

**DESAIN, IMPLEMENTASI, DAN ANALISIS KINERJA SISTEM  
KEAMANAN PERUMAHAN CLIENT/SERVER BERBASIS  
MIKROKONTROLER DAN TEKNOLOGI NIRKABEL IEEE 802.11b/g**

**Oleh:**

**RATIH RAMADHINI  
G64102018**



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**2006**

**DESAIN, IMPLEMENTASI, DAN ANALISIS KINERJA SISTEM  
KEAMANAN PERUMAHAN *CLIENT/SERVER* BERBASIS  
MIKROKONTROLER DAN TEKNOLOGI NIRKABEL IEEE 802.11b/g**

**Skripsi**

**sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor**

**Oleh:**

**RATIH RAMADHINI  
G64102018**

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
2006**



## ABSTRAK

RATIH RAMADHINI. Desain, Implementasi, dan Analisis Kinerja Sistem Keamanan Perumahan *Client/Server* Berbasis Mikrokontroler dan Teknologi Nirkabel IEEE 802.11b/g. Dibimbing oleh HERU SUKOCO dan SONY HARTONO WIJAYA.

Sistem keamanan perumahan berbasis teknologi komputer telah banyak dikembangkan. Sistem seperti ini dipandang perlu untuk dikembangkan mengingat dibutuhkan sistem keamanan yang lebih efektif untuk mencegah terjadinya tindakan pencurian dan perampokan di perumahan. Tujuan penelitian ini adalah mendesain, mengimplementasikan, dan menganalisis kinerja prototipe sistem keamanan perumahan yang memanfaatkan teknologi komputer, mikrokontroler, dan jaringan nirkabel IEEE 802.11. Prototipe sistem ini dapat melakukan pendeteksian dini terhadap usaha pencurian atau perampokan dengan menggunakan detektor yang dipasangkan di pintu atau jendela rumah. Detektor tersebut akan aktif apabila pintu atau jendela dibuka atau digeser. Keluaran yang dihasilkan dari prototipe sistem ini berupa kode rumah yang kemudian dikirim ke pos jaga keamanan melalui jaringan nirkabel dan ditampilkan sebagai pesan peringatan dini terhadap kejadian pencurian.

Evaluasi kinerja sistem dilakukan berdasarkan waktu respon yang dibutuhkan untuk mengirimkan pesan peringatan dari rumah ke pos keamanan, dan berdasarkan keberhasilan dalam penerimaan data. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan prototipe sistem keamanan ini memiliki waktu respon yang cepat, yaitu sebesar 0,625 detik (waktu tercepat) dan 1,813 detik (waktu terlama). Selain itu, hasil pengujian juga didapatkan bahwa sistem ini handal dengan keberhasilan penerimaan data sebesar 100%.

Kata Kunci: sistem keamanan perumahan, *Client/Server*, mikrokontroler, teknologi nirkabel IEEE 802.11 b/g



Judul : Desain, Implementasi, dan Analisis Kinerja Sistem Keamanan Perumahan *Client/Server* Berbasis Mikrokontroler dan Teknologi Nirkabel IEEE 802.11b/g

Nama : Ratih Ramadhini

NRP : G64102018

*adick cipra mlti IPB University*

Menyetujui:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Heru Sukoco, S.Si., M.T.**  
NIP 132 282 666

**Sony Hartono Wijaya, S.Kom**

Mengetahui:

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Pertanian Bogor



**Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS**  
NIP 131 473 999

*SN -*

Tanggal Lulus:



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 14 Juni 1984 dari ayah Budi Setio Daryono dan ibu Dwiharti. Penulis merupakan putri ketiga dari tiga bersaudara. Tahun 2002 penulis lulus dari SMU Negeri 47 Jakarta dan pada tahun yang sama lulus seleksi masuk IPB melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB. Penulis memilih Program Studi Ilmu Komputer, Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Selama masa perkuliahan, Penulis pernah bergabung dalam Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) FMIPA sebagai staf Departemen Sosial periode 2003-2004 dan periode 2004-2005. Selain itu, Penulis juga aktif berpartisipasi dalam Unit Kegiatan Mahasiswa Perisai Diri IPB. Pada tahun 2006 Penulis menjalankan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Perpustakaan Institut Pertanian Bogor selama kurang lebih dua bulan.

## PRAKATA

*Alhamdulillah* rabbil 'alamin, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala curahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan makalah skripsi ini. Shalawat serta salam juga penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wasallam* beserta seluruh sahabat dan umatnya hingga akhir zaman.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Heru Sukoco, S.Si., M.T. dan Bapak Sony Hartono Wijaya, S.Kom selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah banyak memberi saran, masukan dan ide-ide kepada penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Sri Wahjuni selaku penguji yang telah memberi saran dan masukan. Selanjutnya, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mama, Papa, Yudhis, Bambang dan Mba Elda, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan bimbingan, doa dan kasih sayang.
2. Faisal, yang telah banyak memberi saran dan selalu memberi semangat penulis ketika mengalami hari-hari yang sulit. Terima kasih juga atas segala kemurahan hati dan kesabarannya.
3. Bapak Sujatmiko, David, Qwil, Rizal (Ilkom '40) dan teman-teman di laboratorium Komputasi Net-Centric (NCC) yang turut memberikan andil besar.
4. Departemen Ilmu Komputer, staf dan dosen yang telah begitu banyak membantu baik selama penelitian maupun pada masa perkuliahan.
5. Pak Widodo Budiharto, teman-teman di forum "Delta Electronic", dan Elsa (Eltek '40) yang telah membantu ketika penulis mengalami masalah pada pemrograman mikrokontroler.
6. Yuni, Dinda, Anes, dan Puspa yang telah banyak membantu dan selalu memberikan semangat dan suasana segar yang membuat penulis termotivasi.
7. Rahman, Oni, Adam, dan Setya yang telah menyumbangkan ilmunya untuk membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.
8. Ilkomerz 39: Fitri, Phia, Ratna, Nilam, Fajri, Sundoro, Andra, Eden, Dany, dan teman-teman lainnya yang banyak membantu penulis pada masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan untuk perbaikan penelitian di masa mendatang. Akhir kata, Penulis berharap agar hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menjadi acuan bagi pembaca, terutama untuk para peneliti yang berminat untuk melanjutkan dan menyempurnakan penelitian ini.

Bogor, November 2006

Ratih Ramadhini

# DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan.....	1
Ruang Lingkup.....	1
Manfaat Penelitian.....	1
TINJAUAN PUSTAKA .....	2
Sistem Keamanan Perumahan [SFI 2004].....	2
Mikrokontroler [Ayala 1997] .....	3
Trainer Kit, Spesifikasi, dan Arsitektur DT-51 .....	3
Komunikasi Data Serial Melalui Antarmuka RS-232 [Strangio 1993] .....	4
Reed switch [Wikipedia].....	5
Transceiver .....	5
Jaringan Nirkabel 802.11 ( <i>Wireless LAN</i> ) .....	5
Prototipe [Pressman 1997] .....	6
METODE PENELITIAN .....	6
Analisis Kebutuhan .....	6
Perancangan Prototipe .....	7
1 Perancangan Arsitektur dan Proses Sistem .....	7
2 Perancangan Basis Data.....	7
3 Perancangan Masukan dan Keluaran .....	8
Implementasi Prototipe.....	8
1 Implementasi Perangkat Keras .....	8
2 Implementasi Perangkat Lunak .....	9
Pengujian Prototipe .....	9
1 Lokasi Pengujian .....	9
2 Alat Pengujian .....	9
3 Model Sistem pada Pengujian.....	9
4 Rancangan Percobaan.....	9
Lingkungan Pengembangan .....	10
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	10
Modifikasi <i>Transceiver</i> .....	10
Pengembangan SIJELITA .....	10
1 MICRO232 .....	11
2 SOCK232.....	12
Analisis Kinerja.....	13
KESIMPULAN DAN SARAN .....	14
Kesimpulan.....	14
Saran.....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	15
LAMPIRAN .....	16

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
1 Sinyal pada konektor DB25 dan DB9.....	4
2 Struktur tabel Rumah.....	7
3 Struktur tabel Posisi_detektor.....	7
4 Rataan waktu respon sistem.....	13
5 Persentasi akurasi sistem .....	14

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
1 Arsitektur DT51.....	3
2 Modul DT-51 dan komponen pendukungnya. ....	4
3 Fungsi komunikasi RS-232 dan tipe konektor untuk komputer dan modem [Strangio 1993].....	4
4 Diagram <i>reed switch</i> dari paten Ellwood, <i>U.S. Patent 2264746</i> [Wikipedia]. ....	5
5 Model referensi OSI untuk IEEE 802.11.....	6
6 Karakterisasi elektris RS-232. ....	7
7 Arsitektur sistem keamanan perumahan SIJELITA. ....	8
8 ER-Diagram untuk sistem SIJELITA.....	8
9 Model jaringan nirkabel untuk pengujian sistem.....	9
10 Skema modifikasi <i>transmitter</i> .....	10
11 Skema pin pada port 1 mikrokontroler 89C51.....	11
12 Diagram sinyal dari RS232 pada proses transmisi data dari mikrokontroler ke komputer.....	12
13 Kurva waktu respon sistem selama 10 hari pengujian. ....	14

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
1 Model sistem keamanan SIJELITA.....	17
2 Skema rangkaian transceiver sebelum dilakukan modifikasi .....	18
3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem. ....	18



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kondisi ekonomi masyarakat Indonesia yang sebagian besar sangat memprihatinkan menyebabkan tingginya tingkat kriminalitas. Demi memenuhi kebutuhan hidup, masyarakat tidak segan-segan lagi melakukan tindakan kriminal, di antaranya adalah tindakan pencurian dan perampokan di rumah tinggal.

Keamanan di daerah rumah tinggal menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat saat ini karena tindakan kriminal sudah sangat meresahkan, terutama bagi warga yang sering meninggalkan rumah. Sistem keamanan perumahan yang hanya mengandalkan tenaga petugas keamanan masih kurang efektif. Hal ini terbukti dengan masih banyaknya tindakan pencurian dan perampokan yang terjadi di perumahan, apartemen, atau tempat tinggal lainnya baik pada saat jam kerja, malam hari maupun hari libur.

Tindakan pencurian maupun perampokan sering terjadi karena adanya peluang atau kesempatan yang berasal dari para penghuninya sendiri, seperti jendela dan pintu yang tidak terkunci dan para penghuni yang jarang berada di rumah. Selain itu, pencurian dan perampokan dapat juga disebabkan oleh petugas keamanan yang kurang sigap dan disiplin, letak rumah yang berjauhan, atau pemukiman yang sangat luas sehingga sulit bagi petugas untuk selalu memantaunya. Bahkan, tidak jarang aksi pencurian dan perampokan kadangkala terdapat unsur kerjasama dengan oknum petugas keamanan sehingga warga dan petugas keamanan mengalami kesulitan dalam mengantisipasinya.

Saat ini telah banyak dikembangkan aplikasi keamanan perumahan dengan menggunakan teknologi komputer. Biasanya sistem keamanan ini terdiri atas detektor gerak, kontak pada pintu dan jendela, sirine, dan perusahaan yang memantau suatu rumah selama berjalannya sistem. Namun, sistem seperti ini masih kurang efektif karena perusahaan tersebut tidak langsung menangani kejadian melainkan hanya menelepon atau menghubungi ke markas polisi terdekat untuk memberi tindakan lebih lanjut. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya waktu tunggu yang cukup lama sehingga pencuri mempunyai kesempatan untuk meninggalkan tempat kejadian sebelum polisi datang. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang lebih cepat

dan efektif dalam menyampaikan informasi terjadinya aksi pencurian atau perampokan kepada petugas keamanan sehingga aksi-aksi kriminalitas tersebut dapat dihindari dan ditangani lebih cepat.

### Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah merancang, mengimplementasikan, dan menganalisis kinerja sistem keamanan perumahan *Client/Server* berbasis mikrokontroler dan teknologi nirkabel standar IEEE 802.11b/g.

### Ruang Lingkup

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian, penulis melakukan pembatasan sebagai berikut:

1. Desain dan implementasi terbatas pada model prototipe sistem keamanan *Client/Server* berbasis mikrokontroler dan IEEE 802.11b/g,
2. Komponen mikrokontroler dan *transceiver* menggunakan standar yang telah ada dengan sedikit modifikasi,
3. Pembahasan mengenai sistem mikrokontroler terbatas pada komunikasi serial mikrokontroler dengan komputer, bukan pada komponen-komponen elektronik yang terkait di dalamnya,
4. Pengukuran kinerja dilakukan pada prototipe sistem keamanan dengan menghitung nilai respon/kepekaan dan keberhasilan sistem terhadap pergerakan detektor,
5. Detektor pada prototipe sistem ini digunakan pada bagian rumah yang dapat dibuka dan ditutup, seperti pintu, pagar, dan jendela rumah.

### Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan sebuah prototipe sistem keamanan perumahan berbasis teknologi komputer dengan memanfaatkan komputer, mikrokontroler dan jaringan nirkabel standar IEEE 802.11. Prototipe tersebut diharapkan dapat membantu petugas keamanan untuk lebih cepat dan efektif mengetahui terjadinya pencurian atau perampokan di kawasan perumahan atau apartemen. Selain itu, petugas keamanan tidak perlu selalu berkeliling secara intensif untuk memantau situasi di perumahan karena dapat dibantu melalui sistem pemantauan terpusat yang berada di pos keamanan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sistem Keamanan Perumahan [SFI 2004]

Sistem keamanan pada umumnya terdiri atas sensor atau detektor gerak yang diletakkan pada pintu dan jendela. Elemen dasar dari sistem keamanan perumahan antara lain:

#### Panel Kontrol

Panel Kontrol adalah lokasi diletakkannya pengkabelan sistem, baterai cadangan, dan koneksi ke saluran telepon jika sistem tersebut adalah sistem yang terpantau (*monitored system*).

#### Keypad

*Keypad* berfungsi untuk mengaktifkan dan menon-aktifkan sistem. *Keypad* tambahan dapat dipasang kemudian, misalnya pada ruang tidur. Tampilan pada *keypad* akan mengindikasikan detektor pintu atau jendela yang sedang aktif.

#### Sirine

Sirine berfungsi sebagai tanda deteksi yang akan berbunyi ketika pintu atau jendela dibuka dan sistem sedang aktif.

#### Detektor Gerak

Detektor Gerak adalah detektor dengan cahaya infra merah pasif, gelombang mikro, atau *photoelectric* yang mendeteksi perubahan pada suatu ruangan karena kehadiran manusia. Detektor jenis ini biasanya digunakan untuk mendeteksi pergerakan suatu benda.

#### Kontak Pintu dan Jendela

Kontak pintu atau jendela merupakan kontak magnetis yang membentuk suatu sirkuit antara bingkai pintu dan pintu atau bingkai jendela dan jendela. Ketika pintu atau jendela dibuka dan sistem sedang aktif maka sirkuit akan putus dan membunyikan alarm.

#### Pusat Pemantau Keamanan

Pada sistem yang termonitor, ketika alarm aktif, panel kontrol atau kendali akan mengirim pesan melalui saluran telepon ke stasiun pusat atau perusahaan yang memantau selama 24 jam setiap hari. Setelah menerima kontak dari pemilik rumah, stasiun pusat akan menghubungi polisi, pemadam kebakaran, atau tenaga medis. Layanan sistem keamanan seperti ini biasanya bersifat komersil dan pelanggan dikenakan biaya jasa untuk berlangganan.

Selain elemen-elemen yang telah disebutkan, elemen tambahan lain yang dapat digunakan pada sistem ini antara lain:

- *Smoke detectors*
- *Glass break detectors*
- *Panic Buttons*
- *Closed circuit TV*

Sistem keamanan perumahan pada umumnya memiliki 2 (dua) tipe, yaitu:

### 1. Sistem Terpantau

Sistem terpantau merupakan tipe sistem keamanan perumahan yang paling banyak digunakan. Sistem ini biasanya melibatkan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa sistem keamanan yang bertugas memantau situasi di suatu perumahan selama 24 jam setiap hari.

Prinsip kerja pada sistem ini adalah sebagai berikut:

- Sistem keamanan mendeteksi suatu kejadian atau gerakan,
- Sistem keamanan menunggu selama 30 sampai 45 detik sebelum memberi sinyal ke alarm agar pemilik rumah mempunyai kesempatan mematikan alarm untuk mencegah alarm yang salah,
- Jika tidak dimatikan, sistem keamanan memberi sinyal untuk membunyikan alarm dan mengirim pesan ke perusahaan jasa keamanan melalui saluran komunikasi seperti telepon,
- Perusahaan jasa keamanan menerima pesan dan mendengar adanya alarm yang aktif, kemudian menghubungi pemilik rumah. Jika tidak ada jawaban, mereka langsung menghubungi polisi,
- Polisi menerima panggilan dari perusahaan jasa keamanan dan selanjutnya memberi respon dengan mendatangi tempat kejadian sesuai laporan atau informasi yang diberikan oleh perusahaan tersebut.

### 2. Sistem Tidak Terpantau

Pada sistem tidak terpantau tidak ada lembaga atau perusahaan khusus yang memantau sistem. Biasanya pada sistem ini terdapat alarm dan/atau lampu *flash* yang mengindikasikan terpicunya sistem keamanan. Sistem ini mengandalkan penglihatan dan pendengaran tetangga atau orang yang berada di sekitar rumah tersebut untuk kemudian menelepon polisi setelah mendengar alarm atau melihat lampu *flash* menyala. Agar mudah terlihat, lampu dan alarm diletakkan di depan rumah atau dipasang pada tempat yang sesuai kesepakatan antara pemilik rumah dengan para tetangganya.

Keuntungan dari sistem tipe ini adalah dapat mencegah pencurian atau perampokan, karena kebanyakan pencuri akan meninggalkan rumah setelah mengetahui alarm dan lampu *strobe* aktif. Namun, kerugiannya adalah ketika tetangga sedang tidak ada di rumahnya atau tidak mau ikut terlibat. Sistem ini cocok untuk perumahan di pinggiran kota, tetapi tidak bekerja dengan baik pada rumah di luar kota yang tidak mempunyai tetangga dekat.

### Mikrokontroler [Ayala 1997]

Mikrokontroler adalah komputer chip tunggal (*single chip computer*) yang memiliki kemampuan untuk diprogram dan umumnya digunakan pada sistem kontrol yang membutuhkan jumlah komponen minimum dan biaya rendah. Dalam *integrated circuit* (IC) mikrokontroler telah terdapat ROM, RAM, EPROM, antarmuka serial dan paralel, *timer*, *analog-to-digital converter* (ADC), *digital-to-analog converter* (DAC), dan fitur lainnya. Mikrokontroler saat ini banyak digunakan sebagai sistem pengontrol, mulai dari mainan anak-anak, perangkat elektronik rumah tangga, perangkat pendukung automotif, peralatan industri, peralatan telekomunikasi, pengendali robot sampai dengan persenjataan militer.

Terdapat beberapa keunggulan yang diharapkan dari alat-alat berbasis mikrokontroler:

1. kehandalan yang tinggi dan kemudahan integrasi dengan komponen lain,
2. ukuran yang semakin dapat diperkecil,
3. penggunaan komponen lebih efisien sehingga biaya produksi lebih rendah,
4. waktu pembuatan lebih singkat sehingga lebih cepat pula dipasarkan sesuai kebutuhan,
5. konsumsi daya yang rendah.

### Trainer Kit, Spesifikasi, dan Arsitektur DT-51

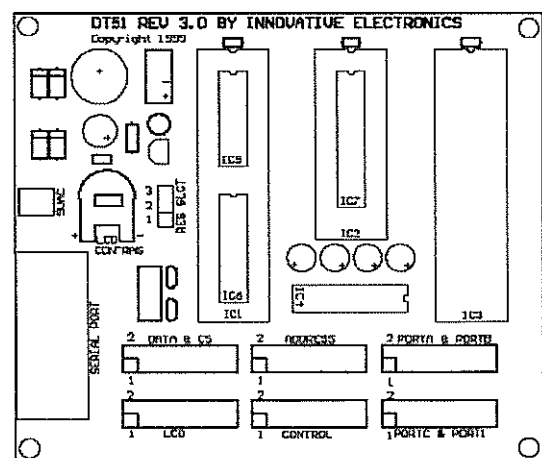
DT51 merupakan modul perangkat pengembangan elektronik berbasis mikrokontroler yang terdiri atas dua bagian terintegrasi, yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Komponen utama perangkat keras DT51 adalah mikrokontroler 89C51 yang merupakan salah satu turunan keluarga MCS-51 Intel dan telah menjadi salah satu standar industri di dunia. Selain mikrokontroler, DT51 dilengkapi pula dengan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable ROM*) yang memungkinkan

DT51 bekerja dalam mode *stand-alone*, yaitu bekerja sendiri tanpa komputer. Selain komponen tersebut, fungsi-fungsi lain yang terdapat pada DT51 antara lain: *timer*, *counter*, *RS-232 serial port*, *programmable peripheral interface* (PPI), serta *liquid crystal display* (LCD) *port* [Innovative Electronics 2005].

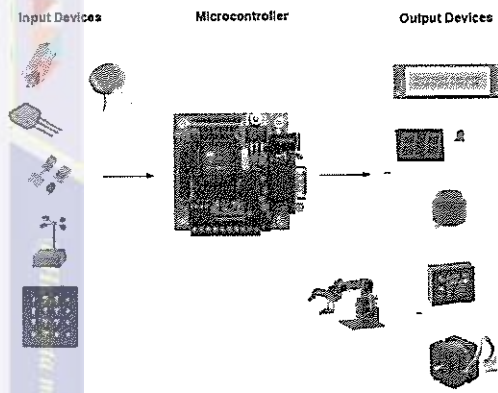
Perangkat lunak DT51 terdiri atas *downloader* DT51L dan *debugger* DT51D. Program *downloader* DT51L berfungsi untuk mentransfer program yang telah dibuat dari PC (*personal computer*) ke mikrokontroler pada modul DT51, sedangkan *debugger* DT51D akan membantu pengguna untuk melacak kesalahan program menjadi lebih mudah. Spesifikasi DT-51 sebagai berikut:

- Berbasis mikrokontroler 89C51 yang berstandar industri.
- Antarmuka *port* serial standar RS-232 untuk komunikasi antara komputer dengan *board* DT-51.
- 8 Kbytes memori *non-volatile* (EEPROM) untuk menyimpan program dan data
- *Port* masukan/keluaran (*input/output*, (I/O)) dengan kapasitas 8 bit tiap *port*-nya.
- *Port Liquid Crystal Display* (LCD) untuk keperluan tampilan.
- Konektor ekspansi untuk menghubungkan DT-51 dengan *add-on board* yang kompatibel dari Innovative Electronics.

Arsitektur dan komponen-komponen pelengkap DT-51 *trainer kit* dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2 [Innovative Electronics 2005].



Gambar 1 Arsitektur DT51.

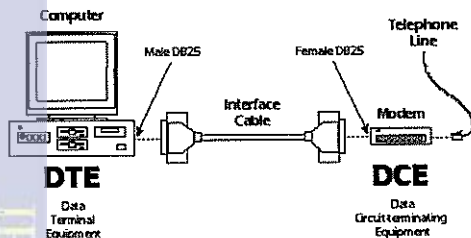


Gambar 2 Modul DT-51 dan komponen pendukungnya.

### Komunikasi Data Serial Melalui Antarmuka RS-232 [Strangio 1993]

Transmisi serial merupakan pengiriman data satu per satu bit secara berurutan melalui satu saluran komunikasi sehingga komunikasi serial jauh lebih lambat daripada komunikasi paralel. Namun, salah satu keuntungan komunikasi serial adalah kemampuan pengiriman datanya yang lebih jauh dibandingkan port paralel karena port serial mengirimkan logika 1 dengan kisaran tegangan antara -3 volt hingga -25 volt dan logika 0 dengan kisaran tegangan antara +3 volt hingga +25 volt sehingga kehilangan daya karena panjangnya kabel bukan masalah utama. Berbeda dengan port paralel yang menggunakan level tegangan yang berkisar dari 0 volt untuk logika 0 dan +5 volt untuk logika 1.

RS-232 adalah antarmuka yang menghubungkan *Data Terminal Equipment* (DTE) dan *Data Communication Equipment* (DCE) yang menjalankan suatu pertukaran data biner secara serial. Dalam hal ini, contoh DTE adalah komputer sedangkan contoh DCE adalah mikrokontroler, modem, *plotter*, *scanner*, dan lain-lain seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Fungsi komunikasi RS-232 dan tipe konektor untuk komputer dan modem [Strangio 1993].

Konektor RS-232 terdiri atas 2 jenis, yaitu konektor 25 pin (DB25) dan 9 pin (DB9) yang berpasangan (jantan dan betina). Keluaran sinyal pada DB25 dan DB9 dapat dilihat pada Tabel 1 [Budiharto 2004].

Tabel 1 Sinyal pada konektor DB25 dan DB9

Nama sinyal	Singkatan	Arah Sinyal	Pin Konektor	
			DB9	DB25
Carrier Detect	DCD	dari DCE (input)	1	6
Received Data	RD	dari DCE (input)	2	3
Transmitted Data	TD	ke DCE (output)	3	2
Data Terminal Ready	DTR	ke DCE (output)	4	20
Signal Ground	SG	-	5	7
Data Set Ready	DSR	dari DCE (input)	6	6
Request To Send	RTS	ke DCE (output)	7	4
Clear To Send	CTS	dari DCE (input)	8	5
Ring Indicator	RI	dari DCE (input)	9	22

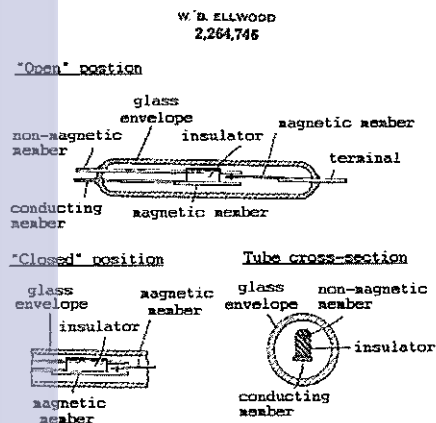
Deskripsi sinyal RS-232 adalah sebagai berikut:

- *Data Terminal Ready* (DTR)  
DTR digunakan oleh DTE untuk memberi sinyal bahwa DTE telah terhubung dan siap untuk memulai komunikasi.
- *Data Set Ready* (DSR)  
DSR digunakan oleh DCE untuk mengindikasikan bahwa DCE telah siap untuk memulai komunikasi.
- *Request to Send* (RTS)  
RTS digunakan oleh DTE untuk mengindikasikan bahwa DTE akan mengirim data.
- *Clear to Send* (CTS)  
CTS digunakan oleh DCE sebagai respon dari RTS untuk mengindikasikan bahwa DCE siap untuk pengiriman data.
- *Transmitted Data* (TD)  
TD aktif ketika data sedang ditransmisikan dari DTE ke DCE.
- *Received Data* (RD)  
RD aktif ketika DTE sedang menerima data dari DCE.

- **Data Carrier Detect (DCD)**  
DCD digunakan oleh DCE untuk memberi tanda ke DTE bahwa data sedang ditransmisikan.
- **Ring Indicator (RI)**  
RI digunakan oleh modem DCE untuk memberitahu DTE bahwa saluran sedang aktif dan data akan diterima.
- **Signal Ground (GND)**  
GND menyediakan alur pengembalian pada DTE dan DCE dan sinyal *handshake*

### Reed switch [Wikipedia]

*Reed switch* adalah suatu tombol elektrik yang beroperasi ketika muncul suatu medan magnetik didekatnya. *Reed switch* ditemukan oleh W. B. Ellwood pada tahun 1936. *Reed switch* terdiri atas sepasang kontak pada metal yang mengandung besi yang dibungkus dengan kaca segel yang kedap udara. Pada keadaan normal, kontak terbuka dan akan menutup ketika terdapat suatu medan magnet atau secara normal tertutup dan membuka ketika terdapat suatu medan magnet seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram reed switch dari paten Ellwood, *U.S. Patent 2264746* [Wikipedia].

### Transceiver

*Transceiver* (pasangan *transmitter* dan *receiver*) berfungsi untuk mengirimkan sinyal elektromagnetik dari pengirim (*transmitter*) ke penerima (*receiver*) dengan menggunakan frekuensi radio, inframerah atau ultrasonik. Peralatan seperti ini banyak dimanfaatkan secara praktis untuk penggunaan bel rumah, alat pengendali TV, sistem keamanan kendaraan dan stasiun radio atau TV.

### Jaringan Nirkabel 802.11 (*Wireless LAN*)

Jaringan nirkabel standar IEEE 802.11 menggunakan gelombang elektromagnetik (frekuensi radio atau infra merah) untuk mentransfer data tanpa memerlukan koneksi secara fisik seperti jaringan kabel. Konfigurasi jaringan nirkabel dapat berupa jaringan Ad-hoc (*peer-to-peer*) dan jaringan infrastruktur nirkabel yang menggunakan *Access Point* (AP) untuk distribusi data. Komunikasi data pada jaringan nirkabel seperti halnya pada komunikasi radio dua arah dengan proses sebagai berikut:

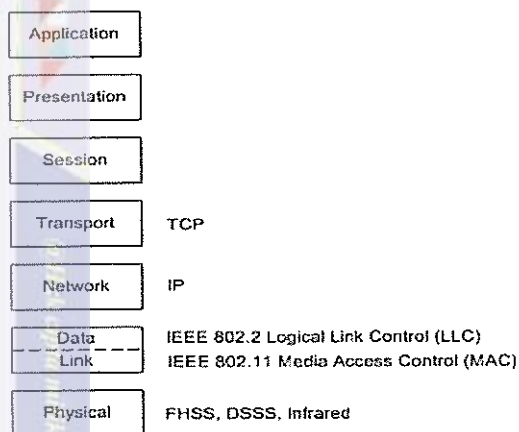
1. *Wireless Adapter* pada sebuah komputer mengubah data menjadi sinyal radio dan mentransmisinya dengan menggunakan antenna.
2. *Wireless AP atau Router* menerima sinyal dan mengubahnya kembali menjadi data seperti semula, kemudian mengirimnya ke internet dengan koneksi fisik seperti kabel Ethernet.

Proses dapat berjalan sebaliknya, AP atau router akan menerima informasi dari internet, mengubahnya ke sinyal radio dan mengirimkannya ke *wireless adapter* di komputer [RHO 2003].

IEEE 802.11 merupakan standar *nirkabel* yang pertama kali didefinisikan pada kelompok 802. Standar yang diterima IEEE pada tahun 1997 ini serupa dengan standar Ethernet IEEE 802.3 dengan beberapa kriteria tambahan, antara lain:

- Fungsi yang diperlukan suatu perangkat 802.11 untuk dapat beroperasi dalam model *peer-to-peer* atau integrasi dengan jaringan LAN yang telah ada.
- Operasi 802.11 yang memungkinkan mobilitas perangkat 802.11 dengan banyak *wireless LAN*.
- MAC (*Media Access Control*) yang memungkinkan transfer data melalui lapisan berikutnya yaitu lapisan fisik pada jaringan 802.11. Selain itu MAC juga menyediakan layanan kontrol akses dan proteksi data pada penggunaan bersama jaringan nirkabel.
- Layer fisik sebagai antarmuka atau media nirkabel, yaitu frekuensi radio dan Infra merah [IDD 2005].

Model referensi OSI (*Open System Interconnection*) untuk IEEE 802.11 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Model referensi OSI untuk IEEE 802.11.

Standar IEEE 802.11a beroperasi pada frekuensi 5 GHz, memiliki kecepatan transfer data maksimum 54 Mbps dan jarak maksimum sekitar 50 meter. Standar IEEE 802.11b beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz, memiliki kecepatan transfer data maksimum 11 Mbps dan jarak maksimum sekitar 100 meter. Standar IEEE 802.11g beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz, memiliki kecepatan transfer data maksimum 54 Mbps dan jarak maksimum sekitar 100 meter. Pengguna Wi-Fi (*Wireless Fidelity*) yang memiliki *adapter* 802.11b bisa terhubung pada *access point* 802.11g, tetapi kecepatan transfer data yang bisa dicapai tetap sesuai dengan kecepatan maksimum 802.11b, yaitu 11 Mbps [Flickenger 2003].

#### Prototipe [Pressman 1997]

Prototipe bisa berfungsi sebagai "sistem pertama" yang digunakan jika pengguna hanya mendefinisikan serangkaian sasaran umum bagi perangkat lunak yang diinginkannya dan tidak melakukan identifikasi terhadap kebutuhan keluaran, pemrosesan maupun masukan yang lebih rinci. Baik pengguna maupun pengembang menyukai paradigma prototipe. Para pengguna merasa nyaman dengan sistem aktual, sedangkan pengembang dapat membangunnya dengan segera.

Tidak mudah untuk membuat sistem benar pada pertama kalinya, bahkan dengan perencanaan terbaik sekalipun. Melalui sistem pertama yang dibangun ini mungkin terlalu lambat, terlalu besar, atau janggal di dalam pemakaian sehingga pengembang akan membangun sebuah versi yang dirancang kembali di mana masalah-masalah tersebut dapat diselesaikan.

Prototipe cukup efektif untuk memperoleh kebutuhan dan aturan yang jelas yang disetujui pelanggan dan pembuat perangkat lunak. Walaupun pada umumnya prototipe akan dihilangkan dan dibuat perangkat lunak yang sebenarnya.

## METODE PENELITIAN

Sistem keamanan perumahan yang telah banyak dikembangkan saat ini menggunakan saluran telepon untuk mengkoneksikan rumah dengan stasiun pusat. Pada penelitian ini akan dikembangkan prototipe sistem keamanan perumahan *Client/Server* dengan menggunakan jaringan nirkabel yang diharapkan dapat lebih cepat dan efektif dalam menyampaikan informasi terjadinya pencurian atau perampokan kepada petugas keamanan.

Prototipe sistem keamanan perumahan ini dinamakan SIJELITA (Sistem Jaminan Keamanan Melalui Teknologi nirkabel) dengan prinsip kerja mendekati sistem keamanan perumahan yang terpantau yang telah ada sebelumnya, dengan memanfaatkan teknologi komputer, mikrokontroler, dan jaringan nirkabel IEEE 802.11. Pemantauan pada sistem ini dilakukan oleh petugas keamanan di perumahan yang bersangkutan. Proses pengiriman pesan dari sebuah rumah ke pos jaga petugas keamanan dilakukan melalui transmisi teknologi nirkabel IEEE 802.11

#### Analisis Kebutuhan

Pengembangan sistem keamanan perumahan *Client/Server* berbasis mikrokontroler dan teknologi nirkabel IEEE 802.11b/g mempunyai spesifikasi pengguna dan fungsi sebagai berikut:

1. Sistem yang akan dikembangkan mencakup perangkat lunak berbasis *Client/Server* dan perangkat keras berbasis komputer, mikrokontroler, dan perangkat jaringan nirkabel,
2. Sistem akan melibatkan 2 (dua) pengguna, yaitu pemilik rumah dan petugas keamanan. Perangkat mikrokontroler, *wireless adapter* dan aplikasi klien akan diletakkan di rumah dengan fungsi menyampaikan informasi terjadinya pencurian atau perampokan di rumah lebih cepat dan efektif. Perangkat *wireless AP* dan aplikasi *server* diletakkan di pos petugas keamanan dengan fungsi untuk menerima informasi

situasi mengenai adanya suatu kejadian pencurian atau perampokan.

3. Sistem yang akan dibangun dapat diaktifkan baik ketika penghuni berada di rumah maupun pada saat berada di luar rumah.
4. Sistem hanya akan mencakup area yang terbatas seperti meliputi beberapa blok atau kavling perumahan dan luas area di antara 50 – 150 m<sup>2</sup>

### Perancangan Prototipe

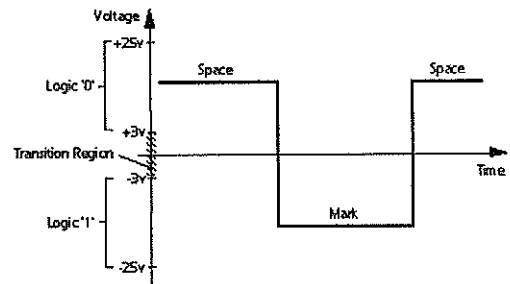
#### 1 Perancangan Arsitektur dan Proses Sistem

Perangkat keras yang dirancang untuk arsitektur sistem keamanan ini terdiri atas:

- a. *transceiver* (*transmitter* dan *receiver*) ultrasonik yang telah dimodifikasi untuk rangkaian masukannya,
- b. DT-51 Minimum System versi 3.0 yang dikembangkan oleh Innovative Electronic dengan komponen utamanya mikrokontroler 89C51 dan dilengkapi modul RS232,
- c. komputer personal,
- d. perangkat jaringan nirkabel standar IEEE 802.11b/g yang akan dipasang di setiap rumah dan pos keamanan.

Setiap alat yang dipasang pada sebuah rumah akan menggunakan detektor pintu atau jendela yang berupa *transceiver* (pasangan *transmitter* dan *receiver*). *Transmitter* yang di dalamnya terdapat kontak magnetis *reed switch* diletakkan pada bingkai pintu atau bingkai jendela berdekatan dengan magnet yang diletakkan pada daun pintu atau daun jendela, sehingga terbentuk sirkuit antara bingkai pintu dan daun pintu atau bingkai jendela dan daun jendela. Dalam keadaan normal kontak *reed switch* terbuka. Apabila pintu atau jendela dibuka atau digeser maka sirkuit *reed switch* akan aktif dan *transmitter* mengirimkan sinyal ke *receiver* untuk memberikan status ON yang akan diteruskan ke mikrokontroler dan komputer klien melalui antarmuka RS-232. Komunikasi data melalui antarmuka RS-232 merujuk pada standar karakteristik elektrik *Electronic Industry Association* (EIA) seperti terlihat pada Gambar 6.

- “Space” (logika 0) ialah tegangan antara +3 volt hingga +25 volt.
- “Mark” (logika 1) ialah tegangan antara -3 volt hingga -25 volt.
- Daerah antara +3 volt hingga -3 volt disebut sebagai daerah transisi yang besaran tegangannya tidak berlaku.



Gambar 6 Karakterisasi elektrik RS-232.

Aplikasi yang berada di pos keamanan berupa aplikasi *server* yang berbasis TCP/IP untuk memuat informasi mengenai pemilik rumah, alarm, dan waktu kejadian di sebuah perumahan. Ketika sinyal peringatan diterima di komputer *server* maka aplikasi *server* akan melakukan kueri terhadap kode digital yang dikirim oleh aplikasi klien dan ditampilkan sebagai tanda peringatan disertai informasi pemilik, alamat rumah, nomor telepon yang bersangkutan, dan posisi detektor yang aktif. Rancangan arsitektur sistem keamanan perumahan *Client/Server* dapat dilihat pada Gambar 7, dan model sistem dapat dilihat pada Lampiran 1.

#### 2 Perancangan Basis Data

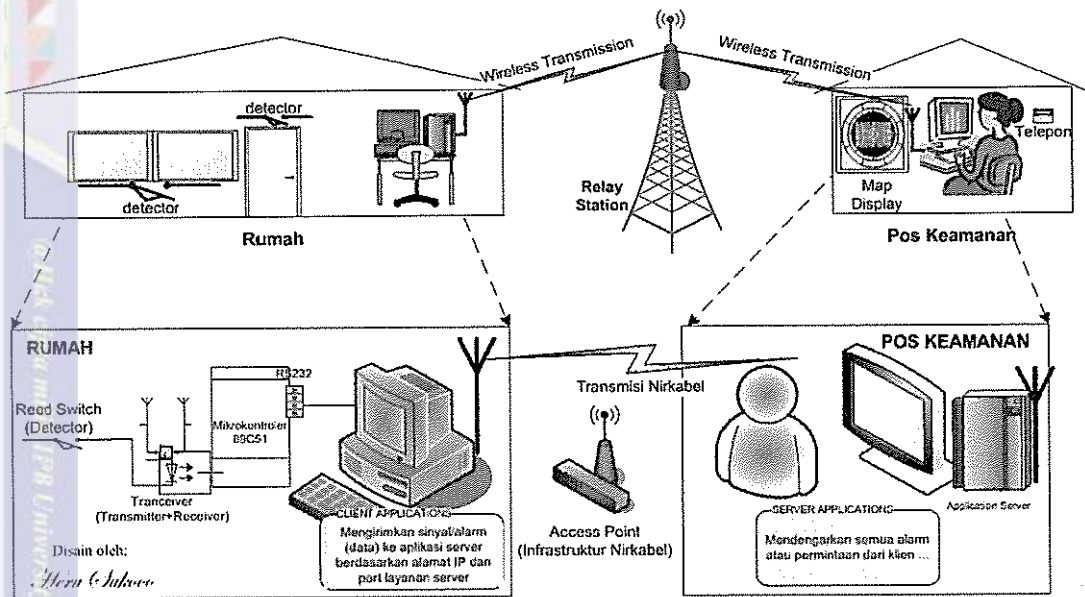
Basis data pada sistem ini terletak pada aplikasi *server* yang berada di pos keamanan. Basis data ini menyimpan informasi pemilik rumah seperti kode rumah, nama pemilik rumah, alamat rumah, nomor telepon, dan posisi detektor yang berada di rumah tersebut. Struktur tabel pada basis data yang digunakan pada sistem secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Struktur tabel Rumah

NAMA FIELD	TIPE DATA	DESKRIPSI
Id_rumah	String (5)	kode rumah
nama	String (30)	nama pemilik rumah
alamat	String (75)	alamat pemilik rumah
no_telepon	String (10)	no telepon rumah

Tabel 3 Struktur tabel Posisi detektor

NAMA FIELD	TIPE DATA	DESKRIPSI
Id_rumah	String (5)	kode rumah
Id_detektor	String (3)	kode detektor yang berada di rumah
Posisi_detektor	String (20)	Bagian rumah (pintu atau jendela) yang dipasangi detektor



Gambar 7 Arsitektur sistem keamanan perumahan SIJELITA.

Hubungan antara kedua tabel dapat dilihat pada ER-Diagram pada Gambar 8.



Gambar 8 ER-Diagram untuk sistem SIJELITA.

### 3 Perancangan Masukan dan Keluaran

Masukan sistem ini berupa sinyal analog yang dikirim oleh *transmitter* ke *receiver* pada saat detektor aktif dan selanjutnya diteruskan ke mikrokontroler sebagai kondisi ON-OFF. Di sisi lain, keluaran pada sistem berupa tanda peringatan dini terjadinya tindakan pencurian dan perampokan disertai informasi mengenai status rumah berdasarkan kode alarm yang diterima. Informasi status rumah yang ditampilkan untuk prototipe saat ini terdiri atas:

- Nama pemilik rumah,
- Alamat rumah berupa blok atau jalan, RT/RW, dan nomor rumah,
- Nomor telepon pemilik rumah dan/atau salah keluarganya yang ditunjuk sebagai nomor darurat,
- Posisi detektor yang aktif dari rumah tersebut.

### Implementasi Prototipe

#### 1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi prototipe sistem SIJELITA diawali dengan perakitan detektor dan sistem mikrokontroler. Detektor untuk pintu dan jendela yang digunakan sistem ini berupa

*transceiver* ultrasonik, yaitu pasangan *transmitter* dan *receiver* dengan gelombang ultrasonik sebagai media pengiriman sinyal. *Transceiver* ultrasonik yang digunakan merupakan pasangan modul perangkat elektronik yang telah siap untuk dirakit dengan mengikuti skema dari modul yang telah disediakan. *Transceiver* ini bekerja pada frekuensi 40 kHz.

Selanjutnya, dilakukan perakitan sistem mikrokontroler yang terdiri atas:

- DT-51 Minimum System versi 3.0 dengan komponen utamanya mikrokontroler 89C51.
- Transformator AC ke DC sebagai input catu daya untuk sistem mikrokontroler.
- Papan fiber (akrilik) yang digunakan sebagai tempat untuk menyusun tata letak komponen-komponen sistem mikrokontroler yang terdiri atas modul DT-51, *transceiver*, dan catu daya DC.

Pada sistem ini, mikrokontroler berfungsi sebagai penghubung antara *transceiver* dengan komputer. Keluaran dari *transceiver* berupa sinyal analog, sedangkan komputer hanya menerima masukan berupa sinyal digital. Oleh karena itu digunakan mikrokontroler yang dapat menerima baik sinyal analog maupun sinyal digital. Pada implementasinya, masukan pada mikrokontroler akan berupa arus listrik yang mengalir dari *receiver* ketika kontak magnetis pada *transmitter* berada pada kondisi ON. Adanya masukan inilah yang akan memicu mikrokontroler untuk mengirimkan sinyal aktivasi berupa pengiriman kode rumah



komputer yang terhubung dengan mikrokontroler. Pengiriman kode ini melalui antarmuka RS-232 dengan menggunakan kabel DB9 sebagai media komunikasi serial antara mikrokontroler dengan komputer.

## 2 Implementasi Perangkat Lunak

Setelah perakitan perangkat keras, selanjutnya dilakukan pembuatan program untuk kendali sistem mikrokontroler dan program aplikasi *Client/Server* (C/S) untuk komunikasi setiap rumah dengan pos keamanan sebagai pusat pemantauan.

Program untuk mengoperasikan mikrokontroler dibangun dengan menggunakan bahasa assembler untuk Mikrokontroler DT-51, yaitu ASM51 yang selanjutnya dikompilasi menjadi format Hexadecimal (HEX). File dalam bentuk HEX inilah yang kemudian di-*download* dan disimpan ke mikrokontroler. Program ini selanjutnya akan tersimpan di dalam mikrokontroler selama masih mendapatkan suplai catu daya (tegangan).

Program C/S dikembangkan dengan menggunakan konsep *Socket (Network Programming)* dan *Database Programming*. Program Klien yang dikembangkan akan diinstal pada komputer klien yang terletak di suatu rumah, sedangkan program *Server* yang dikembangkan akan diinstal pada komputer server yang terletak di pos keamanan perumahan.

## Pengujian Prototipe

Pengujian prototipe bertujuan untuk melihat waktu yang diperlukan untuk proses pengiriman data dari klien ke server dan akurasi data yang diterima di server. Kinerja yang diukur pada penelitian ini adalah waktu respon ( $t_{\text{respon}}$ ) dan akurasi/kehandalan sistem (P,Q)

### 1 Lokasi Pengujian

Pengujian prototipe sistem keamanan ini dilakukan di laboratorium Komputasi Net-Centric, Departemen Ilmu Komputer (Ilkom) FMIPA IPB dan menggunakan jaringan nirkabel *wifi* Ilkom sebagai media transmisi data pada aplikasi C/S.

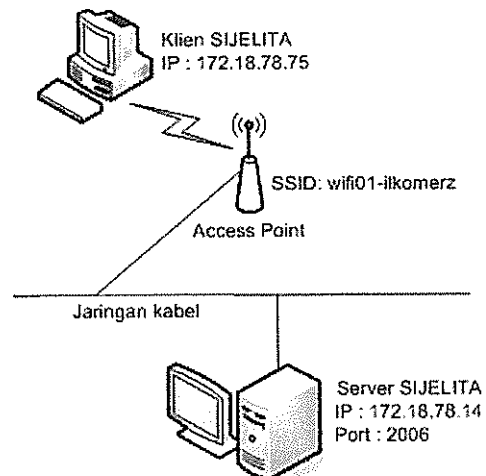
### 2 Alat Pengujian

Perangkat yang digunakan untuk pengujian sistem keamanan perumahan adalah sebagai berikut:

- Sistem Mikrokontroler yang dilengkapi dengan kabel RS-232 sebagai antarmuka komunikasi mikrokontroler dengan komputer.
- Komputer 1 yang digunakan sebagai klien, dengan spesifikasi:  
Prosesor Intel Pentium 4 2.00 GHz, Memori RAM 256 MB, dan Media penyimpanan 80 GB.
- Komputer 2 yang digunakan sebagai server, dengan spesifikasi:  
Prosesor Intel Pentium 4 2,4 GHz, Memori RAM 512 MB, dan Media penyimpanan 120 GB.
- USB *Wireless Adapter* 802.11g.

### 3 Model Sistem pada Pengujian

Model sistem yang digunakan pada pengujian sistem sesuai dengan rancangan model dan arsitektur sistem keamanan pada Gambar 7 dan Lampiran 1. Model jaringan nirkabel yang digunakan adalah model infrastruktur, dimana masing-masing klien saling berkomunikasi melalui suatu stasiun pusat atau *Access Point* (AP). Model jaringan nirkabel untuk pengujian sistem ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Model jaringan nirkabel untuk pengujian sistem.

### 4 Rancangan Percobaan

Data yang diambil berupa waktu respon dan akurasi sistem. Pengambilan data dilakukan pada saat menjalankan keseluruhan program. Pada saat pengujian sistem, detektor untuk sementara digantikan dengan kontak ON/OFF yang biasa digunakan untuk bel. Pengujian sistem dimulai dengan memberikan masukan pada sistem, yaitu dengan menekan kontak bel tersebut sehingga kontak bel berkeadaan ON. Penilaian waktu respon sistem

bertujuan untuk melihat lama pengiriman data dari klien (perumahan) hingga ke pos pemantauan. Waktu respon sistem dihitung dengan menggunakan fungsi sebagai berikut:

$$t_{respon} = t_{server} - t_{klien} \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$t_{klien}$  adalah waktu pada saat dimulainya pengiriman data dari komputer klien ke komputer server.

$t_{server}$  adalah waktu pada saat komputer server menampilkan hasil kueri dari basis data.

Penilaian terhadap akurasi atau kehandalan sistem bertujuan untuk melihat peluang kegagalan atau keberhasilan sistem merespon permintaan dari klien. Kehandalan sistem diperoleh dengan menggunakan fungsi sebagai berikut:

$$P = \frac{N_p}{N} \text{ atau } Q = \frac{N_q}{N} \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

P : peluang banyaknya percobaan yang berhasil, yaitu jika keluaran yang dihasilkan sesuai dengan yang diharapkan.

Q : peluang banyaknya percobaan yang gagal, yaitu jika keluaran yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diharapkan (1-P).

N : banyaknya percobaan yang dilakukan.

$N_p$  : banyaknya percobaan yang berhasil.

$N_q$  : banyaknya percobaan yang gagal.

Waktu dan metode pengambilan data disesuaikan dengan prinsip pengukuran intensitas trafik pada rekomendasi CCITT (*International Telegraph and Telephone Consultative Committee*) E500. Berdasarkan rekomendasi ini, pengambilan data dilakukan sebanyak 30 kali percobaan/hari selama 10 hari pada waktu sibuk, yaitu sekitar pukul 10.00 sampai 12.00 WIB. Data pada waktu sibuk diperhitungkan sebagai data dengan nilai puncak trafik dari nilai rata-rata yang diperoleh dalam satu hari.

**Lingkungan Pengembangan**

Lingkungan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Perangkat lunak:

- Sistem operasi: Microsoft Windows XP
- Sistem Manajemen Basis Data: Microsoft Access 2003.

- Bahasa pemrograman: Bahasa Assembler Mikrokontroler 89C51 dan Microsoft Visual Basic .NET 2003.

Perangkat keras:

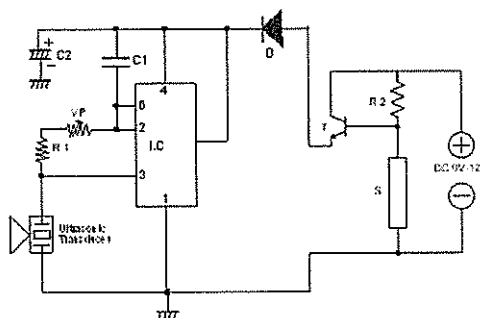
- Komputer untuk pembuatan program dan pengolahan data, dengan spesifikasi: Prosesor Intel Celeron 2.00 GHz, Memori RAM 256 MB, dan Media penyimpanan 80 GB.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Modifikasi Transceiver**

Pada rangkaian *transmitter* dilakukan modifikasi berupa penambahan

*Reed switch* yang berfungsi sebagai kontak magnetis. *Reed switch* bekerja dengan cara mengkonversi adanya medan magnet yang kuat menjadi aktivasi kontak. Skema rangkaian *transmitter* yang telah dimodifikasi dapat dilihat pada Gambar 10, dan skema asli dari rangkaian *transceiver* ultrasonik dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 10 Skema modifikasi *transmitter*.

Keterangan:

- R.1 : Resistor 12K
- R.2 : Resistor 2K2
- VR : Resistor Variabel 10K
- C.1 : Kapasitor 1KpF
- C.2 : Kapasitor 10uF
- D : Diode 1N 4002
- IC : MC 1455
- S : *Reed switch*
- T : Transistor NPN 2SC9014
- Ultrasonic Transducer 40kHz

**Pengembangan SIJELITA**

Program yang dikembangkan pada sistem SIJELITA terdiri atas 2 bagian utama, yaitu MICRO232 dan SOCK232. Berikut ini adalah penjelasan rinci mengenai kedua bagian program tersebut, yaitu:

## 1 MICRO232

Program MICRO232 dikembangkan untuk mengirimkan data dari mikrokontroler ke komputer melalui komunikasi serial (RS232). Implementasi dari program MICRO232 terdiri atas program di mikrokontroler dan program di komputer yang terhubung dengan mikrokontroler.

Program di mikrokontroler menerima masukan dari *receiver* setelah *receiver* menerima sinyal aktif dari *transmitter* yang menandakan adanya pergeseran atau pergerakan pada daun pintu atau jendela. Masukan ini diterima dengan instruksi bit yang akan selalu memantau (*listening*) mengalir/tidaknya arus listrik atau ON-OFF pada port-port *input* seperti instruksi berikut:

JB P1.N, \$

dengan:

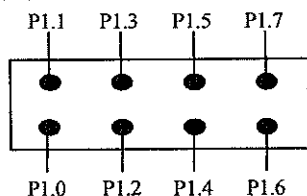
JB adalah singkatan dari Jump If Bit is Set, merupakan instruksi pada mikrokontroler yang akan menguji suatu alamat bit.

P1.N adalah pin input (N = 0, 1, 2, ..., 7) pada Port P1 mikrokontroler 89C51.

\$ adalah sebuah operand yang berarti jika syarat terpenuhi kerjakan lagi instruksi yang bersangkutan.

Pada instruksi di atas, jika P1.N (port 1, pin N) bernilai 1, maka mikrokontroler akan mengulang instruksi ini. Selama detektor belum aktif, P1.N akan bernilai 1, sedangkan jika detektor aktif maka akan ada arus listrik yang mengalir sehingga P1.N bernilai 0 dan mikrokontroler akan menjalankan instruksi selanjutnya, yaitu mengirimkan kode rumah ke komputer klien yang terhubung dengan mikrokontroler.

Mikrokontroler 89C51 memiliki empat port paralel *Input/Output* (I/O), salah satunya port 1 (P1) yang digunakan pada program MICRO232 sebagai port I/O untuk menerima masukan dari detektor. Pada port ini terdapat 8 pin dengan skema seperti yang terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Skema pin pada port 1 mikrokontroler 89C51.

Masing-masing pin dapat menerima masukan yang berbeda, sehingga satu mikrokontroler dapat menerima masukan dari maksimal 8 detektor yang dihubungkan pada pin P1.0 sampai P1.7 secara bersamaan. Untuk memudahkan identifikasi kedelapan detektor tersebut, maka tiap detektor diberi kode dengan aturan sebagai berikut:

- Kode detektor berupa 8 digit angka biner yang terdiri atas kode rumah pada 5 digit pertama dan kode detektor pada 3 digit berikutnya.
- Kode rumah berupa 00000, 00001, 00010, ..., 11111, sehingga rumah yang dapat dipantau pada sistem ini sebanyak 32 rumah.
- Kode detektor berupa 000, 001, 010, ..., 111, sehingga detektor yang dapat digunakan pada tiap rumah sebanyak 8 detektor.

Setiap rumah yang menjadi klien pada sistem keamanan ini akan mempunyai kode rumah masing-masing, berupa kode digital yang akan menjadi identitas utama pada pengiriman pesan ke komputer *server*. Kode rumah ini sekaligus merupakan kode detektor yang aktif akibat adanya pergerakan atau pergeseran pintu atau jendela di rumah tersebut. Kode rumah sudah diatur pada program mikrokontroler yang berada pada masing-masing rumah. Kondisi ON dari *receiver* memicu mikrokontroler untuk mengirimkan kode rumah ke komputer klien.

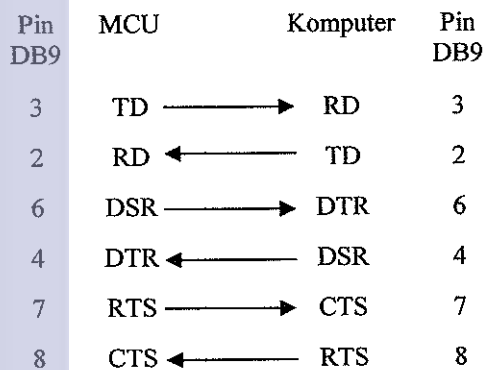
Proses pengiriman kode rumah dari mikrokontroler ke komputer klien melalui antarmuka RS232 menggunakan komunikasi data serial. Mikrokontroler 89C51 memiliki *On Chip serial port* yang dapat digunakan untuk komunikasi data serial. Untuk menampung data yang diterima atau data yang akan dikirim, 89C51 mempunyai sebuah register, yaitu Serial Data Buffer (SBUF) yang terletak pada alamat 99H. Register SBUF terdiri atas dua buah register, yaitu *Transmit Buffer Register* yang bersifat *write only* (hanya dapat ditulis) dan *Receive Buffer Register* yang bersifat *read only* (hanya dapat dibaca). Pada proses pengiriman kode rumah, mikrokontroler menggunakan register SBUF. Kode rumah yang akan dikirim ditampung lebih dulu pada register *Transmit Buffer*, baru kemudian dikirim ke port serial melalui antarmuka RS-232. Selanjutnya, dari port serial kode rumah ditampung dulu pada

*Receive Buffer*, untuk kemudian diterima oleh komputer klien.

Untuk berkomunikasi secara serial melalui RS-232 yang pertama dilakukan adalah inisialisasi port serial yang berupa pengaturan atribut-atribut pada RS-232 antara lain port, baudrate (kecepatan transmisi data serial), data bit, start bit, stop bit, parity, dan timeout. Inisialisasi port serial pada program MICRO232 mengikuti standar yang sudah ada. Pada mikrokontroler, inisialisasi yang dilakukan sebelum menyimpan program ke mikrokontroler adalah sebagai berikut:

```
Port = COM1
Baudrate = 19200 bps
```

Komunikasi akan bisa dimulai jika sinyal DSR (*Data Set Ready*) dan DTR (*Data Terminal Ready*) telah bernilai TRUE (tegangan positif), dan sinyal RTS (*Request To Send*) dari mikrokontroler telah mendapat respon CTS (*Clear To Send*) dari komputer. Diagram sinyal dari RS232 yang mengalir ketika proses transmisi data dari mikrokontroler (MCU) ke komputer dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Diagram sinyal dari RS232 pada proses transmisi data dari mikrokontroler ke komputer.

Mulai dan berakhirnya pengiriman data tiap byte diidentifikasi dengan adanya *start bit* dan *stop bit*. Penerima hanya perlu mendeteksi adanya *start bit* sebagai awal pengiriman data. Selanjutnya, diikuti oleh data yang sebenarnya yang akan ditransmisi. Besar data dapat berupa 5, 6, 7, atau 8 bit tergantung besar bit data yang dipilih pada saat inisialisasi. Baik pengirim atau penerima harus memilih besar data bit yang sama, seperti halnya pada pemilihan *baudrate*. Setelah data diterima, penerima akan menunggu adanya *stop bit* sebagai tanda bahwa 1 byte data telah terkirim dan penerima dapat siap untuk

menunggu pengiriman data berikutnya. *Stop bit* dikirim untuk mengakhiri proses transmisi data.

Program di komputer klien berupa program untuk menerima data serial dari mikrokontroler dan mengirimkannya ke komputer *server* yang dikembangkan dengan bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic .NET 2003. Algoritma program untuk menerima data serial adalah sebagai berikut:

1. Melakukan inisialisasi port serial sebagai berikut:  
Port = COM1  
BaudRate = 19200 bps  
Parity = 0  
DataBit = 8  
StopBit = 1  
Flow Control = None  
Timeout = 1500 ms (milidetik)
2. Membuka port serial dan mengatur DTR dan RTS ke dalam kondisi TRUE. Hal ini ditujukan untuk menyatakan bahwa komputer klien sebagai DTE telah siap untuk melakukan komunikasi serial.
3. Menerima data masukan dari mikrokontroler berupa string yang menyatakan kode sebuah rumah.

## 2 SOCK232

Program SOCK232 merupakan program C/S yang terdiri atas program SOCK232 Klien dan SOCK232 Server. SOCK232 Klien dikembangkan dan diinstal pada komputer klien dengan fungsi utama untuk menerima input langsung dari MCU dan mengirimkannya ke komputer *server* (SOCK232 Server) melalui teknologi nirkabel IEEE 802.11b/g berbasis TCP/IP. Di lain pihak, SOCK232 Server dikembangkan dan diinstal pada komputer *server* dengan fungsi utama untuk menerima data dari komputer klien (SOCK232 Klien) dan menampilkannya sebagai pesan peringatan.

Pengembangan program C/S SOCK232 menggunakan kelas System.Net.Socket yang telah disediakan pada bahasa pemrograman Microsoft Visual Basic .NET 2003. System.Net.Socket yang menyediakan implementasi yang teratur dari pemrograman *Windows Sockets* (Winsock) dengan akses kontrol yang baik pada jaringan komputer. Algoritma dari proses pengiriman data pada

aplikasi C/S berbasis TCP/IP yang dilakukan program SOCK232 adalah sebagai berikut:

#### 1. Pembentukan koneksi

Aplikasi *server* membuat sebuah *socket* yang merupakan antarmuka yang mendukung proses transfer data pada beberapa protokol komunikasi, di antaranya protokol TCP. Setelah membuat *socket*, aplikasi *server* telah berada pada kondisi *passive open*. Pada kondisi ini *server* menunggu (*listening*) permintaan koneksi dari klien. Seperti halnya *server*, klien juga membuat *socket* pada awal pembentukan koneksi. Untuk dapat saling berkomunikasi, pada klien dilakukan pengaturan alamat IP dan nomor layanan (*port number*) dari komputer *server* yang akan dikoneksikan. Pada program SOCK232, nomor port yang digunakan adalah 2006.

#### 2. Transfer data

Sebelum memulai pengiriman atau penerimaan data, dilakukan inisialisasi *network stream* yang akan digunakan sebagai sarana aliran data berupa data byte.

#### 3. Pemutusan Koneksi

Pemutusan koneksi diawali dengan penutupan fungsi untuk mengirim dan menerima data dan selanjutnya dilakukan penutupan *network stream* dan *socket*.

Setelah menerima data dari SOCK232 Klien, SOCK232 Server akan mengecek ke basis data perumahan. Algoritma proses kueri basis data adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pembentukan koneksi program server dengan basis data perumahan yang telah disimpan dengan format Microsoft Access.
2. Melakukan pengiriman kode rumah yang akan digunakan sebagai kata kunci dalam pencarian data pemilik rumah.
3. Melakukan kueri pada basis data perumahan.
4. Menampilkan data pemilik rumah pada layar monitor sesuai dengan kode rumah yang dikirim.

### Analisis Kinerja

Pengujian sistem dilakukan selama 10 hari berurutan pada waktu sibuk (pukul 10.00-12.00 WIB), dengan jarak komputer klien dan komputer server sekitar 20 meter. Kinerja sistem SIJELITA untuk waktu respon pada 30 kali perulangan yang diperoleh dari pengujian memiliki rata-rata sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

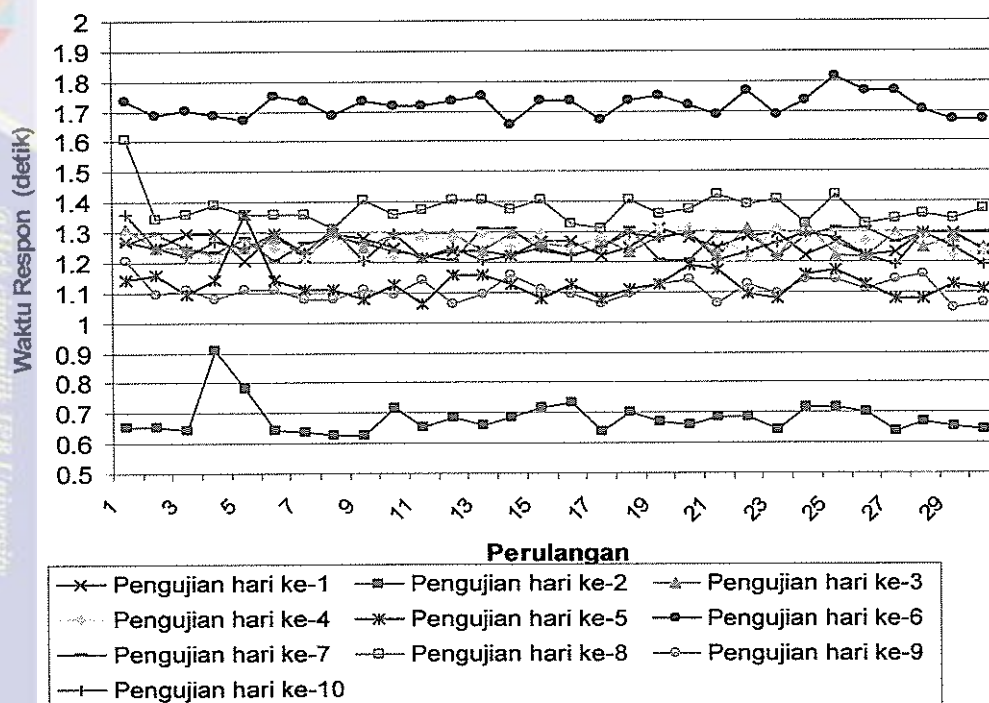
Tabel 4 Rataan waktu respon sistem

Hari ke-n	Rataan Waktu Respon (detik)
1	1,258
2	0,685
3	1,267
4	1,265
5	1,128
6	1,719
7	1,264
8	1,378
9	1,107
10	1,253

Kurva perbandingan waktu respon sistem selama 10 hari pengujian dapat dilihat pada Gambar 13, sedangkan data lengkap hasil pengujian untuk waktu respon dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pengujian waktu respon hanya dapat mengambil data waktu mulai dari saat komputer klien mengirimkan data ke komputer *server*, sampai pada saat komputer *server* menampilkan pesan peringatan. Dalam hal ini waktu yang dibutuhkan oleh proses pengiriman sinyal dari detektor sampai pada penerimaannya di komputer klien tidak diperhitungkan, karena adanya keterbatasan peralatan untuk mengukur waktu di mikrokontroler.

Hasil uji waktu respon selama 10 hari pengujian menunjukkan bahwa proses sistem berjalan stabil. Peningkatan dan penurunan waktu respon dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kekuatan sinyal pada koneksi ke jaringan nirkabel tidak stabil atau perubahan kepadatan trafik pada jaringan yang sedang digunakan untuk pengujian sistem.



Gambar 13 Kurva waktu respon sistem selama 10 hari pengujian.

Pada pengujian akurasi atau kehandalan sistem dilakukan perhitungan peluang banyaknya pengujian yang berhasil. Pengujian dikatakan berhasil apabila keluaran yang dihasilkan dari proses kueri basis data pada aplikasi *server* sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dikirim dari aplikasi klien. Sebaliknya, pengujian dikatakan gagal apabila keluaran yang dihasilkan proses kueri basis data tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dikirim. Tingkat akurasi sistem yang diperoleh dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Persentasi akurasi sistem

Hari ke-n	Akurasi Sistem
1	100%
2	100%
3	100%
4	100%
5	100%
6	100%
7	100%
8	100%
9	100%
10	100%

Pada pengujian akurasi sistem sampai pada percobaan hari ke-10 tidak terdapat kesalahan dalam menampilkan data. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa sistem handal dengan akurasi 100%.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Prototipe sistem SIJELITA dapat direkomendasikan sebagai acuan dalam mengimplementasikan suatu sistem keamanan perumahan. Karena hasil evaluasi kinerja sistem ini menunjukkan bahwa sistem ini handal dengan keberhasilan penerimaan data sebesar 100%.
2. Prototipe sistem keamanan ini memiliki waktu respon yang cukup rendah, yaitu 0,625 detik (waktu tercepat) dan 1,813 detik (waktu terlama). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penyampaian pesan peringatan dini dengan sistem ini lebih cepat.
3. Hasil pengujian waktu respon prototipe sistem menunjukkan bahwa kecepatan proses pengiriman pesan peringatan dipengaruhi oleh kekuatan sinyal koneksi jaringan dan kepadatan trafik jaringan nirkabel yang digunakan sebagai media transmisi data.

## Saran

Untuk pengembangan penelitian ini selanjutnya, disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Pengembangan pada program pemantauan agar lebih informatif bagi petugas keamanan, seperti tersedianya penambahan bunyi alarm pada saat pesan peringatan diterima.
2. Antarmuka sistem terutama di sisi server perlu adanya penambahan fungsi untuk menampilkan peta lokasi rumah kejadian beserta letak pintu atau jendela tempat detektor yang sedang aktif sehingga lebih informatif.
3. Penggunaan mikrokontroler dan komputer pada sistem klien yang berada di rumah masih dapat dikembangkan lagi menjadi bentuk yang lebih sederhana seperti mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan teknologi IEEE 802.11 dan berbasis IP, tanpa menghilangkan fungsi-fungsi yang diberikan kedua perangkat tersebut.
4. Fungsi pengiriman pesan yang dikirim oleh sistem dapat dikembangkan lebih lanjut, seperti pengiriman pesan ke pemilik rumah maupun ke tetangga terdekat melalui telepon.
5. *Transceiver* ultrasonik terlalu peka dalam menerima sinyal dan tidak dapat bekerja apabila sinyalnya terhalang, sehingga disarankan untuk menggunakan *transceiver* dengan frekuensi radio sebagai media pengiriman sinyal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayala K. J. 1997. *The 8051 Microcontroller: Architecture, Programming, and Applications*. West Publishing Company. USA.
- Budiharto W. 2004. *Interfacing Komputer dan Mikrokontroler*. PT Gramedia. Jakarta.
- Flickenger R. 2003. *Building wireless community networks*. Second Edition. O'Reilly & Associates, Inc. USA
- [IDD] Intelligraphics Device Drivers. 2005. Introduction to IEEE 802.11. <http://www.Intelligraphics.com/index.html> [8 Agustus 2006].

[IE] Innovative Electronics. Development. 2005. Tools DT-51 MinSys Manual Book.

Pressman R. S. 1997. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. Sixth Edition. McGraw-Hill Companies, Inc. New York.

[RHO] RHO Wireless Guide. 2002 <http://www.rhowireless.com/> [20 Juni 2003]

[SFI] State Farm Insurance. 2004. Security Alarm Systems. <http://www.statefarm.com/consumer/consum.html> [6 Agustus 2005].

Strangio Christopher E. 1993. The RS232 Standard- A Tutorial with Signal Names and Definitions. CAMI Research Inc., Lexington, Massachusetts. [http://www.camiresearch.com/Data\\_Com\\_Basics/RS232\\_standard.html](http://www.camiresearch.com/Data_Com_Basics/RS232_standard.html) [8 Agustus 2006].

Wikipedia. 2006. *Reed switch*. [http://en.wikipedia.org/wiki/Reed\\_switch.html](http://en.wikipedia.org/wiki/Reed_switch.html) [8 Agustus 2006].



## LAMPIRAN

Hal: Cipta, Pendidikan, Lingkungan, dan Energi

1. Diwajibkan mengikuti jabatan yang sesuai dengan kualifikasi yang tertera pada lowongan pekerjaan nomor :

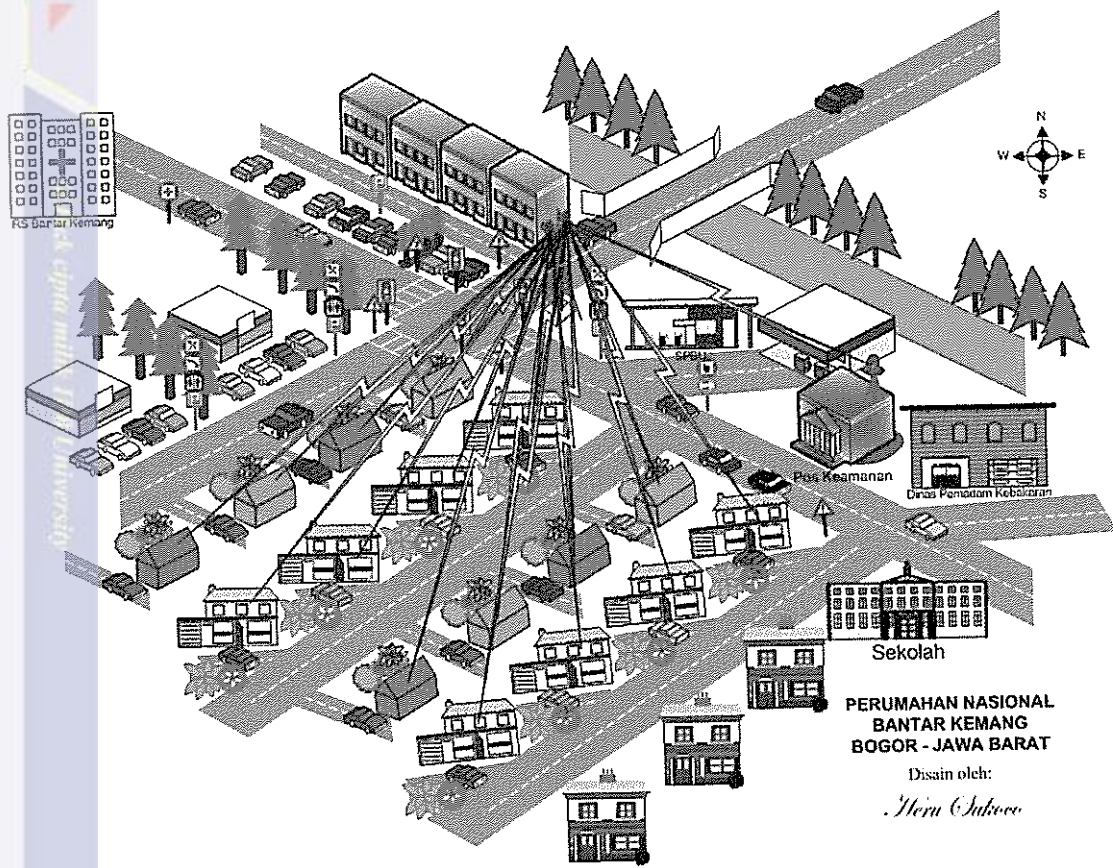
4. Pekerjaan yang akan dilaksanakan berdasarkan, analisis, penelitian kerja ilmiah, pengetahuan lapangan, pendidikan kerja, atau pengalaman atau insidensi

5. Pekerjaan tidak mengaitkan kompetensi yang wajib dari IPB University

2. Diwajibkan mengemukakan dan menjabarkan hal-hal yang akan dilakukan dalam pelaksanaan tugas pada saat diuji oleh IPB University



### Lampiran 1 Model sistem keamanan SIJELITA



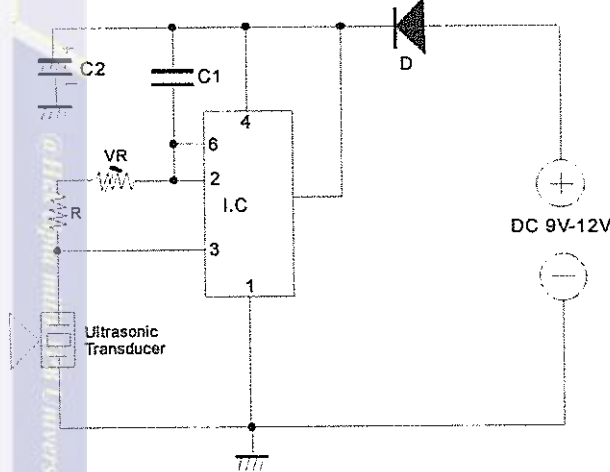
**PERUMAHAN NASIONAL  
BANTAR KEMANG  
BOGOR - JAWA BARAT**

Disain oleh:

*Heni Subono*

Lampiran 2 Skema rangkaian transceiver sebelum dilakukan modifikasi

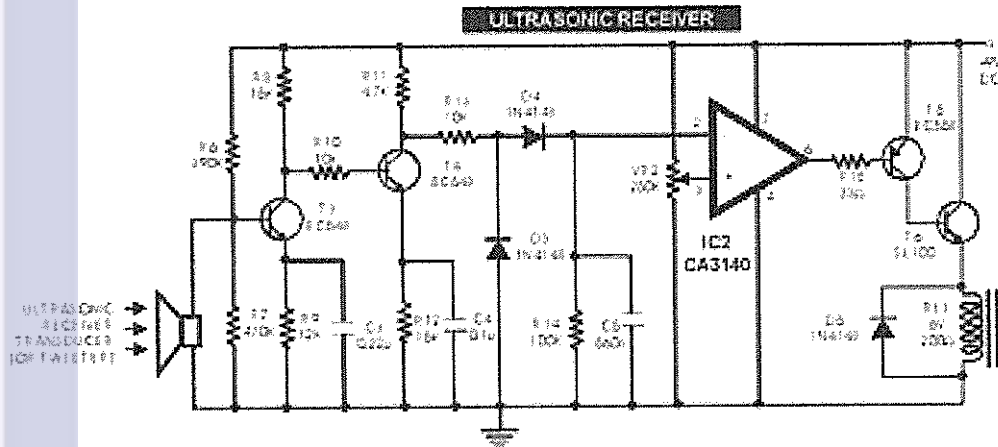
Skema rangkaian transmitter TL-210 :



Keterangan:

- R : Resistor 12K
- VR : Resistor Variabel 10K
- C.1 : Kapasitor 1KpF
- C.2 : Kapasitor 10uF
- D : Diode 1N 4002
- IC : MC 1455
- Ultrasonic Transducer 40kHz

Skema receiver ultrasonik:



Keterangan:

- RCVR : Ultrasonic Receiver 40-50khz
- RL1 : Resistor 6volt 200ohm
- IC2 : CA3140
- VR2 : Resistor Variabel 250k
- R6 : Resistor 390k
- R7 : Resistor 470k
- R8, R12 : Resistor 15k
- R9 : 12k
- R10, R13 : 10k
- R11 : 4.7k
- R14 : Resistor 100k
- R15 : Resistor 33 ohm
- C3 : Kapasitor 0.22uf
- C4 : Kapasitor 0.1uf
- C5 : Kapasitor 560n
- T3, T4 : Transistor NPN BC548
- T5 : Transistor PNP BC558
- T6 : Transistor NPN SL100
- D3, D4, D5 : Diode 1N4148

## Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-1.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:ddd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:ddd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	11:50:32:421	11:50:33:687	1,266	Benar
2	11:51:40:765	11:51:42:015	1,250	Benar
3	11:52:01:171	11:52:02:468	1,297	Benar
4	11:52:11:890	11:52:13:187	1,297	Benar
5	11:52:22:156	11:52:23:359	1,203	Benar
6	11:52:32:890	11:52:34:187	1,297	Benar
7	11:52:42:500	11:52:43:718	1,218	Benar
8	11:52:52:687	11:52:53:984	1,297	Benar
9	11:53:04:734	11:53:06:015	1,281	Benar
10	11:53:16:140	11:53:17:390	1,250	Benar
11	11:53:26:453	11:53:27:671	1,218	Benar
12	11:53:36:390	11:53:37:625	1,235	Benar
13	11:53:47:546	11:53:48:781	1,235	Benar
14	11:53:58:390	11:53:59:609	1,219	Benar
15	11:54:09:609	11:54:10:875	1,266	Benar
16	11:54:21:312	11:54:22:578	1,266	Benar
17	11:54:35:031	11:54:36:250	1,219	Benar
18	11:54:47:796	11:54:49:046	1,250	Benar
19	11:55:06:890	11:55:08:203	1,313	Benar
20	11:55:34:500	11:55:35:781	1,281	Benar
21	11:55:45:875	11:55:47:125	1,250	Benar
22	11:55:58:968	11:56:00:250	1,282	Benar
23	11:56:08:906	11:56:10:203	1,297	Benar
24	11:56:19:046	11:56:20:265	1,219	Benar
25	11:56:28:625	11:56:29:890	1,265	Benar
26	11:56:40:812	11:56:42:031	1,219	Benar
27	11:56:50:859	11:56:52:093	1,234	Benar
28	11:57:00:875	11:57:02:171	1,296	Benar
29	11:57:10:703	11:57:12:000	1,297	Benar
30	11:57:21:046	11:57:22:281	1,235	Benar
Rata-rata			1,25785714	
			= 1,258	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-2.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:ddd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:ddd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	11:34:11:828	11:34:12:484	0,656	Benar
2	11:34:27:375	11:34:28:031	0,656	Benar
3	11:34:38:421	11:34:39:062	0,641	Benar
4	11:34:47:453	11:34:48:359	0,906	Benar
5	11:34:57:765	11:34:58:546	0,781	Benar
6	11:35:12:234	11:35:12:875	0,641	Benar
7	11:35:22:625	11:35:23:265	0,640	Benar
8	11:35:34:109	11:35:34:734	0,625	Benar
9	11:35:42:093	11:35:42:718	0,625	Benar
10	11:35:50:421	11:35:51:140	0,719	Benar
11	11:35:59:781	11:36:00:437	0,656	Benar
12	11:36:12:000	11:36:12:687	0,687	Benar
13	11:36:25:921	11:36:26:578	0,657	Benar
14	11:36:40:765	11:36:41:453	0,688	Benar
15	11:36:51:468	11:36:52:187	0,719	Benar
16	11:37:00:625	11:37:01:359	0,734	Benar
17	11:37:10:125	11:37:10:765	0,640	Benar
18	11:37:18:156	11:37:18:859	0,703	Benar
19	11:37:27:171	11:37:27:843	0,672	Benar
20	11:37:46:421	11:37:47:078	0,657	Benar
21	11:37:58:421	11:37:59:109	0,688	Benar
22	11:38:06:843	11:38:07:531	0,688	Benar
23	11:38:14:437	11:38:15:078	0,641	Benar
24	11:38:22:140	11:38:22:859	0,719	Benar
25	11:38:30:890	11:38:31:609	0,719	Benar
26	11:38:38:875	11:38:39:578	0,703	Benar
27	11:38:45:406	11:38:46:046	0,640	Benar
28	11:38:52:156	11:38:52:828	0,672	Benar
29	11:38:58:390	11:38:59:046	0,656	Benar
30	11:39:05:734	11:39:06:375	0,641	Benar
Rata-rata			0,68475	
			= 0,685	

Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-3.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	11:17:31:218	11:17:32:531	1,313	Benar
2	11:17:41:656	11:17:42:906	1,250	Benar
3	11:18:02:328	11:18:03:578	1,250	Benar
4	11:20:23:468	11:20:24:687	1,219	Benar
5	11:20:31:968	11:20:33:218	1,250	Benar
6	11:20:40:578	11:20:41:859	1,281	Benar
7	11:20:44:562	11:20:41:796	1,234	Benar
8	11:20:54:109	11:20:55:421	1,312	Benar
9	11:21:04:562	11:21:05:812	1,250	Benar
10	11:21:14:468	11:21:15:765	1,297	Benar
11	11:21:21:250	11:21:22:546	1,296	Benar
12	11:21:28:031	11:21:29:328	1,297	Benar
13	11:21:35:093	11:21:36:328	1,235	Benar
14	11:21:44:328	11:21:45:625	1,297	Benar
15	11:21:52:781	11:21:54:046	1,265	Benar
16	11:22:00:125	11:22:01:375	1,250	Benar
17	11:22:11:031	11:22:12:312	1,281	Benar
18	11:22:18:625	11:22:19:859	1,234	Benar
19	11:22:27:343	11:22:28:625	1,282	Benar
20	11:22:40:359	11:22:41:656	1,297	Benar
21	11:22:50:718	11:22:51:937	1,219	Benar
22	11:23:00:671	11:23:01:984	1,313	Benar
23	11:23:14:875	11:23:16:093	1,218	Benar
24	11:23:24:625	11:23:25:953	1,328	Benar
25	11:23:32:718	11:23:33:937	1,219	Benar
26	11:23:42:125	11:23:41:343	1,218	Benar
27	11:23:52:328	11:23:51:625	1,297	Benar
28	11:24:03:968	11:24:05:218	1,250	Benar
29	11:24:13:453	11:24:14:734	1,281	Benar
30	11:24:23:109	11:24:24:359	1,250	Benar
Rata-rata			1,2666552	
			= 1,267	

Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan



## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-4.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	13:04:05:921	13:04:07:218	1,297	Benar
2	13:04:15:984	13:04:17:281	1,297	Benar
3	13:04:26:000	13:04:27:218	1,218	Benar
4	13:04:36:078	13:04:37:296	1,218	Benar
5	13:04:46:062	13:04:47:343	1,281	Benar
6	13:04:56:062	13:04:57:312	1,250	Benar
7	13:05:06:140	13:05:07:359	1,219	Benar
8	13:05:16:468	13:05:17:750	1,282	Benar
9	13:05:26:062	13:05:27:265	1,203	Benar
10	13:05:36:109	13:05:37:328	1,219	Benar
11	13:05:46:218	13:05:47:500	1,282	Benar
12	13:05:55:953	13:05:57:234	1,281	Benar
13	13:06:06:046	13:06:07:343	1,297	Benar
14	13:06:16:015	13:06:17:265	1,250	Benar
15	13:06:26:031	13:06:27:328	1,297	Benar
16	13:06:36:046	13:06:37:281	1,235	Benar
17	13:06:46:171	13:06:47:453	1,282	Benar
18	13:06:56:046	13:06:57:312	1,266	Benar
19	13:07:06:046	13:07:07:359	1,313	Benar
20	13:07:16:109	13:07:17:421	1,312	Benar
21	13:07:26:078	13:07:27:375	1,297	Benar
22	13:07:36:000	13:07:37:218	1,218	Benar
23	13:07:45:859	13:07:47:171	1,312	Benar
24	13:07:56:078	13:07:57:359	1,281	Benar
25	13:08:06:046	13:08:07:296	1,250	Benar
26	13:08:15:984	13:08:17:250	1,266	Benar
27	13:08:26:140	13:08:27:421	1,281	Benar
28	13:08:36:093	13:08:37:375	1,282	Benar
29	13:08:46:109	13:08:47:328	1,219	Benar
30	13:08:56:265	13:08:57:500	1,235	Benar
		Rata-rata	1,264666667	
			= 1,265	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-5.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	10:00:34:796	10:00:35:937	1,141	Benar
2	10:00:39:687	10:00:40:843	1,156	Benar
3	10:00:44:234	10:00:45:328	1,094	Benar
4	10:00:50:421	10:00:51:562	1,141	Benar
5	10:01:54:187	10:01:55:546	1,359	Benar
6	10:02:06:562	10:02:07:703	1,141	Benar
7	10:02:17:406	10:02:18:515	1,109	Benar
8	10:02:30:421	10:02:31:531	1,110	Benar
9	10:02:41:062	10:02:42:140	1,078	Benar
10	10:02:51:296	10:02:52:421	1,125	Benar
11	10:03:03:609	10:03:04:671	1,062	Benar
12	10:03:16:312	10:03:17:468	1,156	Benar
13	10:03:27:250	10:03:28:406	1,156	Benar
14	10:03:37:234	10:03:38:359	1,125	Benar
15	10:03:47:453	10:03:48:531	1,078	Benar
16	10:03:55:828	10:03:56:953	1,125	Benar
17	10:04:04:078	10:04:05:156	1,078	Benar
18	10:04:14:656	10:04:15:765	1,109	Benar
19	10:04:23:718	10:04:24:843	1,125	Benar
20	10:04:33:734	10:04:34:921	1,187	Benar
21	10:04:40:953	10:04:42:125	1,172	Benar
22	10:04:48:796	10:04:49:890	1,094	Benar
23	10:04:56:250	10:04:57:328	1,078	Benar
24	10:05:05:359	10:05:06:515	1,156	Benar
25	10:05:15:953	10:05:17:125	1,172	Benar
26	10:05:24:968	10:05:26:093	1,125	Benar
27	10:05:33:000	10:05:34:078	1,078	Benar
28	10:05:41:203	10:05:42:281	1,078	Benar
29	10:05:55:156	10:05:56:281	1,125	Benar
30	10:06:19:250	10:06:20:359	1,109	Benar
Rata-rata			1,128066667	
			= 1,128	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-6.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	10:44:28:875	10:44:30:609	1,734	Benar
2	10:44:39:062	10:44:40:750	1,688	Benar
3	10:44:52:281	10:44:53:984	1,703	Benar
4	10:45:01:484	10:45:03:171	1,687	Benar
5	10:45:11:343	10:45:13:015	1,672	Benar
6	10:45:21:343	10:45:23:093	1,750	Benar
7	10:45:31:453	10:45:33:187	1,734	Benar
8	10:45:41:187	10:45:42:875	1,688	Benar
9	10:45:51:218	10:45:52:953	1,735	Benar
10	10:46:01:515	10:46:03:234	1,719	Benar
11	10:46:11:250	10:46:12:968	1,718	Benar
12	10:46:21:187	10:46:22:921	1,734	Benar
13	10:46:31:343	10:46:33:093	1,750	Benar
14	10:46:41:609	10:46:43:265	1,656	Benar
15	10:46:56:406	10:46:58:140	1,734	Benar
16	10:47:01:765	10:47:03:500	1,735	Benar
17	10:47:11:562	10:47:13:234	1,672	Benar
18	10:47:23:093	10:47:24:828	1,735	Benar
19	10:47:31:390	10:47:33:140	1,750	Benar
20	10:47:45:875	10:47:47:593	1,718	Benar
21	10:47:55:203	10:47:56:890	1,687	Benar
22	10:48:11:187	10:48:12:953	1,766	Benar
23	10:48:21:218	10:48:22:906	1,688	Benar
24	10:48:31:125	10:48:32:859	1,734	Benar
25	10:48:41:171	10:48:42:984	1,813	Benar
26	10:48:51:140	10:48:52:906	1,766	Benar
27	10:49:01:390	10:49:03:156	1,766	Benar
28	10:49:12:390	10:49:14:093	1,703	Benar
29	10:49:21:281	10:49:22:953	1,672	Benar
30	10:49:30:906	10:49:32:578	1,672	Benar
Rata-rata			1,7193	
			= 1,719	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan



## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-7.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	11:07:18:750	11:07:20:015	1,265	Benar
2	11:07:26:468	11:07:27:765	1,297	Benar
3	11:07:31:968	11:07:33:281	1,250	Benar
4	11:07:36:031	11:07:37:265	1,234	Benar
5	11:07:40:265	11:07:41:546	1,281	Benar
6	11:07:45:578	11:07:46:781	1,203	Benar
7	11:07:54:156	11:07:55:421	1,265	Benar
8	11:08:07:593	11:08:08:875	1,282	Benar
9	11:08:17:703	11:08:18:968	1,265	Benar
10	11:08:25:921	11:08:27:156	1,235	Benar
11	11:08:48:671	11:08:49:890	1,219	Benar
12	11:08:56:234	11:08:57:437	1,203	Benar
13	11:09:04:234	11:09:05:546	1,312	Benar
14	11:09:09:812	11:09:11:125	1,313	Benar
15	11:09:16:343	11:09:16:578	1,235	Benar
16	11:09:24:671	11:09:25:890	1,219	Benar
17	11:09:32:093	11:09:33:343	1,250	Benar
18	11:09:36:734	11:09:38:046	1,312	Benar
19	11:09:43:500	11:09:44:703	1,203	Benar
20	11:09:48:859	11:09:50:062	1,203	Benar
21	11:09:56:875	11:09:58:171	1,296	Benar
22	11:10:06:937	11:10:08:234	1,297	Benar
23	11:10:15:750	11:10:16:968	1,218	Benar
24	11:10:25:093	11:10:26:375	1,282	Benar
25	11:10:40:171	11:10:41:484	1,313	Benar
26	11:10:55:703	11:10:57:015	1,312	Benar
27	11:11:07:781	11:11:09:046	1,265	Benar
28	11:11:19:343	11:11:20:640	1,297	Benar
29	11:11:25:609	11:11:26:906	1,297	Benar
30	11:11:31:140	11:11:32:437	1,297	Benar
		Rata-rata	1,264	
			= 1,264	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-8.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	10:48:00:562	10:48:02:171	1,609	Benar
2	10:48:07:890	10:48:09:234	1,344	Benar
3	10:48:11:484	10:48:12:843	1,359	Benar
4	10:48:14:187	10:48:15:578	1,391	Benar
5	10:48:16:843	10:48:18:203	1,360	Benar
6	10:48:19:468	10:48:20:828	1,360	Benar
7	10:48:21:890	10:48:23:250	1,360	Benar
8	10:48:24:437	10:48:25:750	1,313	Benar
9	10:48:26:640	10:48:28:046	1,406	Benar
10	10:48:28:875	10:48:30:234	1,359	Benar
11	10:48:37:406	10:48:38:781	1,375	Benar
12	10:48:49:390	10:48:50:796	1,406	Benar
13	10:48:55:515	10:48:50:796	1,406	Benar
14	10:49:10:968	10:49:12:343	1,375	Benar
15	10:49:23:531	10:49:24:937	1,406	Benar
16	10:49:30:703	10:49:32:031	1,328	Benar
17	10:49:38:265	10:49:39:578	1,313	Benar
18	10:49:48:796	10:49:50:203	1,407	Benar
19	10:49:59:343	10:50:00:703	1,360	Benar
20	10:50:14:750	10:50:16:125	1,375	Benar
21	10:50:24:890	10:50:26:312	1,422	Benar
22	10:50:37:156	10:50:38:546	1,390	Benar
23	10:50:45:015	10:50:46:421	1,406	Benar
24	10:50:51:875	10:50:53:203	1,328	Benar
25	10:50:57:031	10:50:58:453	1,422	Benar
26	10:51:05:000	10:51:06:328	1,328	Benar
27	10:51:10:125	10:51:11:468	1,343	Benar
28	10:51:15:687	10:51:17:046	1,359	Benar
29	10:51:21:500	10:51:22:843	1,343	Benar
30	10:51:26:609	10:51:27:984	1,375	Benar
		Rata-rata	1,3776	
			= 1,378	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-9.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	12:27:51:046	12:27:52:250	1,204	Benar
2	12:27:57:078	12:27:58:171	1,093	Benar
3	12:28:01:765	12:28:02:875	1,110	Benar
4	12:28:06:171	12:28:07:250	1,079	Benar
5	12:28:10:390	12:28:11:500	1,110	Benar
6	12:28:14:500	12:28:15:609	1,109	Benar
7	12:28:18:484	12:28:19:562	1,078	Benar
8	12:28:22:046	12:28:23:125	1,079	Benar
9	12:28:30:859	12:28:31:968	1,109	Benar
10	12:28:34:906	12:28:36:000	1,094	Benar
11	12:28:38:875	12:28:40:015	1,140	Benar
12	12:28:42:468	12:28:43:531	1,063	Benar
13	12:28:46:281	12:28:47:375	1,094	Benar
14	12:28:49:640	12:28:50:796	1,156	Benar
15	12:28:52:984	12:28:54:093	1,109	Benar
16	12:28:56:531	12:28:57:625	1,094	Benar
17	12:28:59:875	12:29:00:937	1,062	Benar
18	12:29:03:156	12:29:04:250	1,094	Benar
19	12:29:07:062	12:29:08:187	1,125	Benar
20	12:29:10:875	12:29:12:015	1,140	Benar
21	12:29:14:468	12:29:15:531	1,063	Benar
22	12:29:17:734	12:29:18:859	1,125	Benar
23	12:29:20:765	12:29:21:859	1,094	Benar
24	12:29:24:140	12:29:25:281	1,141	Benar
25	12:29:27:265	12:29:28:406	1,141	Benar
26	12:29:30:609	12:29:31:718	1,109	Benar
27	12:29:33:796	12:29:34:937	1,141	Benar
28	12:29:36:906	12:29:38:062	1,156	Benar
29	12:29:39:921	12:29:40:968	1,047	Benar
30	12:29:42:843	12:29:43:906	1,063	Benar
		Rata-rata	1,1074	
			= 1,107	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

## Lanjutan Lampiran 3 Data pengukuran waktu respon dan keluaran sistem

Pengujian sistem pada hari ke-10.

Perulangan	T <sub>C</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>S</sub> (JJ:MM:DD:dd)	T <sub>R</sub> (detik)	Keluaran Sistem (Benar/Salah)
1	11:03:11:781	11:03:13:140	1,359	Benar
2	11:04:10:515	11:04:11:765	1,250	Benar
3	11:04:11:906	11:04:23:125	1,219	Benar
4	11:04:32:046	11:04:33:312	1,266	Benar
5	11:04:42:890	11:04:44:140	1,250	Benar
6	11:04:55:625	11:04:56:921	1,296	Benar
7	11:05:01:812	11:05:03:046	1,234	Benar
8	11:05:11:593	11:05:12:906	1,313	Benar
9	11:05:21:531	11:05:22:734	1,203	Benar
10	11:05:31:546	11:05:32:843	1,297	Benar
11	11:05:36:500	11:05:37:718	1,218	Benar
12	11:05:41:406	11:05:42:656	1,250	Benar
13	11:05:47:343	11:05:48:546	1,203	Benar
14	11:05:51:718	11:05:52:937	1,219	Benar
15	11:05:56:375	11:05:57:625	1,250	Benar
16	11:06:01:343	11:06:02:562	1,219	Benar
17	11:06:06:328	11:06:07:578	1,250	Benar
18	11:06:11:328	11:06:12:625	1,297	Benar
19	11:06:16:687	11:06:17:968	1,281	Benar
20	11:06:22:046	11:06:23:343	1,297	Benar
21	11:06:26:937	11:06:28:140	1,203	Benar
22	11:06:31:828	11:06:33:062	1,234	Benar
23	11:06:37:156	11:06:38:421	1,265	Benar
24	11:06:41:843	11:06:43:140	1,297	Benar
25	11:06:45:453	11:06:46:734	1,281	Benar
26	11:06:47:265	11:06:48:484	1,219	Benar
27	11:06:53:968	11:06:55:156	1,188	Benar
28	11:07:01:625	11:07:02:921	1,296	Benar
29	11:07:06:703	11:07:07:953	1,250	Benar
30	11:07:13:328	11:07:14:515	1,187	Benar
Rata-rata			1,25303333	
			= 1,253	

## Keterangan:

T<sub>C</sub> = Waktu awal pencatatan di klien, T<sub>S</sub> = Waktu pencatatan di server, T<sub>R</sub> = Waktu respon  
 JJ = Jam, MM = Menit, DD = Detik, ddd = Milidetik

Benar = Keluaran sistem sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan

Salah = Keluaran sistem tidak sesuai dengan kode rumah dan kode detektor yang dimasukkan