

KWH METER DIGITAL PRABAYAR UNTUK SKALA RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM VOUCHER

Sub Judul :

PENGAMANAN SISTEM M-VOUCHER

Abid Ashar Khoirudin¹, Isbat Uzzin Nadhori, S.Kom., M.T.²

Mahasiswa¹, Dosen²

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111

Telp (+62)31-5947280, 5946114, Fax. (+62)31-5946114

Abstrak

Pada umumnya KWH meter yang digunakan oleh PLN adalah KWH meter analog. Tetapi KWH ini mempunyai kelemahan, salah satunya adalah dengan sistem pembayaran paskabayar, dapat memungkinkan pelanggan menunggak tagihan listrik. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat sebuah KWH meter digital dengan sistem prabayar. Sehingga pelanggan harus membeli *voucher* khusus untuk dapat menggunakan listrik dari PLN. Nilai *voucher* ini akan terus berkurang seiring dengan pemakaian listrik. Apabila nilai *voucher* hampir habis akan diberi indikator pemberitahuan dan sistem akan memutus daya apabila nilai *voucher* habis. Agar dapat menggunakan kembali listrik, maka pelanggan harus membeli *voucher* khusus lagi.

Pembayaran dengan sistem prabayar membuat KWH ini berbeda dengan KWH meter pada umumnya. KWH meter ini akan berfungsi setelah membeli sebuah voucher khusus yang berisi besaran digital (berfungsi sebagai pulsa) sebagai pembanding besaran energi yang digunakan. Sistem secara otomatis akan memutuskan tegangan rumah apabila bila besaran tersebut mencapai nol. Cara pembelian pulsa adalah dengan membeli di dealer-dealer penjual pulsa KWH. Dealer tersebut mengirim sms ke server PLN untuk mendapatkan kode voucher yang sudah terenkripsi. Kemudian dealer tersebut memberikan kode tersebut kepada konsumen.

Metode enkripsi yang digunakan akan mengacu pada mesin enigma, teknologi enkripsi yang berupa simulasi penyambungan antara karakter yang satu dengan karakter yang lain menggunakan beberapa komponen yaitu, plugboard, stator, 3 buah rotor dan reflektor. Dalam metode ini dibuat beberapa modifikasi salah satunya yaitu apabila pada umumnya mesin enigma mengolah karakter huruf dan angka, disini metode enigma hanya digunakan untuk mengolah angka.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada jaman modern seperti saat ini kehidupan manusia tidak bisa lepas dari energi listrik. Di Indonesia yang berwenang untuk menyediakan energi listrik adalah perusahaan listrik negara (PLN). Untuk mengetahui besaran energi listrik yang digunakan dibutuhkan sebuah alat yang disebut KWH meter. Pada umumnya KWH meter yang digunakan oleh PLN adalah KWH meter analog. Tetapi KWH ini mempunyai kelemahan, salah satunya adalah dengan sistem pembayaran paskabayar, dapat memungkinkan pelanggan menunggak tagihan listrik. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuat sebuah KWH meter digital dengan sistem prabayar. Sehingga pelanggan harus membeli *voucher* khusus untuk dapat menggunakan listrik dari PLN. Nilai *voucher* ini akan terus berkurang seiring dengan pemakaian listrik. Apabila nilai *voucher* hampir habis akan diberi indikator pemberitahuan dan sistem akan memutus daya apabila nilai *voucher* habis. Agar

dapat menggunakan kembali listrik, maka pelanggan harus membeli *voucher* khusus lagi.

Sedangkan pada pembuatan *voucher* diperlukan sebuah algoritma enkripsi supaya kode *voucher* tidak mudah ditebak, dalam hal ini metode enkripsi yang digunakan adalah metode enkripsi enigma. Enigma sendiri pada dasarnya menggunakan logika paling sederhana dalam penyandian yaitu substitusi, mengganti sebuah huruf asal menjadi tepat satu huruf yang berbeda. Namun, semua bisa menjadi berbeda apabila substitusi satu ke satu itu dilakukan oleh 3 (atau lebih) rotor dengan 26 node yang masing-masing berputar layaknya odometer. Di sinilah keindahan enigma, tanpa mesin yang sama, pengaturan posisi rotor yang sama, dan tipe substitusi yang sama, sebuah kode yang dibuat dengan mesin enigma akan sangat sulit untuk dipecahkan.

1.2 Rumusan Permasalahan

Adapun permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat pengamanan sistem prabayar

2. Bagaimana membuat proses enkripsi pada *server* dengan menggunakan metode enkripsi enkripsi enkripsi
3. Bagaimana membuat metode enkripsi enkripsi enkripsi menjadi lebih dinamis
4. Bagaimana membuat proses dekripsi pada sisi *client* yaitu pada KWH meter
5. Bagaimana menampilkan nilai voucher atau sisa voucher pada KWH meter

1.3 Tujuan Proyek

Tujuan dari Proyek Akhir ini adalah membuat KWH meter digital yang dapat digunakan untuk kalangan rumah tangga dengan sistem pembayaran prabayar. Mengacu pada tujuan dari Proyek Akhir ini maka terdapat beberapa tujuan khusus antara lain :

1. Merancang dan membuat sistem minimum mikrokontroler pada KWH meter.
2. Merancang dan membuat mekanisme enkripsi dan dekripsi kode *voucher*.

1.4 Kontribusi Proyek

Aplikasi ini nantinya diharapkan dapat dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan sistem listrik prabayar.

2. Teori Penunjang

2.1 KWH METER PRABAYAR

Pada [1] dijelaskan mengenai prinsip kerja KWH meter prabayar. Pada [1] menggunakan KWH meter analog yang sudah dimodifikasi, diantaranya adalah penambahan sensor *infrared* dan *photodiode* yang dipakai untuk mendeteksi garis penanda pada piringan KWH meter. Selain itu ditambahkan pula sebuah *microcontroller* yang berfungsi untuk menghitung putaran piringan, menampilkan angka KWH meter, dan mengontrol *relay* yang berfungsi memutus tegangan pada KWH meter bila nilai isi ulang telah habis (0).

2.2 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah salah satu dari bagian dasar suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari pada suatu komputer pribadi, mikrokontroler dibangun dari elemen-elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan output spesifik berdasarkan input yang diterima dan program yang dikerjakkan.

Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering juga di sebut dengan single chip microcomputer. Mikrokontroler biasa

dikelompokkan dalam satu keluarga, masing masing mikrokontroler mempunyai spesifikasi tersendiri namun masih kompatibel dalam pemrogramannya.

Tabel 2. 1 Perbandingan Antar Mikrokontroler Atmel Keluarga 51

Nama Piranti	Memori Program	Memori Data (byte)	Pewaktu / Timer 18 bit	Teknologi
AT89C1051	1K Flash	64 RAM	1	CMOS
AT89C051	2K Flash	128 RAM	2	CMOS
AT89C51	4K Flash	128 RAM	2	CMOS
AT89C52	8 K Flash	256 RAM	3	CMOS
AT89C55	16K Flash	256 RAM	3	CMOS

2.3 KRIPTOGRAFI

Kriptografi merupakan seni dan ilmu menyembunyikan informasi dari penerima yang tidak berhak. *Encryption* adalah transformasi data kedalam bentuk yang tidak dapat terbaca tanpa sebuah kunci tertentu. Tujuannya adalah untuk meyakinkan privasi dengan menyembunyikan informasi dari orang-orang yang tidak ditujukan, bahkan mereka mereka yang memiliki akses ke data terenkripsi. Dekripsi merupakan kebalikan dari enkripsi, yaitu transformasi data terenkripsi kembali ke bentuknya semula. Plaintext merupakan data/pesan sebelum dilakukan proses enkripsi atau data sesudah dilakukan proses dekripsi. Chypertext merupakan data setelah dilakukan proses enkripsi.

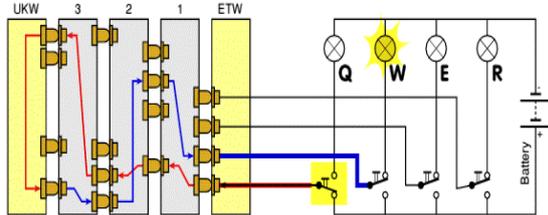
2.3.1 Enkripsi dan dekripsi

Salah satu cara untuk dapat mengamankan informasi rahasia ialah dengan melakukan enkripsi pada data tersebut. Enkripsi ialah proses mengamankan suatu informasi dengan membuat informasi tersebut tidak dapat dibaca tanpa bantuan pengetahuan dan atau alat khusus. Sedangkan dekripsi merupakan algoritma atau cara yang dapat digunakan untuk membaca informasi yang telah dienkripsi untuk kembali dapat dibaca.

2.4 MESIN ENIGMA CHIPER

Mesin Enigma adalah mesin yang menghasilkan kode rahasia. Mesin ini memiliki beberapa pengaturan (*setting*) yang berdampak

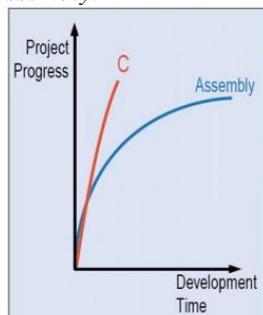
pada pengoperasian mesin. Pemakai harus memilih 3 *Rotor* dari kumpulan *Rotor* yang akan digunakan pada mesin ini. Tiga *Rotor* ini akan menghasilkan kombinasi enkripsi. Elemen lain dari mesin Enigma ini adalah *plugboard*. *Plugboard* ini memetakan ulang pasangan huruf sebelum proses enkripsi dimulai dan sesudah proses enkripsi



Gambar 2.1 Rangkaian mesin Enigma M3

2.5 Pemrograman Mikrokontroler

Pembuatan program mikrokontroler dalam bahasa tingkat-tinggi (high-level language, disingkat HLL), misalnya bahasa 'C' atau 'BASIC', memungkinkan kita mengurangi waktu pengembangan secara signifikan jika dibandingkan dengan Bahasa *Assembly*. Ada juga yang mengatakan, seorang perancang yang sudah berpengalaman bisa menuliskan sejumlah baris kode-kode yang sama per hari baik dalam C dan *Assembly*. Namun perlu diingat bahwa, sebaris kode dalam C sama dengan sejumlah kode atau baris dalam *Assembly*.



Gambar 2.2 Grafik perbandingan C dan *Assembly*

2.5 Pemrograman Java

Java sebagai salah satu bahasa pemrograman baru menjanjikan banyak kemudahan bagi programmer junior maupun senior. Tutorial ini akan membawa Anda mengenal lebih jauh bahasa ini melalui pembahasan konsep model perancangan dan petunjuk sederhana penggunaannya.

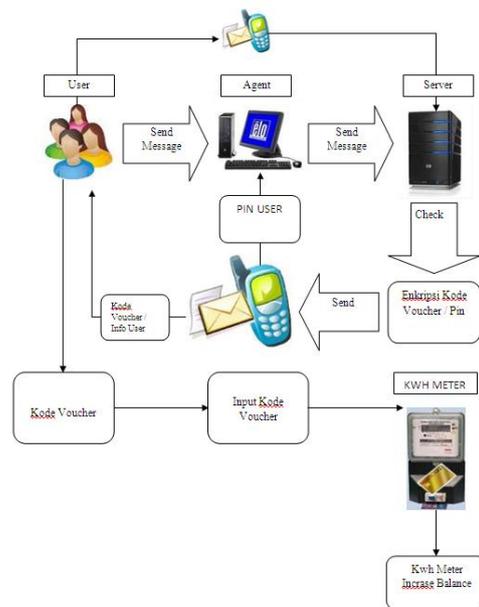
3. Rancangan Sistem

3.1 Gambaran Umum Sistem

Berikut adalah gambaran umum sistem dari keseluruhan sistem M-Voucher. Meliputi

proses paling awal dari sistem yaitu proses sms gateway. Dalam sistem, sms gateway akan melibatkan tiga aktor, diantaranya server, agen, dan user dengan fungsi masing-masing. Server yang mengolah data sms dari user maupun agen, menentukan apakah format dari sms user maupun agen sudah benar atau belum dan sebagai perantara untuk melakukan proses selanjutnya khususnya pada sistem pembuatan kode voucher. Agen bertugas sebagai user yang memiliki hak akses yang lebih tinggi dari user, dimana agen bisa melakukan proses pendaftaran user dan *topup* saldo dari user, serta proses reset pin user. Untuk user disini sebagai pelanggan yang akan melakukan transaksi pembelian kode voucher. Setiap data yang masuk akan disimpan pada database server.

Sedangkan proses sistem pada Kwh meter adalah sistem yang terpisah dari sistem sebelumnya. Dalam sistem ini, dilakukan proses pengecekan kode voucher yang *diinputkan* oleh user pelanggan, apakah kode tersebut benar atau tidak kemudian memprosesnya untuk menambahkan *balance* saldo di dalam Kwh meter.



Gambar 3.1 Gambaran Umum Sistem

Penjelasan tiap blok :

1. User harus mendaftarkan ke agen terlebih dahulu untuk dapat melakukan transaksi di dalam sistem.
2. Setelah user mendaftarkan ke agen, maka agen akan mengirim sms ke server dengan format `DAFTAR(spasi)pinAgen(spasi)idPelanggan(spasi)noHpPelanggan`.
3. Server akan melakukan pengecekan pada format sms, selanjutnya server akan membalas secara otomatis pesan dari agen ke nomor agen, balasannya :

“id pelanggan ... telah terdaftar dengan nominal Rp ...” (berhasil)

“agen tidak terdaftar” (bila pin Agen salah)

“nominal tidak tersedia” (bila nominal salah)

“format salah” (bila format salah)

4. Setelah mendapatkan pin dari agen, baru user dapat melakukan transaksi, untuk registrasi awal maka secara otomatis saldo user terisi Rp. 100.000.
5. Setelah mendapatkan pin dan saldo terisi Rp. 100.000 maka user dapat melakukan transaksi untuk mendapatkan kode voucher sesuai dengan nominal yang diinginkan.
6. Untuk melakukan transaksi maka user harus mengirimkan sms dengan format *“BELI(spasi)pinPelanggan(spasi)nominal”* maka server akan melakukan pengecekan format sms, jika format telah sesuai maka saldo akan berkurang sesuai nominal yang telah di kirim dan user akan mendapatkan kode voucher sesuai dengan nominal yang dikirimkan.
7. Setelah mendapatkan kode voucher maka user dapat memasukkan kode voucher tersebut ke KWH meter.
8. KWH meter yang diberikan inputan kode voucher maka akan mendeskripsikan kode voucher yang telah di inputkan untuk menaikkan kouta di KWH meter.

PENJELASAN SYSTEM

- Proses enkripsi (proses dijalankan apabila terjadi pembelian kode voucher)
 - Menerima input 12 digit id pelanggan, 5 atau 6 digit nominal
 - Konversi nominal menjadi 1 digit kategori
 - Masuk proses enkripsi dengan input 19 digit angka (berturut-turut 12 digit id pelanggan, 6 digit tanggal pembelian, 1 digit kategori)
 - Proses enkripsi dengan metode enigma
 - Menghasilkan 19 digit kode
 - Dibuat menjadi 20 digit kode dengan menambahkan 1 digit untuk pengecekan kode (dimana 1 digit berasal dari digit terakhir dari penjumlahan 19 digit kode tersebut)
 - Mengirimkan 20 digit kode voucher

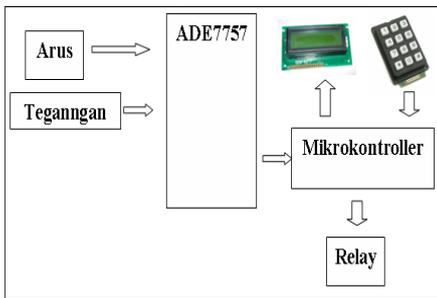
System dekripsi (proses pada kWhMeter)

- Karakter pada keypad
 - 10 buah tombol angka (0-9), 1 buah tombol bintang (*) dan 1 buah tombol pagar (#)
 - Tombol bintang digunakan sebagai penghapus karakter
 - Tombol pagar (#) digunakan sebagai submit proses (enter)

- Penggunaan keypad
 1. Memasukkan kode voucher
masukkan 20 digit kode voucher kemudian diikuti dengan tombol pagar (enter)
- Proses dekripsi
 - Menerima masukan berupa 20 digit kode voucher
 - Pengecekan kode voucher
Digit ke-1 sampai 19 dijumlahkan, diambil nilai pada digit terakhirnya kemudian dibandingkan dengan digit kode voucher yang ke-20 apabila benar maka proses dekripsi dilakukan, apabila salah ditampilkan pesan kesalahan (proses selesai)
 - Proses dekripsi (metode enigma)
Yang didekripsi adalah digit ke-1 sampai 19 sedangkan digit ke-20 diabaikan
 - Dihasilkan 19 digit hasil dekripsi
 - Digit ke-1 sampai 12 dibandingkan dengan nilai id pelanggan yang sudah tersimpan, bila benar proses dilanjutkan, apabila salah ditampilkan pesan kesalahan (proses selesai)
 - Digit ke-13 sampai 18 merupakan nilai dari tanggal pembelian, dibandingkan dengan tanggal saat proses dekripsi bila selisih tanggal tidak lebih dari 30 hari kebelakang dan tidak lebih dari tanggal saat proses dekripsi, maka proses berlanjut, bila salah ditampilkan pesan kesalahan (proses selesai)
 - Digit ke-19 dicek ke dalam variabel kategori nominal yang telah tersimpan, apabila ditemukan maka akan dikonvert menjadi nilai nominal sesuai dengan data-data yang tersimpan, jika tidak ditemukan tampilkan pesan kesalahan (proses selesai)
 - Nominal pulsa bertambah
- Proses berulang-ulang
Dilakukan pengecekan untuk setiap pemakaian kWh, apabila sudah pada angka nol (0) maka listrik terputus, dan apabila pada angka nol (0) berhasil melakukan pengisian ulang maka listrik disambungkan kembali.

3.2 Sistem Pengamanan M-Voucher

3.2.1 Mekanisme Kerja Sistem Kwh Meter



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem KWH meter Digital

3.2.2 Alat-alat pada Sistem Kwh Meter

Berikut adalah alat-alat yang digunakan:

1. Kwh Meter
2. Mikrokontroler
3. LCD
4. Keypad
5. RTC
6. EEPROM
7. Downloader Usbasp

3.3 Mekanisme Prabayar

Enkripsi adalah proses mengubah suatu pesan asli (*plaintext*) menjadi suatu pesan dalam bahasa sandi (*ciphertext*).

$$C = E(M)$$

dimana

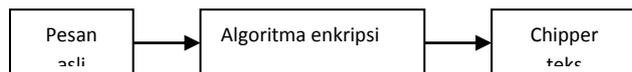
M = pesan asli

E = proses enkripsi

C = pesan dalam bahasa sandi (untuk ringkasnya disebut sandi)

Pesan asli berupa :

No ID	Nominal	Tanggal expired
-------	---------	-----------------

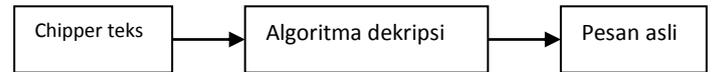


Gambar 3.3 Blok diagram proses enkripsi

Sedangkan dekripsi adalah proses mengubah pesan dalam suatu bahasa sandi menjadi pesan asli kembali.

$$M = D(C)$$

D = proses dekripsi



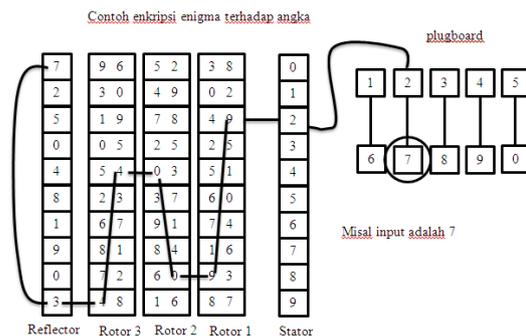
Gambar 3.4 Blok diagram proses dekripsi

Pada proses dekripsi chipper teks merupakan kode *voucher*, algoritma dekripsi merupakan algoritma yang akan memecahkan isi dari pesan yang dikirim lewat chipper teks dan akan menghasilkan pesan asli. Kemudian pesan asli ini yang akan membuat sistem KWH berjalan.

3.3.1 Enkripsi dengan Metode Enigma

Pada proses enkripsi kode voucher berikut menggunakan metode enkripsi enigma. Tetapi dalam hal ini karena yang menjadi input dan output berupa angka yaitu input berupa id dan nominal, sedangkan output berupa kode voucher maka terjadi sedikit perubahan proses enkripsi. Perubahan tersebut adalah apabila enigma pada umumnya menggunakan substitusi berupa huruf sebanyak 26 karakter, dalam hal ini dirubah menjadi substitusi terhadap angka sebanyak 10 karakter. Sehingga terjadi penurunan kemungkinan pemecahan terhadap metode ini.

Contoh enkripsi enigma terhadap angka

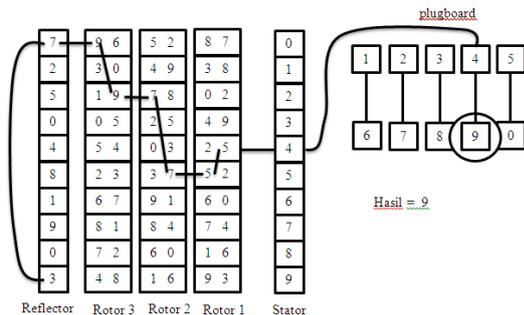


Gambar 3.5 Tahap pertama enkripsi

Misal input adalah 7

Proses pertama yaitu pada plugboard, apabila masukan berupa nilai 7 maka nilai tersebut akan dipetakan menjadi 2 kemudian masuk ke stator dimana struktur stator dibuat statik tidak perlu adanya perubahan yang dihubungkan pada

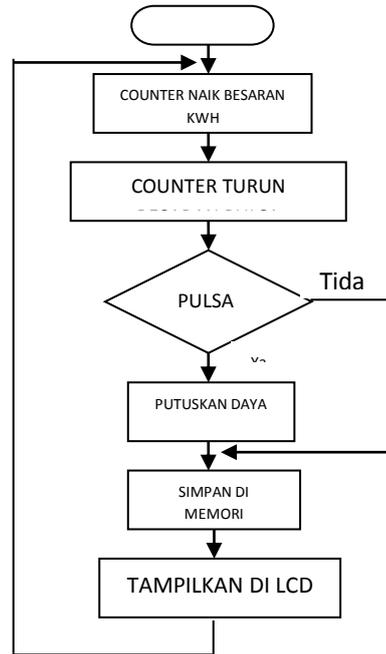
rotor 1 sehingga apabila pada stator menunjuk komponen ketiga maka akan dihubungkan ke rotor 1 pada komponen yang ketiga juga. Selanjutnya di dalam rotor 1 ada sebuah pemetaan dimana komponen yang bernilai 9 akan dihubungkan sehingga yang terjadi adalah panel komponen ketiga yang sebelah kanan akan dilanjutkan dengan panel sebelah kiri dengan komponen kesembilan yang akan dihubungkan kembali dengan panel sebelah kiri komponen kesembilan pada rotor 2 begitu seterusnya sampai rotor ketiga. Dimana rotor juga akan digerakkan, dengan metode pergerakan yaitu rotor 1 akan berputar dengan gerakan satu komponen ke bawah apabila sudah terlewati, sedangkan rotor kedua akan berputar satu komponen ke bawah namun setelah rotor pertama telah berputar 360 derajat dan begitu pula pada rotor 3 menunggu rotor 2 berputar penuh. Kemudian apabila sudah sampai pada reflector maka komponen yang didapat akan dicerminkan dengan pusat pada tengah reflector, sehingga bila contoh di atas, yang masuk pada komponen ke sepuluh maka akan dihubungkan pada komponen pertama kemudian dilanjutkan ke rotor ketiga, selanjutnya rotor 2, rotor 1, masuk ke stator untuk diambil nilainya kemudian dihubungkan kembali pada plugboard, sehingga mendapatkan hasilnya.



Gambar 3. 6 Tahap kedua enkripsi

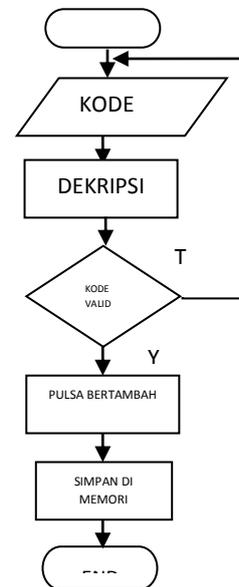
Hasil = 9

Flowchart utamanya adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 7 Flowchart Utama

Sedangkan untuk flowchart pengisian pulsa adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 8 Flowchart Pengisian Pulsa

3.7 Analisa Proses Dekripsi pada Mikrokontroler

Pada metode enkripsi enigma (dalam hal ini proses dekripsi) akan di masukkan ke dalam sistem Kwh meter. Kemudian dilakukan proses dekripsi selanjutnya proses dekripsi pada komputer biasa, tetapi dengan modifikasi untuk menyesuaikan dengan sistem pada Kwh meter.

Dari hasil proses yang dilakukan dilihat kecocokan dengan sistem pada Kwh meter, apakah metode enigma tersebut cocok digunakan sebagai metode yang digunakan pada proses dekripsi pada Kwh meter.

Pada proses dekripsi hampir sama langkahnya, namun ada sedikit perbedaan yaitu :

1. Penempatan atau setting awal semua komponen yaitu rotor plugboard dan yang lainnya disusun seperti pada proses enkrip namun pada rotor 1 rotor harus diputar ke atas satu komponen terlebih dahulu
2. Setiap pergerakan rotor 1, 2, dan 3 Bergeraknya berputar ke atas satu komponen yang merupakan kebalikan dari proses enkripsi.

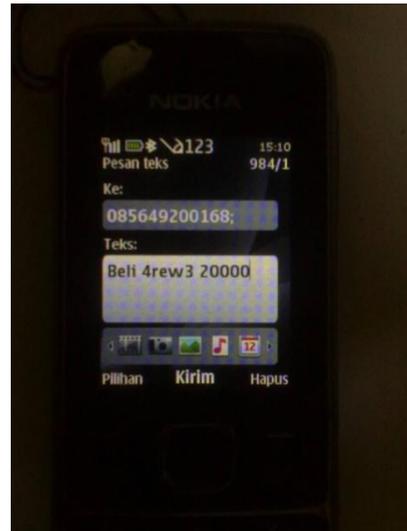
4. UJI COBA DAN ANALISA

4.2 Proses Enkripsi

4.2.1 Uji Coba Enkripsi pada sistem Server

Proses pertama yaitu sms dari pelanggan kepada server dengan format :
Beli(spasi)pinPelanggan(spasi)nominal
Dikirim ke nomer server

Pada gambar 4.1 ditampilkan pelanggan sedang melakukan sms pembelian voucher ke server, dalam hal ini nomer server yaitu 085649200168, kode pin pelanggan yaitu 4rew3 dan melakukan pembelian sebesar 20000.



Gambar 4. 1 Pembelian voucher oleh pelanggan

Pada server dilakukan proses pembuatan kode voucher dan didapatkan kode voucher sebanyak 20 digit yaitu 34158304928373422094 seperti terlihat pada gambar 4.2. Yang mendapatkan balasan dari server dalam hal ini nomer server yaitu 085649200168



Gambar 4. 2 Balasan kode voucher dari server

4.2 Proses Dekripsi

4.2.1 Uji Coba Proses Dekripsi Pada Kwh Meter



Gambar 4. 3 Sebelum input kode voucher Kwh meter

Kode yang didapatkan dari proses pertama yaitu pembelian kode voucher lewat sms didapatkan 20 digit kode voucher yaitu 34158304928373422094 dan kemudian dimasukkan ke dalam Kwh meter supaya didapatkan pertambahan pulsa.

Pertama yaitu input kode ke dalam Kwh meter menggunakan keypad dan ditampilkan ke lcd seperti gambar 4.4.



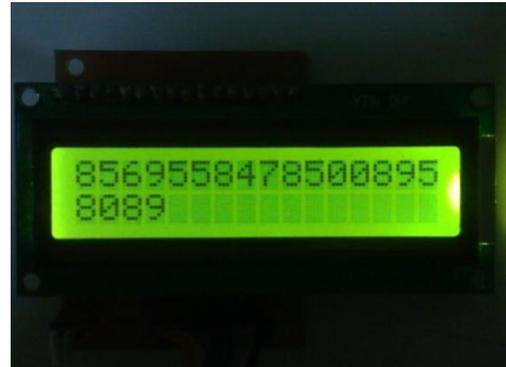
Gambar 4. 4 Input kode voucher

Setelah ditekan submit maka didapatkan tampilan seperti gambar 4.5 jika kode voucher benar yaitu pulsa bertambah sebesar 20 ribu, karena sebelumnya pada saat pembelian hanya melakukan pembelian sebesar 20 ribu.

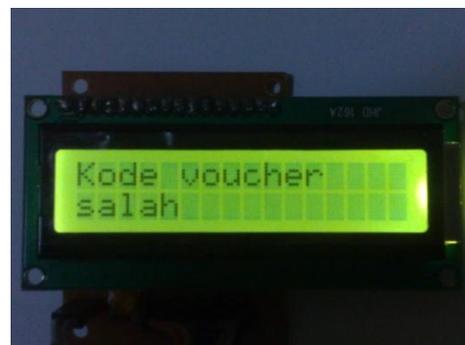


Gambar 4. 5 Pulsa bertambah

Pada saat inputan sengaja disalahkan seperti pada gambar 4.6 maka dihasilkan seperti pada gambar 4.7 yaitu "Kode voucher salah".



Gambar 4. 6 Input kode voucher salah



Gambar 4. 7 Kode voucher salah

Pada saat inputan sengaja kurang dari 20 digit seperti pada gambar 4.8 maka dihasilkan seperti pada gambar 4.9 yaitu "Kode voucher harus 20 digit".



Gambar 4. 8 Input kode voucher kurang



Gambar 4. 9 Kode voucher kurang

4.3 Analisa Sistem

Program yang ditanamkan ke dalam server dan Kwh meter berjalan dengan baik dan dapat sinkron dalam artian sistem enkripsi pada server dapat didekripsi pada Kwh meter. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa metode enkripsi enigma yang telah dimodifikasi tersebut dapat digunakan sebagai sistem enkripsi pada server dan dekripsi pada Kwh meter.

5 Kesimpulan

Dari hasil uji coba sistem ini dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Metode enkripsi enigma dapat berjalan dengan baik pada sistem server maupun pada Kwh meter.
2. Metode enkripsi enigma dapat dilakukan banyak perubahan atau modifikasi sesuai dengan kebutuhan, selama tidak merubah inti dari proses dari metode enigma sendiri.
3. Proses enkripsi pada server tidak terlalu membebani dari sistem pada server karena prosesnya tidak terlalu berat.
4. Proses dekripsi pada Kwh meter juga tidak terlalu membebani dari sistem pada server karena prosesnya tidak terlalu berat dan *resource* yang dibutuhkan tidak terlalu besar.
5. Dibutuhkan sebuah memori eksternal pada Kwh meter untuk menyimpan data-data kode voucher.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tung Lauw Lim, Un dan Henny Oktavia, *KWH Meter Dengan Sistem Prabayar*, Teknik Kelistrikan universitas kristen petra;2002.
- [2] Analog Device,2003, *ADE7757 Single Phase Metering* (www.analog.com).
- [3] Waluyanti,Sri.*Alat dan Teknik Pengukuran Jilid 1 SMK*.Direktorat

Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan;2008.

- [4] <http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-makalah-tentang/kwh-meter-digital.html>
- [5] Berita kegiatan ristek,tanggal 24 Juni 2008 (www.ristek.go.id)
- [6] <http://mysukmana.net/?p=13>
- [7] <http://hhan.wordpress.com/2007/07/25/metode-enkripsi-enigma/>
- [8] <http://www.netbeans.org>
- [9] teundiksha.files.wordpress.com/2010/04/sekilas20codevisionavr
- [10] Shalahuddin, M. dan A. S., Rosa, *Belajar Pemrograman dengan Bahasa C++ dan Java*, Informatika Bandung; 2007
- [11] Barnett Richard, Larry O’Cull, Sarah Cox, *Embedded C Programming and Atmel AVR*, Delmar Learning; 2003
- [12] Andrianto, Heri, *Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16*, Informatika Bandung; 2008