

APLIKASI TRANSAKSI VOUCHER MENGUNAKAN RFID DAN FINGERPRINT

Andi Prasetyo ¹⁾, Setiawardhana, S.T ²⁾, Fernando Ardilla, S.ST ²⁾

Mahasiswa Jurusan Teknologi Informasi ¹⁾, Dosen Jurusan Teknologi Informasi PENS-ITS ²⁾

Jurusan Teknik Informatika
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp. 031-5947280, 031-5946114, Fax : 031-5946114
e-mail : cilz_attack@yahoo.com

ABSTRAK

Pada zaman sekarang yang modern dan telah diterapkannya teknologi untuk kehidupan sehari-hari. Maka manusia telah dimanjakan dengan fasilitas dan pelayanan publik yang cepat dan handal. Tetapi di Indonesia kita masih sering menemui berbagai pelayanan publik ataupun suatu sistem transaksi baik pembayaran maupun pembelian yang masih kurang baik, dalam arti masih adanya antrian panjang dan pelayanan yang terlalu lama. Untuk menghindari hal tersebut maka dibuatlah berbagai sistem yang bertujuan meningkatkan dalam proses transaksi atau pembayaran dalam hal keefisienan waktu. Pada sistem "Aplikasi Transaksi Voucher Menggunakan RFID dan Fingerprint" akan memberikan kemudahan dan keamanan dalam bertransaksi. Di sini RFID digunakan sebagai pengganti uang dalam bertransaksi sehingga memudahkan dalam bertransaksi. Sedangkan teknologi fingerprint digunakan sebagai autentifikasi data kepemilikan kartu yang lebih akurat dan aman. Sebelumnya kartu RFID harus didaftarkan terlebih dahulu agar bisa digunakan. Dalam proses pendaftaran user memasukkan data personal juga data sidik jari melalui fingerprint reader. Data sidik jari disini akan melalui proses thresholding, thinning dan proses ekstraksi fitur menggunakan minutiae. Data sidik jari tersebut digunakan untuk proses autentikasi dalam transaksi. Pada sistem ini proses autentikasi yang cocok sebesar 72% dengan nilai error yang didapatkan senilai 28%.

Kata kunci: RFID, fingerprint, minutiae

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini berbagai fasilitas dan pelayanan publik sangatlah diperlukan masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Sementara itu jumlah penduduk di Indonesia sangatlah banyak, maka diperlukan pelayanan publik yang cepat agar dapat terhindar dari antrian yang panjang. Namun saat ini masih sering kita jumpai berbagai pelayanan publik ataupun suatu sistem transaksi baik pembayaran maupun pembelian yang masih kurang baik, dalam arti masih adanya antrian panjang dan pelayanan yang terlalu lama. Untuk menghindari hal tersebut maka dibuatlah berbagai sistem atau aplikasi yang bertujuan meningkatkan dalam proses transaksi atau pembayaran dalam hal keefisienan waktu.

Pada pengimplementasian sistem transaksi ini digunakan RFID (*smart card*) yang akhir – akhir ini mulai berkembang dan *fingerprint* untuk sistem keamanannya. Disini kita menggunakan dua teknologi sekaligus karena dalam sistem ini

diharapkan mampu menjadi suatu aplikasi yang benar-benar mudah dan aman.

Penulisan proyek akhir ini akan membahas tentang pengaplikasian teknologi RFID dan *fingerprint* sebagai alat transaksi yang mudah dan aman. Dalam proyek akhir ini teknologi RFID digunakan sebagai pengganti uang dalam bertransaksi sehingga memudahkan dalam bertransaksi dan dapat meminimalisasi proses transaksi serta dapat menghindarkan dari pencurian atau kehilangan. Sedangkan teknologi *fingerprint* digunakan sebagai autentifikasi data kepemilikan kartu yang lebih akurat dalam sistem autentifikasinya sehingga walaupun kartu RFID tersebut dicuri atau hilang si pencuri atau penemu kartu RFID tersebut tidak bisa menggunakannya tanpa adanya sidik jari dari pemilik kartu.

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang masalah yang telah penulis paparkan, maka penulis mencoba untuk

mengembangkan sebuah sistem transaksi yang mudah dan aman. Adapun beberapa permasalahan yang ada dalam mengembangkan sistem keamanan ini yaitu:

1. Bagaimana sistem dibentuk sedemikian rupa sehingga para pelaku transaksi dapat melakukan transaksi menggunakan *smartcard* RFID.
2. Bagaimana merancang sistem pengenalan sidik jari dari fitur sidik jari pemilik kartu RFID dan menggunakan sidik jari untuk autentikasi pemilik kartu berdasarkan data konfigurasi yang diambil dari basisdata.
3. Bagaimana menentukan tingkat keakuratan / persentase keakuratan dari metode Minutiae dalam mengenali suatu sidik jari.
4. Mengintegrasikan sistem RFID dan *fingerprint* untuk membentuk suatu sistem transaksi yang mudah dan aman.

1.3. Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat suatu aplikasi transaksi voucher menggunakan RFID sebagai pengganti uang dan *fingerprint* sebagai pengaman. Adapun manfaat dengan dikembangkannya sistem ini adalah mempercepat proses transaksi dan meningkatkan keamanan dalam proses transaksi.

1.4. Batasan masalah

Batasan-batasan sistem ini antara lain:

1. pembaca *smart card* yang digunakan berjenis ACR120U dengan jarak maksimum yang masih dapat dijangkau ± 5 cm.
2. Setiap RFID *smart card* hanya menyimpan satu data pemilik saja.
3. Citra sidik jari harus dalam keadaan normal atau tidak cacat.
4. Posisi pada waktu mengambil sampel sidik jari adalah sama.
5. Suatu sidik jari dapat dikenali jika data sidikjari sudah tersimpan di dalam *database* (titik jarak minus / data sidik jari sama dengan data di dalam *database*).
6. Sidik jari yang digunakan sebagai sample maupun dalam sistem pengenalan pada aplikasinya adalah ibu jari kanan.
7. Untuk mengambil sample maupun menjalankan aplikasi menggunakan *hardware* alat *fingerprint*.

2. LANDASAN TEORI

Teori yang diperlukan untuk pembuatan software / program ini antara lain :

2.1 Radio-Frequency Identification (RFID)

RFID merupakan sebuah teknologi *compact wireless* yang diunggulkan untuk mentransformasi dunia komersial. RFID adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan frekuensi radio untuk identifikasi otomatis terhadap obyek-obyek atau manusia. Kenyataan bahwa manusia amat terampil dalam mengidentifikasi obyek-obyek dengan kondisi lingkungan yang berbeda-beda menjadi motivasi dari teknologi ini.

Secara garis besar sebuah sistem RFID terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *tag*, *reader*, dan basis data (gambar 2.1). Secara ringkas, mekanisme kerja yang terjadi dalam sebuah sistem RFID adalah bahwa sebuah *reader* frekuensi radio melakukan *scanning* terhadap data yang tersimpan dalam *tag*, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke sebuah basis data yang menyimpan data yang terkandung dalam *tag* tersebut.



Gambar 2.1. Komponen Utama Sistem RFID

2.2 Image Processing

Image processing atau pengolahan citra digital adalah kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah di interpretasi oleh manusia / komputer dan merupakan suatu proses mengolah dari gambar asli menjadi gambar lain sesuai dengan keinginan. Teknik-teknik pengolahan citra mentransformasikan citra menjadi citra lain. Inputannya adalah citra dan keluarannya juga citra tetapi dengan kualitas yang lebih baik dari pada citra masukan.

2.2.1 Peningkatan kualitas gambar (*image enhancement*)

a. Thresholding

Thresholding digunakan untuk mengatur jumlah derajat keabuan yang ada pada citra. Default yang ada pada Visual Basic adalah 256 atau 2^8 . Dengan menggunakan thresholding maka derajat keabuan bisa diubah sesuai keinginan, misalkan diinginkan menggunakan derajat keabuan 16, maka tinggal membagi nilai derajat keabuan dengan 16

b. Thinning

Proses ini merupakan proses penipisan alur sidik jari. Untuk mendapatkan kualitas gambar alur sidik jari diperkecil sehingga memiliki lebar sebesar satu piksel.

• Algoritma Thinning Binary Region

Algoritma ini adalah algoritma untuk citra biner, dimana piksel background citra bernilai 0, dan

piksel foreground (region) bernilai 1. Algoritma ini terdiri dari beberapa iterasi, dimana setiap iterasinya terdiri dari 2 langkah dasar yang diaplikasikan terhadap titik contour (titik batas) region. Titik contour ini dapat didefinisikan sebagai sembarang titik yang pikselnya bernilai 1, dan memiliki paling sedikit 1 piksel dari 8-tetangganya yang bernilai 0. Gambar berikut ini mengilustrasikan titik contour p1 dan 8-tetangganya:

9	p	3
8	1	4
7	6	5

Langkah pertama dari sebuah iterasi adalah menandai semua titik contour untuk dihapus, jika titik contour tersebut memenuhi syarat-syarat berikut:

- $2 < N(p1) < 6$
- $S(p1) = 1$
- $p2 \cdot p4 \cdot p6 = 0$
- $p4 \cdot p6 \cdot p8 = 0$

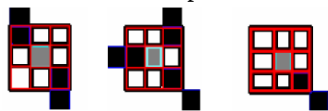
Setelah langkah 1 selesai, langkah 2 diterapkan terhadap titik contour dari hasil langkah 1 sebelumnya, yaitu:

- $2 < N(p1) < 6$
- $S(p1) = 1$
- $p2 \cdot p4 \cdot p8 = 0$
- $p2 \cdot p6 \cdot p8 = 0$

2.3 Ekstraksi Minusi

Pada proses ini nantinya akan dideteksi adanya minusi baik alur percabangan (ridge bifurcation) ataupun alur pemberhentian (ridge ending).

Setelah pada proses thinning garis aka diubah dengan ketebalan satu, maka alur percabangan ataupun alur pemberhentian dapat dilihat dalam matriks 3 x 3 piksel. Dengan memposisikan minusi yang diekstraksi merupakan piksel yang berada ditengah pada matriks 3 x 3 piksel.



Gambar 2.2. Matriks piksel 3 x 3

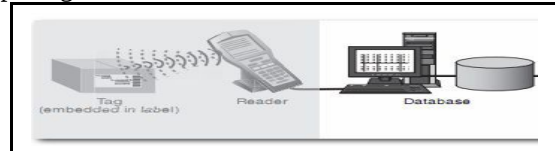
Gambar diatas menunjukkan bahwa pada matriks 3 x 3 dapat dideteksi adanya alur percabangan ataupun alur pemberhentian. Bila jumlah piksel adalah yang berwarna hitam adalah lebih dari dua maka alur tersebut merupakan percabangan dan jika kurang dari atau sama dengan dua maka alur tersebut adalah alur pemberhentian.

3. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SISTEM

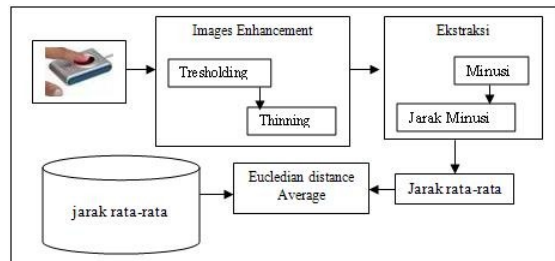
Pada tahap ini yang akan dibahas mengenai konfigurasi sistem secara keseluruhan dan perancangan tiap-tiap bagian dalam sistem.

3.1 Perancangan Sistem

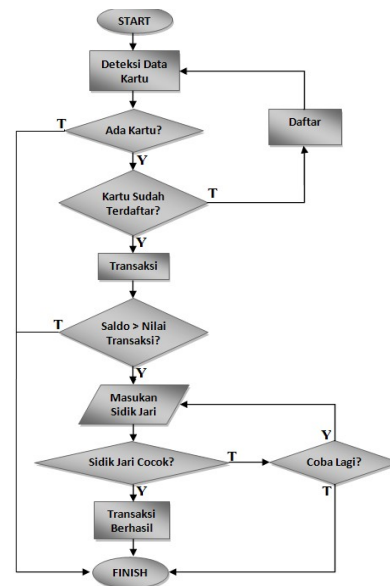
Perencanaan sistem ini mulai dari penempatan posisi RFID reader dan fingerprint reader dengan posisi yang benar dan dihubungkan dengan komputer yang akan disambungkan kesistem perangkat lunak.



Gambar 3.1. Sistem RFID



Gambar 3.2. Diagram Sistem Fingerprint



Gambar 3.3. Algoritma Keseluruhan Sistem

3.2 Arsitektur perangkat keras (RFID System)

Beberapa hal yang perlu dilakukan berkenaan dengan perangkat keras antara lain manajemen memori kartu. Seperti dijelaskan sebelumnya, smart card yang dipakai berjenis Mifare® MF1 IC S50 yang berukuran 1 KB (1024 byte).

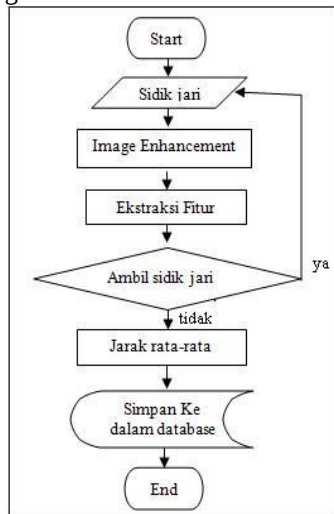
3.3 Fingerprint

Di sini akan dijelaskan mengenai sistem utama pada proses pengenalan *fingerprint*. Sistem pada *fingerprint* tersebut dibagi menjadi dua sistem yaitu:

- a. Sistem Pembelajaran.
- b. Sistem Pengenalan.

3.3.1 Sistem Pembelajaran

Pada tahapan ini user terlebih dahulu registrasi untuk mendapatkan biodata dari pemilik sidik jari. Setelah user mendaftar, sidik jari diambil menggunakan fingerprint, image / citra sidik jari akan di Enhancement (perbaikan citra) dengan cara di tresholding, thinning untuk penipisan alur sidik jari. Hasil dari proses thinning ini akan diekstraksi dengan ekstraksi Minutiae(minusi), setelah mendapatkan titik minusi, maka hitung jarak antar titik minusi tersebut. Data hasil jarak antar titik tersebut nantinya akan dijadikan data input untuk proses pengenalan.

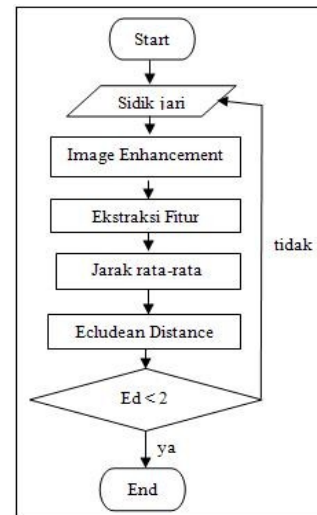


Gambar 3.4. Algoritma Pada Sistem Pembelajaran

3.3.2 Sistem Pengenalan

Pada tahapan ini langkah – langkahnya hampir sama seperti pada sistem pembelajaran tetapi yang membedakan adalah user tidak lagi perlu mendaftar.

Sidik jari diambil menggunakan fingerprint, image / citra sidik jari akan di Enhancement (perbaikan citra) dengan cara di tresholding, thinning untuk penipisan alur sidik jari. Hasil dari proses thinning ini akan diekstraksi dengan ekstraksi Minutiae/minusi, setelah mendapatkan titik minusi, maka hitung jarak antar titik minusi tersebut. Data hasil jarak antar titik tersebut nantinya akan dibandingkan dengan ciri yang ada dalam database menggunakan metode Eclidean Distance. Jika hasil dari Eclidean sama dengan nol (0) atau error kurang dari 20 % maka sidik jari dianggap cocok.



Gambar 3.5. Algoritma Sistem Pengenalan.

3.4 Image Enhancement

Image Enhancement ini merupakan proses untuk memperbaiki image / citra sidik jari pada tahap ini dilakukan dua (2) tahap, yaitu:

- a. Tresholding
- b. Thinning

3.4.1 Tresholding

Image / citra sidik jari yang telah diambil, selanjutnya mengalami proses threshold untuk memperjelas alur sidik jari. Proses ini sangat berguna jika image yang didapat, terdapat warna pixel yang tidak jelas (blok hitam).

3.4.2 Thinning

Algoritma thinning Yang digunakan pada penelitian ini adalah Zhang – Suen. Algoritma ini adalah salah satu algoritma thinning yang cukup populer dan telah digunakan sebagai suatu basis perbandingan untuk thinning. Algoritma ini cepat dan mudah diimplementasikan.

Setiap iterasi dari metode ini terdiri dari dua sub-iterasi yang berurutan yang dilakukan terhadap contour points dari wilayah citra. Contour point adalah setiap pixel dengan nilai 1 dan memiliki setidaknya satu 8-neighbor yang memiliki nilai 0.

3.5 Ekstraksi

3.3.1. Ekstraksi Minutiae

Minutiae / minusi dicari dengan mendeteksi adanya percabangan saja. Cabang hitam pada suatu citra biner merupakan ujung hitam pada citra biner inversnya. Thinning dilakukan pada object hitam dari citra biner, sehingga hasil penulangan suatu citra akan berbeda dengan hasil penulangan citra inversnya. Selain itu proses tersebut dapat mengatasi kerusakan pada citra yang mengakibatkan hilangnya minusi.

Hasil penulangan adalah garis dengan ketebalan satu pixel, sehingga percabangan pada garis tersebut dapat dilihat pada matriks pixel 3 x 3 pixel. Pada citra thinning adanya percabangan dideteksi dengan cara menelusuri setiap pixel hitam pada citra yang delapan titik tetangganya sesuai salah satu dari dua belas (12) matriks 3 x 3 pixel yang merupakan konfigurasi dari matriks percabangan. Minusi yang diperoleh dari penulangan citra biner awal merupakan alur cabang (*ridge bifurcation*), sedangkan minusi yang diperoleh dari penulangan citra biner hasil inversnya merupakan alur berhenti (*ridge ending*).

3.3.2. Ekstraksi Daerah Minusi / Jarak

Pada proses ekstraksi minusi semua minusi dideteksi lalu minusi – minusi tersebut kemudian ditandai dengan diberi titik pada tiap minusi. Sehingga hasil dari proses ekstraksi minusi adalah beberapa titik yang menandai adanya minusi baik jalur percabangan (*ridge bifurcation*) maupun alur perhentian (*ridge ending*). Kemudian tiap – tiap minusi diekstraksi untuk mendeteksi tetangganya. Dengan memposisikan salah satu minusi (yang diekstraksi) berada di tengah, sedangkan yang disekitarnya merupakan minusi – minusi tetangga. Jarak minusi tetangga nantinya akan bervariasi ada yang dekat dan ada yang jauh. Data awal / jarak ini dijadikan sebagai inputan / sumber data yang akan digunakan sebagai ciri pembandingan.

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada perangkat lunak ini terbagi menjadi tiga sistem yang saling berhubungan yang didasarkan pada perangkat keras yang ada dan sistem utama yang ada pada aplikasi ini.

Sistem tersebut adalah:

1. Sistem pada *smartcard*-FRID
2. Sistem transaksi.
3. Sistem pada *fingerprint*.

4.1.1 Tahap Pengujian Sistem Pada Smartcard-RFID

Pada sistem ini terbagi lagi menjadi beberapa proses antara lain proses koneksi *port*, proses pengecekan kartu RFID, serta proses pendaftaran kartu RFID.

Proses koneksi *port* akan dijalankan pada awal program berjalan saat menu utama muncul. Pada proses ini kita diharuskan memilih *port* yang akan digunakan untuk koneksi kemudian dilakukan pengecekan. Bila proses ini berhasil maka ditandai tampilnya pada *ListText* beberapa informasi diantaranya *port* yang digunakan, driver yang digunakan serta jenis reader dan versinya seperti yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 4.1. Koneksi Port Berhasil

Setelah koneksi *port* berhasil kita tinggal melakukan proses pengecekan kartu. Pengecekan dilakukan untuk melihat apakah kartu sudah terdaftar atau belum. Jika belum maka akan dilanjutkan dengan proses pendaftaran.

Pada proses ini kita diharuskan mengisi kolom-kolom pengisian data serta memasukkan data sidik jari yang berupa jumlah percabangan dan jarak rata-rata antar cabang untuk disimpan dalam database yang nantinya akan digunakan sebagai data pembelajaran.

4.2 Tahap Pengujian Pada Sistem Transaksi

Pada sistem ini terdapat proses transaksi jual beli. Dalam proses transaksi ini kita tinggal memilih menu yang ingin kita beli sesuai dengan saldo yang kita miliki. Jika saldo yang kita miliki tidak mencukupi maka proses transaksi tidak dapat dilakukan sampai saldo diisi ulang sampai mencukupi untuk melakukan proses transaksi.

Setelah proses pengisian ulang saldo berhasil dan nilai saldo mencukupi untuk melakukan transaksi. Maka kita bisa melakukan proses pembayaran. Setelah itu kita harus melakukan proses matching/pencocokan pada sistem *fingerprint* untuk melihat apakah benar kita pemilik dari kartu yang dipakai untuk pembayaran tersebut.

4.3 Tahap Pengujian Sistem Pada Fingerprint

Inti dari sistem ini sebenarnya adalah untuk proses matching/pencocokan dalam aplikasi ini. Proses matching digunakan untuk mencocokkan antara pelaku transaksi dengan kartu yang dipakai untuk menghindari penyalahgunaan kartu voucher. Jika pelaku transaksi bukan pemilik kartu maka kartu tidak akan bisa digunakan. Tetapi jika pelaku transaksi benar-benar pemilik kartu maka proses transaksi bisa dilakukan.

• Pengujian Pada Proses Matching:

Sebelumnya data sidik jari dari user dimasukan di database server. Setiap user harus daftar dulu dan memiliki saldo yang cukup untuk bisa melakukan transaksi. Data yang dimasukkan ke dalam database adalah jumlah cabang dan jarak rata-rata antar cabang.

Berikut adalah beberapa percobaan yang dilakukan pada user dan pada tiap-tiap usernya dilakukan percobaan sebanyak lima kali untuk melihat nilai error yang dihasilkan dengan nilai ED yang berbeda-beda, mulai dari 1, 2 dan 3 yang pada akhirnya diputuskan untuk memakai ED dengan nilai 2.

➤ **Percobaan dengan nilai ED = 1.**

Perc.	Cabang	Jarak	Selisih error	Cocok
1	10	105.3993 3	0.791373720 3	Y
2	13	67.55025 0	1.101080186	T
3	7	54.59014 8	1.749052670	T
4	9	133.94184	2.218499439	T
5	7	66.83674	1.136755638 0	T

➤ **Percobaan dengan nilai ED = 2.**

Perc.	Cabang	Jarak	Selisih error	Cocok
1	10	105.3993 3	0.791373720 3	Y
2	13	67.55025 0	1.101080186	Y
3	7	54.59014 8	1.749052670	Y
4	9	133.94184	2.218499439	T
5	7	66.83674	1.136755638 0	Y

➤ **Percobaan dengan nilai ED = 3.**

Perc.	Cabang	Jarak	Selisih error	Cocok
1	10	105.3993 3	0.791373720 3	Y
2	13	67.55025 0	1.101080186	Y
3	7	54.59014 8	1.749052670	Y
4	9	133.94184	2.218499439	Y
5	7	66.83674	1.136755638 0	Y

Dari percobaan-percobaan di atas dapat kita lihat bahwa dalam proses *matching* pada proyek akhir ini kita mendapatkan tingkat kecocokan yang berbeda jika kita memakai nilai ED yang berbeda. Dari percobaan itu pula kita mengambil nilai ED=2 sebagai acuan karena toleransi error tidak terlalu sedikit, dan juga tidak terlalu berlebihan, sehingga tingkat kecocokan akurat dan spesifik.

4.4 Analisa

4.4.1 Tahap Authentikasi dengan RFID

Authentifikasi RFID dapat berjalan dan dapat teridentifikasi dengan akurat bila jaraknya tidak lebih dari 7 cm, serta dengan maksimum reader RFID hanya dapat membaca 4 kartu walaupun system akan menolak bila ada autentifikasi kartu yang lebih dari 2 kartu.

4.5 Tahap Aplikasi Transaksi

Dari hasil pengujian didapat bahwa transaksi dapat dilakukan dengan nilai saldo yang lebih besar dari nilai transaksi yang harus

dibayarkan. Jika saldo kurang mencukupi maka user diharuskan untuk melakukan pengisian ulang saldo atau membatalkan transaksi.

4.6 Tahap Matching dengan Fingerprint

Dari percobaan-percobaan sebelumnya bisa diambil kesimpulan bahwa dalam proses *matching* pada proyek akhir ini kita mendapatkan tingkat kecocokan yang berbeda jika kita memakai nilai ED yang berbeda. Untuk nilai ED = 1 hasil pencocokan masi kurang maksimal dan hanya sedikit yang bisa dianggap cocok. Sedangkan pada nilai ED = 3 kita bisa mendapatkan nilai kecocokan yang besar, namun dengan toleransi nilai error sebesar itu memungkinkan user lain yang seharusnya tidak boleh cocok menjadi cocok. Oleh karena itu nilai ED = 2 dianggap paling tepat untuk nilai acuan dalam pencocokan, karena hasil yang cocok lumayan besar, yaitu sekitar 72% dan juga toleransi untuk nilai errornya yang tidak memungkinkan untuk user lain bisa cocok.

5. KESIMPULAN

Dari hasil uji coba sistem yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

- Dengan adanya proses transaksi dengan menggunakan RFID dan *Fingerprint* ini para pelaku transaksi dimudahkan dengan tanpa harus membawa uang tunai dan aman karena kartu RFID hanya bisa dipakai oleh pemiliknya sendiri.
- Proses transaksi dapat dilakukan dengan mudah hanya dengan mendekatkan kartu ke pembaca RFID, dan semuanya akan berjalan otomatis, dari pencatatan transaksi hingga pelaporannya.
- Sidik jari digunakan sebagai ID / bahan autentifikasi untuk mengecek kepemilikan kartu RFID.
- Ketepatan pencocokan dipengaruhi oleh letak pengambilan sidik jari pada fingerprint. Pencocokan akan berhasil jika semua titik minusi / percabangan tercover dan titik minusi yang tercover tersebut sama dengan titik yang ada di dalam database.
- Tingkat keberhasilan yang diperoleh pada proses matching sidik jari adalah 72% dengan error 28%.

6. REFERENSI

- [1] Antonius Aditya Hartanto. 2002. *Teknologi SmartCard dan Impian di Masa Depan*. <http://onno.vlsm.org/v11/ref-ind-1/physical/SmartCardDream.rtf>
- [2] United States Government Accountability Office. 2005. *Information Security: Radio*

- Frequency Identification Technology in the Federal Government*. <http://www.gao.gov/new.items/d05551.pdf> [diakses 2 Januari 2009].
- [3] _____. *Radio Frequency Identification (RFID) Systems*. <http://www.epic.org/privacy/rfid/> [diakses 2 Januari 2009].
- [4] Wikipedia.org, *The Free Encyclopedia. Smart Card*. http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_card. [diakses 7 Desember 2008]
- [5] Advanced Card Systems Ltd. 2006. *ACR120 Technical Specifications*. Hong Kong.
- [6] Advanced Card Systems Ltd. 2006. *ACR120 SDK User Manual*. Hong Kong.
- [7] Alexander Hengky Mangkulo, “Belajar Sendiri aplikasi Database Menggunakan ADO VB 6.0 dan SQL Server 2000”, PT.Elex Media Komputindo, jakarta, 2004
- [8] Basuki Achmad, Jozua F. Palandi, Fatchurrochman, “*Pengolahan Citra Digital Menggunakan Visual Basic*”, 2005, Graha Ilmu, Yogyakarta
- [9] Drini, “*Eclidean Distance*”, <http://planetmath.org/encyclopedia/EuclideanDistance.html>, 2002
- [10] Wibowo Luluk, “*Pengenalan Sidik Jari Dengan Metode Ekstraksi Minusi Sub Judul Pengolahan Gambar*”, *Proyek Akhir*, 2002
- [11] <http://www.planetsource.com>
- [12] Nanang Fakhur Rozi, “*Aplikasi RFID Untuk Pembayaran TOL*”, PENS-ITS, 2008.
- [13] Ahmad Dzaky Shufi, “*Sistem Authentikasi Pemakaian Internet Menggunaka Sidik Jari*”, PENS-ITS, 2008.