

APLIKASI MIKROKONTROLER AT89C51 UNTUK KEAMANAN RUANGAN PADA RUMAH CERDAS

Oleh: Utis Sutisna (L2F099647)

Abstrak — Rumah merupakan satu diantara banyak kebutuhan yang harus dipenuhi oleh setiap individu. Pengembangan rumah modern yang cerdas diharapkan mampu memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pemiliknya.

Pada Tugas Akhir ini dibuat prototip rumah untuk mensimulasikan penerapan sistem keamanan ruangan berbasis mikrokontroler AT89C51 dengan menggunakan modul sensor kartu untuk mengaktifkan kunci elektronik dan menggerakkan pintu otomatis, sensor pyroelectric untuk mendeteksi gerakan dalam ruangan, serta komunikasi serial dengan komputer pemantau.

Hasil pengujian dan analisa menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Sensor pyroelectric akan aktif (enable) selama tidak terbaca kartu dan password yang benar, sehingga akan mendeteksi adanya perubahan energi panas akibat adanya gerakan suatu obyek (manusia) yang masuk tanpa melalui prosedur yang benar, yang kemudian akan mengaktifkan alarm. Pintu otomatis akan terbuka dan sensor pyroelectric menjadi tidak aktif (disable) jika kartu dan password yang terbaca adalah benar. Masing-masing kartu yang digunakan mempunyai password yang berbeda-beda. Untuk pemantauan, mikrokontroler melakukan pengiriman data dengan komunikasi serial ke komputer pemantau untuk mengetahui status alarm dan sensor pyroelectric, serta kode kartu yang terbaca melalui modul sensor kartu.

Kata Kunci: modul sensor kartu, password, pintu otomatis, sensor pyroelectric.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah merupakan salah satu dari kebutuhan yang harus dipenuhi oleh setiap manusia. Untuk mewujudkan sebuah rumah yang aman maka diperlukan sistem keamanan yang mampu memberikan jaminan keamanan dan kenyamanan bagi pemiliknya baik saat berada di rumah maupun di luar rumah. Sistem keamanan terpadu yang diterapkan pada rumah tersebut diharapkan akan mampu mengantisipasi terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan oleh pemilik rumah, seperti pencurian dan sebagainya, secara efektif dan efisien.

Dalam Tugas Akhir ini digunakan sistem pengendali berbasis mikrokontroler AT89C51 untuk sistem keamanan ruangan dalam rumah. Mikrokontroler AT89C51 ini telah banyak digunakan dalam dunia pendidikan dan industri. Selain mudah didapat dan harganya yang relatif murah, kinerja mikrokontroler AT89C51 juga dapat diandalkan seperti mikrokontroler-mikrokontroler lainnya.

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah membuat sebuah *plant* prototip rumah dengan sistem otomatisasi pada pintu dan detektor gerakan manusia pada ruangan sebagai sistem keamanannya. Dengan demikian diharapkan mampu memberikan kontribusi positif bagi sebuah desain rumah yang lebih modern dan terjamin keamanan dan kenyamanannya.

1.3 Pembatasan Masalah

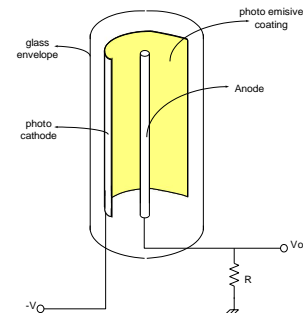
Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

- Alat yang dibuat merupakan simulasi sistem keamanan rumah berupa otomatisasi pintu dengan menggunakan modul sensor kartu, kunci elektronik dan motor penggerak, dan pendeteksi gerakan dalam ruangan.
- Sensor pendeteksi gerakan yang digunakan adalah sensor inframerah pasif *pyroelectric* dengan asumsi bahwa temperatur ruangan relatif stabil, gerakan udara relatif tenang dan tidak ada sumber energi atau panas dalam ruangan tersebut.

II. DASAR TEORI

2.1 Detektor Fotodioda

Sambungan pn dari beberapa jenis dioda sensitif terhadap radiasi elektromagnetik yang mengenai sambungan. Kepekaan ini biasanya dalam bentuk karakteristik I-V dari sambungan yang mengubah arus pembawa (*current carriers*). Dioda khusus yang memungkinkan sambungan pn bereaksi saat dikenai radiasi elektromagnetik digunakan sebagai detektor cahaya. Pada umumnya, sambungan tersebut sangat kecil dan membutuhkan penggunaan lensa untuk memfokuskan radiasi ke sambungan dioda. Keuntungan yang paling penting dari dioda ini adalah pada respon waktu yang cepat. Sebagian besar fotodioda memiliki konstanta waktu mendekati 1 μ s, tapi beberapa jenis fotodioda umumnya mempunyai konstanta waktu yang kurang dari 1 ns.



Gambar 2.1 Fotodioda.

2.2 Sensor Inframerah

Radiasi inframerah tidak dapat dilihat tetapi dapat dideteksi. Obyek-obyek yang menghasilkan panas juga menghasilkan radiasi inframerah dan obyek-obyek tersebut meliputi antara lain hewan dan tubuh manusia.

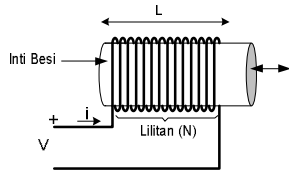
Sensor inframerah mendeteksi beda energi yang dipancarkan tubuh dengan lingkungan. Keluaran sensor akan diolah oleh pengkondisi sinyal sehingga dapat diterima oleh pengontrol setelah terlebih dahulu melalui pengubah sinyal analog ke sinyal digital. Hasil olah data oleh pengontrol dipakai untuk mengendalikan alarm.

Pada perancangan Tugas Akhir ini, digunakan detektor untuk mendeteksi gearakan tubuh manusia, yaitu sensor inframerah pasif *pyroelectric*.

Sensor ini memiliki beberapa kelebihan antara lain adalah tidak mengeluarkan cahaya, sehingga dalam operasinya tidak diketahui oleh orang yang terdeteksi, harga sensor relatif rendah, konsumsi daya rendah sehingga dapat dioperasikan dengan catu baterai.

2.3 Solenoida

Gambar 2.2. memperlihatkan kontruksi solenoida.



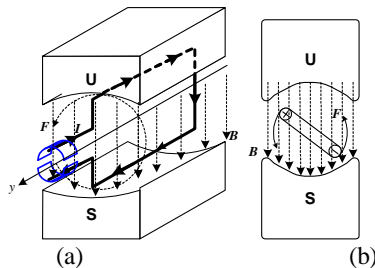
Gambar 2.2 Solenoida.

Pada inti besi dari solenoida tersebut akan timbul induksi magnetik yang menyebabkan adanya gaya yang menggerakkan inti besi tersebut.

2.4 Motor DC

Prinsip dasar dari motor arus searah adalah kalau sebuah kawat berarus diletakkan antara kutub magnet (U-S), maka pada kawat itu akan bekerja suatu gaya yang menggerakannya.

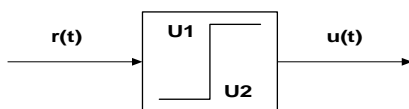
Gambar 2.3 menunjukkan sketsa sederhana dari motor dc.



Gambar 2.3 (a) Belitan berarus terletak dalam medan magnet, (b) Arah putaran pada kumparan berarus dalam medan magnet.

2.5 Sistem Kontrol ON-OFF

Pada sistem kontrol ON-OFF, elemen pembangkit hanya memiliki dua posisi tertentu yaitu ON dan OFF. Kontrol ON-OFF memiliki karakteristik sinyal keluaran dari kontroler u(t) tetap pada salah satu nilai maksimum atau minimum tergantung apakah sinyal pembangkit kesalahan positif atau negatif. Diagram blok kontroler ON-OFF yang memiliki masukan e(t) dan keluaran u(t), ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram blok kontroler ON-OFF.

Aksi kontrol ON-OFF ditunjukkan pada persamaan (2.1).

$$u(t) = \begin{cases} U_1, & e(t) > 0 \\ U_2, & e(t) < 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

Persamaan (2.1) memiliki nilai U₁ dan U₂ yang konstan. Nilai minimum U₂ dapat sebesar nol atau - U₁. Pada sistem kontrol ikal tertutup (*close loop*), sinyal e(t) merupakan sinyal kesalahan aktuasi (*error*) sebesar selisih antara sinyal input dengan sinyal umpan balik.

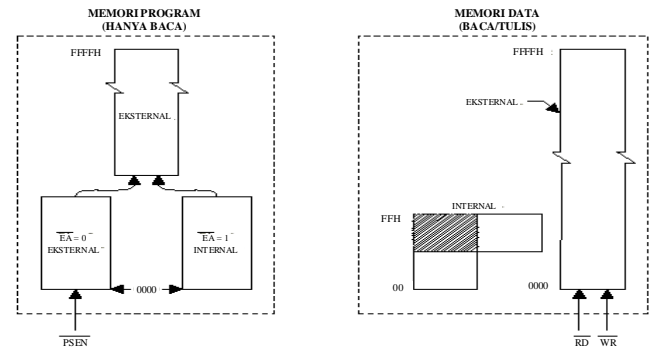
2.6 Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 adalah sebuah sistem mikrokontroler 8 bit dan memiliki 4 Kbyte flash *Programmable and Erasable Read Only Memory* (PEROM). Instruksi-instruksi maupun pin-nya kompatibel dengan standar MCS51. Dengan jenis memori flash memudahkan memori program untuk diprogram ulang sistem.

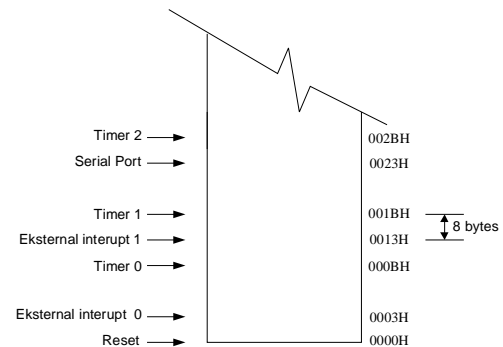
AT89C51 memiliki beberapa kelebihan antara lain: 4 Kbyte flash memory, RAM 256 byte, 32 jalur input-output, dua timer 16 bit, lima vector interupsi 2 level, port serial dua arah, rangkaian detak (*clock*), dan osilator internal.

2.6.1 Organisasi Memori

Semua mikrokontroler Atmel memiliki ruang alamat (*adres space*) memori program dan memori data yang terpisah, seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur memori mikrokontroler AT89C51.

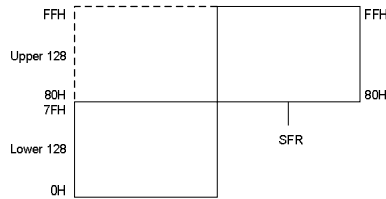


Gambar 2.6 Memori program.

Pada Gambar 2.6 ditunjukkan alokasi bagian paling bawah memori program. Lokasi-lokasi interupsi yang disediakan menepati ruang dengan interval 8 byte, interupsi eksternal 0 adalah 0003H, timer 0 pada 000BH, interupsi internal 1 pada 0013H, timer 1 pada 001BH dan seterusnya. Apabila sebuah interupsi cukup banyak, maka rutin bisa diletakkan dalam interval 8 byte. Untuk rutin yang panjang

dapat menggunakan instruksi JUMP untuk melompat ke lokasi-lokasi interupsi.

Gambar 2.7 menunjukkan ruang memori data internal. Ruang memori dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 128 byte bawah (*lower 128 byte*), 128 byte atas (*upper 128 byte*), dan ruang memori SFR (*Special Function Register*).



Gambar 2.7 Peta memori data internal.

2.6.2 Fungsi Pin Mikrokontroler AT89C51

Port 0, merupakan Port open drain input/output 8 bit 2 arah, bila difungsikan sebagai output, dapat dibebani ke 8 input TTL.

Port 1, merupakan port input/output 8 bit dengan *pullup* internal. Bufer output Port 1 dapat diberi beban 4 input TTL

Port 2, merupakan port input/output 8 bit dengan *pullup* internal. Bufer output Port 2 dapat dibebankan 4 input TTL.

Port 3, merupakan port input/output 8 bit dengan *pullup* internal. Bufer output Port 3 dapat dibebankan 4 input TTL. Port 3 juga menyediakan bermacam fungsi khusus AT89C51 seperti diperlihatkan pada Table 2.1.

Tabel 2.1 Fungsi alternatif Port 3.

Port pin	Fungsi alternatif
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

ALE/PROG, pulsa output *Address Latch Enable* (ALE) untuk memberikan jalan byte rendah dari suatu alamat dalam mengakses memori eksternal. Pin ini juga sebagai input pulsa program selama pemrograman flash.

PSEN (*Program Store Enable*), *strobe* untuk membaca memori program eksternal. Bila AT89C51 mengeksekusi kode dari memori program eksternal, PSEN diaktifkan setiap 2 kali siklus mesin.

EA/VPP (*External Access Enable*), EA harus dihubungkan ke GND agar piranti bisa mengambil kode dari memori program eksternal dengan lokasi awal 0000H sampai FFFFH. EA harus dihubungkan ke VCC untuk eksekusi program internal. Pin ini juga menerima tegangan 12 volt selama pemrograman flash

2.7 Bahasa Rakitan (*Assembly*)

Bahasa rakitan (*assembly*) memiliki hubungan yang dekat dengan bahasa tingkat rendah, yaitu bahasa mesin. Bahasa ini berisi instruksi dengan kode-kode *mnemonic* seperti MOV, JMP, ADD dan sebagainya, yang dirakit menjadi seperangkat instruksi. Kelebihan dari bahasa ini adalah kemampuan akses ke perangkat keras yang relatif

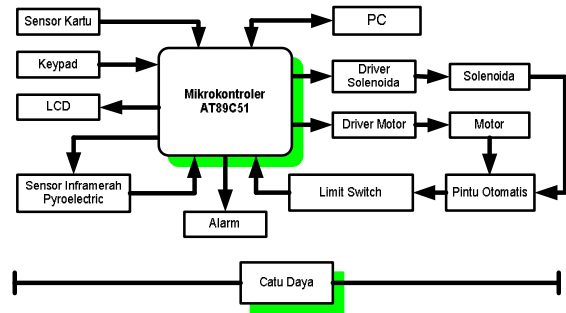
cepat daripada bahasa tingkat tinggi. Kelemahannya adalah terlalu rumit untuk menghitung dengan variabel yang sangat kompleks bila dibandingkan dengan bahasa tingkat tinggi.

Bahasa rakitan yang digunakan adalah bahasa *assembler* ALDS Versi 3.21. Perangkat instruksi ini mengacu pada perangkat instruksi mikrokontroler keluarga MCS-51, yang dibagi dalam 5 kelompok, yaitu: instruksi transfer data, instruksi aritmetika, instruksi logika dan manipulasi bit, instruksi percabangan dan instruksi *stack*, I/O dan kontrol.

III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

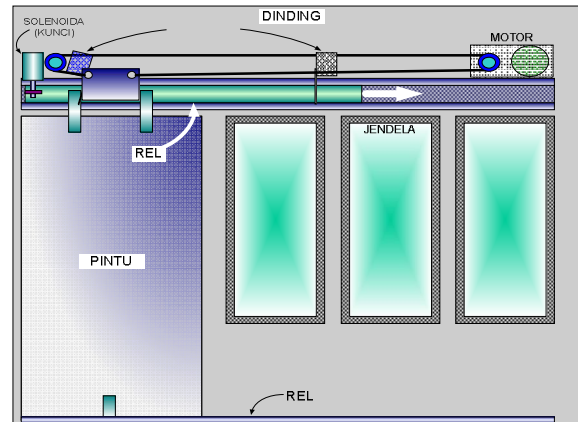
Blok diagram sistem secara keseluruhan pada perancangan alat ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Blok diagram sistem secara keseluruhan.

3.1.1 Perancangan Pintu Otomatis

Perancangan pintu otomatis diperlihatkan pada Gambar 3.2.

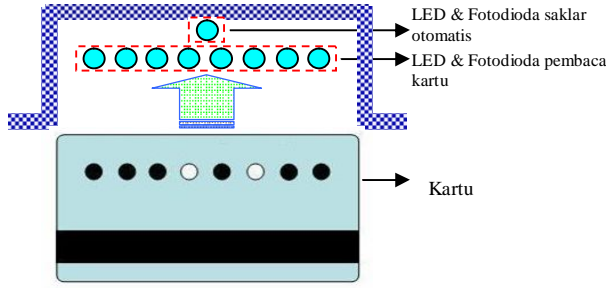


Gambar 3.2 Perancangan pintu otomatis dilihat dari dalam rumah.

Solenoida seperti terlihat pada gambar digunakan sebagai kunci elektronik. Pintu otomatis ini digerakkan oleh motor dc yang berputar dalam dua arah, yaitu arah putar ke kiri untuk membuka pintu, sedangkan arah putar ke kanan untuk menutupnya. *Limit switch* digunakan untuk menghentikan gerakan motor sesuai dengan pergeseran pintu.

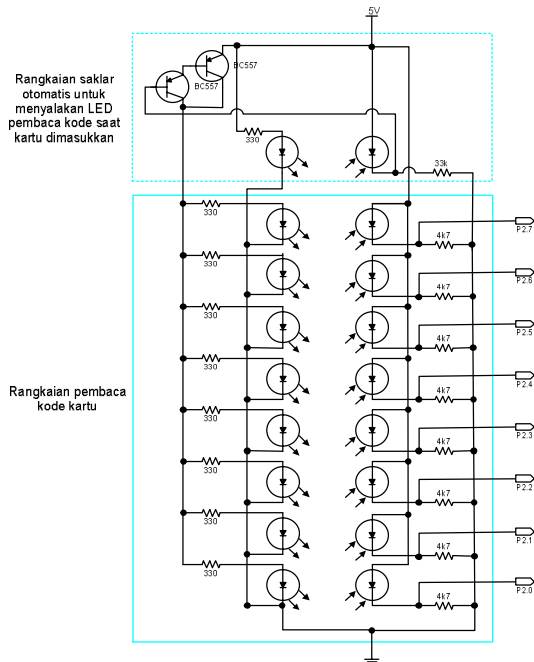
3.1.2 Modul Sensor Kartu

Desain dan rangkaian modul sensor kartu diperlihatkan pada Gambar 3.3 dan 3.4.



Gambar 3.3 Desain modul sensor kartu.

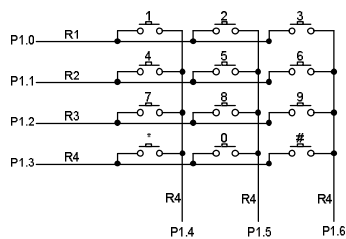
Modul sensor kartu terdiri dari 8 sensor fotodiode yang digabungkan menjadi satu sebagai pembaca kode kartu dan satu sensor fotodiode yang digunakan sebagai saklar otomatis untuk menyalakan LED pada rangkaian pembaca kode kartu saat ada kartu yang masuk. Modul ini memiliki 8 buah keluaran sehingga memiliki $2^8 - 1$ konfigurasi yang dapat digunakan sebagai kode.



Gambar 3.4 Rangkaian modul sensor kartu.

3.1.3 Keypad

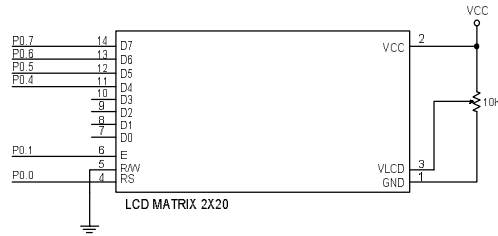
Keypad yang digunakan adalah tipe matrik 3x4 yang dihubungkan ke Port 1 (Gambar 3.5). Cara kerja di dalam pemrograman yaitu salah satu jalur dipakai sebagai input dan lainnya sebagai output atau sebaliknya. Di sini penulis memakai kolom sebagai input dan baris sebagai output. Pada keypad jenis ini, metode yang digunakan adalah metode *scanning*.



Gambar 3.5 Konstruksi keypad 4x3.

3.1.4 Liquid Crystal Display (LCD)

LCD yang digunakan dalam perancangan Tugas Akhir ini adalah LCD matrix 2x20 seperti diperlihatkan pada Gambar 3.6.

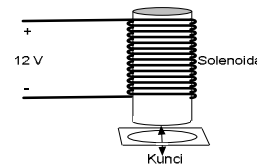


Gambar 3.6 Antarmuka LCD matrix 2x20.

Antarmuka ini menggunakan mode antarmuka 4 bit. Mode ini selain lebih menghemat I/O juga mempermudah proses pembuatan PCB yang lebih ringkas.

3.1.5 Solenoida Sebagai Aktuator Kunci Elektronik

Solenoida pada perancangan ini digunakan sebagai aktuator pada kunci elektronik. Konstruksi solenoida yang digunakan sebagai aktuator kunci elektronik ini diperlihatkan pada Gambar 3.7.

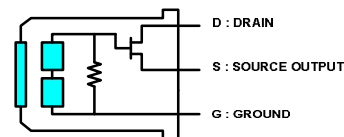


Gambar 3.7 Konstruksi solenoida sebagai aktuator kunci elektronik

3.1.6 Sensor Inframerah Pyroelectric

Pada perancangan Tugas Akhir ini, digunakan sensor untuk mendeteksi gerakan tubuh. Sensor *ultrasonic* dan inframerah biasa tidak bisa membedakan antara manusia atau makhluk hidup dengan benda mati yang lewat didepannya. Sensor ini akan aktif bila ada sembarang benda yang menghalanginya. Pada sensor inframerah biasa daerah jangkauannya juga tidak luas karena arahnya lurus, dan pemakaiannya tidak fleksibel karena diperlukan pemancar dan penerima. Penggunaan sensor inframerah *pyroelectric* menghilangkan kelemahan-kelemahan tersebut, tetapi memerlukan ruangan yang relatif stabil temperturnya, gerakan udara relatif tenang dan tidak ada sumber energi atau panas dalam ruangan tersebut. Hal ini diatasi dengan pengaturan suhu ruangan, mempersedikit jendela, dan tidak ada pemanas dalam ruangan. Apabila suhu ruangan relatif stabil, maka tidak diperlukan pengaturan suhu.

Sensor inframerah *pyroelectric* dibuat dari kristal yang membangkitkan permukaan muatan listrik saat dihasilkan panas dalam bentuk radiasi inframerah. Saat sejumlah radiasi masuk ke kristal, kristal mengalami perubahan, jumlah muatan juga berubah, dan kemudian akan dapat mengaktifkan FET yang berada dalam sensor.

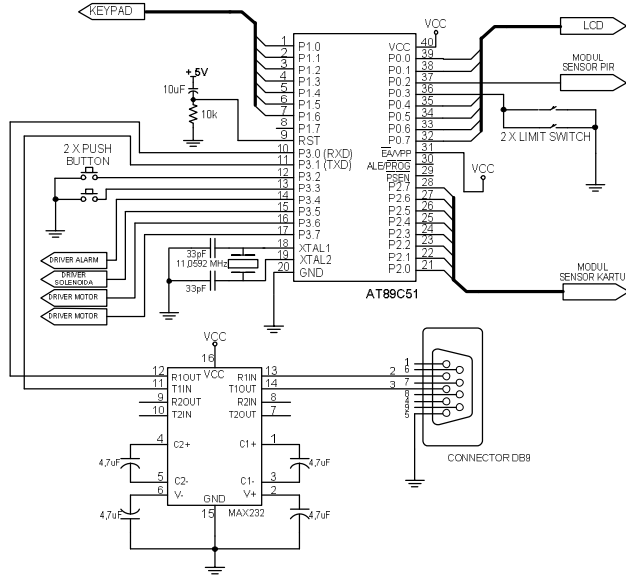


Gambar 3.8 Sensor inframerah *pyroelectric*

3.1.7 Sistem Minimum Mikrokontroler AT89C51

Disini mikrokontroler AT89C51 dirancang sebagai *single chip* (Gambar 3.9), sehingga dalam perancangannya cukup dibutuhkan rangkaian pembangkit *clock* (crystal dan kapasitor), rangkaian reset, rangkaian *power supply*, dan juga dilengkapi kapasitor *bypass* dan resistor *pull-up* sebagai penaik tegangan dari input maupun ke output.

Pada pin \overline{EA}/V_{pp} diberikan tegangan V_{cc} . Hal ini dimaksudkan agar program yang dijalankan berasal dari memori program internal. Sedangkan Port 0, Port 1, Port 2 dan Port 3 cukup dibuat *jumper* yang akan dihubungkan ke rangkaian lainnya seperti terlihat pada Tabel 3.2.



Gambar 3.9 Sistem minimum mikrokontroler AT89C51.

Fungsi dari masing-masing pin pada AT89C51 dapat dilihat pada Tabel 3.1.

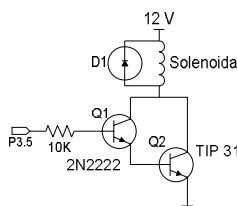
Tabel 3.1 Penggunaan port-port AT89C51

Port AT89C51	Fungsi	
Port 0	P0.0, P0.1, P0.4-P0.7 P0.2 P0.3	Output ke LCD Input sensor PIR Input limit switch
Port 1	P1.0-P1.6	Input keypad
Port 2	P2.0-P2.7	Input modul sensor kartu
Port 3	P3.0, P3.1 P3.2, P3.3 P3.4 P3.5 P3.6, P3.7	Antarmuka RS-232 Input push button Output driver alarm Output driver solenoida Output driver motor dc

3.1.8 Driver

3.1.8.1 Rangkaian Driver Solenoida

Rangkaian *driver* untuk solenoida diperlihatkan pada Gambar 3.10.

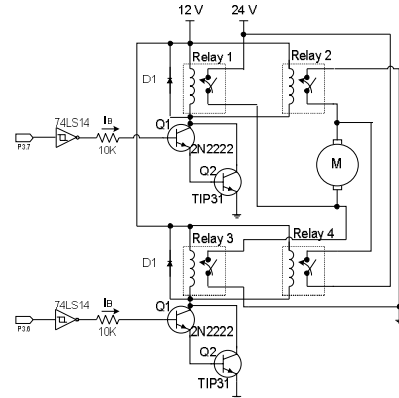


Gambar 3.10 Rangkaian driver solenoida.

Pengontrolan rangkaian *driver* solenoida dilakukan oleh Port 3 pin P3.5 μC AT89C51.

3.1.8.2 Rangkaian Driver Motor DC

Rangkaian *driver* untuk menggerakkan motor diperlihatkan pada Gambar 3.11.

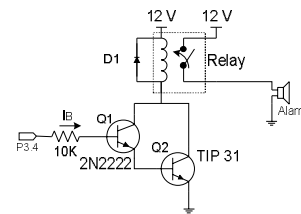


Gambar 3.11 Rangkaian driver motor DC.

Pengontrolan rangkaian *driver* motor dilakukan oleh Port 3 pin P3.6 dan P3.7 μC AT89C51.

3.1.8.3 Rangkaian Driver Alarm

Rangkaian *driver* untuk solenoida diperlihatkan pada Gambar 3.12.



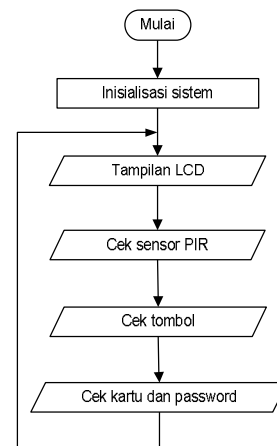
Gambar 3.12 Rangkaian driver alarm.

Pengontrolan rangkaian *driver* solenoida dilakukan oleh Port 3 pin P3.4 μC AT89C51.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

3.2.1 Program Utama

Dalam Gambar 3.13 diperlihatkan diagram alir program utama dalam perancangan Tugas Akhir ini.

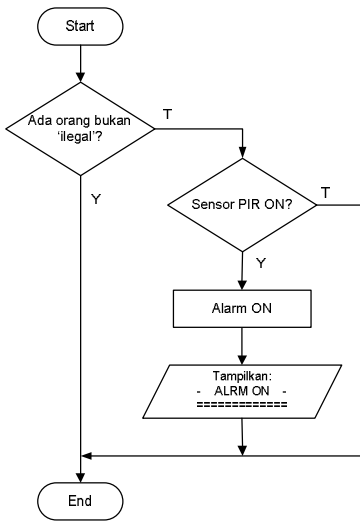


Gambar 3.13 Diagram alir program utama.

Kerja dari perangkat lunak ini secara garis besar adalah setelah eksekusi program maka mikrokontroler akan menginisialisasi terlebih dahulu sistem. Inisialisasi digunakan untuk mengaktifkan atau menentukan konfigurasi port, register maupun komponen pendukung yang digunakan dalam perancangan perangkat lunak pada Tugas Akhir ini. Setelah selesai melakukan inisialisasi sistem, mikrokontroler akan melaksanakan secara berurutan instruksi-instruksi yang diberikan, seperti menampilkan tampilan pada LCD, memeriksa sensor *pyroelectric*, memeriksa *push button* dan *keypad* dan memeriksa kartu dan *password*.

3.2.2 Pemrograman Sensor Gerakan PIR

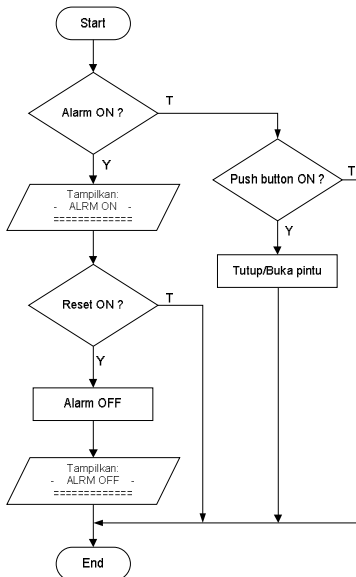
Diagram alir untuk pemrograman sensor gerakan diperlihatkan pada Gambar 3.14.



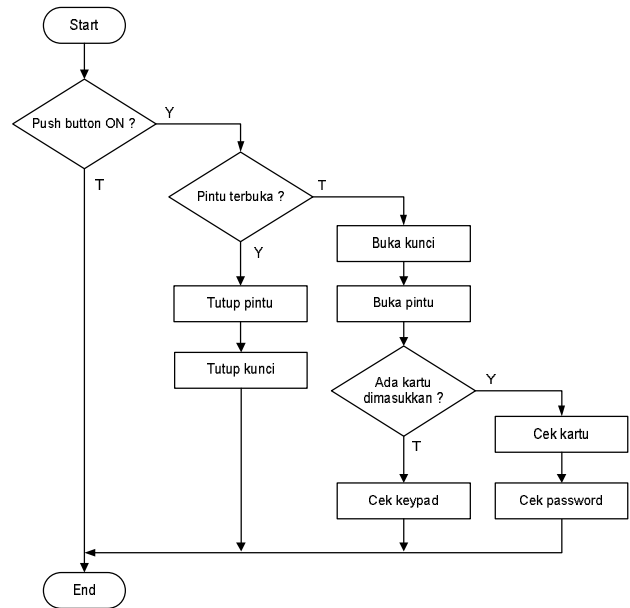
Gambar 3.14 Diagram alir pemrograman sensor gerakan dan alarm.

3.2.3 Pemrograman Cek Tombol

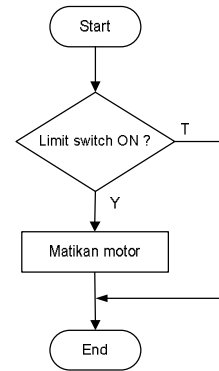
Diagram alir untuk pemrograman cek tombol-tombol yang digunakan sebagai input diperlihatkan pada Gambar 3.15, 3.16, 3.17 dan 3.18.



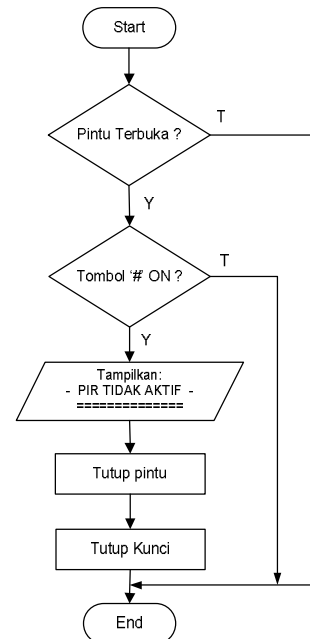
Gambar 3.15 Diagram alir pemrograman cek *push button*.



Gambar 3.16 Diagram alir pemrograman untuk tutup/buka pintu dengan *push button* dan *keypad*.



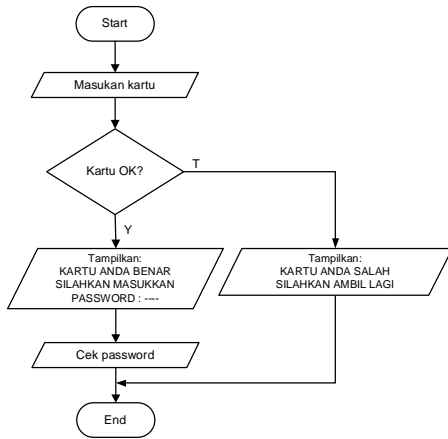
Gambar 3.17 Diagram alir pemrograman cek *limit switch*.



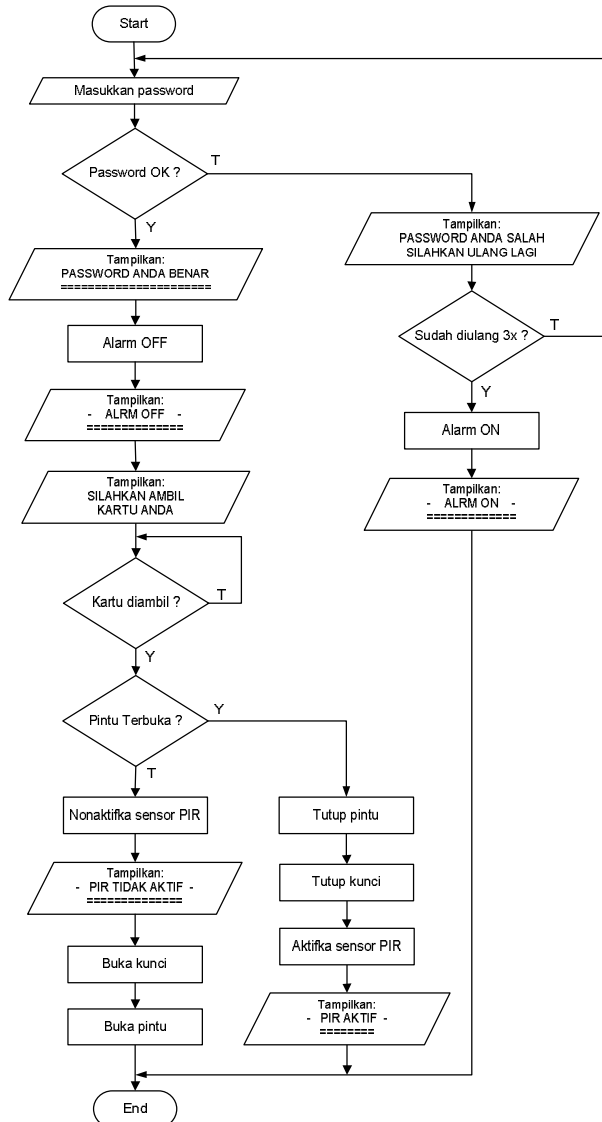
Gambar 3.18 Diagram alir pemrograman cek *keypad* setelah pintu terbuka.

3.2.4 Pemrograman Cek Kartu dan Password

Diagram alir pemrograman untuk memeriksa kartu melalui modul sensor kartu yang menjadi masukan Port 2 diperlihatkan pada Gambar 3.19. Sedangkan Gambar 3.20 memperlihatkan diagram alir algoritma untuk pemrograman password melalui keypad pada Port 1.



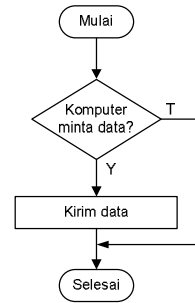
Gambar 3.19 Diagram alir pemrograman cek kartu.



Gambar 3.20 Diagram alir pemrograman cek password melalui keypad.

3.2.5 Pemrograman Interupsi Komunikasi Serial dengan Komputer

Jika ada interupsi serial dari komputer, program akan terhenti sesaat, melayani interupsi tersebut dengan menjalankan program yang berada pada alamat yang ditunjukkan oleh vektor dari interupsi yang terjadi, yaitu alamat 23H, hingga selesai dan kembali meneruskan program yang terhenti oleh interupsi tadi. Diagram alir pemrograman interupsi komunikasi serial dengan komputer diperlihatkan pada Gambar 3.21.



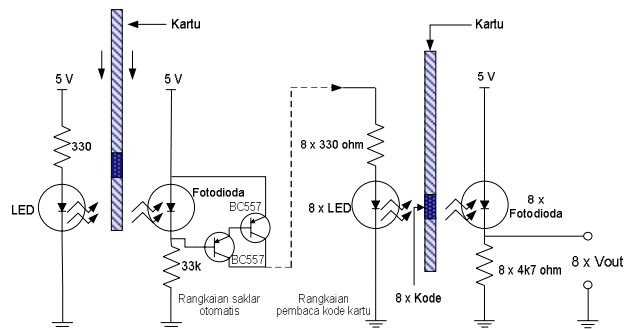
Gambar 3.21 Diagram alir pemrograman interupsi komunikasi serial.

Untuk komunikasi serial dengan komputer ini, mikrokontroler akan mengirimkan data jika diminta oleh komputer. Data yang dikirimkan dan ditampilkan pada layar monitor komputer adalah data status alarm (*on/off*), data status sensor gerakan PIR (*enable/disable*) dan kode kartu yang terdeteksi oleh sensor modul kartu.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Modul Sensor Kartu

Pengukuran tegangan keluran dari modul sensor kartu dilakukan saat cahaya LED pada *transmitter* menyala dengan ada dan tidaknya penghalang antara LED pada *transmitter* dan fotodioda pada *receiver*. Rangkaian pengujian modul sensor kartu ini diperlihatkan pada Gambar 4.1, sedangkan hasil pengujiannya diperlihatkan pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Rangkaian uji modul sensor kartu.

Keluaran modul sensor kartu yang merupakan input bagi Port 2 mikrokontroler AT89C51 adalah berlogika *low* jika antara LED pada *transmitter* dan fotodioda pada *receiver* tidak terhalang, dan berlogika *high* jika terhalang. Dengan demikian, kode pada kartu berupa lubang menghasilkan logika 1, sedangkan kode tidak berlubang menghasilkan logika 0, sehingga variasi konfigurasi lubang

dan kode hitam pada kartu akan membentuk suatu deretan kode biner yang akan dibaca mikrokontroler melalui Port 2.

Tabel 4.1 Hasil pengujian modul sensor kartu.

Pin	Keluaran					
	LED mati		LED nyala			
	Teg.(V)	Logika	Terhalang		Tidak terhalang	
Teg.(V)			Logika	Teg.(V)	Logika	
0	0,00	Low	0,32	Low	3,42	High
1	0,00	Low	0,29	Low	4,15	High
2	0,00	Low	0,30	Low	4,61	High
3	0,00	Low	0,31	Low	3,26	High
4	0,01	Low	0,31	Low	4,60	High
5	0,01	Low	0,31	Low	4,38	High
6	0,00	Low	0,32	Low	3,66	High
7	0,00	Low	0,32	Low	3,75	High

4.2 Pengujian Modul Sensor Inframerah Pyroelectric

Pengujian modul sensor inframerah *pyroelectric* dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran modul didalam ruangan. Dalam hal ini, sensor dirangsang dengan gerakan tubuh manusia. Hasil pengujian pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil pengujian modul sensor inframerah *pyroelectric*.

Arah	Jarak dari sensor (m)	Keluaran	
		Teganga (volt)	Logika
0°	0,5	4,92	High
	1,0	4,92	High
	1,5	4,92	High
	2,0	4,92	High
	2,5	4,92	High
30°	0,5	4,92	High
	1,0	4,92	High
	1,5	4,92	High
	2,0	4,92	High
	2,5	4,92	High
60°	0,5	4,92	High
	1,0	4,92	High
	1,5	4,92	High
	2,0	4,92	High
	2,5	4,92	High
65°	0,5	0,00	Low
	1,0	0,00	Low
	1,5	0,00	Low
	2,0	0,00	Low
	2,5	0,00	Low

Dari hasil pengujian, sensor akan mendeteksi adanya rangsangan berupa gerakan obyek (tubuh). Keluaran modul sensor *pyroelectric* ini adalah berupa logika *high* atau *low* berdasarkan ada atau tidak adanya gerakan obyek dalam ruangan, yang merupakan masukan bagi mikrokontroler AT89C51 Port 0 pin P0.2. Dari Tabel 4.2 diketahui bahwa gerakan tubuh akan terdeteksi apabila terjadi pada arah antara 0° sampai sekitar 60° dari arah muka sensor (0° = arah tegak lurus bidang muka sensor).

Dari hasil pengujian dapat dibuktikan bahwa sensor *pyroelectric* mendeteksi perubahan energi yang disebabkan oleh obyek (manusia) yang bergerak.

4.3 Pengujian Sistem

Pada pengujian ini sistem secara keseluruhan diterapkan sesuai dengan aplikasi, yaitu sistem keamanan ruangan.

Uji coba 1: Dalam keadaan tanpa ada kartu yang benar (yang dikenali program) yang dimasukkan kedalam modul sensor kartu, pada ruangan *plant* dicoba dirangsang dengan gerakan tangan melintas.

Saat ada gerakan obyek terdeteksi oleh sensor inframerah pasif *pyroelectric*, maka keluaran modul sensor *pyroelectric* akan *high* yang merupakan masukan bagi pin P0.2 Mikrokontroler AT89C51. Selanjutnya mikrokontroler akan mengeluarkan logika *high* pada pin P3.4 yang akan mengaktifkan *driver* alarm sehingga alarm berbunyi. Mikrokontroler akan melakukan *looping* (alarm terus berbunyi) selama P3.2 berlogika *high*. Pin P3.4 akan kembali *low* (alarm mati) dan tampilan LCD kembali ke tampilan awal setelah pin P3.2 mendapat masukan *low* melalui penekanan *push button* ALARM RESET.

Uji coba 2: Pada modul sensor kartu dicoba dimasukkan kartu dengan kode-kode yang tidak dikenali oleh program dalam mikrokontroler.

Saat ada kartu berkode dimasukkan kedalam modul sensor kartu, bit *bAdaKartu* (3H) akan *set* kemudian mikrokontroler akan membaca kode-kode pada kartu tersebut dan membandingkannya dengan nilai-nilai konstanta: 00010100B (14H), 10101010B (AAH) dan 01101101B (6DH). Jika tidak sesuai, maka mikrokontroler akan menolaknya dengan mengeluarkan tampilan pada LCD yang menunjukkan bahwa kartu yang dimasukkan tidak dikenali dan meminta untuk dikeluarkan kembali. Mikrokontroler akan tetap menampilkan tampilan tersebut selama bit *bAdaKartu* (3H) *set* yang berarti bahwa modul sensor kartu masih mendeteksi ada kartu dengan kode yang tidak dikenali oleh program mikrokontroler.

Uji coba 3: Pada modul sensor kartu dicoba dimasukkan kartu dengan kode-kode yang dikenali oleh program dalam mikrokontroler.

Dalam uji coba 3 ini, karena kode kartu yang terbaca oleh mikrokontroler sesuai dengan nilai-nilai kode yang benar, yaitu: 00010100B (14H), 10101010B (AAH) dan 01101101B (6DH), maka mikrokontroler akan menunggu (*looping*) dimasukkan *password* selama bit *bAdaKartu* (2H) masih *set* (kartu masih dalam modul sensor kartu). Jika kartu diambil, maka bit *bAdaKartu* (2H) akan *clear* dan tampilan LCD akan kembali ke tampilan awal. Jika tidak diambil dan *password* dimasukkan melalui *keypad*, maka mikrokontroler akan memeriksa *password* tersebut.

Setiap kali dilakukan penekanan satu tombol pada *keypad*, alamat KEYDATA (26H) diisi dengan nilai sesuai dengan angka yang tertera pada tombol yang ditekan. Empat kali penekanan tombol *keypad* berarti empat kali pengisian KEYDATA secara bergantian. Setiap isi KEYDATA ini merupakan data masukan *password* yang berturut-turut dikirim ke alamat PASSWORD1 (2CH), PASSWORD2 (2DH), PASSWORD3 (2EH) dan PASSWORD4 (2FH), kemudian masing-masing dibandingkan atau dicocokkan dengan isi alamat D1_PASS (28H), D2_PASS (29H), D3_PASS (2AH) dan D4_PASS (2BH). Alamat-alamat ini sebelumnya diisi dengan konstanta-konstanta yang merupakan nilai-nilai *password* sesuai dengan kode kartu yang terbaca oleh mikrokontroler. Jika hasil perbandingan ini ternyata tidak cocok, maka *password* yang dimasukkan adalah salah sehingga mikrokontroler akan menolak langkah selanjutnya dan menampilkan tampilan pada LCD yang mengisaratkan bahwa *password* yang dimasukkan adalah salah.

Selanjutnya, mikrokontroler akan menunggu pengulangan masukan *password* selama bit *bAdaKartu* (2H) masih *set*. Setiap kali masukan *password* diulang maka

isi alamat counter (25H), yang telah diisi dengan konstanta 3, berkurang satu, sehingga jika pengulangan masukan *password* tetap salah sampai tiga kali, maka isi alamat counter (25H) adalah nol. Jika isi alamat counter (25H) adalah nol, maka mikrokontroler akan mengeluarkan logika *high* pada pin P3.4 yang menyebabkan alarm berbunyi dan menampilkan tampilan pada LCD untuk mengindikasikan bahwa alarm sedang berbunyi. Alarm akan mati (pin P3.4 *low*) dan LCD akan kembali kepada tampilan awal jika pin P3.2 mendapat masukan *low* melalui penekanan tombol *push button* ALARM RESET.

Uji coba 4: Hampir sama dengan uji coba 3 tetapi *password* yang dimasukkan melalui *keypad* adalah *password* yang benar.

Karena *password* yang dimasukkan adalah cocok, maka mikrokontroler meng-*clear*-kan pin P3.4 yang menyebabkan *driver* alarm tidak aktif dan mengeluarkan tampilan pada LCD yang mengisaratkan bahwa *password* yang dimasukkan adalah benar dan alarm dalam keadaan mati, kemudian tampilan yang meminta kartu dikeluarkan dari modul sensor kartu. Mikrokontroler melakukan *looping* sampai kartu dikeluarkan dari modul sensor kartu. Setelah *clear*, kemudian mikrokontroler akan memeriksa bit *bPintuTerbuka* (4H), jika *clear* (pintu tertutup), maka mikrokontroler men-*set* bit *bAdaOrang* (2H) yang menandai modul sensor PIR tidak aktif (*disable*), kemudian mengeluarkan tampilan LCD yang mengisaratkan bahwa sensor gerakan PIR telah dinonaktifkan (*disable*). Selanjutnya mikrokontroler mengeluarkan logika *high* pada pin P3.5 yang menyebabkan *driver* solenida aktif sehingga kunci pintu terbuka, kemudian mikrokontroler mengeluarkan logika *low* pada pin P3.6 yang mengaktifkan *driver* motor untuk membuka pintu. Putaran motor berhenti setelah pin P0.3 mendapat masukan *low* yang disebabkan oleh tertekannya *limit switch* oleh pergeseran pintu yang meng-*ground*-kan pin P0.3 tersebut. Pada kondisi ini bit *bPintuTerbuka* (4H) menjadi *set*.

Karena modul sensor PIR tidak aktif (*disable*), rangsangan gerakan tangan melintas pada ruangan tempat sensor PIR dipasang tidak berpengaruh apa-apa terhadap sensor, atau tidak menyebabkan alarm berbunyi.

Saat *push button* OPEN/CLOSE (INDOOR) ditekan pin P3.3 mendapat masukan *low*. Hal ini menyebabkan mikrokontroler memeriksa kembali bit *bPintuTerbuka* (4H). Karena dalam kondisi ini bit *bPintuTerbuka* (4H) dalam keadaan *set*, maka mikrokontroler mengeluarkan logika *low* pada pin P3.7 yang mengakibatkan *driver* motor kembali aktif sehingga motor berputar tetapi dengan arah putaran yang berlawanan dengan arah putaran sebelumnya. Dengan demikian pintu kembali bergeser untuk menutup. Putaran motor berhenti setelah mengenai *limit switch* (P0.3 = *low*), sama halnya seperti saat pintu bergeser untuk membuka, dilanjutkan dengan meng-*clear*-kan pin P3.5 yang meng-*off*-kan *driver* solenoida untuk mengunci kembali pintu. Setelah pintu tertutup dan terkunci bit *bPintuTerbuka* (4H) *clear*, bit *bAdaOrang* (2H) *set*, sedangkan bit *bAktivasiPIR* *clear*.

Uji Coba 5: Dari kondisi akhir uji coba 4 tombol OPEN/CLOSE (INDOOR) ditekan lagi, untuk mensimulasikan orang yang ada di dalam rumah membuka

pintu untuk keluar. Selanjutnya, tombol '#' pada *keypad* ditekan untuk menutup kembali pintu yang terbuka tanpa mengaktifkan (*enable*) sensor gerakan PIR (dengan asumsi, misalnya, didalam rumah masih ada penghuni atau pemegang kartu yang lainnya).

Saat pin P3.3 *low* (tombol OPEN/CLOSE (INDOOR) ditekan) mikrokontroler akan memeriksa kembali bit *bPintuTerbuka* (4H) apakah *set* atau *clear*. Karena dalam kondisi saat ini bit *bPintuTerbuka* (4H) adalah *clear* (pintu tertutup), maka selanjutnya mikrokontroler akan men-*set* bit *bAdaOrang* (2H), kemudian langkah selanjutnya sama seperti saat membuka pintu pada uji coba 4.

Dalam keadaan pintu terbuka (bit *bPintuTerbuka* (4H) *high*) mikrokontroler akan melakukan *scanning* pada tombol-tombol *keypad*. Setiap penekanan tombol pada *keypad* mikrokontroler akan membandingkan isi alamat KEYDATA (26H) dengan isi nilai konstanta 23H (kode ASCII untuk karakter '#'). Jika tombol '#' ditekan, maka isi alamat KEYDATA (26H) adalah 23H sehingga hasil perbandingan adalah cocok. Selanjutnya adalah langkah-langkah menutup pintu yang sama dengan langkah-langkah menutup pintu pada uji coba 4. Dengan demikian modul sensor PIR tetap dalam keadaan tidak aktif (*disable*), sehingga rangsangan gerakan tangan pada ruangan yang dilakukan pada uji coba ini tidak dideteksi oleh sensor PIR.

Uji coba 6: Setelah pintu terbuka pada Uji coba 5, selanjutnya kartu dengan kode yang dikenali oleh program dimasukkan ke dalam modul sensor kartu kemudian dimasukkan *password* yang benar dimasukkan melalui *keypad*, untuk mensimulasikan penghuni rumah atau pemegang kartu keluar rumah sambil mengaktifkan (*enable*) kembali sensor PIR (dengan asumsi didalam rumah tidak ada lagi pemegang kartu lainnya).

Setelah kartu dengan kode dan *password* yang benar dikeluarkan dari modul sensor kartu, mikrokontroler akan memeriksa bit *bPintuTerbuka* (4H). Karena dalam uji coba 6 ini pintu dalam keadaan terbuka, maka bit *bPintuTerbuka* (4H) dalam kondisi *set*, sehingga mikrokontroler akan men-*set* bit *bAktivasiPIR* (5H) dan mengeluarkan logika *low* pada pin P3.7 yang menyebabkan *driver* motor aktif untuk menutup pintu. Putaran motor berhenti setelah mengenai *limit switch* (P0.3 = *low*), sama halnya seperti saat pintu bergeser untuk membuka, dilanjutkan dengan meng-*clear*-kan pin P3.5 yang meng-*off*-kan *driver* solenoida untuk mengunci kembali pintu. Selanjutnya mikrokontroler memeriksa kembali bit *bAktivasiPIR* (5H). Karena bit *bAktivasiPIR* (5H) telah di-*set* sebelumnya, maka mikrokontroler akan meng-*clear* bit *bAdaOrang* (2H) dan bit *bAktivasiPIR* (5H). Dengan demikian modul sensor PIR akan aktif kembali (*enable*), sehingga mikrokontroler akan mendeteksi jika ada gerakan obyek (tubuh) dalam ruangan dengan mengaktifkan alarm dan menampilkan indikasi pada LCD.

Uji coba 7: Merupakan pengujian interupsi serial pada mikrokontroler oleh komputer dan pengiriman data serial dari mikrokontroler ke komputer. Uji coba ini menggunakan program pengujian yang telah dibuat dengan pemrograman delphi, seperti terlihat pada Gambar 4.2.

Mikrokontroler akan mengirimkan data serial melalui pin P3.1/TXD jika terjadi interupsi dengan adanya

masukan data serial yang terkirim dari komputer melalui pin P3.0/RXD. Mode operasi port serial yang digunakan adalah Mode UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) 8 bit dengan *baud rate* 9600 bps.



Gambar 4.2 Tampilan program pengujian komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer.

Komputer melakukan interupsi serial pada mikrokontroler dengan mengirimkan data 00H. Penerimaan data ini dilakukan oleh mikrokontroler dengan mendeteksi adanya perubahan kondisi dari logika *high* ke logika *low* pada kaki RXD. Perubahan kondisi tersebut merupakan bit *start*. Selanjutnya, data serial akan digeser masuk ke dalam SBUF dan bit *stop* ke dalam RB8. Bit RI akan *set* setelah 1 byte data diterima ke dalam SBUF. Bit RB8 dan RI ini keduanya terletak pada register SCON.

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

Pengiriman data oleh mikrokontroler dilakukan sebanyak empat kali setiap ada interupsi serial. Data yang dikirim berturut-turut adalah: data status alarm, data sttus sensor PIR, data *high nibble* kode kartu, kemudian data *low nibble* kode kartu.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan, serta pengujian dan analisa pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Sensor inframerah *pyroelectric* hanya mendeteksi adanya gerakan obyek yang mengeluarkan panas yang berada pada posisi dengan sudut sekitar kurang dari 60° dari arah tegak lurus muka sensor. Mikrokontroler akan mengaktifkan alarm jika sensor mendeteksi adanya gerakan obyek tersebut.
2. Hanya kartu dengan kode dan *password* yang dikenali program yang bisa digunakan untuk mengakses sistem keamanan sehingga mikrokontroler dapat menjadikan *enable/disable* sensor inframerah *pyroelectric*, menampilkan indikator pada LCD, mengaktifkan/menonaktifkan *driver* solenoida untuk membuka/menutup kunci, serta mengaktifkan *driver* motor dc untuk membuka/menutup pintu.

3. Mikrokontroler mengirimkan data secara serial ke komputer yang berisi informasi status alarm, status sensor inframerah *pyroelectric* dan kode kartu yang terbaca pada modul sensor kartu setiap kali menerima interupsi serial dari komputer.
4. Secara keseluruhan sistem keamanan yang telah diimplementasikan dapat berjalan dengan cukup baik sesuai dengan yang diharapkan pada Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adi Susanto, *Data Akuisisi Untuk Proses Perpindahan Panas*, Pusat Antar Universitas – Ilmu Teknik UGM, 1988/1989.
- [2] Malvino, Albert Paul, *Prinsip-prinsip Elektronika*, Edisi Kedua, Erlangga Jakarta, 1994.
- [3] Moh. Ibnu Malik, Anistardi, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, Elek Media Komputindo, Jakarta, 1997.
- [4] Ogata, Katsuhiko, *Teknik Kontrol Automatik*, alih bahasa Edi Laksono, Erlangga, Jakarta, 1997.
- [5] Paulus Andi Nalwan, *Panduan Praktis Teknik Antarmuka dan Pemrograman Mikrokontroler AT89C51*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta, 2003.
- [6] Putra, Agfianto Eko, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)*, Penerbit Gava Media, Yogyakarta, 2002.
- [7] Rio S.R., Iida M., *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1982. Rio S.R., Iida M., *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*, P.T. Pradnya Paramita, Jakarta, 1982.
- [8] Sumanto, *Mesin Arus Searah*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta, 1991.
- [9] Sutrisno, *Elektronika: Teori Dasar dan Penerapannya*, Penerbit ITB, Bandung, 1986.
- [10] Hayt, William H., Jr., *Elektromagnetika Teknologi*, Edisi Kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991.
- [11] www.atmel.com/8051/at89c51
- [12] www.caltron.co.id
- [13] _____, *Infrared Parts Manual*, [URL: http://www.globlab.com](http://www.globlab.com), Globlab Corporation, 2002.



Penulis adalah mahasiswa S-1 Angkatan '99 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, dengan konsentrasi di bidang teknik kontrol otomatis. E-mail: tisnaelektro@yahoo.com

Semarang, Maret 2004
Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Sumardi, ST, MT
NIP. 132 125 670

Iwan Setiawan, ST, MT
NIP. 132 283 183