

RANCANG BANGUN PENGAMAN MOBIL BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51 DENGAN APLIKASI TELEPON SELULER SEBAGAI INDIKATOR ALARM

Bambang Tri Wahyu Utomo, S.Kom
Pri Hadi Wijaya

ABSTRAKSI

Disini akan dibahas mengenai sebuah pengaman mobil yang memanfaatkan *mikrokontroler AT89S51* untuk mengendalikan rangkaian alat pengaman mobil itu sendiri. Peralatan yang dikendalikan oleh mikrokontroler AT89S51 yaitu berupa rangkaian kunci setir, mesin, *alarm* dan *sensor*. Pembuatan alat ini digunakan untuk mengurangi tindak pencurian yang terjadi pada saat kita memarkir mobil ketika tidak memakainya, dan pada saat itu kita tidak bisa memantau keberadaan mobil secara langsung. Untuk itu pembuatan alat ini diharapkan bisa untuk mengurangi resiko mobil hilang karena tindak pencurian

Sebuah *keypad* digunakan untuk memberikan *inputan* pada *mikrokontroler* untuk diterjemahkan menjadi output yang digunakan untuk mengendalikan rangkaian alat pengaman mobil, rangkaian alat pengaman mobil ini dikendalikan melalui kaki *pin mikrokontroler* yang terhubung dengan *driver relay* yang terhubung juga dengan rangkaian pengaman mobil (mesin, kunci setir, *sensor* dan mesin).

Selain *keypad* juga digunakan sebuah *hanphone* dalam rangkaian *alarm* untuk melakukan panggilan (*misscall*) apabila terjadi pengrusakan pada rangkaian kunci setir (*sensor*), *sensor* ini terlelak dirangkaian kunci setir dimana apabila rangkaian kunci setir dirusak maka akan mengaktifkan *sensor* yang akan menjadi inputan pada *mikrokontroler*. *Inputan* ini akan diterjemahkan menjadi *output* berupa pengaktifan *alarm* yang berupa *handphone* untuk melakukan panggilan kenomer kita yang sudah disimpan didalam memori *handphone*.

Kata kunci : mikrokontroler, AT89S51, alarm, sensor, input, output, keypad handphone, miscall.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan hidup merupakan hal yang sangat penting, khususnya pemenuhan kebutuhan pokok. Sejak Indonesia mengalami krisis moneter ditambah dengan kenaikan harga barang serta sulitnya lapangan pekerjaan, pemenuhan kebutuhan hidup sulit terpenuhi sehingga menyebabkan banyak terjadi tindak kriminal. Dewasa ini tindak kriminal yang sering terjadi adalah pencurian kendaraan bermotor (*curanmor*). Tentunya hal ini meresahkan masyarakat, dan perlu untuk dicari pemecahan dari masalah ini. Salah satu pencegahan tindak pencurian kendaraan bermotor ini adalah dengan menggunakan alat yang memanfaatkan teknologi yang ada sekarang ini. Alat ini berfungsi sebagai pengamanan mobil dengan menggunakan mikrokontroler, keypad dan sinyal telepon seluler. Selain pada mobil, alat ini juga dapat diimplementasikan pada jenis kendaraan bermotor yang lainnya. Contoh sepeda motor.

2. Rumusan Masalah

- Bagaimana mewujudkan suatu pengaman mobil yang mampu untuk mengurangi tindak pencurian.
- Bagaimana merancang perangkat keras alat pengaman mobil menggunakan mikrokontroler serta dengan media telepon seluler

- c. Bagaimana membuat perangkat lunak alat pengaman mobil menggunakan mikrokontroler serta dengan media telepon seluler

3. Batasan Masalah

- a. Tidak membahas komunikasi data dan pensinyalan telepon seluler.
- b. Tidak membahas sistem mekanik mobil secara keseluruhan, hanya pengaktifan mesin mobil.
- c. Tidak membahas catu daya
- d. Tidak membahas program.

4. Tujuan

- a. Mengembangkan dan meningkatkan keterampilan serta kreatifitas diri sesuai dengan pengetahuan yang diperoleh.
- b. Menambah wawasan, pengetahuan dan pengalaman sebagai generasi yang dididik untuk nantinya terjun dalam masyarakat terutama di lingkungan teknologi komputerisasi.

5. Metode Penelitian

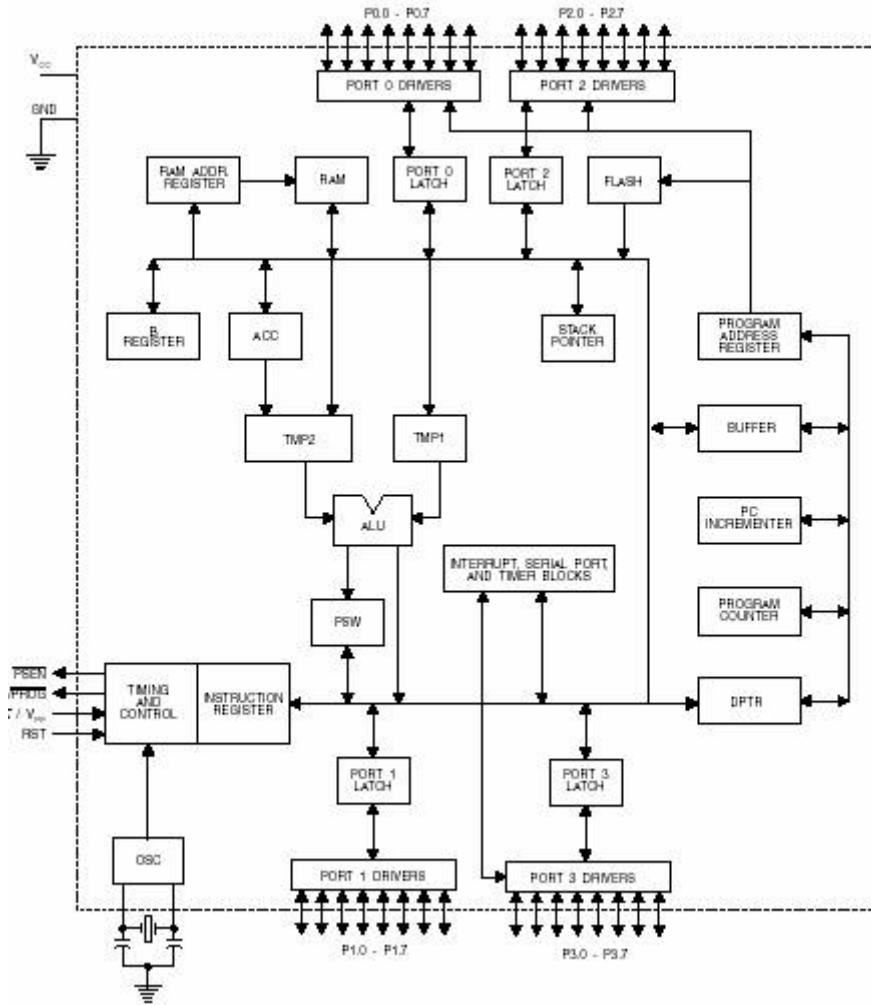
- a. Metode kepustakaan, yaitu penulis melakukan studi literatur tentang permasalahan yang ada melalui perpustakaan dan internet.
- b. Metode percobaan, yaitu penulis melakukan berbagai percobaan yang berkaitan dengan peralatan yang penulis buat di laboratorium Hardware.
- c. Metode perencanaan dan perancangan alat, yaitu penulis membuat alat dengan menggabungkan berbagai data dan rangkaian yang penulis dapatkan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Mikrokontroler AT89S51

Sebagai pusat pengolah data digunakan mikrokontroler AT89S51. Mikrokontroler AT89S51 yang diproduksi oleh ATMEL Company merupakan salah satu anggota keluarga dari MCS-51. IC jenis ini berorientasi pada kontrol yang dapat diprogram ulang. Mikrokontroler AT89S51 mempunyai karakteristik utama sebagai berikut:

- a. CPU dengan lebar data 8 bit
- b. Prosesor Boole untuk operasi logika 1 bit
- c. Ruang memori program sebesar 64 *kbyte*
- d. Ruang memori data sebesar 64 *kbyte*
- e. EPROM sebesar 4 *kbyte* untuk memori program pada *chip*
- f. RAM sebesar 256 *byte* untuk memori data pada *chip*
- g. 32 jalur bidirectional (dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran) dan setiap jalur bit dapat dialamati
- h. 2 buah *counter/timer* 16 bit
- i. UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) full duplex
- j. 5 jalur interupsi dengan 2 tingkat prioritas yang dapat diprogram
- k. Osilator internal terdapat dalam *chip*



Gambar Diagram Blok MCS-51 Sumber : Atmel, 1997 : 4 – 30

Tabel Deskripsi pin

Nomor Pin	Nama Pin	AIternatif	Keterangan
20	GND		Ground
40	VCC		Power Supply
32...39	P0.7...P0.0	D7...D0 & A7...A0	Port 0 dapat berfungsi sebagai I/O biasa, <i>low order multiplex address/data</i> ataupun menerima kode byte pada saat <i>Flash Programming</i> Pada fungsi sebagai I/O biasa port ini dapat memberikan <i>output sink</i> ke delapan buah TTL Input atau dapat diubah sebagai input dengan memberikan logika 1 pada port tersebut Pada fungsi sebagai <i>low order multiplex address/data</i> port ini akan mempunyai <i>internal pull up</i> Pada saat <i>Flash Programming</i> diperlukan <i>external pull up</i> terutama pada saat verifikasi program

1...8	P1.0...P1.7		<p>Port 1 berfungsi sebagai I/O biasa atau menerima low order address bytes selama pada saat Flash Programming</p> <p>Port ini mempunyai internal pull up dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1</p> <p>Sebagai output port ini dapat memberikan output sink keempat buah input TTL</p>
21...28	P2.0...P2.7	A8...A15	<p>Port 2 berfungsi sebagai I/O biasa atau high order address, pada saat mengakses memory secara 16 bit (Movx @Dptr)</p> <p>Pada saat mengakses memori secara 8 bit, (Mov @Rn) port ini akan mengeluarkan isi dari P2 Special Function Register</p> <p>Port ini mempunyai internal pull up dan berfungsi sebagai input dengan memberikan logika 1</p> <p>Sebagai output, port ini dapat memberikan output sink keempat buah input TTL</p>
10...17		Port 3	<p>Sebagai I/O biasa Port 3 mempunyai sifat yang sama dengan Port 1 maupun Port 2. Sedangkan sebagai fungsi spesial port-port ini mempunyai keterangan sebagai berikut:</p>
10	P3.0	RXD	Port Serial Input
11	P3.1	TXD	Port Serial Output
12	P3.2	INT0	Port External Interrupt 0
13	P3.3	INT1	Port External Interrupt 1
14	P3.4	T0	Port External Timer 0 Input
15	P3.5	T1	Port External Timer 1 Input
16	P3.6	WR	External Data Memory Write Strobe
17	P3.7	RD	External Data Memory Read Strobe
9	RST		Reset akan aktif dengan memberikan input high selama 2 cycle
30	ALE	PROG	<p>Pin ini dapat berfungsi sebagai Address Latch Enable (ALE) yang me-latch low byte address pada saat mengakses memori eksternal.</p> <p>Sedangkan pada saat Flash Programming (PROG) berfungsi sebagai pulse input untuk Pada operasi normal ALE akan mengeluarkan sinyal clock sebesar 1/16 frekwensi oscillator kecuali pada saat mengakses memori eksternal Sinyal clock pada pin ini dapat pula didisable dengan men-set bit 0 dari Special Function Register di alamat 8EH</p> <p>ALE hanya akan aktif pada saat mengakses memori eksternal (MOVX & MOV C)</p>
29	PSEN		Pin ini berfungsi pada saat mengeksekusi program yang terletak pada memori eksternal. PSEN akan aktif dua kali setiap cycle

31	EA	VP	Pada kondisi low, pin ini akan berfungsi sebagai EA yaitu mikrokontroler akan menjalankan program yang ada pada memori eksternal setelah sistem di-reset. Jika berkondisi high, pin ini akan berfungsi untuk menjalankan program yang ada pada memori internal. Pada saat Flash Programming pin ini akan mendapat tegangan 12 Volt (VP)
19	XTAL1		Input Oscillator
18	XTAL2		Output Oscillator

Sumber : Nalwan, 2003 :2

Perbedaan mendasar antara berbagai tipe mikrokontroler keluarga MCS-51 terletak pada kapasitas memori RAM dan ROM internal.

2. Organisasi Memori AT89S51

a. Memori data internal

Pada mikrokontroler AT89S51 terdapat internal memori data yang dialamatkan dengan lebar 1 byte. Lower 128 (00H-7FH) terdapat pada semua anggota MCS-51. Pada lower 128 lokasi memori terbagi atas 3 bagian :

1. *Register Bank 0 - 3 :*
32 byte terendah terdiri dari 4 kelompok (bank) register, di mana masing-masing kelompok register itu berisi 8 register 8 bit (R₀ - R₇) yang masing-masing kelompok register dapat dipilih melalui register PSW (*Program Status Word*).
2. *Bit Addressable*
16 bit diatas kelompok register tersebut membentuk suatu lokasi blok memori yang dapat dialamati mulai dari 20H sampai 2FH.
3. *Scratch Pad Area*
Dimulai dari alamat 30H sampai 7FH yang digunakan untuk inisialisasi alamat bawah dari *stack pointer*.

b. Memori Data Eksternal

Untuk mengakses memori program eksternal, pin EA dihubungkan ke *ground*. 16 jalur input/output (pada port 0 dan port 2) difungsikan sebagai bus alamat. Port 0 mengeluarkan alamat rendah (A₀ - A₇) dari pencacah program (*Program Counter*).

3. Masukan dan keluaran Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 dilengkapi dengan 4 buah *port* dua arah (*bidirectional*) untuk saluran masukan dan keluaran masing-masing sebesar 8 bit. Saluran-saluran ini juga dapat dialamati per bit. Port 1 dan port 3 berfungsi sebagai saluran masukan/keluaran multi fungsi. Jika dibutuhkan port 3 mempunyai fungsi khusus seperti yang ditunjukkan pada Tabel.

Tabel Fungsi Khusus Port 3

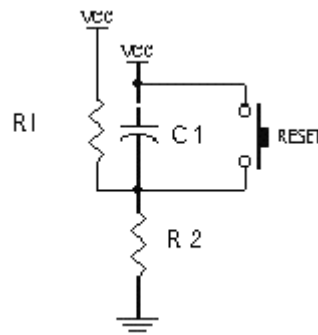
Nama Pin	Fungsi Khusus
Port 3.0	RxD (port masukan serial)
Port 3.1	TxD (port keluaran serial)

Port 3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (masukan interupsi eksternal 0)
Port 3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (masukan interupsi eksternal 1)
Port 3.4	T0 (masukan pewaktu eksternal 0)
Port 3.5	T1 (masukan pewaktu eksternal 1)
Port 3.6	$\overline{\text{WR}}$ (sinyal tulis memori data eksternal)
Port 3.7	$\overline{\text{RD}}$ (sinyal baca memori data eksternal)

Sumber : Atmel, 1997 : 4 – 31

4. Reset

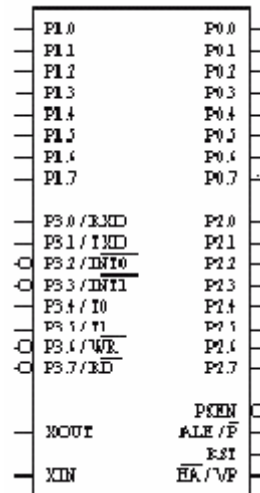
Reset dilaksanakan dengan memberikan logika *high* paling sedikit dua siklus mesin (24 periode osilator) pada penyemat RST pada saat *osilator* sedang berjalan. Mikrokontroler akan memberikan respons dengan membangkitkan sinyal reset internal, yang akan mereset kerja keseluruhan mikrokontroler serta mereset seluruh register yang terdapat dalam mikrokontroler. Rangkaian *Power On Reset* ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar Rangkaian reset
 Sumber : Nalwan, 2003 :28

5. Konfigurasi Pin

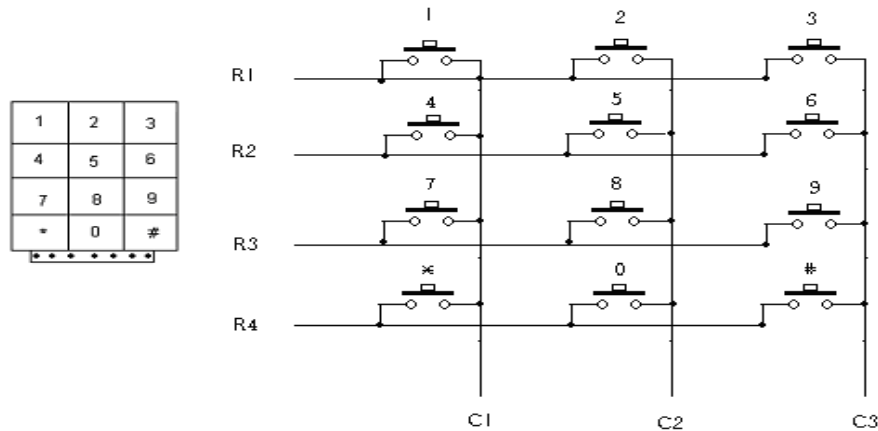
Mikrokontroler AT89S51 mempunyai 40 pin, susunan masing-masing pin dapat dilihat pada Gambar dibawah ini:



Gambar Susunan pin pada AT89S51
 Sumber : Atmel, 1997 : 4- 29

6. Keypad

Cara kerja keypad adalah dengan menekan tombol satu persatu sesuai dengan angka yang diinginkan. Misalkan tekan tombol angka 1, maka yang aktif adalah angka 1. begitu juga dengan cara kerja tombol-tombol yang lain.



Gambar Keypad

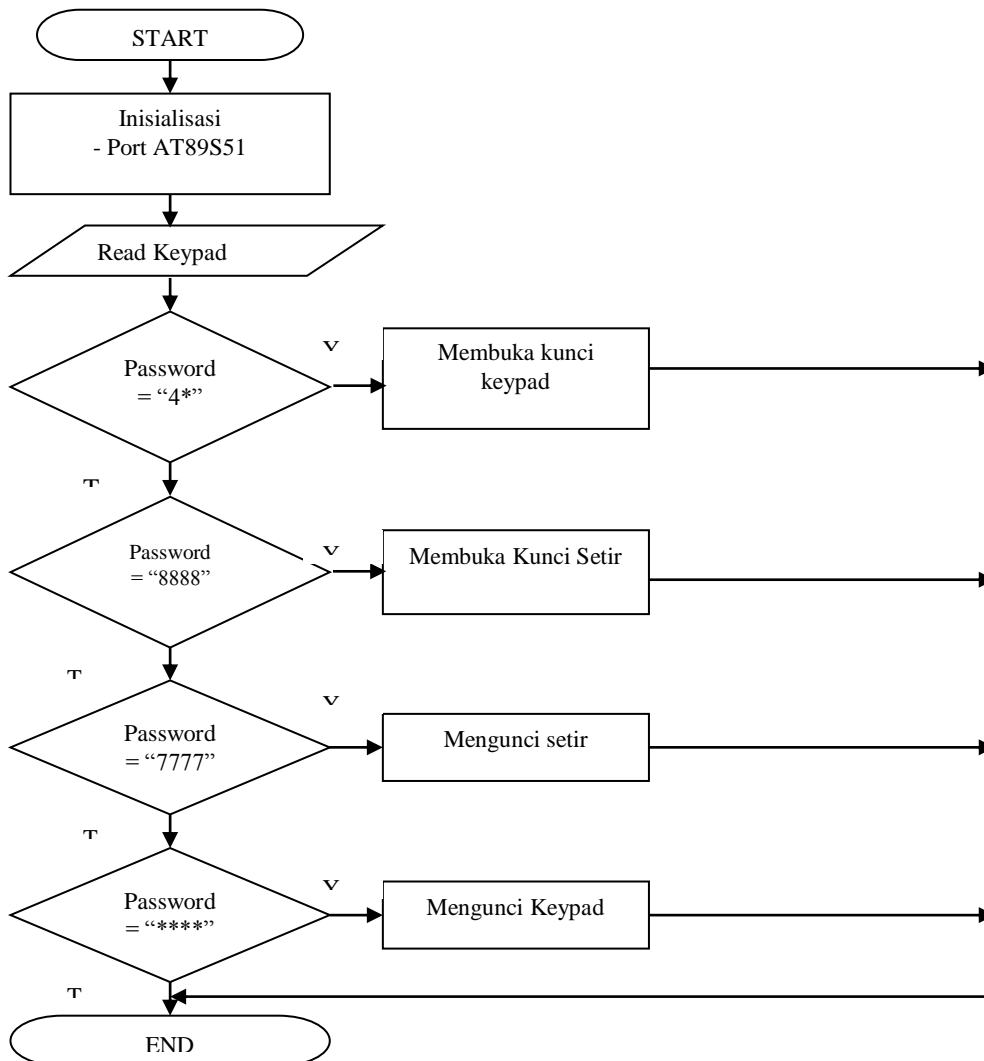
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

1. Blok Diagram

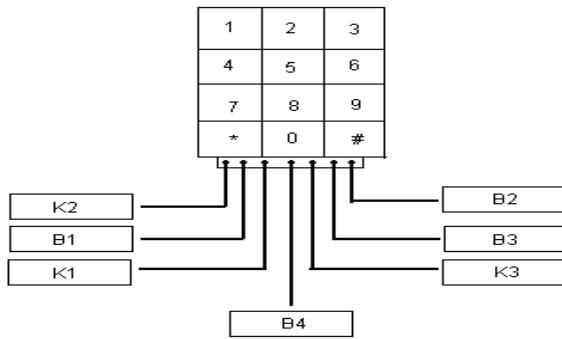


Gambar Blok diagram perancangan alat

2. FlowChart Cara Kerja Pengaman Mobil



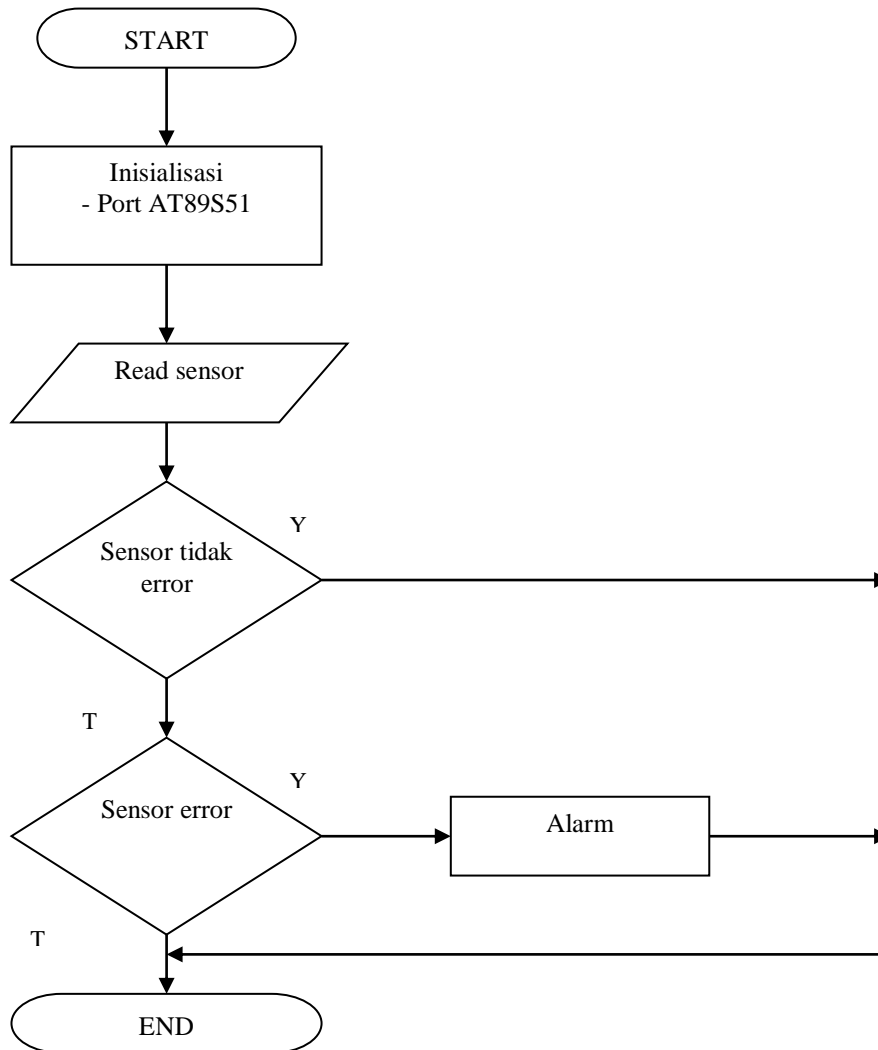
3. Keypad



NO	Kaki keypad	Pin
1	B1	P2.0
2	B2	P2.1
3	B3	P2.2
4	B4	P2.3
5	K1	P2.4
6	K2	P2.5
7	K3	P2.6

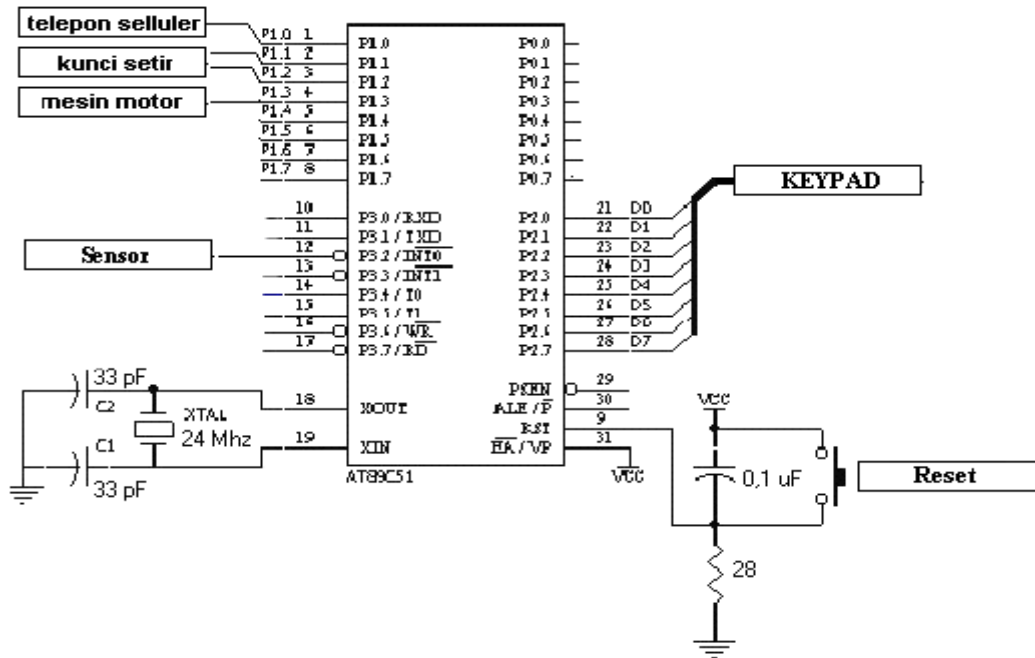
Gambar Perancangan keypad

4. FlowChart Cara Kerja Sensor



5. Mikrokontroler

Mikrokontroler berfungsi untuk merespon dan mengolah data yang berasal dari input. Input mikrokontroler berupa keypad dan sensor. Sedangkan outputnya berupa telepon seluler, kunci setir, dan mesin. Perancangan program mikrokontroler untuk mengolah input dari keypad sebagai password untuk mengaktif atau tidaknya kunci setir sedangkan input sensor digunakan untuk mengaktifkan alarm (telepon seluler) dan memutuskan arus ke mesin. Pada program dengan sensor digunakan sistem interupsi karena aktif tidaknya sensor tidak dapat ditentukan atau hanya terjadi sewaktu-waktu.

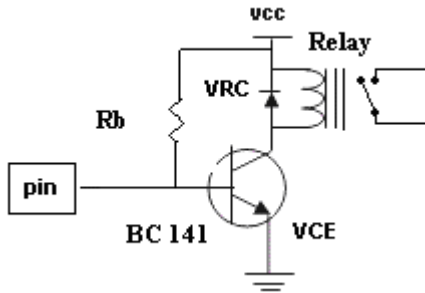


Gambar Perancangan mikrokontroler

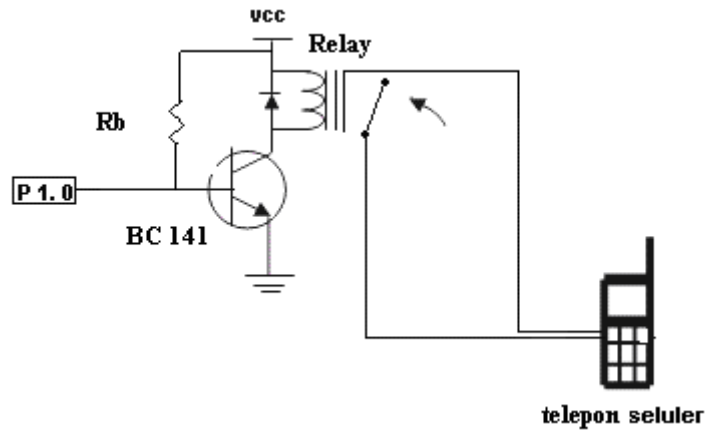
PIN	FUNCSI
P1.0	telepon seluler
P1.1	Kunci Setir
P1.3	Kunci Setir
P1.2	Mesin
P2	Keypad
P3.2	Sensor

Tabel Pin mikrokontroler dan aplikasi

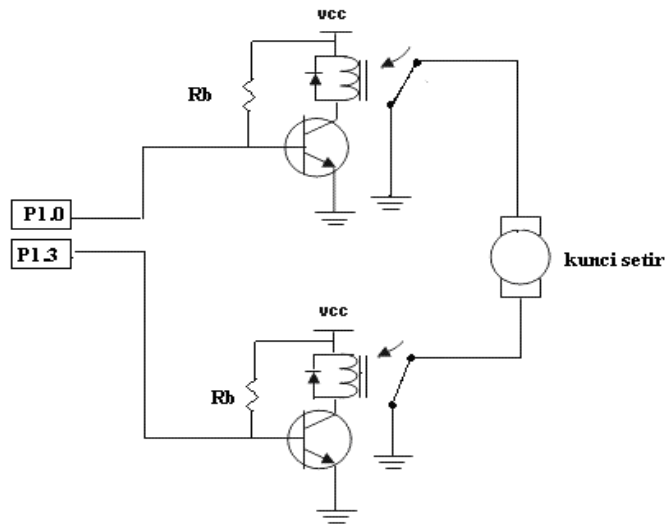
6. Antarmuka Mikrokontroler Dengan Rangkaian Driver Relay



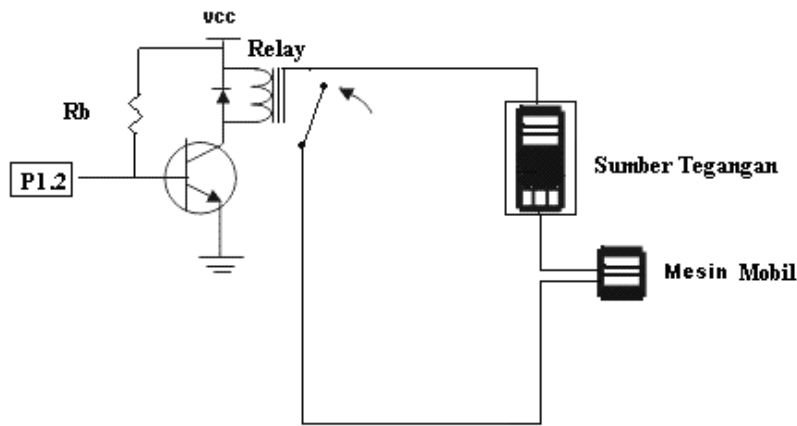
Gambar Antarmuka mikrokontroler dengan rangkaian driver relay



Gambar Aplikasi relay untuk telepon seluler

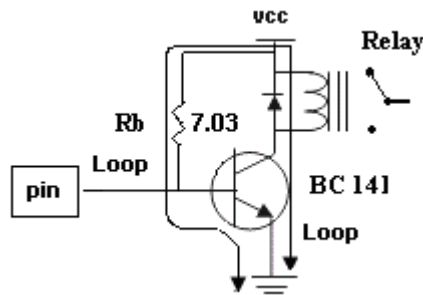


Gambar Antarmuka Mikrokontroler dengan rangkaian kunci setir



Gambar Antarmuka mikrokontroler dengan rangkaian mesin

Spesifikasi relay yang dibutuhkan adalah sebagai berikut tegangan $12V_{DC}$ dan arus sebesar 50 mA. Pada rangkaian yang ditunjukkan pada gambar Aplikasi relay untuk telepon seluler diatas arus pada relay merupakan arus kolektor (I_C) sehingga I_C dirancang sebesar arus relay 50mA. Karena tipe transistor BC141 memiliki nilai penguatan (h_{fe}) sebesar 63 kali yang ditunjukkan Tabel Referensi BC 141, maka membutuhkan I_B sebesar 0,79 mA.



Gambar Rangkaian driver pada saat pin berlogika 1

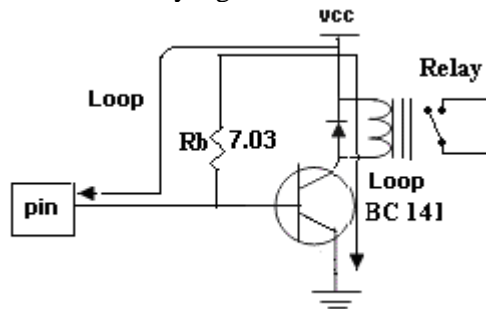
Sesuai dengan Gambar Antarmuka mikrokontroler dengan rangkaian driver relay diatas, maka analisa pin mikrokontroler pada kondisi 1 (high) [$I_{OH} = 60 \mu A$; $V_{OH} = 2,4V$] maka I_B merupakan $I_{OH} + I_{RB}$ sehingga I_{RB} yang dibutuhkan sebesar 0.79 mA. 0.79 mA diperoleh dari $I_C = I_B \cdot h_{fe}$. Untuk menentukan nilai R_B diperoleh dari persamaan :

$$V_{CC} = I_B \cdot R_B + V_{BE} \quad [V_{BE} = 0,7V]$$

$$R_B = 5 / 0.79 + 0.7$$

$$= 7.03 \text{ ohm}$$

Dari perhitungan di atas maka nilai R_B yang dibutuhkan sebesar 7.03 ohm.



Gambar Rangkaian driver relay pada saat pin berlogika 0

maksimum arus yang masuk pada pin berlogika 0 tidak boleh lebih dari 10mA. Sedangkan analisa pada saat pin mikrokontroler pada kondisi 0 (low) [$V_{OL} = 0,24V$; $I_{maks} = 10mA$] yang ditunjukkan pada Gambar diatas adalah sebagai berikut:

Dengan menggunakan persamaan :

$$V_{CC} = I_{RB} \cdot R_B + V_{OL}$$

$$5 = I_{RB} \cdot 7.03 + 0,24V$$

$$I_{RB} = \frac{5 - 0,24}{7.03} = 0,95 \text{ mA}$$

Dari perhitungan diatas nilai I_{RB} diperoleh sebesar 0.95 mA. Dengan nilai 0.95 mA maka arus ini tidak merusak pin mikrokontroler karena kelebihan arus.

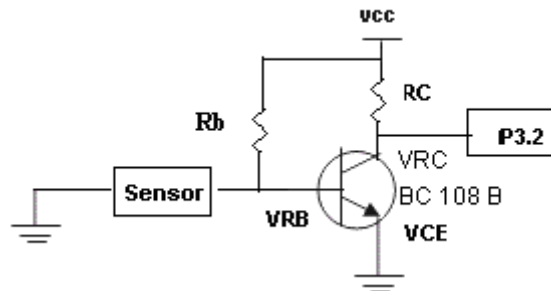
Tabel Referensi BC 141

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	-	-	80	V
	BC140				100	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	-	-	40	V
	BC141				60	V
I_{CM}	peak collector current		-	-	1.5	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{case} \leq 45^\circ C$	-	-	3.7	W
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 100 \text{ mA}; V_{CE} = 1 \text{ V}$	63	100	180	
	BC140-10; BC141-10				250	
f_T	transition frequency	$I_C = 50 \text{ mA}; V_{CE} = 10 \text{ V}; f = 100 \text{ MHz}$	50	-	-	MHz

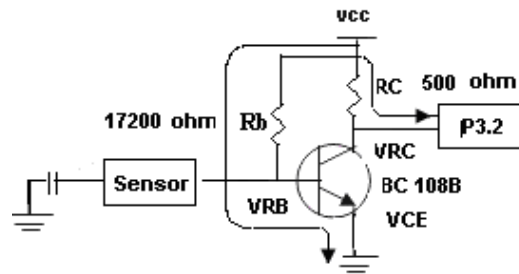
Sumber : Atmel, 1997 : 4 – 31

7. Antarmuka Mikrokontroler Dengan Rangkaian Sensor



Gambar Antarmuka mikrokontroler dengan rangkaian sensor.

Antarmuka mikrokontroler dengan rangkaian Sensor yaitu apabila rangkaian ground yang ada di basis pada Gambar 3.12 diputus maka hal ini akan memberikan inputan berupa logika 0 pada port 3.2 untuk melakukan interupsi yang digunakan untuk mengaktifkan alarm yang ada pada port p1.0.



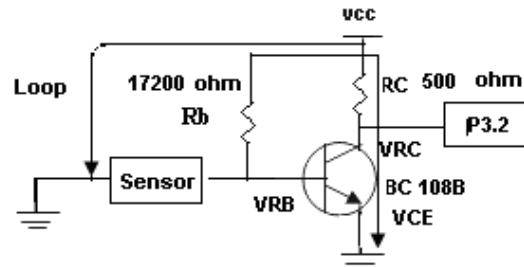
Gambar Rangkaian sensor ketika aktif.

Dalam hal ini rangkaian sensor akan menghasilkan logika 0 apabila nilai $V_{P.32} = V_{CE}$ (bernilai 0). nilai ini akan diperoleh dari:

$$\begin{aligned} V_{CC} &= V_C + V_{CE} \\ 5 &= I_C \cdot R_C + 0 \\ 5 &= 0.01 \cdot R_C + 0 \\ R_C &= 500 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{CC} &= V_B + V_{BE} \\ 5 &= I_B \cdot R_B + 0.7 \\ 5 &= (0.25 \cdot 10^{-4}) \cdot R_B + 0.7 \\ R_B &= 17200 \text{ ohm} \end{aligned}$$

Jadi agar diperoleh $V_{CC} = V_{CE}$, maka perlu dicari besar R_C dan R_B dengan cara menggunakan persamaan diatas.



Gambar Rangkaian sensor ketika tidak aktif

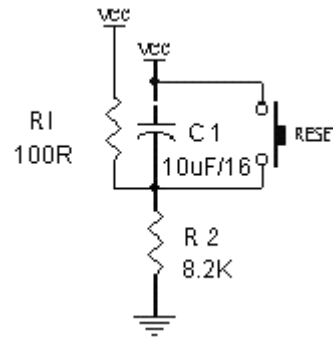
Pada gambar diatas arus mengalir dari VCC ke ground yang ada pada rangkaian sensor Sehingga pin P3.2 tidak aktif (sensor dalam keadaan tidak aktif).

Tabel Referensi BC 108B

Maximum Ratings							Electrical Characteristics (Ta=25°C, Unless Otherwise Specified)																	
Type No.	V _{CEO} (V)	V _{CE0} (V)	V _{EB0} (V)	P _D (W)	I _C (A)	I _{CM} (A)	I _{CEO} (μA)	V _{CB} (V)	I _{CES} (μA)	V _{CE} (V)	h _{FE}	β	I _C (mA)	V _{CE} (V)	V _{CE(SAT)} (V)	V _{BE(SAT)} (V)	I _C (mA)	C _{ob} (pF)	f _T (MHz)	θ	I _C (mA)	t _{on} (ns)	NF @ Freq (dB)	
	Min	Min	Min	@Tc=25°C			Max	Max	Max	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Min	Max	Min	Max	Typ	Max	Max	Max	
BC108	30	25	5	0.6	0.2		0.015	25			110	800	2	5	0.6	1.05	100	4.5	150	300	10		10	0.001
BC108A	30	25	5	0.6	0.2		0.015	25			110	220	2	5	0.6	1.05	100	4.5	150	300	10		10	0.001
BC108B	30	25	5	0.6	0.2		0.015	25			40	200	0.01	5	0.6	1.05	100	4.5	150	300	10		10	0.001
BC108C	30	25	5	0.6	0.2		0.015	25			100	450	0.01	5	0.6	1.05	100	4.5	150	300	10		10	0.001

Sumber : Atmel, 1997 : 4 – 31

8. Antarmuka Mikrokontroler Dengan Rangkaian Reset



Gambar Rangkaian reset

Prinsip kerja reset terjadi dengan adanya logika 1 selama minimal 2 cycle pada kaki reset. Setelah kaki reset kembali low, mikrokontroler menjalankan alamat dari 0000H. Kondisi pada internal RAM tidak terjadi perubahan selama reset. Pada rangkaian gambar Jika tombol reset ditekan reset akan bekerja secara manual, aliran arus akan mengalir dari VCC melalui R1 menuju kaki reset. tegangan pada kaki reset atau VR2 akan berubah menjadi

$$\begin{aligned} VR2 &= 8.2K.5V \ / \ 100R + 8.2K \\ &= 4.94 \text{ volt} \end{aligned}$$

Tegangan pada kaki reset menyebabkan kaki ini berlogika 1 pada saat saklar tersebut ditekan. Saat tombol reset dilepas, aliran arus dari dari VCC melauai R1 akan terhenti dan tegangan pada kaki RST akan turun menuju ke nol sehingga kaki ini berubah menjadi 0 dan proses reset selesai.

PENUTUP

1. Kesimpulan

- Pengaman mobil ini berfungsi jika tidak ada salah satu rangkaian yang error atau rusak.
- Untuk membuat alat ini dibuthkankan pemilihan komponen-komponen penunjang sesuai dengan perhitungan yang telah ditetapkan (baku).
- Masing-masing rangkaian (rangkain mesin, kunci setir, rangkaian sensor dan telepon selluler) akan bekerja atau aktif dengan menekan tombol keypad sesuai dengan masing-masing kode yang dipilih, atau sesuai inputan dari rangkaian sensor.
- Alat ini lebih bagus digunakan diwilayah yang dekat dengan sumber pemancar sinyal telepon selluler untuk menghindari seringnya trobel yang disebabkan pengaruh cuaca atau faktor alam lainnya.
- Selain itu kelemahan alat ini yaitu terletak pada alarm, jika tidak ada sinyal atau trobel pada jaringan sinyal telepon seluler maka sistem pemanggil (Misscall) tidak berfungsi dengan optimal.

2. Saran

- Jika ingin mengaplikasikan alat ini adalah yaitu harus benar-benar teliti dan melakukan uji coba yang berulang-ulang guna memastikan bahwa alat ini sudah dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan harapan.
- Selain itu port – port yang masih belum dipakai dapat digunakan dan dikembang untuk aplikasi lainnya.
- Sistem Penggunaan Sinyal telepon seluler dapat dikembangkan menggunakan sistem *GPRS* (Global Packet Radio Sistem).

DAFTAR PUSTAKA

- KF Ibrahim. 2002. *Teknik DIGITAL*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Paulus Andi Nalwan. 2003. *Teknik Antarmuka Dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*. Penerbit PT. ELEX MEDIA KOMPUTINDO. Jakarta.
- Sumisjokartono. 1993. *Elektronika Praktis*. Penerbit PT. ELEX MEDIA KOMPUTINDO. Jakarta.
- Seiko Instruments. 1987. *Liquid Crystal Display Module TM162ABC6 User Manual*.
- Wasito S. 1997. *DATA SHEET BOOK 1 Data IC Linier, TTL dan CMOS*. Penerbit PT. ELEX MEDIA KOMPUTINDO. Jakarta.
- <http://www.bengkelprogram.com>
- <http://www.elektroindonesia.com>
- <http://www.epanorama.com>
- <http://www.epanorama.com>
- <http://www.mytutorialcafe.com>
- <http://www.sumpahpalapa.com>
- http://www.polinpdg.ac.id/duelike/data/mega_jaya.pdf