

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI KEAMANAN RUMAH TANGGA BERBASIS MIKROKONTROLLER DAN SMS GATEWAY

Muhammad Hilman Kasyidi¹, Ali Husein Alasiry², Dedid Cahya Happyanto², Budi Nur Iman²

¹Penulis, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika PENS-ITS

²Dosen Pembimbing, Staf Pengajar di Jurusan Teknik Elektronika PENS-ITS

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukalilo, Surabaya 60111, INDONESIA

Tel: +62(31) 594 7280; Fax: +62(31) 594 6114

email: hilman@student.eepis-its.edu

hill_man_06@yahoo.com

ABSTRAK— Keamanan merupakan hal yang sangat mutlak diinginkan oleh setiap orang. Dengan adanya rasa aman maka orang tidak akan merasa khawatir. Karena rumah sering ditinggal oleh pemiliknya sehingga hal ini sering dimanfaatkan oleh pencuri untuk melakukan aksinya. Faktanya banyak rumah yang ditinggal oleh pemiliknya dibobol oleh pencuri tanpa diketahui oleh pemiliknya. Hal ini menyebabkan pemilik rumah merasa khawatir terhadap rumahnya. Untuk itu diperlukan suatu informasi keamanan rumah tangga yang cepat dan efektif agar pemilik rumah dapat langsung mengetahui informasi apabila rumahnya akan dibobol oleh pencuri.

Pada proyek akhir ini dibahas tentang suatu sistem informasi keamanan rumah yang dilengkapi sensor-sensor *infra red* yang dipasang pada jendela rumah, sensor *passive infra red* yang dipasang di pintu rumah, kemudian sebagai pemrosesnya digunakan mikrokontroler Atmega 162 sebagai master dan untuk Atmega 8 sebagai *slave* yang komunikasinya menggunakan RS 232 to 485. Kemudian untuk menginformasikan ke HP pemilik rumah digunakan HP server yang dikomunikasikan secara serial dengan Mikrokontroler. Cara kerjanya yaitu sensor-sensor PIR dan *infra red* akan mendeteksi adanya keberadaan orang atau tidak saat rumah dalam keadaan ditinggal oleh pemiliknya yang selanjutnya oleh mikrokontroler ATmega 8 mengirimkan datanya melalui komunikasi RS 232 to 485 ke master Atmega 162 untuk memerintahkan agar alarm berbunyi serta Hp server mengirimkan suatu informasi bahwa ada pencuri ke Hp pemilik rumah. Kemudian jika pemilik rumah akan memasuki rumah maka pemilik rumah harus memasukkan *password* melalui LCD+Keypad terlebih dahulu untuk *men-offkan* sistem sensornya.

Hasilnya sensor *infrared* yang baik digunakan adalah menggunakan *infrared receiver GP1UE28Q* kemudian *range sensor PIR* yang digunakan pada sistem mempunyai *range maksimal 50⁰*.

Kata kunci : Sistem Informasi keamanan, Atmega 8, Atmega 162, RS232 to 485, sensor PIR, sensor *infra red*, *sms gateway*.

BAB I

PENDAHULUAN

Pada umumnya aktifitas orang-orang yang tinggal di perkotaan besar begitu banyak dan padat sehingga menjadikannya jarang berada di rumah. Kita mengetahui bahwa di perkotaan besar rawan sekali terjadi tindakan kejahatan termasuk perampokan ataupun pencurian. Tindakan kejahatan yang terjadi pada lingkungan rumah akhir-akhir ini semakin sering terjadi, angka kriminalitas pun semakin meningkat. Para Pencuri biasanya menarget rumah-rumah kosong atau yang ditinggal oleh penghuninya dan biasanya modusnya dengan mencongkel atau merusak pintu[10]. Jadi untuk menghindari hal tersebut biasanya pemilik rumah memberikan pengamanan terhadap rumahnya yaitu dengan hanya memberi pengaman kunci konvensional yaitu yang biasanya berupa kunci gembok, kunci rantai dan sebagainya. Namun ada juga sebagian rumah-rumah besar yang memakai jasa keamanan yaitu satpam atau hansip sehingga harus membayar lebih untuk menggaji mereka. Sehingga menimbulkan kekhawatiran oleh pemilik rumah jika rumah ini ditinggal oleh pemilik rumahnya.

Dengan adanya masalah tersebut maka kami mencari solusi dengan membuat sebuah sistem informasi keamanan rumah tangga dengan menggunakan multisensor untuk mendeteksi adanya orang atau tidak dengan menggunakan sensor PIR dan sensor *InfraRed* yang nantinya informasinya akan dikirimkan melalui *sms gateway*. Seperti contoh yang tertera pada proyek akhir yang dikerjakan yaitu dengan teknologi *sms gateway* dengan menggunakan smartcard (windu wibowo, 2009). Pada sistem keamanan ini masih terdapat celah bagi pencuri untuk dapat menduplikasi *smartcard*nya. Dalam hal ini saya membuat suatu sistem informasi yang dilengkapi dengan LCD+Keypad untuk memasukkan suatu *password* agar bisa mematikan sistem sensor apabila pemilik rumah akan memasuki rumahnya sehingga pemilik rumah tidak terdeteksi sebagai pencuri. Kemudian sistem ini dapat memberikan informasi melalui *sms gateway* kepada pemilik rumah jika rumah yang sedang ditinggal tadi dimasuki atau disusupi oleh orang lain. Cara Kerja sistem ini yaitu jika sensor-sensor PIR dan sensor-sensor *infra red* mendeteksi adanya gerakan manusia selanjutnya datanya dikirimkan oleh *slave* mikrokontroler ATmega8 yang kemudian akan diteruskan ke master ATmega 162 dan master ATmega 162 ini akan memerintahkan HP

server untuk mengirimkan suatu pesan ke HP pemilik rumah melalui *sms gateway* bahwa terdapat penyusup yang berusaha masuk ke rumah kemudian mikrokontroler juga akan memerintahkan rangkaian switching untuk menyalakan alarm yang berupa *buzzer*. Untuk penempatan sensor, sensor-sensor PIR ditempatkan di depan rumah dan ditempatkan di pintu belakang dan untuk sensor-sensor Infra rednya ditempatkan pada 2 jendela di depan.

Kemudian untuk mematikan sistem sensor digunakan cara memasukkan sebuah *password* melalui LCD+*Keypad* yang diletakkan di depan pagar rumah sebelum sensor PIR. Memasukkan sebuah *password* pada LCD dan *Keypad* digunakan karena dinilai lebih efektif dan efisien dalam menonaktifkan sistem sensor ketimbang menggunakan sistem pengenalan biometrik atau pengenalan ciri khas pada tubuh pemilik rumah. Karena dengan pengenalan biometrik ini terkadang banyak menemukan error dalam penggunaannya sehingga dinilai tidak efektif dalam penggunaannya. Untuk pengiriman informasinya digunakan *sms gateway* karena cara ini adalah cara yang paling efektif untuk memberi tahu informasi kepada pemilik rumah. Umumnya sekarang orang sudah menggunakan *handphone* dan selalu membawa *handphone* kemanapun perginya. Sehingga cara ini adalah cara yang paling efektif.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penyelesaian tugas akhir ini diperlukan beberapa teori penunjang yang nantinya digunakan sebagai dasar atau acuan dalam pembuatan sistem, maupun teori dasar yang melandasi permasalahan dan penyelesaiannya dalam proyek akhir ini. Berikut ini adalah beberapa teori penunjang tersebut :

2.1 Mikrokontroler AT Mega162

Mikrokontroler AT Mega 162 ini tergolong Mikrokontroler AVR yang memiliki arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) 8 bit. Dimana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bit word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC, sedangkan seri MCS51 berteknologi CISC (*Complex Instruction Set Computing*). Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90Sxx, keluarga AT Mega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama. Oleh karena itu, dipergunakan salah satu AVR produk Atmel, yaitu ATMEGA162 yang memiliki fasilitas lengkap dan didukung oleh software CodeVision_AVR_1.24.0 sebagai simulasi dan compiler.

2.1.1 Arsitektur ATMEGA162

Mikrokontroler yang digunakan adalah ATMEGA162. Blok diagram fungsional ditunjukkan pada Gambar 2.3. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ATMEGA162 memiliki bagian sebagai berikut : Saluran I/O sebanyak 35 buah (Port A, Port B, Port C, Port D, dan Port E), memiliki dua buah 8-bit Timer/Counter dengan Separates Prescalers dan Compare Modes, memiliki dua buah 16-bit Timer/Counter dengan Separates Prescalers, Compare Modes, dan Capture Modes. Selain itu mikro ini juga memiliki CPU yang terdiri atas 32 buah register, Watchdog Timer dengan osilator internal, SRAM sebesar 1k byte, memori Flash sebesar 16k byte dengan kemampuan Read While Write, unit interupsi internal dan eksternal, Port antarmuka SPI, EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat

operasi, antarmuka komparator analog, dan Port USART untuk komunikasi serial.

2.1 Sensor PIR KC7783R

PIR (*Passive Infrared Receiver*) merupakan sebuah sensor berbasis infrared. Akan tetapi, tidak seperti sensor infrared kebanyakan yang terdiri dari IR LED dan fototransistor. PIR tidak memancarkan apapun seperti IR LED. Sesuai dengan namanya 'Passive', sensor ini hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor ini biasanya adalah tubuh manusia. PIR KC7783R merupakan sensor pendeteksi yang akan mengeluarkan *output* dengan *level high* antara 5-6 volt.



Gambar 2.1. PIR KC7783R

2.2 Sensor Infra Red

Prinsip utama dari rangkaian sensor ini seperti layaknya sebuah saklar yang memberikan perubahan tegangan apabila terdapat penghalang diantara tranceiver dan receiver. Sensor ini memiliki dua buah piranti yaitu rangkaian pembangkit/pengirim (Led Infra Merah) dan rangkaian penerima (Fotodioda). Rangkaian pembangkit/pengirim memancarkan sinar infra merah, kemudian pancarannya diterima oleh penerima (fotodioda) sehingga bersifat menghantar akibatnya tegangan akan jatuh sama dengan tegangan ground (0). Dan sebaliknya apabila tidak mendapat pancaran sinar infra merah maka akan menghasilkan tegangan.

2.3 Short Message Service (SMS)

Handphone digunakan yaitu handphone sony ericsson T610 alasannya karena handphone ini mendukung aplikasi AT COMMAND dengan MODE TEXT, at-command digunakan untuk menjalankan perangkat keras handphone seperti membuka SMS, menelphone, mematikan handphone, dan seluruh keypad yang merupakan tombol-tombol pada handphone merupakan perintah untuk perangkat kerahandphone, perintah ini bisa digantikan oleh AT COMMAND. Agar bisa terjadi komunikasi yang baik antara Mikrokontroler dengan HP Sony Ericsson T610, maka konektor data serial SE T610 harus sesuai dengan mikrokontroler AVR AT Mega 16.



Gambar 2.2. HP Sony Ericsson T610

Format pengiriman dan penerimaan SMS ada dua mode yaitu mode Text dan mode PDU (Protocol Data Unit). Perbedaan dasarnya adalah mode Text ini tidak didukung oleh semua operator GSM maupun terminal. Terminal dapat di-check menggunakan perintah "AT+CMGF=1", jika hasilnya error maka dapat dipastikan bahwa terminal tersebut tidak mendukung mode Text.

Mode Text adalah cara untuk mengirim dan menerima pesan (SMS), dimana tidak dilakukan proses konversi terhadap pesan yang dikirimkan oleh teks yang dikirim tetap dalam bentuk aslinya dengan panjang mencapai 160 karakter (7 bit default alphabet) atau 140 (8

bit). Mode teks merupakan hasil encode yang direpresentasikan dalam format PDU. Kelemahannya, pada ponsel yang hanya mendukung mode teks tidak dapat menyisipkan gambar dan nada dering ke dalam pesan yang akan dikirim serta terbatasnya tipe encoding.

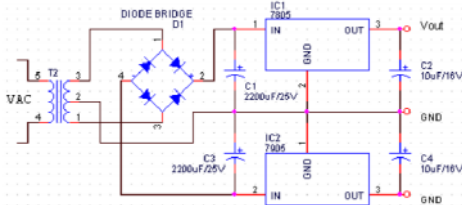
Mode PDU (Protokol Data Unit) adalah format pesan dalam heksadesimal octet dan semi-decimal octet dengan panjang mencapai 160 (7 bit default alphabet) atau 140 (8 bit) karakter. Kelebihan menggunakan mode PDU adalah pendekodingan dapat dilakukan sendiri yang tentunya harus pula didukung oleh hardware dan operator GSM, melakukan kompresi data, menambahkan nada dering dan gambar pada pesan yang akan dikirim.

Untuk mengirim sebuah SMS perintah yang digunakan yaitu AT+CMGS = x dimana x adalah jumlah pasang karakter data PDU yang ingin dikirimkan. Dalam data PDU nanti akan tersimpan nomor tujuan pengiriman dan pesan SMS yang ingin dikirimkan. Handphone atau GSM/CDMA modem kemudian akan merespon untuk mempersilakan memasukkan data PDU yang harus diakhiri dengan karakter CTRL-Z.

2.4 Power Supply

Power supply adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk memasok daya ke komponen lain pada perangkat elektronika yang mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah.

Pada rangkaian power supply terdapat IC regulator sebagai penstabil tegangan output. Misalnya 7805 adalah regulator untuk mendapat tegangan +5 volt, 7809 regulator tegangan +9 volt dan seterusnya. Sedangkan seri 79XX misalnya adalah 7905 dan 7909 yang berturut-turut adalah regulator tegangan -5 dan -9volt.

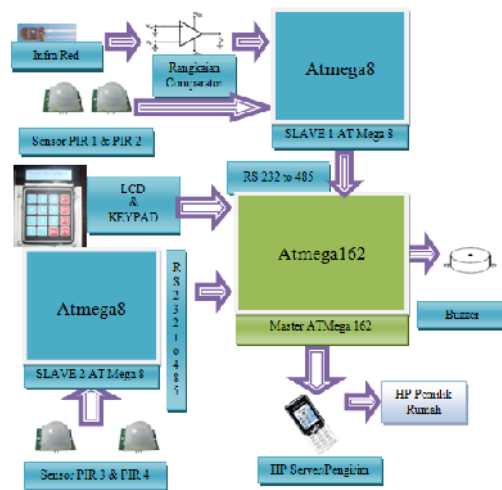


Gambar 2.3. Rangkaian Power Supply

BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM

3.1 Gambaran Umum

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai Blok diagram sistem, cara kerja sistem, perencanaan sistem dan pembuatan sistem. Berikut ini adalah alur kerja system secara umum.

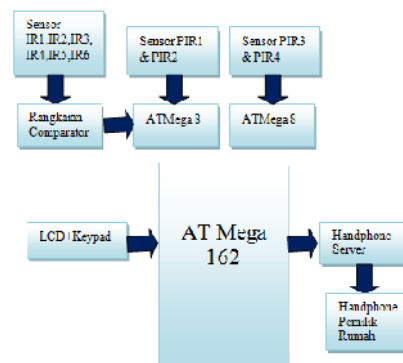


Gambar 3.1. Alur Kerja Sistem

Berdasarkan alur kerja sistem diatas, sistem diatas cara kerjanya adalah yaitu pertama sensor infra red akan memancarkan sinyal infra rednya ke infra red receiver yang sebelumnya dimodulasi oleh rangkaian IC 555. Dari infrared receiver itu akan diterima oleh rangkaian comparator. Yang jika aliran cahaya dari cahaya infra red itu tadi dihalangi maka tegangan output pada komparator akan menjadi 0 Volt atau menjadi low kemudian akan masuk ke slave 1 mikrokontroler ATmega 8. Selain itu inputan dari ATmega 8 ada sensor PIR 1 dan sensor PIR 2 yang terpasang di depan rumah. Kemudian dari Slave 1 AT Mega 8 itu dikirimkan melalui komunikasi RS 232 to 485 ke Master ATmega 162. Begitu juga pada Slave 2 ATmega 8 yang mendapatkan input dari sensor PIR 3 dan sensor PIR 4 yang peletakkannya di letakkan pada pintu belakang rumah. Kemudian dari Master ATmega 162 dioutputkan ke buzzer dan dioutputkan pada HP server yang menggunakan HP sony ericsson T610 yang komunikasinya memanfaatkan komunikasi serial RS232 yang di hubungkan pada kabel data pada HP tersebut kemudian informasinya akan diteruskan kepada HP orang pemilik rumah. Kemudian untuk LCD dan Keypad difungsikan untuk menonaktifkan sistem sensor yang defaultnya adalah On menjadi Off sehingga pemilik rumah akan tidak terdeteksi sebagai pencuri.

3.2 Blok Diagram Sistem

Sebelum merancang dan membuat perangkat keras pada proyek akhir ini, yang harus dipahami terlebih dulu adalah susunan atau blok diagram dari sistem itu sendiri. Blok diagram dari sistem yang dibuat pada proyek akhir ini ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3.2. Blok Diagram Sistem

3.3 Perencanaan dan Pembuatan Sistem

3.3.1 Perancangan dan Pembuatan Hardware

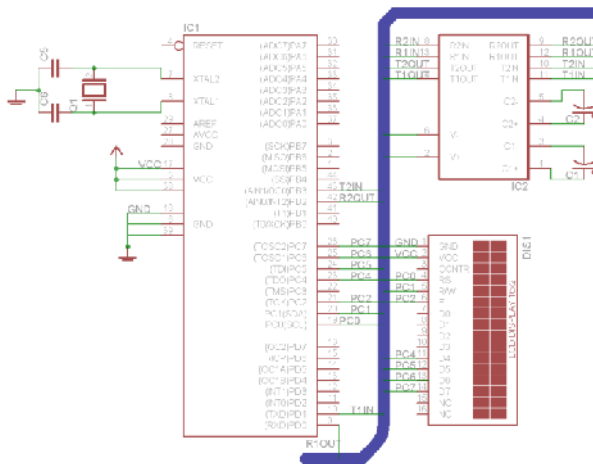
3.3.1.1 Minimum Sistem

Mikrokontroler yang dipilih adalah Atmega 162 karena clock kerjanya tinggi sampai 16 MIPS pada clock 16 MHZ, ukuran flash memorinya cukup besar yaitu sebesar 16 KByte, kapasistas SRAM sebesar 1 Kbyte, 32 buah port I/O yaitu Port A, Port B, Port C, Port D. Kemudian mempunyai 2 buah TX RX karena dalam hal ini pada sistem ini dibutuhkan 2 buah TX RX.

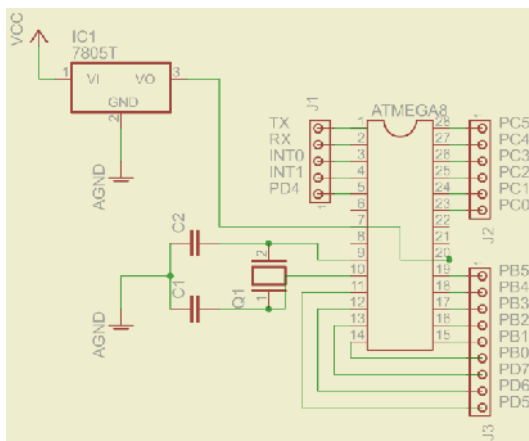
Pada rangkaian minimum sistem utama dibutuhkan beberapa komponen diantaranya :

- Kapasitor 33 pF : 2 buah
- Kapasitor 10nF : 1 buah
- Push button : 1 buah
- Crystal : 11.0592 Mhz
- Resistor : 10 K

Port I/O yang ada di Atmega 162 sebanyak 4 buah dimana masing-masing ada 8 bit. Port tersebut digunakan untuk beberapa aplikasi diantaranya yaitu untuk Keypad, LCD, Buzzer, dan komunikasi serial dengan handphone serta komunikasi antara master dengan slave. Dalam hal ini ATMEGA 162 difungsikan sebagai Master sedangkan yang sebagai Slave 1 dan Slave 2 menggunakan ATMEGA 8 yang dikomunikasikan dengan komunikasi serial 232 to 485.



Gambar 3.3 Rangkaian minimum sistem Atmega 162



Gambar 3.4 Rangkaian minimum sistem Atmega 8

Berikut ini rincian dari penggunaan port-port yang ada di minimum sistem atmega 162 pada proyek akhir ini:

- PORT A : Digunakan untuk LCD
- PORT B :
 - Bit 1 dan 2 : Digunakan untuk komunikasi serial
- PORT C : Digunakan untuk Keypad
- PORT D :
 - Bit 0 dan 1 : Digunakan untuk komunikasi serial

Beikut ini adalah rincian dari penggunaan port-port yang ada pada minimum sistem atmega 8 dengan slave 1 :

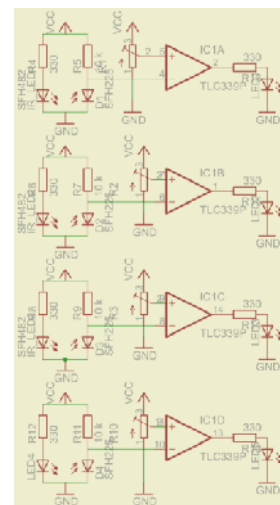
- Int 0 dan Int 1 : digunakan untuk Sensor PIR 1 dan Sensor PIR2.
- TX dan RX : Digunakan untuk komunikasi master-slave dengan menggunakan 485.
- PORTC : Digunakan untuk outputan yang keluar dari sensor infra red.
-

Beikut ini adalah rincian dari penggunaan port-port yang ada pada minimum sistem atmega 8 dengan slave 1 :

- Int 0 dan Int 1 : digunakan untuk Sensor PIR 1 dan Sensor PIR2.
- TX dan RX : Digunakan untuk komunikasi master-slave dengan menggunakan 485.

3.3.1.2 Sensor Infra Red

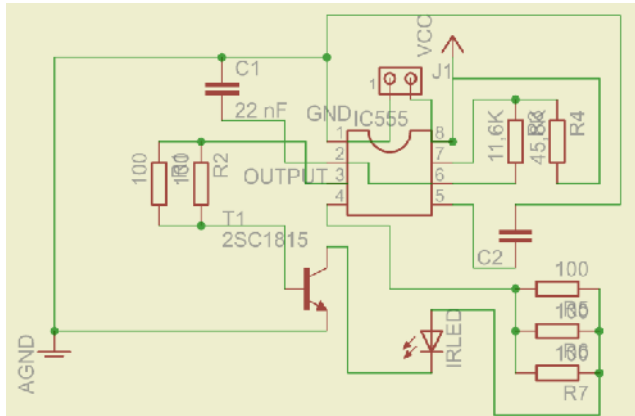
Pada Sensor Infra Red ini terdiri dari IR led, Infra Red receiver, rangkaian modulasi ic 555 dan rangkaian komparator. Rangkaian komparatornya menggunakan IC LM 324 yang merupakan komparator inverting. Dalam perancangan sensor infra red kali ini digunakan IR receiver GPUE128Q dengan spesifik dia dapat menerima data pada range frekuensi sebesar 38-40 kHz.



Gambar 3.4 Rangkaian komparator

Pada gambar diatas menerangkan bahwa komparator membalik yang menggunakan tegangan referensi (Vref) pada saluran non-inverting (+) dan tegangan input (Vin) pada saluran inverting (-).

Tegangan referensi dapat menggunakan sumber catu daya tegangan konstan atau rangkaian pembagi tegangan.

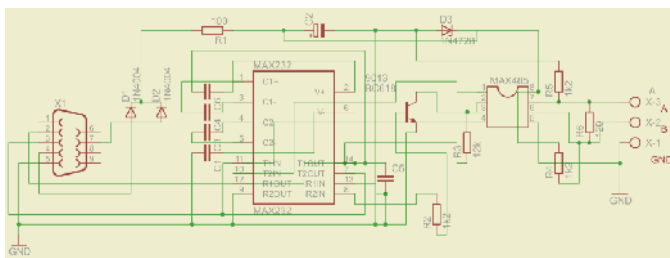


Gambar 3.5. Rangkaian modulasi dengan IC 555

Rangkaian diatas adalah rangkaian IC 555 yang difungsikan untuk memodulasi led infra red yang dikuatkan juga oleh transistor 9013 sehingga diharapkan cahaya yang dipancarkan oleh led *infra red* ini dapat ditangkap oleh infra red receiver GPUE128Q yang diletakkan pada jendela. Untuk RA dan RB digunakan multitone karena nilai resistansinya tidak ada dipasaran yaitu sebesar 11,6 k dan kemudian sebesar 45,8 k sehingga menghasilkan output frekuensi modulasi sebesar 961,5 Hz.

3.1.1.1 RS 232 to 485

Berikut adalah perancangan untuk komunikasi serial 232 to 485 dengan gambar board sebagai berikut :

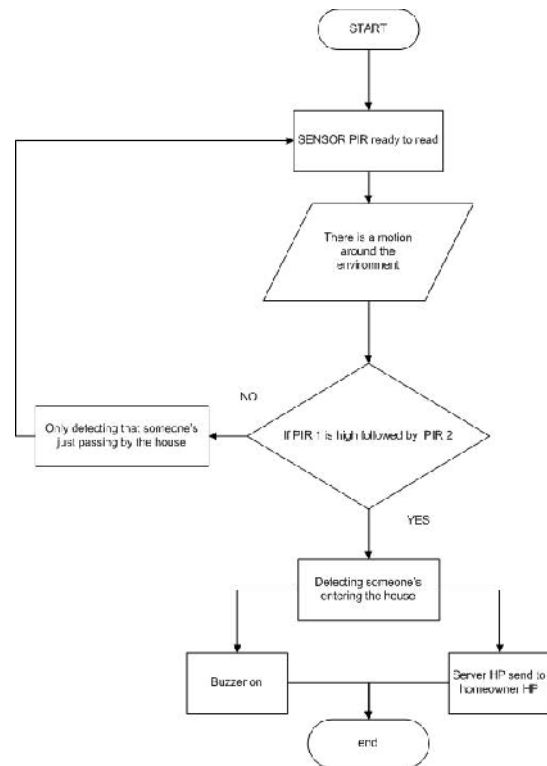


Gambar 3.6. Rangkaian RS 232 to 485

Pada rangkaian RS 232 to 485 diatas difungsikan sebagai komunikasi dari *slave1* dan *slave2* ke *master* sehingga komunikasinya bisa multidrop atau *slave 1* dan *slave 2* dapat mengirimkan secara langsung data pada *master*. Pada rangkaian 485 data A dan data B digabung menjadi satu paralel kemudian disatukan juga *groundnya*. Setelah itu RS 232 disambungkan ke *master* sedangkan pada *slavenya*, TX slave disambungkan ke TX 485 kemudian RX *slave* disambungkan juga pada RX 485.

3.1.2 Perancangan Software

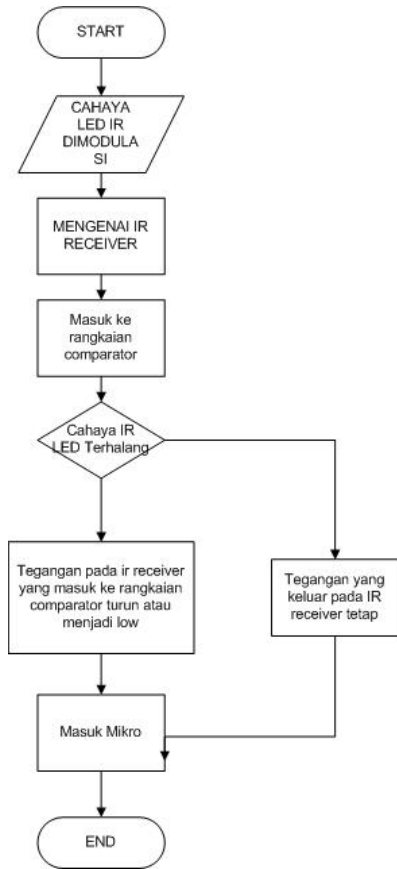
3.1.2.1 Flowchart Sensor PIR



Gambar 3.7. Flowchart Sensor PIR

Pada gambar flowchart diatas dapat dijelaskan bahwa sensor PIR akan mendeteksi orang itu sebagai pencuri jika sensor PIR 1 high yang diikuti dengan sensor PIR 2 yang high kemudian jika sensor PIR1 saja yang high dengan asumsi bahwa sensor PIR 1 adalah sensor yang letaknya lebih diluar daripada sensor PIR 2 maka logikanya akan diasumsikan bahwa orang tersebut tidak akan mencoba memasuki rumah namun hanya lewat didepan rumah saja kemudian jika kondisinya sensor PIR 2 high dulu kemudian sensor PIR 1 yang high maka yang terjadi adalah logikanya diasumsikan bahwa seseorang tersebut adalah pemilik rumah jadi sensor tidak mendeteksi sebagai pencuri.

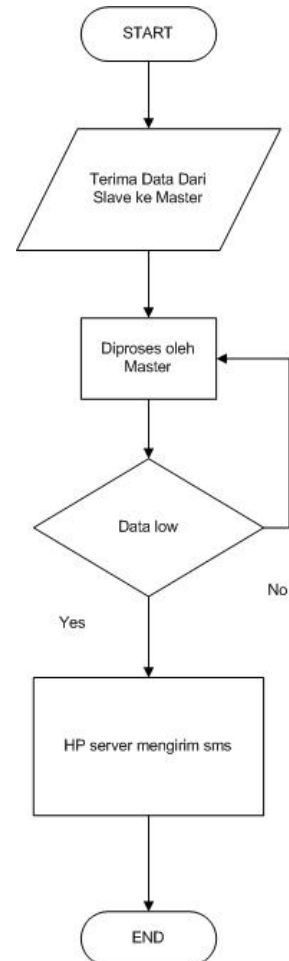
3.1.2.2 Flowchart Sensor Infra Red



Gambar 3.8. Flowchart Sensor Infra Red

Pada *flowchart infrared* di atas menggambarkan bahwa led *infrared* memancarkan ke *infrared receiver* dengan led *infra red* yang dimodulasi dengan frekuensi 961,5 Hz. Kemudian jika dihalangi sensornya maka tegangan yang keluar pada *infrared receiver* akan turun menjadi low kemudian akan dikirimkan ke mikrokontroler ATmega 8 yang kemudian dari ATmega 8 diteruskan ke Master ATmega 162.

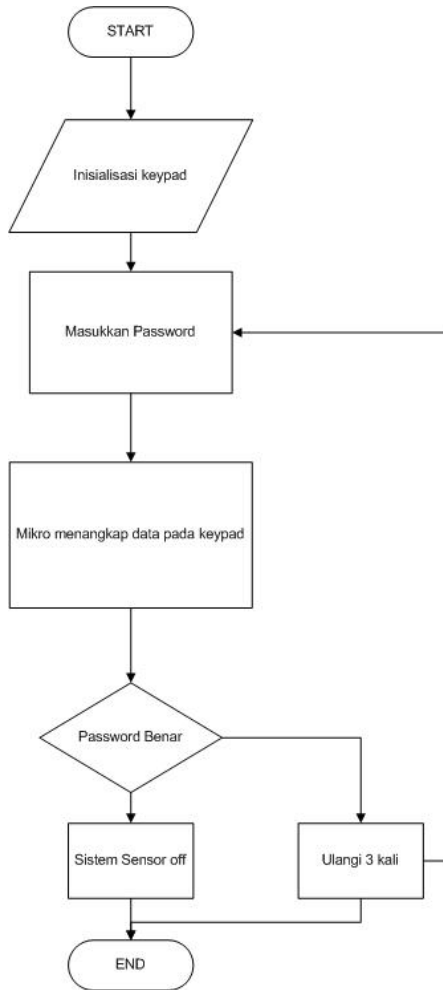
3.1.2.3 Flowchart Pengiriman SMS



Gambar 3.9. Flowchart Pengiriman SMS

Pada *flowchart* di atas adalah diagram alir mengenai pengiriman SMS yang dilakukan oleh master Atmega 162 yang mempunyai struktur kerja bahwa jika ada data dari sebuah slave maka data tersebut akan dilanjutkan ke master kemudian diteruskan serial handphone *server* untuk diteruskan ke handphone pemilik.

3.1.2.4 Flowchart Password Input



Gambar 3.10. Flowchart Password Input

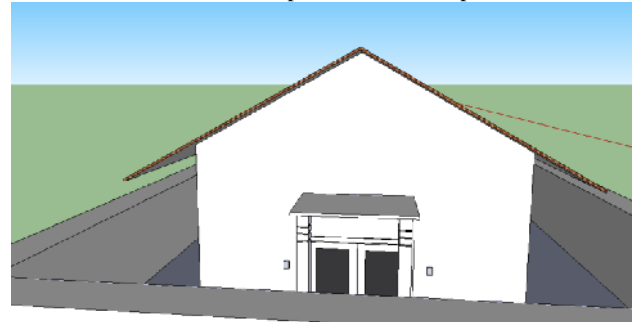
Pada *flowchart* diatas diketahui bahwa kita memasukkan password untuk mematikan sistem sensor yang ada pada sistem kemudian jika orang tersebut salah memasukkan *password* sbanyak 3 kali maka sistem tersebut akan idle selama 5 menit kemudian kembali ke menu login kembali.

3.1.3 Perancangan Penempatan Sensor Pada Rumah Yang Sebenarnya

Gambar dibawah adalah design rumah yang digunakan untuk menentukan penempatan sensor-sensor yang digunakan. Berikut ini adalah gambaran sistem dan penempatan sensor-sensornya.



Gambar 3.11. Penempatan sensor di depan rumah



Gambar 3.12..Penempatan sensor di belakang rumah

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada bab ini akan dibahas mengenai pengujian dari perencanaan sistem yang telah dibuat serta dilakukan analisa dari data yang telah didapat dengan referensi yang ada atau dasar teori yang telah ada. Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kehandalan sistem dan sensitivitas sensor. Hal ini digunakan agar kita dapat mengetahui apakah hardware atau sensor kita sudah sesuai dengan yang kita rencanakan apa belum.

4.1 Pengujian Perangkat Keras

Pengujian yang dilakukan kali ini yaitu pengujian perangkat keras dan sensor yang sudah dibuat. Pengujian perangkat keras yang dilakukan yaitu menguji mikrokontroler dan sensor PIR, sensor infra red, sms gateway.

4.1.1 Pengujian Mikrokontroler, Sensor PIR dan Output Buzzer

1) Tujuan

- Untuk mengetahui apakah minimum system AT Mega 162 ini berfungsi atau tidak.
- Untuk Mengetahui apakah Sensor PIR KC7783R bekerja dengan baik atau tidak.
- Untuk mengetahui sensitifitas dan respon dari sensor PIR KC7783R.
- Untuk mengetahui apakah output buzzer sudah bekerja dengan baik.

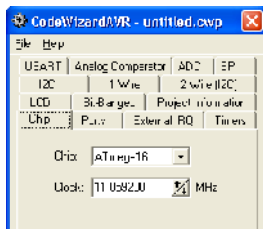
2) Alat-alat yang Diperlukan Untuk Pengujian

- Minimum system AT Mega 162.
- Sensor PIR.
- Output Buzzer.
- Rangkaian Electronic switching yang berupa transistor BD 139.
- DC Power Supply 5V dan 9 V.

- f. Downloader AVR ISP.
- g. Laptop/Personal Computer.
- h. Oscilloscope
- i. Software Code Vision AVR.

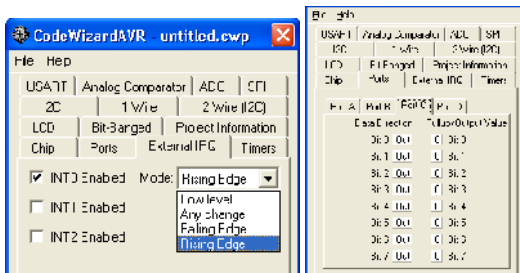
3) Tahap-Tahap Pengujian yang Dilakukan

- a. Pertama-tama kita pastikan bahwa supply yang kita gunakan tidak terbalik antara positif dan negatifnya. Kemudian pastikan bahwa kita memberi supply lebih sedikit dari 5 V, dalam hal ini minimum system diberi tegangan input sebesar 9 V karena di minimum system sudah terdapat IC regulator 7805 dan membutuhkan tegangan yang tidak kurang dari 5 volt.
- b. Kita setting chip dan kristal sesuai dengan yang kita gunakan. Dalam hal ini chipnya yaitu AT Mega 162 dan menggunakan kristal 11.0592 MHz serta programnya menggunakan Code Vision AVR.

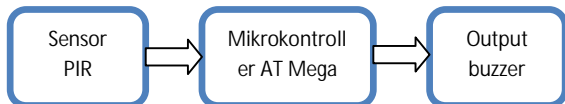


Gambar 4.1. Menyetting Chip dan Kristal

- c. Kita setting outputnya di port C dan kemudian kita gunakan fasilitas interrupt yang ada pada mikrokontroller tersebut untuk memprogram sensor PIR dengan menyetting seperti pada gambar 4.2 berikut ini. Yaitu dengan cara kita centang atau *enable* INT 0 kemudian pilih mode *Rising edge*. Pada mikrokontroller INT 0 berada pada PORT D.2.



Gambar 4.2. a) Menyetting INT 0 dan b) menyetting output di Port C



Gambar 4.3. Blok Diagram Pengujian Mikrokontroller, Sensor PIR dan Output Buzzer

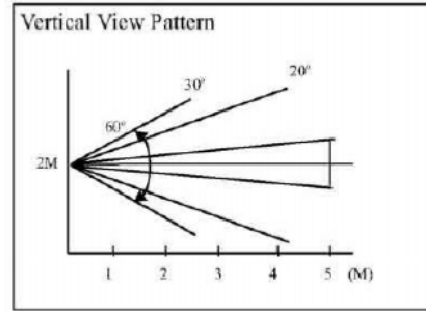
4) Analisa

Setelah dilakukan pengujian, awalnya saya beri supply DC sebesar 5 Volt pada input mikrokontrollernya. Setelah didownload berhasil namun kemudian Sensor PIR KC 7783R tidak mau bekerja setelah itu saya ukur tegangan di input mikro sebelum masuk IC 7805 ternyata kurang dari 5 Volt atau detailnya yaitu 4,96 Volt sehingga mengakibatkan fasilitas interrupt yang ada di mikro tersebut tidak mau bekerja. Lalu input tegangan sebelum masuk IC 7805 tersebut saya besarkan menjadi 9 Volt dan kemudian saya download lagi ke mikronya. Hasilnya sensor PIR dapat bekerja yang ditandai

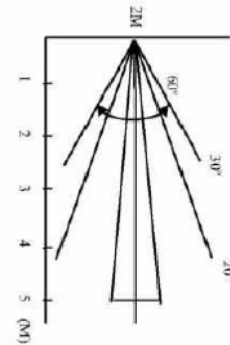
dengan jika terdapat gerakan maka buzzer yang sebagai output berbunyi. Hal ini menandakan bahwa mikrokontroller AT Mega 16, Sensor PIR dan Output Buzzer dapat bekerja dengan baik. Berikut ini adalah program yang digunakan untuk mengaktifkan sensor PIR :

```

// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
  PORTC=0XFF;
  delay_ms(10000);
  PORTC=0X00;
  delay_ms(500);
}
  
```

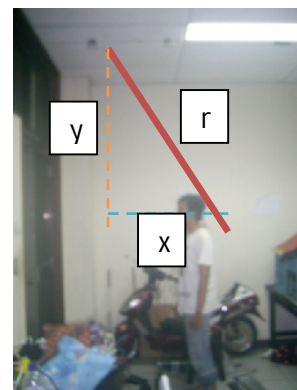


Gambar 4.4. Range Kerja Dari Sensor PIR



Gambar 4.5. Range Kerja secara horizontal Dari Sensor PIR

Dari gambar diatas diketahui bahwa range kerja dari sensor PIR jika diletakkan secara vertikal yaitu dengan jarak atas ke bawah sekitar 2 meter dengan sudut 60^0 dengan jarak vertikal maksimal 5 meter. Sedangkan dalam hal ini sensor PIR saya letakkan pada atap sehingga tampak seperti pada gambar 4.5 sehingga tinggi maksimum yang dicapai sebesar 5 meter dengan range 2 meter di sekitar sensor PIR tersebut dengan sudut maksimum 60^0 .



Gambar 4.6. Pengujian Respon sensor PIR

Pada pengujian diatas dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\tan \alpha = \frac{x}{y}$$

Tabel 4.1. Pengujian Respon Sensor PIR 1,2,3,4

Tan		Y=H-T(m)	X(m)	Respon Sensor
0,176	10	1,3	0,229	Terdeteksi
0,363	20	1,3	0,473	Terdeteksi
0,577	30	1,3	0,75	Terdeteksi
0,83	40	1,3	1,09	Terdeteksi
1,191	50	1,3	1,549	Terdeteksi
1,732	60	1,3	2,25	Tidak Terdeteksi
2,74	70	1,3	3,57	Tidak Terdeteksi
5,67	80	1,3	7,37	Tidak Terdeteksi

Dimana: H adalah jarak antara atap dengan lantai
T adalah Tinggi dari seseorang dan orang yang diuji mempunyai tinggi 1,7 meter.

Pada pengujian respon sensor PIR diatas diukur berdasarkan sudut maksimum yang masih dapat dideteksi oleh sensor PIR ini. Didapat hasil bahwa pada pengujian sensor PIR didapat sudut maksimum yang dapat dideteksi oleh sensor PIR1, sensor PIR2, sensor PIR3, sensor PIR4 adalah sama yaitu 50^0 dengan jarak X maksimum yaitu 1,549 meter dan dengan jarak Y konstan yaitu 1,3 meter yang didapat dari jarak atap dari lantai dikurangi dengan tinggi seseorang yang akan dideteksi oleh sensor PIR. Jika dibandingkan dengan datasheet dari sensor PIR KC 7833 R, pada datasheet tersebut tercantum bahwa area range dari sensor PIR mempunyai range jarak maksimum sebesar 60^0 . Sehingga antara pengujian langsung di lapangan dengan datasheet yang sesungguhnya terdapat perbedaan sudut maksimum sebesar 10^0 . Perbedaan ini mungkin dikarenakan kualitas sensor yang kurang baik sehingga terdapat perbedaan sudut maksimum sebesar 10^0 tersebut.

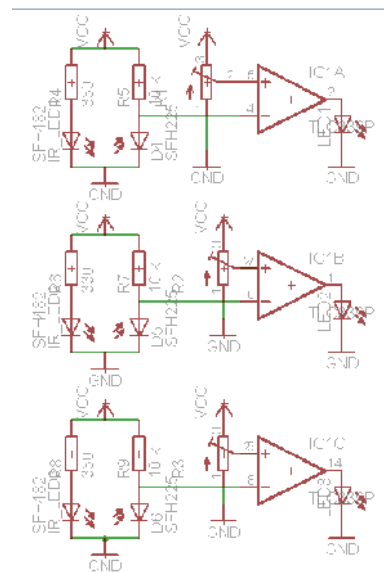
4.1.2 Pengujian Sensor Infra Red Yang Menggunakan Photodiode dengan yang Menggunakan IR Receiver sebagai Penerima dan Rangkaian Comparator

1) Tujuan

- Untuk mengetahui apakah Sensor Infra Red dan Rangkaian Comparator yang digunakan dapat berjalan dengan baik.
- Untuk mengetahui manakah sensor Infra Red yang sesuai dengan keadaan sebenarnya dan pada jarak yang sebenarnya.

2) Alat-Alat yang Diperlukan Untuk Pengujian

- Infra red Led
- Infra red Receiver
- Photodiode
- Rangkaian Comparator
- Led indikator
- DC Power Supply 5V
- AVO meter
- Multitone
- Rangkaian IC 555



Gambar 4.6. Rangkaian Comparator dengan IC LM324

3) Tahap-Tahap Pengujian Yang Dilakukan

- Rangkailah Rangkaian comparator seperti pada gambar
- Letakkan sejajar antara infra red led dan photodiode
- Aturlah Tegangan referensinya supaya sensitivitas dari sensor infra red sesuai dengan yang diinginkan.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Sensor Infra Red dengan Photodiode

Pengujian	V _{ref}	Jarak max	V _{photodiode} (tidak dihalangi)	V _{photodiode} (saat dihalangi)
Pengujian I	1,8 V	92 cm	1,16 V	3,38 V
Pengujian II	2,29 V	101 cm	1,90 V	3,82 V
Pengujian III	3,11 V	128 cm	2,09 V	3,28 V

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Sensor Infra Red yang Receivernya berupa IR receiver GPIUE28Q Dengan mengubah Arus Input

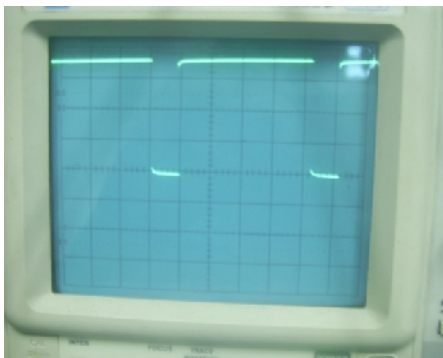
Arus Input Infra Red(mA)	Jarak Maksimal Yang Dideteksi (meter)	Voutput IR receiver (Volt)
4	1,5	3,59
8	1,8	3,59
12	2	3,59

4) Analisa

Pada pengujian sensor infra red ini dihasilkan data pengujian seperti pada tabel 4.6. Pada tabel tersebut terdapat tegangan photodiode. Tegangan photodiode ini dihasilkan dari hasil pembagian tegangan antara resistor 10k dengan photodiode. Resistansi dari photodiode itu sendiri dipengaruhi oleh infra red led yang dipasangkan sejajar dengan photodiode. Semakin besar intensitas cahaya yang diberikan kepada photodiode maka resistansi yang dihasilkan oleh photodiode akan semakin kecil. Hal ini mengakibatkan tegangan photodiode yang dihasilkan akan semakin kecil. Berdasarkan tabel pengujian diatas bahwa jarak yang paling jauh yaitu sebesar 128 cm pada pengujian yang ketiga. Pada

pengujian tersebut tegangan referensinya yaitu 3,11 V kemudian tegangan photodiodenya sebelum dihalangi adalah kecil yaitu 2,09 V yang menyebabkan output dari rangkaian Op amp adalah high sehingga led indikator menyala. Kemudian saat sensor Infra red tadi dihalangi maka resistansi dari photodiode akan meningkat dan tegangannya menjadi 3,28 V sehingga output yang keluar adalah negatif dan led indikator akan mati. Pengujian I dan Pengujian II sama juga prinsipnya dengan Pengujian III namun berbeda pada jarak maksimalnya. Disini dapat diartikan bahwa semakin besar tegangan referensinya maka akan mempengaruhi sensitifitas dari sensor dan jarak maksimal dari sensor tersebut. Berdasarkan pengujian tersebut dapat dikatakan bahwa sensor infra red yang digunakan dapat berfungsi dengan baik.

Kemudian dilakukan pengujian kembali dengan mengganti photodiode dengan IR receiver, kemudian IR lednya dimodulasi dengan frekuensi 961,5 Hz. Walaupun datasheet yang dipunyai oleh IR receiver GP1UE28Q menangkap frekuensi sebesar 38 kHz sampai dengan 40 kHz jika menerima data namun setelah dicoba pada sistem sensor ini hasilnya tidak stabil. Sehingga digunakan metode heuristik dalam menstabilkan sistem sensor infra red ini. Sehingga dicoba pada frekuensi-frekuensi tertentu seperti frekuensi 667 Hz. Namun didapat frekuensi yang paling stabil yaitu sebesar 961,5 Hz. Dengan hasil oscilloscope yang dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.7. Hasil modulasi dari Led sebesar 961,5 Hz.

4.1.3 Pengujian Komunikasi Serial AT Mega 162

1) Tujuan

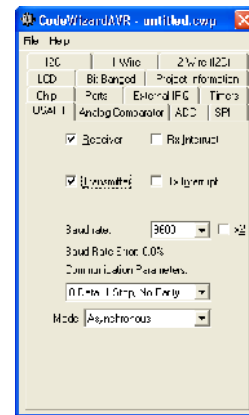
- Untuk mengetahui apakah komunikasi serial pada minimum sistem AT Mega 162 bekerja dengan baik.

2) Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian

- Minimum Sistem AT Mega 162.
- Kabel Converter DB-9 to usb.
- DC Power Supply 9 Volt.
- Downloader.
- Laptop/Personal Computer.
- Software Code Vision AVR.
- Software Teraterm.

3) Tahap-Tahap Pengujian Yang Dilakukan

- Pastikan bahwa IC max 232 telah terpasang.
- Hubungkan antara mikrokontroller dan laptop dengan kabel converter DB-9 to USB.
- Masuklah pada software code vision AVR dan settinglah USARTnya dan centanglah transmitter dan receivernya seperti pada gambar 4.7 berikut ini. Dan baudratanya sebesar 9600.

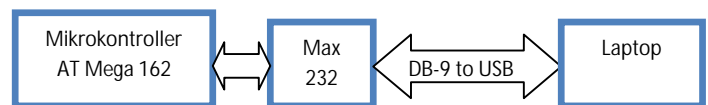


Gambar 4.8. Setting Komunikasi Serial

- Masukkan Program seperti pada berikut ini.

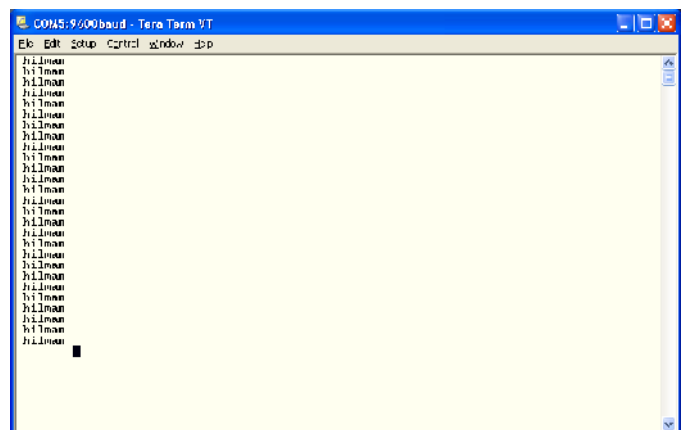
```
while (1)
{
    data_rx=getchar();
    printf("\n keyboard:%c",data_rx);
};
```

4) Analisa



Gambar 4.9. Blok Diagram Pengujian Komunikasi Serial AT Mega 162

Setelah melakukan pengujian komunikasi serial dari mikrokontroller Atmega 162 yaitu dengan program mengirim karakter "hilman" dengan delay 1000 ms. Hasil percobaannya sesuai dengan gambar 4.9. Sehingga dapat dikatakan bahwa sistem komunikasi serial dapat bekerja dengan baik sehingga dapat digunakan juga untuk melakukan komunikasi dengan handphone SE T610 sebagai SMS gateway.



Gambar 4.10. Tampilan Komunikasi Serial AT Mega 162

4.1.4 Pengujian SMS Gateway

1) Tujuan

- Untuk mengetahui apakah HP SE T610 dapat digunakan komunikasi serial dengan baik.

- b. Untuk mengetahui apakah HP SE T610 dapat digunakan mengirim SMS dengan perintah dari laptop.

2) Alat-Alat Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian.

- a. HP SE T610.
- b. Laptop/Personal Computer.
- c. Kabel data serial HP SE T610.
- d. Kabel converter DB-9 to USB.
- e. Software Teraterm.

3) Tahap-Tahap Yang Dilakukan Dalam Pengujian

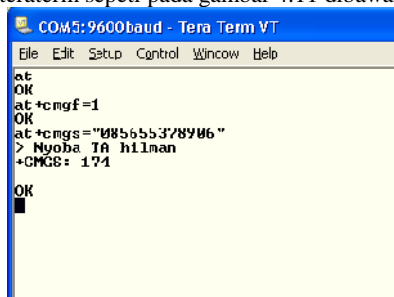
- a. Hubungkan antara HP SE T610 dan laptop dengan kabel serial SE T610.
- b. Pada teraterm ketikkan perintah AT-command yang pertama yaitu at lalu tekan enter. Selanjutnya ketik at+cmgf=1 untuk memilih format mode text, selanjutnya ketik perintah at+cmgs dan ketik no.hp yang dituju lalu ketikkan pesan apa yang akan dikirimkan kemudian tekan ctrl+z.

4) Analisa



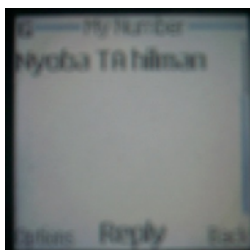
Gambar 4.11. Blok Diagram Pengujian Komunikasi Serial Laptop dengan HP SE T610.

Setelah dilakukan percobaan seperti langkah-langkah diatas dengan mengetik teraterm seperti pada gambar 4.11 dibawah ini.



Gambar 4.12. Tampilan mengirim sms pada teraterm.

Setelah mengetikkan perintah at command seperti pada gambar diatas maka sms yang berbunyi “Nyoba TA hilman” akan terkirim pada nomer yang dituju tersebut. Hal ini menandakan bahwa HP SE T610 dapat digunakan dengan baik beserta kabel serialnya.



Gambar 4.13. Tampilan SMS yang dikirim pada HP tujuan.

4.1.5. Pengujian LCD + Keypad Dengan Mikrokontroller

1) Tujuan

- a. Untuk mengetahui apakah LCD dan Keypad serta programnya dapat berjalan dengan baik.
- b. Pengujian program password.

2) Alat-Alat Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian.

- a. LCD 2x16
- b. Keypad
- c. Mikrokontroller AT Mega 162
- d. Power Supply

3) Tahap-Tahap Yang Dilakukan Dalam Pengujian

- a. Hubungkan Keypad ke Port C sesuai dengan programnya.
- b. Hubungkan LCD ke PortA.
- c. Beri daya 6 Volt pada Mikrokontroller ATMega 162.
- d. Download programnya yang telah di program pada code vision AVR

4) Analisa

LCD dan Keypad dapat berfungsi dengan baik dengan tampilan dibawah ini. Kemudian setelah diprogram program passwordnya juga dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 4.14. Tampilan LCD dan Keypad.

4.1.6. Pengujian Pengiriman Slave 1 dan Slave 2 ATMega 8 ke Master.

1) Tujuan

- a. Untuk mengetahui apakah data yang dikirim dari slave 1 dan slave 2 dapat diterima dengan baik oleh master.

2) Alat-Alat Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian.

- a. ATMega 8
- b. Laptop
- c. RS 232 to 485
- d. Power Supply

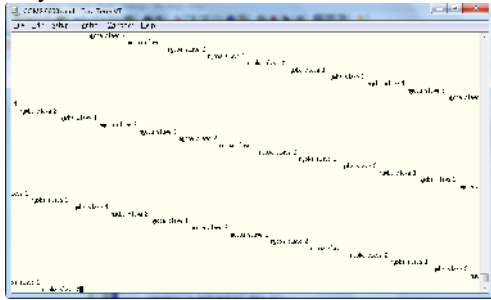
3) Tahap-Tahap Yang Dilakukan Dalam Pengujian

- a) Hubungkan tx rx pada 485
- b) Kemudian hubungkan RS 232 to 485 ke laptop.

4) Analisa

Data yang dikirim oleh slave1 dan slave 2 ATMega 8 dapat diterima dengan baik oleh master. Masternya ini berupa ATMega

162 namun dalam pengujian ini ATmega 162 diganti dengan laptop agar terlihat datanya.



Gambar 4.15. Tampilan teraterm

4.1.7. Pengujian Integrasi Sistem

1) Tujuan

- a. Untuk mengetahui apakah sistem yang terintegrasi sudah berjalan dengan baik atau belum.

2) Alat-Alat Yang Dibutuhkan Untuk Pengujian.

- a. ATmega 8 2 buah
- b. ATmega 162
- c. Handphone SE T610
- d. Kabel Serial handphone SE T610
- e. Laptop
- f. RS 232 to 485
- g. Sensor PIR 4 buah
- h. Sensor *Infra Red* 6 buah
- i. LCD 16 karakter
- j. Keypad 4x4
- k. Buzzer
- l. Power Supply

3) Tahap-Tahap Yang Dilakukan Dalam Pengujian

- a. Hubungkan semua mikrokontroler dengan *power supply* dan semua mikrokontroler groundnya jadi satu.
- b. Pada ATmega8 slave1 hubungkan pin Vout PIR1 ke *interrupt external1* dan pin Vout PIR2 ke *interrupt external2* serta hubungkan juga TX dan RX dari 485 ke TX dan RX port.
- c. Pada ATmega8 slave2 hubungkan pin Vout PIR3 ke *interrupt external1* dan pin Vout PIR4 ke *interrupt external2*. Kemudian hubungkan TX dan RX dari 485 ke TX dan RX port. Hubungkan port output pada sensor *infra red* pada PinB.0 sampai PinB.5.
- d. Pada ATmega 162, hubungkan Port keypad ke Port C kemudian hubungkan Port LCD ke Port A serta buzzer letakkan pada Port D. Kemudian hubungkan DB 9 pada RS 232 to 485 ke serial 2.
- e. Pastikan semua alat terpasang dengan baik.

4) Hasil Pengujian dan Analisa

Berdasarkan hasil pengujian, pertama-tama saat kondisinya kita mau keluar rumah kita harus memasukkan *password* input terlebih dahulu. *Password* input yang kita masukkan yaitu "54321" kemudian setelah *password* aktif kemudian sistem sensor akan aktif dan berjalan sehingga sistem sensor ini akan mendeteksi seseorang yang masuk rumah tanpa memasukkan *password* input terlebih dahulu.

Kemudian saat ada seseorang yang lewat pada pintu depan rumah maka akan terdeteksi oleh sensor PIR1 dan sensor PIR2

sehingga orang tersebut akan terdeteksi sebagai pencuri kemudian jika orang asing ini melewati pintu belakang maka dia akan terdeteksi oleh sensor PIR3 dan PIR4 kemudian jika dia menerobos lewat jendela maka dia akan terdeteksi oleh 6 sensor infra red tersebut. Setelah sensor-sensor yang terpasang tersebut mendeteksi adanya keberadaan seseorang saat ditinggal rumah oleh pemiliknya maka data dari sensor tadi dikirimkan dari Atmega 8 *slave* 1 dan Atmega *slave* 2 ke *master* ATmega 162. Dan dari atmega 162 tadi akan diteruskan ke handphone server SE T610 yang telah terhubung pada serial 1 kemudian informasi tersebut diteruskan ke *handphone* pemilik rumah bahwa ada pencuri.

Kemudian jika pemilik rumah yang tadinya keluar kemudian ingin masuk rumah maka pemilik rumah harus memasukkan *password* untuk memasuki rumah yaitu "12345" agar dapat mematikan sistem sensor sehingga pemilik rumah tidak terdeteksi sebagai pencuri dan bisa masuk ke rumah.

Setelah melakukan pengujian diatas dilakukan pengujian jika sistem berjalan namun orang tersebut tidak berusaha memasuki rumah namun orang tersebut hanya lewat depan pintu saja yang artinya hanya terdeteksi oleh sensor PIR1 jika ada orang di depan rumah kemudian terdeteksi oleh Sensor PIR3 saja jika dilihat dari pintu belakang. Ternyata sistem sensor PIR yang dibuat dapat membedakan antara orang yang hanya lewat saja dengan orang yang benar-benar ingin menerobos pintu rumah.

Kemudian untuk pengiriman sms dari handphone server ke handphone pemilik rumah didapatkan bahwa terdapat *delay* propagasi sekitar 6 detik.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan tahap perencanaan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian dan analisa, maka dapat diambil kesimpulan sementara sebagai berikut :

1. Sensor PIR yang didisain dapat membedakan antara orang yang hanya lewat saja dengan orang yang benar-benar mau masuk rumah.
2. Pada sensor *infra red*, jarak maksimum yang dapat dideteksi oleh sensor *infra red* dengan menggunakan *photodiode* yaitu sebesar 1,2 meter dan jarak maksimum jika mendeteksinya menggunakan IR *Receiver* GP1UE28Q sebesar 2 meter. Hal ini sesuai dengan jendela yang ada di lab dengan panjang 1,8 meter. Sehingga IR *Receiver* GP1UE28Q lebih bagus daripada menggunakan *photodiode*.
3. Modulasi yang baik pada modulasi sensor *infrared* berada pada frekuensi 961,5 Hz.
4. Komunikasi serial pada mikrokontroler AT Mega 162 dan HP SE T610 dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan output yang baik pada buzzer.
5. Program *password* yang diuji dapat bekerja dengan baik dalam menonaktifkan maupun mengaktifkan sistem sensor.
6. Untuk komunikasi 485 antara slave dan master, untuk jarak yang jauh lebih baik menggunakan kabel jenis serabut untuk menghindari losses data yang besar.
7. Respon yang dimiliki oleh sensor PIR yang digunakan pada sistem sensor ini yaitu dapat mendeteksi dengan range sebesar 50° dengan waktu respon rata-rata 2 detik.

8. Waktu Informasi yang diterima oleh hp pemilik rumah sekitar 6 detik.

5.2 Saran

1. Untuk komunikasi 485 dengan jarak 6 meter lebih tidak disarankan untuk menggunakan kabel tunggal karena data akan loses dan tidak akan sampai pada tujuan, untuk itu lebih baik menggunakan kabel serabut dan kemudian komunikasi 485 untuk *slave* ke *master* bisa diganti dengan menggunakan wireless yaitu dengan menggunakan Xbee-pro agar tidak repot dalam pengkabelan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibowo, Windu. *Desain Hardware Berbasis Smartcard Dan SMS Gateway Dalam Intelligent Home Security*. Proyek Akhir: Tehnik Elektronika PENS-ITS; 2009.
- [2] All Data sheet, Website <http://www.alldatasheet.com>, 2011
- [3] Darwito, Haryadi Amran. *Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Webcam dan Finger Print Berbasis Web dan SMS*. Paper Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi : PENS – ITS; 2008.
- [4] Franseda, Muh. *Alat Deteksi Alkohol dalam Tubuh Pengemudi Sebagai Solusi Mengurangi Terjadinya Kecelakaan Berbasis SMS Gateway*. Proyek akhir: PENS-ITS; 2007.
- [5] Anonim, (2010), [http //PRASIMAX MIKRON 123 Online /AT-Command-Untuk SMS.html](http://PRASIMAX MIKRON 123 Online /AT-Command-Untuk SMS.html) [28 Juli 2010]
- [6] <http://www.digi-ware.com> [28 Juli 2010]
- [7] <http://www.atmel.com/Product/datasheet/ATmega162.pdf> [2 Agustus 2010]
- [8] <http://www.atmel.com/Product/datasheet/ATmega8.pdf> [2 Agustus 2010]
- [9] <http://www.tempointeraktif.com/hg/kriminal/2010/07/24/brk.20100724-265968.id.html> [2 Agustus 2010]
- [10] <http://www.google.com> [2 Agustus 2010]
- [11] Paul Bates, P.Eng, "Practical Digital And Data Communications With LSI Applications". United States of America: Prentice-Hall, Inc.1987.
- [12] Zuhail, Zhanggischan. Prinsip Dasar Elektroteknik, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2004.
- [13] <http://bagusrifqyalistia.wordpress.com/2008/09/12/cara-kerja-sensor-pir/>
- [14] Wikipedia.org, The Free Encyclopedia. LCD. <http://en.wikipedia.org/wiki/LCD>. [4 Januari 2011]