

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 MIKROKONTROLER AT89S51

Atmel sebagai salah satu *vendor* yang mengembangkan dan memasarkan produk mikroelektronika telah menjadi suatu standar bagi para perancang sistem elektronika saat ini. Mikrokontroler AT89S51 merupakan salah satu dari banyak produk yang dikeluarkan oleh Atmel. Mikrokontroler ini memiliki instruksi yang dikemas dalam kode 16 bit (16 bit *word*). AT89S51 merupakan satu dari keluarga mikrokontroler dengan kode seri MCS51 yang mempunyai teknologi *Complex Instruction Set Computing* (CISC). Mikrokontroler MCS secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu keluarga AT89Cxx dan AT89Sxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas tersebut adalah memori, periferal, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, bisa dikatakan sama.

2.1.1 Arsitektur AT89S51

AT89S51 mempunyai arsitektur seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.1 (pada halaman 6). Dari gambar 2.1 tersebut dapat dilihat bahwa AT89S51 memiliki bagian sebagaimana berikut.

1. 32 buah saluran I/O (*Input/Output* 'Masukan/Keluaran')

Jumlah saluran I/O pada mikrokontroler AT89S51 adalah sebanyak 32 saluran yang dibagi menjadi 4 keluaran *Port*, yaitu *Port 0*, *Port 1*, *Port 2*, *Port 3*.

2. 8 bit *Central Processing Unit* (CPU)

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 8 bit CPU yang berisi register A (akumulator) dan register B.

3. *Program Counter* (PC) dan *Data Pointer* (DPTR).

PC dan DPTR memiliki 16 bit data. DPTR terbagi dua, yaitu 8 bit *Data Pointer High* (DPH) dan 8 bit *Data Pointer Low* (DPL).

4. *Stack Pointer* (SP).

Register SP pada mikrokontroler AT89S51 adalah sebesar 8 bit. Register ini akan bertambah tiap kali data disimpan pada saat program *PUSH* dan pada saat pemanggilan subrutin.

5. *In System Programmable (ISP) flash memory.*

Besarnya memori ISP pada tiap tipe mikrokontroler berbeda-beda. Pada tipe AT89S51 besarnya adalah 4K Byte.

6. RAM Internal.

Mikrokontroler AT89S51 memiliki RAM internal sebesar 128 byte.

7. *Timer/Counter.*

Mikrokontroler AT89S51 memiliki 2 x 16 bit *timer/counter*

8. *Port Serial*

Port serial mikrokontroler bekerja pada mode *full duplex*.

9. *Control Register*

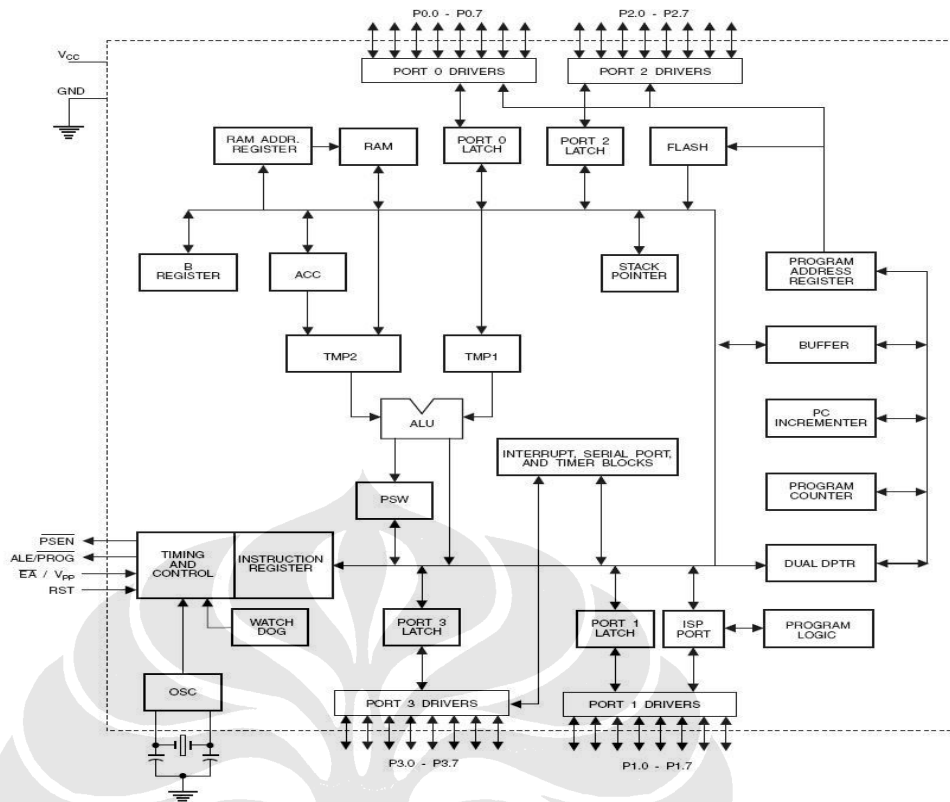
Mikrokontroler dalam bekerja didukung oleh register-register yang berfungsi untuk mengontrol masukan atau keluaran yang diberikan. Register-register ini adalah: TCON, TMOD, SCON, PCON, IP, dan IE.

10. Rangkaian osilator dan *clock*.

Rangkaian osilator dan *clock* dihasilkan oleh rangkaian osilasi kristal.

11. Lima unit interupsi

Interupsi pada mikrokontroler terdiri dari: dua interupsi eksternal, dua interupsi *timer*, dan interupsi *port serial*.



Gambar 2.1. Blok diagram fungsional AT89S51 [1]

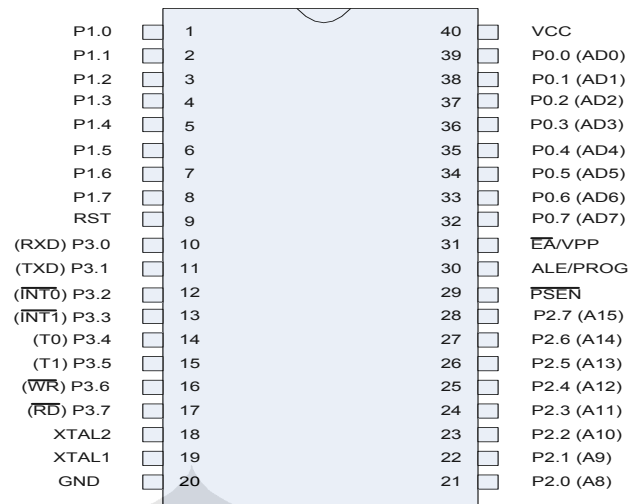
2.1.2 Fitur AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 memiliki fitur-fitur sebagai berikut.

1. Kapasitas memori *flash* sebesar 4K byte dengan kemampuan tulis dan hapus 1000 kali.
2. Beroperasi pada jangkauan 4 V sampai 5,5 V dan 0 Hz sampai 33 MHz.
3. RAM internal sebesar 128 x 8 bit.
4. *Port* komunikasi serial *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter* (UART) dengan kemampuan *full duplex*.

2.1.3 Konfigurasi Pin AT89S51

Konfigurasi pin AT89S51 dapat dilihat pada gambar 2.2. Dari gambar tersebut dapat dijelaskan secara fungsional konfigurasi pin AT89S51.



Gambar 2.2. Pin AT89S51 [2]

1. VCC
Merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya.
2. GND
Merupakan pin *ground*.
3. Port 0 (P0.0...P0.7)
Merupakan pin I/O dua arah juga sebagai *multiplexer* yang memiliki alamat *low-order* atau *data bus* pada pengalamatan memori eksternal.
4. Port 1 (P1.0...P1.7)
Merupakan pin I/O dua arah.
5. Port 2 (P2.0...P2.7)
Merupakan pin I/O dua arah juga memiliki alamat *high-order* pada pengalamatan memori eksternal.
6. Port 3 (P3.0...P3.7)
Merupakan pin I/O dua arah dan memiliki fungsi-fungsi khusus pada tiap pinnya seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi-Fungsi Pin pada Port 3 AT89S51

Pin Port 3	Fungsi
P3.0	RXD (masukan <i>port</i> serial)
P3.1	TXD (keluaran <i>port</i> serial)
P3.2	$\overline{INT0}$ (Interupsi eksternal 0)

P3.3	$\overline{INT1}$ (Interupsi eksternal 1)
P3.4	T0 (masukan <i>timer</i> eksternal 0)
P3.5	T1 (masukan <i>timer</i> eksternal 1)
P3.6	\overline{WR} (Penulisan <i>strobe</i> pada memori data)
P3.7	\overline{RD} (Pembacaan <i>strobe</i> pada memori data)

7. RST

Merupakan pin yang digunakan untuk *mereset* mikrokontroler.

8. ALE / \overline{PROG}

Sebagai *Address Latch Enable* (ALE) pin akan mengeluarkan pulsa untuk *melatching* alamat byte rendah pada saat mengakses eksternal memori.

Sebagai \overline{PROG} pin akan menerima masukan pulsa pada saat pemrograman *flash*.

9. *Program Store Enable* (\overline{PSEN})

Merupakan pin yang membaca *strobe* pada memori eksternal.

10. *External Access Enable* (\overline{EA} / VPP)

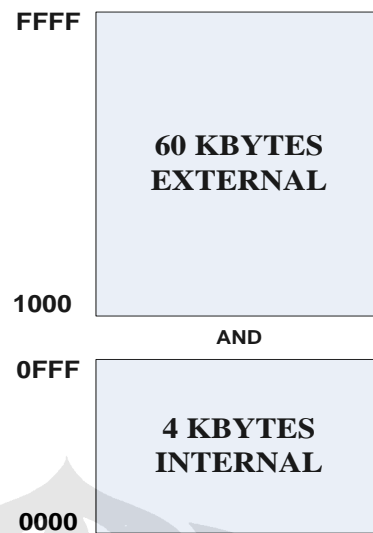
Pin \overline{EA} harus dihubungkan ke *ground* (GND) agar dapat mengambil program dari memori eksternal dan menerima tegangan sebesar 12 V dari *programming enable voltage* (V_{PP}) saat pemrograman *flash*.

11. XTAL1 dan XTAL2

Merupakan pin masukan *clock* eksternal. Kaki XTAL1 dan XTAL2 terhubung pada kristal.

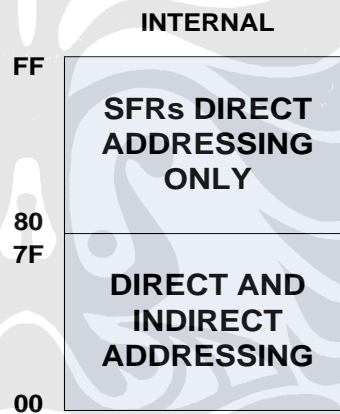
2.1.4 Peta Memori

AT89S51 memiliki ruang pengalaman memori data dan memori program yang terpisah. Gambar 2.3 memperlihatkan peta dari memori pada AT89S51 yang terdiri dari 4K byte internal (0000H sampai 0FFFH) memori dan 60K byte eksternal memori (1000H sampai FFFFH). Total 64K byte data memori eksternal dapat dialamatkan langsung AT89S51 ke dalam *chip*.



Gambar 2.3. Peta memori AT89S51 [3]

AT89S51 memiliki 128 byte internal RAM ditambah alamat dari *Special Function Register* (SFR) seperti yang diperlihatkan gambar 2.4.



Gambar 2.4. Internal memori AT89S51 [4]

Gambar 2.4 menunjukkan SFR dan pengalamatan langsung (*direct*) RAM memiliki alamat yang sama, yaitu 80H sampai 0FFH. Akan tetapi, keduanya berada pada daerah yang berlainan yang diakses dengan cara yang berbeda pula.

Fungsi dan alamat SFR dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.2. Alamat SFR

Simbol	Nama	Alamat
ACC	<i>Accumulator</i>	0E0H
B	<i>Register B</i>	0F0H
PSW	<i>Program Status Word</i>	0D0H
SP	<i>Stack Pointer</i>	81H
DPTR	<i>Data Pointer 2 Bytes</i>	
DPL	<i>Low Byte</i>	82H
DPH	<i>High Byte</i>	83H
P0	<i>Port 0</i>	80H
P1	<i>Port 1</i>	90H
P2	<i>Port 2</i>	0A0H
P3	<i>Port 3</i>	0B0H
IP	<i>Interrupt Priority Control</i>	0B8H
IE	<i>Interrupt Enable Control</i>	0A0H
TMOD	<i>Timer/Counter Mode Control</i>	89H
TCON	<i>Timer/Counter Control</i>	88H
TH0	<i>Timer/Counter 0 High Byte</i>	8CH
TL0	<i>Timer/Counter 0 Low Byte</i>	8AH
TH1	<i>Timer/Counter 1 High Byte</i>	8DH
TL1	<i>Timer/Counter 1 Low Byte</i>	8BH
SCON	<i>Serial Control</i>	98H
SBUF	<i>Serial Data Buffer</i>	99H
PCON	<i>Power Control</i>	87H

Sementara itu, 128 byte RAM pada AT89S51 dapat diakses secara langsung (*direct*) atau tidak langsung (*indirect*). Peta memori RAM dibagi menjadi tiga area seperti disebutkan di bawah ini.

1. Register *Bank 0 – 3*.

Memiliki alamat dari 00H sampai 1FH (32 byte). Tiap register *bank* terdiri dari 8 register (R0 sampai R7). Untuk memilih register *bank* yang dipakai, bit RS0 dan RS1 pada *Program Status Word* (PSW) dapat diatur. Bentuk dan isi PSW dapat dideskripsikan seperti dalam gambar 2.5.

MSB							LSB
CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P

Gambar 2.5. Susunan bit register PSW

Fungsi-fungsi bit pada PSW dapat dipaparkan sebagaimana dalam tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3. Fungsi – Fungsi Bit pada PSW

Simbol	Alamat Bit	Fungsi
CY	PSW.7	<i>Carry flag</i>
AC	PSW.6	<i>Auxillary carry flag</i>
F0	PSW.5	<i>User flag 0</i>
RS1	PSW.4	Register bank selector bit 1
RS0	PSW.3	Register bank selector bit 0
OV	PSW.2	<i>Overflow flag</i>
-	PSW.1	Untuk perancangan tambahan
P	PSW.0	<i>Parity flag</i>

Sementara itu, konfigurasi bit ketiga dan keempat, yaitu RS0 dan RS1, dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4. Konfigurasi Bit RS0 dan RS1

RS1	RS0	Register Bank	Alamat
0	0	0	00H-07H
0	1	1	08H-0FH
1	0	2	10H-17H
1	1	3	18H-1FH

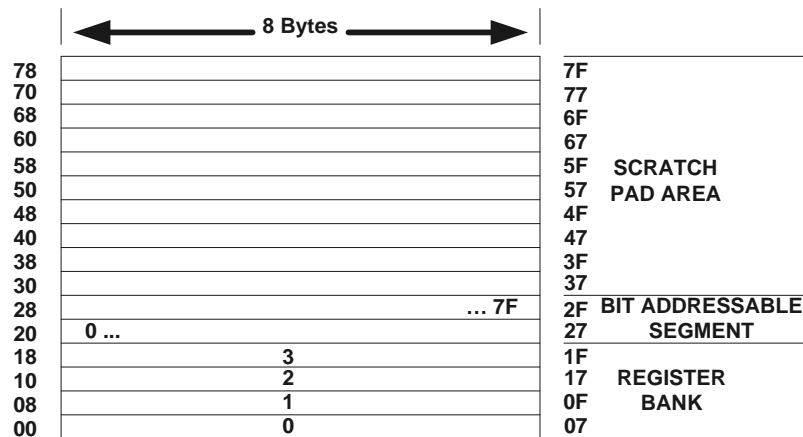
2. Bit Addressable Area.

Terdapat 16 byte alamat dari 20H sampai 2FH yang membentuk total 128 alamat bit.

3. Scratch Pad Area.

Byte dari alamat 30H sampai 7FH digunakan sebagai data RAM.

Peta memori RAM yang dibagi menjadi tiga area seperti disebutkan di atas dapat divisualisasikan dalam gambar 2.6 pada halaman berikut ini.



Gambar 2.6. Peta memori RAM AT89S51 [5]

2.1.5 Counter dan Timer

AT89S51 dilengkapi dengan dua perangkat *Timer/Counter* yang masing-masing dinamakan *Timer 0* dan *Timer 1*. Pencacah biner untuk *Timer 0* dibentuk dengan register *Timer 0 Low byte* (TL0) dan register *Timer 0 High byte* (TH0). Pencacah biner untuk *Timer 1* dibentuk dengan register *Timer 1 Low byte* (TL1) dan register *Timer 1 High byte* (TH1). Untuk mengatur kerja *Timer/Counter* dipakai dua register tambahan yang dipakai bersama oleh *Timer 0* dan *Timer 1*. Register tersebut adalah *Timer Mode Control* (TMOD) dan *Timer Control* (TCON). Bentuk dan isi dari register TMOD dapat dilihat pada gambar 2.7.

MSB							LSB
GATE	C/\bar{T}	M1	M0	GATE	C/\bar{T}	M1	M0
<i>TIMER 1</i>				<i>TIMER 0</i>			

Gambar 2.7. Susunan bit register TMOD

Sementara itu, fungsi bit-bit TMOD dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5. Fungsi-Fungsi Bit TMOD

Simbol	Alamat Bit	Fungsi
GATE	TMOD.7 dan TMOD.3	Mengatur saluran sinyal denyut. Bila <i>0</i> , saluran sinyal denyut hanya diatur bit TRx. Bila <i>1</i> , kaki INT0 atau INT1 dipakai juga untuk mengatur saluran sinyal denyut.

C/\bar{T}	TMOD.6 dan TMOD.2	Mengatur sumber sinyal denyut yang diumpankan ke pencacah biner. Bila 0 , sinyal denyut diperoleh dari osilator kristal yang frekuensinya sudah dibagi 12. Bila 1 , maka sinyal denyut diperoleh dari kaki T0 atau kaki T1.
M1	TMOD.5 dan TMOD.1	Mode bit 1
M0	TMOD.4 dan TMOD.0	Mode bit 0

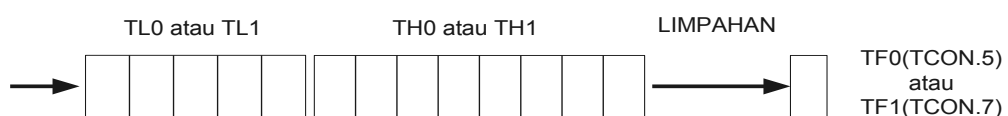
Tabel 2.6 berikut ini menjelaskan konfigurasi mode *Timer/Counter* dari fungsi bit register TMOD.

Tabel 2.6. Konfigurasi Mode *Timer/Counter*

M1	M0	Mode
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

1. Mode 0

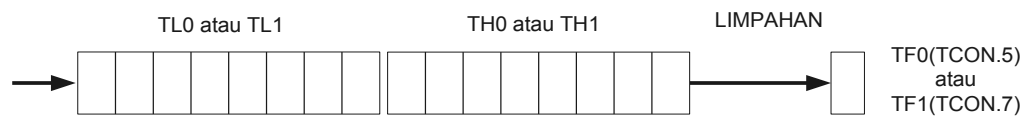
Pencacah biner dibentuk dengan TLx (TL0 atau TL1) sebagai pencacah biner 5 bit. Limpahan dari pencacah biner 5 bit dihubungkan ke THx (TH0 atau TH1) membentuk untaian pencacah biner 13 bit. Limpahan dari pencacah 13 bit ini ditampung di *flip-flop* TFx (TF0 atau TF1) pada register TCON. Gambar 2.8 memperlihatkan *Timer/Counter* yang bekerja pada mode 0.



Gambar 2.8. Mode 0 pencacah biner 13 bit

2. Mode 1

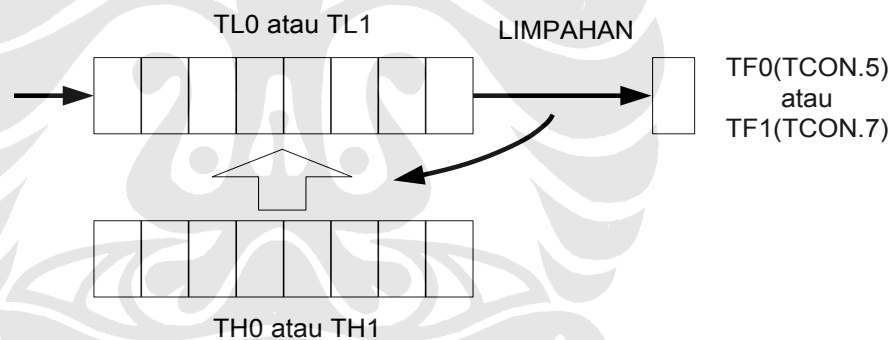
Sama halnya dengan mode 0, hanya saja register TLx dipakai sepenuhnya sebagai pencacah biner 8 bit sehingga kapasitas pencacah biner yang terbentuk adalah 16 bit. Gambar 2.9 memperlihatkan *Timer/Counter* yang bekerja pada mode 1.



Gambar 2.9. Mode 1 pencacah biner 16 bit

3. Mode 2

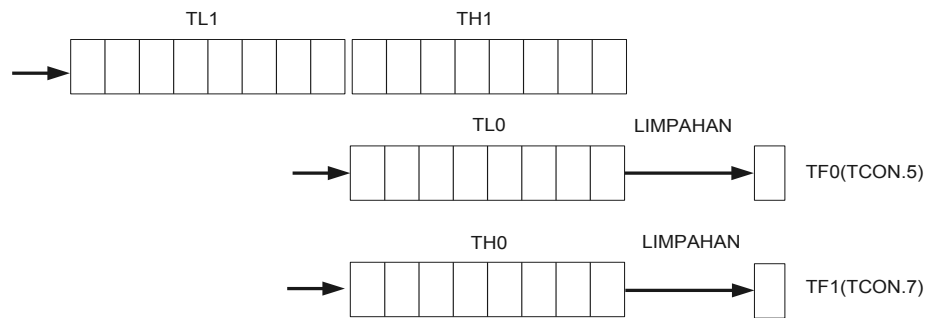
TLx dipakai sebagai pencacah biner 8 bit dan THx dipakai untuk menyimpan nilai yang diisikan ulang ke TLx setiap kali kedudukan TLx melimpah (berubah dari FFH ke 00H). Gambar 2.10 memperlihatkan *Timer/Counter* yang bekerja pada mode 2.



Gambar 2.10. Mode 2 pencacah biner 8 bit dengan isi ulang

4. Mode 3

Pada mode 3 TL0, TH0, TL1, dan TH1 dipakai untuk membentuk tiga untaian pencacah. *Pertama*, untaian pencacah biner 16 bit tanpa fasilitas pemantauan sinyal limpahan yang dibentuk dengan TL1 dan TH1. *Kedua*, TL0 dipakai sebagai pencacah biner 8 bit dengan TF0 sebagai sarana pemantau limpahan. *Ketiga*, TH0 yang dipakai sebagai pencacah biner 8 bit dengan TF1 sebagai sarana pemantau limpahan. Gambar 2.11 memperlihatkan *Timer/Counter* yang bekerja pada mode 3.



Gambar 2.11. Mode 3 gabungan pencacah biner 16 bit dan 8 bit

Mode 3 merupakan gabungan dari 2 pencacahan yaitu pencacahan 16 bit dan pencacahan 8 bit. TL1 dan TH1 membentuk susunan pencacahan 16 bit, sedangkan pencacah 8 bit disusun oleh TL0 dan TH0. Limpahan dari pencacahan 8 bit TL0 ditampung di TF0 yang terdapat pada alamat bit TCON.5 dan limpahan 8 bit TH0 ditampung di TF1 yang terdapat pada alamat bit TCON.7.

Bentuk dan isi dari register TCON dapat dilihat pada gambar 2.12.

MSB							LSB
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

Gambar 2.12. Susunan bit register TCON

Fungsi-fungsi bit TCON dapat diperinci sebagaimana terlihat pada tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7. Fungsi-Fungsi Bit TCON

Simbol	Posisi Bit	Fungsi
TF1	TCON.7	<i>Timer 1 overflow flag</i>
TR1	TCON.6	<i>Timer 1 run control bit</i>
TF0	TCON.5	<i>Timer 0 overflow flag</i>
TR0	TCON.4	<i>Timer 0 run control bit</i>
IE1	TCON.3	<i>Interrupt 1 edge flag</i>
IT1	TCON.2	<i>Interrupt 1 type control bit</i>
IE0	TCON.1	<i>Interrupt 0 edge flag</i>
IT0	TCON.0	<i>Interrupt 0 type control bit</i>

Sisa 4 bit dari register TCON (bit 4...bit 7) dibagi menjadi dua bagian secara simetris yang dipakai untuk mengatur *Timer 0/Timer 1* sebagai berikut.

- a. Bit T_{Fx} (TF0 atau TF1) merupakan bit penampung limpahan. T_{Fx} akan menjadi *1* setiap kali pencacah biner yang terhubung padanya melimpah.
- b. Bit TR_x (TR0 atau TR1) merupakan bit pengatur saluran sinyal denyut. Bila bit *0* sinyal denyut tidak disalurkan ke pencacah biner, pencacah akan berhenti mencacah.

2.1.6 Masukan/Keluaran Data Serial

AT89S51 memiliki komunikasi data serial memiliki parameter yang terdiri dari register SBUF, Register *Serial Port Control* (SCON), dan register *Power Mode Control* (PCON). Register SBUF untuk menahan data dan merupakan bit dalam register SFR. Register *Serial Port Control* (SCON) seperti yang diperlihatkan Gambar 2.13 berfungsi untuk mengontrol komunikasi data.

MSB							LSB
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	T1	R1

Gambar 2.13. Susunan bit register SCON

Tabel 2.8 pada halaman berikut ini memperlihatkan fungsi-fungsi pada bit SCON.

Tabel 2.8. Fungsi-Fungsi Bit SCON

Simbol	Posisi	Fungsi
SM0	SCON.7	<i>Port serial mode 0</i>
SM1	SCON.6	<i>Port serial mode 1</i>
SM2	SCON.5	Mengaktifkan komunikasi multiprosesor dalam mode 2 dan 3
REN	SCON.4	<i>Reception enable</i>
TB8	SCON.3	Mengirimkan bit ke-9 yang diaktifkan pada mode 2 dan 3
RB8	SCON.2	Menerima bit ke-9 yang diaktifkan pada mode 2 dan 3
T1	SCON.1	Mengirimkan <i>flag</i> interupsi
R1	SCON.0	Menerima <i>flag</i> interupsi

Sementara itu, tabel 2.9 di bawah ini berisi konfigurasi mode SM0 dan SM1.

Tabel 2.9. Konfigurasi Mode SM0 dan SM1

SM0	SM1	Mode	Deskripsi	Baud Rate
0	0	0	<i>Shift Register</i>	Tetap ($f_{osc}/12$)
0	1	1	8 bit UART	Bervariasi (Diset dengan
1	0	2	9 bit UART	Tetap ($f_{osc}/64$ atau $f_{osc}/32$)
1	1	3	9 bit UART	Bervariasi (Diset dengan

Register *Power Mode Control* (PCON) seperti yang terlihat pada gambar 2.14 berfungsi untuk mengontrol *data rate*, dan pin RXD dan TXD yang terhubung pada rangkaian data serial.

MSB							LSB
SMOD	-	-	-	GF1	GF0	PD	IDL

Gambar 2.14. Susunan bit register PCON

Tabel 2.10 di bawah ini memperlihatkan fungsi-fungsi dari bit PCON.

Tabel 2.10. Fungsi-Fungsi Bit PCON

Simbol	Posisi Bit	Fungsi
SMOD	PCON.7	Modifikasi <i>baud rate</i> . Diset 1 untuk <i>baud rate</i> 2 kali lipat menggunakan <i>Timer 1</i> untuk mode 1, 2, dan 3. Diset 0 untuk mendapatkan nilai <i>baud rate</i> dari <i>Timer 1</i>
-	PCON.6	-
-	PCON.5	-
-	PCON.4	-
GF1	PCON.3	<i>Flag</i> untuk fungsi umum
GF0	PCON.2	<i>Flag</i> untuk fungsi umum
PD	PCON.1	Bit untuk fungsi operasi <i>power down</i>
IDL	PCON.0	Bit untuk fungsi operasi <i>idle mode</i>

2.1.7 Komunikasi Serial AT89S51

Untuk membentuk komunikasi serial AT89S51, ada beberapa ketentuan yang harus diperhatikan.

2.1.7.1 Sistem Transmisi Serial

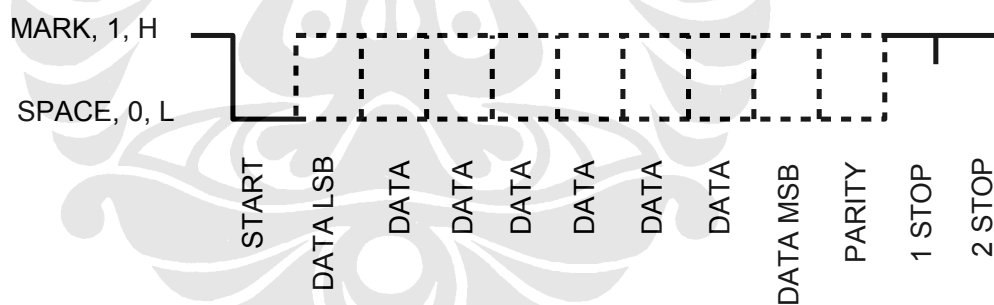
Dalam komunikasi serial AT89S51 terdapat dua jenis transmisi serial.

1. *Synchronous*, yaitu detak (*clock*) yang dikirim bersama dengan data serial itu sendiri.
2. *Asynchronous*, yaitu detak dibangkitkan oleh masing-masing sistem, baik pengirim maupun penerima.

2.1.7.2 Protokol Serial

Proses komunikasi serial membutuhkan protokol yang disebut dengan protokol serial. Protokol serial terdapat pada komunikasi *asynchronous*. Format yang dipakai dalam protokol serial adalah 12 bit seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.15.

1. *Start bit* berfungsi untuk menginisialisasikan rangkaian pewaktu. Hal ini terdeteksi dengan perubahan bit dari *high* ke *low*.
2. 8 bit data diawali *Least Significant Bit (LSB)* dan diakhiri *Most Significant Bit (MSB)*.
3. *Optional bit parity*.
4. *Stop bit*. Pada *stop bit*, *line* menjadi *high* untuk 1 atau 2 bit yang menandakan karakter telah habis.



Gambar 2.15. Format waktu untuk *asynchronous* UART [6]

2.1.7.3 Inisialisai UART

Dalam proses inisialisasi ada beberapa buah register yang perlu ditentukan nilainya, yaitu TMOD, SCON, dan PCON.

TMOD merupakan register 8 bit yang berfungsi untuk mengatur kerja *Timer/Counter*. Dengan memanfaatkan bit TMOD.5 dan TMOD.1 (*Timer 1*) atau dengan TMOD.4 dan TMOD.0 (*Timer 0*), kita dapat memilih mode operasi pencacah biner yang diinginkan.

Dengan bantuan register SCON, kita dapat menentukan besarnya laju baud (*baud rate*) yang diinginkan dengan memanfaatkan bit SCON.7 dan SCON.6 untuk memilih mode jenis *baud rate*. Perhitungan *baud rate* dari tiap mode adalah[7]:

$$\text{Mode0baudrate} = \frac{\text{frekuensi osilator}}{12} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\text{Mode2baudrate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{64} \times \text{frekuensi osilator} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\text{Mode1 dan 3baudrate} = \frac{2^{\text{SMOD}}}{32} \times \frac{\text{frekuensi osilator}}{12 \times [56 - \text{CH1}]} \dots\dots\dots (2.3)$$

Nilai SMOD didapat dari pengaturan bit PCON.7 pada register PCON.

2.1.7.4 Pengiriman Data

Proses pengiriman data serial dilakukan per byte data. Proses tersebut menggunakan bit yang ada pada register SCON, yaitu bit TI. Bit TI merupakan petanda yang setara dengan petanda *Transmitter Data Register Empty* (TDRE) yang umum dijumpai pada UART standar. Data yang dikirim disimpan terlebih dahulu pada register SBUF. Berikut adalah subrutin pengiriman data serial.

01:SerialOut:

02:JNB TI,\$

03:MOV SBUF,A

04:CLR TI

05:RET

Baris pertama adalah subrutin dengan nama *SerialOut*. Baris kedua menunggu data sebelumnya selesai dikirim. Baris ketiga mengirimkan data melalui *port* serial dengan cara meletakkan data yang telah disimpan di akumulator A ke register SBUF. Setelah itu, nilai TI dinolkan kembali.

2.1.7.5 Penerimaan Data

Proses penerimaan data serial dilakukan dengan mengecek bit RI pada register SCON. Bit RI merupakan petanda yang setara dengan petanda *Receiver Data Register Full* (RDRF). Setelah register SBUF menerima data dari *port* serial, bit RI akan bernilai *1* dengan sendirinya kemudian harus dinolkan dengan

program agar bisa dipakai untuk memantau keadaan SBUF dalam penerimaan data berikutnya. Berikut adalah subrutin penerimaan data serial.

01:SerialIn:

02:JNB RI,\$

03:MOV A,SBUF

04:CLR RI

05:RET

Baris pertama adalah subrutin dengan nama *SerialIn*. Baris kedua menunggu register RI bernilai *I* untuk memastikan sudah ada data baru yang diterima pada SBUF. Baris ketiga, SBUF ditempatkan pada akumulator A supaya RI dapat dipakai untuk memantau keadaan SBUF pada pengiriman data berikutnya. Selanjutnya, pada baris empat RI dinolkan.

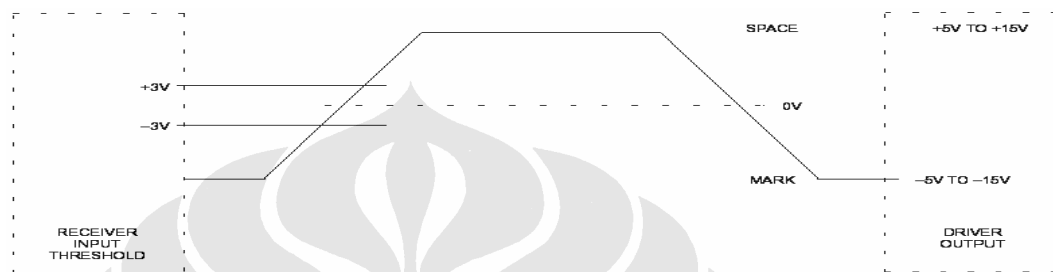
2.2 KONVERTER RS232

Konverter RS232 merupakan standar *Electronic Industries Association* (EIA) untuk komunikasi data binari serial. Sistem konverter RS232 pada umumnya digolongkan menjadi dua macam perangkat, yaitu *Data Communication Equipment* (DCE) dan *Data Terminal Equipment* (DTE). DCE berfungsi sebagai perangkat yang menyediakan kanal komunikasi antara dua jenis DTE seperti modem, printer, mouse, dan *plotter*. Sementara itu, DTE berfungsi sebagai sumber komunikasi, seperti komputer dan terminal. DTE terdiri dari *plug* (*male*) dan *socket* (*female*). Versi yang paling banyak digunakan adalah konverter RS232C (kadang dikenal dengan EIA232) dan yang terbaru adalah versi konverter RS232E.

Karakteristik transmisi data serial konverter versi RS232C pada level logika 1 (*Mark*) dinyatakan dengan tegangan antara -3 sampai 15 Volt dengan beban (-25 Volt tanpa beban), dan level logika 0 (*Space*) dinyatakan dengan tegangan antara +3 sampai +15 Volt dengan beban (+25 Volt tanpa beban). Untuk daerah +3 sampai -3 Volt tidak didefinisikan. Sedangkan paralel mentransmisikan level logika 0 dalam tegangan 0 sampai 0,8 Volt dan level logika 1 dalam tegangan 3,8 sampai 5 Volt.

Kecepatan komunikasi konverter RS232 dinyatakan dalam baud. Sesuai dengan standar yang berlaku, kecepatannya mencapai 20kbps dalam jarak kurang dari 15 meter. Beban impedansi pada *driver* harus di antara 3000 dan 7000 ohm serta tidak melebihi 2500pF.

Gambar 2.16 mengilustrasikan spesifikasi level logik konverter RS232C sebagaimana diuraikan dalam paragraf-paragraf sebelumnya.

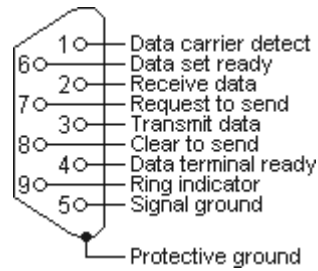


Gambar 2.16. Spesifikasi level logik konverter RS232C [8]

Pada komunikasi serial konverter RS232C, panjang maksimal kabel antara *transmitter* dan *receiver* tidak boleh melebihi 100 kaki (sekitar 30,48 meter). Spesifikasi konverter RS232C dapat dilihat pada tabel 2.11 dan perangkat konverter RS232C tipe konektor DB9 dapat dilihat pada gambar 2.17.

Tabel 2.11. Spesifikasi RS-232C

Spesifikasi	Keterangan
Mode operasi	<i>Single ended</i>
Jumlah Tx dan Rx yang diijinkan	1 Tx, 1 Rx (<i>point to point</i>)
Panjang kabel maksimum	Kurang dari 100 kaki
<i>Data rate</i> maksimum	20kbps
<i>Driver output range</i> minimum	± 5 Volt sampai ± 15 Volt
<i>Driver output range</i> maksimum	± 25 Volt
Impedansi pada Tx	3k Ω sampai 7k Ω
Sensitivitas masukan Rx	± 3 Volt
<i>Range</i> tegangan masukan Rx	± 15 Volt
Tahanan <i>input</i> Rx maksimum	3k Ω sampai 7k Ω
<i>Receiver threshold</i>	± 3 Volt



Gambar 2.17. Konektor DB9

Tabel 2.12 memperlihatkan posisi dan deskripsi pin dari konverter RS232C jenis DB9.

Tabel 2.12. Konverter RS232C pada DB9

Nomor Pin	Sinyal	Deskripsi
1	DCD	<i>Data Carrier Detect</i>
2	RD	<i>Receive Data</i>
3	TD	<i>Transmit Data</i>
4	DTR	<i>Data Terminal Ready</i>
5	GND	<i>Signal Ground</i>
6	DSR	<i>Data Set Ready</i>
7	RTS	<i>Ready To Send</i>
8	CTS	<i>Clear To Send</i>
9	RI	<i>Ring Indicator</i>

Sinyal	Fungsi
DCD	Saat modem mendeteksi sinyal <i>carrier</i> dari modem ujung yang lain pada jalur telepon, maka jalur ini akan aktif.
RD	Sinyal ini dihasilkan DCE dan diterima oleh DTE
TD	Sinyal ini dihasilkan DTE dan diterima oleh DCE
DTR	Mengindikasikan kesiapan dari DTE. Sinyal ini <i>ON</i> oleh DTE saat siap untuk mengirim atau menerima data.
DSR	Mengindikasikan kesiapan dari DCE. Sinyal ini <i>ON</i> oleh DCE saat siap untuk mengirim atau menerima data.
RTS	Saat DTE siap untuk mengirim data ke DCE, RTS akan <i>ON</i> . Pada sistem <i>simplex</i> dan <i>duplex</i> , kondisi ini menunjukkan DCE pada mode <i>receive</i> . Pada sistem <i>half-duplex</i> , kondisi ini menunjukkan DCE pada mode pengiriman. Setelah RTS diaktifkan, DCE harus

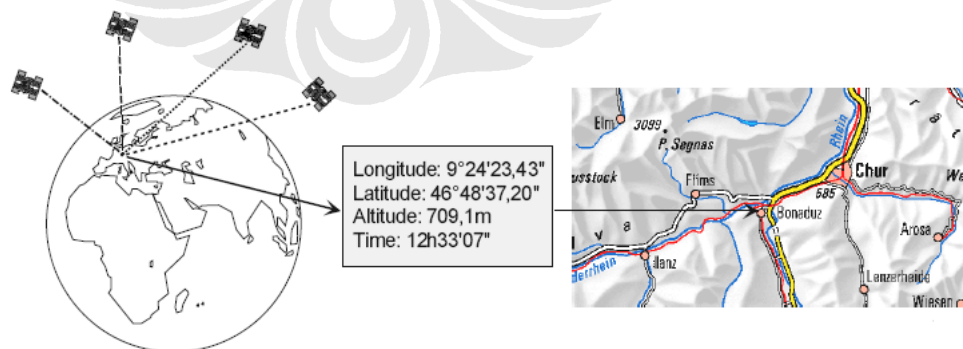
mengaktifkan CTS sebelum memulai komunikasi.

CTS Digunakan bersama dengan RTS untuk mengadakan *handshaking* antara DTE dan DCE. Setelah DCE menerima perintah RTS, hal ini menyebabkan CTS *ON* saat siap untuk memulai komunikasi.

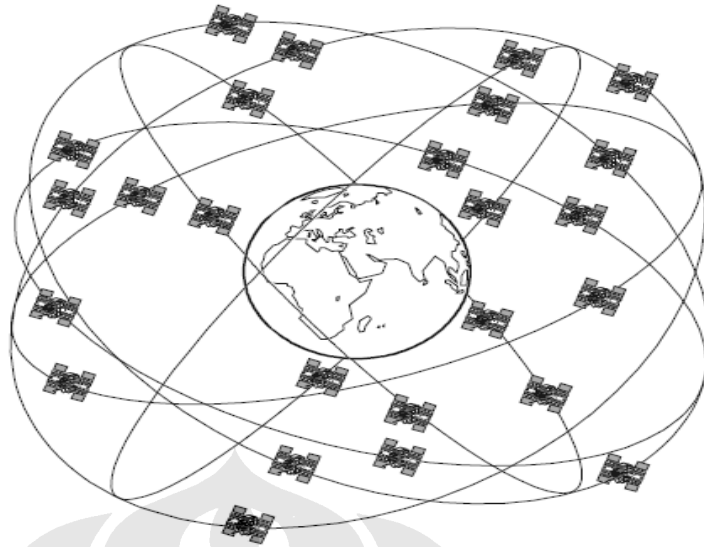
2.3 GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

GPS adalah sistem navigasi satelit dan penentuan posisi menggunakan satelit. Istilah GPS juga bisa disebut dengan *NAVigation System with Timing And Ranging Global Positioning System* (NAVSTAR-GPS). Dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat (DoD) dan bisa diakses, baik oleh sipil maupun militer. Oleh karena itu, ada dua jenis akses, yaitu *The Civil Signal Standard Positioning Service* (SPS) dan *military signal Precise Positioning Service* (PPS). SPS dapat digunakan secara bebas oleh masyarakat tanpa dipungut biaya dan PPS hanya bisa digunakan oleh pihak militer Amerika Serikat dan pihak-pihak yang diijinkan. Sebagai jenis GPS yang bisa diakses oleh sipil, tingkat ketelitian SPS adalah ± 100 m pada saat kebijakan *Selective Availability* (SA) masih berlaku dan ± 20 m setelah kebijakannya dihapus (1 Mei 2000, 00:00 EDT).

Satelit pertama untuk fungsi dasar seperti gambar 2.18 diluncurkan ke orbit pada tanggal 22 Februari 1978 dan sekarang sebanyak 28 satelit beroperasi mengelilingi Bumi pada ketinggian 20.180 km pada 6 orbit seperti gambar 2.19.



Gambar 2.18. Fungsi dasar GPS [9]



Gambar 2.19. Orbit satelit GPS [10]

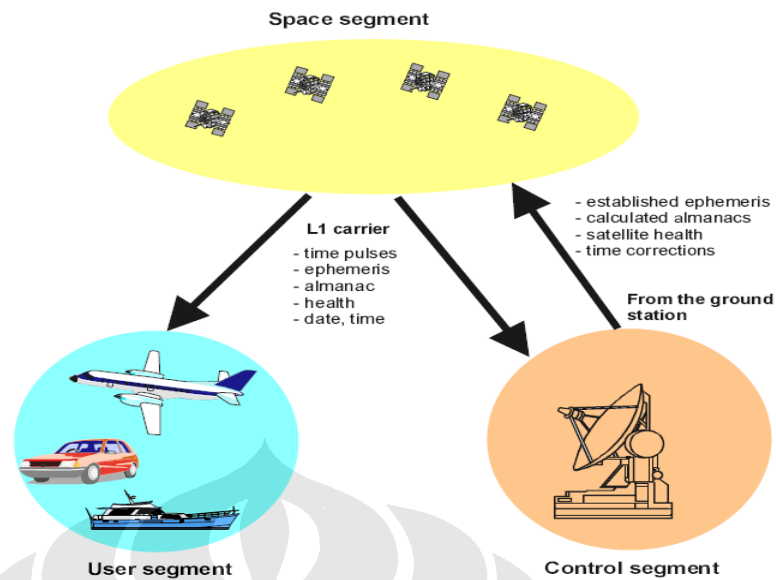
2.3.1 Segmen Penyusun GPS

Sebagai sistem navigasi, GPS bekerja dengan melibatkan beberapa segmen yang terkait satu dengan lainnya. Segmen-segmen yang mendukung kinerja GPS adalah sebagai berikut.

1. Segmen angkasa (*space segment*)
2. Segmen sistem kontrol (*control segment*)
3. Segmen pengguna (*user segment*)

Di antara segmen angkasa dan segmen sistem kontrol terjadi komunikasi dua arah. Sementara itu, antara segmen pengguna dan segmen angkasa hanya terjadi komunikasi satu arah, yaitu dari segmen angkasa ke segmen pengguna.

Seperti yang terlihat pada gambar 2.20, pemakai GPS hanya melakukan komunikasi satu arah, yaitu dari satelit-satelit GPS yang berada pada segmen angkasa.



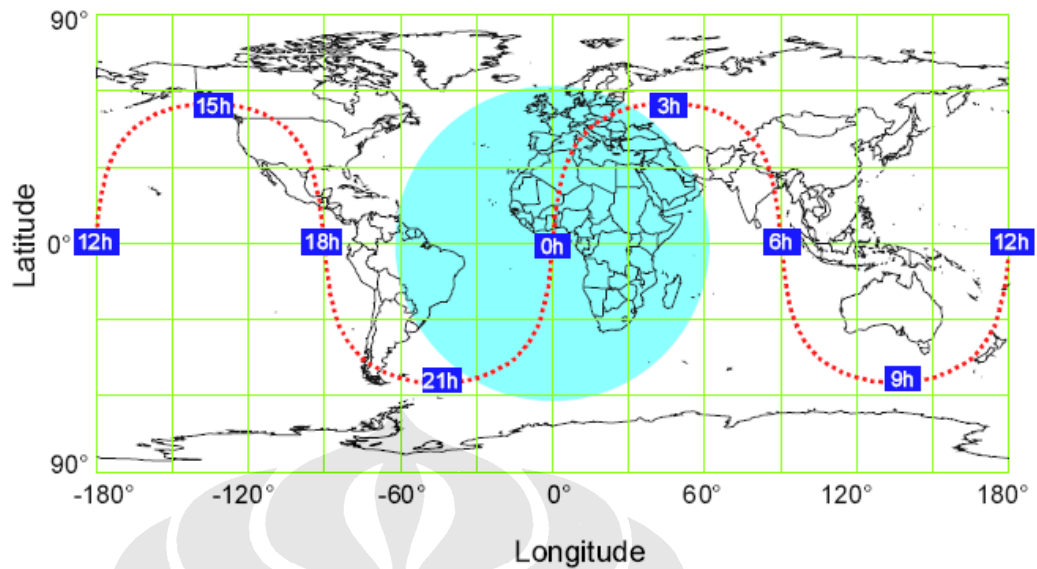
Gambar 2.20. Tiga segmen pada GPS [11]

2.3.1.1 Segmen Angkasa (*Space Segment*)

Segmen ini mencakup semua satelit yang beroperasi, yaitu sebanyak 28 satelit yang ditempatkan pada 6 bidang orbit (4 sampai 5 satelit per bidang orbit) pada ketinggian 20.180 km di atas permukaan Bumi. Masing-masing satelit memiliki jarak sama dan posisi antarsatelit tersebut adalah 55° condong ke ekuator. Tiap satelit akan memutar orbitnya tepat 12 jam. Berdasarkan rotasi Bumi, satelit akan berada pada titik awalnya setelah 24 jam (atau tepatnya 23 jam 56 menit).

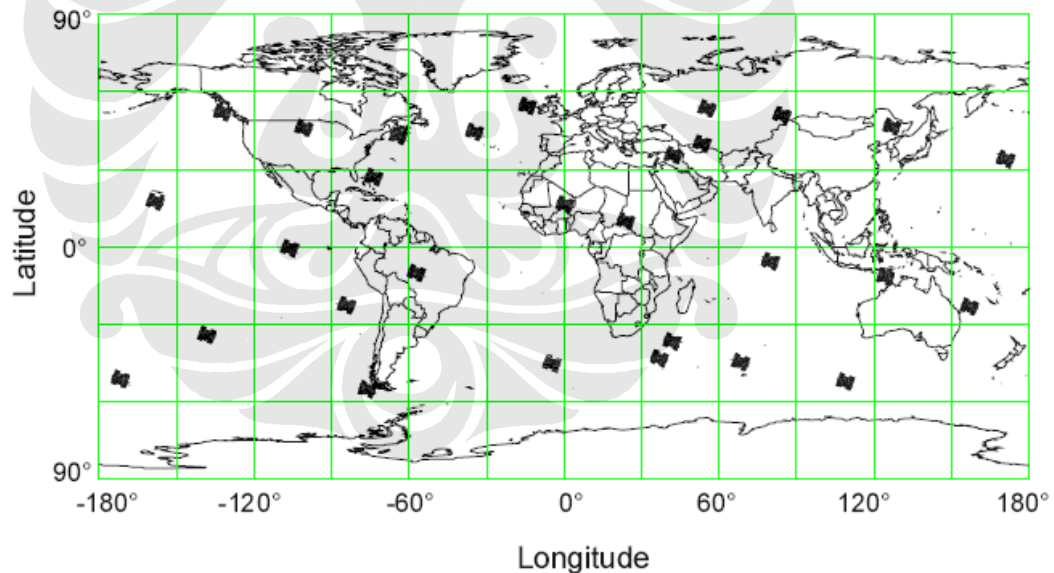
Gambar 2.21 berikut ini memperlihatkan posisi 28 satelit GPS pada rentang waktu 12 jam *Universal Time Coordinat* (UTC). Gambar 2.22 memperlihatkan distribusi ke-28 satelit GPS pada tanggal 14 April 2001.

Pada gambar 2.21, diperlihatkan arah pergerakan satelit dalam duarsi jam dari titik awal pergerakannya yang divisualisasikan dengan garis putus-putus berwarna merah. Satelit akan kembali ke posisi semula dalam rentang waktu 24 jam.



Gambar 2.21. Posisi pergerakan 28 satelit GPS pada tanggal 14 April 2001 [12]

Sementara itu, distribusi persebaran 28 satelit GPS pada tanggal 14 april 2001 divisualisasikan dengan gambar 2.22 berikut.



Gambar 2.22. Distribusi 28 satelit GPS pada tanggal 14 april 2001 [13]

2.3.1.2 Segmen Sistem Kontrol (Control Segment)

Sistem kontrol terdiri dari tiga macam dan terletak beberapa tempat. *Master Control Station* (MCS) terletak di Colorado. Lima *Monitor Station* (MS) yang dilengkapi dengan jam atom tersebar di penjuru bumi di sekitar ekuator.

Ground Control Station (GCS) yang akan mentransmisikan informasi ke satelit juga tersebar di penjuru bumi.

Tugas dari sistem kontrol adalah sebagai berikut.

1. Observasi pergerakan satelit dan perhitungan data orbit (*ephemeris*).
2. Memantau waktu satelit.
3. Sinkronisasi waktu satelit.
4. Mentransmisikan data orbit yang tepat dari satelit pada saat berkomunikasi.
5. Mentransmisikan perkiraan data orbit dari semua satelit (*almanac*).
6. Mentransmisikan informasi lainnya seperti keadaan satelit, kesalahan waktu dan lainnya.

2.3.1.3 Segmen Pengguna (*User Segment*)

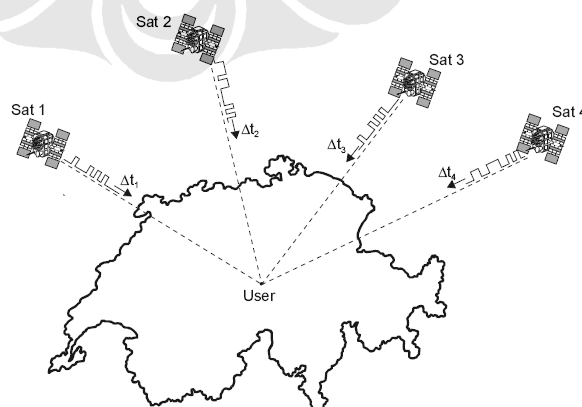
Yang termasuk dalam segmen pengguna adalah semua pengguna GPS, baik sipil maupun militer. Dalam hal ini *receiver* GPS dibutuhkan untuk menerima dan memproses sinyal-sinyal dari GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, dan waktu.

2.3.2 Perhitungan Posisi GPS

Posisi GPS adalah bagian terpenting dari data GPS itu. Keakuratan posisi GPS dapat ditentukan dengan menentukan posisi absolut.

2.3.2.1 Prinsip Penentuan Posisi Absolut dengan GPS

Agar GPS dapat menerima sinyal untuk menentukan posisi pengguna, GPS harus menerima sinyal waktu dari empat satelit berbeda (Sat1...Sat4) sehingga bisa menghitung waktu transit $\Delta t_1 \dots \Delta t_4$ (gambar 2.23).



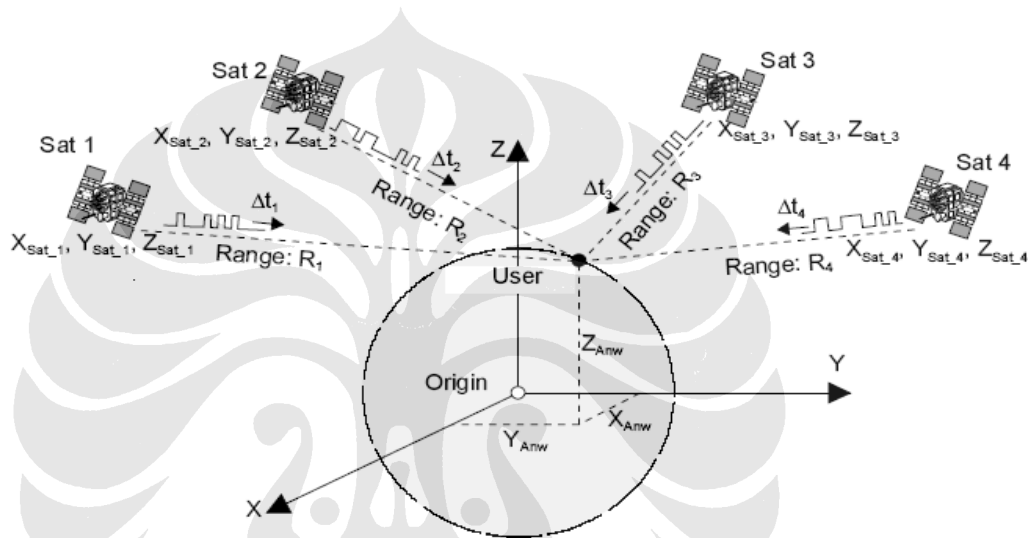
Gambar 2.23. Sinyal dari 4 satelit [14]

Perhitungan dinyatakan dalam bidang kartesian (X, Y, Z) dan koordinat 3 dimensi dengan sumbu *geocentric* (gambar 2.24). Jarak pengguna dengan 4 satelit R₁, R₂, R₃, dan R₄ dapat ditentukan dengan bantuan sinyal transit waktu Δt₁, Δt₂, Δt₃, dan Δt₄ antar-4 satelit dan pengguna. Setelah lokasi X_{SAT}, Y_{SAT}, dan Z_{SAT} dari ke-4 satelit diketahui, koordinat pengguna dapat diketahui [15].

$$\Delta t_{diukur} = \Delta t + \Delta t_0 \dots\dots\dots (2.4)$$

$$PSR = \Delta t_{diukur} \cdot c = (\Delta t + \Delta t_0) \dots\dots\dots (2.5)$$

$$PSR = R + \Delta t_0 \cdot c \dots\dots\dots (2.6)$$



Gambar 2.24. Sistem koordinat 3 dimensi [16]

Keterangan :

R = jarak sebenarnya satelit dengan pengguna

c = kecepatan cahaya = 3 x 10⁸ m/s

Δt = waktu transit sinyal dari satelit ke pengguna

Δt₀ = perbedaan waktu satelit dengan waktu pengguna

PSR = *pseudo range*

Jarak R dari satelit ke pengguna dapat dihitung dengan sistem kartesian sebagai berikut [17].

$$R = \sqrt{(X_{SAT} - X_{USER})^2 + (Y_{SAT} - Y_{USER})^2 + (Z_{SAT} - Z_{USER})^2} \dots\dots\dots (2.7)$$

Persamaan (2.7) ke persamaan (2.6) menghasilkan persamaan (2.8).

$$PSR = \sqrt{\left(X_{SAT} - X_{USER} \right)^2 + \left(Y_{SAT} - Y_{USER} \right)^2 + \left(Z_{SAT} - Z_{USER} \right)^2} + \Delta t_0 \cdot c \dots \quad (2.8)$$

Untuk menentukan empat variabel yang tidak diketahui (Δt_0 , X_{ANW} , Y_{ANW} , dan Z_{ANW}), diperlukan empat persamaan terpisah.

Persamaan berikut adalah sama untuk setiap satelit ($i = 1 \dots 4$) [18]

$$PSR_i = \sqrt{\left(X_{SAT_i} - X_{USER} \right)^2 + \left(Y_{SAT_i} - Y_{USER} \right)^2 + \left(Z_{SAT_i} - Z_{USER} \right)^2} + \Delta t_0 \cdot c \quad (2.9)$$

2.3.2.2 Ketelitian Posisi Absolut

Ketelitian posisi GPS bergantung pada ketelitian data *pseudo range* dan pengukuran geometri satelit.

Ketelitian posisi GPS = Geometri satelit \times Ketelitian *pseudo range*

Ketelitian ini diwakili oleh nilai *Dilution of Precision* (DOP). Ada empat macam DOP.

1. *Geometrical DOP* (GDOP) adalah posisi satelit dalam ruang tiga dimensi, termasuk deviasi waktu.
2. *Positional DOP* (PDOP) adalah posisi dalam ruang tiga dimensi.
3. *Horizontal DOP* (HDOP) adalah posisi satelit pada bidang.
4. *Vertical DOP* (VDOP) adalah ketinggian satelit.

Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian dalam penentuan posisi GPS.

1. Satelit, yaitu kesalahan orbit (*ephemeris*) dan waktu satelit.
2. Media propagasi, yaitu bias ionosfer dan bias troposfer yang mempengaruhi kecepatan (memperlambat) dan arah perlambatan sinyal GPS.
3. *Receiver* GPS (GPS pengguna), yaitu kesalahan waktu pada *receiver* (pengguna), yakni kesalahan yang terkait dengan antena dan *noise* (derau). Kesalahan ini tergantung pada kualitas *receiver* GPS dan berbanding lurus dengan harga dari *receiver* GPS, semakin tinggi harga *receiver* semakin tinggi pula kualitasnya.
4. Lingkungan sekitar *receiver* GPS, seperti *multipath*. *Multipath* yang merupakan fenomena sinyal GPS yang sampai ke antena *receiver* GPS adalah resultan sinyal langsung dari GPS dan satelit yang dipantulkan oleh benda-benda di sekeliling *receiver* GPS.

2.3.3 Format Data GPS

Untuk menampilkan variabel GPS, seperti waktu dan kecepatan ke perangkat, GPS menggunakan perangkat antarmuka konverter RS232C atau TTL. Akan tetapi, yang paling penting pada saat GPS menerima informasi adalah variabel tersebut ditampilkan dalam format data khusus. Format data GPS ini ditentukan oleh *National Marine Electronics Association* (NMEA). Saat ini data yang ditampilkan GPS sesuai dengan format NMEA-0183. NMEA memiliki format data untuk beberapa jenis aplikasi seperti *Global Navigation Satellite System* (GNSS), GPS, Loran, Omega, dan Transit. Pada GPS sendiri terdapat tujuh macam data yang dapat ditampilkan.

1. GGA adalah data tetap GPS.
2. GLL adalah posisi geografis, yaitu *latitude/longitude*.
3. GSA adalah GNSS DOP dan satelit yang aktif, yaitu penurunan akurasi dan jumlah satelit yang aktif pada GNSS DOP.
4. GSV adalah satelit GNSS dalam jangkauan.
5. RMC adalah spesifikasi data minimal GNSS yang direkomendasikan.
6. VTG adalah jalur dan kecepatan.
7. ZDA adalah waktu dan penanggalan.

Format data GPS berdasarkan standar NMEA-0183 adalah

\$GPDTS,Inf_1,Inf_2,Inf_3,Inf_4,Inf_5,Inf_6,Inf_n*CS<CR><LF> [19]

Keterangan simbol-simbol dalam format data GPS tersebut dapat dilihat dalam tabel 2.13 di bawah ini. Sementara itu keluaran data GPS berdasarkan format NMEA-0183 dapat dilihat pada gambar 2.25.

Tabel 2.13. Format Data GPS

Simbol	Keterangan
\$	Awal data
GP	Informasi peralatan navigasi
DTS	Jenis informasi yang terkandung
Inf_1 bis Inf_n	Data navigasi
,	Pemisahan antara informasi
*	Pemisahan <i>checksum</i>

CS	Pengecekan kesalahan pada kalimat
<CR><LF>	Akhir dari data: <i>carriage return</i> (<CR>), dan <i>line feed</i> (<LF>)

```

$GPGLL,0621.9896,S,10649.2145,E,043224,A,A*5A
$GPBOD,,T,,M,,*47
$PGRME,3.0,M,8.2,M,8.7,M*28
$PGRMZ,314,f,3*1D
$GPRTE,1.1,c,*37
$GPRMC,043226,A,0621.9896,S,10649.2145,E,0.0,81.9,090608,0.6,E,A*35
$GPRMB,A,,,,,,,,,V,A*1C
$GPGGA,043226,0621.9896,S,10649.2145,E,1,12,1,1,95.7,M,7.3,M,,*51
$GPGSA,A,3,01,05,06,09,12,14,18,21,22,24,30,31,2,4,1,1,2,2*34
$GPGSV,3,1,12,01,11,300,00,05,42,077,35,06,03,261,00,09,05,026,00*77
$GPGSV,3,2,12,12,26,069,35,14,15,324,28,18,40,029,35,21,73,200,39*74
$GPGSV,3,3,12,22,20,350,00,24,36,153,29,30,54,109,41,31,42,243,29*74
$GPGSV,3,3,12,22,21,350,00,24,36,
$GPGLL,0621.9896,S,10649.2145,E,043226,A,A*58
$GPBOD,,T,,M,,*47
$PGRME,3.0,M,8.1,M,8.7,M*2B
$PGRMZ,314,f,3*1D
$GPRTE,1.1,c,*37
$GPRMC,043228,A,0621.9895,S,10649.2145,E,0.0,81.9,090608,0.6,E,A*38
$GPRMB,A,,,,,,,,,V,A*1C
$GPGGA,043228,0621.9895,S,10649.2145,E,1,12,1,1,95.7,M,7.3,M,,*5C
$GPGSA,A,3,01,05,06,09,12,14,18,21,22,24,30,31,2,4,1,1,2,2*34
$GPGSV,3,1,12,01,11,300,00,05,42,077,35,06,03,261,00,09,05,026,00*77
$GPGSV,3,2,12,12,26,069,36,14,15,324,28,18,40,029,35,21,73,200,39*77
$GPGSV,3,3,12,22,21,350,00,24,36,

```

Gambar 2.25. Data keluaran GPS ditampilkan pada komputer dengan menggunakan *hyperterminal*

2.4 KOMUNIKASI SATELIT ACeS GARUDA 1

Asia Cellular Satellite (ACeS) memiliki beberapa macam satelit, yaitu Garuda 1, Palapa C, dan Agila 2. Satelit Garuda 1 diluncurkan pada tanggal 12 Februari 2000 di Moscow, Rusia. Satelit ini merupakan *link* komunikasi antara pelanggan dan *Network Control Center* (NCC) untuk pensinyalan, pelanggan dan *gateway* untuk suara dan pensinyalan, NCC dan masing-masing *gateway* untuk pensinyalan, dan antara *gateway* yang satu dengan *gateway* lainnya dengan pensinyalan.

2.4.1 Spesifikasi Satelit ACeS Garuda 1[20]

Satelit Garuda 1 (gambar 2.26) memiliki dua antena L-band dengan diameter 12 m untuk berkomunikasi dengan pelanggan (terdapat 140 *spotbeams* yang dicakup pada wilayah Asia Pasifik). Orbit satelit Garuda 1 berada pada 123⁰

bujur timur, $\pm 0,3^0$ ke utara dan selatan. Dan akan stabil pada 0^0 (garis khatulistiwa) pada saat umur satelit melebihi 3,7 tahun.



Gambar 2.26. Satelit ACeS Garuda 1

Satelit ACeS Garuda 1 memiliki spesifikasi sebagaimana berikut.

1. Dimensi: 1317,74 *feet* x 1244,37 *feet* (401,647152 m x 379,283976 m).
2. Berat: 2737,5 kg.
3. *Antenna coverage*: L-band (140 *spotbeams*) dan C-band.
4. Kapasitas: 11.000 (kira-kira 10,000 untuk *traffic*, 1000 untuk pensinyalan).
5. pelanggan: 2.000.000 (maksimal 12 juta).
6. Jumlah *National Gateway Station* (NGS): 3 untuk IOC (maksimal 26).
7. Jaringan: Satelit ACeS dan GSM.
8. *Frequency Multiplexing*
 - a. *Forward direction*
 - i. Modulasi: OQPSK
 - ii. *Burst rate*: 270,8 kbps
 - iii. *Carrier spacing*: 200KHz
 - iv. *Timeslot per frame*: 8
 - v. *Timeslot duration*: 577 μ sec
 - b. *Return direction*
 - i. Modulasi: GMSK (BT = 0,3)

- ii. *Burst rate*: 67,7 kbps
- iii. *Carrier spacing*: 50KHz
- iv. *Timeslot per frame per carrier* 2
- v. *Timeslot duration*: 2,3 msec

9. Teknik *multiple access*: FDMA/TDMA.

2.4.2 Metode Pengiriman Data pada Perangkat PASTI/Byru Marine

Untuk mengirimkan data ke satelit melalui perangkat PASTI/Byru Marine diperlukan format tertentu sehingga satelit dapat mengenali data yang dikirimkan. Ada dua metode yang dapat dipakai saat pengiriman data yang dikenali oleh satelit.

1. Menghubungi nomor satelit teregistrasi

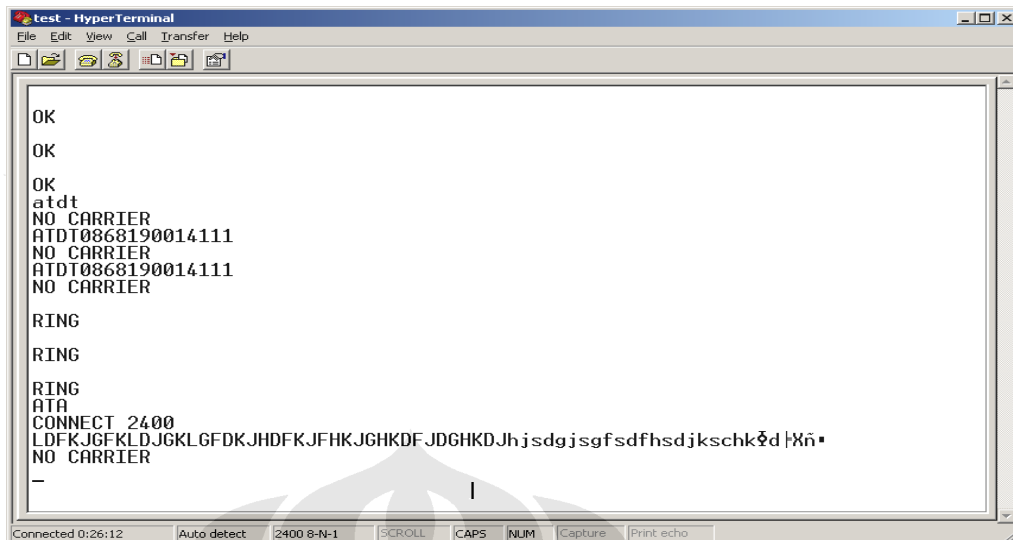
Metode ini dilakukan dengan menghubungi nomor data yang dikenali oleh satelit. Program akan memanggil nomor data perangkat PASTI/Byru Marine lain. Setelah berhasil berkomunikasi, barulah data GPS dikirimkan. Pada pemanggilan ini, *header* ATDT disisipkan di depan nomor yang dituju. Setelah terhubung, *header* ATDT dapat tidak disertakan dalam pengiriman data. Dengan metode ini, jumlah data yang dikirim tidak dibatasi. Data tersebut juga bisa dalam bentuk huruf atau karakter ASCII lainnya.

2. Menyisipkan data GPS sebagai nomor fiktif

Metode ini dilakukan dengan menumpangkan data yang hanya berisi angka dalam rentang 0-9 dengan total jumlah 16 angka ditambah *header* ATDT yang disisipkan di depan penomoran. Metode ini dapat dianalogikan dengan sistem salah panggil. Oleh karena itu, data GPS diatur sedemikian rupa sehingga hanya diwakili oleh angka saja.

2.4.2.1 Tampilan Data

Tampilan untuk pengiriman data berupa karakter ASCII ke satelit melalui 2 perangkat PASTI/Byru Marine dapat dilihat pada Gambar 2.27.



```

test - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
OK
OK
OK
atdt
NO CARRIER
ATDT0868190014111
NO CARRIER
ATDT0868190014111
NO CARRIER
RING
RING
RING
ATA
CONNECT 2400
LDFKJGFKLDJGKLGFDKJHDFKJFHKJGKDFJDGHKDJhjsdgsjgsdfhsdjschkõd|Xñ
NO CARRIER
-
Connected 0:26:12 Auto detect 2400 8-N-1 SCROLL CAPS NUM Capture Print echo

```

Gambar 2.27. Pengiriman data melalui perangkat PASTI/Byru Marine dengan menggunakan *hyper terminal*

Data pada baris keenam merupakan pengiriman dengan menggunakan metode kedua, yakni tiga belas angka di belakang *header* ATDT merupakan nomor fiktif. Baris di bawahnya *NO CARRIER* menunjukkan bahwa tidak dapat dideteksinya nomor tujuan. Akan tetapi, data yang dikirimkan saat pemanggilan disimpan pada *server*. Di pihak lain, pada baris ketujuh merupakan pemanggilan dengan menggunakan nomor tujuan yang ada. Tiga belas digit angka dibelakang *header* ATDT merupakan nomor yang aktif dan terdaftar. Dengan demikian, pada baris berikutnya terlihat pesan *CONNECT 2400* yang berarti koneksi berjalan pada kecepatan 2400 bps. Dengan metode ini, perangkat bebas mengirimkan data apapun dengan format karakter ASCII.