



**TIMER
dan
COUNTER**

1

Operasi Timer / Counter

- Register TCON
- Register TMOD
- Timer/Counter Interrupt
- Mode Operasi Timer
- Menggunakan Counter



2

Pengertian Timer dan Counter

Apa perbedaan Timer dengan Counter
 Pada dasarnya timer dan counter merupakan sistem yang sama-sama menambahkan diri hingga overflow.

PERTAMA : Perbedaan berdasar operasinya.
 Timer dapat digunakan untuk menghitung suatu periode waktu antara kejadian (jarak waktu antara kejadian),
 Counter digunakan untuk menghitung jumlah munculnya suatu kejadian.

3

KEDUA :
 PERBEDAAN BERDASAR ASAL SUMBER CLOCK

- TIMER ==> sumber clock berasal dari osilator internal dibagi 12
- COUNTER ==. sumber clock berasal dari eksternal melalui pin T0 atau T1 (P3.4 atau P3.5)

4

Mikon 89C51 mempunyai dua buah timer yaitu
 Timer 0 dan Timer 1
 -Masing-masing Timer terdiri dari 16 bit counter yang bersifat programmable

5

Register-register Timer

- THx dan TLx
 - TH0 dan TL0 di alamat 8CH dan 8AH
 - TH1 dan TL1 di alamat 8DH dan 8BH
- Timer Mode Register (TMOD) di alamat 89H
- Timer Control Register (TCON) di alamat 88H

6

AT90S61 SFR Map and Reset Values

| | | | | | | | | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|--|------|
| 0FBH | | | | | | | | | | 0FFH |
| 0FDH | B | | | | | | | | | 0FH |
| 0E5H | | | | | | | | | | 0E5H |
| 0E6H | ACC | | | | | | | | | 0E6H |
| 0D9H | | | | | | | | | | 0D9H |
| 0D8H | PSW | | | | | | | | | 0D8H |
| 0C8H | | | | | | | | | | 0C8H |
| 0C7H | | | | | | | | | | 0C7H |
| 0B8H | IP | | | | | | | | | 0B8H |
| 0B7H | PS | | | | | | | | | 0B7H |
| 0A8H | IE | | | | | | | | | 0A8H |
| 0A7H | PC | | AUXR1 | | | | WDRST | | | 0A7H |
| 098H | SCON | SBUF | XXXXXX | | | | | | | 098H |
| 097H | P1 | | | | | | | | | 097H |
| 088H | TCON | TMOD | TLO | TL1 | TH0 | TH1 | AUXR | | | 088H |
| 087H | PD | SP | DPOL | DPH | DPIL | DP1H | PCON | | | 087H |
| 086H | 11111111 | 00001111 | 00000000 | 00000000 | 00000000 | 00000000 | 0XXX0000 | | | 086H |

REGISTER THx dan TLx (x adalah nomor Timer)

Merupakan Register yang menunjukkan nilai dari timer di mana masing-masing Timer mempunyai dua buah register yaitu:

- THx untuk high byte
- TLx untuk low byte

TH0 : Timer 0 High Byte terletak pada alamat 8AH
 TL0 : Timer 0 Low Byte terletak pada alamat 8BH
 TH1 : Timer 1 High Byte terletak pada alamat 8CH
 TL1 : Timer 1 Low Byte terletak pada alamat 8DH

Register TCON

| | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| TF1 | TR1 | TF0 | TR0 | IE1 | IT1 | IE0 | IT0 |

TCON / Timer Control Special Function Register

| Bit | Symbol | Function |
|-----|--------|---|
| 7 | TF1 | Timer 1 overflow flag. Set saat timer berubah dari satu ke nol. Clear saat prosesor mengeksekusi Interrupt service routine pada address 0018h. |
| 6 | TR1 | Timer 1 run control bit. Set 1 oleh program agar timer mulai menghitung. Clear oleh program untuk menghentikan timer. Istan me-reset timer. |
| 5 | TF0 | Timer 0 overflow flag. Set saat timer berubah dari satu ke nol. Clear saat prosesor mengeksekusi Interrupt service routine pada address 0008h. |
| 4 | TR0 | Timer 0 run control bit. Set 1 oleh program agar timer mulai menghitung. Clear oleh program untuk menghentikan timer. Istan me-reset timer. |
| 3 | IE1 | External interrupt 1 edge flag. Set 1 pada saat transisi sinyal high ke low diterima oleh port pin 3.3 (INT1). Clear saat prosesor mengeksekusi Interrupt service routine pada address 0012h. Tidak terkait dengan operasi timer. |
| 2 | IT1 | External interrupt 1 signal type control bit. Set 1 oleh program untuk mengaktifkan external interrupt 1 yang dilicui oleh stil lunis sinyal (falling edge/transisi high ke low). Clear oleh program untuk mengaktifkan sinyal low pada external interrupt 1 untuk menghasilkan sebuah interrupt. |
| 1 | IE0 | External interrupt 0 edge flag. Set 1 pada saat transisi sinyal high ke low diterima oleh port pin 3.2 (INT0). Clear saat prosesor mengeksekusi Interrupt service routine pada address 0002h. Tidak terkait dengan operasi timer. |
| 0 | IT0 | External interrupt 0 signal type control bit. Set 1 oleh program untuk mengaktifkan external interrupt 0 yang dilicui oleh stil lunis sinyal (falling edge/transisi high ke low). Clear oleh program untuk mengaktifkan sinyal low pada external interrupt 0 untuk menghasilkan sebuah interrupt. |

Berikut ini adalah penjelasan masing-masing bit TCON yang berkaitan dengan timer/counter:

- > **TF1** ----- berisi logika '1' saat nilai Timer/Counter 1 (TH1 dan TL1) mengalami overflow. Dan berisi logika '0' saat mikrokontroler melompat ke Interrupt Service Routine.
- > **TR1** ----- harus diberi logika '1' oleh program user untuk menjalankan Timer 1. dan '0' untuk menghentikan timer.
- > **TF0** ----- berisi logika '1' saat nilai Timer/Counter 0 (TH0 dan TL0) mengalami overflow. Dan berisi logika '0' saat mikrokontroler melompat ke Interrupt Service Routine.
- > **TR0** ----- harus diberi logika '1' oleh program user untuk menjalankan Timer 0.

REGISTER TMOD

| | | | | | | | |
|-----------------|-----|----|----|-----------------|-----|----|----|
| MSB | | | | LSB | | | |
| GATE | C/T | M1 | M0 | GATE | C/T | M1 | M0 |
| Timer/Counter 1 | | | | Timer/Counter 0 | | | |

Gambar 29. Alokasi Bit TMOD

Tabel 10. Timer Mode

| Simbol | Deskripsi |
|--------|--|
| GATE | Pemilih <i>external</i> atau <i>internal control</i> |
| C/T | Pemilih <i>Timer</i> atau <i>Counter</i> |
| M1 | Pemilih Mode <i>Timer/Counter</i> |
| M0 | Pemilih Mode <i>Timer/Counter</i> |

Berikut ini adalah penjelasan masing-masing bit TMOD:

- **GATE** ; sebagai kontrol operasi timer/counter
- Jika GATE dan TRx (TR0 atau TR1 pada TCON) diberi nilai '1' oleh user, maka Timer/Counter hanya beroperasi jika pin INTx bernilai high.

=> operasinya dengan external control (secara hardware)

Jika GATE bernilai '0', maka Timer/Counter hanya beroperasi jika TRx bernilai '1'.

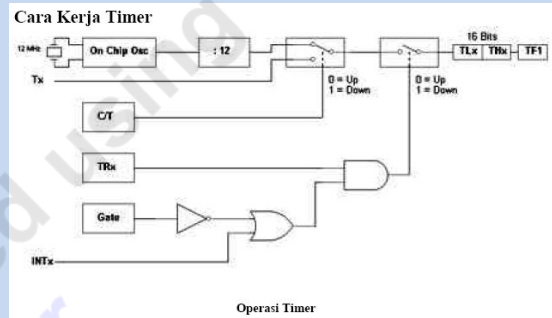
=> operasinya dengan internal control (secara software)

C/T

C/T harus diberi nilai '1' oleh program user untuk menjalankan mode counter dan diberi nilai '0' untuk menjalankan mode timer.

- M1 & M0

M1 dan M0 merupakan dua bit pemilih mode operasi timer/counter.



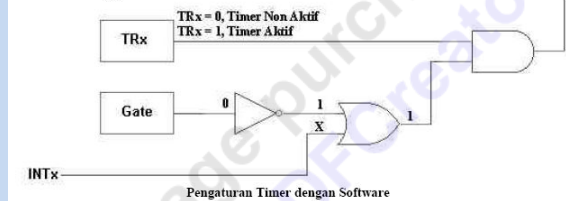
Timer dapat bekerja dengan sumber clock dari:

- Internal berdasarkan 1/12 frekuensi oscillator, C/T = 0
- External berdasarkan trigger dari Tx (T0 untuk Timer 0 dan T1 untuk Timer 1) C/T = 1

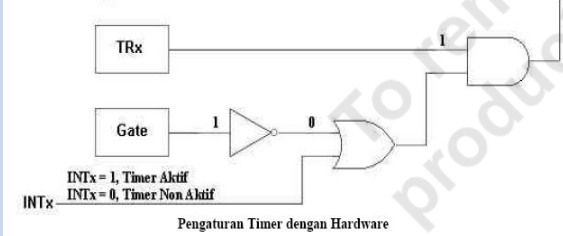
Timer dapat bekerja berdasar trigger dari:

- Software (Bit TRx)
- Hardware (kaki INTx)

Timer ditrigger dari software



Timer ditrigger dari Hardware



Mode Operasi T/C

Timer/Counter memiliki 4 mode operasi. Setiap mode memiliki karakteristik tersendiri.

User harus benar-benar memahami masing-masing mode agar dapat memilih mode yang tepat dalam program yang dibuat.

Tabel 11. Mode Operasi Timer/Counter

| M1 | M0 | Mode Operasi |
|----|----|--|
| 0 | 0 | 0 Timer/Counter, 13 bit |
| 0 | 1 | 1 Timer/Counter, 16 bit |
| 1 | 0 | 2 Timer/Counter, 8 bit Auto Reload |
| 1 | 1 | 3 Split Timer Mode untuk Timer/Counter 0 |
| 1 | 1 | 3 Timer/Counter 1 berhenti |

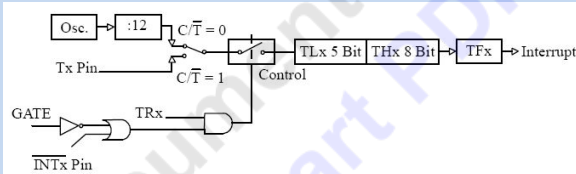
19

MODE 0.

Mode 0 adalah timer/counter 13 bit.

- Ø Pada mode 0, register TLx (TL0 atau TL1) hanya digunakan 5 bit terendah saja sedangkan register THx (TH0 atau TH1) tetap selebar 8 bit.
- Ø TLx akan bertambah hingga bernilai 1Fh. Saat ada perubahan
- Ø nilai TLx dari 1Fh ke 00h, THx akan bertambah 1.
- Ø Nilai maksimal THx dan TLx adalah FF1Fh (THx = FFh dan TLx = 1Fh).
- Ø Overflow akan terjadi jika ada perubahan dari FF1Fh ke 0000h.
- Ø Nilai THx dan TLx dapat diubah oleh user setiap saat dalam program.

20



Gambar 31. Timer/Counter Mode 0

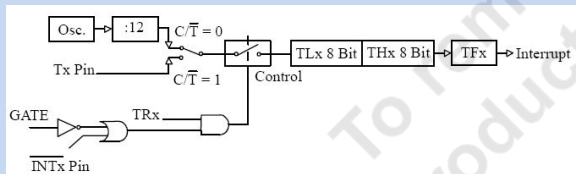
21

MODE 1

Mode 1 pada dasarnya serupa dengan mode 0.

- € Namun pada mode 1 semua bit TLx digunakan, sehingga mode 1 merupakan timer/counter 16 bit.
- € TLx akan bertambah hingga bernilai FFh. Saat ada perubahan nilai TLx dari FFh ke 00h, THx akan bertambah 1.
- € Nilai maksimal THx dan TLx adalah FFFFh (THx = FFh dan TLx = FFh).
- € Overflow akan terjadi jika ada perubahan dari FFFFh ke 0000h.
- € Nilai THx dan TLx dapat diubah oleh user setiap saat dalam program.

22



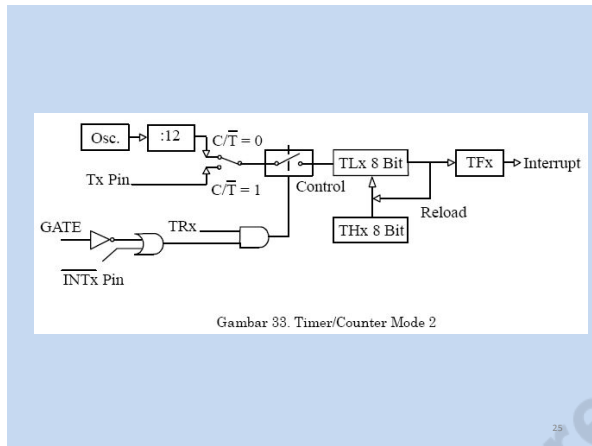
Gambar 32. Timer/Counter Mode 1

23

MODE 2 – Timer 8 bit

- § Mode 2 adalah timer/counter 8 bit dengan fasilitas auto reload. TLx bertindak sebagai timer/counter 8 bit. Sedangkan THx berisi suatu nilai tertentu.
- § Auto reload adalah fasilitas dimana nilai TLx setelah overflow tidak kembali ke 00h namun nilai TLx akan diambil dari nilai THx.
- § Misalkan THx berisi 47h dan TLx berisi FFh. Jika ada overflow pada TLx, nilai TLx akan berubah dari FFh ke 47h, sesuai dengan nilai THx.

24

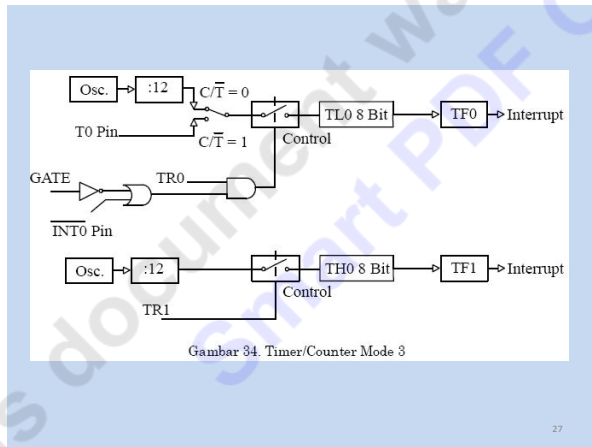


MODE 3

Pada mode 3, Timer/Counter 0 akan menjadi dua timer/counter 8 bit. sedangkan Timer/Counter 1 akan berhenti.

TL0 akan menjadi timer/counter 8 bit yang dikendalikan oleh bit kontrol Timer/Counter 0 (meliputi GATE, C/T, TR0, INTO, dan TFO). TH0 akan menjadi timer 8 bit (bukan counter) yang dikendalikan oleh bit kontrol Timer/Counter 1 (meliputi TR1 dan TF1).

Jadi TR1 mengendalikan TH0 dan Timer/Counter 1 secara bersamaan.



Proses inialisasi adalah proses menentukan nilai semua register yang berkaitan dengan Timer/Counter yang akan digunakan agar Timer/Counter dapat berfungsi sebagaimana yang dikehendaki.

Register yang harus diatur terlebih dahulu meliputi :

1. TMOD dan TCON

Langkah pertama adalah menentukan mode yang akan digunakan (mode 0, 1, 2, atau 3), fungsi yang dipilih (sebagai timer atau counter), dan jenis kontrol (external control melalui pin INTx atau internal control melalui TRx).

Pengaturan TCON dilakukan untuk menjalankan timer.

Misalnya :

Timer/Counter 0 digunakan sebagai timer dalam mode 2 dengan external control dan

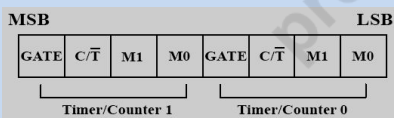
Timer/Counter 1 digunakan sebagai counter dalam mode 1 dengan internal control,

maka instruksinya adalah sebagai berikut :

```
MOV TMOD, #01011010b
```

atau

```
MOV TMOD, #5Ah
```



Gambar 29. Alokasi Bit TMOD

Sedangkan untuk menjalankan kedua timer, instruksinya adalah sebagai berikut :

```
MOV TCON, #01010000b
```

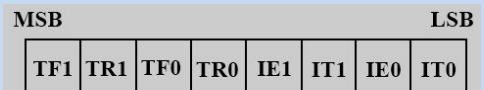
atau

```
MOV TCON, #50h
```

atau

```
SETB TR0
```

```
SETB TR1
```



Gambar 30. Alokasi Bit TCON

THx dan/atau TLx

Jika diperlukan, inisialisasi atau perubahan terhadap nilai THx dan/atau TLx dapat dilakukan dengan cara mengisi nilai tertentu ke dalam register tersebut.

Misalnya register Timer/Counter 0 diisi dengan nilai 814Ah dan register Timer/Counter 1 diisi dengan nilai 0CF32h, maka instruksinya adalah sebagai berikut :

```
MOV TH0, #81h
MOV TL0, #4Ah
MOV TH1, #CFh
MOV TL1, #32h
```

31

Rumus dasar delay waktu TIMER

$$T = (2^n - THx.TLx) * \frac{12}{Fosc}$$

- Dimana T=lama delay waktu
n= jumlah bit

Jika Timer mode 0 (timer 13 bit)

$$T = (2^{13} - THx.TLx) * \frac{12}{Fosc}$$

Jika Timer mode 1 (timer 16 bit).

$$T = (2^{16} - THx.TLx) * \frac{12}{Fosc}$$

Jika Timer mode 2 dan mode 3 (timer 8 bit)

$$T = (2^8 - THx.TLx) * \frac{12}{Fosc}$$

32

- Bagaimana agar Timer0 mikrokontroler beroperasi pada mode 1, untuk mensetting delay waktu sebesar 80 milidetik. Jika frekuensi osilator yang dipakai sebesar 9 MHz.
- Timer1 mikrokontroler beroperasi sebagai pada mode 0, Jika register TH1 dan TL1 berisi data 05h dan F3h ingin membuat delay waktu sebesar 20 milidetik. Berapa frekuensi osilator yang harus digunakan ?

33

Jika Frek Osc yang digunakan sebesar 12 MHz, maka berlaku rumus :

Secara umum delay waktu timer (T) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

1. Sebagai timer 8 bit.
 $T = (255 - TLx) * 1\mu S$
2. Sebagai timer 13 bit.
 $T = (8191 - THxTLx) * 1\mu S$
3. Sebagai timer 16 bit.
 $T = (65535 - THxTLx) * 1\mu S$

Dengan catatan frekuensi crystal yang digunakan adalah 12 MHz.

Contoh :

Diinginkan delay waktu 10 mS menggunakan timer 16 bit. Maka nilai THx dan TLx adalah :

$$T = (65535 - THxTLx) * 1\mu S$$

$$THxTLx = 65535 - (T/1\mu S)$$

$$THxTLx = 65535 - (10mS/1\mu S)$$

$$THxTLx = 65535 - 10000$$

$$THxTLx = 55535d = D8EFh$$

Maka THx=D8h dan TLx=EFh

34

Apa yang dilakukan untuk menginisialisasi operasi timer/counter

Timer/Counter 0 digunakan sebagai Timer dalam mode 1 dioperasikan dengan sistem hardware.

Timer/Counter 1 digunakan sebagai Counter dalam mode 0, yang dioperasikan dengan sistem software.

35

Misalnya :

Timer/Counter 0 digunakan sebagai Counter dalam mode 0 dengan external control dan

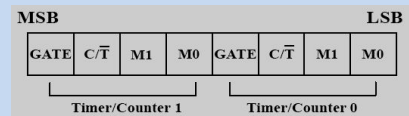
Timer/Counter 1 digunakan sebagai Timer dalam mode 2 dengan internal control,

maka instruksinya adalah sebagai berikut :

```
MOV TMOD, #01011010b
```

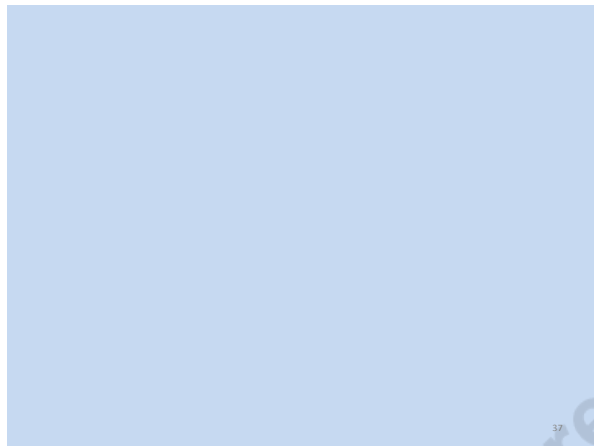
atau

```
MOV TMOD, #5Ah
```



Gambar 29. Alokasi Bit TMOD

36



Timer/Counter dapat dihidup-matikan secara program dengan mengatur TRx maupun secara hardware dengan memberikan logika 0 pada pin INTx. Berikut adalah tabel nilai TMOD sesuai dengan mode dan kontrol timer/counter.

Timer 0 sebagai timer

| Mode | Fungsi Timer 0 | TMOD | |
|------|------------------|------------------|-------------------|
| | | Kontrol Internal | Kontrol Eksternal |
| 0 | 13 bit timer | 00h | 00h |
| 1 | 16 bit timer | 01h | 00h |
| 2 | 8 bit autoreload | 02h | 04h |
| 3 | Two 8 bit timer | 03h | 00h |

Timer 0 sebagai counter

| Mode | Fungsi Counter 0 | TMOD | |
|------|-------------------|------------------|-------------------|
| | | Kontrol Internal | Kontrol Eksternal |
| 0 | 13 bit counter | 04h | 00h |
| 1 | 16 bit counter | 05h | 00h |
| 2 | 8 bit autoreload | 06h | 00h |
| 3 | One 8 bit counter | 07h | 00h |

Timer 1 sebagai timer

| Mode | Fungsi Timer 1 | TMOD | |
|------|------------------|------------------|-------------------|
| | | Kontrol Internal | Kontrol Eksternal |
| 0 | 13 bit timer | 00h | 80h |
| 1 | 16 bit timer | 10h | 90h |
| 2 | 8 bit autoreload | 20h | A0h |
| - | - | - | - |

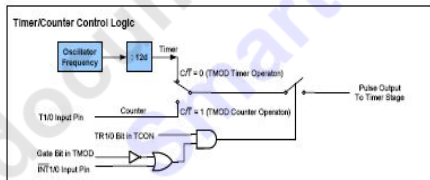
Timer 1 sebagai counter

| Mode | Fungsi Counter 1 | TMOD | |
|------|------------------|------------------|-------------------|
| | | Kontrol Internal | Kontrol Eksternal |
| 0 | 13 bit counter | 40h | C0h |
| 1 | 16 bit counter | 50h | D0h |
| 2 | 8 bit autoreload | 60h | E0h |
| - | - | - | - |

Timer sangat diperlukan untuk membuat delay/tundaan waktu. AT8951 menyediakan fasilitas timer 16 bit sebanyak 2 buah yaitu Timer 0 dan Timer 2. Timer ini juga bisa di fungsikan sebagai counter/pencacah.

Timer bekerja dengan cara menghitung pulsa clock internal mikrokontroler yang dihasilkan dari rangkaian osilator. Jumlah pulsa clock akan dibandingkan dengan sebuah nilai yang terdapat dalam register timer (TH dan TL). Jika jumlah pulsa clock sama dengan nilai timer, maka sebuah interrupt akan terjadi (ditandai oleh flag TF). Interrupt ini dapat dipantau oleh program sebagai tanda bahwa timer telah overflow.

Counter bekerja dengan cara menghitung pulsa eksternal pada P3.4 (T0) dan P3.5 (T1). Jumlah pulsa ini akan disimpan dalam register timer (TH dan TL).



Timer akan menghitung pulsa clock dari osilator yang sebelumnya telah dibagi 12.

Agar berfungsi sebagai timer maka :

Bit C/T dalam TMOD harus 0 (timer operation)

Bit TRx dalam TCON harus 1 (timer run)

Bit Gate dalam TMOD harus 0 atau pin INTx harus 1.

Counter menghitung pulsa dari pin input T0 dan T1. Agar berfungsi sebagai counter maka :

Bit C/T dalam TMOD harus 1 (counter operation).

Bit TRx dalam TCON harus 1 (timer run)

Bit Gate dalam TMOD harus 0 atau pin INTx harus 1.

Salem Mikrotek

•The End