

## PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM KONTROL DENGAN MEMANFAATKAN LAYANAN SMS TELEPON SELULER BERBASIS MIKROKONTROLER AT89C51

I Nyoman Putra Sastra\*, Dewa Made Wiharta\*, Agus Supranartha\*\*

\*Staff pengajar Teknik Elektro Universitas Udayana, \*\*Alumni Teknik Elektro Universitas Udayana

### ABSTRAK

Salah satu isu dalam masyarakat yang perlu dicermati adalah mengenai keamanan. Kasus kriminal seperti pencurian dapat dikurangi dengan memasang sistem pengaman pada properti yang hendak dijaga. Untuk itu, ditawarkan suatu sistem keamanan dengan pemanfaatan layanan SMS yang merupakan salah satu fitur dari teknologi GSM yang dikontrol dengan suatu mikrokontroler. Pada penelitian ini dibuat suatu alat berupa aplikasi antara telepon seluler dengan mikrokontroler jenis AT89C51 dengan pemanfaatan layanan SMS. Proses kerja alat ini berupa pengiriman data dari mikrokontroler melalui telepon seluler berupa SMS ke telepon seluler lain untuk informasi tertentu. Telepon penerima dapat mengirimkan SMS berupa pesan perintah untuk menghidupkan atau mematikan alat yang diinginkan melalui mikrokontroler. Perancangan sistem kerja alat ini dengan pemanfaatan bahasa assembly dan kode PDU untuk pengiriman atau penerimaan SMS. Alat yang dirancang ini berjalan dengan baik, dimana mikrokontroler bereaksi terhadap input tertentu dan memberi suatu perintah untuk mengaktifkan telepon seluler untuk mengirim SMS ke suatu nomor yang telah diatur sebelumnya.

*Kata kunci : SMS, Mikrokontroler, Pengiriman data, Kode PDU, Bahasa Assembly*

### 1. PENDAHULUAN

Sistem pengaman yang banyak digunakan saat ini adalah sistem pengaman alarm. Apabila terjadi sesuatu pada rumah atau kendaraan, maka alarm akan memberi respon. Kelemahan dari sistem seperti ini adalah bahwa respon dari alarm tidak sampai ke pengguna kalau berada dalam jarak yang relatif jauh. Untuk itu perlu dikembangkan suatu sistem kontrol keamanan yang dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang cukup jauh.

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan salah satu fitur teknologi seluler, yang dikenal dengan nama *Short Message Services* (SMS). Keunggulan yang bisa diperoleh adalah pada kenyataannya seluruh operator telepon seluler di Indonesia telah menyediakan layanan tersebut.

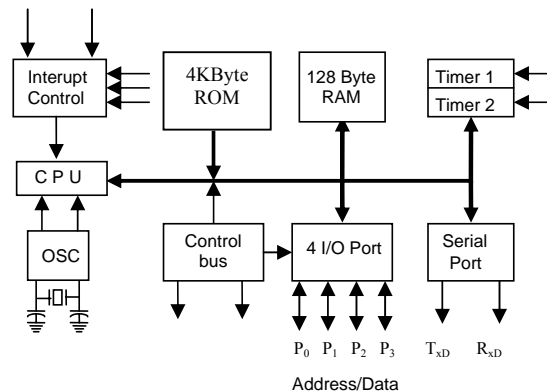
Untuk bisa memanfaatkan layanan SMS tersebut, diperlukan suatu perangkat lain yang bisa mengontrol kerja dari pesawat seluler yang digunakan. Sistem kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan mikrokontroler AT89C51. Mikrokontroler diaktifkan oleh suatu relay yang terpasang pada properti yang hendak dijaga, yang kemudian mengaktifkan suatu pesawat seluler untuk mengirim pesan ke pesawat lain dengan nomor tertentu untuk memberi informasi tentang status properti tersebut. Mikrokontroler juga bisa di-set untuk membunyikan alarm, mematikan mobil atau penanganan darurat lainnya.

### 2. MIKROKONTROLLER

Mikrokontroler merupakan suatu terobosan dalam teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer. Berbeda dengan komputer, mikrokontroler hanya bisa digunakan untuk menangani suatu aplikasi tertentu.

Perbedaan lain terletak pada perbandingan RAM dan ROM. Komputer mempunyai RAM dan ROM yang besar, tetapi pada mikrokontroler sangat terbatas. ROM digunakan oleh mikrokontroler untuk menyimpan program sedangkan RAM digunakan untuk menyimpan data sementara.

Mikrokontroler terdiri dari ALU (Arithmetic and Logical Unit), CU (Control Unit), PC (Program Counter), SP (Stack Pointer), register-register, sebuah rangkaian pewaktu dan rangkaian penyela (interrupt). Mikrokontroler juga dilengkapi dengan beberapa piranti pendukung lainseperti ROM (*Read Only Memory*), RAM (*Random Access Memory*), dekoder, port komunikasi input/output serial dan atau paralel, juga beberapa tambahan khusus seperti *interrupt handler* dan timer/ counter.

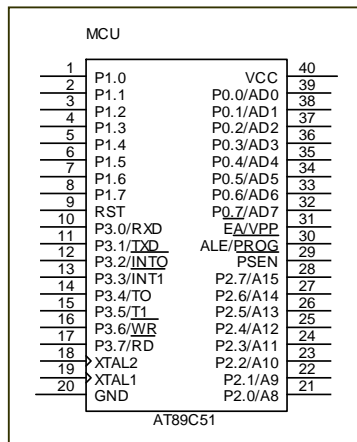


Gambar 1 Diagram Blok Mikrokontroler

#### 2.1 Fitur Mikrokontroler AT89C51

Komponen-komponen utama sebuah sistem berbasis mikrokontroler dapat dibagi menjadi tiga

bagian penting, yaitu : Central Processing Unit (CPU), memori dan suatu alat input/output (I/O). Mikrokontroler AT89C51 memiliki beberapa fitur, antara lain CPU 8-Bit, 4 Kbyte *Flash* PEROM, tahan 1000 kali pengulangan penulisan dan penghapusan, operasi statis secara penuh antara 0 Hz sampai 24 Hz, memiliki tiga tingkat penguncian memori, 128 x 8-Bit memori internal (RAM), 32 jalur Input/Output (I/O) yang dapat diprogram, 2 buah 16 bit Timer/Counter, 6 sumber interupsi, serial port yang dapat diprogram, mode Low Power Idle dan mode Power Down, dan kompatibel dengan MCS-51



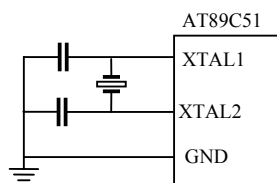
Gambar 2. Susunan Pena Mikrokontroler AT89C51

## 2.2 Port Input/ Output Pararel

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai port input/output (I/O Port) paralel sebanyak 4 buah dengan memiliki lebar bus 1-byte (8-Bit) yang bersifat bidireksional. Sebuah port yang digunakan sebagai port keluaran, data yang akan dikeluarkan diletakkan dalam SFR (*Special Function Register*). Sebuah port yang lain akan digunakan sebagai port masukan, nilai awal dari port adalah FFH.

## 2.3 Pewaktu CPU

Mikrokontroler AT89C51 memiliki osilator internal (*on-chip oscillator*) yang dapat digunakan sebagai sumber *clock* bagi CPU. Sebuah kristal antara pena XTAL1 dan XTAL2 dan kapasitor yang dihubungkan ke ground diperlukan agar osilator internal dapat digunakan. Jadi *clock* yang diperoleh CPU berasal dari sinyal yang diberikan oleh sebuah kristal dengan frekuensi 6-12 MHz.



Gambar 3. Kristal Osilator

## 2.4 Port Serial

Mikrokontroler AT89C51 juga dilengkapi port serial yang berfungsi untuk mengirim data dalam format serial. Untuk menghubungkan mikrokontroler AT89C51 dengan sebuah PC (*Personal Computer*) melalui port serial, level TTL harus diubah menjadi level RS232. Untuk keperluan ini dapat digunakan IC MAX 232.

Port serial dalam mikrokontroler AT89C51 memiliki sifat *full duplex*, yang berarti dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. Register penerima dan pengirim pada port serial diakses pada SBUF (*Serial Buffer*). Register pengontrol kerja port ini adalah SCON (*Serial Control*).

## 2.5 Timer/Counter

Pada mikrokontroler AT89C51 terdapat dua buah *Timer/Counter* 16-bit yang dapat diatur melalui perangkat lunak. Apabila *Timer/Counter* diaktifkan pada frekuensi kerja mikrokontroler (12MHz), *Timer/Counter* akan melakukan perhitungan waktu setiap 1 mikrodetik secara independen, tidak tergantung pada pelaksanaan suatu instruksi. Satu siklus pencacahan waktu berpadanan dengan satu siklus pelaksanaan instruksi, sedangkan satu siklus diselenggarakan dalam waktu 1 mikrodetik. Bila dimisalkan suatu urutan instruksi telah selesai dilaksanakan dalam waktu 5 mikrodetik, pada saat itu pula *Timer/Counter* telah menunjukkan periode 5 mikrodetik. Jika periode waktu tertentu telah dilampui, *Timer/Counter* segera menginterupsi mikrokontroler untuk memberitahukan bahwa perhitungan periode waktu telah selesai dilaksanakan.

## 2.6 Pengendali Interupsi

Program yang menanggapi sebuah interupsi disebut rutin pelayanan interupsi atau *Interrupt Service Routine* (ISR) atau *Interrupt Handler*. ISR mengeksekusi tanggapan terhadap interupsi dan biasanya menyajikan operasi input atau output ke suatu piranti. Ketika interupsi terjadi, program utama menghentikan eksekusi sejenak dan melompat ke ISR, ISR mengeksekusi, selanjutnya melaksanakan operasi dan akhirnya menghentikan operasi tersebut dengan perintah *Return From Interrupt* (RETI). Dengan instruksi terakhir tersebut maka program utama akan melanjutkan proses pelaksanaan instruksi pada urutan yang telah ditinggalkan.

Jenis-jenis interupsi pada mikrokontroler adalah *Maskable Interrupt* dan *Nonmaskable Interrupt*. *Maskable Interrupt* adalah interupsi yang dapat dihalangi oleh perangkat lunak, contohnya INT0, INT1, Timer/Counter 0 dan Timer/Counter 1. Sedangkan *Nonmaskable Interrupt* adalah interupsi yang tidak dapat dihalangi oleh perangkat lunak, contohnya reset.

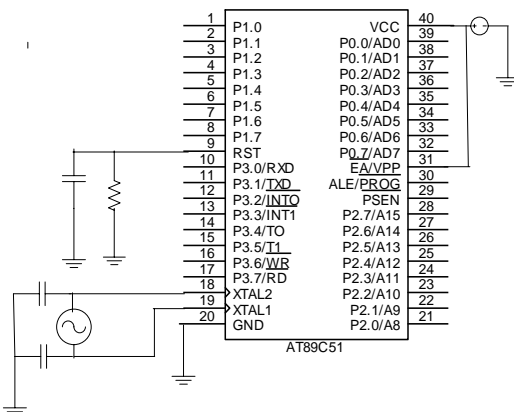
Ada 2 buah register yang mengontrol interupsi yaitu IE (*Interrupt Enable*) yang digunakan sebagai sumber interupsi yang dapat diaktifkan maupun dilumpuhkan secara individual dengan mengatur satu

bit SFR yang bernama IE. Sedangkan register yang kedua adalah IP (*Interrupt Priority*) digunakan sebagai sumber interupsi yang dapat diprogram secara individual menjadi satu atau dua tingkat prioritas dengan mengatur bit pada SFR yang bernama IP.

Setiap sumber interupsi dapat diprogram secara individual menjadi satu atau dua tingkat prioritas dengan mengatur bit pada SFR yang bernama IP (*Interrupt Priority*). Interupsi dengan prioritas rendah (*Low Priority*) dapat diinterupsi oleh interupsi yang memiliki prioritas lebih tinggi (*High Priority*). Interupsi yang memiliki prioritas tertinggi tidak dapat diinterupsi lainnya.

### 3. Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89C51

Gambar 4 adalah skema Minimum Sistem AT89C51. Tegangan yang digunakan adalah 5 Volt dan terhubung ke pin 40. Pin 9 difungsikan sebagai reset.



Gambar 4 Minimum Sistem AT89C51

Sistem pewaktu dari sistem minimum ini menggunakan pin 18 dan 19 sebagai XTAL 1 dan XTAL 2 yang dihubungkan dengan kristal *oscillator* 12 Mhz. Pin 1.0 sampai 1.5 dihubungkan ke switching yang terhubung dengan alat-alat yang akan dikontrol. Pin 2.0 digunakan sebagai input dihubungkan ke saklar pintu, atau benda lain yang hendak dipantau/dijaga keamanannya, dimana sebuah tegangan 5 Volt akan disambungkan ke pin 1 dan dihubungkan ke saklar yang sudah digroundkan, apabila saklar dalam posisi open maka tegangan 5 Volt akan memberikan input logika 1 kepada mikrokontroler sehingga system akan bekerja. Pin 3.0 dan 3.1 dihubungkan ke Konektor pada handphone sebagai komunikasi serial antara *handphone* dengan mikrokontroler.

### 4. SMS ( Short Message Service )

SMS adalah data tipe *asynchronous message* yang pengiriman datanya dilakukan dengan mekanisme protokol *store and forward*. Hal ini berarti bahwa pengirim dan penerima SMS tidak harus berada dalam

status terhubung (*connected / online*) satu sama lain ketika akan saling bertukar pesan SMS. Suatu SMS-Center bertanggung jawab untuk mengirimkan pesan tersebut (*forward*) ke nomor telepon tujuan. Keuntungan mekanisme *store and forward* pada SMS adalah penerima tidak perlu dalam status online ketika pengiriman pesan dilakukan.

Keterbatasan SMS adalah pada ukuran pesan yang dapat dikirim yaitu maksimal 160 *byte* (Gupta, 2000). SMS dikirimkan menggunakan *signalling frame* pada kanal frekuensi atau time slot frame GSM yang biasanya digunakan untuk kontrol dan sinyal *setup* panggilan telepon, seperti pesan singkat tentang kesibukan jaringan atau pesan CLI (*Caller Line identification*).

#### 4.1 Sistem Kerja SMS

##### AT Command

*AT Command 2x* berperan di balik tampilan menu messages sebuah ponsel yang bertugas mengirim/menerima data ke/dari *SMS-Centre*. Salah satu software yang dapat digunakan untuk menguji *AT Command* ini adalah *Windows HyperTerminal*. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian ini adalah nilai properties yang harus diisi yang bergantung pada jenis alat komunikasi yang digunakan, misalnya ukuran *bit per second* atau *baud rate* dari SMS device yang dipergunakan (Khang, 2002). *AT Command* untuk SMS biasanya diikuti oleh data I/O yang diwakili oleh unit-unit PDU.

#### 4.2 PDU sebagai Bahasa SMS

Pada prinsipnya terdapat dua mode untuk mengirim dan menerima SMS, yaitu mode text dan mode PDU (*Protocol Data Unit*). Sistem mode text tidak didukung oleh semua operator GSM maupun terminal yang ada. Pada mode text, pesan yang dikirim tidak dikonversi. Teks yang dikirim tetap dalam bentuk aslinya dengan panjang mencapai 160 (7 bit default alphabet) atau 140 (8 bit) karakter. Sesungguhnya mode text adalah hasil encode yang direpresentasikan dalam format PDU.

PDU mode adalah format *message* dalam heksadesimal octet dan semi-decimal octet dengan panjang mencapai 160 (7 bit default alphabet) atau 140 (8 bit) karakter. Data yang mengalir ke/dari SMS-Centre harus berbentuk PDU (*Protocol Data Unit*). PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O. PDU terdiri atas beberapa header. Header yang dikirim SMS ke SMS-Centre berbeda dengan header SMS yang diterima dari SMS-Centre.

#### 4.3 Kode PDU

##### PDU untuk mengirim SMS dari SMS-Centre

Kode PDU untuk mengirim SMS terdiri atas delapan header, yaitu :

##### 1. Nomor SMS-Center

Header pertama ini terbagi atas tiga subheader, yaitu :

DC

- a. Jumlah pasangan heksadesimal SMS-Centre dalam bilangan heksa.
- b. National / International code.
- c. No SMS-Centre dalam pasangan yang dibalik. Jika tertinggal satu angka heksa yang tidak memiliki pasangan maka angka tersebut dipasangkan dengan huruf F di depannya.

Misalkan No SMS-Centre untuk *Pro XL* adalah 0818445009 atau 62818445009 bisa diubah menjadi kode PDU **06818018445009** atau **07912618485400F9**. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- Cara I

SMS-Centre : **0818445009**

- 06 → ada 6 pasang
- 81 → 1 pasang
- 80-18-44-05-90
- Digabung menjadi kode PDU : **06818018440509**

- Cara II

SMS-Centre : **62818445009**

- 07 → ada 7 pasang
- 91 → 1 pasang
- 26-18-48-54-00-F9
- Digabung menjadi kode PDU : **07912618485400F9**.

## 2. Tipe SMS

Untuk mengirim SMS (SEND) maka tipe SMS-nya adalah 1. Jadi bilangan heksanya adalah 01.

## 3. Nomor Referensi SMS

Nomor referensi ini diberikan nilai default 0 (heksadesimal = 00).

## 4. Nomor Ponsel Penerima

Aturan penulisan header PDU untuk nomor ponsel penerima sama halnya dengan aturan penulisan header PDU SMS-Centre. Header ini juga terbagi atas tiga bagian yaitu jumlah bilangan desimal nomor ponsel yang dituju (heksa), Kode Nasional / Internasional, dan Nomor ponsel yang dituju.

Misalkan bahwa nomor ponsel yang dituju adalah 081338720083 maka kode PDU-nya dapat ditulis dengan 2 cara yaitu :

- Cara I

No Ponsel yang dituju : **081 74778283**

- 0B → ada 11 angka
- 81
- 80-71-74-87-82-F3
- Digabung menjadi kode PDU : **0B818071748782F3**

- Cara II

No Ponsel yang dituju : **6281 74778283**

- 0C → ada 12 angka
- 91
- 26-18-47-77-28-38
- Digabung menjadi kode PDU : **0C91261847772838**

## 5. Bentuk SMS

Bentuk-bentuk SMS biasanya dibedakan menjadi tiga tipe yaitu :

0 → 00 → dikirim sebagai SMS

1 → 01 → dikirim sebagai telex

2 → 02 → dikirim sebagai fax

Jadi untuk mengirimkan data dalam bentuk SMS harus digunakan kode PDU 00.

## 6. Skema Encoding Data I/O

Skema encoding SMS yang ada sekarang ini menggunakan 2 bentuk skema encoding yaitu :

a. Skema 7 bit → ditandai dengan angka 0 → 00 (bilangan heksadesimal)

b. Skema 8 bit → ditandai dengan angka yang lebih besar dari 0 kemudian diubah menjadi angka heksadesimal yang sesuai.

Kebanyakan ponsel / SMS Gateway yang ada menggunakan skema 7 bit sehingga harus digunakan kode 00.

## 7. Isi SMS

Header ini terdiri dari 2 subheader, yaitu panjang (jumlah huruf) dan isi yang berupa pasangan bilangan Heksadesimal

Jika menggunakan ponsel/SMS gateway berskema encoding 7 bit maka ketika mengetikkan suatu huruf dari keypadnya berarti telah dibuat 7 angka 1/0 secara berurutan. Skema 7 bit tersebut diperlihatkan oleh tabel 1.

Ada dua langkah yang harus dilakukan untuk mengkonversikan isi SMS ke kode PDU, yaitu :

- Langkah Pertama adalah mengubahnya menjadi kode 7 bit.
- Langkah Kedua adalah mengubah kode 7 bit menjadi 8 bit yang diwakili oleh pasangan heksadesimal.

Pesan “Ada Kejadian!!!” dikodekan menjadi 7 bit default alphabet (*septet*) sehingga harus di-encode menjadi 8 bit (*octet*) untuk mendapatkan deretan kode PDU-nya. Tabel 2 menunjukkan cara pengkodean 7 bit menjadi 8 bit. Dengan demikian hasil konversi kata “Ada Kejadian!!!” menjadi bilangan heksadesimal (kode PDU) adalah :

**0F417218B42CABC3E474D81D0A8500.**

Setelah mendapatkan masing-masing header maupun subheader untuk mengirimkan SMS maka langkah selanjutnya adalah menggabungkan menjadi sebuah PDU yang lengkap. Misalkan untuk mengirimkan kata “Ada Kejadian!!!” ke ponsel dengan nomor 08174778283 melalui SMS-Centre Telkomsel tanpa membatasi jangka waktu validitas SMS maka PDU lengkapnya adalah :

**07912618485400F901000B818071748782F300000F417218B42CABC3E474D81D0A85000**

Tabel 1. Skema encoding 7 bit

					b7	0	0	0	0	1	1	1	1
					b6	0	0	1	1	0	0	1	1
					b5	0	1	0	1	0	1	0	1
b4	b3	b2	b1			0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	0	@	Δ	SP	0	-	P	.	p	
0	0	0	1	1			!	1	A	Q	A	q	
0	0	1	0	2	\$	Φ	“	2	B	R	B	r	
0	0	1	1	3		Γ	#	3	C	S	C	s	
0	1	0	0	4		Λ		4	D	T	D	t	
0	1	0	1	5		Ω	%	5	E	U	E	u	
0	1	1	0	6		Π	&	6	F	V	F	v	
0	1	1	1	7		Ψ	‘	7	G	W	G	w	
1	0	0	0	8		Σ	(	8	H	X	H	x	
1	0	0	1	9		Θ	)	9	I	Y	I	y	
1	0	1	0	10	LF	Ξ	*	:	J	Z	J	z	
1	0	1	1	11			+	;	K	Ä	K	ä	
1	1	0	0	12			,	<	L	Ö	L	ö	
1	1	0	1	13	CR		-	=	M		M		
1	1	1	0	14		β	.	>	N	Ü	N	ü	
1	1	1	1	15			/	?	O		O		

Tabel 2 Pengkodean 7 bit (septet) menjadi 8 bit (octet)

Karakter	Desimal (ASCII)	Septet (7Bit)	Octet (8 Bit)	Hexa
A	65	1000001	11110000	0F
D	100	1100100	10000010	41
A	97	1100001	11100100	72
Spasi	32	0100000	11000000	18
K	107	1001011	10110100	B4
E	101	1100101	10110000	2C
J	106	1101010	10101011	AB
a	97	1100001	11000011	C3
d	100	1100100	11100100	E4
i	105	0101001	11101000	74
a	97	1100001	11011000	D8
n	110	1101110	11110100	1D
!	33	0100001	10100000	0A
!	33	0100001	10000101	85
!	33	0100001	00000000	00

4.4 PDU untuk terima SMS dari SMS-Centre

Header-header yang digunakan untuk menerima SMS dari SMS-Centre hampir sama dengan header yang dipakai untuk mengirim SMS ke SMS-Centre. Delapan header yang dipakai untuk terima SMS adalah :

1. No SMS-Centre
2. Tipe SMS. Untuk menerima SMS digunakan tipe SMS = 4 (heksadesimal = 04)
3. No ponsel pengirim

4. Bentuk SMS
5. Skema encoding
6. Tanggal dan Waktu SMS di stamp di SMS-Centre. Tanggal dan waktu SMS di stamp di SMS-Centre diwakili oleh 12 bilangan heksa (6-pasang) dengan format penulisan, yy/mm/dd hh:mm:ss yang dibalik-balik dalam pasangannya. Misalkan terdapat cuplikan kode PDU yang menunjukkan tanggal dan waktu SMS di stamp di SMS-Centre sebagai berikut:  
301192018454 → 03/11/29 10:48:45 → 29 November 2003 10:48:45 WIB
7. Batas waktu validitas (“00”)
8. Isi SMS

Untuk penerimaan dari kode PDU yang dikirim dapat diterjemahkan sebagai berikut :

**07912618485400F9040C9126184777283800004060501131100002B120** mempunyai arti :

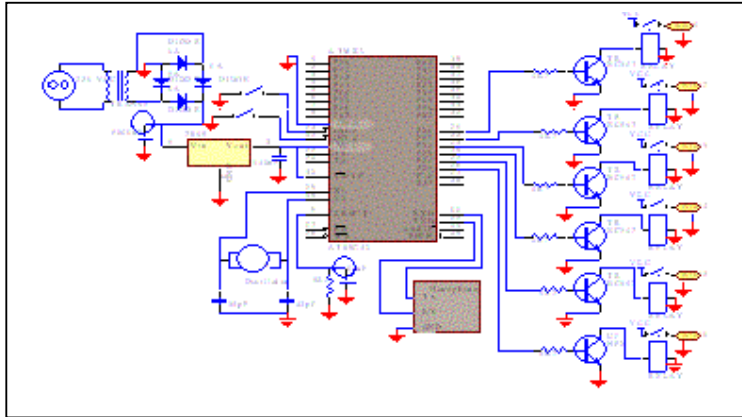
1. SMS tersebut dikirim melalui SMS-Centre +62818445009
2. SMS tersebut merupakan SMS terima
3. SMS tersebut dikirim dengan nomer ponsel 08174778283
4. SMS tersebut diterima dalam bentuk SMS
5. SMS tersebut memiliki skema encoding 7 bit
6. SMS tersebut tidak memiliki batas waktu valid
7. SMS tersebut isinya adalah “1A”

Pesan “1A” yang dikodekan menjadi 7 bit default alphabet (septet) harus terlebih dahulu di-encode menjadi 8 bit (octet). Pada contoh di atas, isi pesan dalam deretan bilangan heksadesimal adalah “B120”. Tabel di bawah ini menunjukkan cara

pendekodean isi SMS dari deretan bilangan heksadesimal menjadi deretan karakter-karakter.

**Tabel 3 Pendekodean 8 bit (*octet*) menjadi 7 bit (*septet*)**

Hexa	Desimal	Octet(8 bit)	Septet (7 bit)	Karakter
B1	49	10110001	0110001	1
20	65	00100000	1000001	A



Gambar 5.  
Hasil rancangan dan pesawat telepon yang digunakan

## 5. KESIMPULAN

1. Penggabungan teknologi selular dengan mikrokontroler bisa dimanfaatkan untuk suatu fungsi khusus seperti sistem kontrol pengamanan.
2. Interface dari handphone ke mikrokontroler AT89C51 dengan memakai konektor handphone untuk menghubungkan Mikrokontroler AT89C51 sehingga alat ini dapat berkomunikasi 2 arah
3. Layanan SMS berupa kode PDU dapat dirubah oleh mikrokontroler menjadi bilangan Hexadesimal, sehingga dapat menjadi input berupa instruksi bagi mikrokontroler.
4. Alur Kerja sistem dimulai dengan pengiriman SMS dari mikrokontroler ke Handphone penerima, kemudian pengiriman SMS oleh handphone penerima ke mikrokontroler untuk mengaktifkan alat yang dihubungkan pada mikrokontroler.
5. Dari hasil percobaan diperoleh unjuk kerja yang baik, dimana proses pengiriman data berjalan lancar sehingga dapat difungsikan untuk sistem pengaman jarak jauh.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Moh. Ibnu Malik, Anistardi, 1997, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler AT89C51*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo
2. Sencer Yeralan, Ashutosh Ahluwalia, 1995, *Programming and Interfacing the 8051 Microcontroller*. Massachussetts : Addison – Wesley Company
3. Albert Paul Malvino, Ph.D, Alih Bahasa : Prof. M. Barmawi, M.O. Tjia, Ph.D. Institut Teknologi

Bandung, 1994, *Aproksimasi Rangkaian Semikonduktor*. Jakarta : Erlangga

4. Ir. S. Reka Rio, Dr. Masamori Iida, 1999, *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta : PT Pradnya Paramita
5. Albert Paul Malvino, Ph. D, Alih Bahasa : M.O. Tjia, Ph.D. Institut Teknologi Bandung, 1993, *Elektronika Komputer Digital*. Jakarta : Erlangga
6. Ibrahim K. F, Penerjemah : Ir. P. Insap santosa, MSc, 1996, *Teknik Digital*. Yogyakarta : Andi
7. Rodney Zaks, Austin Lesea, Penerjemah : Ir. Sofyan. H. Nasution, MSc, 1993, *Teknik Perantaraan Mikroprosesor*. Jakarta : Erlangga
8. John E. Cunningham, 1997, *Electronic Intrusion Alarms*. ST. Indianapolis : Howard W. Sams & Co., Inc.
9. P. H. Smale, Penerjemah : Ir. Chris Timoteu, 1986, *Sistem Telekomunikasi I*. Jakarta : Erlangga
10. Ir. Suhana, Shigeki Shoji, 1994, *Buku Pegangan Teknik Telekomunikasi*. Jakarta : PT Pradnya Paramita