

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Penelitian Sebelumnya

Busur laser adalah suatu alat untuk mengganti alat bantu sistem konvensional seperti *water pass*, siku-siku dan bandul dalam pelaksanaan suatu konstruksi bangunan. Yang diantaranya untuk mendapatkan pengukuran tingkat kelurusan suatu bidang baik itu horisontal dan vertikal, serta mengukur besarnya sudut dapat dilakukan dengan mudah dan cepat. Cara kerja dari busur laser tersebut adalah dengan memasukan nilai sudut yang di inginkan, dan sebagai acuan ratanya alat tersebut digunakan *water pass* yang terpasang pada alat tersebut. Setelah alat tersebut dimasukan nilai sudut yang di inginkan, maka posisi laser akan bergerak, berpindah keposisi titik sudut yang diseting.

Dengan menggunakan alat busur laser tersebut, didapat kemudahan dalam proses pengukuran tingkat kelurusan suatu bidang baik itu horisontal dan vertikal, serta mengukur besarnya sudut dapat dilakukan dengan mudah dan cepat.

B. Perbandingan alat busur laser dengan alat yang akan dibuat dalam penelitian ini.

Alat busur laser yang telah dibuat oleh peneliti sebelumnya, digunakan untuk menggantikan fungsi *water pass* untuk mendapatkan garis horisontal, tali bandul untuk mendapatkan garis vertikal serta siku-siku untuk mendapatkan sudut siku-siku. Alat tersebut menggunakan bantuan sinar laser sebagai pemandu

didapatkannya titik pada suatu sisi dan kemudian ditarik garis dengan benang dari titik tersebut. Sebagai pengontrol pengarah sinar laser digunakan motor stepper dan mikrokontroler, yang sekaligus juga difungsikan sebagai pengolah nilai masukan yang diberikan oleh *user* alat tersebut melalui *keypad*. (Andri, Cahyono. Demonstrator Alat Bantu untuk penentuan kelurusan, dan sudut dalam pelaksanaan kontruksi bangunan: UMY, 2007).

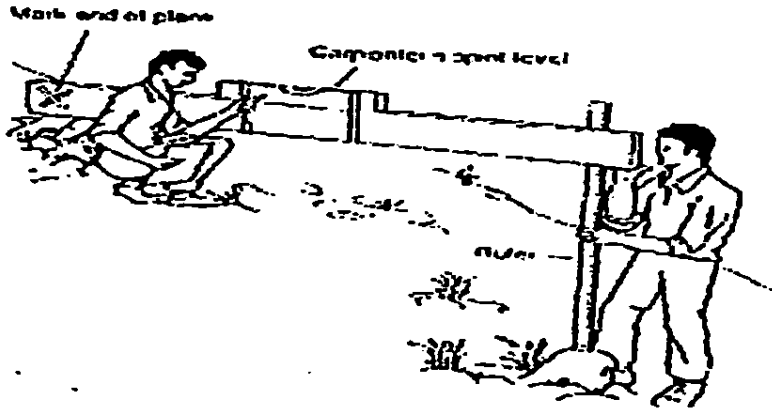
Alat yang akan dibuat dalam penelitian ini tidak menggunakan motor stepper sebagai sensor pembaca sudut namun menggunakan resistor variabel jenis *wirewound* yang mana besaran kemiringan yang diukur tergantung dari besarnya simpangan tuas yang mamutar resistor *wirewound*. Sistem pengendali utama dari alat yang dibuat ini menggunakan mikrokontroler AVR seri *ATMega8535* yang memiliki internal ADC 10 bit. ADC 10 bit tersebut digunakan untuk mengkonversi besaran tagangan yang terukur akibat perubahan nilai resistansi *wirewound* menjadi besaran sudut kemiringan.

C. Metode pengukuran bidang vertikal (*leveling*)

1. Dengan metode *spirit* atau *carpenter's level / bubble tube*

Metode ini adalah suatu metode untuk mendapatkan bidang vertikal dengan cara menggunakan alat ukur jenis yang biasa disebut *waterpas* atau juga tabung gelembung. *Waterpas* ditempatkan pada bidang horisontal dari suatu bidang yang berdiri tegak lurus (vertikal) terhadap bidang horisontal tersebut. Gelembung udara pada *waterpass* harus berada pada posisi ditengah untuk

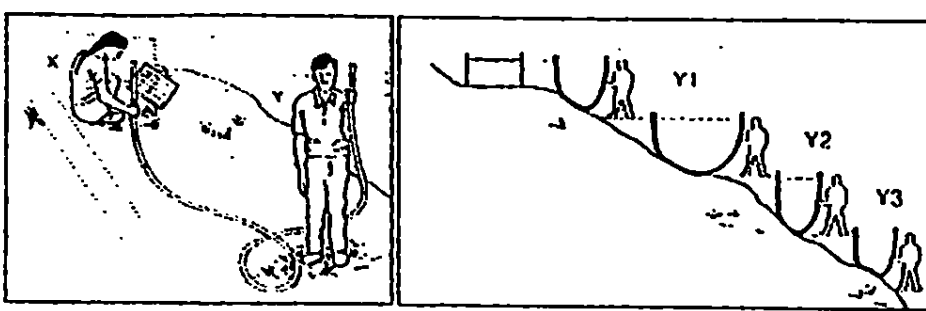
menandakan bahwa pengukuran telah tepat. Gambar 2.1 dibawah ini adalah ilustrasinya. (Frick, Heinz. Ilmu dan alat ukur Tanah. Yogyakarta: Kanisius,1998)



Gambar 2.1. *Leveling* dengan menggunakan *bubble tube*

2. Dengan menggunakan metode selang plastik yang berisi air

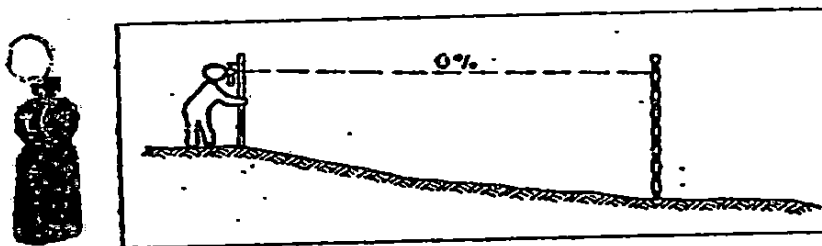
Selang plastik yang diisi air dapat digunakan untuk mengukur bidang vertikal. Penggunaannya dilakukan dengan mengukur posisi horisontal pada setiap level. Kemudian antara masing-masing garis horisontal ini diukur dan dijumlahkan sehingga didapat angka akumulasi dari tinggi bidang vertikal tersebut. Berikut ini adalah ilustrasinya. (Frick, Heinz. Ilmu dan alat ukur Tanah. Yogyakarta: Kanisius,1998)



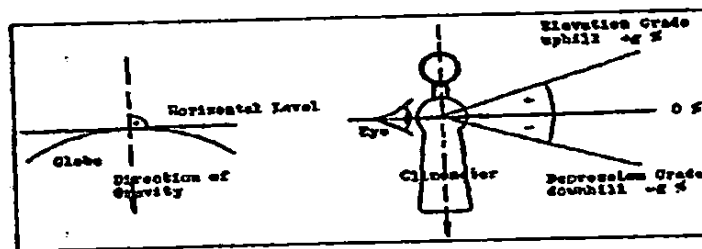
Gambar 2. 2. *Leveling* dengan menggunakan selang plastik diisi air.

3. Dengan menggunakan *clinometer*

Clinometer adalah suatu alat yang dapat mengukur garis horisontal antara dua tiang vertikal dengan cara peneropongan dari clinometer tersebut. Pengukuran dikatakan tepat bila sudut pandang dari titik pada tiang 1 ke suatu titik dari tiang kedua tidak membentuk sudut (0 %). Dengan clinometer ini dapat pula dipakai untuk menepatkan posisi vertikalnya. Gambar 2.3 dan gambar 2.4. adalah ilustrasi dari penggunaan clinometer tersebut. (Frick, Heinz. Ilmu dan alat ukur Tanah. Yogyakarta: Kanisius,1998)



Gambar 2.3. Leveling dengan menggunakan *clinometer*

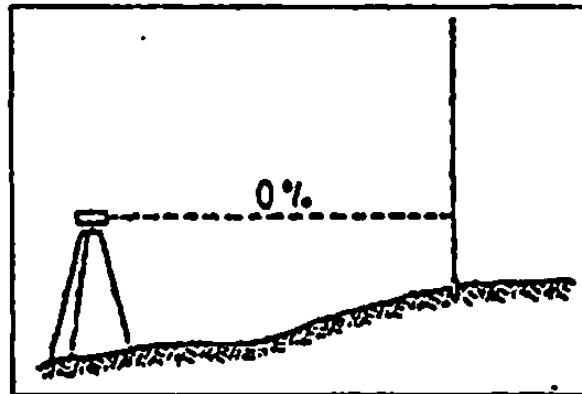
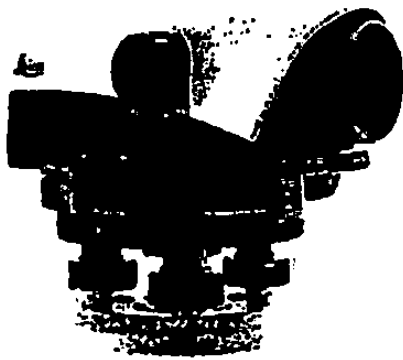


Gambar 2. 4. Cara peneropongan pada *clinometer*

4. Dengan menggunakan Engineer's automatic, dumpy level atau autoset level.

Cara ini hampir mirip dengan menggunakan clinometer yaitu juga dengan melakukan proses peneropongan dari alat, akan tetapi alat ini lebih mudah dalam

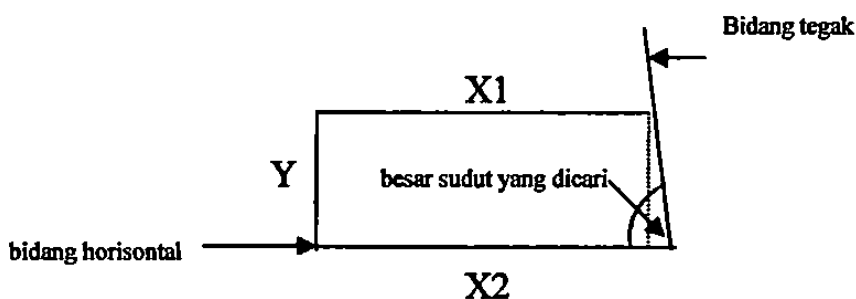
penggunaannya karena telah menggunakan sistem otomatis dan pada alat telah tersedia level semu sehingga tidak perlu dibuat tiang vertikal kedua. Berikut ini adalah gambar ilustrasi dari penggunaan alat tersebut. (Frick, Heinz. Ilmu dan alat ukur Tanah. Yogyakarta: Kanisius,1998)



Gambar 2. 5. Leveling dengan menggunakan *Engineer's automatic*

D. Mengukur sudut suatu bidang tegak (vertikal)

Mengukur pembentukan sudut suatu bidang tegak dengan bidang datar (horisontal) dapat dilakukan dengan mengukur beberapa jarak yang diperlukan untuk didapat hasil perhitungannya. Berikut ini adalah ilustrasi dari metode yang dipakai untuk mengukur sudut bidang tegak tersebut.

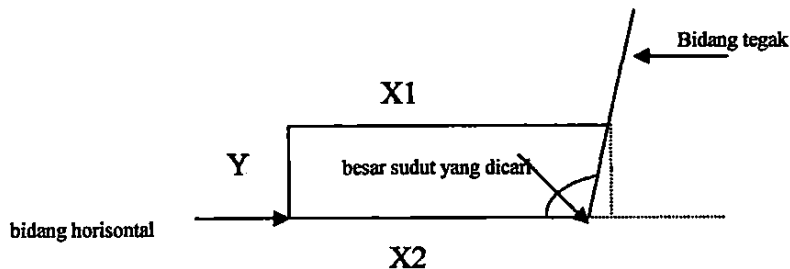


Gambar 2. 6. Pengukuran sudut bidang tegak terhadap bidang horisontal

Sudut yang dicari diatas dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\theta = \operatorname{tgn}^{-1} \frac{Y}{X_2 - X_1} \quad (2.1)$$

Rumus diatas berlaku hanya bila X_2 lebih besar dari X_1 , bila X_2 sama dengan X_1 , sudut dapat dikatakan langsung sebesar 90 derajat, karena antara bidang vertikal dan horisontal membentuk sudut siku-siku. Sedangkan bila suatu saat terjadi nilai X_2 lebih kecil dari X_1 , maka rumus yang digunakan untuk mengukur sudut antara bidang horisontal dan bidang vertikal berbeda dengan rumus yang diatas. Untuk mempermudah proses pencarian besaran apa saja yang dibutuhkan untuk mendapat hasil perhitungan sudut tersebut, berikut ini digambarkan ilustrasinya.



Gambar 2. 7. Pengukuran sudut bidang tegak terhadap bidang horisontal untuk X_2 lebih kecil dari X_1

Dari gambar diatas untuk mendapatkan besar sudut yang dicari digunakan rumus sebagai berikut:

$$\theta = 180 - \left(\operatorname{tgn}^{-1} \frac{Y}{X_1 - X_2} \right) \quad (2.2)$$

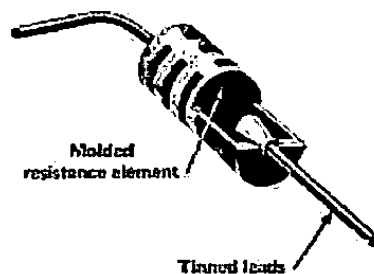
Seperti telah diketahui bahwa besar sudut garis lurus adalah 180 derajat, maka dari Gambar 2.6, dengan mencari besar sudut pada sisi bersebelahan dengan sudut yang dicari, maka besar sudut yang dicari dapat diketahui dengan mengurangkan 180 dengan besar sudut yang disebelahnya.

E. Dasar Teori Komponen

1. Sensor Resistor Wirewound

Jenis resistor berdasarkan bahan pembuatnya dapat diklasifikasikan menjadi resistor karbon, resistor jenis film, dan resistor jenis lilit kawat (*wirewound resistor*).

a. Resistor Karbon: resistor karbon terbuat dari campuran karbon dan bahan isolator. Nilai hambatannya tergantung pada perbandingan campuran antara kedua bahan itu. Pada saat ini resistor karbon jarang digunakan karena memiliki sifat-sifat yang kurang baik. (Anhar, ST.MT. Komponen Elektronika : Lab. Jar. Komputer FT.UNRI, 2008)

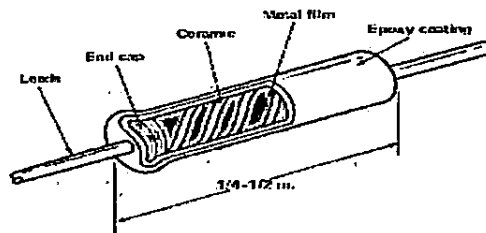


Gambar 2. 8. Struktur Resistor Karbon

b. Resistor Film: resistor jenis film terdiri atas 2 jenis: resistor film karbon dan resistor film logam. Resistor film karbon paling banyak digunakan

Terbuat dari karbon yang dilapiskan pada batang isolator, dan nilai hambatannya ditentukan oleh tebal serta panjang lapisan karbon pada batang keramik. Untuk nilai hambatan yang tinggi, lapisan karbon dibuat berbentuk spiral.

Sedangkan Resistor film logam terbuat dari logam tertentu seperti nikel yang dilapiskan pada sebatang keramik. Resistor ini banyak digunakan pada alat-alat elektronika yang memerlukan ketelitian tinggi seperti pada rangkaian alat-alat ukur. (Anhar, ST.MT. Komponen Elektronika : Lab. Jar. Komputer FT.UNRI, 2008)



Gambar 2.9. Struktur Resistor Film Logam

c. Resistor Wirewound: resistor ini terbuat dari kawat nikelin atau manganin yang dililitkan pada bahan keramik atau porselin. Kemampuan menerima daya dari resistor ini lebih tinggi dari resistor film karbon maupun resistor film logam dan dapat mencapai beberapa ratus watt. (Anhar, ST.MT. Komponen Elektronika : Lab. Jar. Komputer FT.UNRI, 2008)



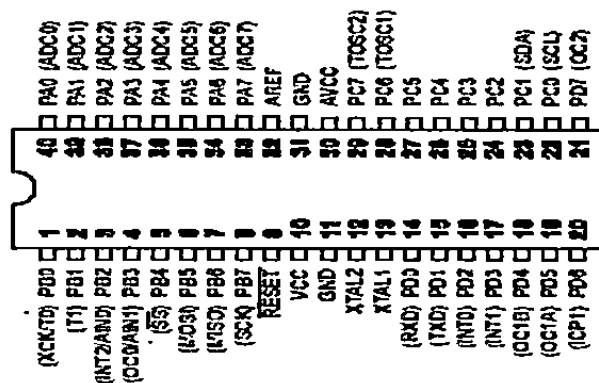
Fig. 6-1 Wire-wound resistors with 50-W power rating. (a) Fixed R, 5 in. long. (b) Variable R, 2 in. diameter. (c) 10 Mho/ohm)

Gambar 2.10. Resistor Wirewound

2. Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada perancangan ini adalah mikrokontroler ATMEL keluarga AVR yaitu mikrokontroler *ATMega8535*.

Mikrokontroler *ATMega8535* ini memiliki beberapa fasilitas seperti : Memiliki kapasitas *flash* memori sebesar 8 Kbytes, 512 byte memori *SRAM* dan 512 byte memori *EEPROM*, 2 buah timer/counter 8 bit dan 1 buah timer/counter 16 bit 4 buah channel *PWM*, *ADC* 10 bit 8 channel dan *Analog Comparator*, 32 bit programmable I/O, 4 bit *serial peripheral interface* (SPI) dan Programmable serial (USART). Gambar 2.10 berikut ini menunjukkan tampilan pin-pin mikrokontroler *ATMega8535*



Gambar 2.11. Tampilan Pin *ATMega8535*

a. Konfigurasi pin-pin Mikrokontroler *ATMega8535*

Dari tampilan pin seperti diatas dapat dijelaskan sebagai berikut.

- VCC → Digunakan untuk masukan tegangan (power suplai) sebesar 5 volt.
- AVCC → Digunakan untuk masukan tegangan ADC.
- AREF → Merupakan masukan tegangan referensi ADC

- Reset → Digunakan untuk reset, mikrokontroler akan mereset program jika pin ini berlogika *low* selama 50ns.
- Gnd → Pin *ground*.
- Port A → Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PA0 – PA7). Pada *port* ini juga berfungsi sebagai 8 bit chanel ADC (ADC0 – ADC7).
- Port B → Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PB0 – PB7). *Port B* memiliki beberapa fungsi khusus yaitu T0 dan T1 untuk input *counter*, AIN0 dan AIN1 untuk input analog comparator. SS, MOSI, MISO, SCK untuk komunikasi serial SPI.
- Port C → Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PC0 – PC7). *Port C* memiliki beberapa fungsi khusus yaitu TOSC1, TOSC2, OC2 dan input komunikasi serial I2C yaitu SDA dan SCL.
- Port D → Merupakan kelompok *8-bit bi-directional I/O Port* (PD0 – PD7). *Port D* memiliki beberapa fungsi khusus yaitu input interupsi eksternal (INT0 dan INT1), komunikasi USART (TXD dan RXD) dan OC1B, OC1A, ICP1.
- X-TAL1 → Merupakan input dari inverting osilator.
- X-TAL2 → Merupakan output dari inverting osilator



b. Instruksi Mikrokontroler *ATMega 8535*

Mikrokontroler *ATMega8535* memiliki 130 macam instruksi.

Instruksi-instruksi mikrokontroler AVR dapat dibagi sebagai berikut :

- Instruksi transfer data, instruksi ini berfungsi untuk tranfer data antara *register ke register*, memori ke memori, *register ke memori*, antarmuka ke *register* dan antar muka ke memori.
- Instruksi aritmatika dan *logic*, instruksi aritmatika meliputi penjumlahan, pengurangan, penambahan satu (*increament*), dan pengurangan satu (*decreament*). Instruksi logika dan manipulasi *bit*, yang melaksanakan operasi AND, OR, XOR, perbandingan, penggeseran dan komplemen data.
- Instruksi *Bit* dan *Bit-Test*, yaitu instruksi untuk *setting* kondisi tiap *bit*, baik *set* maupun *clear*, bahkan ada beberapa variasi, seperti instruksi putar, hingga *watchdog reset*.
- Instruksi percabangan, yang berfungsi mengubah urutan normal pelaksanaan suatu program menjadi sesuai yang dikehendaki. Dengan instruksi ini program yang sedang dilaksanakan akan mencabang ke suatu alamat tertentu. Instruksi percabangan dibedakan atas percabangan bersyarat dan percabangan tanpa syarat.
- Instruksi *stack*, *I/O* dan kontrol, yang digunakan untuk mengatur penggunaan *stack*, membaca/menulis *port I/O* serta pengontrolan-pengontrolan.

c. ADC (*Analog to Digital Converter*)

Mikrokontroler *ATMega8535* memiliki fasilitas ADC 10 bit dengan 8 buah channel. ADC 10 bit mikrokontroler *ATMega8535* memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Memiliki waktu konversi antara 65 – 260 μ s.
- 8 multiplexed single ended input channel.
- 7 difrensial input channel.
- 2 difrensial input channel dengan pilihan penguatan 10x dan 200x..
- 0 – Vcc range tegangan.
- Mode operasi free running atau single conversion mode.
- Interupsi saat konversi selesai.

Register-register yang digunakan untuk mengoprasikan ADC adalah sebagai berikut :

1. Register ADMUX (*ADC Multiplextion Selection Register*)

Register ini digunakan untuk memilih tegangan refrensi yang digunakan dan memilih input channel yang digunakan. Tampilan bit register ADMUX seperti pada Gambar 2.12 berikut :

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0
Reset : 0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 2.12. register ADMUX

➤ Bit 7,6 → REFS 1:0 : *Reference Selection Bits*

Bit-bit ini digunakan untuk memilih tegangan referensi yang digunakan. Jika nilai awal dimulai dari 00 maka tegangan berasal dari pin AREF. Detail nilai lain dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1. Pilihan Tegangan Referensi

REFS1	REFS0	Pilihan Tegangan Referensi
0	0	Tegangan dari AREF, Internal Vref dimatikan
0	1	AVCC dengan kapasitor pada pin AREF
1	0	Tidak digunakan
1	1	2.56 V tegangan internal dengan kapasitor pada pin AREF

➤ ADLAR merupakan bit pemilih mode data keluaran ADC. Bernilai awal 0 sehingga 2 bit tertinggi data hasil konversi berada pada register ADCH dan 8 bit sisanya berada pada register ADCL.

➤ MUX [4..0] merupakan bit pembaca saluran ADC, bernilai awal 00000. *untuk mode single ended input*, MUX [4..0] bernilai dari 00000 – 00111. berikut tabel konfigurasi bit MUX

Tabel 2.2 Bit Pembaca Saluran ADC

MUX 4:0	Single Ended input	Pos differential input	Neg differential input	Gain
00000	ADC0			
00001	ADC1			
00010	ADC2			
00011	ADC3			
00100	ADC4			
00101	ADC5			
00110	ADC6			
00111	ADC7			
01000		ADC0	ADC0	10x

01001		ADC1	ADC0	10x
01010		ADC0	ADC0	200x
01011		ADC1	ADC0	200x
01100		ADC2	ADC2	10x
01101		ADC3	ADC2	10x
01110		ADC2	ADC2	200x
01111		ADC3	ADC2	200x
10000		ADC0	ADC1	1x
10001		ADC1	ADC1	1x
10010		ADC2	ADC1	1x
10011		ADC3	ADC1	1x
10100		ADC4	ADC1	1x
10101		ADC5	ADC1	1x
10110		ADC6	ADC1	1x
10111		ADC7	ADC1	1x
11000		ADC0	ADC2	1x
11001		ADC1	ADC2	1x
11010		ADC2	ADC2	1x
11011		ADC3	ADC2	1x
11100		ADC4	ADC2	1x
11101		ADC5	ADC2	1x
11110	1,22 V			
11111	0 V			

2. Register ADCSRA (ADC Control dan Status Register A)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0
Reset : 0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 2.13. Register ADCSRA

- ADEN ,merupakan pengatur aktivasi ADC,bernilai awal 0. jika bernilai 1 maka ADC aktif.
- ADCS, merupakan bit penanda mulainya konversi ADC.bernilai awal 0,selama konversi maka ADC akan bernilai 1,jika ADC bernilai 0 maka konversi telah selesai.
- ADATE merupakan bit pengatur picu otomatis operasi ADC.
- ADIF, merupakan bit penanda akhir konversi ADC.

- ADIE, merupakan bit pengatur aktivasi interupsi yang berhubungan dengan akhir konversi ADC.
- ADPS[2..0] merupakan bit pengatur clock ADC.

Tabel 2.3. Pilihan Prescaler ADC

ADPS2	ADPS1	ADPS0	Faktor pembagi
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

3. Register Data (ADCL dan ADCH)

Register ini digunakan untuk menyimpan hasil konversi register ini diatur oleh bit ADLAR register ADMUX. Jika ADLAR = 0 Register ADCL berisi 8 bit data low dan register ADCH berisi 2 bit high. Sedangkan jika ADLAR = 1, register ADCL berisi 2 bit low dan ADCH berisi 8 bit high.

3. LCD 16 x 2 karakter

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu penampil dari bahan cairan kristal yang dalam pengoperasiannya digunakan sistem dot matriks. LCD banyak digunakan sebagai display dari alat-alat elektronika seperti kalkulator, multimeter digital, jam digital dan sebagainya.

LCD yang digunakan pada alat ini adalah LCD M1632, LCD ini merupakan modul LCD dengan tampilan 16 x 2 baris dengan konsumsi daya yang rendah.

Modul ini dilengkapi dengan LCD Mikrokontroler HD44780 buatan Hitachi yang

berfungsi sebagai pengendali. LCD ini mempunyai CGROM (*Character Generator Read Only Memory*), CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*), dan juga memiliki 3 bit control yaitu E yang merupakan input *clock*, R/W sebagai input untuk memilih *read* atau *write* dan RS sebagai *register select*, juga memiliki 8 bit data yaitu DB0 sampai DB7.

a. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*)

DDRAM merupakan memori tempat karakter yang ditampilkan berada. Contoh, untuk karakter 'A' atau 41H yang ditulis pada alamat 00, maka karakter tersebut akan tampil pada baris pertama dan kolom pertama dari LCD. Apabila karakter tersebut ditulis di alamat 40, maka karakter tersebut akan tampil pada baris kedua kolom pertama dari LCD.

Display position	1	2	3	4	5	6	7	8
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07
	40	41	42	43	44	45	46	47
For shift left	01	02	03	04	05	06	07	08
	41	42	43	44	45	46	47	48
For shift right	27	00	01	02	03	04	05	06
	67	40	41	42	43	44	45	46

Gambar 2.14. Alamat DDRAM M1632

b. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*)

CGRAM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai keinginan.

Namun memori ini akan hilang saat *power supply* tidak aktif, sehingga pola karakter akan hilang.

c. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*)

CGROM merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut sudah ditentukan secara permanen dari HD44780 sehingga pengguna tidak dapat mengubah lagi. Namun karena ROM bersifat permanen, maka pola karakter tersebut tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif. Pada saat HD44780 akan menampilkan data 41H yang tersimpan pada DDRAM, maka HD44780 akan mengambil data di alamat 41H (0100 0001) yang ada pada CGROM yaitu pola karakter A.

d. Konfigurasi PIN

Pada tabel 2.4 berikut ditunjukkan konfigurasi PIN LCD M1632 sebagai berikut :

Tabel 2.4. Tabel konfigurasi PIN LCD M1632

No	Nama PIN	Keterangan
1	GND	0V
2	VCC	+5V
3	VEE	Tegangan Kontras LCD
4	RS	Register Select, 0 = Register Perintah, 1 = Register Data
5	R/W	1 = Read, 0 = Write
6	E	Enable Clock LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data
7	D0	Data Bus 0
8	D1	Data Bus 1
9	D2	Data Bus 2
10	D3	Data Bus 3
11	D4	Data Bus 4
12	D5	Data Bus 5
13	D6	Data Bus 6
14	D7	Data Bus 7

e. Register

Pada HD44780, terdapat dua buah register yang aksesnya diatur pada kaki RS. Bila RS berlogika 0, maka register yang diakses adalah register perintah sedangkan pada saat RS berlogika 1, maka register yang diakses adalah register data.

1. Register perintah

Register ini adalah register dimana perintah-perintah dari mikrokontroler ke HD44780 pada saat proses penulisan data atau tempat status dari HD44780 dapat dibaca pada saat pembacaan data.

2. Register data

Register ini adalah register dimana mikrokontroler dapat menuliskan atau membaca data ke atau dari DDRAM. Penulisan data pada register ini akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

3. Penulisan data ke register perintah dan register data

Penulisan data ke register perintah dilakukan untuk inisialisasi dan mengatur *Address Counter* maupun *Address Data*. Kondisi RS berlogika 0 menunjukkan akses data ke Register Perintah. RW berlogika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Sedangkan penulisan data pada register data berfungsi untuk menampilkan data pada LCD. Diawali dengan mengeset RS, kondisi R/W diatur pada logika 0 yang menunjukkan proses penulisan data. Pengiriman data dari data bus DB0 – DB7 diawali dengan pemberian pulsa logika 1 pada *E Clock* dan diakhiri dengan pulsa logika 0 pada *E clock*