PORT D. Register digunakan untuk mengatur fungsi dari pin-pin pada tiap port. Register dapat dianalogikan sebagai kumpulan *switch on/off* yang digunakan untuk mengaktifkan fungsi apa yang akan dipakai dari port mikrokontroller.

Tabel 2.2. Konfigurasi port pin (Sumber, Belajar sendiri mikrokontroler AVR seri ATmega16, lingga wardana)

<b>DDR</b> <i>Xn</i>	<b>PORT</b> <i>Xn</i>	<b>PVD</b> <i>(in SFIOR)</i>	<b>I/O</b>	<b>PULL</b> <i>UP</i>	<b>COMMENT</b>
0	0	X	<i>Input</i>	<i>No</i>	<i>Tri-state (Hi-Z)</i>
0	1	0	<i>Input</i>	<i>Yes</i>	<i>Pxn will source current if ext. Pulled low</i>
0	1	1	<i>Input</i>	<i>No</i>	<i>Tri-state (Hi-Z)</i>
1	0	X	<i>Output</i>	<i>No</i>	<i>Output low (sink)</i>
1	1	X	<i>Output</i>	<i>No</i>	<i>Output high (source)</i>

Pada setiap port pin terdapat 3 buah register 8 bit: DDR<sub>xn</sub>, PORT<sub>xn</sub>, dan PIN<sub>xn</sub>. Register DDR<sub>xn</sub> digunakan untuk menentukan arah dari pin yang



bersangkutan. Jika DDR<sub>xn</sub> diberikan nilai 1 (*high*), maka pin digunakan sebagai *output*. Jika DDR<sub>xn</sub> diberikan nilai 0 (*low*), maka pin difungsikan sebagai *input*. Register PORT<sub>xn</sub> digunakan untuk mengaktifkan *pull-up resistor* (pada saat pin difungsikan sebagai *input*), dan memberikan nilai keluaran *pin high/low* (pada saat difungsikan sebagai *output*). Konfigurasi PORT<sub>xn</sub> dan DDR<sub>xn</sub> dapat dilihat pada tabel.

*Tri-state* adalah kondisi diantara *high* dan *low*, atau biasa disebut dengan keadaan mengambang (*floating*). Kondisi *tri-state* sangat dihindari dalam dunia digital. Terlepas dari setting DDR<sub>xn</sub>, PIN<sub>xn</sub> merupakan register yang berfungsi untuk mengetahui keadaan tiap-tiap pin pada mikrokontroler. Register ini sangat dibutuhkan untuk membaca keadaan pin pada saat difungsikan sebagai *input*.

#### 2.1.1.4. Interrupt

Tabel 2.3. Prioritas interrupt ATMEGA8535

Vector No.	Program Address <sup>(2)</sup>	Source	Interrupt Definition
1	0x000 <sup>(1)</sup>	RESET	External Pin, Power-on Reset, Brown-out Reset and Watchdog Reset
2	0x001	INT0	External Interrupt Request 0
3	0x002	INT1	External Interrupt Request 1
4	0x003	TIMER2 COMP	Timer/Counter2 Compare Match
5	0x004	TIMER2 OVF	Timer/Counter2 Overflow
6	0x005	TIMER1 CAPT	Timer/Counter1 Capture Event
7	0x006	TIMER1 COMPA	Timer/Counter1 Compare Match A
8	0x007	TIMER1 COMPB	Timer/Counter1 Compare Match B
9	0x008	TIMER1 OVF	Timer/Counter1 Overflow
10	0x009	TIMER0 OVF	Timer/Counter0 Overflow
11	0x00A	SPI, STC	Serial Transfer Complete
12	0x00B	USART, RXC	USART, Rx Complete
13	0x00C	USART, UDRE	USART Data Register Empty
14	0x00D	USART, TXC	USART, Tx Complete
15	0x00E	ADC	ADC Conversion Complete
16	0x00F	EE_RDY	EEPROM Ready
17	0x010	ANA_COMP	Analog Comparator
18	0x011	TWI	Two-wire Serial Interface
19	0x012	INT2	External Interrupt Request 2
20	0x013	TIMER0 COMP	Timer/Counter0 Compare Match
21	0x014	SPM_RDY	Store Program Memory Ready

*Interrupt* adalah fasilitas mikrokontroller untuk menyela suatu program yang sedang berjalan, seperti pada tabel. *Interrupt* dapat dianalogikan sebagai hak untuk menyela pada suatu rapat. Dari sekian banyak peserta rapat hanya 21 orang yang diberi hak untuk menyela. Jika terdapat 2 atau lebih orang yang menyela, maka orang dengan prioritas paling tinggi yang diperbolehkan bicara. Pada ATmega8535 terdapat 21 fasilitas *interrupt* dengan prioritas

#### 2.1.1.5. *Timer/Counter*

*Timer* dan *counter* adalah dua fasilitas yang memiliki perangkat yang sama, seperti halnya register penampungnya (TCNTx). Ketika difungsikan sebagai *timer*, maka register penampung tersebut berisikan jumlah waktu yang terlampaui tiap selang waktu tertentu. Besar selang waktu tersebut dapat disetting sesuai dengan kebutuhan. Jika dipakai sebagai *counter*, maka register penampung tersebut digunakan untuk menyimpan data hasil perhitungan terakhir.

Saat difungsikan sebagai *counter*, maka masuk melewati pin TO dan T1. Register untuk mengatur kapan *timer* difungsikan sebagai *timer* dan kapan sebagai *counter* adalah TCCRx. ATmega8535 memiliki fasilitas 3 buah *timer/counter* yaitu *timer/counter0* 8 bit, *timer/counter1* 16 bit, dan *timer/counter2* 8 bit. 8 bit dan 16 bit adalah jumlah data yang bisa ditampung pada register penampungnya. Pada bab ini akan didemonstrasikan 2 aplikasi praktik, dengan tujuan peserta bisa membedakan fungsi dari *timer* dan *counter* pada mikrokontroller.

#### 2.1.1.6. PWM (*Pulse Width Modulation*)

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah teknik mendapatkan efek sinyal analog dari sebuah sinyal digital yang terputus-putus.

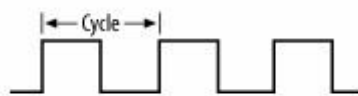
PWM dapat dibangkitkan hanya dengan menggunakan digital i/o yang difungsikan sebagai *output*.



Gambar 2.5. PWM dengan *duty cycle* 50%



Pada contoh gelombang diatas, perbandingan waktu antara sinyal *high* (1) dan sinyal *low* (0) adalah sama. Gelombang diatas dikatakan memiliki *duty cycle* 50%. *Duty cycle* adalah perbandingan antara lebar sinyal *high* (1) dengan lebar keseluruhan siklus (*cycle*). Jika amplitudo gelombang PWM adalah 5 volt, maka tegangan rata rata (seolah-olah analog) yang kita dapatkan adalah 2,5 volt. Berikut contoh gelombang PWM dengan *duty cycle* 10%, jika amplitudo gelombang 5 volt maka akan didapatkan tegangan rata rata analog 0,5 volt.



Gambar 2.6. PWM dengan *duty cycle* 10%

Pada ATmega8535 ada 2 cara membangkitkan PWM, yang pertama PWM dapat dibangkitkan dari *port input/outputnya* yang difungsikan sebagai *output*. Yang kedua adalah dengan memanfaatkan fasilitas PWM dari fungsi *timer/counter* yang telah disediakan. Dengan adanya fasilitas ini proses pengaturan waktu *high/low* sinyal digital tidak akan mengganggu urutan program lain yang sedang dieksekusi oleh processor. Selain itu, dengan menggunakan fasilitas ini kita tinggal memasukkan berapa porsi periode waktu *on* dan *off* gelombang PWM pada sebuah register. OCR1A, OCR1B dan OCR2 adalah register tempat mengatur *duty cycle* PWM. Pada bab ini akan diperagakan bagaimana cara mendapatkan sinyal analog dari sebuah sinyal digital dengan menggunakan teknik PWM.

#### 2.1.1.7. USART (*Universal Synchronous and Asynchronous Serial Receiver and Transmitter*)

Untuk dapat berhubungan dengan piranti lain (mikrokontroler-komputer, mikrokontroler-mikrokontroler dan lain-lain), mikrokontroler dilengkapi dengan fasilitas komunikasi. Ada 2 jenis fasilitas komunikasi yang dikenal, yaitu komunikasi *parallel* dan komunikasi *serial*. Sesuai dengan namanya pada komunikasi *parallel* transfer data dilakukan secara serempak atau bersamaan,

sedangkan pada komunikasi serial data dikirim secara bergantian. Komunikasi secara parallel memiliki kelebihan pada kecepatan transfer data, tetapi kualitas suatu komunikasi tidak hanya ditentukan oleh kecepatannya saja, ada faktor lain yang perlu diperhatikan yaitu jarak dan ke-praktis-an. Komunikasi parallel memerlukan jalur data yang lebih banyak, yang berarti pengkabelan (*wiring*) juga akan semakin banyak. Pada komunikasi serial biasanya hanya dibutuhkan 2 sampai 3 kabel saja, jadi bisa dikatakan komunikasi serial lebih praktis dibanding parallel apalagi jika komunikasi dilakukan dengan jarak yang jauh.

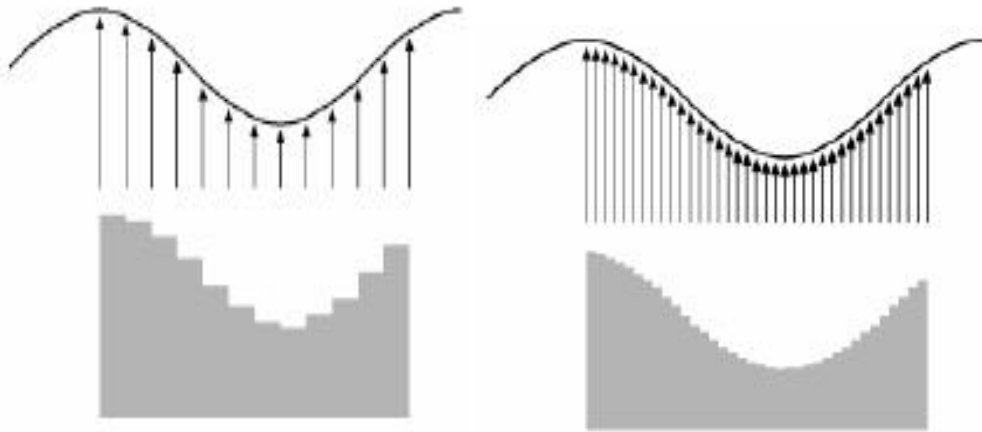
Agar komunikasi serial dapat berjalan dengan baik dibutuhkan suatu protocol/aturan komunikasi. Pada ATmega8535 terdapat beberapa protocol komunikasi serial, yaitu :

*USART*, *SPI* , dan *I2C*. Bab ini akan membahas protocol komunikasi *USART*, serta mempraktikkan komunikasi antar dua buah mikrokontroller. Dengan menggunakan protocol *USART* ada 2 jenis mode komunikasi, yaitu :

*Sinkron*, dan *asinkron*. Pada *mode sinkron*, mikrokontroller dan *peripheral* yang berkomunikasi akan menggunakan clock atau detak kerja yang sama, sedangkan pada *mode asinkron* mikrokontroller dan *peripheral* bisa bekerja pada clock-nya masing-masing.

#### 2.1.1.8. ADC (*Analog to Digital Conversion*)

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah salah satu fasilitas mikrokontroller ATmega8535 yang berfungsi untuk mengubah data analog menjadi data digital. ADC memiliki 2 karakter prinsip, yaitu kecepatan *sampling* dan *resolusi*. Kecepatan *sampling* suatu ADC menyatakan seberapa sering sinyal analog dikonversikan ke bentuk sinyal digital pada selang waktu tertentu. Kecepatan *sampling* biasanya dinyatakan dalam *sample per second* (SPS).



Gambar 2.7 ADC dengan kecepatan sampling rendah dan kecepatan sampling tinggi

Resolusi ADC menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC. Sebagai contoh ADC 8 bit akan memiliki output 8 bit data digital, ini berarti sinyal *input* dapat dinyatakan dalam 255 ( $2^n - 1$ ) nilai diskrit. ADC 12 bit memiliki 12 bit *output* data digital, ini berarti sinyal *input* dapat dinyatakan dalam 4096 nilai diskrit. Dari contoh diatas ADC 12 bit akan memberikan ketelitian nilai hasil konversi yang jauh lebih baik daripada ADC 8 bit.

Prinsip kerja ADC adalah mengkonversi sinyal analog ke dalam bentuk besaran yang merupakan rasio perbandingan sinyal *input* dan tegangan referensi. Sebagai contoh, bila tegangan referensi 5 volt, tegangan input 3 volt, rasio *input* terhadap referensi adalah 60%. Jadi, jika menggunakan ADC 8 bit dengan skala maksimum 255, akan didapatkan sinyal digital sebesar  $60\% \times 255 = 153$  (bentuk decimal) atau 10011001 (bentuk biner).

ADC pada ATMega8535 adalah jenis *10 bit successive approximation* dengan tegangan referensi maksimum 5 volt. Pada *universal board* M.B.3.2 tegangan referensi dibuat *fix* tidak dapat diubah yaitu 5 volt yang diambil dari tegangan sumber ( $V_{cc}$ ). Register-register yang harus di setting adalah *ADMUX*, *ADCSRA*, dan *SFIOR*.

Pada mikrokontroler AVR terdapat fitur ADC yang dapat digunakan untuk melakukan pembacaan tegangan analog ke dalam bentuk digital sehingga ADC banyak digunakan dalam perancangan alat ukur digital. Secara umum, proses inialisasi ADC meliputi proses penentuan *clock*, tegangan referensi, format *output* data, dan mode pembacaan.

Tabel 2.4 Register ADMUX

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	Refs1	Resfs0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0	ADMUX
<i>ReadWrite</i>	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	RW	
<i>Interval value</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	

Register yang perlu diset nilainya adalah ADMUX (*ADC Multiplexer Selection Register*), ADCSRA (*ADC Control and Status Register*), dan SFIOR (*Special Function IO Register*). ADMUX merupakan register 8 bit yang berfungsi menentukan tegangan referensi ADC, format data *output*, dan saluran ADC yang digunakan.

Untuk memilih channel ADC yang digunakan (*single ended atau diferensial*), dilakukan dengan mengatur nilai MUX4 : 0. Misalnya *channel* ADC0 sebagai *input* ADC, maka MUX4 : 0 diberi nilai 00000B. Informasi lebih lengkap dapat dilihat pada datasheet mikrokontroler yang dipakai.

Tegangan referensi ADC dapat ditentukan antara lain dari pin AREF, pin AVCC atau menggunakan tegangan referensi internal mikrokontroler sebesar 2.56V. Agar fitur ADC mikrokontroler dapat digunakan maka ADEN (*ADC Enable*, dalam I/O register ADCSRA) harus diberi nilai 1. Setelah konversi selesai (*ADIF high*), hasil konversi dapat diperoleh pada *register* hasil (ADCL, ADCH). Untuk *konversi single ended*, hasilnya ialah :

$$ADC = \frac{V_{IN} \cdot 1024}{V_{REF}} \dots\dots\dots(1)$$

Di mana VIN ialah tegangan pada input yang dipilih dan VREF merupakan tegangan referensi. Jika hasil ADC = 000H, maka menunjukkan tegangan input sebesar 0V, jika hasil ADC = 3FFH menunjukkan tegangan input sebesar tegangan referensi dikurangi 1 LSB. Sebagai contoh, jika diberikan VIN sebesar 0.2V dengan VREF 5V, maka hasil konversi ADC ialah 41. Jika menggunakan *differensial channel*, hasilnya ialah 40.96, yang bila digenapkan bisa sekitar 39,40,41 karena ketelitian ADC ATmega8535 sebesar ± 2LSB. Jika yang digunakan saluran diferensial, maka hasilnya ialah :

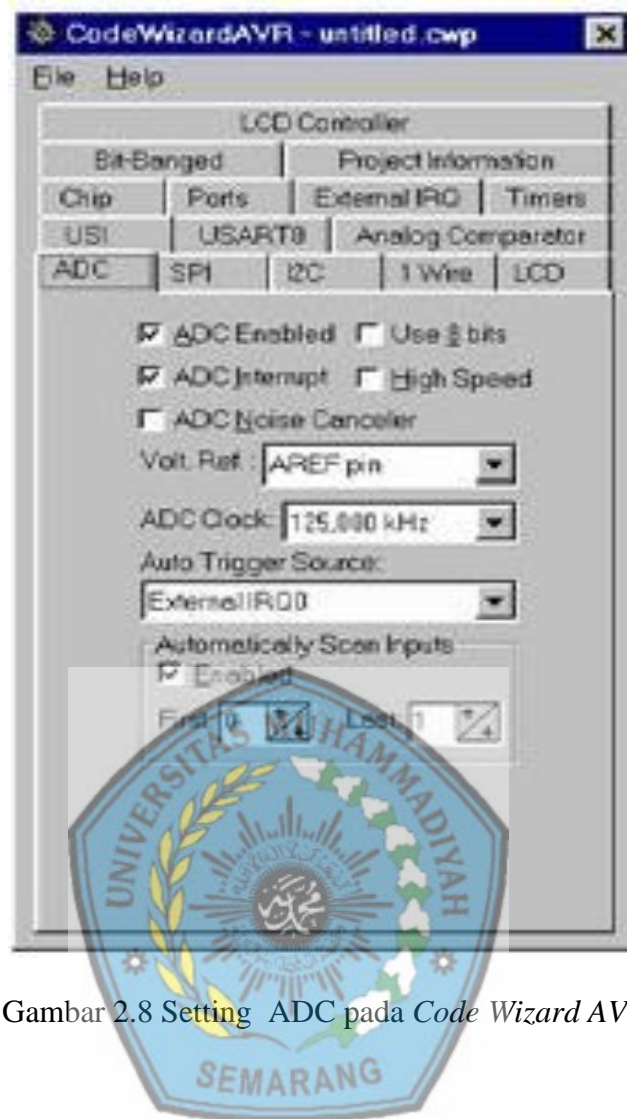
$$ADC = \frac{(V_{POS} - V_{NEG}) \cdot GAIN \cdot 512}{V_{REF}} \dots\dots\dots/(2)$$

Di mana VPOS ialah tegangan pada input pin positif, VNEG ialah tegangan *input* pada pin *negatif*, GAIN ialah faktor penguatan dan VREF ialah tegangan referensi yang digunakan. Kita dapat mengkonfigurasi fasilitas ADC pada *CodeVision AVR* pada gambar.

Dengan mencentang *ADC Enabled* akan mengaktifkan *on-chip* ADC. Dan dengan mencentang *Use 8 bits*, maka hanya 8 bit terpenting yang digunakan. Hasil konversi 10 bit dapat dibaca pada *ADC Data Registers* ADCH dan ADCL. Misalnya, jika hasil konversi ADC bernilai 54(36H), dalam 10 bit biner ditulis dengan 00 0011 0110B. Jika dalam *format right adjusted* (ADLAR=0), maka *I/O register* ADCH berisi 0000 0000B(00H) dan *I/O register* ADCL berisi 0011 0110B (36H).

Penerapan ADC untuk pengukuran suhu adalah salah satu aplikasi ADC pada mikrokontroler AVR adalah untuk melakukan pengukuran suhu. Dalam hal ini, *transduser* atau pengubah suhu ke dalam bentuk tegangan yang digunakan adalah IC LM35.





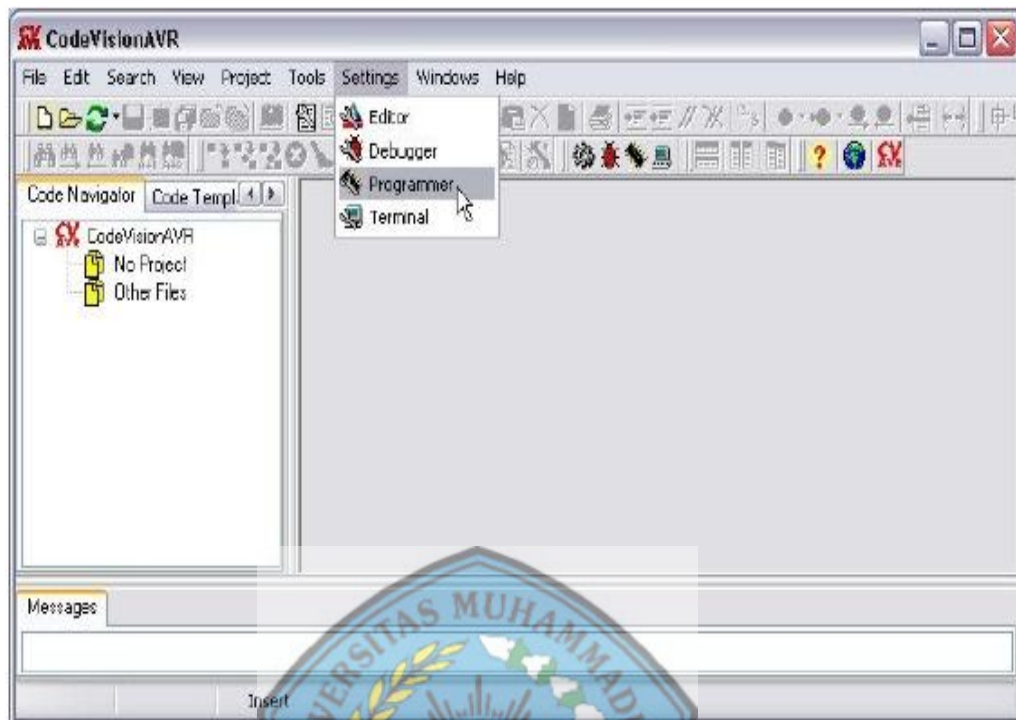
Gambar 2.8 Setting ADC pada Code Wizard AVR

## 2.2 Kajian Penelitian

Pemrograman atmel AVR ada 2 cara untuk memprogram mikrokontroller ini, menggunakan software AVR assembler yang berbasis pada bahasa *assembly*, dan menggunakan software CV AVR (*Code Vision AVR*) yang berbasis pada bahasa C. Pada penelitian ini akan digunakan cara yang kedua dengan pertimbangan kemudahan pembuatan program dari algoritma yang telah dibangun. Penelitian ini tidak menitikberatkan penggunaan bahasa C pada CV AVR, tapi lebih pada cara dan aplikasi dari mikrokontroller.

Dalam bab ini juga akan dibahas masalah fasilitas *eksternal interrupt* mikrokontroller INT0 dan INT1. Fasilitas ini sangat penting karena menempati urutan kedua dan ketiga setelah *RESET*. *Register register* yang perlu disetting

untuk menggunakan fasilitas interrupt adalah MCUCR, MCUSR, GICR, dan GIFR. Berikut tampilan CV AVR



Gambar 2.9. Tampilan CVAVR

### 2.2.1 Dioda Emisi Cahaya (LED : *Light Emitting Diode*)

Dioda emisi cahaya atau dikenal dengan singkatan LED merupakan *Solid State Lamp* yang merupakan piranti elektronik gabungan antara elektronik dengan optik, sehingga dikategorikan pada keluarga “*Optoelectronic*”. Sedangkan elektroda-elektrodanya sama seperti dioda lainnya, yaitu anoda (+) dan Katoda (-). Ada tiga kategori umum penggunaan LED, yaitu :

- a. Sebagai lampu indikator,
- b. Untuk transmisi sinyal cahaya yang dimodulasikan dalam suatu jarak tertentu,
- c. Sebagai penggangdeng rangkaian elektronik yang terisolir secara total. Simbol, bangun fisiknya dan konstruksinya diperlihatkan pada gambar berikut.

Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan LED adalah bahan *Galium Arsenida* (GaAs) atau *Galium Arsenida Phospida* (GaAsP) atau juga *Galium Phospida* (GaP), bahan-bahan ini memancarkan cahaya dengan warna yang berbeda-beda. Bahan GaAs memancarkan cahaya infra-merah, Bahan GaAsP memancarkan cahaya merah atau kuning, sedangkan bahan GaP memancarkan cahaya merah atau hijau. Seperti halnya piranti elektronik lainnya , LED mempunyai nilai besaran terbatas dimana tegangan majunya dibedakan atas jenis warna

Tabel 2.5: Led dan teganganya

Warna	Tegangan Maju
Merah	1.8 volt
Orange	2.0 volt
Kuning	2.1 volt
Hijau	2.2 volt

Sedangkan besar arus maju suatu LED standard adalah sekitar 20 mA. Karena dapat mengeluarkan cahaya, maka pengujian LED ini mudah, cukup dengan menggabungkan dengan sumber tegangan dc kecil saja atau dengan ohmmeter dengan polaritas yang sesuai dengan elektrodanya



Gambar 2.10. Dioda LED

LED konvensional terbuat dari *mineral inorganik* yang bervariasi sehingga menghasilkan warna sebagai berikut:

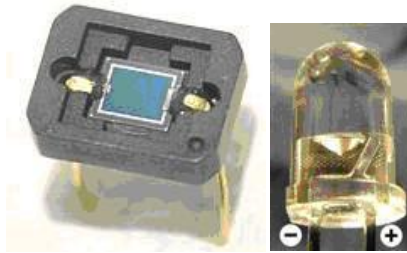
- 1) *Aluminium Gallium Arsenide* (AlGaAs) – merah dan inframerah
- 2) *Gallium Aluminium Phosphide* – hijau
- 3) *Gallium Arsenide/Phosphide* (GaAsP) – merah, oranye-merah, oranye, dan kuning
- 4) *Gallium Nitride* (GaN) – hijau, hijau murni (atau hijau emerald), dan biru
- 5) *Gallium Phosphide* (GaP) – merah, kuning, dan hijau
- 6) *Zinc Selenide* (ZnSe) – biru
- 7) *Indium Gallium Nitride* (InGaN) – hijau kebiruan dan biru
- 8) *Indium Gallium Aluminium Phosphide* – oranye-merah, oranye, kuning, dan hijau
- 9) *Silicon Carbide* (SiC) – biru
- 10) *Diamond* (C) – ultraviolet
- 11) *Silicon* (Si) – biru (dalam pengembangan)
- 12) *Sapphire* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – biru

LED biru pertama kali dan bisa dikomersialkan menggunakan substrat *gallium nitrida*. LED ini ditemukan oleh Shuji Nakamura tahun 1993 sewaktu berkarir di *Nichia Corporation* di Jepang. LED ini kemudian populer di penghujung tahun 90-an. LED biru ini dapat dikombinasikan ke LED merah dan hijau yang telah ada sebelumnya untuk menciptakan cahaya putih.

### 2.2.2. Dioda Cahaya (*Photo-Diode*)

Dioda cahaya ini bekerja pada daerah *reverse*, jadi hanya arus bocor saja yang melewatinya. Dalam keadaan gelap, arus yang mengalir sekitar 10 A untuk dioda cahaya dengan bahan dasar germanium dan 1A untuk bahan silikon. Kuat cahaya dan temperature keliling dapat menaikkan arus bocor tersebut karena dapat mengubah nilai resistansinya dimana semakin kuat cahaya yang menyinari semakin kecil nilai resistansi dioda cahaya tersebut. Penggunaan dioda cahaya diantaranya adalah sebagai sensor dalam pembacaan pita data berlubang (*Punch Tape*), dimana pita berlubang tersebut terletak diantara sumber cahaya dan dioda

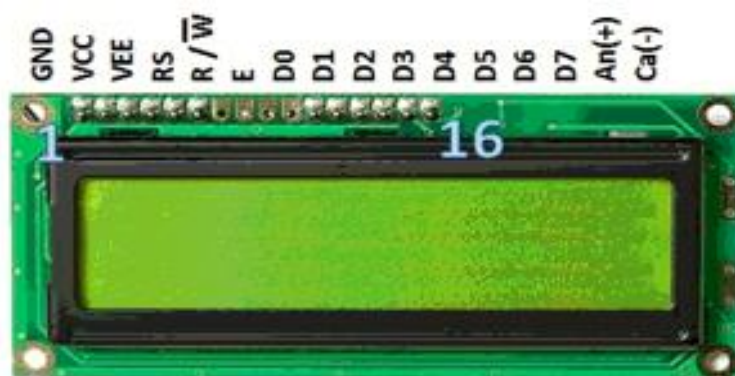
cahaya. Jika setiap lubang pita itu melewati antara tadi, maka cahaya yang memasuki lubang tersebut akan diterima oleh dioda cahaya dan diubah dalam bentuk signal listrik. Sedangkan penggunaan lainnya adalah dalam alat pengukur kuat cahaya (*Lux-Meter*), dimana dalam keadaan gelap resistansi dioda cahaya ini tinggi sedangkan jika disinari cahaya akan berubah rendah. Selain itu banyak juga dioda cahaya ini digunakan sebagai sensor sistem pengaman (*security*) misal dalam penggunaan alarm.



Gambar 2.11. Dioda foto.

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

LCD merupakan perangkat keluaran yang digunakan dalam dunia elektrik saat ini, baik itu monitor komputer, *televi*si, ponsel dan lainnya. LCD di buat dalam bentuk berbagai macam dari layar lebar sampai layar yang hanya kecil, dalam praktek dalam robotik biasanya menggunakan LCD 16x2 atau 20x4 yang maksudnya adalah 16 kolom dan 2 baris dan 20 kolom 4 baris.



Gambar 2.12: LCD 16x2



#### 2.2.4. Sensor Jarak (*ultrasonic*)

Sensor ultrasonik adalah alat elektronika yang kemampuannya bisa mengubah dari energy listrik menjadi energy mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonic. Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar *ultrasonic* yang dinamakan *transmitter* dan penerima *ultrasonic* yang disebut *receiver*. Alat ini digunakan untuk mengukur gelombang ultrasonic. Gelombang ultrasonic adalah gelombang mekanik yang memiliki cirri-cirri longitudinal dan biasanya memiliki frekuensi di atas 20 Khz. Gelombang *Ultrasonic* dapat merambat melalui zat padat, cair maupun gas. Gelombang Ultrasonic adalah gelombang rambatan energi dan momentum mekanik sehingga merambat melalui ketiga element tersebut sebagai interaksi dengan molekul dan sifat *enersia medium* yang dilaluinya.



Gambar 2.13. Sensor ultrasonik

Ada beberapa penjelasan mengenai gelombang ultrasonik. Sifat dari gelombang ultrasonik yang melalui medium menyebabkan getaran partikel dengan medium aplitudo sama dengan arah rambat longitudinal sehingga menghasilkan partikel medium yang membentuk suatu rapatan atau biasa disebut Strain dan tegangan yang biasa disebut Strees. Proses lanjut yang menyebabkan terjadinya rapatan dan regangan di dalam medium disebabkan oleh getaran partikel secara periodic selama gelombang ultrasonic lainnya. Gelombang ultrasonik merambat melalui udara dengan kecepatan 344 meter per detik, mengenai obyek dan memantul kembali ke sensor ultrasonik. Seperti yang telah umum diketahui, gelombang ultrasonik hanya bisa didengar oleh makhluk tertentu

seperti kelelawar dan ikan paus. Kelelawar menggunakan gelombang ultrasonik untuk berburu di malam hari sementara paus menggunakannya untuk berenang di kedalaman laut yang gelap.

#### 2.2.5. FET IRF540 (*Transistor efek medan*)<sup>1</sup>

Transistor efek medan (*field-effect transistor* = FET) mempunyai fungsi yang hampir sama dengan transistor bipolar. Meskipun demikian antara FET dan transistor bipolar terdapat beberapa perbedaan yang mendasar. Perbedaan utama antara kedua jenis transistor tersebut adalah bahwa dalam transistor bipolar arus *output* (IC) dikendalikan oleh arus input (IB). Sedangkan dalam FET arus *output* (ID) dikendalikan oleh *tegangan input* (VGS), karena arus *input* adalah nol. Sehingga *resistansi input* FET sangat besar, dalam orde puluhan megaohm.

Disamping itu, FET lebih stabil terhadap temperatur dan konstruksinya lebih kecil serta pembuatannya lebih mudah dari *transistor bipolar*, sehingga amat bermanfaat untuk pembuatan keping rangkaian terpadu.

FET bekerja atas aliran pembawa mayoritas saja, sehingga FET cenderung membangkitkan *noise* (desah) lebih kecil dari pada transistor bipolar. Namun umumnya transistor bipolar lebih peka terhadap input atau dengan kata lain penguatannya lebih besar. Disamping itu transistor bipolar mempunyai linieritas yang lebih baik dan respon frekuensi yang lebih lebar. Keluarga Transistor efek medan (*field-effect transistor* = FET) yang penting untuk diketahui adalah : JFET (*junction field-effect transistor*) MOSFET (*metal-oxide semiconductor field-effect transistor*).

---

<sup>1</sup> <http://elektronika-dasar.web.id/komponen/transistor-efek-medan-fet-field-effect-transistor>