

SISTEM KEAMANAN BRANKAS SECARA OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN MENGGUNAKAN SMS SERTA PIN DAN RFID

Mulyapriadi Wijaya¹ dan Tjandra Susila²

Abstract: Security system for safety box staked to do the function automatically based of microcontroller with Short Message System (SMS), Radio Frequency Identification (RFID) and Private Identification Number (PIN). With RFID checking, PIN, send and receive SMS to and from someone who has authority, this system can open and lock brankas automatically. Beside that, system can record access data for check this data on another day. This operation system completely with receiver RFID, keypad, microcontroller, interface, handphone solenoid and Liquid Crystal Display (LCD). We have tested this system, and we concluded this system could send and respond to a message to open a safety box automatically, and also this system could identify a user to authorize an access to the safety box. Our design also has a processes logging system so the safety box owner could check for any user who accessed to the safety box. This system has a weakness in an electrical component breakdown. If this is happened, the system could fail.

Keywords: design, rfid, safety box security, sms.

Abstrak: Sistem pengamanan akses brankas ini dirancang untuk melaksanakan fungsinya secara otomatis berbasis mikrokontroler dengan menggunakan Short Message System (SMS), Radio Frequency Identification (RFID) dan Private Identification Number (PIN). Dengan sistem ini brankas dapat secara otomatis terbuka atau terkunci berdasarkan prosedur pengecekan RFID, PIN dan pengiriman serta penerimaan SMS kepada dan dari yang berwewenang. Selain itu, sistem ini juga akan merekam secara otomatis data akses yang bersangkutan untuk keperluan di kemudian hari. Operasi sistem ini didukung pula dengan receiver RFID, keypad, mikrokontroler, interface, handphone, penggerak solenoid dan Liquid Crystal Display (LCD). Pengujian sistem ini memperlihatkan bahwa sistem mampu mengirim dan merespon pesan untuk membuka brankas secara otomatis dan membedakan kartu identitas untuk akses brankas. Sistem juga dilengkapi dengan pencatat proses, sehingga pemilik brankas dapat melakukan pemeriksaan terhadap siapa saja yang mengakses brankas. Kelemahan sistem ini adalah apabila ada komponen elektronik yang rusak, maka brankas menjadi tidak dapat dibuka.

Kata kunci: perancangan, pengamanan branka, rfid, sms.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan teknologi di bidang elektronika berlangsung semakin pesat dalam beberapa dasawarsa ini. Meningkatnya tuntutan persaingan pasar telah mendorong peningkatan mutu dan harga yang lebih murah. Selain itu seiring dengan bertambahnya kebutuhan masyarakat, muncul tuntutan akan peningkatan produktivitas. Sebagai jawaban terhadap tantangan tersebut telah diupayakan pengembangan alat-alat untuk mengganti pekerjaan manual dalam proses produksi yang bersifat rutin dan berulang dengan alat-alat yang dapat bekerja lebih cepat dan lebih konsisten. Seiring dengan terjadinya peningkatan produksi transaksi pasar, diperlukan pelayanan dengan penyediaan dana tunai yang lebih besar.

Suatu perusahaan di Jakarta kehilangan isi brankas. Pihak yang bersangkutan tidak menemukan tanda-tanda adanya pihak luar yang masuk. Diduga kehilangan diakibatkan tindakan dari orang dalam. Hal ini menimbulkan tuntutan dari masyarakat akan perlunya peningkatan fasilitas brankas dan tingkat keamanan yang lebih baik. Dengan bertambahnya brankas, akan diperlukan pula sistem dan prosedur akses brankas yang lebih menjamin keamanannya. Pengaman brankas bisa berupa kombinasi angka, kunci, gembok waktu, maupun gembok listrik. Pada umumnya, dalam brankas dari sebuah perusahaan selain uang tunai juga disimpan dokumen-dokumen penting atau benda berharga lainnya. Brankas tersebut dilengkapi dengan sistem keamanan yang beroperasi secara mekanik (manual) berdasarkan kombinasi kode angka yang hanya diketahui oleh pihak yang diberikan wewenang untuk mengaksesnya. Dalam sistem brankas yang konvensional tersebut, akses pada suatu brankas tidak terekam sehingga tidak dapat diketahui siapa yang membuka brankas. Sistem yang lebih canggih lagi menggunakan keypad dan kode digital. Dalam sistem digital ini kombinasi angka dapat lebih bervariasi. Kedua sistem diatas hanya sebatas memasukan input saja, sehingga tingkat keamanan kurang menjamin.

Dalam artikel ini dibahas sebuah alat yang lebih canggih dari sistem keamanan brankas konvensional yang hanya terdiri dari satu tingkat keamanan saja. Selain lebih handal, alat ini juga dapat merekam setiap proses akses beserta pihak yang mengakses suatu brankas. Hasil rekaman ini dapat dijadikan bukti apabila terjadi hal yang tidak diinginkan. Keandalan alat didukung oleh tiga tingkat keamanan (tingkat keamanan berlapis), yang meliputi identifikasi RFID dan PIN serta persetujuan dari pihak atasannya melalui SMS secara otomatis. Operasi sistem tersebut dikendalikan atau diatur dengan mikrokontroler. Adapun batasan mengenai alat yang akan dirancang adalah frekuensi pembukaan brankas. Alat ini dirancang untuk frekuensi pembukaan brankas yang tidak terlalu sering.

Untuk perencanaan alat yang akan dibuat dalam Tugas Akhir ini telah dilakukan berbagai proses pengumpulan data tentang kelemahan sistem pengamanan konvensional. Untuk keperluan tersebut dilakukan dua jenis survei, yaitu survei ke beberapa relawan (responden) mengenai keamanan sebuah kotak brankas.

Survei pertama dilakukan dengan menyebarkan angket. Angket tersebut berisi tentang manfaat dari sistem keamanan sebuah brankas konvensional dengan sistem keamanan sebuah brankas rancangan yang memanfaatkan

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara Jakarta

² Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti Jakarta

fasilitas *Short Message System* (SMS) dan teknologi *Radio Frequency Identification* (RFID) dengan fungsi tambahan *Private Identification Number* (PIN). Pendapat angket dibuat sebanyak 50 orang.

Sebelum angket diisi, para responden dijelaskan terlebih dahulu tentang fungsi rancangan alat ini, sehingga para responden cukup mengisi setuju, tidak setuju atau ragu-ragu. Hasil dari survei ini didapat 75 persen responden setuju, 15 persen responden tidak setuju dan 10 persen ragu-ragu. Survei yang didapat menjelaskan bahwa rancangan alat dapat diterima dimasyarakat dan layak diajukan dalam Tugas Akhir ini. Survei selanjutnya dengan melakukan wawancara pada pusat perbelanjaan elektronika yaitu di Harco Glodok.

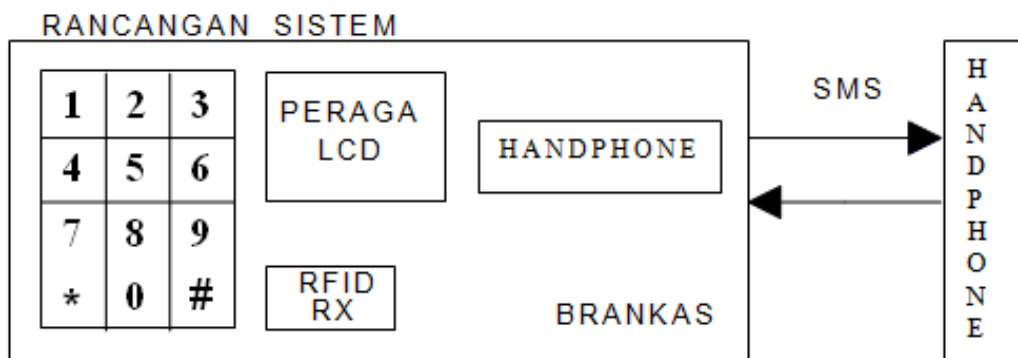
Survei ini dilakukan untuk mengetahui apakah di pasar dewasa ini terdapat alat yang memiliki fungsi seperti yang akan dirancang dalam Tugas Akhir ini. Dari hasil survei di lapangan didapat brankas konvensional yang masih menggunakan mekanik (putaran angka-angka) dan brankas elektronik yang hanya memasukkan PIN saja. Tidak terdapat alat yang dijual yang menyerupai rancangan alat yang cukup kompleks ini dengan tingkat keamanan berlapis. Selain itu, alat ini ternyata diminati karena tingkat keandalannya.

Dalam pembuatan alat ini, kami menerapkan teknologi *Short Message System* (SMS) dan *Radio Frequency Identification* (RFID) untuk pengamanan brankas berbasis mikrokontroler dengan *Private Identification Number* (PIN). Rancangan alat ini dapat secara maksimal mengamankan brankas dengan pengamanan yang berlapis ini. Pihak yang akan membuka brankas perlu memasukkan *tag* RFID dan PIN terlebih dahulu. Setelah RFID dan PIN bersesuaian dengan data yang ada pada memori rancangan, maka rancangan alat ini akan mengirimkan SMS ke suatu nomor telepon selular yang telah disimpan dalam memori rancangan. Penerima SMS tersebut merupakan kunci terakhir untuk dapat membuka brankas tersebut dengan mengirimkan SMS konfirmasi ke sistem rancangan.

KAJIAN PUSTAKA

Sistem pengamanan akses brankas ini dirancang untuk melaksanakan fungsinya secara otomatis berbasis mikrokontroler dengan menggunakan SMS, RFID dan PIN. Dengan sistem ini brankas dapat secara otomatis terbuka atau terkunci berdasarkan prosedur pengecekan RFID, PIN dan pengiriman serta penerimaan SMS kepada dan dari yang berwenang. Selain itu, sistem ini juga akan merekam secara otomatis data akses yang bersangkutan untuk keperluan di kemudian hari. Operasi sistem ini didukung pula dengan *receiver* RFID, *keypad*, mikrokontroler, *interface*, *handphone*, penggerak *solenoid* dan tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD).

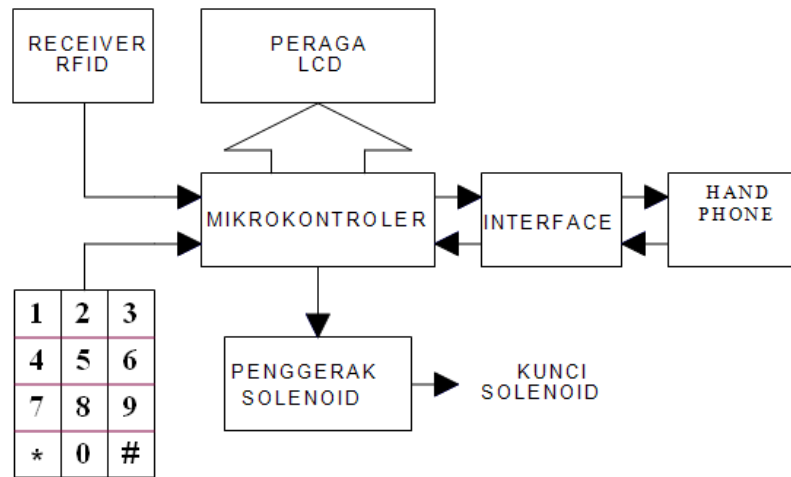
Jika sensor RFID menerima *tag* RFID dari orang yang akan mengakses brankas, maka sistem akan mencocokkan RFID tersebut dengan PIN yang akan dimasukkan berikutnya oleh orang yang bersangkutan. Dalam sistem ini jarak antara *receiver* dan *tag* tidak jauh. Jika antara RFID dan PIN tidak menunjukkan kesesuaian dengan data yang ada di mikrokontroler, maka sistem ini tidak akan membuka kunci *solenoid* brankas. Sebaliknya jika kesesuaian data telah dipastikan oleh mikrokontroler, maka sistem ini akan mengirimkan SMS ke sebuah nomor telepon selular yang berisi info tentang orang yang akan mengakses dan urutan orang yang melakukan akses brankas tersebut. Jika pengambil keputusan terakhir yang menerima SMS ini menyetujui permintaan yang diajukan, maka sebuah SMS kontrol akan diterima oleh sistem dan kemudian sistem akan membuka kunci *solenoid* sambil memberi isyarat persetujuan sehingga orang yang berkepentingan dapat membuka brankas tersebut. Sementara itu semua data bersangkutan akan terekam dalam mikrokontroler. Jika penerima SMS tidak menyetujui orang yang akan mengakses brankas tersebut, maka sebuah SMS kontrol akan diterima oleh sistem dan sistem tidak akan membuka kunci *solenoid* tersebut sambil memberikan informasi tidak adanya persetujuan kepada orang yang bersangkutan. Konsep dasar dari rancangan sistem ini dijelaskan pada Gambar 1.



■ **Gambar 1.** Konsep Dasar Rancangan Alat

Diagram Blok Rancangan

Diagram blok perancangan sistem pengamanan akses brankas secara otomatis berbasis mikrokontroler dengan menggunakan SMS, RFID dan PIN diperlihatkan pada Gambar 2.



■ Gambar 2. Diagram Blok Rancangan Alat

Radio Frequency Identification (RFID)

RFID adalah bentuk umum untuk teknologi yang menggunakan frekuensi radio untuk mengidentifikasi manusia atau objek secara otomatis. Metode ini paling sering digunakan untuk menyimpan *serialnumber* yang menunjukkan identitas seseorang atau benda. *Serialnumber* ini disimpan pada sebuah *microchip* yang disertakan pada antena. *Chip* ini terdapat dalam suatu komponen dari RFID yang biasa disebut *tag* RFID. Antena membuat *chip* dapat mentransmisikan informasi identifikasi kepada *reader*. Ketika *tag* ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, *tag* akan mentransmisikan informasi yang ada pada *tag* kepada pembaca RFID, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan.

RFID dapat disediakan dalam devais yang hanya dapat dibaca saja (*Read Only*) atau dapat dibaca dan ditulis (*Read/Write*), tidak memerlukan kontak langsung maupun jalur cahaya untuk dapat beroperasi, dapat berfungsi di dalam berbagai variasi kondisi lingkungan, dan menyediakan tingkat integritas data yang tinggi. RFID mengkombinasikan keunggulan yang tidak tersedia dalam teknologi identifikasi yang lain. Teknologi ini sulit untuk dipalsukan, sehingga RFID dapat menyediakan tingkat keamanan yang tinggi.

Sistem RFID terdiri dari empat komponen, di antaranya seperti dapat dilihat pada Gambar 2.3. Komponen-komponen tersebut antara lain :

- *Tag*: devais yang menyimpan informasi untuk identifikasi objek. *Tag* RFID sering juga disebut sebagai *transponder*. Setiap *tag* memiliki ciri unik yang membedakan *tag* dengan *tag* lainnya.
- Antena: devais yang dapat mentransmisikan sinyal frekuensi radio antara pembaca RFID dengan *tag* RFID.
- Pembaca RFID: devais yang kompatibel dengan *tag* RFID yang akan berkomunikasi secara *wireless* dengan *tag* untuk melakukan proses identifikasi.
- *Software* Aplikasi: aplikasi pada sistem yang dapat membaca data dari *tag* melalui pembaca RFID. Baik *tag* dan pembaca RFID memiliki antena sehingga dapat menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik.

Pembaca RFID merupakan penghubung antara *software* aplikasi dengan antena yang akan meradiasikan gelombang radio ke *tag* RFID. Gelombang radio yang diemisikan oleh antena berpropagasi pada ruangan di sekitarnya. Akibatnya data dapat berpindah secara *wireless* ke *tag* RFID yang berada berdekatan dengan antena. Sebuah pembaca RFID harus dapat menerima perintah dari *software* aplikasi dan berkomunikasi dengan *tag* RFID.

Tag RFID adalah devais yang dibuat dari rangkaian elektronika dan antena yang terintegrasi di dalam rangkaian tersebut. Rangkaian elektronik dari *tag* RFID umumnya memiliki memori sehingga *tag* ini mempunyai kemampuan untuk menyimpan data. Setiap bagian *tag* terdiri dari beberapa bagian, diantaranya adalah :

- *Silicon Microprocessor*
Ini adalah sebuah *chip* yang terletak dalam sebuah *tag* yang berfungsi sebagai penyimpan data.
- *Metal Coil*
Sebuah komponen yang terbuat dari kawat aluminium yang berfungsi sebagai antena yang dapat beroperasi pada frekuensi 13,56 MHz. Jika sebuah *tag* masuk ke dalam jangkauan *reader* maka antena ini akan mengirimkan data yang ada pada *tag* kepada *reader* terdekat.
- *Encapsulating Material*
Encapsulating material adalah bahan yang membungkus *tag* yang terbuat dari bahan kaca.

RFID awalnya terdiri dari dua jenis yaitu yang menggunakan baterai (aktif) dan tidak menggunakan baterai (pasif), yang tidak menggunakan baterai hanya dapat dibaca, sedangkan yang menggunakan baterai dapat dibaca dan ditulis. Adapun penjelasan mengenai *tag* aktif dan *tag* pasif adalah sebagai berikut:

- *Tag Aktif*: *tag* yang catu dayanya diperoleh dari baterai, sehingga akan mengurangi daya yang diperlukan oleh pembaca RFID dan *tag* dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang lebih jauh. Kelemahan dari tipe *tag* ini adalah harganya yang mahal dan ukurannya yang lebih besar karena lebih rumit. Semakin banyak fungsi yang dapat dilakukan oleh *tag* RFID maka rangkaianannya akan semakin rumit dan ukurannya akan semakin besar.
- *Tag Pasif*: *tag* yang catu dayanya diperoleh dari medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID. Antena dari *tag* ini berfungsi sebagai pencatu sumber daya dengan memanfaatkan medan magnet dari pembaca, dan memodulasi medan magnet, yang kemudian digunakan kembali untuk mengirimkan data yang ada dalam *tag*. Rangkaianannya lebih sederhana, harganya jauh lebih murah, ukurannya kecil, dan lebih ringan. Kelemahannya adalah *tag* hanya dapat mengirimkan informasi dalam jarak yang dekat dan pembaca RFID harus menyediakan daya tambahan untuk *tag* RFID.

Tag RFID telah sering dipertimbangkan untuk digunakan sebagai pengganti *barcode*. Pembacaan informasi pada *tag* RFID tidak memerlukan kontak sama sekali. *Tag* RFID cukup berada dalam cakupan gelombang yang dipancarkan *reader* untuk dapat melakukan proses identifikasi. *Tag* RFID dapat menyimpan jauh lebih banyak informasi dibandingkan dengan *barcode* karena kemampuan rangkaian terintegrasi yang modern. Dalam Tabel 1 diilustrasikan perbedaan utama antara teknologi *barcode* dengan RFID.

■ Tabel 1. Perbandingan Teknologi *Barcode* dengan RFID

Sistem	Barcode	RFID
Transmisi data	Optik	Elektromagnetik
Ukuran data	1-100 byte	128-8096 byte
Modifikasi data	Tidak bias	Bisa
Posisi pembawa data	Kontak cahaya	Tanpa kontak
Jarak Komunikasi	Beberapa cm	Dari cm sampai meter
Supseptibilitas lingkungan	Debu	Dapat diabaikan
Pembacaan jamak	Tidak bias	Bisa

Frekuensi kerja dari sistem RFID harus diperhatikan karena memiliki peranan penting. Frekuensi ini digunakan untuk komunikasi *wireless* antara pembaca RFID dengan *tag* RFID. Pemilihan dari frekuensi kerja sistem RFID akan mempengaruhi jarak komunikasi, interferensi dengan frekuensi sistem radio lain, kecepatan komunikasi data, dan ukuran antena. *Tag* pasif biasanya menggunakan frekuensi rendah, sedangkan *tag* aktif biasanya menggunakan frekuensi tinggi. Ukuran antena yang harus digunakan untuk transmisi data bergantung dari panjang gelombang elektromagnetik. Untuk frekuensi yang rendah, maka antena harus dibuat dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan RFID dengan frekuensi tinggi.

Pada frekuensi rendah, *tag* pasif hanya dapat mentransmisikan data dengan jarak yang terbatas. Hal ini dikarenakan keterbatasan daya yang diperoleh dari medan elektromagnetik. Dalam kasus ini hal yang perlu diperhatikan adalah *tag* pasif harus terletak jauh dari objek logam, karena logam secara signifikan mengurangi fluks dari medan magnet. Akibatnya *tag* RFID tidak bekerja dengan baik, karena *tag* tidak menerima daya minimum untuk dapat bekerja.

Pada frekuensi tinggi, *tag* aktif dapat mentransmisikan data dengan jarak yang lebih jauh, tetapi masih terbatas oleh daya yang ada. Sinyal elektromagnetik pada frekuensi tinggi juga mendapatkan pelemahan (atenuasi) ketika *tag* tertutupi oleh es atau air. *Tag* yang tertutup oleh logam tidak terdeteksi oleh pembaca RFID.

RFID dalam rancangan alat ini berguna sebagai salah satu media *input* untuk sistem keamanan brankas yang dirancang. Dalam perancangan sistem keamanan berlapis, RFID ini merupakan lapisan pertama dalam sistem keamanan brankas ini, dimana untuk mengakses brankas orang yang melakukan akses brankas terlebih dahulu harus mencocokkan *tag* RFID. Dalam pemilihan komponen untuk RFID dipilih yang handal dan mudah didapat di pasaran. Pilihan ditetapkan pada tipe ID-12. Dipilihnya RFID tipe ID-12 adalah :

- Antena internal, sehingga tidak diperlukan instalasi antena lagi.
- Frekuensi kerja 125 kHz, sesuai dengan kebutuhan yang tidak memerlukan jarak terlalu jauh antara *reader* dan *tag*.
- Catu daya 5 Volt, sesuai dengan catu daya yang ada dalam rancangan alat.
- *Tag* pasif, sehingga tidak memerlukan baterai untuk mengaktifkan *tag-tag* yang digunakan.

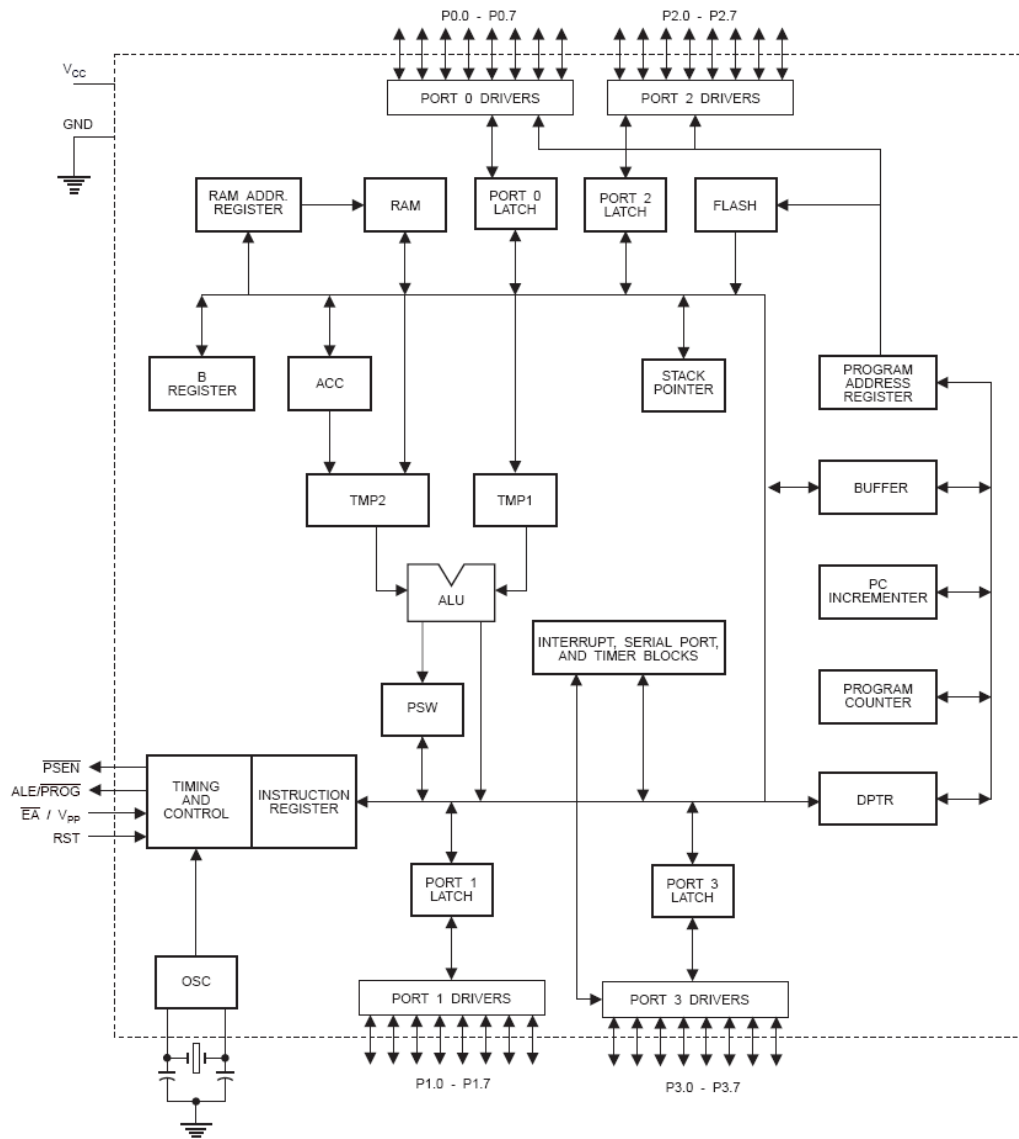
Mikrokontroler

Mikrokontroler dalam perancangan sistem keamanan brankas ini digunakan untuk mengolah data yang dikirimkan input, mengirim dan menerima SMS, mengatur terbuka tidaknya brankas, dan menampilkan daftar akses brankas. Mikrokontroler memiliki bermacam-macam tipe, ada mikrokontroler yang memiliki 4KbyteFlash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), dan ada pula yang memiliki 8 KbyteFlash PEROM. Diagram blok mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3.

Seluruh operasi dalam mikrokontroler dikendalikan oleh *Central Processing Unit* (CPU). CPU memiliki 2 bagian yaitu *Control Unit* (CU) dan *Arithmetic Logic Unit* (ALU). CU berfungsi untuk mengambil instruksi dari memori kemudian menerjemahkan susunan instruksi tersebut menjadi suatu kumpulan proses kerja kemudian melaksanakan urutan instruksi sesuai dengan langkah-langkah yang telah ditentukan program. ALU berhubungan dengan operasi aritmatika serta manipulasi data secara logika.

Mikrokontroler dengan arsitektur MCS-51 merupakan salah satu jenis arsitektur mikrokontroler yang paling lama, paling populer dan paling banyak digunakan di dunia. Arsitektur ini dikeluarkan pertama kali oleh Intel dan kemudian menjadi banyak dipakai dan dipelajari di seluruh dunia. Berbagai seri mikrokontroler berarsitektur MCS-51 telah diproduksi oleh berbagai *vendor* dan digunakan di dunia sebagai mikrokontroler yang bersifat *low cost* dan *high performance*.

Antar seri mikrokontroler berarsitektur MCS-51 memiliki beragam tipe dan fasilitas, namun semuanya memiliki arsitektur yang sama, dan juga set instruksi yang relatif tidak berbeda.



■ Gambar 3. Diagram Blok Mikrokontroler

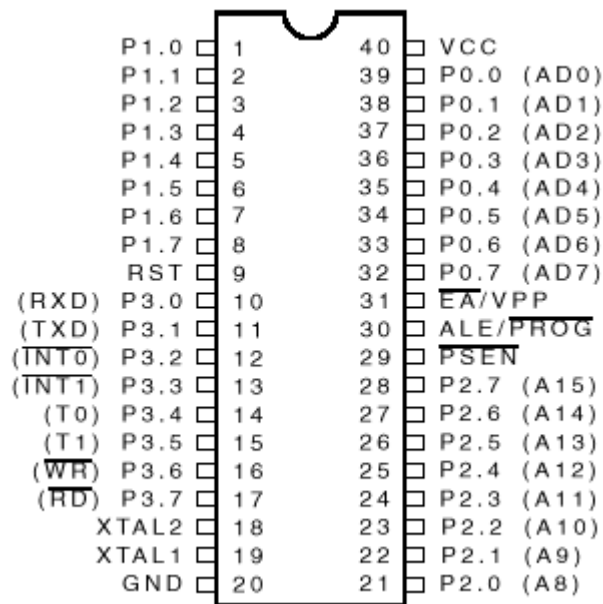
Keterangan:

- *Flash* adalah suatu jenis *Read Only Memory* yang biasanya diisi dengan program hasil buatan manusia yang harus dijalankan oleh mikrokontroler.
- RAM (*Random Acces Memory*) merupakan memori yang membantu CPU untuk penyimpanan data sementara dan pengolahan data ketika program sedang berjalan.
- EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) adalah memori untuk penyimpanan data secara permanen oleh program yang sedang berjalan.
- Pin I/O adalah kaki untuk jalur keluar atau masuk sinyal sebagai hasil keluaran ataupun masukan bagi program.
- *Timer* adalah modul dalam *hardware* yang bekerja untuk menghitung waktu/pulsa.

- UART (*Universal Asynchronous Receive Transmit*) adalah jalur komunikasi data khusus secara serial *asynchronous*.
- SPI (*Serial Peripheral Interface*) adalah jalur komunikasi data khusus secara serial *synchronous*.
- ISP (*In System Programming*) adalah kemampuan khusus mikrokontroler untuk dapat diprogram langsung dalam sistem rangkaiannya dengan membutuhkan jumlah pin yang minimal.

Alat yang dibuat ini menggunakan sebuah mikrokontroler sebagai pusat kontrol sistem keamanan brankas. Mikrokontroler yang akan digunakan dipilih yang telah memiliki memori internal sehingga dapat mempermudah dalam perancangannya. Berdasarkan pertimbangan tersebut dipilih mikrokontroler keluarga mikrokontroler MCS51 keluaran ATMEL, yaitu AT89C51.

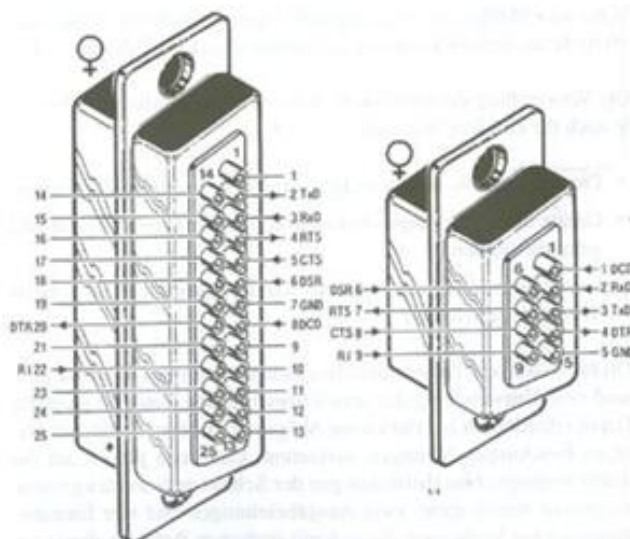
Dipilihnya mikrokontroler AT89C51 ini adalah karena IC buatan ATMEL ini mudah didapat di pasaran, banyak tempat penjualan komponen elektronika yang menyediakan IC ini. Sedangkan untuk alasan teknisnya, IC ini memiliki kemampuan dan kemudahan dalam hal menulis (*write*) dan menghapus serta mengisi program pada mikrokontroler dan juga adanya kapasitas memori yang cukup besar yakni 4 *Kbyte* yang digunakan untuk menyimpan data-data dan variabel yang bersifat sementara. Konfigurasi pin dari mikrokontroler AT89C51 diperlihatkan pada Gambar 4.



■ Gambar 4. Konfigurasi Pin Mikrokontroler AT89C51 [5]

Interface RS-232

Modul *interface* berguna untuk menyesuaikan tingkat tegangan kabel data yang berada pada tingkat tegangan RS-232 menjadi tingkat tegangan TTL pada *handphone*. Demikian juga sebaliknya dari tingkat tegangan RS-232 menjadi tegangan TTL. Pada RS-232 logika *high* adalah tegangan antara -3 Volt sampai -15 Volt dengan keadaan berbeban dan tegangan -25 Volt dengan keadaan tanpa beban. Sedangkan logika *low* adalah tegangan antara +3 Volt sampai +15 Volt dengan keadaan berbeban dan tegangan +25 Volt dengan keadaan tanpa beban[1].



■ Gambar 5. Bentuk Fisik DB-25 Connector dan DB-9 Connector [2]

Pada dasarnya ada dua jenis komunikasi data serial, yaitu komunikasi data serial *sinkron* dimana pengiriman *clock* dilakukan secara bersamaan dengan data serial dan komunikasi data *asinkron* dimana pengiriman *clock* dilakukan secara dua tahap, yaitu saat data dikirimkan dan saat data diterima. RS-232 dalam komputer mempunyai dua jenis konektor, yaitu konektor dengan 25 pin atau sering disebut dengan DB-25 *connector* dan konektor dengan 9 pin atau sering disebut dengan DB-9 *connector*. Pada dasarnya hanya 3 pin yang terpakai, yaitu pin pengirim, penerima, dan *ground*. Perlu diperhatikan bahwa dalam pengiriman data serial, semakin jauh jarak kirim maka kemungkinan *noise* atau gangguan semakin besar. Bentuk fisik DB-25 *connector* dan DB-9 *connector* dapat dilihat pada Gambar 5.

Standar sinyal RS-232 memiliki ketentuan tingkat tegangan sebagai berikut :

1. Logika '1' disebut 'mark' terletak antara -3 Volt hingga -25 Volt.
2. Logika '0' disebut 'space' terletak antara +3 Volt hingga +25 Volt.
3. Daerah tegangan antara -3 Volt hingga +3 Volt adalah *invalid level*.

Invalid level adalah daerah tegangan yang tidak memiliki tingkat logika pasti sehingga harus dihindari. Demikian juga tingkat tegangan lebih negatif dari -25 Volt atau lebih positif dari +25 Volt juga harus dihindari karena tegangan tersebut dapat merusak *line driver* pada saluran RS-232. Konfigurasi pin dan nama sinyal konektor serial DB-9 diperlihatkan pada Tabel 2.

■ **Tabel 2.** Konfigurasi Pin dan Nama Sinyal Konektor Serial DB-9

Nomor Pin	Nama Sinyal	Direction	Keterangan
1	DCD	In	Data Carrier Detect / Received Line Signal Detect
2	RxD	In	Receive Data
3	TxD	Out	Transmit Data
4	DTR	Out	Data Terminal Ready
5	GND	-	Ground
6	DSR	In	Data Set Ready
7	RST	Out	Request to Send
8	CTS	In	Clear To Send
9	RI	In	Ring Indicator

Keterangan mengenai fungsi saluran RS-232 pada konektor DB-9 adalah sebagai berikut:

- *Received Line Signal Detect*, dengan saluran ini DCE memberitahukan ke DTE bahwa pada terminal masukan ada data masuk.
- *Receive Data*, digunakan DTE menerima data dari DCE.
- *Transmit Data*, digunakan DTE mengirimkan data ke DCE.
- *Data Terminal Ready*, pada saluran ini DTE memberitahukan kesiapan terminalnya.
- *Signal Ground*, saluran ground.
- *Ring Indicator*, pada saluran ini DCE memberitahu ke DTE bahwa sebuah stasiun menghendaki hubungan dengannya.
- *Clear To Send*, dengan saluran ini DCE memberitahukan bahwa DTE dapat mengirim data.
- *Request To Send*, dengan saluran ini DCE diminta oleh DTE untuk mengirim data.
- *DCE Ready*, sinyal aktif pada saluran ini menunjukkan bahwa DCE sudah siap.

Keuntungan penggunaan *port* serial :

- Pada komunikasi dengan kabel yang panjang, masalah *cable loss* tidak akan menjadi masalah besar daripada menggunakan kabel paralel. *Port* serial mentransmisikan '1' pada tingkat tegangan -3 Volt sampai -25 Volt dan '0' pada tingkat tegangan +3 Volt sampai +25 Volt, sedangkan *port* paralel mentransmisikan '0' pada tingkat tegangan 0 Volt dan '1' pada tingkat tegangan 5 Volt.
- Dibutuhkan jumlah kabel yang lebih sedikit, dapat hanya menggunakan tiga kabel, yaitu saluran *Transmit Data*, saluran *Receive Data*, dan saluran *Ground* (konfigurasi *Null Modem*).
- Saat ini penggunaan mikrokontroler semakin populer. Kebanyakan mikrokontroler sudah dilengkapi dengan SCI (*Serial Communication Interface*) yang dapat digunakan untuk komunikasi dengan *port* serial komputer.

Dalam pembuatan alat ini digunakan sebuah *handphone* sebagai media untuk mengirimkan SMS konfirmasi dalam sistem keamanan brankas ini. Untuk menghubungkan data dari mikrokontroler ke *handphone* atau sebaliknya dari *handphone* ke mikrokontroler digunakan kabel data. Kabel data umumnya terhubung pada serial *port* yang ada di komputer. Kabel data ini bekerja pada tingkat tegangan logika RS-232.

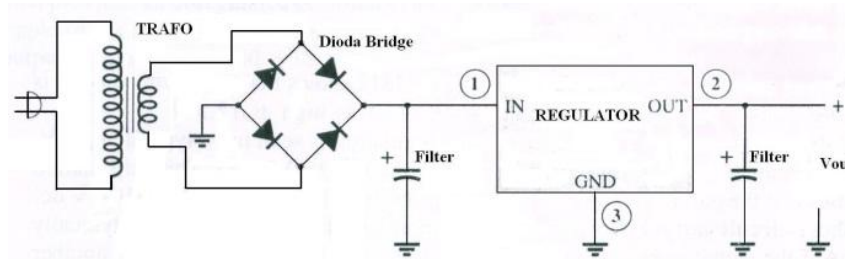
Dalam rancangan alat ini kabel data *handphone* tersebut dihubungkan ke mikrokontroler, untuk itu dibutuhkan sebuah *interface* yaitu IC MAX-232. IC MAX-232 ini diperlukan karena hampir semua komponen

digital termasuk mikrokontroler bekerja pada tingkat tegangan TTL yaitu +5 Volt, dengan demikian dalam membentuk saluran RS-232 diperlukan perubahan tingkat tegangan timbal balik antara TTL dan RS-232.

Digunakannya IC MAX-232 adalah karena pada IC konverter ini terdapat 2 *line reciever* yang dapat menerima masukan dari -30 Volt hingga +30 Volt dan 2 *line driver* yang dapat memberikan keluaran untuk rangkaian TTL. IC MAX-232 hanya membutuhkan tegangan masukan sebesar +5 Volt.

Catu Daya

Catu daya berfungsi sebagai pemberi tegangan yang dibutuhkan oleh semua komponen dalam perancangan alat ini. Catu daya yang baik pada umumnya memiliki empat komponen utama yaitu transformator, penyearah (*rectifier*), penyaring (*filter*), dan regulator. Berikut Gambar 6 adalah diagram blok catu daya.



■ Gambar 6. Diagram Blok Catu Daya [3]

Sebuah transformator *step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan *alternating-current* (AC) dari PLN menjadi tegangan AC yang lebih rendah. *Output* dari transformator akan disearahkan oleh dioda menjadi tegangan *direct-current* (DC) yang akan digunakan sebagai sumber tegangan oleh rangkaian.

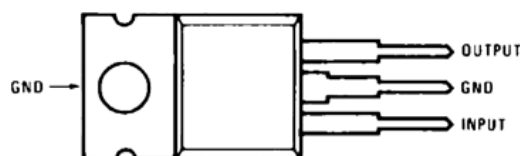
Output DC yang dihasilkan dioda ini pada umumnya belum stabil untuk digunakan sebagai sumber tegangan oleh rangkaian. Oleh karena itu, diperlukan kapasitor untuk menghilangkan *ripple* (denyut) yang masih tersisa sehingga *output* menjadi lebih stabil.

Output dari kapasitor tidak menjamin sudah stabil. Tegangan dapat jatuh sewaktu dipasang beban, sehingga diperlukan regulator tegangan untuk menjaga agar tegangan tidak mudah jatuh saat dipasang beban. IC regulator dengan seri 78XX menyediakan tegangan regulasi dari 5 Volt sampai 24 Volt, dan keluarannya adalah tegangan positif. Pada Tabel 3 menunjukkan IC regulator seri 78XX.

Alat ini memerlukan catu daya DC. Sebuah catu daya memiliki sebuah trafo yang dihubungkan ke sumber AC untuk diubah tegangannya menjadi lebih kecil atau besar, kemudian di-*filter* dengan sebuah kapasitor atau sebuah RC *filter*, setelah itu diatur tegangan DC-nya dengan menggunakan IC regulator. Untuk pembuatan alat ini dibutuhkan catu daya yang memiliki keluaran +5 Volt yang stabil. Dengan demikian dalam alat ini diperlukan sebuah IC regulator.

■ Tabel 3. Tipe-tipe IC regulator Seri 78XX

IC Part	Output Voltage (Volt)	Minimum Input Voltage (Volt)
7805	5	7.3
7806	6	8.3
7808	8	10.3
7810	10	12.5
7812	12	14.6
7815	15	17.7
7818	18	21
7824	24	27.1



■ Gambar 7. Konfigurasi Pin IC Regulator 7805 [6]

Berdasarkan beberapa pertimbangan dipilih IC regulator tipe 7805. Konfigurasi pin dari 7805 dapat dilihat pada Gambar 7. Pertimbangan terhadap dipilihnya IC tipe 7805 ini adalah :

- Memiliki arus keluaran maksimum hingga 1 Ampere.

- Memiliki 3 kaki atau pin sehingga sangat berguna dalam berbagai aplikasi.
- Proteksi area aman (*safe area protection*) untuk keluaran transistor disediakan untuk membatasi *internal power dissipation*.
- Menghilangkan masalah pendistribusian sehingga memudahkan untuk memperoleh IC ini.

Keypad

Keypad 4 x 3 terdiri dari 12 tombol yang merupakan *input* pada mikrokontroler. Susunannya terdiri dari tombol 0 sampai dengan 9, tombol * dan tombol #. Bentuk *keypad* ini adalah berupa beberapa tombol tekan yang tersusun secara matrik. Cara kerja *keypad* adalah dengan menekan tombol-tombol yang tersedia dan mengalirkan tegangan ke salah satu *lineoutput*.

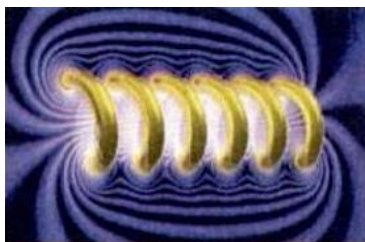
LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan tampilan yang digunakan untuk menampilkan karakter-karakter ASCII. Prinsip kerja LCD adalah sebuah *Twisted Nematic* (TN) LCD, yang terdiri dari 2 material yang terpolarisasi, *Integrated Circuit* (IC) untuk mengalamatkan baris dan kolom, dan sebuah bentuk elemen elektroda untuk menentukan *pixel*. Posisi setiap *pixel* ditentukan dengan cara sebuah jala-jala dibentuk dari *Indium Tin Oxide* (*semi transparent metal oxide*) dan posisi *pixel* tertentu akan diberikan arus sehingga orientasi dari material *liquid crystal* akan berubah yang kemudian akan mengubah *pixel* dari *white pixel* menjadi *black pixel*. Orientasi akan menentukan apakah cahaya dilewatkan atau tidak. Jika cahaya ditolak maka area akan menjadi gelap (*black pixel*).

Dalam sistem keamanan brankas dengan tingkat keamanan berlapis ini menggunakan sebuah *display* atau peraga LCD untuk menampilkan data dan proses memasukan PIN serta keterangan-keterangan konfirmasi lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini dipilih modul LCD yang sudah tersedia di pasaran sehingga mudah didapat dan mudah dalam pengoperasiannya. Modul LCD yang dipilih adalah modul LCD 2 x 16 karakter yang mudah diperoleh dan harganya tidak mahal.

Solenoid

Solenoid adalah alat yang digunakan untuk mengubah arus listrik menjadi gerak linear mekanik. Pada *solenoid* harus diperhatikan tingkat sentakannya. Sentakan yang kecil hanya membutuhkan daya yang kecil pula. *Solenoid* terdiri dari kumparan dan inti besi yang dapat digerakkan. Kumparan disini berpengaruh terhadap kekuatan dorongan dan tarikan inti besi, semakin banyak lilitan, maka kekuatan inti besi semakin besar. Cara kerja dari *solenoid* dapat dilihat pada Gambar 8.



■ Gambar 8. Solenoid [4]

Handphone

Telepon genggam seringkali disebut *handphone* atau disebut pula sebagai telepon selular adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional, namun dapat dibawa kemana saja dan tidak perlu disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel. Saat ini Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem *Global System For Mobile Telecommunications* (GSM) dan sistem *Code Division Multiple Access* (CDMA).

Selain berfungsi untuk melakukan dan menerima panggilan telepon, ponsel umumnya juga mempunyai fungsi pengiriman dan penerimaan pesan singkat atau biasa disebut SMS. Mengikuti perkembangan teknologi digital, kini ponsel juga dilengkapi dengan berbagai pilihan fitur, seperti bisa menangkap siaran radio dan televisi, perangkat lunak pemutar audio dan video, kamera digital, game, dan layanan internet. Ada pula penyedia jasa telepon genggam di beberapa negara yang menyediakan layanan generasi ketiga (3G) dengan menambahkan jasa *videophone*, sebagai alat pembayaran, maupun untuk *televisiononline* di telepon genggam mereka. Selain fitur-fitur tersebut, ponsel sekarang sudah ditanamkan fitur komputer. Jadi di ponsel tersebut, orang bisa mengubah fungsi ponsel tersebut menjadi mini komputer. Di dunia bisnis, fitur ini sangat membantu bagi para pebisnis untuk melakukan semua pekerjaan di satu tempat dan membuat pekerjaan tersebut diselesaikan dalam waktu yang singkat.

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

RFID

Pengujian rangkaian receiver RFID dilakukan untuk mengetahui apakah receiver RFID ID-12 yang digunakan ini dapat membaca kode dari tag/kartu yang digunakan pada rancangan ini. Tabel hasil pengujian receiver RFID untuk kartu-kartu yang digunakan diperlihatkan pada Tabel 4.

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan oleh Tabel 4 tersebut didapat bahwa receiver RFID ID-12 yang digunakan dapat membaca setiap tag/kartu yang digunakan, dimana setiap kartu mempunyai kode yang berlainan satu dengan yang lainnya. Data tersebut disimpan dalam memori mikrokontroler sehingga jika kode kartu tersebut terbaca maka kartu tersebut dianggap *valid* untuk meneruskan proses PIN pada tahap berikutnya.

■ Tabel 4. Hasil Pengujian Rangkaian Receiver RFID

Tag	No Kartu (Tercetak Pada Kartu)	Kode Yang Tersimpan Dalam Tag (Data Kartu/Hex)
Kartu 1	0000733920 011,13024	FC0007
Kartu 2	0000720345 010,64985	E3F03F
Kartu 3	0000707271 010,51911	E00FF8
Kartu 4	0000700854 010,45494	1F8FC7

Rangkaian Interface

Tujuan pengujian rangkaian *interface* adalah untuk mengetahui apakah rangkaian *interface* ini dapat mengkonversikan level logika TTL menjadi RS-232 dan sebaliknya. Dalam pengujian rangkaian *interface* ini dilakukan dengan menggunakan beberapa alat bantu, yaitu sebuah sumber tegangan DC dan multimeter digital, dimana sumber tegangan DC digunakan sebagai tegangan *input* TTL dan *input* tegangan RS-232.

Pengujian rangkaian *interface* dilakukan dengan cara memberikan tingkat tegangan TTL yaitu +5 Volt ke *input* TTL IC MAX-232 dan tegangan *output* dari IC MAX-232 ini diukur. Kemudian *input* RS-232 IC MAX-232 diberi tegangan ± 10 Volt dan tegangan *output* dari IC MAX-232 ini diukur. Hasil pengujian pada rangkaian *interface* ditunjukkan pada Tabel 5.

■ Tabel 5. Hasil Pengujian Pada Rangkaian Interface

Tegangan Input	Tegangan Output	Keterangan
0 Volt	+9,4 Volt	Konversi TTL ke RS-232
5 Volt	-9,2 Volt	
+10 Volt	0,1 Volt	Konversi RS-232 ke TTL
-10 Volt	4,5 Volt	

Berdasarkan hasil pengujian rangkaian *interface* yang ditunjukkan pada Tabel 5 didapat bahwa rangkaian *interface* yang menggunakan IC MAX-232 dapat bekerja dengan baik dengan mengubah tegangan TTL menjadi RS-232 dan sebaliknya dari RS-232 menjadi tegangan TTL.

Mikrokontroler

Pengujian rangkaian mikrokontroler bertujuan untuk melihat apakah IC mikrokontroler yang terpasang dapat bekerja dengan baik. Untuk melakukan pengujian rangkaian mikrokontroler ini, mikrokontroler ini diprogram terlebih dahulu agar dapat melihat *output* dari mikrokontroler ini.

Jika mikrokontroler telah terisi program maka setiap pin pada *port* mikrokontroler akan memberikan logika yang sesuai dengan perintah program yang diisikan ke dalam mikrokontroler tersebut. Output dari mikrokontroler ini yang akan menjadi hasil pengujian. Berikut adalah *listing* program yang digunakan untuk menguji modul mikrokontroler.

```
Test:  Mov p1,#0ffh
      Call delay
      Mov p1,#0h
      Call delay
      Ajmp test
delay: mov r1,#0fh
loop2: mov r0,#0ffh
loop3: djnz r0,loop3
      djnz r1,loop2
      ret
```

Listing program di atas diisikan ke dalam memori mikrokontroler melalui *downloader* Atmel, kemudian *port 1* mikrokontroler dihubungkan dengan 8 buah LED dengan konfigurasi *common anode* sebagai indikator. Hasil pengujian pada rangkaian mikrokontroler ditunjukkan pada Tabel 6.

Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel di bawah, didapat bahwa mikrokontroler dapat memberikan respon terhadap program yang di isikan, dimana *port1* secara periodik berlogika “1” (*high*) atau LED mati (00000000) dan kemudian membuat *port1* berlogika “0” (*low*) atau LED menyala (11111111).

■ Tabel 6. Hasil Pengujian Rangkaian Mikrokontroler

Periode Ke	Tampilan Output(LED)
1	00000000
2	11111111
3	00000000
4	11111111
5	00000000

Penggerak Solenoid

Tujuan pengujian pada rangkaian penggerak *solenoid* adalah untuk membuktikan rangkaian penggerak *solenoid* ini dapat mengunci brankas ketika diberi tegangan kontrol *high* sebesar 5 Volt. Alat bantu yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebuah sumber tegangan DC 5 Volt dan multimeter digital.

Langkah pengujian yang dilakukan adalah mengamati kondisi *solenoid* dan LED indikator D4 untuk kondisi sesudah dan sebelum diberi tegangan kontrol 5 Volt pada kaki *input* rangkaian penggerak *solenoid* ini. Hasil pengujian rangkaian penggerak *solenoid* ditunjukkan pada Tabel 7.

■ Tabel 7. Hasil Pengujian Rangkaian Penggerak Solenoid

Tegangan Input	Solenoid	LED D4	Keterangan
Kondisi awal	OFF	Padam	Kunci terbuka
Diberi tegangan input 5Volt	ON	Nyala	Kunci tertutup

Berdasarkan pengujian pada rangkaian *solenoid* yang ditunjukkan oleh Tabel 7 didapat bahwa rangkaian penggerak *solenoid* ini dapat mengunci brankas ketika mendapat tegangan kontrol *high*.

Rangkaian Catu Daya

Tujuan pengujian padarangkaian catu dayabertujuan untuk mengetahui apakah rangkaian catu daya ini dapat memberikan tegangan *output* 5 V yang stabil untuk kondisi tanpa beban dan dengan beban. Alat bantu yang digunakan adalah sebuah multimeter digital.

Langkah pengujiannya dalah memutuskan *output* rangkaian catu daya yang terhubung ke rancangan alat. Kemudian *output* dari IC regulator ini dicatat sebagai tegangan keluaran tanpa beban. Langkah pengujian selanjutnya adalah menghubungkan kembali *output* rangkaian catu daya yang terhubung ke rancangan alat keseluruhan. Kemudian *output* dari IC regulator ini dicatat sebagai tegangan keluaran dengan beban.

Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian tanpa beban. Dalam pengujian ini catu daya dihubungkan dengan tegangan PLN, kemudian diukur tegangan keluarannya dengan menggunakan multimeter. Hasil-hasil pengukuran tersebut dicatat sebagai sebuah tabel hasil pengujian rangkaian catu daya tanpa beban. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 8.

■ Tabel 8. Hasil Pengujian Catu Daya 5 Volt Tanpa Beban

Pengujian	Vin (Volt)	Vout (Volt)
1	5	4,98
2	5	4,98
3	5	4,98
4	5	4,97
5	5	4,97

Pengujian kedua dilakukan dengan menggunakan beban. Dalam pengujian dengan beban ini digunakan beban yang bervariasi. Hasil-hasil pengukuran tersebut dicatat sebagai sebuah tabel hasil pengujian rangkaian catu daya. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 9.

■ Tabel 9. Hasil Pengujian Catu Daya 5 Volt Dengan Beban

Pengujian	Beban (Ω)	Vin (Volt)	Vout (Volt)
1	500	5	4,98
2	400	5	4,98
3	300	5	4,97
4	200	5	4,97
5	100	5	4,97

Hasil Pengujian dan Analisis Sistem

Tujuan pengujian rangkaian sistem keseluruhan sistem rangkaian pada Mikrokontroler adalah untuk mengetahui sistem rancangan apakah dapat mendeteksi kartu RFID dan PIN yang dimasukkan serta dapat mengirimkan SMS konfirmasi untuk membuka brankas secara otomatis. Untuk pengujian ini dibutuhkan sebuah perangkat *handphone*. Langkah-langkah pengujian yang dilakukan adalah menghubungkan sistem secara utuh, dimana *input* dan *output* dari alat dihubungkan pada *handphone* dan brankas.



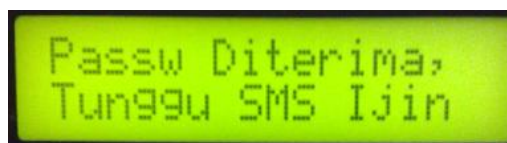
■ Gambar 9. Tampilan LCD Saat Standby

Gambar 9 menunjukkan bahwa brankas dalam keadaan *standby*. Pengakses brankas dapat melakukan akses dengan terlebih dahulu memasukkan data RFID dan PIN. Hasil pengujian selanjutnya diperlihatkan pada Gambar 10.



■ Gambar 10. Tampilan LCD Saat Tag RFID diterima

Gambar 10 menunjukkan bahwa *tag* RFID tersebut diterima selanjutnya proses memasukan PIN. Hasil pengujian selanjutnya diperlihatkan pada Gambar 11.



■ Gambar 11. Tampilan LCD ketika PIN di masukkan

Gambar 11 menunjukkan tampilan LCD ketika PIN selesai dimasukkan dan proses selanjutnya adalah menunggu respon dari SMS kontrol yang masuk. Hasil akhir dari SMS kontrol yang masuk ditunjukkan pada Gambar 12.



■ Gambar 12. Tampilan LCD Mendapat Konfirmasi SMS

Dari semua hasil pengujian yang dilakukan, secara keseluruhan sistem ini dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Sistem dapat membaca *tag* RFID dan mengirimkan SMS, serta memproses SMS konfirmasi sehingga brankas dapat terbuka. Rekaman proses akses brankas hanya dapat menyimpan 2 karakter dari masing2 *tag* RFID, hal ini dikarenakan keterbatasan memori pada mikrokontroler. Memori pada mikrokontroler digunakan untuk menyimpan program, sedangkan sisanya hanya sedikit sehingga memori untuk menyimpan proses akses menjadi terbatas.

KESIMPULAN

Sistem dapat mengirimkan dan merespon pesan untuk membuka brankas secara otomatis. Sistem dapat membedakan ID card, sehingga hanya beberapa ID card yang dapat melakukan akses brankas. Proses akses brankas dapat terekam, sehingga pemilik brankas memiliki daftar siapa saja yang mengakses brankas. Kelemahan alat ini apabila ada elektronik yang rusak, maka brankas tidak dapat terbuka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. H. Douglas, *Microprocessors and Interfacing*, 2nded. New Delhi: Mcgraw-Hill, 1992, pp. 494.
- [2] Irawan B. *Jaringan Komputer*. Jakarta: Graha Ilmu, 2005, pp. 126.
- [3] R. Boylestad and L. Nashelsky, *Electronic Devaices and Circuit Theory*, 6th ed, New Jersey: Prentice-Hall, 1996, pp. 805-828.
- [4] Umar E. *Fisika Pengetahuan Dasar*. Jakarta: Ganeca Exact, 2002, pp.58.
- [5] A. V. Deshmukh, *Microcontrollers Theory and Applications*. New Delhi: McGraw-Hill, 2005, pp. 84-96.
- [6] Tooley M. *Rangkaian Elektronik Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga, 2002, pp. 102.