

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PEMBAYARAN
JALAN TOL DENGAN SMART CARD DAN ENKRIPSI DENGAN ALGORITMA
IDEA DAN 3DES PADA PT. CITRA MARGA NUSAPHALA PERSADA

Oleh

Hendy Budianto 0400501112
Lilyawati Yohanes 0400502512
Novianto Wibowo Nugroho 0400500394

Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman, jumlah kendaraan bermotor di Jabotabek terus meningkat dengan pesat. Salah satu usaha pemerintah untuk mengatasinya adalah dengan membuat jalan tol, namun cara ini kurang efektif karena kemacetan masih terjadi akibat antrian yang panjang pada gerbang tol. Oleh sebab itu, penulis berusaha mencari solusi untuk membuat sistem baru yaitu dengan penggunaan *smart card*. Penggunaan *smart card* yang memiliki tingkat integritas, reliabilitas, dan keamanan yang tinggi diharapkan dapat dijadikan solusi untuk memecahkan semua masalah tersebut. Dalam penggunaan *smart card* ini, juga diperhatikan proses enkripsi pada penyimpanan data tersebut. Proses enkripsi ini bertujuan agar data yang tersimpan dalam *smart card* tersebut tidak dapat dimanipulasi oleh orang yang tidak bertanggung jawab. Sehingga dengan digunakannya sistem ini, selain dapat meminimalkan antrian dalam pembayaran tol, juga dapat menjaga data yang tersimpan dalam *smartcard* tersebut. Penulis membatasi ruang lingkupnya, yaitu data yang akan disimpan dalam *smart card* adalah nilai saldo, tanggal isi ulang, dan lokasi gerbang masuk tol untuk sistem tertutup. Semua data yang tersimpan dalam *smart card* tersebut akan dienkripsi. Aplikasi ini hanya digunakan untuk kartu pembayaran tol. Penulis tidak membahas masalah pengenalan golongan kendaraan. Sedangkan metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan menganalisis sistem yang sudah ada, menyebarkan kuesionare, dan merancang sistem yang baru.

Kata kunci : enkripsi, IDEA, DES, *smart card*, jalan tol.

PRAKATA

Pertama-tama kami mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir selama kurang lebih enam bulan ini dengan baik. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua kami dan juga kepada :

1. Ibu Widya selaku rektor Universitas Bina Nusantara
2. Bapak Ir. Sablin Yusuf, M.Sc., M.Comp.Sc. selaku Kepala Jurusan Teknik Informatika Universitas Bina Nusantara
3. Bapak Januar Wahjudi, S. Kom., MSc. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Informatika Universitas Bina Nusantara
4. Bapak Elidjen, S.Kom., MInfoCommTech. selaku dosen pembimbing
5. Bapak Haedir, Bapak Haris Wildan, dan Ibu Debby dari PT. CMNP
6. Kepada teman-teman serta kepada semua pihak yang telah membantu kami sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk gelar kesarjanaan pada jurusan Teknik Informatika jenjang pendidikan strata-1 di Universitas Bina Nusantara. Semoga dengan dibuatnya tugas akhir ini, dapat membantu para pengguna jalan tol, dan pihak pengelola jalan tol, terutama PT Citra Magra Nusaphala Persada dalam mengatasi masalah antrian di gerbang tol.

Penulis

Hendy Budianto

Lilyawati Yohanes

Novianto Wibowo Nugroho

DAFTAR ISI

Halaman judul luar	i
Halaman judul luar	ii
Halaman persetujuan <i>hardcover</i>	iii
Halaman pernyataan dewan penguji	iv
Halaman keterangan demo program	vii
Abstrak	viii
Prakata	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xvii
Daftar Gambar	xviii
Daftar Lampiran	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Metode Penelitian	4
1.4.1 Metode Analisis	4
1.4.2 Metode Perancangan	4
1.5 sistematika Penulisan	5
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1 <i>Smart Card</i>	5

2.1.1 Sejarah dan Penjelasan Smart Card Secara Umum	5
2.1.2 <i>Smart Card Reader/Writer</i>	9
2.1.2.1 <i>Smart Card Power Supply</i>	10
2.1.2.2 Pemilihan Kartu	10
2.1.2.3 Antar Muka <i>Microcontroller</i>	11
2.1.3 Standard ISO 7816	11
2.1.4 <i>Smart Card API</i>	14
2.1.4.1 <i>Interface Data Structure</i>	14
2.1.4.2 <i>Interface Function Prototype</i>	15
2.2 Kriptografi	16
2.2.1 Sejarah Kriptografi	17
2.2.2 Kriptografi <i>Secret – Key</i>	18
2.2.3 Prinsip Model <i>Block Cipher</i>	18
2.2.3.1 Kriteria Desain DES	19
2.2.3.2 Jumlah Putaran	20
2.2.3.3 <i>Design</i> dari Fungsi F	21
2.2.3.4 Algoritma Penjadwalan <i>Key</i>	23
2.2.4 DES (<i>Data Encryption Standard</i>)	23
2.2.4.1 Sejarah DES	24
2.2.4.2 Proses Enkripsi DES	25
2.2.4.3 Dekripsi DES	33
2.2.4.4 <i>The Avalanche Effect</i>	33
2.2.4.5 <i>Triple</i> DES (3DES)	34
2.2.5 IDEA (<i>International Data Encryption Algorithm</i>)	35

2.2.5.1	Sejarah IDEA	35
2.2.5.2	Enkripsi IDEA	35
2.2.5.3	Dekripsi IDEA	41
2.2.6	Fungsi <i>Hash</i>	41
2.2.6.1	MD5(<i>Message-Digest Algorithm</i>)	43
2.3	Rekayasa Perangkat Lunak	48
2.3.1	Rekayasa Perangkat Lunak Model <i>Incremental</i>	49
2.4	Normalisasi <i>Database</i>	50
BAB 3 ANALISIS DAN PERANCANGAN		
3.1	Riwayat Perusahaan	53
3.2	Struktur Organisasi	55
3.3	Sistem yang Sedang Berjalan	56
3.3.1	Penggolongan Jalan Tol Berdasarkan Tarif	56
3.3.2	Penggolongan Jalan Tol Berdasarkan Cara Pembayaran	57
3.3.3	Prosedur yang Dijalankan oleh CMNP	58
3.4	Diagram Aliran Data Sistem yang Sedang Berjalan	61
3.5	Permasalahan yang Dihadapi	63
3.6	Usulan Pemecahan Masalah	64
3.6.1	Diagram Aliran Data Sistem yang Diusulkan	71
3.6.2	Perancangan <i>Database</i>	80
3.6.2.1	Normalisasi	80
3.6.2.2	Spesifikasi <i>File</i>	82
3.6.3	Struktur Menu	85

3.6.3.1	Isi Ulang	85
3.6.3.2	Terminal Tol Terbuka	86
3.6.3.3	Pintu Masuk Terminal Tol Tertutup	86
3.6.3.4	Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	87
3.6.3.5	Pembuatan Kartu Tunai Terminal Tol Tertutup	87
3.6.3.6	Ekspor dan Pembuatan Laporan Transaksi Tol Sistem Terbuka	88
3.6.3.7	Ekspor dan Pembuatan Laporan Transaksi Tol Sistem Tertutup	88
3.6.3.8	Ekspor dan Pembuatan Laporan untuk Transaksi Isi Ulang dan Penerbitan Kartu	89
3.6.4	Perancangan Layar	89
3.6.4.1	Isi Ulang	89
3.6.4.2	Terminal Terbuka	92
3.6.4.3	Layar Pintu Masuk Terminal Tertutup	98
3.6.4.4	Pintu Keluar Terminal Tertutup	101
3.6.4.5	Pembuatan Kartu Tunai Terminal Tertutup	107
3.6.4.6	Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka	107
3.6.4.7	Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Tertutup	111
3.6.4.8	Ekspor Data Transaksi Isi Ulang dan Pembuatan Laporan untuk Penerbitan dan Isi Ulang Kartu	116
3.6.5	<i>State Transition Diagram (STD)</i> Sistem yang Diusulkan	121

3.6.6 Algoritma Enkripsi yang Digunakan pada Sistem yang Diusulkan	129
3.6.7 Metode <i>Hassing</i> pada Sistem yang Diusulkan	131
3.6.8 Spesifikasi Proses	132
3.6.8.1 <i>Pseudocode</i> Isi Ulang Kartu	132
3.6.8.2 <i>Pseudocode</i> Terminal Tol Terbuka	143
3.6.8.3 <i>Pseudocode</i> Pintu Masuk Terminal Tol Tertutup	161
3.6.8.4 <i>Pseudocode</i> Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	170
3.6.8.5 <i>Pseudocode</i> Pembuatan Kartu Tunai Terminal Tertutup	189
3.6.8.6 <i>Pseudocode</i> Class 3DES	190
3.6.8.7 <i>Pseudocode</i> Class IDEA	194
3.6.8.8 <i>Pseudocode</i> Class SBox	204
3.6.8.9 <i>Pseudocode</i> Laporan Terminal Terbuka	207
3.6.8.10 <i>Pseudocode</i> Laporan Terminal Tertutup	208
3.6.8.11 <i>Pseudocode</i> Laporan IsiUlang Kartu	210
3.6.8.12 <i>Pseudocode</i> Laporan Penerbitan Kartu	211

BAB 4 IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

4.1 Implementasi	213
4.1.1 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras	213
4.1.1.1 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras yang Digunakan dalam Mengembangkan Sistem	213

4.1.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras yang Digunakan dalam Mengevaluasi Sistem	213
4.1.1.3 Spesifikasi Perangkat Lunak dan Perangkat Keras Minimum untuk Menjalankan Sistem	214
4.1.1.3.1 Untuk Komputer pada Gardu Tol	214
4.1.1.3.2 Untuk Komputer pada Tempat Isi Ulang	214
4.1.1.3.3 Untuk Komputer pada Pusat <i>Database</i>	215
4.1.1.3.4 Untuk Komputer pada <i>Client Database</i>	215
4.1.2 Fitur dan Spesifikasi Teknis <i>Smart Card</i>	215
4.1.2.1 Fitur Standar ACR30 <i>reader</i>	215
4.1.2.2 Spesifikasi Teknis	216
4.1.3 Skema Perangkat Keras Sistem yang Diusulkan	217
4.1.4 Rencana Implementasi Sistem yang Baru	219
4.1.4.1 Cara Memperoleh Kartu	219
4.1.4.2 Cara Transaksi dengan Sistem Baru	220
4.1.4.3 Proses Isi Ulang Jumlah Saldo yang Ada di Kartu	222
4.1.4.4 Pemindahan Data Transaksi dan Pembuatan Laporan	223
4.1.5 Perkiraan Biaya	224
4.1.6 Cara Pengoperasian Program	226
4.1.6.1 Cara Pengoperasian Program Isi Ulang	226
4.1.6.2 Cara Pengoperasian Program Terminal Tol Sistem Terbuka	232
4.1.6.3 Cara Pengoperasian Program Pintu Masuk Terminal Tol Sistem Tertutup	241
4.1.6.4 Cara Pengoperasian Program Terminal Pintu Keluar	

Terminal Tol Sistem Tertutup	248
4.1.6.5 Cara Pengoperasian Program Pembuatan Kartu Tunai	
Terminal Tol Sistem Tertutup	256
4.1.6.6 Cara Pengoperasian Program Pengumpulan Transaksi dan	
Pembuatan Laporan Terminal Tol Sistem Terbuka	257
4.1.6.7 Cara Pengoperasian Program Pengumpulan Transaksi dan	
Pembuatan Laporan Terminal Tol Sistem Tertutup	265
4.1.6.8 Cara Pengoperasian Program Pengumpulan Transaksi Isi	
Ulang dan Laporan untuk Isi Ulang dan Penerbitan Kartu	275
4.2 Evaluasi	285
4.2.1 Evaluasi Waktu Transaksi	285
4.2.2 Evaluasi Keamanan Data dalam <i>Smart Card</i>	290
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	292
5.2 Saran	292
DAFTAR PUSTAKA	xxx
RIWAYAT HIDUP	xxxı
LAMPIRAN	
FOTOCOPY SURAT SURVEI	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Protokol <i>Smart Card</i>	8
Tabel 2.2 Fungsi kontak pada <i>smart card</i>	12
Tabel 2.3 Format pertukaran data menggunakan APDU	15
Tabel 2.4 Parameter Fungsi AC_Open	16
Tabel 2.5 Permutasi untuk DES	27
Tabel 2.6 <i>Initial Permutation</i> DES	28
Tabel 2.7. S-Box untuk DES	31
Tabel 2.8 Tabel Permutasi DES	32
Tabel 2.9 Tabel T pada MD5	46
Tabel 2.10 Fungsi primitif dalam MD5	47
Tabel 3.1 Spesifikasi Tabel Daftar Kartu	82
Tabel 3.2 Spesifikasi Tabel Transaksi Isi Ulang	82
Tabel 3.3 Spesifikasi Tabel Daftar Gerbang Masuk	82
Tabel 3.4 Spesifikasi Tabel Daftar Gerbang Keluar	83
Tabel 3.5 Spesifikasi Tabel Transaksi Terminal Terbuka	83
Tabel 3.6 Spesifikasi Tabel Transaksi Terminal Tertutup	83
Tabel 3.7 Spesifikasi Tabel Tarif Tol	84
Tabel 3.8 Spesifikasi File XML Transaksi Terminal Terbuka	84
Tabel 3.9 Spesifikasi File XML Transaksi Terminal Tertutup	85
Tabel 4.1 Waktu yang dibutuhkan pada transaksi gerbang tol sistem terbuka	286
Tabel 4.2 Waktu yang dibutuhkan pada transaksi pintu masuk sistem tertutup	288
Tabel 4.3 Waktu yang dibutuhkan pada transaksi pintu keluar sistem tertutup	289

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kontak Elektrik <i>Smart Card</i>	7
Gambar 2.2 Format Instruksi T=0	9
Gambar 2.3 Enkripsi DES	25
Gambar 2.4 Detil dari setiap putaran DES	29
Gambar 2.5 Implementasi SBox pada DES	30
Gambar 2.6 Proses <i>Triple DES</i>	34
Gambar 2.7 Struktur <i>Multiplication /Addition (MA)</i>	37
Gambar 2.8 Proses Enkripsi IDEA	38
Gambar 2.9 Detil dari setiap iterasi IDEA	39
Gambar 2.10 Proses MD5 dari sebuah blok 512 bit	45
Gambar 2.11 Operasi dasar MD5	47
Gambar 2.12 Proses Pengembangan Perangkat Lunak Model <i>Incremental</i>	49
Gambar 3.1 Struktur Organisasi	55
Gambar 3.2 Diagram Konteks (<i>Level 0</i>) Sistem yang Sedang Berjalan	61
Gambar 3.3 Diagram 0 (<i>Level 1</i>) Sistem yang Sedang Berjalan	61
Gambar 3.4 Diagram Rinci (<i>Level 2</i>) Proses 1.0 Sistem yang Sedang Berjalan	62
Gambar 3.5 Diagram Rinci (<i>Level 2</i>) Proses 2.0 Sistem yang Sedang Berjalan	62
Gambar 3.6 Diagram Rinci (<i>Level 0</i>) Proses 3.0 Sistem yang Sedang Berjalan	63
Gambar 3.7 Diagram Frekuensi Menggunakan Jalan Tol Setiap Bulan	66
Gambar 3.8 Diagram Biaya untuk Jalan Tol Setiap Bulan	67
Gambar 3.9 Diagram Pengetahuan tentang Adanya Karcis Langganan Tol	67

Gambar 3.10 Diagram Kebiasaan Membeli Karcis Langganan Tol	68
Gambar 3.11 Diagram Ketertarikan Membeli Kartu Langganan Tol Prabayar	69
Gambar 3.12 Diagram Besar Saldo Kartu yang Disukai	70
Gambar 3.13 Diagram Konteks (<i>Level 0</i>) Sistem yang Diusulkan	71
Gambar 3.14 Diagram 0 (<i>Level 1</i>) Sistem yang Diusulkan	72
Gambar 3.15 Diagram Rinci (<i>Level 2</i>) Proses 1.0 Sistem yang Diusulkan	73
Gambar 3.16 Diagram Rinci (<i>Level 2</i>) Proses 2.0 Sistem yang Diusulkan	73
Gambar 3.17 Diagram Rinci (<i>Level 2</i>) Proses 4.0 Sistem yang Diusulkan	74
Gambar 3.18 Diagram Rinci (<i>Level 2</i>) Proses 5.0 Sistem yang Diusulkan	75
Gambar 3.19 Diagram Rinci (<i>Level 3</i>) Proses 1.1 Sistem yang Diusulkan	76
Gambar 3.20 Diagram Rinci (<i>Level 3</i>) Proses 1.3 Sistem yang Diusulkan	76
Gambar 3.21 Diagram Rinci (<i>Level 3</i>) Proses 4.1 Sistem yang Diusulkan	77
Gambar 3.22 Diagram Rinci (<i>Level 3</i>) Proses 5.1 Sistem yang Diusulkan	77
Gambar 3.23 Diagram Rinci (<i>Level 4</i>) Proses 1.1.2 Sistem yang Diusulkan	78
Gambar 3.24 Diagram Rinci (<i>Level 4</i>) Proses 1.1.5 Sistem yang Diusulkan	78
Gambar 3.25 Diagram Rinci (<i>Level 4</i>) Proses 5.1.4 Sistem yang Diusulkan	79
Gambar 3.26 Diagram Rinci (<i>Level 4</i>) Proses 5.1.5 Sistem yang Diusulkan	79
Gambar 3.27 Struktur Menu Isi Ulang	85
Gambar 3.28 Struktur Menu Pintu Tol Sistem Terbuka	86
Gambar 3.29 Struktur Menu Pintu Masuk Tol Sistem Tertutup	86
Gambar 3.30 Struktur Menu Pintu Keluar Tol Sistem Tertutup	87
Gambar 3.31 Struktur Menu Pembuatan Kartu Tunai Tol Sistem Tertutup	87
Gambar 3.32 Struktur Menu Ekspor dan Pembuatan Laporan Transaksi Tol Sistem Terbuka	88

Gambar 3.33 Struktur Menu Ekspor dan Pembuatan Laporan Transaksi Tol Sistem Tertutup	88
Gambar 3.34 Struktur Menu Ekspor Transaksi Isi Ulang dan Pembuatan Laporan untuk Transaksi Isi Ulang dan Penerbitan Kartu	89
Gambar 3.35 Rancangan Layar Isi Ulang - Login	89
Gambar 3.36 Rancangan Layar Isi Ulang - Menu Administrator	90
Gambar 3.37 Rancangan Layar Isi Ulang - Pengguna Sistem -- Daftar Pengguna	90
Gambar 3.38 Rancangan Layar Isi Ulang - Pengguna Sistem – Tambah Pengguna	91
Gambar 3.39 Rancangan Layar Isi Ulang - Pengguna Sistem–Merubah Kata Kunci	91
Gambar 3.40 Rancangan Layar Isi Ulang - Transaksi	92
Gambar 3.41 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Login	92
Gambar 3.42 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Pilih Lokasi Gerbang Tol	93
Gambar 3.43 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Menu Administrator	93
Gambar 3.44 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Menu Kepala <i>Shift</i>	94
Gambar 3.45 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Pengguna Sistem – Daftar Pengguna	94
Gambar 3.46 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Pengguna Sistem – Tambah Pengguna	95
Gambar 3.47 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Pengguna-Merubah Kata Kunci	95
Gambar 3.48 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Pemindahan Transaksi	96
Gambar 3.49 Rancangan Layar Sistem Terbuka - Transaksi	97
Gambar 3.50 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Login	98
Gambar 3.51 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Pilih Lokasi Gerbang Tol	98

Gambar 3.52 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Menu Administrator	99
Gambar 3.53 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Pegguna Sistem – Daftar Pegguna	99
Gambar 3.54 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Pegguna Sistem – Tambah Pegguna	100
Gambar 3.55 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Pegguna Sistem – Merubah Kata Kunci	100
Gambar 3.56 Rancangan Layar Pintu Masuk Sistem Tertutup – Transaksi	101
Gambar 3.57 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Login	101
Gambar 3.58 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Pilih Lokasi Gerbang Tol	102
Gambar 3.59 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Menu Administrator	102
Gambar 3.60 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup - Menu Kepala <i>Shift</i>	103
Gambar 3.61 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Pegguna Sistem – Daftar Pegguna	103
Gambar 3.62 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Pegguna Sistem – Tambah Pegguna	104
Gambar 3.63 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Pegguna Sistem – Merubah Kata Kunci	104
Gambar 3.64 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Pemindahan Transaksi	105
Gambar 3.65 Rancangan Layar Pintu Keluar Sistem Tertutup – Transaksi	106

Gambar 3.66 Rancangan Layar Pembuatan Kartu Tunai Sistem Tertutup	107
Gambar 3.67 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Login	107
Gambar 3.68 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Menu Administrator	108
Gambar 3.69 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Pengguna Sistem - Daftar Pengguna Database	108
Gambar 3.70 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Pengguna Sistem-Tambah Pengguna Database	109
Gambar 3.71 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Pengguna Sistem - Rubah Kata Kunci Database	109
Gambar 3.72 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Menu Ekspor dan Laporan	110
Gambar 3.73 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Ekspor Transaksi	110
Gambar 3.74 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Terbuka - Pembuatan Laporan	111
Gambar 3.75 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Tertutup – Login	111
Gambar 3.76 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Tertutup - Menu Administrator	112
Gambar 3.77 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan Tol Sistem Tertutup - Pengguna Sistem – Daftar Pengguna Database	112

Gambar 3.90 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi Isi Ulang Kartu dan Pembuatan Laporan untuk Penerbitan dan Isi Ulang Kartu-Pembuatan Laporan Isi Ulang	120
Gambar 3.91 Rancangan Layar Ekspor Data Transaksi Isi Ulang Kartu dan Pembuatan Laporan untuk Penerbitan dan Isi Ulang Kartu-Pembuatan Laporan Penerbitan Kartu	120
Gambar 3.92 STD Menu Pengguna Gardu Tol	121
Gambar 3.93 STD Menu Pemindahan Transaksi	121
Gambar 3.94 STD Transaksi Isi Ulang Kartu	122
Gambar 3.95 STD Penerbitan <i>Smart Card</i> Baru	123
Gambar 3.96 STD Transaksi Tol Sistem Terbuka	124
Gambar 3.97 STD Transaksi Pintu Masuk Tol Sistem Tertutup	125
Gambar 3.98 STD Transaksi pada Pintu Keluar Tol Sistem Tertutup	126
Gambar 3.99 STD Pembuatan Kartu Tol Tunai Sistem Tertutup	127
Gambar 3.100 STD Ekspor Data Transaksi Isi Ulang Kartu dan Pembuatan Laporan untuk Penerbitan dan Isi Ulang Kartu	127
Gambar 3.101 STD Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan untuk Sistem Terbuka	128
Gambar 3.102 STD Ekspor Data Transaksi dan Pembuatan Laporan untuk Sistem Tertutup	129
Gambar 3.103 Kombinasi Algoritma Enkripsi IDEA dan DES	130
Gambar 3.104 <i>Unique Id Generator</i>	131
Gambar 4.1 Skema Perangkat Keras Terminal Tol Sistem Terbuka	217
Gambar 4.2 Skema Perangkat Keras Terminal Tol Sistem Tertutup	217
Gambar 4.3 Skema Perangkat Keras Terminal Penerbitan Kartu dan Isi Ulang	218

Gambar 4.4 Skema Perangkat Keras untuk Ekspor <i>File</i> Transaksi dan Pembuatan Laporan	218
Gambar 4.5 Layar <i>Login</i> Isi Ulang	226
Gambar 4.6 Layar Administrator Isi Ulang	227
Gambar 4.7 Menu Daftar Pengguna Isi Ulang	228
Gambar 4.8 Menu Tambah Pengguna Isi Ulang	229
Gambar 4.9 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Isi Ulang	230
Gambar 4.10 Layar Transaksi Isi Ulang	231
Gambar 4.11 Layar <i>Login</i> Terminal Tol Terbuka	232
Gambar 4.12 Layar Pilih Lokasi Gerbang dan Nomor Gardu	232
Gambar 4.13 Layar Administrator Tol Sistem Terbuka	233
Gambar 4.14 Layar Kepala <i>Shift</i> Tol Sistem Terbuka	234
Gambar 4.15 Layar Pengguna Gardu Tol Terbuka	235
Gambar 4.16 Menu Tambah Pengguna Gardu Tol Terbuka	236
Gambar 4.17 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Gardu Tol Terbuka	237
Gambar 4.18 Layar Transaksi Tol Terbuka	238
Gambar 4.19 Layar Pemindahan Transaksi Tol Terbuka	240
Gambar 4.20 Layar <i>Login</i> Pintu Masuk Terminal Tol Tertutup	241
Gambar 4.21 Layar Pilih Lokasi Pintu Masuk	242
Gambar 4.22 Layar Administrator Pintu Masuk Jalan Tol Sistem Tertutup	243
Gambar 4.23 Layar Pengguna Gardu Pintu Masuk Terminal Tol Tertutup	244
Gambar 4.24 Menu Tambah Pengguna Pintu Masuk Terminal Tol Tertutup	245
Gambar 4.25 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Pintu Masuk Terminal Tol Tertutup	246

Gambar 4.26 Layar Transaksi Pintu Masuk Tol Tertutup	247
Gambar 4.27 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	248
Gambar 4.28 Layar Lokasi Gerbang dan Nomor Gardu Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	248
Gambar 4.29 Layar Administrator Pintu Keluar Jalan Tol Sistem Tertutup	249
Gambar 4.30 Layar Kepala <i>Shift</i> Pintu Keluar Jalan Tol Sistem Tertutup	250
Gambar 4.31 Layar Pengguna Gardu Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	251
Gambar 4.32 Menu Tambah Pengguna Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	252
Gambar 4.33 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	253
Gambar 4.34 Layar Transaksi Pintu Keluar Terminal Tol Tertutup	254
Gambar 4.35 Layar Pemindahan Transaksi Pintu Keluar Terminal Tertutup	255
Gambar 4.36 Layar Pembuatan Kartu Tol Tunai Terminal Tertutup	256
Gambar 4.37 Layar <i>Login Database</i> Pengoperasian Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Terbuka	257
Gambar 4.38 Layar Administrator Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Terbuka	258
Gambar 4.39 Menu Daftar Pengguna Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Terbuka	259
Gambar 4.40 Menu Tambah Pengguna Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Terbuka	260
Gambar 4.41 Menu Merubah Kata Kunci Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Terbuka	261

Gambar 4.42 Menu Ekspor dan Laporan Laporan Terminal Tol Terbuka	262
Gambar 4.43 Layar Ekspor Transaksi Terminal Tol Terbuka	263
Gambar 4.44 Layar Pilihan Terminal Tol Terbuka	264
Gambar 4.45 Layar Tampilan Pencetakan Laporan Terminal Tol Terbuka	265
Gambar 4.46 Layar <i>Login</i> Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Tertutup	266
Gambar 4.47 Layar Administrator Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Tertutup	267
Gambar 4.48 Menu Daftar Pengguna Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Tertutup	268
Gambar 4.49 Menu Tambah Pengguna Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Tertutup	269
Gambar 4.50 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Program Pengumpulan Transaksi dan Pembuatan Laporan Terminal Tol Tertutup	270
Gambar 4.51 Menu Ekspor dan Laporan Laporan Terminal Tol Tertutup	271
Gambar 4.52 Layar Ekspor Transaksi Terminal Tol Tertutup	272
Gambar 4.53 Layar Pilihan Laporan Terminal Tol Tertutup	273
Gambar 4.54 Layar Tampilan Pencetakan Terminal Tol Tertutup	274
Gambar 4.55 Layar <i>Login</i> Program Pengumpulan Transaksi Isi Ulang dan Laporan untuk Isi Ulang Kartu dan Penerbitan Kartu	275
Gambar 4.56 Layar Administrator Program Pengumpulan Transaksi Isi Ulang dan Laporan untuk Isi Ulang Kartu dan Penerbitan Kartu	276
Gambar 4.57 Menu Daftar Pengguna Program Pengumpulan Transaksi Isi Ulang dan Laporan untuk Isi Ulang Kartu dan Penerbitan Kartu	277

Gambar 4.58 Menu Tambah Pengguna Program Pengumpulan Transaksi	
Isi Ulang dan Laporan untuk Isi Ulang Kartu dan Penerbitan Kartu	278
Gambar 4.59 Menu Merubah Kata Kunci Pengguna Program Pengumpulan	
Transaksi Isi Ulang dan Laporan untuk Isi Ulang Kartu dan	
Penerbitan Kartu	279
Gambar 4.60 Menu Ekspor dan Laporan untuk Isi Ulang Kartu dan	
Penerbitan Kartu	280
Gambar 4.61 Layar Ekspor Data Transaksi Isi Ulang	281
Gambar 4.62 Layar Pilihan untuk Laporan Penerbitan Kartu	282
Gambar 4.63 Layar Tampilan Pencetakan Laporan Penerbitan Kartu	283
Gambar 4.64 Layar Pilihan untuk Laporan Isi Ulang Kartu	284
Gambar 4.65 Layar Tampilan Pencetakan Laporan Penerbitan Kartu	285

DAFTAR LAMPIRAN

Kuesioner	L1
Data Hasil Kuesioner	L3
Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2001	L4