

# PENERAPAN SISTEM LISTRIK PLN PRABAYAR DENGAN PENGGUNAAN DAN PENGOPERASIAN KWH METER PRABAYAR SECARA *IT* DALAM *E-PAYMENT* SISTEM PULSA LISTRIK

Alfian Budianto dan Hoga Saragih

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Nusantara, Jl. Kebon Jeruk Raya No. 27, Kebon Jeruk, Jakarta Barat 11530, Indonesia

E-mail: hogasaragih@gmail.com

## Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun desain sistem pembayaran dan pengisian pulsa listrik prabayar secara *online*. Sistem listrik prabayar yang sedang berjalan masih menuai banyak permasalahan, misalnya saja sistem masih mengharuskan pelanggan listrik untuk membeli pulsa listrik secara *offline* dengan mendatangi *outlet-outlet* penjualan *token* listrik, ATM, ataupun melalui perantara pihak ketiga. Diharapkan sistem pembayaran dan pengisian pulsa listrik secara *online* dapat mengatasi permasalahan yang ada. Pelanggan dapat melakukan pengisian pulsa kapan saja secara *online* melalui *website* dan *realtime*. Metode analisis penelitian yang digunakan adalah analisis kuantitatif dan analisis kualitatif untuk mengukur respons pelanggan terhadap sistem listrik prabayar yang berjalan. Hasil dari implementasi sistem listrik prabayar secara *online* ini diharapkan dapat mendukung perusahaan PLN dalam mengembangkan perencanaan strategi teknologi informasi dan menghasilkan inovasi baru yang dapat menyelesaikan permasalahan pada sistem listrik prabayar sebelumnya. Kesimpulan dari penelitian ini pembayaran dan pengisian pulsa listrik prabayar yang efektif dan efisien mempunyai pengaruh terhadap kepuasan dan kenyamanan pelanggan.

**Kata Kunci:** *listrik, pembayaran, prabayar, website*

## Abstract

The purpose of this study is to develop online payment and prepaid electrical pulse charging system design. Prepaid electricity system is running still reap the many problems, such systems still require electricity customers to purchase electric pulse went offline with token sales outlets, electrical, ATM, or through third party intermediaries and other problems. Hopefully, *online* payment and charging electric pulses system can overcome the existing problems. Subscribers can reload at anytime online through website and realtime. Research methods that is used for analysis is quantitative and qualitative analysis, to measure customer response toward electrical prepaid system that has been running. The results of the implementation of online prepaid electricity system is expected to support the company PLN in developing information technology strategic planning and new innovations that can solve problems in electrical systems prepaid before. The conclusion from this study and the payment of electricity prepaid reload the effective and efficient to have an influence on customer satisfaction and comfort.

**Keywords:** *electrical, payment, prepaid, website*

## 1. Pendahuluan

Penerapan sistem listrik prabayar sudah diterapkan di Indonesia oleh PT. PLN Persero. Perkembangan teknologi dan internet telah membawa pengaruh yang besar dalam kehidupan masyarakat. Pada sistem listrik prabayar yang sedang berjalan, customer melakukan pengisian dengan membeli kode *token* listrik melalui ATM, Pos Penjualan Pulsa Listrik ataupun melalui Internet Banking. Setelah menentukan nilai pulsa listrik dan melakukan pembayaran, *customer* akan mendapatkan 20 digit kode *token* dengan nominal tertentu untuk dimasukkan ke meter listrik

prabayar. Meter listrik prabayar akan mendeteksi 20 digit kode tersebut dan melakukan *update* pada memori. *Customer* dapat mengetahui total kredit pulsa yang dimiliki melalui layar LCD pada meter listrik.

Pembayaran dan pengisian listrik prabayar dengan sistem *online* menjadi perhatian untuk dikembangkan. Sebagaimana yang telah diterapkan juga di Afrika Selatan, di mana sistem pembelian *token* prabayar dilakukan secara *online* melalui *web service*. Setelah melakukan pembayaran *customer* akan mendapatkan kode *token* untuk dimasukkan ke meter prabayar sebagai pengisian pulsa. *Customer* tidak perlu lagi

mendatangi pos tempat penjualan *token* listrik Prabayar. Dengan melakukan migrasi dari sistem *offline* ke sistem *online*, *customer* baru dapat menggunakan fasilitas dari sistem listrik Prabayar *online*. *Customer* hanya perlu *login* ke *website* dengan menggunakan *username* dan *password* yang dimiliki, lalu dapat memilih nominal kredit pulsa listrik yang diinginkan. Setelah itu *customer* dapat melakukan pembayaran secara *online*. Untuk dapat melakukan pembayaran secara *online*, diharuskan adanya kerjasama pihak perusahaan atau vendor listrik dengan pihak Bank. Sehingga adanya integrasi sistem *online* Banking dengan sistem pembayaran *online* dari perusahaan listrik. CDU (*credit dispensing unit*) akan *generate* dan mengenkripsi kode *token* lalu oleh server akan ditampilkan ke *customer* dan *customer* dapat melakukan pengisian pulsa listrik dengan memasukkan *token* ke meter listrik [1].

Inovasi dalam pengembangan sistem listrik Prabayar juga dilakukan dalam pengisian pulsa listrik secara *online*. Di mana dalam sistem ini diterapkan penggunaan *smart card* sebagai alternatif lain dari *token* listrik Prabayar. *Smart card* ini paling banyak diterapkan dalam sistem listrik Prabayar dan dapat melakukan pengisian pulsa dengan mengisi nominal kredit pulsa pada *smart card*. *Customer* dapat melakukan *re-charge* pulsa dengan membawa *smart card* ke pos / outlet penjualan pulsa listrik Prabayar. Sebelumnya dilakukan pengembangan sistem dari vendor / perusahaan listrik yaitu pada pos penjualan pulsa dengan mengimplementasi GPRS *connection*. Petugas outlet akan mengisi kredit pulsa listrik pada *smart card* sesuai permintaan *customer* dengan menggunakan GPRS *connection* yang terhubung dengan server. Setelah itu *customer* dapat melakukan pembayaran dari pulsa listrik yang dibeli dan dapat melakukan pengisian pulsa pada meter listrik Prabayar melalui *smart card* tersebut [2]. Pemanfaatan teknologi informasi dalam sistem listrik Prabayar *online* juga digunakan dengan metode yang berbeda di Afrika Selatan. Pihak perusahaan listrik mengeluarkan meter listrik Prabayar *online* di mana meter listrik tersebut dapat terkoneksi dengan server dengan memanfaatkan jaringan GSM. *Customer* dapat melakukan pembelian dan pengisian pulsa listrik secara *online* sama seperti pengisian pulsa Prabayar pada *handphone* / *mobile phone*. Dalam meter listrik Prabayar *online* terdapat sebuah *smart card* yang berfungsi sebagai identitas dari meter listrik milik *customer*. *Customer* dapat mendatangi outlet penjualan pulsa listrik untuk melakukan pembelian pulsa listrik. Ketika *customer* telah menentukan nominal kredit pulsa dan melakukan pembayaran, petugas akan segera melakukan pengisian secara *online* dengan

mengirimkan informasi pulsa Prabayar ke meter listrik milik *customer* berdasarkan ID meter. Lalu meter listrik akan mendeteksi dan memproses informasi pulsa listrik [3][4].

Dalam perkembangan teknologi informasi sekarang sudah dikenal teknologi baru yaitu teknologi *broadband* 4G. WiMAX telah muncul sebagai kandidat terbaik untuk membangun komunikasi yang lebih baik untuk masa depan. Pemanfaatan WiMAX *connection* juga diterapkan pada sistem listrik Prabayar, dalam proses pengisian pulsa listrik Prabayar secara *real-time*. Dalam hal ini dapat dibuat skema *smart prepaid meter* berbasis autentifikasi secara terpusat (*centralized*) dan pengisian pulsa listrik dengan menggunakan WiMAX *prepaid accounting model* [5]. Pengembangan dan pengujian tidak hanya dilakukan pada sistem komunikasi pada sistem listrik Prabayar, tetapi juga pada tingkat kemungkinan error dari kinerja meter listrik Prabayar. Penelitian dilakukan dengan menganalisa proses dan sistem yang bekerja pada meter listrik, sehingga dapat diketahui kemampuan dan cara kerja meter Prabayar. Sebagai hasil dari pengujian pada mikrokontroler AT89C2051 pada meter Prabayar dapat diketahui bahwa tingkat *error* dari meter listrik Prabayar sangat kecil dibandingkan meter listrik dengan sistem pascabayar, di mana petugas secara periodik harus melakukan pengecekan meter listrik milik pelanggan [6].

Untuk mengatasi permasalahan pada sistem listrik Prabayar yang berjalan yang diselenggarakan oleh PLN dapat dilakukan pengembangan sistem listrik Prabayar secara *online*. *Customer* dapat melakukan pembelian *token* pulsa dan melakukan *re-charge* pulsa listrik secara *online*. *Customer* tidak perlu lagi mendatangi dan antri di pos/outlet penjualan *token*, ATM, dan melakukan pengisian pulsa secara manual dengan memasukkan kode *token* ke meter listrik. Pembelian kode *token* pulsa dapat dilakukan melalui *webservice*, dan pengisian pulsa listrik dilakukan secara *online* dan *real-time*. Sehingga pembelian dan pengisian pulsa pulsa listrik dapat dilakukan kapan dan di mana saja dengan koneksi internet.

## 2. Metodologi

Sampel akan diambil menggunakan teknik *Random Sampling* / *Probability sampling* dimana pengambilan sampel yang memberikan kesempatan yang sama untuk diambil kepada setiap elemen populasi. Pengambilan jumlah sampel, peneliti akan menggunakan metode Slovin dengan persamaan 1 berikut:

$$n = \frac{N}{Nd^2 + 1} \quad (1)$$

Di mana :

n = Jumlah sampel minimal

N = Ukuran populasi

d= Presisi yang digunakan 90% (toleransi kesalahan 10%)

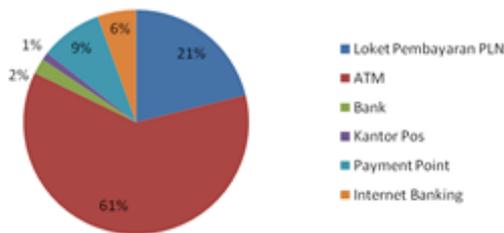
$$n = \frac{1000}{1000(0.1)^2 + 1}$$

$$n = 90.9090$$

Tingkat presisi yang digunakan peneliti adalah 90%, alasannya karena populasi yang peneliti gunakan adalah kurang lebih 1000 orang, sehingga toleransi untuk terjadi kesalahan adalah 10%. Dengan perhitungan tersebut didapatkan jumlah sample adalah 90,90 dibulatkan menjadi 91. Penyebaran kuisisioner secara *online* melalui [http://kwikisurveys.com/online-survey.php?surveyID=LKMOGN\\_da9ffda4](http://kwikisurveys.com/online-survey.php?surveyID=LKMOGN_da9ffda4)

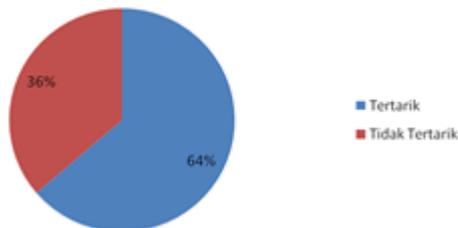
Gambar 1 merupakan grafik pelanggan dalam membayar listrik. Sedangkan tingkat ketertarikan pelanggan dengan penerepan sistem prabayar di rumah, digambarkan pada grafik gambar 2. Gambar 3 menggambarkan grafik tingkat ketertarikan pelanggan dengan penerapan sistem prabayar di tempat usaha.

### Tempat Pembayaran Tagihan Listrik



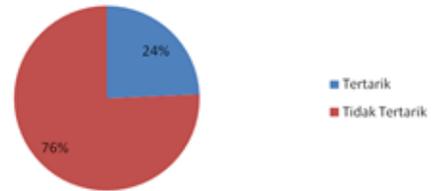
Gambar 1. Grafik pelanggan dalam membayar listrik.

### Penerapan Listrik Prabayar



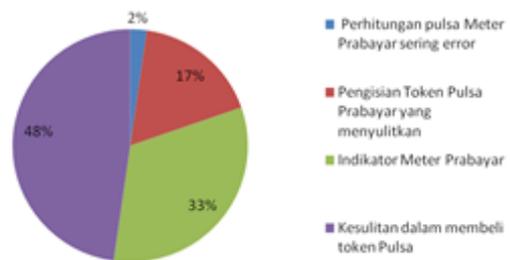
Gambar 2. Grafik tingkat ketertarikan pelanggan dengan penerapan sistem prabayar di rumah.

### Penerapan Listrik Prabayar di Tempat Usaha



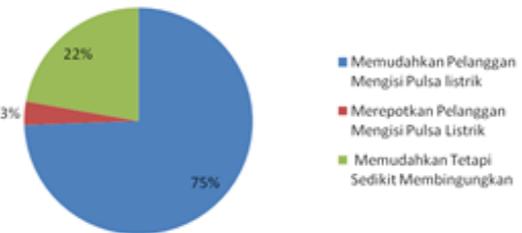
Gambar 3. Grafik tingkat ketertarikan pelanggan dengan penerapan sistem prabayar di tempat usaha.

### Permasalahan Listrik Prabayar Berjalan



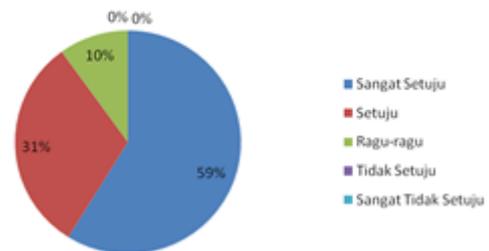
Gambar 4. Grafik tingkat kesulitan pelanggan listrik prabayar yang berjalan.

### Penilaian Listrik Prabayar Berjalan



Gambar 5. Grafik respons pelanggan terhadap listrik prabayar yang berjalan.

### Penerapan Listrik Prabayar Online



Gambar6. Grafik penerapan listrik prabayar *online*.

Gambar 4 menggambarkan grafik tingkat kesulitan pelanggan listrik prabayar yang berjalan. Berikutnya gambar 5 dan gambar 6 berturut-turut

menggambarkan grafik respons pelanggan terhadap listrik Prabayar yang berjalan grafik penerapan listrik Prabayar *online*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah proses secara keseluruhan dari sistem listrik Prabayar. Pada gambar 7 menunjukkan proses migrasi customer dari sistem *offline* ke sistem *online*. Customer melakukan pendaftaran dan membuat *account* terlebih dahulu ke *Vending Station* dari Perusahaan Listrik serta melakukan pembayaran administrasi. Customer akan memperoleh *vending device* berupa *smart card*, kartu pelanggan, dan meter listrik Prabayar *online*. Setelah melakukan pemasangan listrik, customer dapat memasukkan pada *smart card* ke meter listrik, dan melakukan pengisian kredit pulsa listrik Prabayar. *Smart card* berfungsi sebagai identitas dari meter listrik. Customer dapat mengakses alamat *website* yang diberikan oleh petugas setelah membuka *account*, dan *login* untuk membeli dan mengisi pulsa listrik. Customer dapat memilih nominal pulsa yang ingin dibeli dan melakukan pembayaran secara *online* dengan menggunakan rekening Bank yang didaftarkan sebelumnya. Dalam hal ini terdapat kerjasama antara pihak perusahaan listrik dengan Bank. Server akan men-generate dan mengenkripsi *token* listrik lalu mengirim dan menampilkan ke halaman *customer*, sehingga *customer* mendapatkan kode *token* listrik. Lalu *customer* dapat meng-input ID *smartcard* yang ada pada meter listrik dan melakukan pengisian pulsa listrik secara *online*. Server akan melakukan *rating entity*, yaitu mengubah nilai kredit pulsa ke dalam unit daya listrik. Hasil dari proses ini disebut dengan *quota*. Selanjutnya server akan mengirim informasi *quota* ini ke *OnlinePrepaid Meter* menggunakan WiMAX *connection* (4G) berdasarkan dengan ID dari *smart card* yang telah dimasukkan *customer*. ID pada *smart card* ini juga sudah terdaftar dalam *account* dari *customer*. *Prepaid Meter* akan menerima *quota* tersebut dan menga-update kredit pulsa listrik Prabayar. Selanjutnya *customer* dapat melakukan pengecekan total kredit pulsa listrik pada layar LCD *Prepaid Meter*.

Dari gambar 8 customer dapat melakukan pengisian pulsa (credit) Prabayar dengan mengakses *web service* yang telah dibangun. Setelah melakukan autentifikasi *customer* dapat melakukan transaksi dan pembayaran pulsa Prabayar. Lalu *Online Vending*

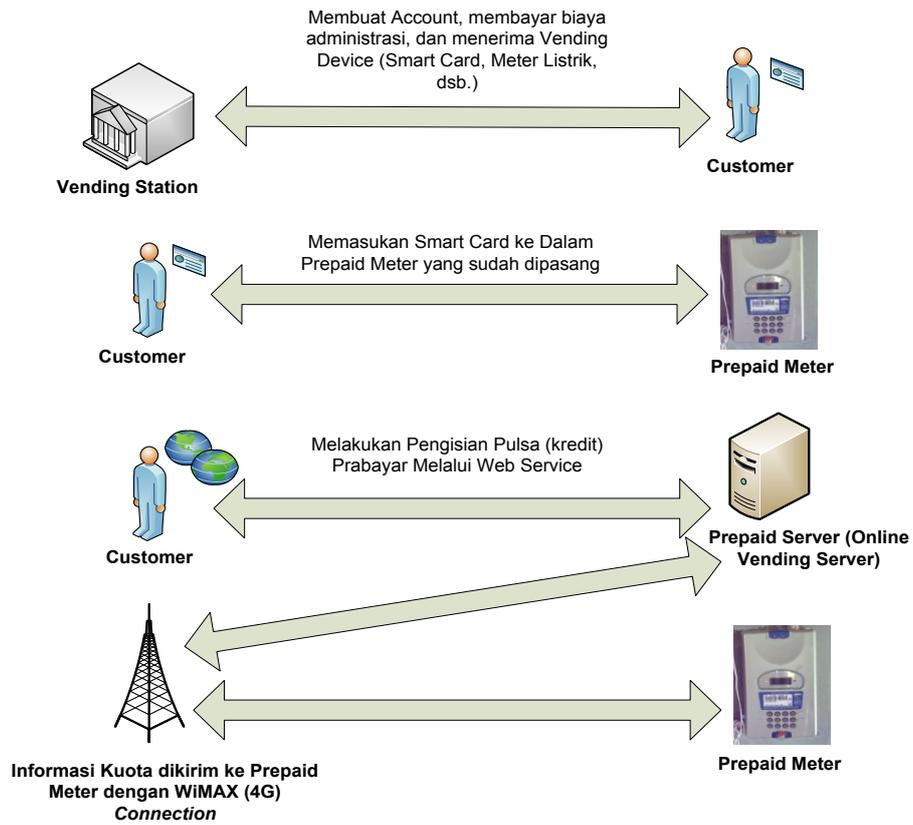
Server akan melakukan *generate* untuk kode *token* dan mengirimkan / menampilkan kembali kode *token* kepada *client* sesuai nominal yang dibeli oleh *customer*, sebagai verifikasi. Server melakukan enkripsi terhadap kode *token* yang dikirim ke *client* untuk menjamin keamanan. Selanjutnya customer memasukkan (*input*) nomor / ID *smart card* untuk melakukan proses pengisian pulsa listrik secara *online*. Server akan melakukan *rating entity*, yaitu untuk men-convert kredit ke dalam unit daya listrik yang hasilnya biasa disebut dengan *Kuota*. Informasi *Kuota* inilah yang akan dikirimkan oleh server ke sistem meter Prabayar milik *customer* menggunakan WiMAX (4G) *Connection*, sesuai ID\_Meter yang diidentifikasi. Kemudian customer dapat melakukan pengecekan total kredit pulsa listrik melalui LCD pada meter Prabayar.

Gambar 9 menunjukkan model arsitektur yang diusulkan. Model yang diusulkan terdiri dari tiga entitas logikal yaitu *Prepaid Smart Meter*, *ASN*, dan *CSN* di mana telah sesuai dengan arsitektur WiMAX *Prepaid Accounting* [5].

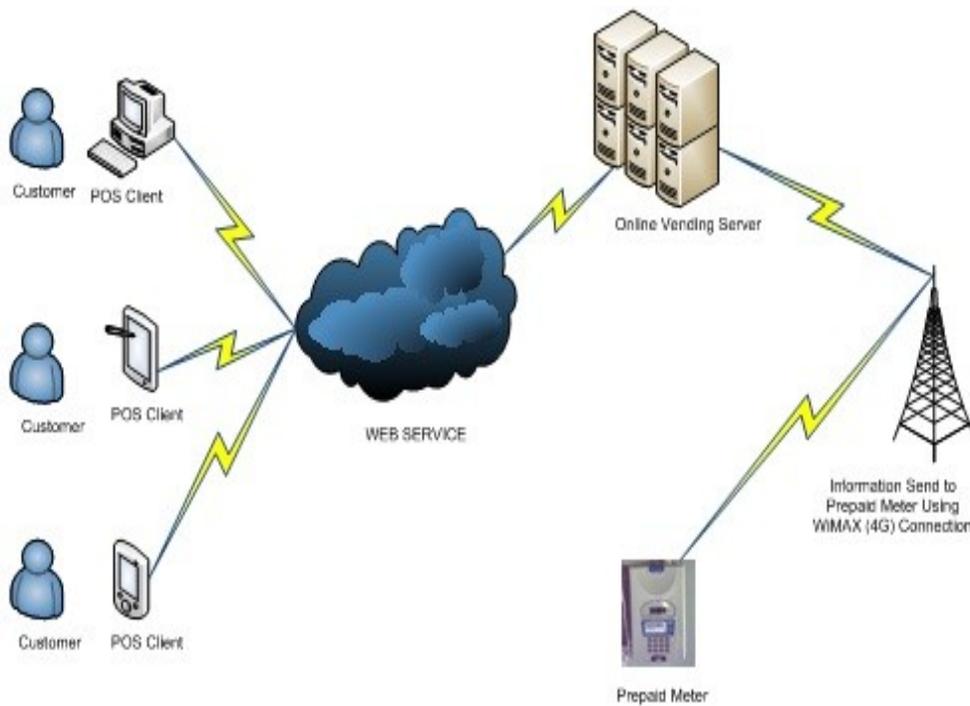
Menurut WiMAX Forum, arsitektur Mobile WiMAX terdiri dari 3 bagian pokok, yaitu *user terminal* yang digunakan oleh *end-user* untuk mengakses jaringan, *access service network* (*ASN*) yang terdiri dari satu atau lebih *BS* dan satu atau lebih *ASN gateway* yang membentuk jaringan akses radio, dan *connectivity service network* (*CSN*) yang menyediakan konektivitas IP dan semua fungsi core Network Internet Protocol [7].

Network Working Group (NWG) WiMAX Forum merupakan organisasi yang mempunyai kewenangan untuk merancang arsitektur jaringan dan protocol Mobile WiMAX dengan *air interface* yang telah distandarkan oleh IEEE 802.16e.

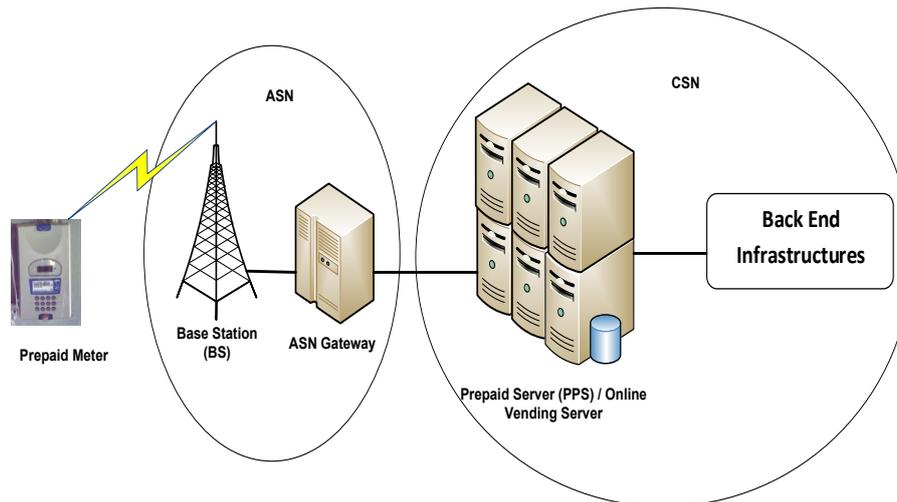
WiMAX NGW mendefinisikan beberapa entitas dalam jaringan Mobile WiMAX [7]. Pertama, *Base Station* (*BS*). *Base Station* memiliki fungsi utama yaitu membangun hubungan dengan *mobile station*. *BS* juga memiliki fungsi lain yaitu mengatur *micromobility management* seperti proses *handover*, *radio resource management*. Kedua, *Access Service Network - Gateway* (*ASN-GW*). *ASN-GW* berfungsi untuk mengatur *location management* dan *paging* intra-*ASN*, mengatur *AAA* pelanggan, serta menjalankan fungsi *mobile IP*. Ketiga, *Connectivity Service Network* (*CSN*) berfungsi menyediakan konektivitas ke internet, *ASP* dan fungsi jaringan umum lainnya.



Gambar 7. Proses sistem listrik prabayar secara umum.



Gambar 8. Arsitektur sistem prabayar.

Gambar 9. Proses *charging* pulsa listrik

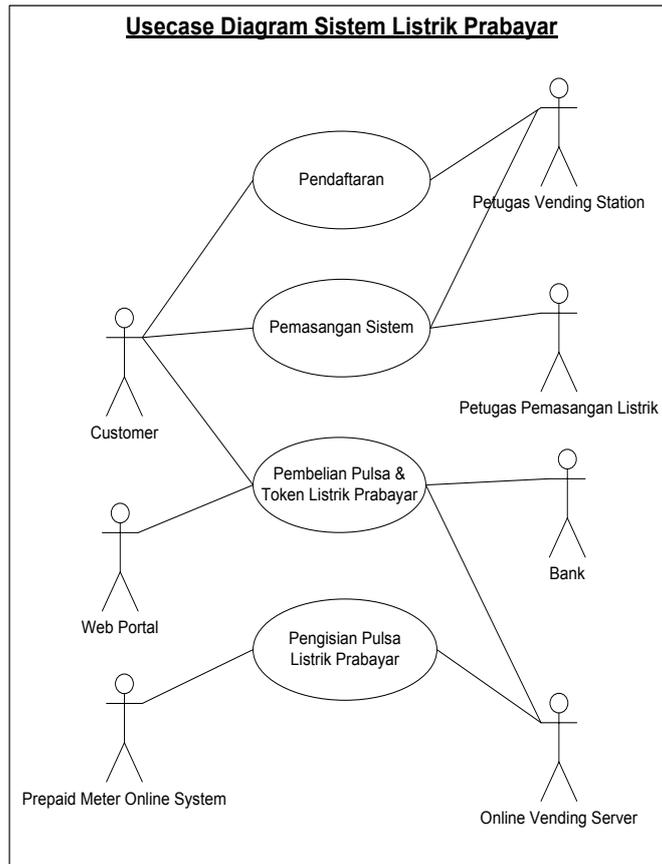
Dengan adanya *Smart Card* yang diterapkan pada sistem listrik Prabayar menjadikan sistem pembayaran listrik dan pengendalian listrik menjadi lebih efektif. *Smart Card* di harapkan dapat mengelola konsumsi listrik di sebuah tempat tinggal atau hotel. Dengan demikian customer dapat mengkonsumsi daya hanya sebanyak yang mereka butuhkan. Dengan kata lain konsumsi listrik berada pada tanggung jawab customer [8][9]. Gambar 10 menunjukkan *use case diagram* untuk sistem listrik Prabayar. Gambar 11 merupakan *sequence diagram* proses pendaftaran sistem listrik Prabayar, sedangkan gambar 12 menggambarkan *sequence diagram* pada saat proses pembelian *token* listrik secara *online*.

Berikutnya pada gambar 13 merupakan proses *charging* pulsa listrik Prabayar secara *online*. Server selain melakukan *generate* pulsa listrik berupa *token* juga melakukan *rating entity*, yaitu mengubah nilai kredit pulsa ke dalam unit daya listrik dan hasil dari proses ini disebut dengan *quota* [5]. Quota inilah yang akan dikirim *prepaid server* ke meter listrik. Proses pengisian terdiri dari tiga sesi [5]. Pertama, *session initialization*. Ketika PPC (*Prepaid Client*) terhubung dalam jaringan, server akan melakukan pembangunan koneksi (*initiates*) yaitu prosedur autentifikasi dan otorisasi dengan mengirim *access request message*. *Access request message* berisi ID meter dan volume kuota. Setelah meter menerima *access request message*, meter akan mengidentifikasi dan memvalidasi. Setelah itu meter akan memberikan otorisasi dengan mengirim paket *request* ke server untuk mengidentifikasikan bahwa *service* siap dijalankan. Server akan menerima paket *request* dari meter tersebut dan siap menjalankan proses selanjutnya.

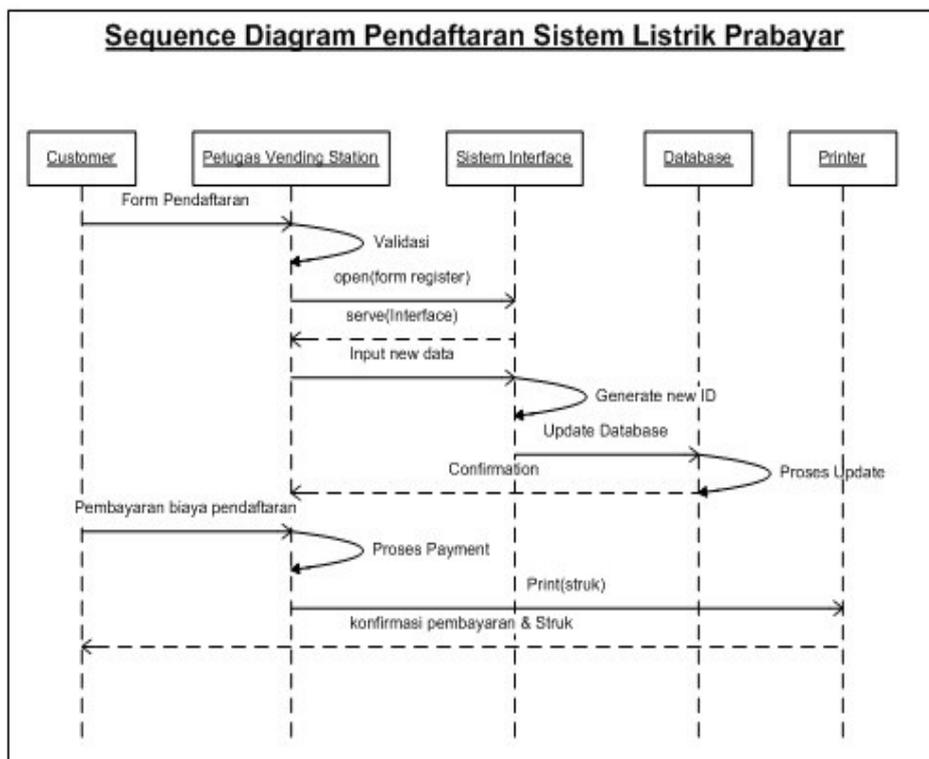
Proses kedua, *mid session negotiation*, server akan mengirim *access request message* ke meter Prabayar *online*. Meter akan mendeteksi dan memvalidasi *message* dari server setelah memvalidasi *message authenticator field*. Server mendeteksi PPC (*Prepaid Client*) yaitu meter listrik berdasarkan ID yang tertanam dalam meter. Server akan menyediakan kuota untuk dialokasikan ke meter listrik. Setelah berhasil melakukan pengiriman kuota, meter akan mendeteksi kuota tersebut dan melakukan update ke dalam memori. Pelanggan dapat melakukan pengecekan pada meter dan kredit pulsa listrik akan ditampilkan melalui layar LCD meter listrik. Proses ketiga, *session termination*. Pada tahap ini merupakan kondisi ketika layanan dihentikan (*service is terminated*) dan ketika PPC (*Prepaid Client*) yaitu meter listrik telah menerima pesan putus dari PPS (*Prepaid Server/Online Vending Server*).

*Relational Database Management System* (RDBMS) menyediakan solusi yang bagus untuk menyimpan dan mengakses informasi yang kompleks. Pada sistem ini menggunakan MySQL [2][10], yaitu merupakan database relasional *open source*. Pada gambar 8 di bawah menunjukkan hubungan entitas dari database sampel. Terdapat 5 entitas, seperti pada gambar 14, yaitu *entity card\_info*, *ending\_info*, *user\_account\_info*, *vending\_user\_account\_info*, dan *vending\_usr\_balance\_update\_info*.

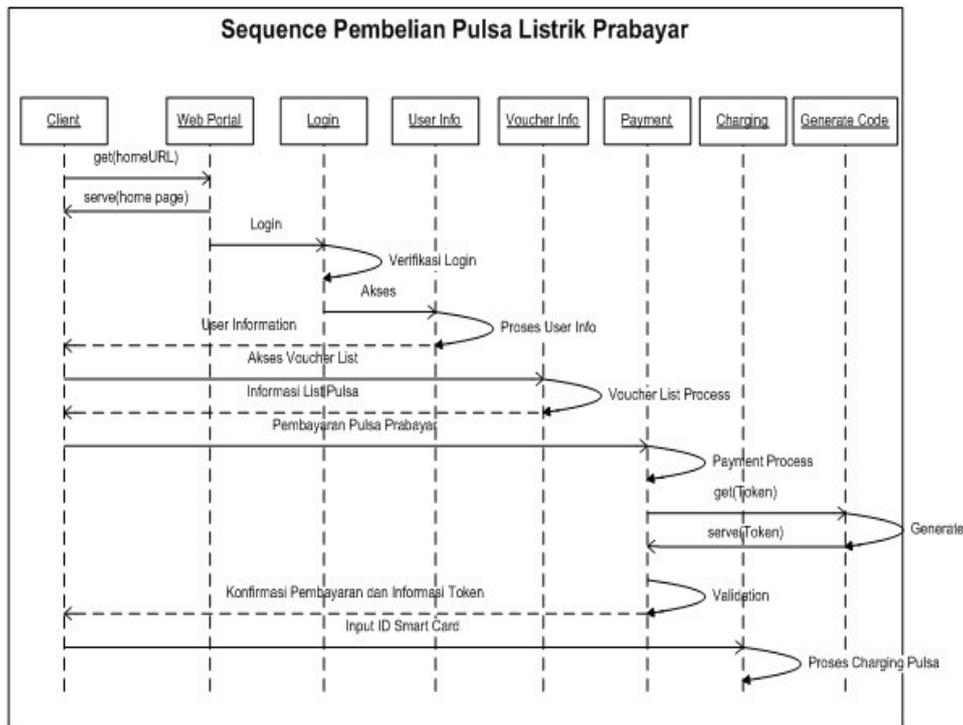
*Standard Transfer Specification* (STS) dikembangkan sebagai spesifikasi dari Eskom. STS dapat didefinisikan sebagai protokol *secure message* yang memungkinkan arus informasi yang aman antara CDU (*Credit Dispensing Unit*) dan meter.



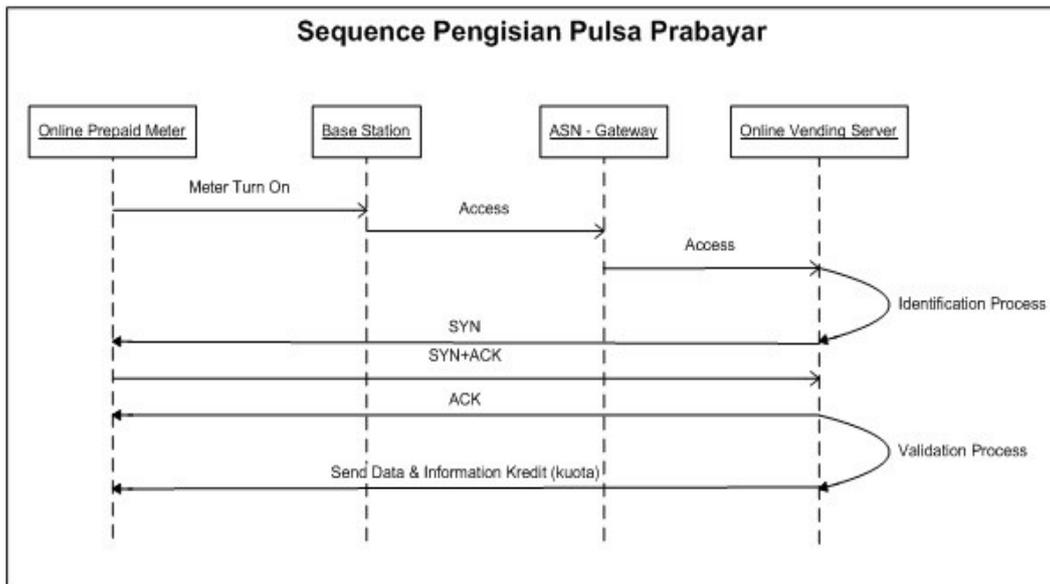
Gambar 10. Use case sistem listrik Prabayar.



Gambar 11. Sequence diagram pendaftaran listrik Prabayar.



Gambar 12. Sequence diagram pembelian token listrik secara online.



Gambar 13. Sequence diagram pengisian pulsa prabayar.

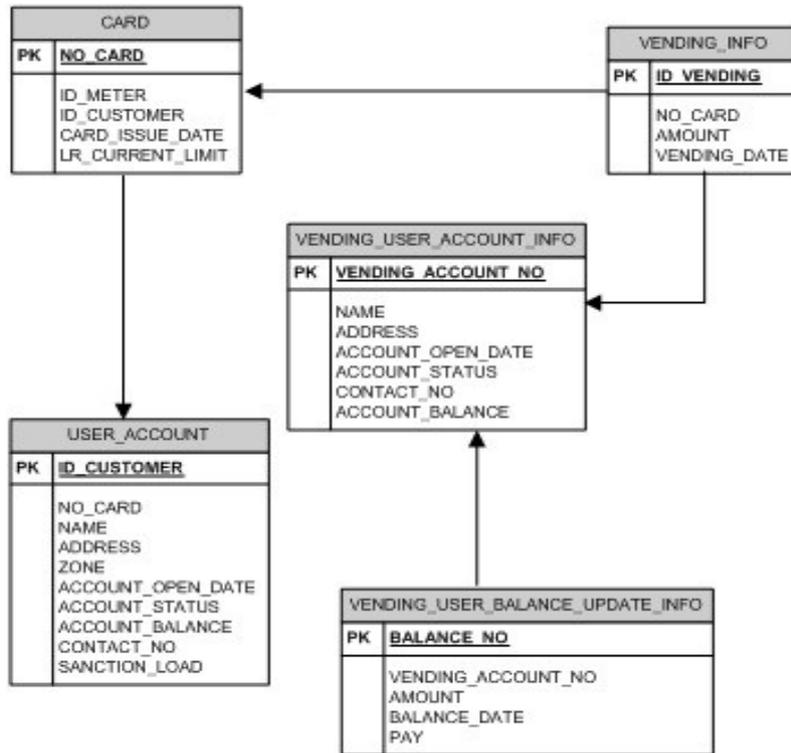
CDU merupakan unit yang berfungsi meng-generate kode token untuk listrik prabayar. Informasi yang dibawa antara CDU dan meter di enkripsi oleh protokol ke dalam sebuah *fixed length value* yang disebut sebagai *token*. NRS 009 merupakan serangkaian spesifikasi yang menjelaskan persyaratan minimum yang relevan untuk pelaksanaan pembayaran dari sistem

penjualan listrik prabayar. NRS 009 menggambarkan *standard transfer spesification* (STS) di mana transaksi dapat secara aman ditransfer dari Pos penjualan / POS (*Point Of Sales*) ke peralatan listrik pelanggan dengan cara data dienkripsi pada *token*. *Token encoding format* sebagai berikut [11-14]: *binary format* dan *decimal format*. Gambar 15 merupakan desain Blok

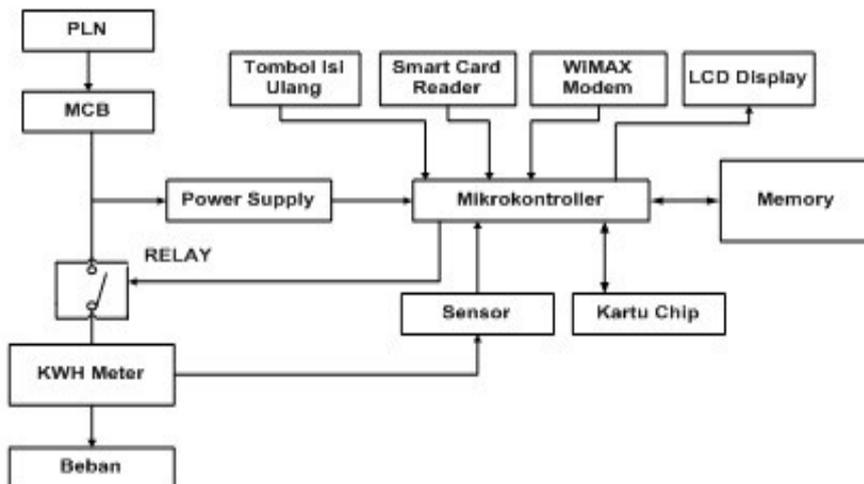
Diagram untuk meter listrik prabayar *online* (*online smart prepaid meter*) yang diusulkan dalam penulisan *paper* ini.

Dalam hal ini yang peneliti lakukan adalah menambahkan *smart card reader*, *WiMAX Modem*, dan *LCD Display* dari blok diagram pada umumnya. Mikrokontroler yang digunakan adalah AT89C2051 sebagaimana yang telah dilakukan pengujian dengan tingkat error yang kecil [6].

Modem *WiMAX* digunakan untuk dapat melakukan koneksi ke internet. Meteran akan teridentifikasi oleh *server* dengan adanya *smart card* yang tertanam dalam *smart card reader*. *Microcontroller* AT89C2051 akan mengidentifikasi data yang masuk. Setelah itu data quota tersebut disimpan dalam *memory* dan sistem siap untuk mendeteksi jumlah putaran piringan *KWH* meter.



Gambar 14. ERD diagram sistem listrik prabayar.



Gambar 15. Blok diagram meter listrik.

Untuk sejumlah putaran tertentu maka unit yang ada di *memory* akan dikurangi satu unit, hingga habis. Isi dari *memory* ini dapat ditambah dengan melakukan proses isi ulang. LCD pada meter listrik kemudian menampilkan informasi tentang sisa pulsa. MCB yang berfungsi sebagai pembatas arus sekaligus pengaman bila terjadi *short circuit*. Kemudian dialirkan juga ke KWH meter yang berfungsi untuk menghitung daya yang terpakai.

*Relay* berfungsi sebagai penghubung atau pemutus aliran listrik dari MCB ke KWH meter. *Relay* ini dikontrol oleh mikrokontroler AT89C2051. Listrik dari MCB selain dialirkan ke KWH meter juga dialirkan ke *power supply* yang berfungsi untuk memberikan *supply* tegangan ke rangkaian mikrokontroler. Sensor *infrared* dan *photodiode* dipasang pada KWH meter sedemikian rupasehingga dapat mendeteksi garis penanda pada piringan KWH meter. *Output* sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler, supaya mikrokontroler AT89C2051 dapat menghitung jumlah putaran piringan KWH meter. 'Kartu Chip' dan *memory* yang berupa serial EEPROM dipakai untuk menyimpan informasi jumlah putaran piringan KWH meter yang masih diperbolehkan. Pada sistem juga dipasang LCD *display* dan tombol untuk proses isi ulang. Jika unit nominal pada *memory* telah habis, maka mikrokontroler akan mematikan *relay* sehingga aliran listrik terputus. *Relay* akan aktif kembali jika *memory* tersebut telah diisi ulang.

Pada *server side vending system*, *web server* yang digunakan dalam desain sistem dari *server side* adalah Apache. *Web server* ini merupakan platform yang independen, *open source* dan mendukung *server side scripting language* untuk berkomunikasi dengan *database*. Protokol HTTP membentuk dasar untuk komunikasi secara keseluruhan pada web, bersama-sama dengan protokol SSL (*Secure Socket Layer*) dan APACHE (BS2000/OSD) [15].

*Server side scripting language* PHP digunakan dalam desain sistem ini untuk mendapatkan informasi dan melakukan pertukaran informasi melalui web portal yang dilakukan oleh *customer*, sekaligus pertukaran dan pengiriman data pada proses pengisian (*charging*) pulsa Prabayar antara *server* ke *online prepaid meter*. Bahasa ini bekerja bersama web server untuk menafsirkan *request* dari *customer* melalui *World Wide Web* (*www*). Dalam proses *request* ini, berinteraksi dengan program lain pada *server* untuk memenuhi *request* tersebut dan kemudian menampilkannya pada *web server* untuk melayani sistem *client*[16].

*Relational Database Management System* (RDBMS) menyediakan cara yang baik untuk

menyimpan dan mengakses informasi yang kompleks. Dalam sistem ini database relasional *open source* MySQL digunakan untuk tujuan tersebut[10].

Pada *client side vending system*, AT89C2051 merupakan mikrokontroler dengan low-voltage, high-performance mikrokomputer CMOS 8-bit dengan 2Kbyte *Flash programmable* dan *eraseable read only memory* (PEROM). Mikrokontroler ini diproduksi menggunakan teknologi *high-density nonvolatile memory* dari Atmel dan kompatibel dengan set standar industri MCS-51 *instruction*[17]. Beberapa ATCommand dapat digunakan untuk menghubungkan beberapa device [18].

AT93C46/56/66 menyediakan 1024/2048/4096 bit memori (EEPROM) yang diatur dalam 64/128/256 kata dari 16 bit masing-masing, pin ORG terhubung ke VCC dan 128/256/512 kata dari 8 bit masing-masing di mana hal itu terikat pada *ground*. Perangkat ini dioptimalkan untuk digunakan dalam aplikasi industri dan komersial di mana daya rendah dan operasi tegangan rendah sangat penting. AT93C46/56/66 tersedia dalam *space* yang kecil 8-lead PDIP, 8-lead JEDEC SOIC, 8-lead EIAJ SOIC dan 8-lead TSSOP[19].

*Smart Card* yang digunakan dalam desain ini adalah SLE 5542, merupakan kartu cerdas dengan 256 byte EEPROM dan *Write Protection Function and Programmable Security Code (PSC)* [20-22]. *Smart card reader* digunakan untuk membaca *smart card* dan memodifikasi data pengguna. Dalam sistem ini, SLE 5542 adalah *smart card* yang digunakan [20-22].

WiMAX modem adalah *device* yang digunakan untuk terhubung ke internet. Hal ini memungkinkan sistem listrik Prabayar dapat berjalan secara *online*. UART serial dari mikrokontroler digunakan untuk komunikasi serial dengan modem. Unit AT89C2051 memiliki *transmit pin*, *receive pin*, dan *external clock pin* [23]. LCD Display pada Meter Listrik Prabayar berfungsi untuk menampilkan informasi tentang kredit (kuota) pulsa Prabayar dan digunakan untuk membantu dalam melakukan pengisian pulsa Prabayar dengan memasukan kode *token* secara manual. Keypad pada meteran listrik berfungsi untuk memasukan kode *token* secara manual dalam pengisian pulsa Prabayar. *Web browser* digunakan untuk mengakses web portal dalam proses pembelian pulsa listrik Prabayar dan pengisian pulsa listrik secara *online*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa sistem listrik Prabayar

secara *online* sesuai dengan kebutuhan *customer* dan dapat memudahkan *customer* dalam melakukan pembelian *token* / pulsa listrik dan pengisian pulsa listrik secara *online* dan *real-time*. Sehingga *customer* dapat melakukan pengisian pulsa kapan dan di mana saja dengan menggunakan koneksi internet. *Customer* tidak harus mengantri di depan ATM, POS penjualan *token* listrik, ataupun tidak harus melakukan pengisian pulsa listrik secara manual.

Dalam makalah ini peneliti menyediakan sebuah studi dari WiMAX untuk diimplementasikan dalam sistem listrik prabayar. Studi ini juga digunakan untuk menyajikan sistem listrik prabayar dengan pengisian meter listrik yang digunakan dalam aplikasi *Smart Grid*.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Dr. Hoga Saragih, ST., MT., selaku pembimbing saya yang telah membantu penyusunan makalah ini serta memberikan masukan dan saran sehingga selesainya makalah ini dibuat.

### Referensi

- [1] K.P. Subramoney & Prof. G. P. Hancke, "A Secure Web Service for Electricity Prepayment Vending in South Africa" *In Second International Conference on Internet and Web Applications and Services*, p. 66, 2007.
- [2] M.M. Islam, K. H. Ansary, S.M.T. Ahmad, L.Ali, A.H. Chowdhury, & S.M.L. Kabir, "Development of Low Cost Portable Vending System for Prepaid Utility Meter" *In Proceedings of The International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, pp. 644-649, 2011.
- [3] L. E. Sebola & W.T. Penzhorn, "A Secure Mobile Commerce System for the Vending of Prepaid Electricity Tokens" *In Proceedings of the Southern African Telecommunications Networks and Applications Conference (SATNAC)*, 2003.
- [4] A. Jain & M. Bagree, "A prepaid meter using mobile communication," *International Journal of Engineering, Science and Technology*, vol.3, pp.160-166, 2000.
- [5] R.H. Khan, T.F. Aditi, V. Sreeram, & H.H. C. Lu, "A Prepaid Smart Metering Scheme Based on WiMAX Prepaid Accounting Model," *Smart Grid and Renewable Energy*, vol. 1, pp. 63-69, 2010.
- [6] L.L.U. Tung & H. Oktavia, "KWH Meter Dengan Sistem Prabayar" *In Proceedings, Komputer dan Sistem Intelijen (KOMMIT 2002)*, pp. B-27-B-33, 2002.
- [7] WiMAX Forum, Network Architecture WiMAX Forum Document Number, WMFT32-002-R010v04, 2009.
- [8] M.W. Raad, T. Sheltami, & M. Sallout, "A Smart Card Based Prepaid Electricity System" *In 2nd International Conference on Pervasive Computing and Applications*, pp. 219-224, 2007.
- [9] J. Newbury & W. Miller, "Smart Prepaid Energy Meter Implementation" *In Power Delivery IEEE*, pp. 1-5, 2002.
- [10] MySQL, MySQL Enterprise Edition Product Guide, <http://www.mysql.com/>, 2001, retrieved June 12, 2008.
- [11] National Rationalised Specification, Interface Standards: Data Transfer by physical media - System Master Station - Credit dispensing unit, NRS 009-6-4.
- [12] National Rationalised Specification, Key management: Standard transfer specification/The management of cryptographic keys, NRS 009-7.
- [13] National Rationalised Specification, Functional and performance requirements: System master stations, NRS 009-2-1.
- [14] National Rationalised Specification, Functional and performance requirements: Credit dispensing units, NRS 009-2-2.
- [15] Apache BS2000\_v2.2 Datasheets, Fujitsu, 2009.
- [16] Php, Database Issues, <http://php.net/index.php>, 2003, retrieved April 1, 2007.
- [17] AT89C2051 Datasheet, Atmel Corporation, San Jose, 2000.
- [18] ATCommand SIM300D\_ATC\_V1.06 Datasheets, SIMCOM, 2006.
- [19] AT93C46 Datasheet, Atmel Corporation, San Jose, 2002.
- [20] SLE 5542 Datasheet, Infineon Technologies AG, Munich, 2006.
- [21] Software Resolution, Smart Card Readers, [http://www.softwaresolution.org/smart\\_card\\_readers.html](http://www.softwaresolution.org/smart_card_readers.html), 2003, retrieved April 1, 2008.
- [22] Smart Card Alliance, Planning for New Fare Payment and Collection Systems: Cost Considerations and Procurement Guidelines, <http://www.smartcardalliance.org>, 2010, retrieved July 12, 2010.
- [23] Motorola WiMAX CPEi 775 Datasheet, Motorola, United State of America, 2010.