

PROTOTYPE KANTIN TANPA UANG BERBASIS KARTU PINTAR

Paulus Insap Santosa¹

¹Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta
Email: insap@te.gadjahmada.edu

ABSTRACT

This paper presents a desktop application prototype that uses smart cards for payment mode without cash transaction at a canteen. Smart cards, used for authentication, are also designed to have information of cash balance and some personal data of card holders. Application developed is still a prototype that has not connected into the banking system to refill the balance into the smart card. This prototype is a desktop application. Features that have been successfully developed and run well in these applications include food settings, user settings, and reports sales per period.

Keywords: canteen, honesty, smart card, prototype

ABSTRAK

Makalah ini menyajikan sebuah prototipe aplikasi desktop yang memanfaatkan kartu pintar untuk mode pembayaran transaksi tanpa uang tunai pada sebuah kantin. Kartu pintar, selain digunakan untuk autentifikasi, juga dirancang memiliki informasi saldo uang dan sedikit data pribadi pemegang kartu. Aplikasi yang dikembangkan masih merupakan prototipe yang belum terintegrasi ke sistem perbankan untuk melakukan 'isi ulang' saldo ke dalam kartu pintar tersebut. Prototipe ini merupakan aplikasi 'desktop'. Fitur yang telah berhasil dikembangkan dan berjalan dengan baik dalam aplikasi ini antara lain pengaturan makanan, pengaturan pengguna, dan laporan penjualan per periode.

Kata Kunci: kantin, kejujuran, kartu pintar, prototipe

Kartu pintar (*smart card*), secara fisik, adalah kartu plastik seukuran kartu kredit yang dapat diisi dengan data untuk berbagai keperluan. Sejumlah pemanfaatan kartu pintar antara lain adalah pembayaran tunai secara elektronik [1, 2], sistem presensi [3], kartu berlangganan tiket kereta api dan bus [4], pembayaran jalan tol [5], dan lain-lain.

Di beberapa daerah di Pulau Jawa, beberapa waktu yang lalu sering terdengar istilah 'kantin kejujuran'. Kantin ini pada dasarnya merupakan sebuah kantin yang menyediakan makanan cepat saji. Ada seorang penjaga kantin yang bertugas melayani transaksi jual beli makanan di kantin yang bersangkutan. Dalam perkembangannya, sejumlah sekolah dan instansi pemerintah menghilangkan penjaga kantin. Pembeli langsung mengambil sendiri makanan dan atau minuman yang diinginkan. Pembayaran dilakukan dengan meletakkan uang tunai di suatu tempat yang juga merupakan tempat pembeli mengambil uang kembalian, seandainya memang ada. Disinilah istilah 'kantin kejujuran' muncul dengan asumsi bahwa semua pembeli akan membayar harga makanan dan atau minuman serta mengambil uang kembalian secara *self service*.

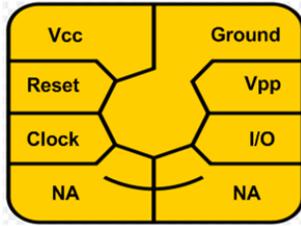
Salah satu kesulitan yang muncul dari kondisi tersebut yaitu pengelola harus selalu melakukan pengecekan apakah uang kembalian mencukupi atau tidak. Tulisan ini menyajikan sebuah prototipe berupa aplikasi *desktop* yang dapat digunakan untuk mengelola transaksi jual beli pada sebuah kantin tanpa perlu dijaga. Selain itu, pengelola kantin juga tidak perlu menyediakan uang kembalian yang memadai. Aplikasi *desktop* ini memanfaatkan kartu pintar sebagai mode pembayaran transaksi jual beli makanan dan atau minuman pada suatu kantin.

KARTU PINTAR

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, secara fisik, kartu pintar adalah kartu plastik seukuran kartu kredit yang di dalamnya ditanami keping silikon yang disebut *micro-controller*. Secara umum, kartu pintar dikelompokkan menjadi kartu pintar kontak (*contact smart card*), kartu pintar tanpa kontak (*contactless smart card*), dan kartu pintar kombinasi kedua jenis kartu pintar yang dikemas dalam sebuah kartu. Perbedaan antara kartu pintar kontak dan kartu pintar tanpa kontak yaitu terletak pada pemakaiannya. Dalam pengoperasiannya, kartu pintar kontak memerlukan kontak dengan pembaca kartunya (*card reader*), sedangkan kartu pintar tanpa kontak tidak memerlukan kontak dengan pembaca kartunya. Berbagai pemanfaatan kartu pintar tanpa kontak antara lain adalah untuk identifikasi barang [6], tiket kereta api dan bus [4], dan *supply chain* [7]. Secara umum, pemanfaatan kartu pintar kontak lebih terbatas dibanding kartu pintar tanpa kontak, karena dalam pengoperasiannya kartu pintar kontak harus disentuh langsung ke pembaca kartunya.

Arsitektur Kartu Pintar

Setiap kartu pintar memiliki sebuah keping mikroprosesor. Untuk dapat menerima dan mengirim data, kartu pintar membutuhkan energi yang dapat diperoleh dari pembaca kartu ketika kartu pintar ini disisipkan ke pembaca kartu. Kartu pintar kontak dan pembacanya secara fisik merupakan dua kesatuan yang terpisah. Kartu pintar kontak biasanya memiliki delapan titik kontak yang sesuai dengan standar ISO 7816-2 seperti ditunjukkan pada Gambar 1 [8].



Gambar 1: Konektor ISO 7816-2.

Vcc merupakan kontak ke sumber tegangan yang pada umumnya sebesar 5 volt. *Ground* merupakan tegangan pentanahan yang berlawanan dengan *Vcc*. *Reset* merupakan saluran sinyal yang digunakan untuk menunjukkan status awal untai terintegrasi ketika dinyalakan. *Clock* digunakan untuk mengendalikan logika dari untai terintegrasi dan sebagai referensi pada hubungan komunikasi serial. *Vpp* digunakan untuk sinyal dengan tegangan tinggi yang cocok untuk memprogram memori jenis *EPROM*. *I/O* adalah kontak yang digunakan untuk saluran sinyal ketika keping ini menerima perintah dan pertukaran dari luar. *NA* berarti tidak digunakan.

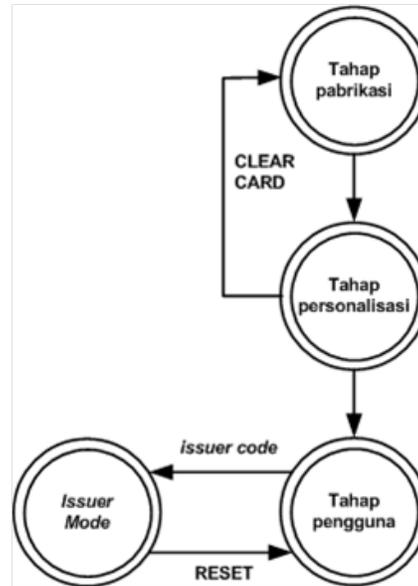
Siklus Kerja Kartu Pintar

Secara umum, siklus kerja kartu pintar dapat dibagi menjadi tiga fase [9]. Tahap pertama disebut dengan tahap pabrikasi. Tahap pabrikasi ini akan mempersiapkan kartu pintar agar *EEPROM*-nya siap ditulisi dengan data awal. Tahap ini hanya berlangsung satu kali sehingga sistem keamanannya perlu dirancang secara cermat. Pada tahap ini juga ditentukan inisial kartu pintarnya sehingga dapat dikenali dengan baik oleh pembaca kartunya.

Tahap kedua dinamakan dengan tahap personalisasi. Pada tahap ini, kartu pintar diprogram secara khusus untuk disesuaikan dengan aplikasi yang akan memanfaatkan kartu pintar ini. Sebuah kartu pintar dapat dipersonalisasi kembali dengan terlebih dahulu mengembalikan statusnya ke status tahap pabrikasi. Dengan perintah tertentu, data yang sudah tersimpan di dalam dapat dihapus, sehingga kartu dapat diprogram ulang. Tahap ketiga disebut dengan tahap pengguna. Dalam tahap ini kartu sudah siap dipergunakan oleh pengguna sesuai dengan peruntukannya. Gambar 2 menunjukkan siklus kerja kartu pintar yang memperlihatkan kaitan antara satu tahap dengan tahap yang lain dari tahap pabrikasi sampai dengan tahap pengguna yang menunjukkan kesiapan kartu pintar untuk dapat dipergunakan sesuai peruntukannya.

Transmisi Data Ke dan Dari Kartu Pintar

Komunikasi pada kartu pintar selalu diinisiasi oleh terminal. Ketika kartu pintar disisipkan ke pembaca kartu, terjadi kontak fisik antara pin kontak pada kartu pintar dengan pin kontak pada soket pembaca kartu. Secara otomatis, kartu pintar akan mengaktifkan *power on reset* dan mengirimkan isyarat yang dibutuhkan untuk transmisi data yaitu *Answer to Reset* (ATR) ke terminal. ATR terdiri dari berbagai parameter yang dibutuhkan untuk transmisi data. Sebelum pembaca kartu mengirimkan perintah yang



Gambar 2: Siklus kerja kartu pintar.

pertama pada kartu pintar, terminal akan memeriksa kelengkapan ATR terlebih dahulu [10].

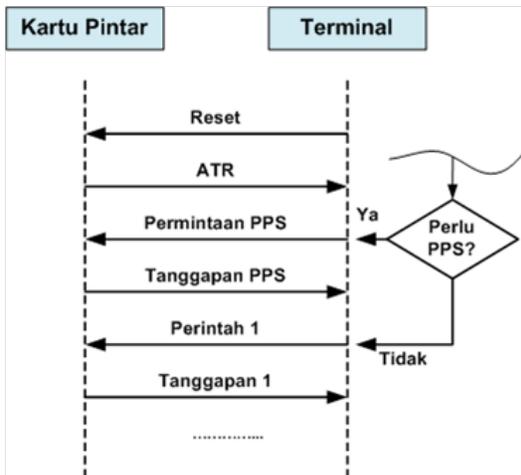
Ketika terminal menerima ATR dari kartu pintar, terkadang terminal perlu memodifikasi beberapa parameter yang dikirim oleh ATR sebelum terminal mengirimkan perintah yang pertama. Langkah ini dilakukan oleh terminal dengan mengirim perintah *Protocol Parameter Selection* (PPS) ke kartu pintar. Segera setelah terminal menerima tanggapan dari kartu pintar tentang PPS yang baru saja dikirimkan, seterusnya terminal akan mengirimkan perintahnya yang pertama (Gambar 3).

Komunikasi antara kartu pintar dan terminal berlangsung secara serial. Data ditangani oleh prosesor dalam bentuk urutan *byte*. Tiap *byte* terdiri atas delapan *bit*. Sebuah *start bit* ditambahkan pada awal setiap transmisi *byte* untuk menandai awal urutan transmisi. Pada akhir setiap *byte* juga ditambahkan paritas *bit* yang berfungsi untuk deteksi kesalahan pengiriman data, dan satu atau dua *stop bit*. Gambar 4 menunjukkan struktur sebuah karakter ketika ditransmisikan [10].

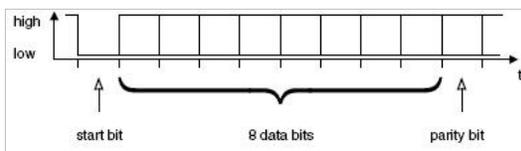
Application Protocol Data Unit

Ketika dua buah komputer berkomunikasi, mereka melakukan pertukaran paket-paket data yang dibangun dengan mengikuti satu aturan/protokol tertentu. Sesuai ISO 7816 tahun 2005, komunikasi data antara kartu pintar dengan pembaca kartu berlangsung dengan menggunakan paket data yang disebut APDU (*Application Protocol Data Unit*). APDU mengandung perintah atau sebuah pesan tanggapan atas suatu perintah.

Komunikasi data berlangsung menggunakan model *master-slave* dengan kartu pintarnya selalu menjadi bagian yang pasif. Dengan kata lain, sebuah kartu pintar selalu menunggu sebuah APDU perintah dari terminal. Kartu pintar tersebut akan mengeksekusi perintah yang terdapat pada APDU dan memberi balasan ke terminal yang berupa se-



Gambar 3: Transfer data antara kartu pintar dan terminal.



Gambar 4: Struktur karakter.

buah APDU tanggapan. Ketika komunikasi data berlangsung, APDU perintah (dari terminal ke kartu pintar) dan APDU tanggapan (dari kartu pintar ke terminal) secara bergantian melewati saluran komunikasi yang tersedia.

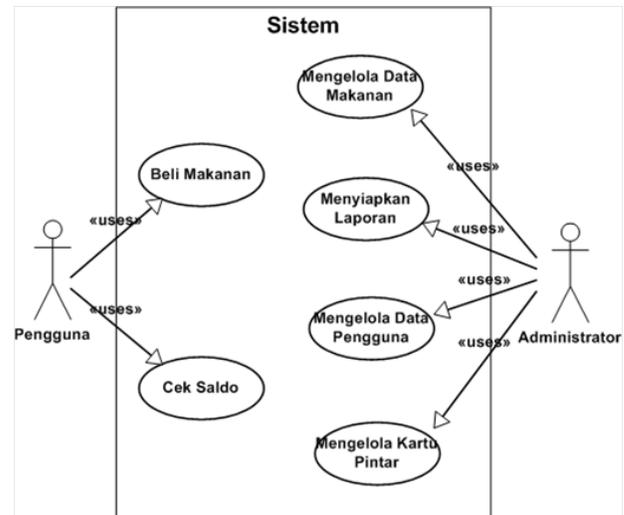
Kartu Mikroprosesor ACOS3

ACOS3 adalah kartu pintar yang diproduksi oleh *Advanced Casr Sitems* (ACS) dari Hongkong. ACOS3 termasuk dalam kategori kartu pintar kontak. Secara fisik, ACOS3 sesuai dengan standard ISO 7816 (2005), yakni mempunyai dimensi kartu dengan panjang 87.6 mm, lebar 53.98 mm, tebal 0.76 mm, dan terbuat dari PVC atau PVCA.

ACOS3 adalah kartu sistem operasi (kso, *card operating system*). Kartu ini secara khusus dirancang untuk berbagai aplikasi yang memerlukan tingkat keamanan yang tinggi, antara lain kendali akses jaringan, dompet elektronik, dan aplikasi lain yang memerlukan tingkat keamanan yang tinggi [9]. Spesifikasi teknis dari kartu ini antara lain adalah: (a) Mempunyai memori berjenis EEPROM berukuran 32/72 Kbytes; (b) Patuh kepada ISO 7816 parts 1, 2, 3; mendukung protokol langsung T=0 dan ISO7816-2 *8-contact mo-dule*; (c) Pengiriman data berkecepatan tinggi (9.6 - 223.2 kbps) dengan ATR yang dapat dimodifikasi; (d) Kompatibel dengan kartu ACOS1 / ACOS2.

ACR 38U-SPC

Untuk menulis data ke, dan membaca data dari kartu pintar, diperlukan pembaca/penulis kartu pintar. Pembaca/penulis kartu pintar merupakan perangkat keras antarmuka yang diperlukan untuk melakukan komunikasi antara komputer dengan kartu pintar. Salah satu pembaca/penulis kartu pintar adalah ACR38 yang juga diproduksi oleh ACS.



Gambar 5: Use case diagram.

Pembaca/penulis ACR38 dapat melakukan komunikasi dengan banyak kartu sesuai dengan spesifikasi yang dimiliki oleh kartu. ACR 38 terhubung dengan komputer melalui antarmuka USB.

PERANCANGAN SISTEM

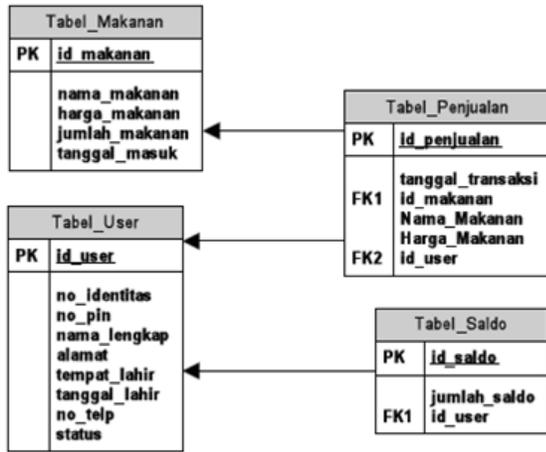
Analisis Pengguna dan Tugas

Secara umum, pengguna aplikasi ini dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu pembeli dan penjual merangkap administrator. Dalam aplikasi ini, penjual dan administrator tidak dibedakan, sehingga mereka mempunyai kewenangan yang sama.

Administrator mempunyai beberapa tugas/kewenangan. Tugas yang pertama yaitu mengelola data makanan. Tugas ini secara lebih rinci dapat dipecah menjadi beberapa sub-tugas, antara lain memasukkan data makanan, mengubah data makanan, dan menghapus data makanan. Tugas yang kedua yaitu mengelola data kartu pintar. Tugas mengelola data kartu pintar ini dapat dibagi menjadi tugas untuk memformat kartu, mereset program, dan mengubah pin.

Tugas ketiga yaitu mengelola data pengguna. Tugas ini antara lain terdiri atas tugas untuk mendaftarkan pengguna baru, mengubah data diri pengguna, dan menghapus data pengguna. Tugas keempat berkaitan dengan penyiapan sejumlah laporan dan konfirmasi penambahan saldo yang tersimpan dalam kartu pintar. Selain melakukan tugas-tugas di atas, administrator dapat melakukan pembelian makanan dan atau minuman seperti halnya pembeli.

Tugas pembeli yang terutama yaitu berkaitan dengan transaksi pembelian makanan dan atau minuman. Tugas ini antara lain dapat dipecah menjadi tugas untuk mencari, memilih dan membeli makanan, serta melakukan pembayaran atas makanan dan atau minuman yang dibeli. Selain itu, pembeli juga dapat mengecek saldo maupun menambah saldo ke dalam kartu pintarnya. Tugas-tugas yang dilakukan oleh administrator dan pembeli dapat dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan *login* ke aplikasi. Secara skematis, tugas-tugas di atas ditunjukkan dalam *use case* seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 6: Entity Relationship Diagram (ERD).

```
// 1. Establish context and obtain hContext handle
retCode :=
SCardEstablishContext(SCARD_SCOPE_USER, nil,
nil, @hContext);
if retCode <> SCARD_S_SUCCESS then
begin
DisplayOut(1, retCode, '');
Exit;
end ;

// 2. List PC/SC card readers installed in the sistem
BufferLen := MAX_BUFFER_LEN;
retCode := SCardListReadersA(hContext,
nil, @Buffer, @BufferLen);
if retCode <> SCARD_S_SUCCESS then
begin
DisplayOut(1, retCode, '');
Exit;
end
else
DisplayOut(0, 0, 'Select reader, insert
mcu card and connect.');
```

frmUtama.cbReader.Clear;

LoadListToControl(frmUtama.cbReader, @buffer,
bufferLen);
frmUtama.cbReader.ItemIndex := 0;
AddButtons();

Gambar 7: Inisialisasi pembaca kartu.

Perancangan Basisdata

Basisdata yang digunakan untuk aplikasi ini terdiri atas empat tabel. Tabel pertama digunakan untuk menyimpan data makanan, tabel kedua digunakan untuk menyimpan data pengguna, tabel ketiga digunakan untuk menyimpan data penjualan, dan tabel keempat digunakan untuk menyimpan data saldo. Relasi antara empat tabel tersebut dapat digambarkan ke dalam ERD seperti ditunjukkan pada Gambar 6 [11].

ERD yang ditunjukkan pada Gambar 6, selain menunjukkan jenis relasi antar tabel, juga menunjukkan kunci utama dan kunci asing dari satu tabel ke tabel lain. Sebagai contoh, pada tabel penjualan, terdapat kunci utama id_penjualan, dan kunci asing id_makanan dan id_user. Kedua kunci asing ini digunakan agar data yang berada di suatu tabel dapat dirujuk oleh data dari tabel yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi data yang lebih lengkap.

```
// 1. Connect to selected reader using hContext handle
// and obtain valid hCard handle
retCode := SCardConnectA(hContext,
PChar(cbReader.Text),
SCARD_SHARE_SHARED, SCARD_PROTOCOL_T0 or
SCARD_PROTOCOL_T1, @hCard, @dwActProtocol);
if retCode <> SCARD_S_SUCCESS then
begin
DisplayOut(1, retCode, '');
ConnActive := False;
Exit;
end
else
DisplayOut(0, 0, 'Successful connection
to ' + cbReader.Text);

DisplayOut(2, 0, 'Get Card Status');
ATRLen := 32; ReaderLen := 0;
dwState := 0;
retCode := SCardStatusA(hCard, PChar(cbReader.Text),
@ReaderLen, @dwState, @dwActProtocol,
@ATRVal, @ATRLen);
tmpStr := '';
for indx := 0 to integer(ATRLen)-1 do
begin
tmpStr := tmpStr + Format('%02X', [ATRVal[indx]]);
end;
DisplayOut(3, 0, Format('ATR Value: %s', [tmpStr]));

// menentukan protokol
tmpStr := '';
case integer(dwActProtocol) of
1: tmpStr := 'T=0';
2: tmpStr := 'T=1';
else
tmpStr := 'No protocol is defined.';
end;
DisplayOut(3, 0, Format('Active Protocol:
%s', [tmpStr]));
ConnActive := True;
bFormat.Enabled := False;
```

Gambar 8: Pengkoneksian pembaca kartu ke komputer.

Penyimpanan Data pada Kartu Pintar

Kartu pintar, selain berfungsi sebagai piranti autentifikasi, juga dapat digunakan untuk menyimpan data walau kapasitasnya sangat kecil. Kapasitas penyimpanan yang ada dalam kartu pintar terbagi menjadi beberapa sektor. Ukuran setiap sektor adalah 32 karakter. Dengan demikian, banyaknya sektor yang diperlukan untuk menyimpan data merupakan kelipatan 32. Hal ini berarti bahwa cacah data dan panjang setiap data yang perlu disimpan dalam kartu pintar harus dirancang dengan seksama. Tabel 1 menunjukkan jenis data dan alokasi sektor yang digunakan untuk keperluan aplikasi ini [11].

IMPLEMENTASI

Secara keseluruhan, aplikasi dirancang secara modular sehingga terdiri atas beberapa modul. Beberapa modul utama antara lain modul untuk pembelian makanan oleh pembeli, modul pengelolaan data pembeli oleh administrator, modul pengelolaan data makanan oleh administrator, dan modul penambahan saldo oleh administrator.

Submodul pertama (Gambar 7) digunakan untuk inisialisasi pembaca kartu [11]. Proses inisialisasi dilakukan dalam dua tahap, yakni tahap untuk mendapatkan *context* dan *context handle*, dan tahap untuk mendapatkan ukuran *buffer*. Jika kedua tahap berhasil secara berurutan, berarti inisialisasi pembaca kartu telah berhasil.

Submodul kedua (Gambar 8) digunakan untuk mengkoneksikan pembaca kartu ke komputer sehingga pembaca

Tabel 1: Lingkungan Implementasi

Data	Sektor	Keterangan
id_user	1	
no_identitas	1	
no_pin	1	
nama_lengkap	1	
alamat	1	
tempat_lahir	1	
tanggal_lahir	1	
no_telp	1	
status	1	
id_saldo	1	
jumlah_saldo	1	
id_penjualan	1	
tanggal_transaksi	1	
id_makanan	1	
nama_makanan	1	
harga_makanan	1	

```

tmpArray[0] := \$20; // panjang rekaman
tmpArray[1] := \$10; // cacah rekaman
tmpArray[2] := \$00; // baca atribut keamanan
tmpArray[3] := \$00; // tulis atribut keamanan
tmpArray[4] := \$AA; // pengenal berkas
tmpArray[5] := \$11; // pengenal berkas
retCode := writeRecord(0, \$00, \$06, \$06, tmpArray);
if retCode <> SCARD_S_SUCCESS then
  Exit;

```

Gambar 9: Parameter format kartu pintar.

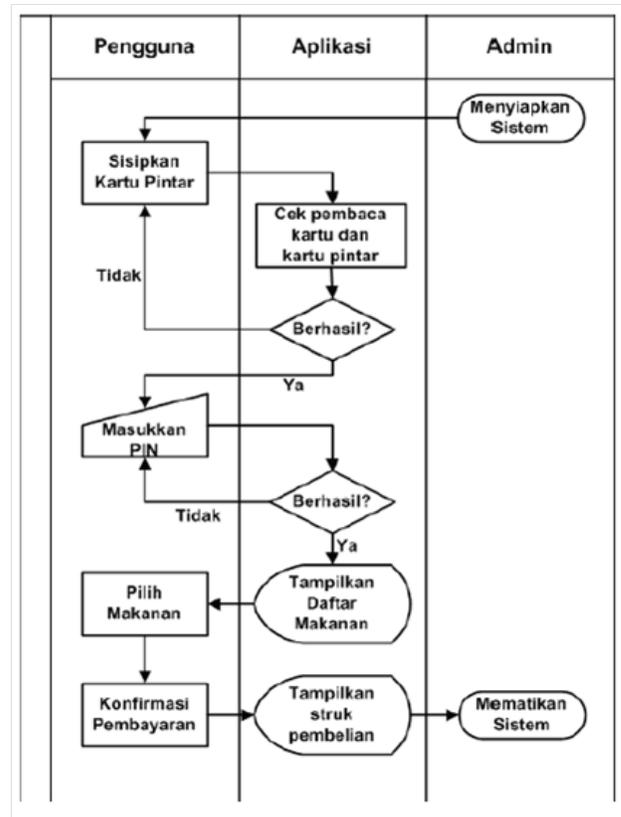
kartu dapat digunakan untuk membaca dan menuliskan data dari dan ke kartu pintar. Pengecekan koneksi pembaca kartu dengan komputer dilakukan dengan mengoperasikan fungsi standar *CardConnectA* [11].

Segera setelah koneksi sukses, langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis protokol yang digunakan. Langkah peng-koneksi pembaca kartu dengan komputer dinyatakan dengan *ConnActive := True*.

Kartu pintar sebelum dapat digunakan maka harus diformat terlebih dahulu karena kartu pintar yang dipasarkan masih dalam keadaan kosong. Pemformatan kartu pintar, selain untuk menjadikan agar kartu pintar dapat digunakan, juga dilakukan untuk mengalokasikan tempat yang nantinya akan digunakan untuk menyimpan data di dalamnya. Pada aplikasi ini, seperti telah dijelaskan di atas, kartu pintar dibagi menjadi 16 rekaman dan setiap rekaman mempunyai panjang 32 karakter. Untuk aplikasi kantin tanpa uang, data yang disimpan dalam kartu pintar ditunjukkan pada Tabel 1. Modul yang digunakan untuk memformat kartu pintar disajikan pada Gambar 9. Format kartu pintar ditunjukkan dengan larik *tmpArray* yang berisi nilai parameter yang digunakan [11].

Proses pembelian makanan, sampai ke proses pembayaran dimulai dengan pengguna menyisipkan kartu pintar ke pembaca kartu. Aplikasi akan mengecek kesiapan pembaca kartu dan keabsahan kartu pintarnya. Selanjutnya, pembeli diminta untuk memasukkan nomor pin dari kartu pintar yang digunakan. Jika nomor pin sesuai, yang berarti proses *login* berhasil, aplikasi akan menampilkan daftar makanan lengkap dengan harganya. Pembeli dipersilahkan untuk memilih makanan dan atau minuman yang tersedia, diteruskan dengan konfirmasi pembayaran.

Proses pembelian makanan dan atau minuman, lengkap

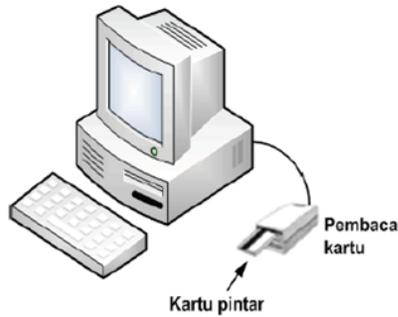
**Gambar 10:** Swimlane diagram pembelian makanan.

dengan pembayarannya, diakhiri dengan ditampilkannya struk pembayaran. Proses ini secara keseluruhan disajikan dalam *swimlane diagram* seperti terlihat pada Gambar 10.

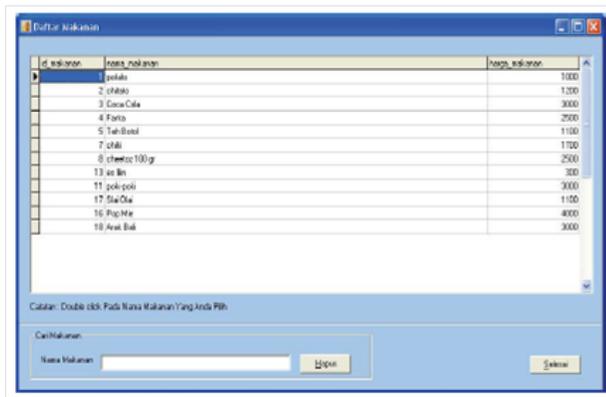
UJI COBA APLIKASI

Aplikasi yang dibangun tidak membutuhkan banyak perangkat keras, kecuali satu set komputer dengan pembaca kartu pintar yang dalam hal ini adalah ACR 38, yang dikeluarkan oleh produsen yang sama dengan produsen kartu pintar ACOS3. Diagram sederhana dari perangkat keras yang dibutuhkan dapat dilihat pada Gambar 11.

Sesuai dengan yang disajikan pada Gambar 10, segera setelah sistem siap digunakan, pengguna yang akan membeli makanan dan atau minuman menyisipkan kartu pintarnya ke pembaca kartu pintar. Sistem akan mengecek apakah kartu pintar yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan. Jika hasilnya ya, maka pengguna diminta untuk memasukkan nomor PIN yang telah diberikan pada saat pengguna mendaftar sebagai pengguna sistem ini. Sistem akan memverifikasi nomor PIN yang diberikan. Jika sistem berhasil memverifikasi nomor PIN yang diberikan, pada layar tampilan akan muncul daftar menu makanan dan atau minuman yang dapat dibeli (Gambar 12) [11]. Setelah pengguna selesai memilih makanan dan atau minumannya, pengguna melakukan konfirmasi pembayaran. Selanjutnya, sistem akan menampilkan suatu struk pembayaran pada layar tampilan (Gambar13) [11]. Dengan ditampilkannya struk pembayaran, satu siklus pem-



Gambar 11: Diagram sederhana rangkaian perangkat keras.



Gambar 12: Daftar menu makanan/minuman.

belian makanan dan atau minuman sudah selesai. Siklus berikutnya akan terjadi saat pembeli lain mulai melakukan transaksi.

SIMPULAN

Tulisan ini menyajikan salah satu pemanfaatan kartu pintar, yaitu penggunaan kartu pintar pada aplikasi sederhana untuk transaksi makanan dan atau minuman di kantin tanpa uang. Aplikasi ini didasarkan pada keberadaan kantin sekolah atau instansi yang dikenal dengan sebutan 'kantin kejujuran'. Aplikasi yang dikembangkan dapat dikatakan masih dalam tahap prototipe.

Aplikasi telah diuji coba secara simulatif, artinya belum diterapkan pada sebuah kantin. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa aplikasi telah berjalan dengan baik. Salah satu kekurangan terbesar dari aplikasi ini adalah belum tersedianya fasilitas untuk penambahan saldo langsung dari bank. Dengan demikian, selain uji coba langsung ke sebuah kantin sekolah, juga perlu dipikirkan untuk bekerja sama dengan bank. Dengan cara seperti ini, penambahan saldo juga dapat dilakukan dengan melalui ATM.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Yu, H., His, K., Kuo, P.: *Electronic payment systems: an analysis and comparison of types*. Technology in Society **24**(3) (2002) 331–347



Gambar 13: Struk pembayaran.

[2] Mcleroy, D., Turban, E.: *Using Smartcard in Electronic Commerce*. International Journal of Information Management **18**(1) (1998) 61–72

[3] Liu, S., Silverman, M.: *A Practical Guide to Biometric Security Technology*. IT Pro (2001) 27–32

[4] Lam, S., Toan, T.: *Land Transport Policy and Public Transport in Singapore*. Transportation **33**(2) (2006) 171–188

[5] Parayil, G., Yeo, T.: *More than electronic toll-booths: Singapore's electronic road pricing innovation*. Prometheus **23**(2) (2005) 209–226

[6] Li, Z., Gadh, R., Prabhu, B.: *Application of RFID Technology and Smart Parts in Manufacturing*. In: Proceedings of DETCS04: Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. (2004)

[7] Angeles, R.: *RFID Technologies: Supply Chain Applications and Implementation Issue*. Information System Management (2005) 51–65

[8] http://en.wikipedia.org/wiki/Smart_card

[9] ACS: *Smart Card Reference Manual, Version 2.2*. Advance Card System Limited, Hongkong (2006)

[10] W. Rankl and W. Effing: *Smart Card Handbook*. John Wiley & Sons, Chicester (2003)

[11] D.A.S. Wibowo: *Pengembangan Kantin Kejujuran Berbasis Smart Card*. Skripsi tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, UGM, Yogyakarta (2009)