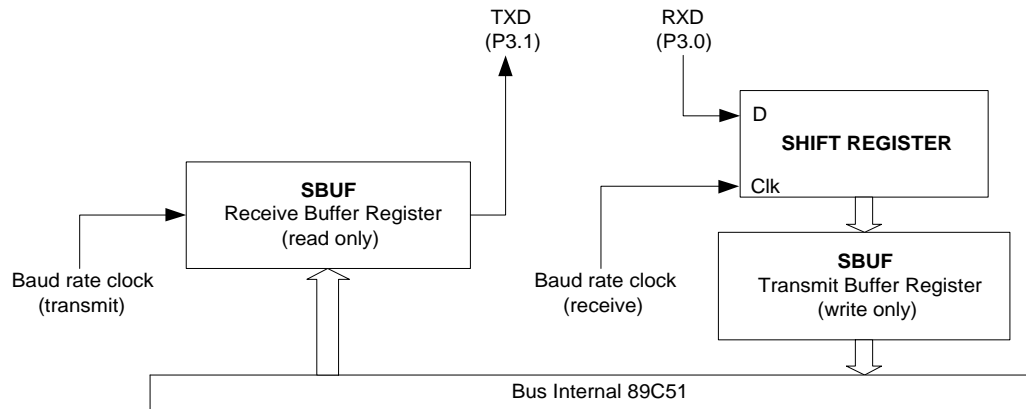


1. Operasi Serial Port

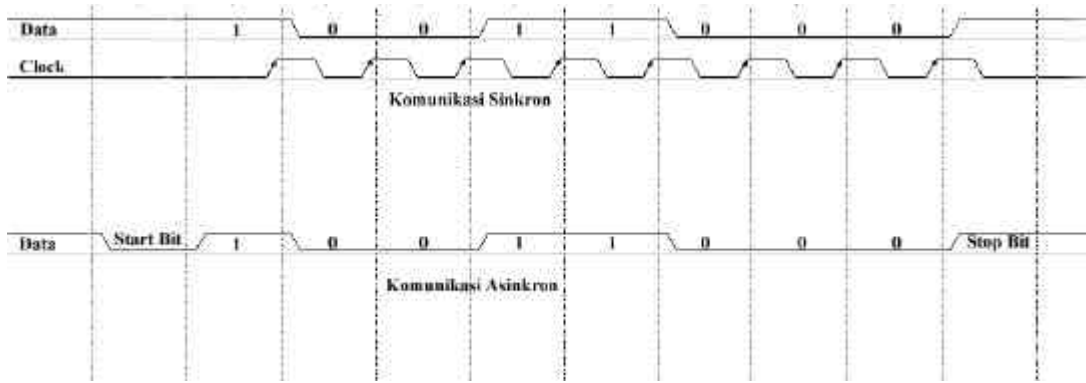
89C51 mempunyai *On Chip Serial Port* yang dapat digunakan untuk komunikasi data serial secara Full Duplex sehingga Port Serial ini masih dapat menerima data pada saat proses pengiriman data terjadi. Untuk menampung data yang diterima atau data yang akan dikirimkan, 89C51 mempunyai sebuah register yaitu SBUF yang terletak pada alamat 99H di mana register ini berfungsi sebagai buffer sehingga pada saat mikrokontroler ini membaca data yang pertama dan data kedua belum diterima secara penuh, maka data ini tidak akan hilang.

Pada kenyataannya register SBUF terdiri dari dua buah register yang memang menempati alamat yang sama yaitu 99H. Register tersebut adalah *Transmit Buffer Register* yang bersifat *write only* (hanya dapat ditulis) dan *Receive Buffer Register* yang bersifat *read only* (hanya dapat dibaca). Pada proses penerimaan data dari Port Serial, data yang masuk ke dalam Port Serial akan ditampung pada Receive Buffer Register terlebih dahulu dan diteruskan ke jalur bus internal pada saat pembacaan register SBUF sedangkan pada proses pengiriman data ke Port Serial, data yang dituliskan dari bus internal akan ditampung pada Transmit Buffer Register terlebih dahulu sebelum dikirim ke Port Serial.



Gambar 3.1
Blok Diagram Port Serial

Port Serial 89C51 dapat digunakan untuk komunikasi data secara sinkron maupun asinkron. Komunikasi data serial secara sinkron adalah merupakan bentuk komunikasi data serial yang memerlukan sinyal clock untuk sinkronisasi di mana sinyal clock tersebut akan tersulut pada setiap bit pengiriman data sedangkan komunikasi asinkron tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi. Pengiriman data pada komunikasi serial 89C51 dilakukan mulai dari bit yang paling rendah (LSB) hingga bit yang paling tinggi (MSB).



Gambar 3.2

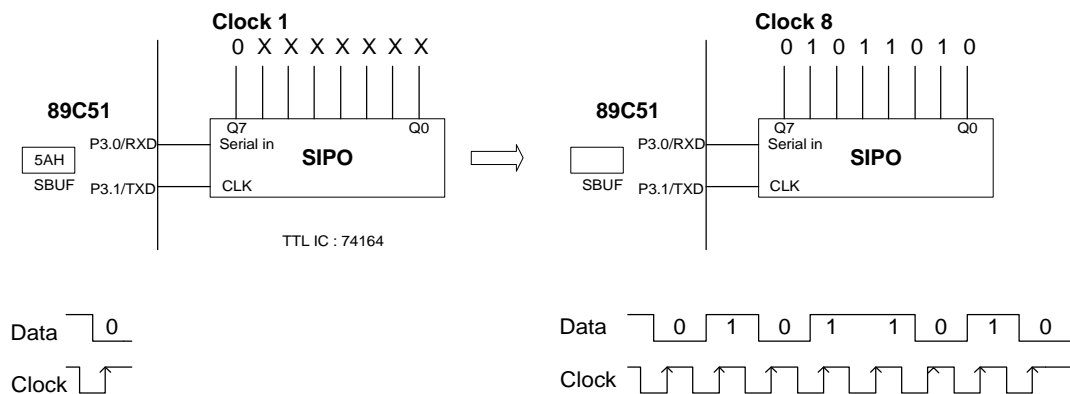
Komunikasi Sinkron dan Komunikasi Asinkron

1.1.1. Komunikasi Sinkron

Sinyal clock pada komunikasi sinkron diperlukan oleh peralatan penerima data untuk mengetahui adanya pengiriman setiap bit data. Tampak pada gambar 3.2 bahwa sinyal clock tersulut (*positive edge*) pada saat pengiriman bit yang pertama dan setiap perubahan bit data. Peralatan atau komponen penerima akan mengetahui adanya pengiriman bit yang pertama ataupun perubahan bit data dengan mendeteksi sinyal clock.

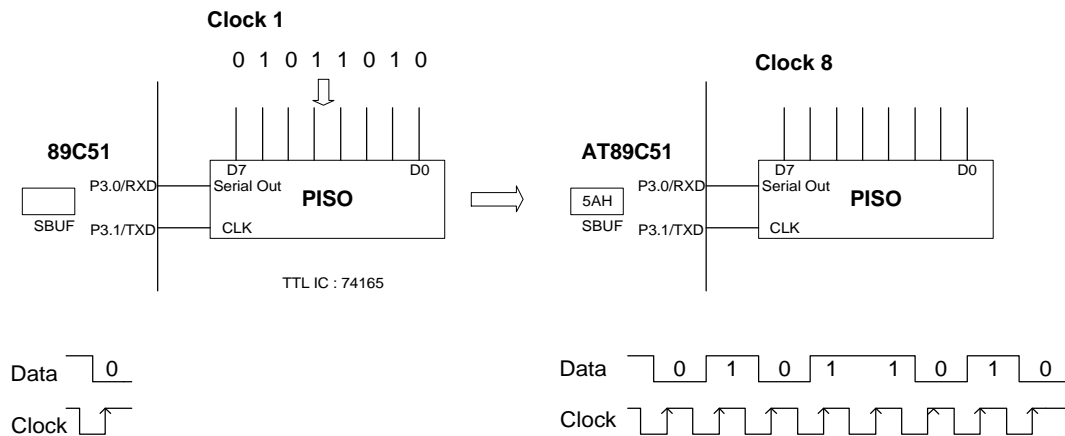
Pada aplikasinya, komunikasi sinkron dari serial port AT89C51 selalu digunakan untuk mengakses *shift register*, *PISO (Parallel In Serial Out)* untuk proses penerimaan data dari PISO ke Port Serial AT89C51 atau *SIPO (Serial In Parallel Out)* untuk proses pengiriman data dari AT89C51 ke SIPO.

Shift Register tersebut dapat berupa IC Shift Register seperti 74164, 74165 atau berupa *internal shift register* dari mikrokontroler lain seperti Port Serial AT89C51 pula. Gambar 3.2 menunjukkan kondisi yang terjadi pada saat pengiriman data dari Register SBUF AT89C51 ke SIPO dan penerimaan data oleh Register SBUF dari PISO. Hal yang perlu diperhatikan apabila Shift Register menggunakan IC 74164 atau 74165 adalah, bentuk komunikasi serial Shift Register ini dimulai dari bit tertinggi (MSB) hingga bit terendah (LSB) sehingga data yang terkirim ataupun diterima selalu mempunyai posisi yang terbalik bobot bitnya.



Gambar 3.3a

Pengiriman Data 5AH dari Port Serial 89C51 ke SIPO

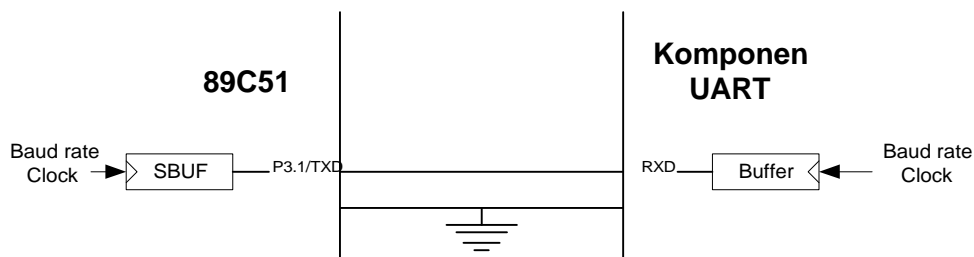


Gambar 3.3b
Penerimaan Data 5AH dari PISO ke Port Serial 89C51

3.1.2. Komunikasi Asinkron

Seperti telah disebutkan sebelumnya, komunikasi asinkron tidak memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi, namun pengiriman data ini harus diawali dengan start bit dan diakhiri dengan stop bit seperti yang tampak pada gambar 3.2. Sinyal clock yang merupakan *baud rate* dari komunikasi data ini dibangkitkan oleh masing-masing baik penerima maupun pengirim data dengan frekwensi yang sama.

Penerima hanya perlu mendeteksi adanya start bit sebagai awal pengiriman data, selanjutnya komunikasi data terjadi antar dua buah shift register yang ada pada pengirim maupun penerima. Setelah 8 bit data diterima, maka penerima akan menunggu adanya stop bit sebagai tanda bahwa 1 byte data telah terkirim dan penerima dapat siap untuk menunggu pengiriman data berikutnya.



Gambar 3.4
Komunikasi UART

Pada aplikasinya proses komunikasi asinkron ini selalu digunakan untuk mengakses komponen-komponen yang mempunyai fasilitas *UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)* seperti Port Serial PC atau Port Serial mikrokontroler yang lain.

1.2. Mode Operasi Port Serial

Port Serial 89C51 mempunyai 4 buah mode operasi yang diatur oleh bit ke 7 dan bit ke 5 dari Register SCON (*Serial Control*).

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

- SM0: *Serial Port Mode bit 0*, bit Pengatur Mode Serial
 SM1: *Serial Port Mode bit 1*, bit Pengatur Mode Serial
 SM2: *Serial Port Mode bit 2*, bit untuk mengaktifkan komunikasi multiprosesor pada kondisi set.
 REN: *Receive Enable*, bit untuk mengaktifkan penerimaan data dari Port Serial pada kondisi set. Bit ini di set dan clear oleh perangkat lunak.
 TB8: *Transmit bit 8*, bit ke 9 yang akan dikirimkan pada mode 2 atau 3. Bit ini di set dan clear oleh perangkat lunak
 RB8: *Receive bit 8*, bit ke 9 yang diterima pada mode 2 atau 3. Pada Mode 1 bit ini berfungsi sebagai stop bit.
 TI: *Transmit Interrupt Flag*, bit yang akan set pada akhir pengiriman karakter. Bit ini diset oleh perangkat keras dan di clear oleh perangkat lunak
 RI: *Receive Interrupt Flag*, bit yang akan set pada akhir penerimaan karakter. Bit ini diset oleh perangkat keras dan di clear oleh perangkat lunak

Tabel 3.1 Mode Operasi Port Serial

SM0	SM1	Mode	Deskripsi
0	0	0	Shift Register 8 bit
0	1	1	UART 8 bit dengan baud rate yang dapat diatur
1	0	2	UART 9 bit dengan baud rate permanen
1	1	3	UART 9 bit dengan baud rate yang dapat diatur

1.2.1. Mode 0 Shift Register 8 bit

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	0	0	X	X	X	X	X	X

Pada Mode ini Port Serial berfungsi sebagai komunikasi data sinkron yang memerlukan sinyal clock sebagai sinkronisasi. P3.1/TXD pada 89C51 berfungsi sebagai Clock dan P3.0/RXD sebagai jalur pengiriman maupun penerimaan data.

Pengiriman data dilakukan dengan menuliskan data yang akan dikirimkan ke dalam Register SBUF (gambar 3.3). Data akan dikirimkan secara serial sinkron melalui P3.0/RXD beserta sinyal clock melalui P3.1/TXD dengan frekwensi 1/12 dari frekwensi kristal yang digunakan oleh osilator 89C51.

Penerimaan data dilakukan dengan mengaktifkan bit REN (biasa dilakukan pada awal program) dan clear bit RI pada saat proses pengambilan data akan dilakukan. Pada saat kondisi RI di-clear maka pada siklus mesin berikutnya sinyal clock akan dikirim keluar melalui pin P3.1/TXD dan data yang ada pada P3.0/RXD akan digeser ke dalam SBUF.

1.2.2. Mode 1 UART 8 bit dengan Baud Rate yang dapat diatur

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	0	1	X	X	X	X	X	X

Pada mode ini komunikasi data dilakukan secara 8 bit data asinkron yang terdiri 10 bit yaitu 1 bit start, 8 bit data dan 1 bit stop. Baud Rate pada mode ini dapat diatur dengan menggunakan Timer 1.

Tidak seperti pada mode 0, pada mode ini yang merupakan mode UART, fungsi-fungsi alternatif dari P3.0/RXD dan P3.1/TXD digunakan. P3.0 berfungsi

sebagai RXD yaitu kaki untuk penerimaan data serial dan P3.1 berfungsi sebagai TXD yaitu kaki untuk pengiriman data serial. Hal ini juga berlaku pada mode-mode UART yang lain seperti mode 2 dan mode 3.

Pengiriman data dilakukan dengan menuliskan data yang akan dikirim ke Register SBUF. Data serial akan digeser keluar diawali dengan bit start dan diakhiri dengan bit stop dimulai dari bit yang berbobot terendah (LSB) hingga bit berbobot tertinggi (MSB). Bit TI akan set setelah bit stop keluar melalui kaki TXD yang menandakan bahwa proses pengiriman data telah selesai. Bit ini harus di-clear oleh perangkat lunak setelah pengiriman data selesai.

Penerimaan data dilakukan oleh mikrokontroler dengan mendeteksi adanya perubahan kondisi dari logika high ke logika low pada kaki RXD di mana perubahan kondisi tersebut adalah merupakan bit start. Selanjutnya data serial akan digeser masuk ke dalam SBUF dan bit stop ke dalam bit RB8. Bit RI akan set setelah 1 byte data diterima ke dalam SBUF kecuali bila bit stop = 0 pada komunikasi multiprosesor (SM2 = 1).

1.2.3. Mode 2 UART 9 bit dengan Baud Rate permanen

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	1	0	X	X	X	X	X	X

Pada mode ini komunikasi data dilakukan secara asinkron dengan 11 bit, 1 bit start, 8 bit data, 1 bit ke 9 yang dapat diatur dan 1 bit stop. Pada proses pengiriman data, bit ke 9 diambil dari Bit TB8 dan pada proses penerimaan data bit ke 9 diletakkan pada RB8.

1.2.4. Mode 3 UART 9 bit dengan Baud Rate yang dapat diatur

SCON

	SCON.7	SCON.6	SCON.5	SCON.4	SCON.3	SCON.2	SCON.1	SCON.0
98H	1	1	X	X	X	X	X	X

Mode ini sama dengan Mode 2, namun baud rate pada ode ini dapat diatur melalui Timer 1.

1.3. Inisialisasi dan akses Register Port Serial

Untuk mengakses port serial, ada beberapa hal yang harus diatur terlebih dahulu dengan mengisi beberapa register tertentu yaitu:

- Tentukan Mode Serial
- Tentukan Baud Rate Serial

Proses penentuan mode serial dilakukan dengan mengisi SCON seperti yang telah dijelaskan pada 3.2. Mode Operasi Serial.

3.3.1. Baud Rate Serial

Baud rate dari Port Serial 89C51 dapat diatur pada Mode 1 dan Mode 3, namun pada Mode 0 dan Mode 2, baud rate tersebut mempunyai kecepatan yang permanen yaitu untuk Mode 0 adalah 1/12 frekwensi osilator dan Mode 2 adalah 1/64 frekwensi osilator.

Dengan mengubah bit SMOD yang terletak pada Register PCON menjadi set (kondisi awal pada saat sistem reset adalah clear) maka baud rate pada Mode 1, 2 dan 3 akan berubah menjadi dua kali lipat.

Pada Mode 1 dan 3 baud rate dapat diatur dengan menggunakan Timer1. Cara yang biasa digunakan adalah Timer Mode 2 (8 bit auto reload) yang hanya menggunakan register TH1 saja. Pengiriman setiap bit data terjadi setiap Timer 1 overflow sebanyak 32 kali sehingga dapat disimpulkan bahwa:

(3.1) Lama pengiriman setiap bit data = Timer 1 Overflow X 32

$$\text{Baud rate (jumlah bit data yang terkirim tiap detik)} = \frac{1}{\text{Timer 1 Overflow} \times 32}$$

Apabila diinginkan baud rate 9600 bps maka timer 1 harus diatur agar overflow setiap

$$\frac{1}{9600 \times 32} \text{ detik}$$

Timer 1 overflow setiap kali TH1 mencapai nilai limpahan (*overflow*) dengan frekwensi sebesar $f_{osc}/12$ atau periode $12/f_{osc}$. Dari sini akan ditemukan formula

$$\frac{12 \times (256 - TH1)}{f_{osc}} = \frac{1}{9600 \times 32} \text{ sebagai berikut:}$$

$$9600 = \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 32}$$

Dengan frekwensi osilator sebesar 11,0592 MHz maka TH1 adalah 253 atau 0FDH.

Selain variabel-variabel di atas, masih terdapat sebuah variabel lagi yang menjadi pengatur baud rate serial yaitu Bit SMOD pada Register PCON. Apabila bit ini set maka faktor pengali 32 pada formula 3.1 akan berubah menjadi 16. Oleh karena itu dapat disimpulkan formula untuk baud rate serial untuk Mode 1 dan Mode 3 adalah:

$$\text{Baud rate} = \frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times K} \dots\dots\dots (3.2)$$

Tabel 3.2
Tabel Mode Serial vs baud rate

Mode	Baud rate	
0	$1/12 f_{osc}$	
1	SMOD = 0	SMOD = 1
	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 32}$	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 16}$
2	$1/32 f_{osc}$	
3	SMOD = 0	SMOD = 1
	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 32}$	Baud rate = $\frac{f_{osc}}{12 \times (256 - TH1) \times 16}$