

BAB II

STUDY AWAL

2.1 Karya yang Berkaitan

Sriyuda Ermansyah (2002), Universitas Muhamadiyah Yogyakarta, dalam penelitiannya merancang alat ukur kemiringan. Penelitiannya menjelaskan tentang alat ukur kemiringan dengan penampil pada PC. Tetapi didalam penelitian memiliki kelemahan alat tidak praktis karena harus menggunakan PC untuk menampilkan hasil pengukuran.

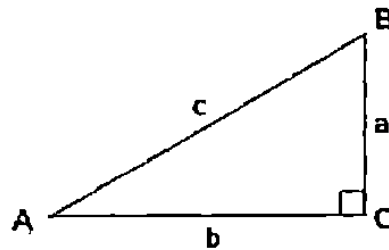
2.2 Dasar-dasar Teori

2.2.1 Sudut

Sudut adalah suatu besaran yang dibangun oleh garis yang diputar dengan pusat perputaran suatu titik tertentu dari suatu posisi awal ke suatu posisi terminal.

Kedua garis dinamakan kaki sudut dan pusat perputaran atau titik pertemuan kedua sinar dinamakan titik sudut. Daerah bidang yang dibatasi oleh

Untuk mendapatkan nilai sudut kemiringan dapat juga menggunakan teori trigonometri dasar seperti sebagai berikut :



Gambar 2.1 Segitiga trigonometri

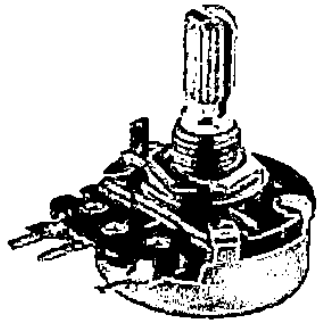
$$\sin A = \frac{a}{c} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\cos A = \frac{b}{c} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A} = \frac{a}{b} \dots\dots\dots(2.3)$$

2.2.2 Sensor

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan atau kimia. Variable keluaran dari sensor yang dirubah menjadi besaran listrik di sebut tranduser. Tranduser adalah alat atau piranti yang dapat mentransfer daya dari sistem yang lain dalam bentuk yang sama maupun



Gambar 2.2 *Potensiometer*

Potensiometer merupakan resistor yang nilainya dapat diatur dengan memutar atau menggeser lapisan karbon pada resistor tersebut.

2.2.3 Mikrokontroler ATmega 16

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur *RISC (Reduced Instruction Set Computer)*. Hampir semua instruksi dieksekusi dalam satu siklus *clock*. AVR mempunyai 32 register general-purpose, timer/counter fleksibel dengan mode *compare*, *interrupt internal* dan *eksternal*, serial UART, *programmable Watchdog Timer*, dan *mode power saving*, ADC dan PWM internal. AVR juga mempunyai *In-System Programmable Flash on-chip*

Beberapa keistimewaan dari AVR ATMegal6 antara lain:

1. Advanced RISC Architecture

- *130 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution*
- *32 x 8 General Purpose Fully Static Operation*
- *Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz*
- *On-chip 2-cycle Multiplier*

2. Nonvolatile Program dan Data Memories

- *8K Bytes of In-System Self-Programmable Flash*
- *Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits*
- *512 Bytes EEPROM*
- *512 Bytes Internal SRAM*
- *Programming Lock for Software Security*

3. Peripheral Features

- *Dua 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers dan Compare Mode*
- *Dua 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers dan Compare Modes*
- *Satu 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, dan Capture Mode*
- *Real Time Counter dengan Separate Oscillator*
- *Empat PWM Channels*

8-channel, 10-bit ADC

- *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*
- *Programmable Serial USART*

4. *Special Microcontroller Features*

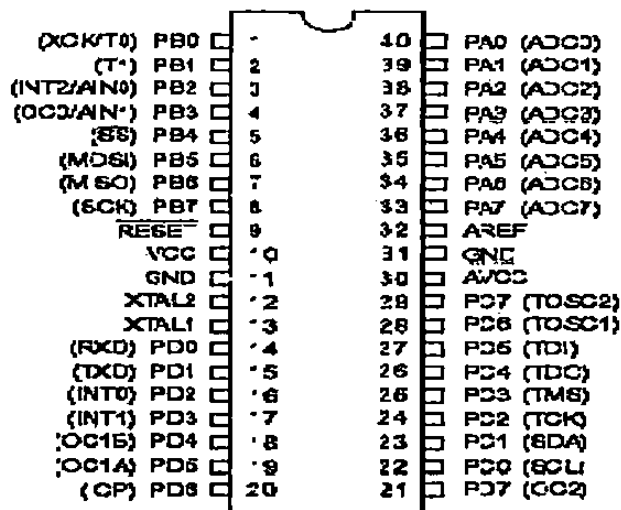
- *Power-on Reset dan Programmable Brown-out Detection*
- *Internal Calibrated RC Oscillator*
- *External dan Internal Interrupt Sources*
- *Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby dan Extended Standby*

5. *I/O dan Package*

- *32 Programmable I/O Lines*
- *40-pin PDIP, 44-lead TQFP, 44-lead PLCC, dan 44-pad MLF*

6. *Operating Voltages*

- *2.7 - 5.5V untuk Atmega16L*



Gambar 2.3 Pin-pin ATmega16 kemasan 40-pin

Pin-pin pada ATmega16 dengan kemasan 40-pin DIP (*dual in-line package*) ditunjukkan oleh Gambar 2.3. Guna memaksimalkan performa, AVR menggunakan arsitektur Harvard (dengan memori dan bus terpisah untuk program dan data).

2.2.3.1. Port sebagai input/output digital

ATmega16 mempunyai empat buah port yang bernama PortA, PortB, PortC, dan PortD. Keempat port tersebut merupakan jalur bi-directional dengan pilihan internal pull-up. Tiap port mempunyai tiga buah register bit, yaitu DDxn, PORTxn, dan PINxn. Huruf 'x' mewakili nama huruf dari port sedangkan huruf 'n' mewakili nomor bit. Bit DDxn terdapat pada I/O address DDRx, bit PORTxn terdapat pada I/O address PORTx, dan bit PINxn terdapat pada I/O address PINx. Bit DDxn dalam register DDRx (Data Direction Register) menentukan arah pin.

Bit DDxn menentukan arah pin sebagai input atau output. Bila DDxn diset 0 maka

Px berfungsi sebagai pin input. Bila PORTxn diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin input, maka resistor pull-up akan diaktifkan. Untuk mematikan resistor pull-up, PORTxn harus diset 0 atau pin dikonfigurasi sebagai pin output. Pin port adalah tri-state setelah kondisi reset. Bila PORTxn diset 1 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 1. Dan bila PORTxn diset 0 pada saat pin terkonfigurasi sebagai pin output maka pin port akan berlogika 0. Saat mengubah kondisi port dari kondisi tri-state (DDxn=0, PORTxn=0) ke kondisi output high (DDxn=1, PORTxn=1) maka harus ada kondisi peralihan apakah itu kondisi pull-up enabled (DDxn=0, PORTxn=1) atau kondisi output low (DDxn=1, PORTxn=0).

Biasanya, kondisi pull-up enabled dapat diterima sepenuhnya, selama lingkungan impedansi tinggi tidak memperhatikan perbedaan antara sebuah strong high driver dengan sebuah pull-up. Jika ini bukan suatu masalah, maka bit PUD pada register SFIOR dapat diset 1 untuk mematikan semua pull-up dalam semua port. Peralihan dari kondisi input dengan pull-up ke kondisi output low juga menimbulkan masalah yang sama. Kita harus menggunakan kondisi tri-state

Tabel 2.1 Konfigurasi pin port

DDxn	PORTxn	PUD (In SFIOR)	I/O	Pull-up	Comment
0	0	X	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
0	1	0	Input	Yes	Pxn will source current if ext. pulled low.
0	1	1	Input	No	Tri-state (Hi-Z)
1	0	X	Output	No	Output Low (Sink)
1	1	X	Output	No	Output High (Source)

Bit 2 – PUD : Pull-up Disable Bila bit diset bernilai 1 maka pull-up pada port I/O akan dimatikan walaupun register DDxn dan PORTxn dikonfigurasi untuk menyalakan pull-up (DDxn=0, PORTxn=1).

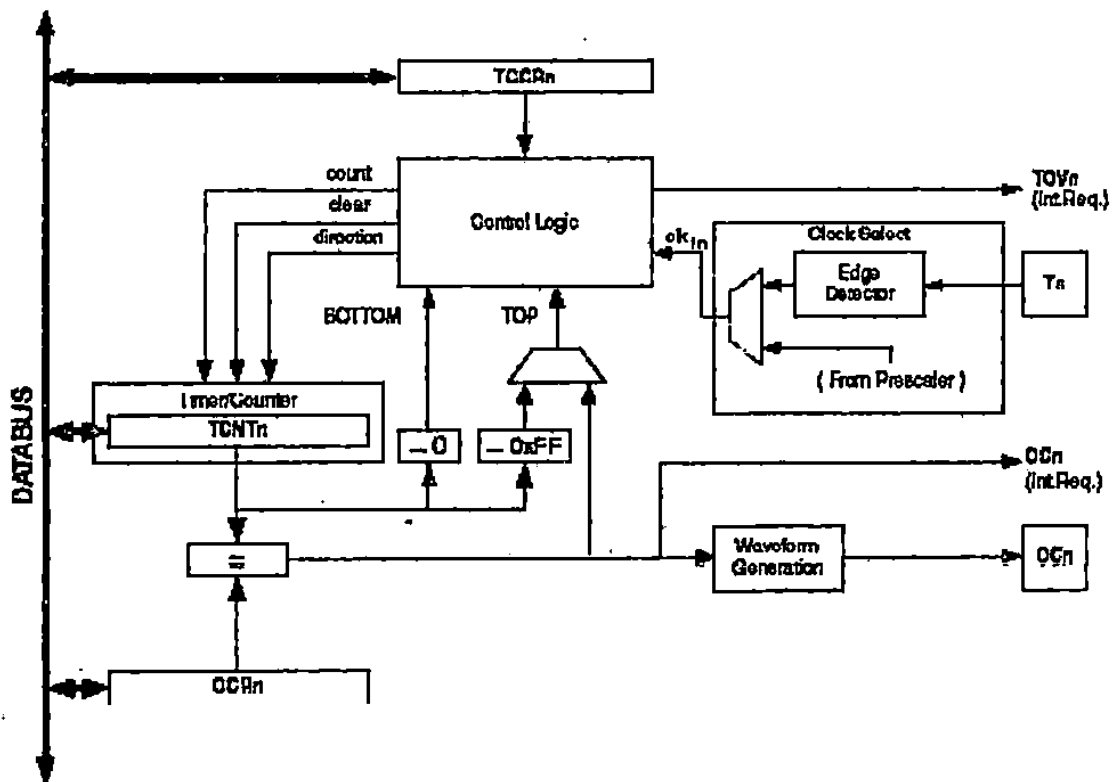
2.2.3.2. Timer

Timer/counter adalah fasilitas dari ATMega16 yang digunakan untuk perhitungan pewaktuan. Beberapa fasilitas channel dari timer counter antara lain: counter channel tunggal, pengosongan data timer sesuai dengan data pembanding, bebas -glitch, tahap yang tepat Pulse Width Modulation (PWM), pembangkit frekuensi, event counter external.

2.2.3.2.1. Gambaran umum

Gambar diagram block timer/counter 8 bit ditunjukkan pada gambar 2.

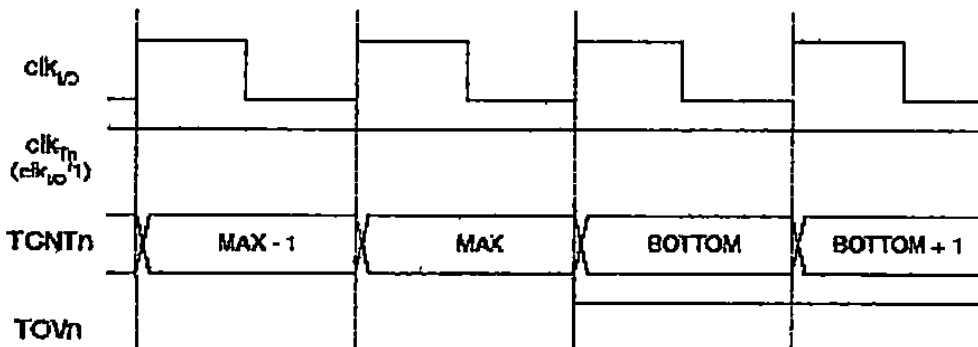
diakses register I/O, termasuk dalam pin-pin I/O dan bit I/O. Device khusus register I/O dan lokasi bit terdaftar



Gambar 2.4 Blok diagram timer/counter

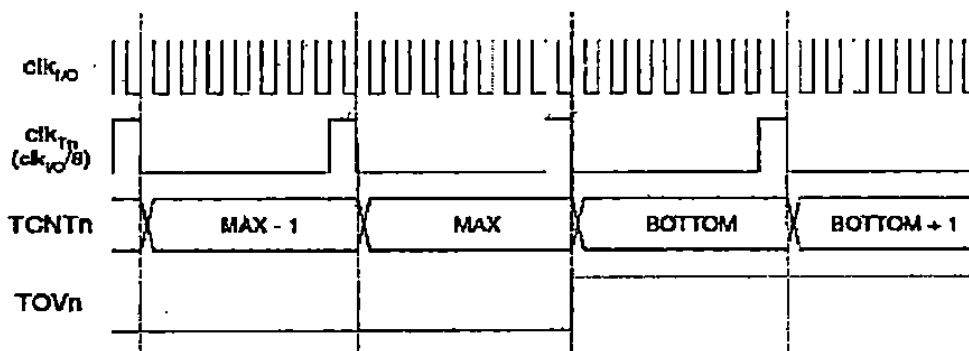
2.2.3.2.2. Timing Diagram Timer/Counter

Timer/counter didesain sinkron clock timer (clkT0) oleh karena itu ditunjukkan sebagai sinyal enable clock pada gambar 2.5. Gambar ini termasuk



Gambar 2.5 Timing diagram timer/counter, tanpa prescaling

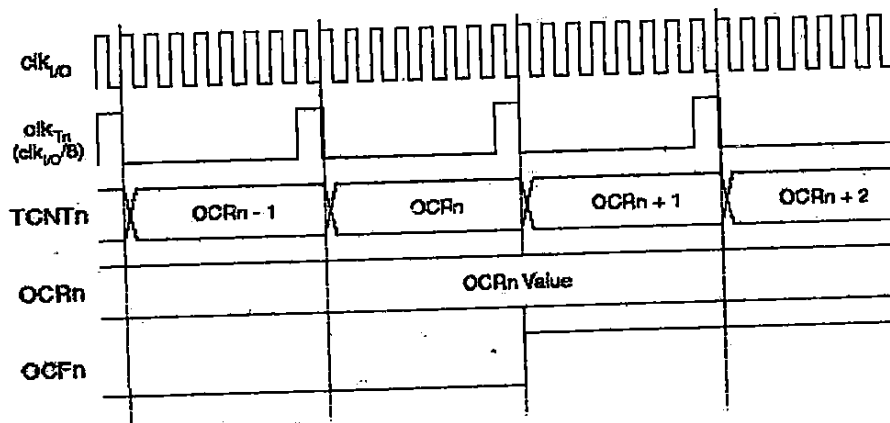
Sesuai dengan gambar 2.6 timing diagram timer/counter dengan prescaling maksudnya adalah counter akan menambahkan data counter (TCNTn) ketika terjadi pulsa clock telah mencapai 8 kali pulsa dan sinyal clock pembagi aktif clock dan ketika telah mencapai nilai maksimal maka nilai TCNTn akan kembali



Gambar 2.6 Timing diagram timer/counter, dengan prescaling

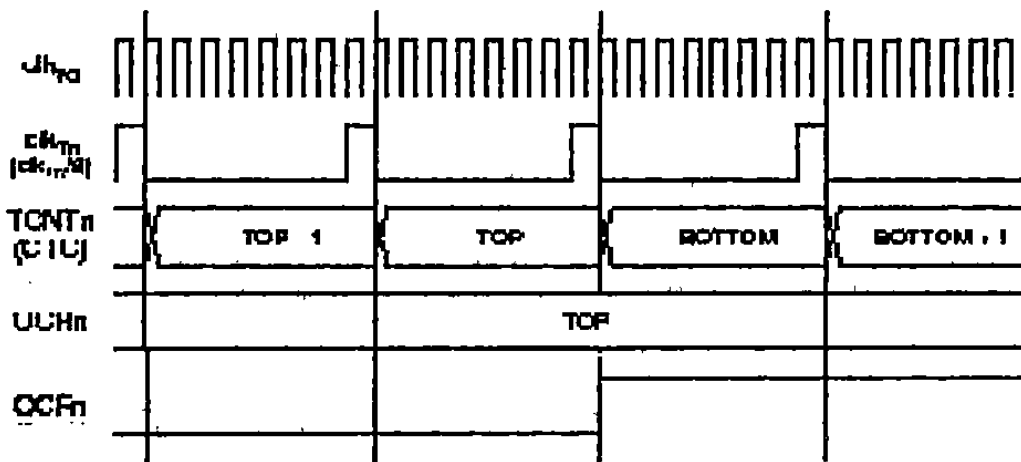
Sama halnya timing timer diatas, timing timer/counter dengan seting

nilai ORCn sama dengan nilai TCNTn maka pulsa flag timer akan aktif. TCNTn akan bertambah nilainya ketika pulsa clock telah mencapai 8 pulsa. Dan kondisi flag akan berbalik



Gambar 2.7 Timing diagram timer/counter, menyeting OCFO, dengan pescaler (clk_{I/O}/8)

Ketika nilai ORCn sama dengan nilai TCNTn maka pulsa flag timer akan aktif. TCNTn akan bertambah nilainya ketika pulsa clock telah mencapai 8 pulsa. Dan kondisi flag akan berbalik (komplemen)



Gambar 2.8 Timing diagram timer/counter, menyeting OCFO, pengosongan data timer sesuai dengan data pembanding, dengan pescaler (fclk_I/O/8)

2.2.3.2.3. Deskripsi Register Timer/Counter 8 bit

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	Register Name
Read/Write	W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	TCCR0
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 2.9 Register timer counter 8 bit

Bit 7 – FOCO : perbandingan kemampuan output

FOCO hanya akan aktif ketika spesifik-spesifik bit WGM00 tanpa PWM mode. Adapun untuk meyakinkan terhadap kesesuaian dengan device-device yang akan digunakan, bit ini harus diset nol ketika TCCR0 ditulisi saat

segera dipaksakan untuk disesuaikan pada unit pembangkit bentuk gelombang.

Output OCO diubah disesuaikan pada COM01: bit 0 menentukan pengaruh daya pembanding.

Bit 6,3 – WGM01:0: Waveform Generation Mode

Bit ini mengontrol penghitungan yang teratur pada counter, sumber untuk harga counter maksimal (TOP), dan tipe apa dari pembangkit bentuk gelombang yang digunakan. Mode-mode operasi didukung oleh unit timer/counter sebagai berikut : mode normal, pembersih timer pada mode penyesuaian dengan pembanding (CTC), dan dua tipe mode Pulse Width Modulation (PWM).

Tabel 2.2 Diskripsi Bit mode pembangkit bentuk

Mode	WGM01 (CTC0)	WGM00 (PWM0)	Timer/Counter Mode of Operation	TOP	Update of OCR0	TOV0 Flag Set-on
0	0	0	Normal	0xFF	Immediate	MAX
1	0	1	PWM, Phase Correct	0xFF	TOP	BOTTOM
2	1	0	CTC	OCR0	Immediate	MAX
3	1	1	Fast PWM	0xFF	TOP	MAX

catatan: definisi nama-nama bit CTC0 dan PWM0 sekarang tidak digunakan lagi.

Gunakan WGM 01: 0 definisi. Bagaimanapun lokasi dan fungsional dan lokasi

Bit 5:4 – COM01:0 Penyesuaian Pembanding Mode Output

Bit ini mengontrol pin output compare (OCO), jika satu atau kedua bit COM01:0 diset, output OC0 melebihi fungsional port normal I/O dan keduanya terhubung juga. Bagaimanapun, catatan bahwa bit Direksi Data Register (DDR) mencocokkan ke pin OC0 yang mana harus diset dengan tujuan mengaktifkan. Ketika OC0 dihubungkan ke pin, fungsi dari bit COM01:0 tergantung dari pengesetan bit WGM01:0. Tabel di bawah menunjukkan COM fungsional ketika bit-bit WGM01:0 diset ke normal atau mode CTC (non PWM):

Tabel 2.3 Mode Output Pembanding, tanpa PWM

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Toggle OC0 on compare match
1	0	Clear OC0 on compare match
1	1	Set OC0 on compare match

Tabel 2.4 Menunjukkan bit COM01:0 fungsional ketika bit WGM01:0 diset ke mode fast PWM.

COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on compare match, set OC0 at TOP
1	1	Set OC0 on compare match, clear OC0 at TOP

Tabel 2.5 Menunjukkan bit COM01:0 fungsional ketika bit WGM01:0 dīset ke mode phase correct PWM.

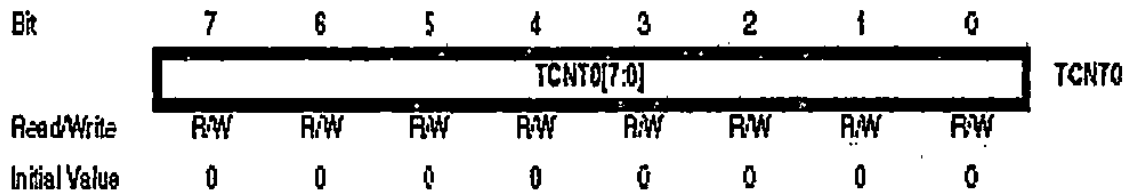
COM01	COM00	Description
0	0	Normal port operation, OC0 disconnected.
0	1	Reserved
1	0	Clear OC0 on compare match when up-counting. Set OC0 on compare match when downcounting.
1	1	Set OC0 on compare match when up-counting. Clear OC0 on compare match when downcounting.

Bit 2:0 – CS02:0 : Clock Select

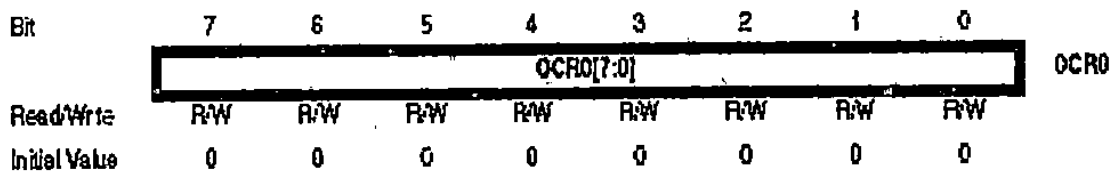
Tiga bit clock select sumber clock digunakan dengan timer/counter. Jika mode pin eksternal digunakan untuk timer counter0, perpindahan dari pin T0 akan memberi clock counter.

CS02	CS01	CS00	Description
0	0	0	No clock source (Timer/Counter stopped).
0	0	1	$clk_{I/O}$ (No prescaling)
0	1	0	$clk_{I/O}/8$ (From prescaler)
0	1	1	$clk_{I/O}/32$ (From prescaler)
1	0	0	$clk_{I/O}/256$ (From prescaler)
1	0	1	$clk_{I/O}/1024$ (From prescaler)
1	1	0	External clock source on T0 pin. Clock on falling edge.
1	1	1	External clock source on T0 pin. Clock on rising edge.

Sesuai dengan tabel diatas maka sumber clock dapat dibagi sehingga



Register timer/counter memberikan akses secara langsung, keduanya digunakan untuk membaca dan menulis operasi, untuk penghitung unit 8-bit timer/counter. Menulis ke blok-blok register TCNT0 (removes) disesuaikan dengan clock timer berikutnya. Memodifikasi counter(TCNT0) ketika perhitungan berjalan, memperkenalkan resiko kehilangan perbandingan antara TCNC0 dengan register OCR0.



Gambar 2.10. Register timer OCR0

Register output pembanding berisi sebuah harga 8 bit yang mana secara terus-menerus dibandingkan dengan harga counter (TCNT0). Sebuah penyesuaian dapat digunakan untuk membangkitkan output interrupt pembanding, atau untuk

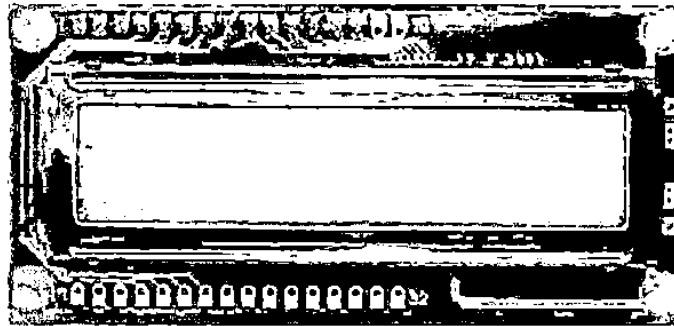
OCF0 dalam kondisi set (satu) kesesuaian pembanding terjadi antara timer/counter dan data pada OCRO – Register 0 keluaran pembanding. OCF0 diclear oleh hardware ketika eksekusi pencocokan penanganan vector interrupt. Dengan alternatif mengclearkan OCF0 dengan menuliskan logika satu pada flag. Ketika I-bit pada SREG, OCIE0 (Timer/Counter0 penyesuaian pembanding interrupt enable), dan OCF0 diset (satu), timer/counter pembanding kesesuaian interrupt dijalankan.

Bit 0 – TOV0: Timer/Counter Overflow Flag

Bit TOV0 diset (satu) ketika kelebihan terjadi pada timer/counter0. TO diclearkan dengan hardware ketika penjalanan pencocokan penanganani vec interrupt. Dengan alternatif, TOV0 diclearkan dengan jalan memberikan log satu pada flag. Ketika I-bit pada SREG, TOIE0 (Timer/Counter0 overf interrupt enable), dan TOV0 diset (satu), timer/counter overflow inter

2.2.4 LCD

Modul LCD Character dapat dengan mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti Atmega16. LCD yang akan kita praktikumkan ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 2x16, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut:



Gambar 2.11. Modul LCD Karakter 2x16

([http:// www.MvTutorialCafe.com](http://www.MvTutorialCafe.com))

Tabel 2.6. Pin dan Fungsi

PIN	Name	Function
1	VSS	<i>Ground voltage</i>
2	VCC	+5V
3	VEE	<i>Contrast voltage</i>
		Register Select
4	RS	0 = Instruction Register 1 = Data Register
		<i>Read/ Write, untuk memilih pembacaan atau penulisan</i>
5	R/W	0 = mode penulisan 1 = mode pembacaan
		<i>Enable</i>

melalui program EN harus dibuat logika *low* "0" dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika "1" dan tunggu untuk sejumlah waktu tertentu (sesuai dengan datasheet dari LCD tersebut) dan berikutnya set EN ke logika *low* "0" lagi.

Jalur RS adalah jalur Register Select. Ketika RS berlogika *low* "0", data akan dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti clear screen, posisi kursor dll). Ketika RS berlogika high "1", data yang dikirim adalah data text yang akan ditampilkan pada display LCD. Sebagai contoh, untuk menampilkan huruf "T" pada layar LCD maka RS harus diset logika high "1".

Jalur RW adalah jalur kontrol *Read/ Write*. Ketika RW berlogika *low* (0), maka informasi pada bus data akan dituliskan pada layar LCD. Ketika RW berlogika high "1", maka program akan melakukan pembacaan memori dari LCD.

Sedangkan pada aplikasi umum pin RW selalu diberi logika *low* "0".

Pada akhirnya, bus data terdiri dari 4 atau 8 jalur (bergantung pada mode operasi

... Pada bus data 8 bit jalur digunakan sebagai DR0 s/d