

**NASKAH PUBLIKASI
PROYEK TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN APLIKASI BUKU TAMU
MENGUNAKAN METODE FORWARD ERROR
CORRECTION DENGAN KODE HAMMING UNTUK QR
CODE BERBASIS SMARTPHONE**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Mencapai derajat Sarjana S-1 Program Studi Informatika

Disusun oleh:
FIBBRI ARIF NUR HENDARTO
3105111380

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN ELEKTRO
UNIVERSITAS TEKNOLOGI YOGYAKARTA
2018**

NASKAH PUBLIKASI

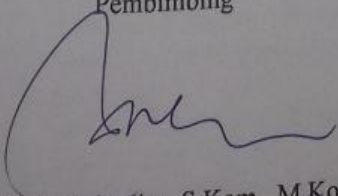
**RANCANG BANGUN APLIKASI BUKU TAMU
MENGUNAKAN METODE FORWARD ERROR
CORRECTION DENGAN KODE HAMMING UNTUK QR
CODE BERBASIS SMARTPHONE**

Disusun oleh:
FIBBRI ARIF NUR HENDARTO
3105111380



Telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing


Yuli Asriningtias, S.Kom., M.Kom

Tanggal : 23/08/2018

RANCANG BANGUN APLIKASI BUKU TAMU MENGUNAKAN METODE FORWARD ERROR CORRECTION DENGAN KODE HAMMING UNTUK QR CODE BERBASIS SMARTPHONE

FIBBRI ARIF NUR HENDARTO

Program Studi Informatika, Fakultas Informasi dan Elektro

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Ringroad Utara Jombor Sleman Yogyakarta

E-mail : fanhjemblong@gmail.com

ABSTRAK

Kode QR adalah suatu jenis kode matriks atau kode batang dua dimensi agar dapat membaca QR Code diperlukan sebuah pembaca atau pemindai berupa software yaitu QR Code Reader atau QR code Scanner yang harus diinstal pada perangkat telepon mobile. QR merupakan singkatan dari quick response atau respons cepat, yang sesuai dengan tujuannya adalah untuk menyampaikan informasi dengan cepat dan mendapatkan respons yang cepat pula.. Berkembangnya teknologi dan kebutuhan manusia semakin meningkat dapat dimanfaatkan untuk menciptakan suatu teknologi yang mampu meningkatkan keakuratan data. Dalam hal ini lebih tepatnya untuk pencatatan buku tamu undangan yang dimana awalnya hanya secara manual, maka dari itu dibutuhkan aplikasi untuk mencatat dan menampilkan informasi tamu yang hadir. Sehingga tuan rumah dan tamu mendapatkan kemudahan dalam menggunakan buku tamu tersebut. Menurut hasil survei dari Gartner, sebuah perusahaan riset dan konsultan Teknologi Informasi (TI) ternama, terlihat adanya peningkatan pangsa pasar smartphone lebih dari 700 % dalam tahun 2010 yang memiliki nominal smartphone terjual sebanyak 67.224.500. Hal ini menunjukkan besarnya potensi smartphone di masa depan.

Kata Kunci : Aplikasi Buku Tamu, Qr Code, SQLyog.

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi dan kebutuhan manusia semakin meningkat dapat dimanfaatkan untuk menciptakan suatu teknologi yang mampu meningkatkan keakuratan data. Dalam hal ini lebih tepatnya untuk pencatatan buku tamu

undangan yang dimana awalnya hanya secara manual, maka dari itu dibutuhkan aplikasi untuk mencatat dan menampilkan informasi tamu yang hadir. Sehingga tuan rumah dan tamu mendapatkan kemudahan dalam menggunakan buku tamu tersebut.

Menurut hasil survei dari Gartner, sebuah perusahaan riset dan konsultan Teknologi Informasi (TI) ternama, terlihat adanya peningkatan pangsa pasar *smartphone* lebih dari 700 % dalam tahun 2010 yang memiliki nominal *smartphone* terjual sebanyak 67.224.500. Hal ini menunjukkan besarnya potensi *smartphone* di masa depan.

Kode QR adalah suatu jenis kode matriks atau kode batang dua dimensi agar dapat membaca *QR Code* diperlukan sebuah pembaca atau pemindai berupa software yaitu *QR Code Reader* atau *QR code Scanner* yang harus diinstal pada perangkat *telepon mobile*. QR merupakan singkatan dari *quick response* atau respons cepat, yang sesuai dengan tujuannya adalah untuk menyampaikan informasi dengan cepat dan mendapatkan respons yang cepat pula.

Penulis akan memberikan solusi bagaimana mempercepat pencatatan dan menampilkan data tamu yang hadir. Dan berdasarkan hal tersebut penulis akan mengangkat judul “Rancang Bangun Aplikasi Buku Tamu Menggunakan Metode Forward Error Correction Dengan Kode Hamming Untuk QR Code Berbasis Smartphone”.

2. KAJIAN PUSTAKA DAN TEORI

2.1 Kajian Hasil Penelitian

Dengan melihat dari beberapa penelitian dan penulisan laporan terdahulu sebagai sumber referensi sekaligus acuan oleh penulis dalam menyelesaikan Proyek Tugas Akhir ini, penulis menggunakan penelitian yang telah dilakukan, antara lain sebagai berikut:

Penelitian ini, penulis mengambil tinjauan pustaka dari penelitian yang dilakukan oleh Fuad Hasan (2015) tentang “Pemanfaatan QR Code Scanner Untuk Menampilkan Data Koleksi Pameran Musium Negeri Sonobudoyo Berbasis Android”. Selanjutnya penulis mengambil tinjauan putaka dari penelitian yang dilakukan oleh Dedi Juliana Hariadi (2015) tentang “Materi Input Dan Output Pada Kode Hamming”.

Serta Penulis mengambil tinjauan dari penelitian yang dilakukan oleh Adhitya Bhawiyuga (2017) tentang “Analisis Perfoma Mekanisme Error Recovery Menggunakan Automatic Repeat Request (ARQ) Dan Forward Error Correction (FEC) Pada Multi Receiver File Transfer”.

Penulis juga mengambil tinjauan pada penelitian yang dilakukan oleh Eko Fuji Setiawan (2014) tentang “ Simulasi Kode Hamming, Kode BCH, Kode Reed Solomon Untuk Optimalisasi Forward Error Correction”.

Dalam penulisan ini Penulis juga mengambil tinjauan pustaka dari

penelitian Devid Mita Erawan (2014) yang berjudul “Perancangan Sistem Parkir Dengan Kartu Barcode Berbasis Microkontroller ATmega16”. Selanjutnya yang dijadikan tinjauan pustaka oleh penulis adalah penelitian dari G. E. Guna (2014). “Pembangunan Aplikasi Web Pemesanan Makanan Menggunakan QR Code”.

Penelitian dari Wina Sri Agustina (2017) tentang “Penerapan Teknik Labeling QR Code Berbasis Internet Pada Sistem Informasi Manajemen Aset RSUD R.Syamsudin Sukabumi”. Pada penelitian yang dilakukan oleh Arif Setya Nugraha (2018) “Sistem Informasi Manajemen Presensi Kehadiran Menggunakan QR Code Berbasis Web dan SMS Getway Di SMK Muhammadiyah 2 Sukoharjo”. Berdasarkan penelitian diatas dalam Proyek Tugas Akhir ini akan dibuat “Rancang Bangun Aplikasi Buku Tamu Menggunakan Metode Forward Error Correction Dengan Kode Hamming Untuk QR Code Berbasis Smartphone”.

Perbedaan antara penelitian yang dilakukan penulis dengan tinjauan pustaka yang disebutkan diatas adalah penggunaan aplikasi lebih mudah diakses disegala smartphone yang ada tidak hanya terpaku pada android. Sedangkan keluaran dari aplikasi ini berupa sebuah informasi mengenai laporan data tamu seperti data nama tamu,

data alamat tamu, tanggal dan jam tamu hadir.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Dan Cara Kerja QR Code

2.2.2.1 Pengertian QR Code

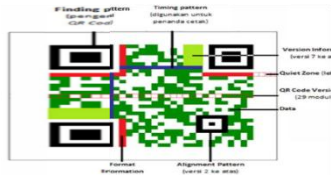
Quick Response Code atau yang sering disingkat dengan QR Code merupakan sebuah barcode dua dimensi yang diperkenalkan oleh Perusahaan Jepang Denso Wave pada tahun 1994. Jenis barcode ini awalnya digunakan untuk melacak persediaan di bagian manufaktur kendaraan dan sekarang sudah digunakan dalam berbagai industri perdagangan dan jasa. Pada dasarnya bahwa QR Code dikembangkan sebagai suatu kode yang memungkinkan isinya untuk dapat diterjemahkan dengan kecepatan tinggi (Rouillard, 2008). QR Code terdiri dari sebuah untaian kotak persegi yang disusun dalam suatu pola persegi yang lebih besar, yang disebut sebagai modul. Semua QR Code memiliki bentuk persegi dan mencakup tiga garis persegi dibagian bawah – kiri, atas – kanan. Garis persegi menentukan orientasi kode. Titik–titik dalam kode QR mengandung format dan informasi versi serta konten itu sendiri. Kode QR juga mencakup koreksi kesalahan tingkat tertentu. Gambar 2.1.1 berikut ini, menunjukkan gambaran dari sebuah QR Code.



Gambar 2.1 QR Code.

2.2.2.2 Struktur QR Kode

QR Code memiliki bagian-bagian struktur yang akan penulis jelaskan pada gambar 2.1.2 dibawah ini :



Gambar 2.2 Struktur QR Code.

Berikut ini merupakan penjelasan dari istilah-istilah yang berkenaan dengan gambar QR Code di atas :

1. *Finding Pattern* merupakan pola untuk mendeteksi posisi dari QR Code.
2. *Timing pattern* merupakan pola yang digunakan untuk identifikasi koordinat pusat dari QR Code, dibuat dalam bentuk modul hitam putih bergantian.
3. *Version Information* merupakan Versi dari sebuah QR Code, versi terkecil adalah 1 (21 x 21) modul dan versi terbesar adalah 40 (177 x 177) modul.
4. *Quiet Zone* merupakan daerah kosong dibagian terluar QR Code yang mempermudah mengenali pengenal QR oleh sensor CCD.
5. *QR Code version* merupakan versi QR Code. Pada contoh gambar, versi yang digunakan adalah versi 3 (29 x 29 modul).
6. *Data* merupakan daerah tempat data tersimpan atau data dikodekan.
7. *Alignment Pattern* merupakan pola yang

digunakan untuk memperbaiki penyimpangan QR Code terutama distorsi non linier.

8. *Format information* merupakan informasi tentang *error correction level* dan *mask pattern*.

2.2.2.3 Mode Inputan Data Untuk QR Code

Mode inputan data yang dikenali oleh QR Code ada beberapa macam, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Mode ECI (Extended Channel Interpretation)*.
Mode ini membolehkan kita untuk mengkodekan sekumpulan karakter, yang bukan termasuk karakter umum (alfabet), misalnya huruf arab, huruf sirilik Serbia, Yunani, dan Ibrani.
2. *Mode Numerik*.
Mode numerik akan mengkodekan data desimal dari angka 0 sampai 9 (ASCII : 30hex-39hex) dengan kepadatan pengkodean 3 karakter, untuk setiap 10 bit biner.
3. *Mode Alfanumerik*.
Mode alfanumerik memiliki jumlah 45 karakter, yaitu sebanyak 10 digit yang dimulai dari angka 0 sampai 9 (ASCII : 30hex-39hex), karakter alfabet A sampai Z (ASCII : 41hex-5Ahex) dan 9 karakter simbol (spasi, \$, %, *, +, -, ., /, :) dengan pengkodean untuk ASCII (20hex, 24hex, 2Ahex, 2Bhex, 2Dhex, 2Ehex 2Fhex, dan 3Ahex). Kepadatan

pengkodean adalah 2 karakter untuk setiap 11 bit biner.

4. *Mode* 8 bit.
Mode ini menangani 8 bit bahasa latin dan karakter kana jepang, serta telah distandarisasi dalam bentuk JIS (*Japanese Industrial Standards*) X021, dalam ASCII dimulai dari 00hex - FFhex. Pada *mode* ini, kepadatan datanya adalah 8 bit untuk setiap karakter.
5. *Mode* huruf kanji.
Mode ini menangani karakter kanji Jepang berdasarkan JIS X 0201 dan *mode* kepadatannya adalah setiap 2 bit karakter kanji, ditampung dalam 13 bit biner.

2.2.2.4 Manfaat QR Code

Beberapa manfaat yang terdapat pada QR Code menurut Denso (2011) antara lain :

1. Kapasitas tinggi dalam menyimpan data. Sebuah QR Code tunggal dapat menyimpan data sampai 7.089 angka.
2. Ukuran yang kecil. Sebuah QR Code dapat menyimpan jumlah data yang sama dengan barcode 1D dan tidak memerlukan ruang besar.
3. Mengoreksi kesalahan. Tergantung pada tingkat koreksi kesalahan yang dipilih, data pada QR Code yang kotor atau rusak sampai 30% dapat diterjemahkan dengan baik.
4. Banyak jenis data. QR Code dapat menangani angka,

abjad, simbol, karakter bahasa Jepang, Cina atau Korea dan data biner.

5. Kompensasi distorsi. Qr Code tetap dapat dibaca pada permukaan melengkung atau terdistorsi.
6. Kemampuan menghubungkan. Sebuah QR Code dapat dibagi hingga 16 simbol yang lebih kecil agar sesuai dengan ruang.. symbol – symbol kecil yang dibaca sebagai kode tunggal apabila di scan menurut urutan

2.2.2.5 Macam - Macam QR Code

- a. QR Code model 1 dan model 2
 1. QR Code model 1
Model 1 adalah QR Code asli, dapat menampung 1.167 angka dengan versi maksimum 14 (73x73 modul) (*qrcode.com, 2013*).



QR Code Model 1

Gambar 2.3 Contoh QR Code Model 1.

2. QR Code model 2
Qr Code Model 2 adalah penyempurnaan dari model 1 dengan versi terbesar 40 (177x177 modules), yang mampu menyimpan sampai 7.089 angka (*qrcode.com, 2013*).

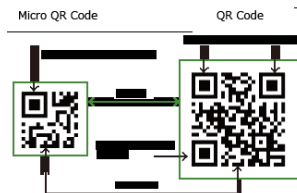


QR Code Model 2

Gambar 2.4 Contoh QR Code Model 2

b. Micro QR Code

Versi terbesar dari kode ini adalah M4 (17x17 modul) yang dapat menyimpan hingga 35 angka. Fitur utama dari Micro QR Code adalah hanya memiliki satu pola deteksi posisi, dibandingkan dengan regular QR Code yang memerlukan sejumlah tempat karena pola deteksi posisi yang terletak di tiga sudut simbol. QR Code biasa membutuhkan setidaknya empat modul yang lebar di sekitar simbol, sedangkan Micro QR Code hanya membutuhkan cukup dua modul margin. Konfigurasi Micro QR Code memungkinkan pencetakan di tempat lebih kecil dari QR Code (qrcode.com, 2013).



Gambar 2.5 Contoh Micro QR Code

c. iQR Code

Kode yang dapat dihasilkan dari salah satu modul, persegi atau persegi panjang. Kode ini dapat dicetak sebagai kode inversi hitam putih atau kode pola dot (bagian penanda). Versi terbesar dari kode ini mencapai 61 (422x422 modul), yang dapat menyimpan 40.000 angka (qrcode.com, 2013).



Gambar 2.6 Contoh iQR Code

d. SQRC

Jenis QR Code ini dilengkapi dengan membaca fungsi pembatas. Ini dapat digunakan untuk menyimpan informasi pribadi untuk mengelola informasi internal perusahaan dan sejenisnya (qrcode.com, 2013).



Gambar 2.7 Contoh SQRC

- e. LogoQ
 Jenis QR Code yang dapat menggabungkan fitur desain tingkatan tinggi seperti ilustrasi, huruf dan logo. QR Code ini menggunakan logika *since proprietary* (qrcode.com, 2013).



Gambar 2.8 Contoh LogoQ

2.2.2.6 Cara Kerja QR Code Pada Scanner QR Code

Pada penulisan saat ini penulis melakukan transaksi, *QR Code* dicetak langsung dengan undangan untuk tamu. *QR Code* yang berada di undangan tamu dihapakan di kamera *smartpohe* operator (penerima tamu) untuk proses *scanning* dimana nanti informasi primary key yang disimpan dalam *QR Code* akan dipanggil dan ditampilkan dalam sistem aplikasi yang sudah dibuat serta memanggil data seperti nama tamu sehingga transaksi pengecekan data tamu tidak perlu input data secara manual.

Kode QR dapat digunakan pada ponsel yang memiliki aplikasi pembaca kode QR dan memiliki

akses internet GPRS atau WiFi atau 3G untuk menghubungkan ponsel dengan situs yang dituju via kode QR tersebut dengan cara :

1. Aktifkan program pembaca kode QR
2. Arahkan kamera ke kode QR
3. Program pembaca kode QR akan secara otomatis memindai data yang ada pada kode QR.
4. Jika kode QR berisikan alamat suatu situs, maka dapat langsung mengakses situs tersebut tanpa harus lebih dulu mengetikkan alamat dari situs yang dituju.

Kode QR bias diakses tanpa menggunakan kamera smartphone. Jika ingin mengakses kode QR dengan ponsel tanpa kamera yaitu dengan cara :

1. Jalankan terlebih dahulu aplikasi peramban yang ada pada ponsel
2. Masukkan URL halaman yang bersangkutan
3. Masukkan "ID" atau 7 digit nomor yang tertera di bawah kode
4. Klik tombol Go, maka pengguna akan memperoleh konten digital yang diinginkan. Hal ini tentu mempermudah pelanggan dalam

mendapatkan informasi yang ditawarkan oleh pemilik usaha.

2.2.2 Sistem Manajemen Basis Data

2.2.2.1 Pengertian Database

Pengertian Database atau Basis Data ialah sebuah koleksi terorganisir dari data. Data tersebut biasanya diselenggarakan untuk dapat model aspek realitas dengan cara yang mendukung proses yang sedang membutuhkan. Berikut ini Beberapa definisi tentang Database menurut beberapa ahli :

1. Menurut Gordon C. Everest
Database ialah koleksi atau kumpulan data yang mekanis, terbagi(shared), terdefinisi secara formal dan juga dikontrol terpusat pada suatu organisasi.
2. Menurut C.J. Date
Database ialah koleksi “data operasional” yang tersimpan dan juga dipakai oleh sistem aplikasi dari suatu organisasi.
 - a. Data input ialah data yang masuk dari luar sistem
 - b. Data output ialah data yang dihasilkan oleh sistem
 - c. Data operasional ialah data yang tersimpan pada sistem
3. Menurut Toni Fabbri
Database ialah sebuah sistem file-file yang terintegrasi yang mempunyai minimal primary key untuk pengulangan data.
4. Menurut S. Attre
Database ialah koleksi data-data yang saling berinteraksi mengenai suatu organisasi atau enterprise dengan macam-macam pemakaiannya.

5. Menurut Chou
Database ialah kumpulan informasi yang bermanfaat yang diorganisasikan ke dalam tatacara yang khusus.
6. Menurut Fabbri dan Schwab
Database ialah system berkas terpadu yang dirancang terutama untuk dapat meminimalkan pengulangan (redudancy) data.

Database dapat dianggap ialah sebagai tempat sekumpulan berkas dan juga terkomputerisasi, jadi system database menurut Date pada dasarnya ialah sistem terkomputerisasi yang mempunyai tujuan utamanya ialah untuk melakukan pemeliharaan terhadap informasi dan juga membuat informasi tersebut tersedia saat dibutuhkan.

2.2.2.2 Pemodelan Database

Untuk menyimpan ataupun mengambil data dari basis data kita memerlukan perangkat lunak yang sering disebut dengan DBMS (system manajemen basis data). Adapun tipe database ada sekurang-kurangnya 12 model, yaitu antara lain:

1. Analytical database
Yang merupakan database untuk menyimpan informasi dan data yang diambil dari operasional dan eksternal database. Database ini terdiri dari data dan informasi yang diringkas dan paling banyak dibutuhkan oleh suatu organisasi manajemen maupun End-user lainnya.
2. Operational database
Database yang menyimpan data secara rinci yang dibutuhkan

untuk mendukung operasi dari seluruh organisasi. Biasa juga disebut dengan SADB (subject-area databases), transaksi, dan produksi database. Contohnya seperti : database inventaris, database pribadi, database pelanggan, akuntansi database.

3. Distributed database

Merupakan kelompok kerja lokal database dan departemen di kantor-kantor dan lokasi kerja yang lainnya. Dalam database ini terdapat dua segmen yaitu user database dan operasional yang datanya digunakan dan dihasilkan hanya pada pengguna situs itu sendiri.

4. Data warehouse

Sebuah data warehouse yang menyimpan data dari tahun-tahun sebelumnya hingga saat ini. Data warehouse merupakan sumber utama data yang telah terintegrasi sehingga bisa digunakan dan dimanfaatkan oleh para pengguna seluruh organisasi yang profesional. Perkembangan yang terjadi akhir ini dari data warehouse ialah dipergunakan sebagai Shared nothing architecture untuk mendukung dan memfasilitasi ekstrem scalling.

5. End-user database

Yang terdiri dari file-file data yang dikembangkan dari end-user dalam workstation mereka. Contohnya berbagai koleksi dokumen dalam word processing, spreadsheet maupun download file.

6. Real time database

Merupakan sebuah sistem pengolahan yang dirancang dalam menangani beban kerja

suatu negara yang bisa berubah-ubah, mengandung data terus menerus dan sebagian tidak berpengaruh terhadap waktu. database ini bermanfaat bagi orang-orang hukum, akuntansi, perbankan, multi media dan analisis data yang ilmiah.

7. Document oriented database

Yang merupakan salah satu program komputer yang dirangkai untuk sebuah aplikasi yang berorientasi pada dokumen. Sistem ini dapat diterapkan sebagai lapisan diatas database relasional maupun objek database.

8. In memory database

Database ini bergantung pada memori untuk penyimpanan data dalam sebuah komputer.

9. Navigational database

Dalam navigasi database ini, queries menjumpai benda bagi yang mengikuti referensi dari objek tertentu.

10. Hypermedia database on the web

Merupakan sekumpulan halaman multimedia yang saling berkaitan dalam sebuah situs web, yang terdiri dari home page, dan hyperlink dari multimedia seperti gambar, teks, grafik audio dls.

11. External database

Adapun database tipe ini menyediakan akses ke eksternal, data milik pribadi online – tersedia untuk biaya pada pengguna akhir ataupun organisasi dari layanan komersial.

12. Relational database

Dari tahun 2009 relational database merupakan standar komputasi bisnis, dan database yang paling umum digunakan pada saat ini.

Adapun manfaat database ini ialah menghindari adanya data rangkap atau double, bisa tersusun dengan suatu format yang standar dari sebuah data, dapat mengamankan data, dapat menentukan kualitas dari sebuah informasi, juga dapat mengatasi masalah data yang sulit untuk diakses.

2.2.2.3 Tujuan Database

Tujuan dari pengaturan data dengan menggunakan database, sebagai berikut :

1. Salah satu komponen penting dalam sistem informasi, karena merupakan dasar dalam menyediakan informasi
2. Menentukan kualitas informasi: akurat, tepat pada waktunya dan relevan. Informasi dapat dikatakan bernilai bila manfaatnya lebih efektif dibandingkan dengan biaya mendapatkannya.
3. Mengurangi duplikasi data (data redundancy).
4. Hubungan data dapat ditingkatkan (data reliability).
5. Mengurangi pemborosan tempat simpanan luar.

2.2.2.4 Keunggulan Dan Kelemahan Database

- a. Keunggulan Database :
 1. mengurangi kerangkapan data
 2. mencapai independensi data
 3. mengintegrasikan data dari beberapa file

4. mengambil data dan informasi secara cepat
5. meningkatkan keamanan data

b. Kelemahan Database:

1. perangkat lunak yang mahal
2. konfigurasi perangkat keras yang besar
3. mempertahankan staff Database Administrator

2.2.2.5 Struktur Database

Telah diketahui bahwa secara fisik data dalam bentuk kumpulan bit dan direkam dengan basis track didalam media penyimpan eksternal. Dalam prakteknya, untuk kemudahan dalam mengakses data, data disusun dalam suatu struktur logis yang menjelaskan bahwa:

1. Kumpulan tabel menyusun basis data,
2. Tabel tersusun atas sejumlah record,
3. Sebuah record mengandung sejumlah field, dan
4. Sebuah field disimpan dalam bentuk kumpulan bit.

Field (medan) menyatakan data terkecil yang memiliki makna. Istilah lain untuk field yaitu elemen data, kolom item, dan atribut. Contoh field yaitu nama seseorang, jumlah

barang yang dibeli, dan tanggal lahir seseorang.

Record (rekaman) menyatakan kumpulan dari sejumlah elemen data yang saling terkait. Sebagai contoh, nama, alamat, tanggal lahir, dan jenis kelamin dari seseorang menyusun sebuah record. Istilah lain yang juga menyatakan record yaitu tupel dan baris.

Tabel menghimpun sejumlah record. Sebagai contoh, data pribadi dari semua pegawai disimpan dalam sebuah tabel.

Basis data (database) adalah suatu pengorganisasian sekumpulan data yang saling terkait sehingga memudahkan aktivitas untuk memperoleh informasi. Sebagai contoh, basis data akademis mengandung tabel-tabel yang berhubungan dengan data mahasiswa, data jurusan, data mata kuliah, data pengambilan mata kuliah pada suatu semester, dan nilai yang diperoleh mahasiswa.

2.2.2.6 Konsep Basis Data

Basis data merupakan kumpulan data yang saling berhubungan atau berelasi (Fathansyah,2012). Relasi biasanya ditunjukkan dengan kunci

dari tiap file yang ada. Dalam suatu file terdapat *record-record* yang sejenis, sama besar, sama bentuk, yang merupakan satu kumpulan entitas yang seragam. Satu record terdiri dari *field* yang saling berhubungan menunjukkan bahwa field tersebut dalam satu pengertian yang lengkap dan direkam dalam satu record. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa basis data mempunyai beberapa kriteria penting, yaitu :

1. Bersifat *data oriented* dan bukan *program oriented*
2. Dapat digunakan oleh beberapa program aplikasi tanpa mengubah basis datanya.
3. Dapat dikembangkan dengan mudah, baik *volume* maupun strukturnya.
4. Dapat memenuhi kebutuhan sistem-sistem baru secara mudah.
5. ra-cara yang berbeda.

2.2.2.7 Prinsip dan Tujuan Basis Data

Prinsip utama basis data adalah pengaturan data dengan tujuan utama fleksibilitas dan kecepatan dalam pengambilan data kembali. Adapun tujuan basis data diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi meliputi *speed, space* dan *accuracy.i*
2. Menagani data dalam jumlah yang besar.
3. Kebersamaan pemakaian (*Sharebility*).

Meniadakan duplikasi dan inkonsistensi data.

2.2.2.8 Definisi Umum dalam Basis Data

Perangkat untuk menjaga abstraksi data dikenal dengan sebutan *data model/* model data (Fathansyah,2012). *Data model* merupakan konsep yang dapat digunakan untuk menggambar struktur data. Struktur basis data meliputi tipe data, *relationship*, dan beberapa syarat yang harus dipenuhi basis data. Ada beberapa definisi yang umum digunakan dalam basis data, yaitu :

1. Entitas
Entitas adalah orang, tempat, kejadian atau konsep yang informasinya direkam.
2. Atribut
Atribut biasa disebut juga *data elemen, data field*, atau *data item* yang digunakan untuk menerangkan suatu entitas dan mempunyai harga tertentu.
3. Nilai Data (*data value*)
Nilai data adalah data aktual atau informasi yang disimpan pada tiap data, elemen atau atribut.
4. File / Tabel
Kumpulan *record* sejenis yang mempunyai panjang elemen yang sama, atribut yang sama, namun beda nilai datanya.
5. *Record / Tupe* (Baris)
Kumpulan elemen-elemen yang saling berkaitan menginformasikan tentang suatu entitas secara lengkap atau *record* bisa juga didefinisikan sebagai kumpulan kolom yang menyatakan suatu data yang saling terkait. Suatu *record* mewakili satu data atau informasi.

6. *Field* (Kolom)
Didefinisikan sebagai satuan data terkecil dalam sebuah tabel.
7. Indeks
Merupakan suatu mekanisme dalam basis data yang memungkinkan pencarian data dapat dilakukan dengan cepat.

2.2.3 Diagram Sistem

2.2.3.1 DAD (Diagram Arus Data)

Diagram Arus Data (DAD) adalah suatu bagan yang menggambarkan secara lengkap dan terperinci dari suatu sistem secara *logical* (Al-Bahra,2013). Gambaran ini tidak tergantung pada perangkat keras, perangkat lunak, struktur data atau organisasi file. Keuntungan menggunakan DAD adalah memudahkan pemakai (*user*) yang kurang menguasai bidang komputer untuk mengerti sistem yang akan dikerjakan/dikembangkan.

DAD juga merupakan alat *Analys Structured* (Analisa Terstruktur). Pendekatan terstruktur ini mencoba untuk menggambarkan sistem pertama kali garis besar (*Top Level*) kemudian dipecah menjadi bagian yang lebih rinci (*Lower Level*). DAD yang pertama kali digambarkan adalah level atas yang disebut dengan Diagram Konteks. Dari Diagram Konteks ini kemudian digambarkan lebih rinci lagi yang disebut *Over View Diagram* atau Level 0. Setiap proses *Over View Diagram* digambarkan secara terinci yang disebut level 1 dan penggambaran level 1 secara terinci dan seterusnya.

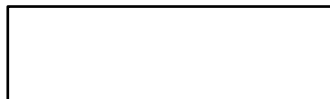
Diagram yang menggunakan notasi-notasi ini untuk menggambarkan arus data dari sistem sekarang dikenal dengan nama diagram arus

data (data flow diagram atau DFD). DFD sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau suatu sistem yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir (misalnya lewat telepon, surat) atau lingkungan fisik dimana data tersebut akan disimpan (misalnya file kartu, microfiche, hard disk, compact disc, tape, floppy disk).

Berikut simbol simbol yang digunakan dalam penggambaran DAD berdasarkan notasi Yourdon / DeMacro :

1. Kesatuan Luar (*External Entity*) atau batasan sistem (*Boundary*).

Setiap sistem pasti memiliki batasan sistem (*boundary*) yang memisahkan suatu sistem dengan lingkungan luarnya. Sistem akan menerima input dan menghasilkan output kepada lingkungan luarnya. Kesatuan luar (*External Entity*) merupakan kesatuan (*entity*) di lingkungan luar sistem yang dapat berupa orang, organisasi atau sistem lainnya yang berada dilingkungan luarnya yang akan memberikan input atau menerima output dari sistem. Suatu kesatuan luar dapat disimbolkan dengan suatu notasi kotak sebagai berikut :



Gambar 2.9 Notasi kesatuan luar

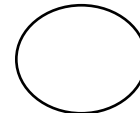
2. Arus Data (*Data Flow*)
Arus data (*data flow*) di DAD diberi simbol suatu panah. Arus data ini mengalir diantara proses (*process*), simpanan data (*data store*) dan kesatuan luar (*external*

entity). Arus data sebaiknya diberi nama yang jelas dan mempunyai arti. Nama dari arus data dituliskan disamping garis panahnya.



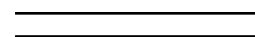
Gambar 2.10 Notasi arus data

3. Proses (*Process*)
Suatu proses adalah kegiatan atau kerja yang dilakukan oleh orang, mesin atau komputer dari hasil suatu arus data yang masuk kedalam proses untuk dihasilkan arus data yang akan keluar dari proses. Suatu proses dapat ditunjukkan dengan simbol lingkaran.



Gambar 2.11 Notasi Proses

4. Simpanan Data (*Data Store*)
Simpanan data (*data store*) merupakan simpanan dari data yang dapat berupa suatu file atau database di sistem komputer. Simpanan data di DAD dapat disimbolkan dengan sepasang garis horizontal paralel.



Gambar 2.12 Notasi Simpanan Data

2.2.3.2 ERD (Entity Relationship Diagram)

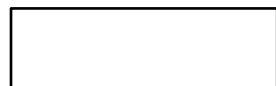
Entity Relationship Diagram (ERD) adalah suatu model jaringan yang menggunakan susunan data yang disimpan dalam system secara abstrak. ERD model jaringan data yang menekankan pada struktur – struktur dan *relationship* gambaran atau diagram yang menunjukkan informasi yang dibuat, disimpan, dan

digunakan dalam sistem (Al-Bahra, 2013).

Komponen dari *Entity Relationship Diagram* (ERD) antara lain :

1. Entitas atau objek data (*Entity*)

Entity adalah sesuatu yang dapat dibedakan dalam dunia nyata dengan keberadaan yang bebas baik secara fisik maupun secara abstrak (konsep), mempunyai karakteristik tertentu, dimana informasi yang berkaitan dengannya dikumpulkan. Tipe entitas adalah sekumpulan entitas yang menggunakan sifat dan karakteristik yang sama, sedangkan instance entitas adalah satu kejadian tunggal dari tipe entitas. Simbol yang digunakan adalah empat persegi panjang serta pemberian nama biasanya dengan menggunakan nama benda.



Gambar 2.13 Simbol Entitas

2. Relasi (*Relationship*).

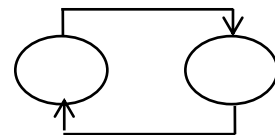
Basis data adalah kumpulan file yang saling berkaitan. Pada model data relasional, hubungan antar file direlasikan dengan kunci relasi (*relation key*) yang merupakan kunci utama dari masing masing file.

Gambar 2.14 Simbol Relasi

Kardinalitas relasi antar dua file atau dua tabel menunjukkan jumlah maksimum tupel yang terdapat berelasi dengan entitas yang lain serta dapat dikategorikan menjadi 3 macam :

a. *One to One relationship 2 file*

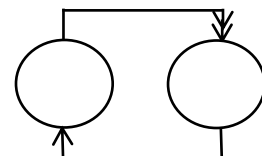
Hubungan antara file pertama dengan file kedua adalah satu berbanding satu. Sebuah entitas pada A berhubungan dengan paling banyak satu pada entitas B dan sebuah entitas pada B berhubungan dengan banyak satu entitas pada A.



Gambar 2.15 One to One relationship 2 file

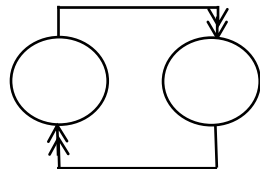
b. *One to Many relationship 2 file*

Hubungan antara file pertama dengan file kedua adalah satu berbanding banyak atau dapat juga dibalik banyak banding satu.



Gambar 2.16 One to Many relationship 2 file

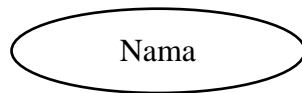
- c. *Many to Many relationship 2 file*
 Hubungan antara file pertama dengan file kedua adalah banyak berbanding banyak.



Gambar 2.17 Many to Many relationship 2 file

3. Atribut

Atribut adalah sifat dan karakteristik suatu entitas yang menyediakan penjelasan detail tentang entitas tersebut. Terdapat dua jenis atribut, yaitu *identifier (key)* yang digunakan untuk menentukan suatu entitas secara unik, dan *descriptor (nonkey attribute)* yang digunakan untuk menspesifikasikan karakteristik dari suatu entitas yang tidak unik. Bukan hanya entitas yang memiliki atribut tapi relationship juga dapat memilikinya.



Gambar 2.18 Simbol Atribut

2.2.4 Smartphone

2.2.4.1 Pengertian Dan Sejarah Smartphone

Smartphone adalah telepon yang menyediakan fitur yang berada diatas dan di luar kemampuan sederhana untuk membuat panggilan telepon.

Sementara istilah dapat digunakan secara wajar untuk semua jenis telepon, *smartphone* biasanya dipahami sebagai ponsel dan bukan telepon rumah. Selama bertahun-tahun, konsep ponsel pintar terus berkembang sebagai perangkat tangan telah menjadi lebih canggih.

Ponsel pertama yang harus dipertimbangkan *smartphone* dirancang oleh IBM pada tahun 1992. Diberi nama Simon, perangkat membuat penampilan di COMDEX tahun itu, dan ditawarkan kepada publik pada tahun berikutnya. Beberapa fitur yang bermanfaat yang sampai saat itu hanya telah tersedia pada desktop dan laptop yang termasuk dalam fungsi tersebut.

Simon termasuk kalkulator, buku catatan sederhana, kemampuan untuk mengirim dan menerima faks, dan komponen *email*. Dalam waktu singkat, perangkat ini juga disediakan beberapa game bagi pengguna untuk menikmati, serta jam dunia berguna yang memungkinkan pengguna untuk melihat waktu saat ini di kota-kota besar di seluruh dunia.

Sepanjang sisa tahun 1990-an, berbagai jenis perangkat ponsel canggih muncul di pasaran. Layar sentuh mulai menggantikan keysets pada banyak ponsel pintar. Permainan dan fungsi *email* menjadi lebih canggih seperti model-model baru yang dirilis. Kemampuan speakerphone pada banyak versi *smartphone* mulai menyaingi kualitas yang ditemukan dengan speakerphone handset.

Saat ini, fungsi *smartphone* dengan kaya fitur perangkat komunikasi. Penambahan akses internet adalah inovasi terbaru dalam teknologi

smartphone. Saat ini, pengguna dapat berselancar di Internet dengan kemudahan yang sama seperti ketika menggunakan laptop atau komputer desktop.

Pada saat yang sama, banyak produsen garis *smartphone* telah bekerja untuk meningkatkan kejelasan dan integritas sinyal audio dasar ponsel. Hal ini membantu untuk memastikan bahwa bahkan dengan penambahan semua fitur tambahan, masih mungkin untuk menggunakan *smartphone* untuk membuat panggilan telepon sederhana dan mengharapkan kualitas suara menjadi jernih dan tajam.

2.2.4.2 Pengertian *Smartphone* Menurut Para Ahli

Menurut David Wood, Wakil Presiden Eksekutif PT Symbian OS, *smartphone* / Ponsel cerdas dapat dibedakan dengan telepon genggam biasa dengan dua cara fundamental, yakni bagaimana mereka dibuat dan apa yang mereka bisa lakukan.

Menurut Williams & Sawyer (2011), *Smartphone* adalah telepon selular dengan mikroprosesor, memori, layar dan modem bawaan. *Smartphone* merupakan ponsel multimedia yang menggabungkan fungsionalitas PC dan handset sehingga menghasilkan gadget yang mewah, di mana terdapat pesan teks, kamera, pemutar musik, video, *game*, akses *email*, tv digital, search engine, pengelola informasi pribadi, fitur GPS, jasa telepon internet dan bahkan terdapat telepon yang juga berfungsi sebagai kartu kredit

Menurut Ridi Ferdiana, S.T, M.T (2008) *Smartphone* didefinisikan

sebagai perangkat ponsel yang memiliki fitur-fitur yang melebihi ponsel pada umumnya, hal ini ditandai dengan keberadaan fitur tambahan selain komunikasi, seperti PIM, dukungan penambahan aplikasi,serta memiliki sistem operasi yang mendukung berbagai fitur multimedia dan kebutuhan bisnis.

2.2.4.3 Macam – Macam *Smartphone*

Sama halnya dengan sistem operasi yang sering kita gunakan, tidak hanya Windows saja, tetapi ada juga MacOS ataupun Ubuntu dan lain sebagainya. *Smartphone* atau pun *table* juga memiliki sistem operasi yang *powerfull* untuk mendukung beragam aplikasi dan kebutuhan penggunaannya.

Kadang masalah ini menjadi utama bagi kita ketika hendak membeli ponsel. Sering dibingungkan untuk memilih "ponsel dengan sistem operasi apa yang cocok untuk saya?". Mungkin dahulu ketika pilihan ponsel tidak banyak menggunakan sistem operasi, kita hanya terpaku pada ponsel dengan brand Nokia saja. Tetapi nampaknya sekarang para "ponsel pintar" mulai bermunculan untuk di jadikan pilihan tepat. Mari kita simak beberapa pilihan sistem operasi yang bisa kita pertimbangkan. Jenis sistem operasi pada *smartphone* :

1. Android

Sekarang ini segala penjuru dunia pengguna *gadget* sudah mengenal Android. Android di kembangkan berdasarkan sistem kernel linux sehingga di kategorikan dalam sistem operasi

yang bersifat terbuka. Semua vendor ponsel ternama untuk sekarang sudah menggunakan Android sebagai OS nya. Di Indonesia sendiri ponsel Android terkenal laris manis.

Android (/ˈæn.drɔɪd/; an-droyd) adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer *tablet*. Android awalnya dikembangkan oleh Android Inc, dengan dukungan finansial dari Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel Android pertama mulai dijual pada bulan Oktober 2008.

Antarmuka pengguna Android didasarkan pada manipulasi langsung, menggunakan masukan sentuh yang serupa dengan tindakan di dunia nyata, seperti menggesek, mengetuk, mencubit, dan membalikkan cubitan untuk memanipulasi obyek di layar. Android adalah sistem operasi dengan sumber terbuka, dan Google merilis kodenya di bawah lisensi Apache. Kode dengan sumber terbuka dan lisensi perizinan pada Android memungkinkan perangkat lunak untuk dimodifikasi secara bebas dan didistribusikan oleh para pembuat perangkat, operator

nirkabel, dan pengembang aplikasi. Selain itu, Android memiliki sejumlah besar komunitas pengembang aplikasi (apps) yang memperluas fungsionalitas perangkat, umumnya ditulis dalam versi kustomisasi bahasa pemrograman Java. Pada bulan Oktober 2012, ada sekitar 700.000 aplikasi yang tersedia untuk Android, dan sekitar 25 juta aplikasi telah diunduh dari Google Play, toko aplikasi utama Android. Sebuah survey pada bulan April-Mei 2013 menemukan bahwa Android adalah platform paling populer bagi para pengembang, digunakan oleh 71% pengembang aplikasi seluler.

Faktor-faktor di atas telah memberikan kontribusi terhadap perkembangan Android, menjadikannya sebagai sistem operasi telepon pintar yang paling banyak digunakan, mengalahkan Symbian pada tahun 2010. Android juga menjadi pilihan bagi perusahaan teknologi yang menginginkan sistem operasi berbiaya rendah, bisa dikustomisasi, dan ringan untuk perangkat berteknologi tinggi tanpa harus mengembangkannya dari awal. Akibatnya, meskipun pada awalnya sistem operasi ini dirancang khusus untuk telepon pintar dan *tablet*, Android juga dikembangkan menjadi aplikasi tambahan di televisi, konsol permainan, kamera digital, dan perangkat elektronik lainnya. Sifat Android yang terbuka telah mendorong munculnya sejumlah besar komunitas pengembang

aplikasi untuk menggunakan kode sumber terbuka sebagai dasar proyek pembuatan aplikasi, dengan menambahkan fitur-fitur baru bagi pengguna tingkat lanjut atau mengoperasikan Android pada perangkat yang secara resmi dirilis dengan menggunakan sistem operasi lain.

Pada November 2013, Android menguasai pangsa pasar telepon pintar global, yang dipimpin oleh produk-produk Samsung, dengan persentase 64% pada bulan Maret 2013. Pada Juli 2013, terdapat 11.868 perangkat Android berbeda dengan beragam versi. Keberhasilan sistem operasi ini juga menjadikannya sebagai target litigasi paten "perang telepon pintar" antar perusahaan-perusahaan teknologi. Hingga bulan Mei 2013, total 900 juta perangkat Android telah diaktifkan di seluruh dunia, dan 48 miliar aplikasi telah dipasang dari Google Play. Pada tanggal 3 September 2013, 1 miliar perangkat Android telah diaktifkan.

2. BlackBerry

Di Indonesia, Blackberry memang diakui cukup laris manis angka penjualannya. Tetapi di luar Indonesia ponsel ini mulai mengalami penurunan pasar. Blackberry OS mempunyai keunggulan pada fiturnya yang bernama Blackberry Messenger yaitu pesan instant sesama pengguna perangkat Blackberry.

Bagi seseorang yang bekerja di perusahaan, Blackberry juga mempunyai *Push E-mail* untuk mempermudah mengecek *E-mail*

yang masuk dari kantor tanpa harus membukanya dari PC.

BlackBerry OS adalah milik Sistem Operasi Mobile, yang dikembangkan oleh Research In Motion untuk perusahaan BlackBerry garis *smartphone* perangkat genggam. Sistem operasi menyediakan multitasking dan mendukung perangkat input khusus yang telah diadopsi oleh RIM untuk digunakan dalam *handheld*, khususnya *trackwheel*, *trackball*, dan yang paling baru, yang *trackpad* dan *touchscreen*.

Platform BlackBerry mungkin paling dikenal karena dukungan asli untuk email perusahaan, melalui MIDP 1.0 dan, baru-baru ini, sebuah subset dari MIDP 2.0, yang memungkinkan aktivasi nirkabel lengkap dan sinkronisasi dengan Microsoft Exchange, Lotus Domino, atau Novell GroupWiseemail, kalender, tugas, catatan, dan kontak, bila digunakan dengan (BlackBerry Enterprise Server). Sistem operasi juga mendukung WAP 1.2.

Pembaruan sistem operasi dapat secara otomatis tersedia dari operator nirkabel yang mendukung BlackBerry atas memuat perangkat lunak udara (OTASL) layanan.

Pengembang pihak ketiga dapat menulis perangkat lunak menggunakan BlackBerry yang tersedia API kelas, meskipun aplikasi yang menggunakan fungsi tertentu harus digital ditandatangani.

3. Bada

Bada adalah sebuah mobile operating System yang telah dikembangkan oleh Samsung Electronics. OS ini di desain untuk *high-end smartphones* dan *lower-end feature phones*. Samsung mengklaim bahwa Bada akan menggantikan tempat di dunia *property feature phone platform*, menggantikan *feature phones* menjadi *smartphones*. Nama 'Bada' sendiri di ambil dari bahasa Korea yang berarti laut atau samudera.

Samsung memperkenalkan platform Bada pada 10 November 2009. Setelah peluncuran, banyak perusahaan seperti Twitter, EA, Capcom, Gameloft dan Blockbuster menunjukkan dukungan mereka kepada platform Bada. Setelah memperkenalkan, Wave S8500 yang di pameran pertama kali di Mobile World Congress 2010 di Spanyol pada bulan Februari. Pada saat yang bersamaan di demonstrasikan aplikasi yang berjalan di Bada untuk pertama kali seperti Asphalt 5 oleh Gameloft.

4. iOS

Tentunya kita sudah tak asing lagi dengan *device* yang bernama iPhone. Benar, iOS adalah sistem operasi yang hanya bisa di temui pada perangkat pabrikan Apple Inc. iOS merupakan sistem operasi yang di kembangkan dari Mac OS X. iOS juga merupakan sistem oprasi yang open source di bawah naungan Apple Public Source License (APSL). Di iOS terdapat abstraction layers, Core OS layers, Core Service layers,

Media layers, Cocoua Touch Layers.

iOS juga terkenal akan SIRI yaitu sejenis *voice command* yang terkenal akan ke akuratan nya. iOS juga memiliki *interface* yang sangat elegan. Pada versi terbaru, terdapat perubahan baru dan "penambalan" atas bug, terdapat juga iMessage yang merupakan instant messenger bagi sesama pengguna IOS.

5. Symbian

Nokia adalah salah satu merk lawas yang hampir semua orang sudah mengetahuinya. Di Indonesia ponsel Nokia sempat merajai pangsa pasar penjualan ponsel. Symbian juga bukanlah sistem operasi yang open source, tetapi karna diperlukan API sehingga banyak pihak developer yang salah meng-artikan bahwa *source code* nya tidak di distribusikan secara bebas.

Salah satu ke unggulan nya adalah dapat di jalankan dengan *multi-tasking*. Saat ini Symbian juga sudah sampai pada versi Symbian Belle, yang merupakan versi paling baru dan dapat di temui dalam Nokia 600 dan 700.

6. Windows Phone

Tidak hanya membuat sistem operasi untuk kebutuhan dekstop, Microsoft juga ikut bersaing dalam sistem operasi *mobile*. Versi terbaru OS buatan Microsoft ini adalah Windows Phone 8 yang akan berjalan di atas kernel Windows NT, yang biasa digunakan untuk segmen *entreprise*.

Nokia dan HTC adalah dua dari sekian vendor *gadget* yang menggunakan OS ini. Jajaran

ponsel Nokia yang menggunakan OS Windows Phone adalah seri Lumia. Sedangkan beberapa seri *smartphone* HTC yang memakai OS ini adalah HTC Zenith, HTC Accord dan HTC Rio.

2.2.5 Pengertian Metode Forward Error Correction (FEC)

Forward Error Correction adalah kemampuan dari *receiver* untuk mendeteksi dan mengoreksi adanya *error*. Sebuah *error correction* yang bekerja dengan menambahkan bit *parity* pada saat pengiriman ke penerima, sehingga penerima dapat memperbaiki bit pesan yang mengalami kesalahan (*error*). Penerima tidak harus meminta pengirim untuk mengirim kembali pesan yang mengalami kesalahan. Teknik tersebut biasa digunakan pada penyimpanan video atau audio. Pada pengaturan jaringan, teknik FEC dapat digunakan sendiri atau bersama dengan teknik ARQ. Teknik FEC dinilai baik karena mampu mengurangi terjadinya retransmisi atau pengiriman kembali *file* pada sisi *sender* (Rubenstein, et al, 1998). Dalam telekomunikasi dan teori informasi, Forward Error Correction (FEC) juga disebut pengkodean kanal adalah suatu sistem dari kontrol kesalahan untuk transmisi data dimana pengirim secara sistematis yang dihasilkan menambahkan data yang berlebihan untuk pesan di dalamnya, juga dikenal sebagai error-correcting kode (ECC). Ahli matematika Amerika Richard Hamming mempelopori bidang ini pada 1940-an dan menemukan kode FEC pertama,

Hamming (7,4) kode , pada tahun 1950.

Redundansi dirancang memungkinkan penerima untuk mendeteksi dan memperbaiki sejumlah kesalahan yang terjadi di mana saja di pesan tanpa perlu meminta pengirim untuk data tambahan. FEC penerima memberikan kemampuan untuk memperbaiki kesalahan tanpa perlu kanal *reverse* untuk meminta pengiriman ulang data, tetapi keuntungan ini adalah pada biaya maju saluran bandwidth tinggi tetap. FEC Oleh karena itu diterapkan dalam situasi di mana transmisi ulang relatif mahal, atau mungkin seperti ketika siaran ke beberapa penerima. Secara khusus, FEC informasi biasanya ditambahkan ke penyimpanan massal pada perangkat untuk memungkinkan pemulihan data yang rusak.

FEC pengolahan dalam penerima dapat diterapkan ke aliran bit digital atau dalam demodulasi dari pembawa termodulasi digital. FEC merupakan bagian integral dari konversi analog-ke-digital awal di penerima mengimplementasikan sebuah keputusan algoritma lunak untuk demodulasi data digital dari sinyal analog rusak oleh kebisingan. Banyak FEC juga bisa menghasilkan *error bit rate* (BER) sinyal yang dapat digunakan sebagai umpan balik untuk menyempurnakan elektronik penerima analog.

Sehingga bilamana terjadi kesalahan pada saat pengiriman data, nantinya diakhir pengiriman kesalahan tersebut akan dapat diperbaiki. Metode ini menambahkan bit *parity* kedalam bit data, penambahan ini bertujuan untuk perlindungan

terhadap kesalahan transmisi. Bit *parity* adalah bilangan biner yang jumlah bit yang dikirimkan mempunyai angka satu yang selalu genap atau ganjil. Contoh dalam bit *parity* adalah jika memiliki 7 bit data itu 0000000 maka bit *parity* 0000000 dan jika 7 bit data itu 1010001 maka bit *parity* 11010001. Jika jumlah bit ganjil (termasuk bit *parity*) berubah pada waktu transmisi, maka bit *parity* menjadi tidak benar dan mengindikasikan adanya kesalahan pada waktu pengiriman.

Dengan menggunakan pemodelan Forward Error Correction maka penerima dapat memberikan kemampuan untuk memperbaiki kesalahan tanpa perlu *reverse* untuk meminta pengiriman data ulang. Salah satu kelemahan dari metode Forward Error Correction adalah peningkatan *delay* yang disebabkan proses *encoding* dan *decoding*, serta meningkatkan ukuran data yang ditransmisikan.

2.2.5.1 Cara Kerja Metode Forward Error Correction (FEC)

Sebuah contoh sederhana dari FEC adalah untuk mengirimkan setiap bit data 3 kali, yang dikenal sebagai (3,1) kode pengulangan. Melalui saluran yang bising, penerima mungkin melihat 8 versi output, lihat tabel di bawah.

Triplet diterima	Diartikan sebagai
000	0 (kesalahan gratis)
001	0
010	0
100	0
111	1 (kesalahan gratis)
110	1
101	1
011	1

Table 2.3 Cara Kerja Forward Error Correction

Hal ini memungkinkan suatu kesalahan dalam salah satu dari tiga sampel untuk dikoreksi oleh "suara mayoritas" atau "suara demokratis". Kemampuan mengoreksi FEC ini adalah:

- Sampai dengan 1 bit dari triplet dalam kesalahan.
- Sampai dengan 2 bit dari triplet dihilangkan (kasus tidak ditampilkan dalam tabel).

Meskipun sederhana untuk menerapkan dan banyak digunakan, ini modular redundansi tiga adalah tidak efisien FEC relatif. Kode FEC yang lebih baik biasanya memeriksa beberapa lusin terakhir, atau bahkan beberapa ratus terakhir, yang sebelumnya menerima bit untuk menentukan cara untuk memecahkan kode segelintir kecil saat bit (biasanya dalam kelompok 2 sampai 8 bit).

2.2.5.2 Mengurangi Kesalahan Forward Error Correction (FEC)

FEC dapat dikatakan bekerja dengan "kebisingan rata-rata". Karena setiap bit data simbol ditransmisikan mempengaruhi banya korupsi dari beberapa simbol dengan suara biasanya memungkinkan data pengguna yang asli harus diekstrak dari simbol lain yang diterima tidak rusak pada yang sama data pengguna.

Karena ini "risiko penyatuan" efek sistem komunikasi digital yang menggunakan FEC cenderung bekerja dengan baik di atas minimum tertentu *to noise rasio* sinyal dan tidak sama sekali di bawahnya.

FEC *interleaving* data dikodekan dapat mengurangi semua atau tidak

ada sifat - sifat kode FEC ditransmisikan ketika saluran kesalahan cenderung terjadi dalam semburan. Namun metode ini memiliki keterbatasan-keterbatasan, lebih baik digunakan pada data *narrowband*.

Kebanyakan sistem telekomunikasi tetap menggunakan kode saluran dirancang untuk mentolerir tingkat terburuk kesalahan bit yang diharapkan, dan kemudian gagal bekerja sama sekali jika tingkat kesalahan bit yang pernah buruk. Namun beberapa sistem beradaptasi terhadap kesalahan saluran kondisi yang diberikan *hybrid* permintaan otomatis ulang menggunakan metode FEC tetap selama FEC dapat menangani tingkat kesalahan. Kemudian beralih ke ARQ (*Automatic Repeat Request*) ketika tingkat kesalahan terlalu tinggi. *adaptive modulasi* dan coding menggunakan berbagai tingkat FEC, menambahkan lebih koreksi kesalahan bit per paket bila ada tingkat kesalahan yang lebih tinggi dalam saluran, atau membawa mereka keluar ketika mereka tidak dibutuhkan.

2.2.5.3 Jenis Forward Error Correction (FEC)

Dua kategori utama dari kode Forward Error Correction adalah blok kode dan kode konvolusi :

1. Kode Blok bekerja pada blok berukuran tetap (paket) dari bit atau simbol ukuran yang telah ditentukan. blok kode praktis secara umum dapat diterjemahkan dalam waktu polinomial untuk panjang blok mereka.

2. Kode Convolutional bekerja pada bit atau simbol aliran panjang sewenang-wenang. Mereka paling sering diterjemahkan dengan algoritma Viterbi , meskipun algoritma lain kadang-kadang digunakan. Viterbi decoding memungkinkan efisiensi yang optimal asimtotik dengan meningkatnya panjang kendala dari kode konvolusi, tapi pada biaya secara eksponensial meningkatkan kompleksitas. Kode konvolusi dapat berubah menjadi sebuah kode blok, jika diinginkan dengan "tail-menggigit".

Ada banyak jenis kode blok, tapi di antara yang klasik yang paling penting adalah Reed-Solomon coding karena digunakan secara luas pada Disk Compact yang DVD, Hard Disk Drive, Golay, BCH, Paritas Multidimensional, dan Kode Hamming adalah contoh lain dari kode blok klasik.

2.2.5.4 Implementasi Forward Error Correction dengan Kode Hamming

Rumus Kode Hamming :

$$(m + r + 1) \leq 2^r$$

m = panjang bit pesan

r = jumlah bit hamming (check bit)

Contohnya : 7 bit ASCII karakter

$$A = 41_{Hex} = 10000001_{Bin}$$

$$(m + r + 1) \leq 2^r$$

$$8 + r \leq 2^r$$

$$r = 4 \text{ (check bits)}$$

Code word = 7 data bits + 4

(check bits) = 11 bits.

Code word untuk karakter A :
11 0 9 8 7 6 5 4 3 2 1

1 0 0 x 0 0 0 x 1 x x

(Checkbit ditempatkan pada posisi persamaan deret biner polinomial $(2^{n-1} + \dots + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0)$)

➤ FEC dikirim dengan Kode Hamming :

Bit 1 (pada pesan) berada pada posisi ke : 3 (0011bin) dan posisi ke : 11 (1011bin). Proses XOR untuk menentukan posisi Bit 1 (check bit).

3 → 0011

11 → 1011

1000 → 8 (check bit)

Code word untuk Karakter ASCII A menjadi :

10010000100 → SEND

➤ FEC menerima dari Kode Hamming:

10010000100 → RECEIVE

Pada sisi penerima bit 1 ditemukan pada posisi 11 (1011bin), posisi 8 (1000bin) dan posisi 3 (0011bin).

➤ Penerima Kode Hamming dengan FEC :

Kemudian lakukan proses XOR pada posisi – posisi tersebut :

11 → 1011

8 → 1000 xor

0011

3 → 0011 xor

0000 → 0

Nilai 0 artinya tidak terdapat error bit pada saat pengiriman data. Jika tidak sama dengan 0 maka diartikan bahwa terdapat posisi bit error pada pesan yang dikirimkan.

2.2.5.5 Analisis Algoritma FEC dengan Kode Hamming

Analisis dari algoritma yang berkaitan dengan penelitian. Algoritma yang akan dianalisis adalah *partition hamming code* untuk mendeteksi dan mengkoreksi *multi bit error*. Pada kasus sebelumnya *hamming code* biasanya hanya bisa mendeteksi dan mengkoreksi *single bit error* dan *burst error*, dalam penelitian ini peneliti mencoba mencari metode agar *hamming code* bisa mendeteksi dan mengkoreksi *multi bit error* dan *burst error*.

Metode pemecah (*partition*) bit pesan yang dikirim sehingga menjadikan bit pesan menjadi lebih kecil dan menambahkan bit *parity* di setiap blok pesan tersebut menjadi sebuah *codeword* baru. Dengan memecah bit pesan yang dikirim menjadi lebih kecil dan menjadi lebih banyak blok bit pesan, membuat *hamming code* bisa mendeteksi dan mengkoreksi *multi bit error* dan *burst error* dalam setiap blok bit pesan.

Pada saat proses pengiriman oleh pengirim ke penerima dalam saluran yang tidak stabil, tetapi dengan syarat pada setiap bit pesan hanya bisa mendeteksi dan mengkoreksi 1 atau 2 bit *error* dalam setiap blok bit pesan dan jika lebih banyak bit yang *error* dalam blok pesan tersebut, maka pemecah (*partition*) pola tidak bisa mengkoreksi hanya bisa mendeteksi *error* saja. Berikut contoh *hamming code* dalam pemecah pola bit dan *burst error* :

1. Proses deteksi dan koreksi dengan pemecahan bit data :

Langkah-langkah dalam proses pemecahan bit data pada sisi

pengirim menggunakan *hamming code* adalah sebagai berikut, menggunakan pesan yang berjumlah 21 bit:

Pesan : USU

Bit pesan : 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1 0
0 1 1 1 0 1 0 0 1 1

Pesan yang ingin dikirimkan terlebih dahulu dipecah menjadi lebih kecil dari pesan aslinya, pemecahan bit pesan tersebut bertujuan untuk mempermudah dalam mendeteksi dan mengoreksi *multi bit error* pada pengiriman yang mengalami *noise* dan menyebabkan pesan mengalami kesalahan (*error*).

Pengirim dengan memakai pola pesan 7 bit dan menambahkan 4 bit *parity* pada setiap blok pesan yang dipecah menjadi 3 *codeword*. *Codeword* yang berisi bit pesan dan bit *parity* dikirim oleh penerima kepada pengirim melalui sebuah saluran transmisi. Pesan yang telah dicari nilai bit *parity* kemudian dikirim kepada penerima. Jika pada saat pengiriman ada terjadinya kesalahan (*error*) maka membuat bit pada pesan tersebut berubah dan akan dideteksi dan dikoreksi pada sisi penerima menggunakan *hamming code*.

Setelah pesan sampai pada sisi penerima, kemudian penerima mengecek pesan tersebut dan apabila ada bit *parity* yang tidak sesuai dengan bit *parity* yang dikirim oleh pengirim, berarti ada terjadi *error* pada blok pesan tersebut.

Setelah bit *parity* dicari kembali oleh penerima, maka akan dibandingkan dengan bit *parity* yang diterima dari pengirim dan akan didapatkan

bagaimana status pesan yang diterima, apakah pesan mengalami kesalahan (*error*) atau tidak. Proses deteksi dan koreksi tersebut bekerja menggunakan bit *parity*. Hasil dari pengiriman menggunakan pemecah 7 bit pesan dapat mendeteksi 1 bit *error* yang terjadi dalam setiap blok pesan (*codeword*), jadi total *error* yang dapat dideteksi dan dikoreksi berjumlah 3 bit *error* pada pesan diatas.

2. Proses deteksi dan koreksi dengan *burst error*

Langkah-langkah dalam proses deteksi dan koreksi dengan *burst error* pada sisi pengirim menggunakan *hamming code* adalah sebagai berikut, menggunakan pesan yang berjumlah 21 bit:

Pesan : USU

Bit pesan : 1 0 1 0 1 0 1 1 0 1
0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 1

Sebelum pesan tersebut dikirim ke penerima, pesan diproses terlebih dahulu menjadi horizontal untuk memudahkan dalam mendeteksi dan mengoreksi *burst error*. Setelah bit pesan tersebut dirubah menjadi horizontal dan menjadi sebuah blok pesan baru (*codeword*) selanjutnya ditambahkan bit *parity* berdasarkan nilai bit pesan pada setiap *codeword* yang dibentuk.

Setelah semua bit *parity* sudah dicari dan diketahui nilainya maka langkah selajutnya bit pesan dan bit *parity* akan dikirim kepada penerima.

Apabila pada saat proses pengiriman terjadi kebisingan (*noise*) maka pesan yang

dikirim dapat mengalami kesalahan (error) yang dapat menyebabkan pesan akan berubah (berbeda) dari pesan pengirim.

Setelah bit parity dicari kembali oleh penerima, maka selanjutnya penerima mencocokkan bit parity yang diterima dan bit parity yang dicari kembali. Apabila ada perbedaan diantara bit parity tersebut, berarti ada terdapat kesalahan (error) pada pesan dan sebaliknya apabila tidak ada perbedaan maka tidak ada kesalahan (error).

Jika pesan yang mengalami kesalahan (error) telah dideteksi dan dikoreksi oleh hamming code, maka semua bit parity yang dipakai dihilangkan (dihapus), karena penerima hanya mengambil bit pesan saja.

Analisis total bit pesan yang sudah ditambahkan dengan bit parity sangat mempengaruhi tingkat efisiensi dalam proses pengiriman pesan. Dari hasil analisis tersebut dapat dihasilkan perbandingan diantara metode pemecah bit dalam hamming code untuk pendeteksian dan koreksi multi bit error.

Untuk membandingkan bit overhead, code rate dan jumlah error yang dideteksi, memakai contoh pesan sebanyak 21 bit pesan yang ditambahkan dengan bit parity sebagai pembanding.

Dari tabel dibawah dapat dilihat perbandingan dari setiap pemecah bit pesan dalam mendeteksi dan mengkoreksi multi bit error menggunakan partition hamming code. Dalam penggunaan pemecah 1

bit pesan dapat mendeteksi dan mengkoreksi 21 bit pesan, akan tetapi sangat boros dalam pemakaian bit parity.

Untuk bisa mengurangi penggunaan bit parity pada setiap bit pesan yang dipecah menjadi lebih kecil, dapat diterapkan metode auto repetition request (ARQ) pada setiap pengiriman blok pesan (codeword) dengan mengirim pemberitahuan (acknowledgement). Pengirim membentuk blok pesan yang berisi bit pesan dan bit parity, kemudian mengirimnya kepada penerima.

Setelah penerima mendeteksi dan mengkoreksi blok pesan yang dikirim oleh pengirim, apabila tidak terjadi error atau terjadi error yang bisa dideteksi dan dikoreksi oleh penerima, maka penerima mengirim acknowledgement (ACK) kepada pengirim yang memberitahukan pesan yang dikirim bagus.

Apabila penerima mendeteksi error dan tidak bisa mengkoreksi bit pesan, maka penerima mengirim negative acknowledgment (NAK) kepada pengirim yang memberitahukan bahwa error pada pesan yang dikirim bisa dideteksi tidak bisa dikoreksi dan kemudian pengirim membentuk pola pemecah bit yang lebih kecil untuk mengirim ulang pesan yang terdapat kesalahan (error).

2.2.6 Kode Hamming

Kode Hamming merupakan seperangkat koreksi kesalahan kode yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan memperbaiki kesalahan bit yang dapat terjadi ketika data *file* dipindahkan atau disimpan.

Seperti koreksi kesalahan kode, kode *hamming* memanfaatkan konsep paritas dan bit paritas, yang merupakan bit yang ditambahkan ke data sehingga validitas data dapat diperiksa ketika dibaca atau setelah diterima ditransmisi data.

2.2.6.1 Konsep Dasar Kode *Hamming*

Dengan menggunakan bit parity untuk disisipkan pada posisi tertentu dalam blok data, dengan demikian memungkinkan untuk dapat digunakan dalam pemeriksaan kesalahan dalam blok data. Aturan untuk menyatakan bit *hamming* adalah melalui pendekatan 2^n , nilai n dan n adalah bilangan bulat positif, cara menentukan bit *hamming* adalah sebagai berikut :

- Data = 1011 dengan penyisipan bit *hamming* adalah $101x1xx$.
- Nilai x dapat dipilih 1 atau 0 dan disisipkan pada data.
- Menentukan jumlah *module* -2 bit -1 agar data berpariti genap,
 Bit ke 7 6 5 4 3 2 1
 Data 1 0 1 x 1 x x
 Langkah selanjutnya adalah menentukan bit *hamming* yang harus disisipkan kedalam bit – bit data, dalam hal ini semua bit yang ditandai dengan huruf x adalah tempat posisi bit *hamming* yang seharusnya disisipkan. Dengan demikian data yang semula terdiri dari 4 bit data, maka pada akhirnya jumlah bit adalah 7 bit.
- Bit *hamming* disisipkan kedalam data, sehingga menjadi :
 Bit ke 7 6 5 4 3 2 1
 Data 1 0 1 0 0 0 1

Pemeriksaan data melalui bit *hamming* ditemukan *error*. Berdasarkan *error* yang diperoleh nilai biner 011, yang berarti bias ditentukan kesalahan adalah pada posisi bit ke 3 pada data.

Perbaikan logika pada bit dapat dilakukan dengan melakukan *inverting* bit ke- dari data, dengan demikian tidak diperlukan lagi pengiriman NAK ke pengirim untuk melakukan pengiriman ulang.

2.2.6.2 Implementasi Kode *Hamming*

Contoh proses kode *hamming* dengan menggunakan kata “halo” :

Penyisipan check bit. Hitung panjang data masukan : halo
 halo = 4 karakter. 1 karakter = 1 byte = 8 bit.
 halo : 32 bit = 0100 | 1000 | 0100
 | 0001 | 0100 | 1100 | 0100 | 1111
 . 32 bit = 2 pangkat 5 bit. Maka
 check bit = $5 + 1 = 6$ bit.
 Sehingga panjang bit yang akan dikirim : 32 + seluruh proses pada fase perancangan akan ditransformasikan pada fase program kedalam produk perangkat lunak. Perangkat lunak dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman. Untuk menjalankan perangkat lunak tersebut dijalankan. 6 bit = 38 bit.
 Hasilnya panjang bit yang diterima = 38, original bit = 32, check bit = 6. Check bit yang didapat = 010110 dan check bit yang di ekstrak = 010110. Kesimpulan bit yang kita dapat sama, itu membuktikan bahwa kata ‘halo’ yang kita kirim tidak terdapat kesalahan. Contohnya

saja, originalnya 010110 dan setelah dicek hasilnya berbeda menjadi 011110.

karakter	ASCII	Check bits
H	1001000	00110010000
a	1100001	10111001001
m	1101101	11101010101
m	1101101	11101010101
i	1101001	01101011001
n	1101110	01101010110
g	1100111	11111001111
c	0100000	10011000000
c	1100011	11111000011
o	1101111	00101011111
d	1100100	11111001100
e	1100101	10011000101

urutan transmisi bit

Gambar 2.19 Penggunaan Kode Hamming untuk mengkoreksi burst error

2.2.6.3 Transformasi Data QR Code dengan Kode Hamming

Dalam tipe data alphanumerik terdapat 45 karakter berbeda yang dikenali oleh QR Code yaitu diantaranya :

1. 10 karakter digit angka yaitu angka 0 sampai dengan 9 dengan nilai byte data dimulai dari 30HEX hingga 39HEX.
2. 26 karakter huruf alphabet yaitu huruf A-Z dengan nilai byte dimulai dari 41HEX sampai dengan 5AHEX.
3. 9 karakter tanda baca yaitu fl, fl,\$fl, fl%fl, fl*fl, fl+fl, fl-fl, fl.fl, fl/fl, dan fl:fl dengan nilai byte 20HEX, 24HEX, 25HEX, 2AHEX, 2BHEX, 2DHEX, 2EHEX, 2FHEX, dan 3AHEX.

Pada mode alpha numerik ini standarnya setiap dua karakter dipresentasikan dengan panjang 11 bit. Dengan data yang akan diproses adalah flABC123fl, maka data akan dipresentasikan flABfl, flC1fl, dan fl23fl dengan panjang masing - masing 11 bit. Tapi jika jumlah karakter yang akan diproses

jumlahnya ganjil, maka 1 karakter akhir akan dipresentasikan dengan panjang 6 bit. Sebagai contoh penulis akan mengubah data flABCDE123fl menjadi sebuah simbol QR Code.

- a. Pertama data akan dipisahkan menjadi kelompok yang beranggotakan 2 karakter. Hasil : (A, B) (C, D) (E, 1) (2, 3)
- b. Setiap karakter data yang ada pada tiap kelompok dikonversi kedalam nilai yang tercantum. Hasil : (10, 11) (12, 13) (14, 1) (2, 3).
- c. Selanjutnya setiapkelompok yang mempresentasikan nilai dari setiap karakter akan diubah menjadi angka binari dengan panjang 11 bit per kelompok. Setiap kelompok akan diubah terlebih dahulu kedalam bentuk desimal dengan rumus Dec = (A x 45) + B, lalu hasilnya akan dikonversi kedalam bentuk binari.

➤ Contoh dari karakter "ABCDE123" ke Kode Hamming dan menjadi QR Code :

Karakter "ABCDE123" dikonveksikan ke Kode Hamming menjadi "{10, 11} {12, 13} {14, 1} {2, 3}"

Maka :

$$\begin{aligned}
 (10, 11) &=> (10 \times 45) + 1 \\
 (12, 13) &=> (12 \times 45) + 13 \\
 &=> 450 + 11 \\
 &=> 540 + 13 \\
 &=> 461 \\
 &=> 553 \\
 &=> 00111001101 \\
 &=> 01000101001
 \end{aligned}$$

$$(14, 1) => (14 \times 45) + 1$$

$$(2, 3) => (2 \times 45) + 3$$

$$=> 630 + 1$$

$$=> 90 + 3$$

=> 631
=> 93
=> 01001110111
=> 00001011101

Diurutkan akan menjadi
00111001101
01000101001
01001110111
00001011101

Konversi indikator jumlah data kedalam bentuk bilangan binari dengan panjang 9 bit. Hasil : 8 = 000001000, Digabung menjadi urutan:

000001000
001110011
010100010
100101001
110111000
01011101

Dari data yang sudah dikonveksi ke biner tersebut diubah kembali kedalam bentuk desimal dan diubah per kode kata.

Hasil :
32 65 205 69 41 220 46 128
236

Decimal ke biner :
00100000 => 32
11011100 => 220
01000001 => 65
00101110 => 46
11001101 => 205
10000000 => 128
101 => 69
11101100 => 236
00101001 => 41

Format informasi yang ada pada simbol QR Code adalah format yang berisi data informasi mengenai QR Code itu sendiri. Dalam format informasi itu sendiri terdapat keterangan *error correction* yang digunakan dan indikator *mask*

pattern sepanjang 15 bit. 2 bit pertama adalah *error correction* yang ada pada tabel 2.4. Karena versi QR Code yang digunakan pada sample data adalah versi 1-H maka indikator yang digunakan adalah f10f1 . 3 bit berikutnya adalah indikator *mask pattern* yang dipilih pada bagian sebelumnya yaitu f011f1. Hasil : 10 011.

Untuk 10 bit sisanya adalah bit untuk *error correction* dari 5 bit sebelumnya. Setelah memproses f10011” dengan algoritma *error correction* akan menghasilkan f0111000010f1 dan jika digabung dengan 5 data sebelumnya akan menjadi f10011 0111000010f1.

Hasil akhir dari simbol QR Code adalah simbol yang sudah diberikan format informasi dan kode kata yang sudah diproses dengan *mask pattern* dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 2.20 Hasil akhir dari QR Code untuk ” ABCDE123”

3.1 Metode Pengumpulan Data

3.1.1 Pengamatan Langsung (*Observasi*)

Mengumpulkan data dengan cara pengamatan secara langsung pada acara pernikahan maupun acara pertemuan serta dokumentasi pencatatan yang diperlukan, guna untuk memperoleh data yang akurat dan yang diperlukan untuk membuat sistem aplikasi yang akan dibuat.

3.1.2 Wawancara

Pengumpulan data dengan cara mewawancarai bapak Ali Imron selaku tuan rumah acara pernikahan dan Ibu Fibta Nur Arifah selaku pemilik catering “ATHA catering”. Kedua narasumber tersebut mengeluhkan kurang efisien untuk mencari data tamu yang hadir.

3.1.3 Kepustakaan

Metode kepustakaan adalah metode pengumpulan data yang diperoleh dari berbagai buku, literatur atau media lain sebagai referensi untuk penyusunan laporan yang mendukung dalam melakukan penelitian. Bahan-bahan yang dijadikan sumber pengumpulan data harus berkenaan dengan obyek yang diteliti dan juga kelengkapan dari sumber-sumber yang digunakan harus lengkap dan mutakhir.

3.2 Membangun Sistem

3.2.1 Analisis

Peneliti memberikan solusi yang ada dengan perancangan sistem seperti diagram alur data, kemudian perancangan database serta perancangan *interface* atau antarmuka bagi pengguna sistem.

3.2.2 Perancangan Desain:

Tahapan perancangan desain ini terdapat 3 perancangan yaitu:

1. Desain Sistem

Rancangan sistem ini meliputi Admin (tuan rumah), Operator (penerima tamu), Pengguna (tamu undangan). Admin sebagai input data, Operator sebagai proses data dan Pengguna sebagai output data.

2. Desain Database

Untuk perancangan basis data yaitu dengan mentransformasikan model domain informasi yang dibuat selama analisis ke dalam struktur data yang akan digunakan untuk mengimplementasikan sistem. Sistem ini menggunakan beberapa tabel, diantaranya yaitu admin, operator, tamu_undangan, status_tamu.

3. Interface

Dengan melakukan perancangan *Interface* pada sistem yang akan dibuat dengan cara baik dan cermat diharapkan sistem dapat memberikan unsur-unsur kemudahan bagi penggunanya (*user friendly*), sehingga pengguna tidak lagi mengalami kesulitan dalam melakukan pekerjaannya. Adapun rancangan *interface* terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

1) Rancangan Input

Perancangan desain input berfungsi untuk memasukan data dan memproses ke dalam format yang akan digunakan. Pihak admin (tuan rumah) menginputkan data tamu undangan untuk di *convert* ke *QR code* supaya bias dibaca aplikasi yang ada di *smartphone*. Operator (penerima tamu) membantu *scan QR code* yang ada di undangan tamu untuk verifikasi data tamu. Dengan memverifikasi data tamu tersebut, maka pihak tuan rumah dapat mengetahui data-data tamu yang sudah datang dan jumlah tamu yang sudah datang.

- 2) Rancangan Proses
Pada desain proses ini, memiliki fitur yang memudahkan pengguna dalam pengolahan aplikasi buku tamu. Pada admin akan diberikan hak akses penuh dalam mengolah data dengan fitur seperti tambah, edit, hapus. Untuk operator diberikan hak akses dalam melihat data yang sudah dibuat oleh admin serta operator dapat menscan QR kode yang ada di undangan tamu untuk memverifikasi data tamu yang datang. Pada saat operator melakukan verifikasi dengan tamu undangan, QR kode yang ada pada tamu undangan akan di scan dengan kamera *smartphone* operator yang sudah terinstal aplikasi buku tamu dan terintegrasi dengan pengolahan data buku tamu yang ada di server.
- 3) Rancangan Output
Dengan aplikasi yang ada di *smartphone* operator menggunakan *QR scanner* yang sudah dibagikan pada social media milik tamu dan kertas undangan tamu. Untuk tampilan *smartphone* akan muncul simbol centang pada *smartphone* operator. Tampilan untuk admin, menampilkan laporan data tamu datang dan jumlah tamu datang.

3.2.3 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja aplikasi yang dikembangkan dan memperbaikinya

jika terjadi kesalahan atau *error*. Pengujian yang dilakukan menggunakan *black box*. Pengujian *black box* disarankan pada spesifikasi perangkat lunak dan aspek fundamental sistem tanpa memperhatikan struktur logikanya. Dalam tahapan pengujian sistem ini terdapat 2 jenis pengujian yaitu:

1) Pengujian Internal

Pengujian internal dilakukan dengan cara menguji sistem menggunakan *black box* testing yaitu pengujian yang berfokus pada kebutuhan fungsional pada *software*, berdasarkan pada spesifikasi kebutuhan dari *software*. Dalam sistem yang akan dibangun pengujian dapat berupa testing pada kondisi input, proses dan output dari keseluruhan sistem apakah sudah berfungsi sebagaimana mestinya.

2) Pengujian Eksternal

Pengujian eksternal dapat dilakukan dengan cara membuat pertanyaan dan pertanyaan terkait dengan sistem yang dibangun untuk melakukan pengujian kuesioner kepada calon pengguna sistem.

3.2.4 Implementasi

Pada tahapan implementasi sistem penulis melakukan pengembangan sistem. Pengembangan sistem yang akan digunakan dalam tahap meletakkan sistem supaya siap dioperasikan. Dalam tahapan ini sistem menggunakan bahasa Android Studio dan untuk membaca QR kode menggunakan ZBar Library, desain sistem menggunakan Delphi XE8 dan database yang digunakan adalah SQLite.

Setelah pemrograman selesai penulis akan melakukan pengujian terhadap sistem diantaranya menguji proses *input* data guru sampai selesai melakukan proses pengolahan data tamu dan membuat data laporan tamu. Pengujian *input* data, pengolahan data tamu dan laporan dilakukan agar sistem dapat berjalan dengan baik sehingga tidak mengganggu kinerja user saat menggunakan sistem.

3.2.5 Perangkat Pendukung Penelitian

Untuk melakukan penelitian memerlukan perangkat pendukung yang menjadi dua bagian, yaitu perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (Software).

3.2.5.1 Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras yang ada didalam sistem *smartphone* merupakan suatu perangkat keras yang digunakan untuk mendukung kinerja sistem, dalam proses ini pengembangan aplikasi sistem yang penulis buat pada aplikasi buku tamu. Adapun perangkat keras yang harus dipenuhi untuk syarat-syarat perangkat keras yang digunakan pada aplikasi buku tamu adalah sebagai berikut:

- a. Memiliki kemampuan *processing* yang memadai dalam menjalankan program aplikasi yang digunakan dalam pengembangan sistem.
- b. Sistem *smartphone* yang digunakan pada tahap pengembangan sistem adalah sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Adroid
2. Processor Quad - Core 1.5 GHz.
3. RAM 1.5 GB
4. Kamera Resolution CMOS 8.0 MP
5. ROM 8 GB

3.2.5.2 Perangkat Lunak (Software)

Adapun perangkat lunak (Software) yang digunakan dalam pengembangan sistem aplikasi buku tamu sebagai berikut:

- a. Sistem Operasi : Microsoft Windows 7
- b. Pengolahan kata : Microsoft Office 2010
- c. Bahasa Pemrograman : Android Studio
- d. Desain Sistem : Delphi XE8
- e. Aplikasi Database : SQLite

4.1 Analisis Sistem

Dalam sistem pembuatan aplikasi buku tamu berbasis *smartphone* dengan menggunakan *qr code*, sistem tersebut yang digunakan untuk membuat, membagikan dan memvalidasi . Sistem ini memberikan hasil berupa laporan data id tamu, nama tamu, alamat tamu. Sistem tersebut dapat memudahkan admin untuk mengetahui tamu undangannya.

Aplikasi buku tamu ini dibangun untuk memberikan kemudahan bagi operator dalam pendataan tamu yang datang. Untuk menghasilkan aplikasi undangan berbasis android ini, maka penulis akan mencari data dan mempelajari cara kerja aplikasi undangan berbasis android serta menganalisa data-data yang dibutuhkan untuk mengembangkan

aplikasi tersebut. Setelah menganalisa, langkah selanjutnya yaitu membuat aplikasi tersebut yang berbasis android serta pembuatn *qr code* untuk menyimpan data yang sudah dibuat.

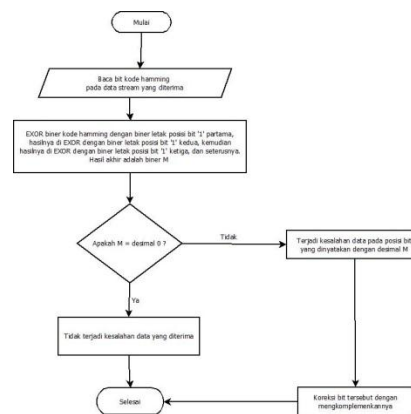
Berdasarkan pemikiran diatas penulis mempunyai gagasan pembuatan aplikasi buku tamu berbasis *smartphone* dengan menggunakan *qr code*. Untuk penyajian informasi harus disesuaikan dengan nilai kegunaan, kebutuhan dan fungsi masing-masing bagian. Misalnya tugas operator untuk memverifikasi data tamu yang data dengan meng-*scan qr code* pada undangan yang dibawa oleh tamu undangan. Begitu pula dengan tamu undangan tidak membutuhkan sistem input data melainkan proses *output* (hasil laporan), yang membutuhkan sistem input data yaitu admin dan operator. Admin disini yaitu melakukan proses input data operator, input data tamu. Informasi yang telah di dapat aplikasi ini akan diolah dengan cara benar dan efektif, sehingga hasilnya dapat bermanfaat dalam operasional sistem yang telah dibuat.

4.2 Perancangan Sistem

Sebelum pembuatan sistem atau aplikasi secara keseluruhan, terlebih dahulu dibuat rancangan agar aplikasi yang akan dibuat ini benar-benar dapat membantu mempermudah dalam mengerjakan sebuah sistem yang baru dibuat dan juga membantu memberikan solusi dari permasalahan yang terjadi pada sistem yang lama. Analisis sistem yang akan dibangun adalah bentuk aplikasi yang dapat diakses dengan *smartphone*. Pada sistem aplikasi yang akan dirancang untuk

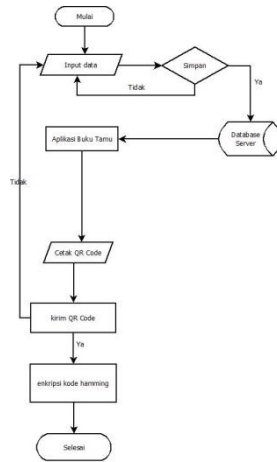
melakukan proses pendataan operator, pendataan tamu undangan. Perancangan sistem *QR Code* pada aplikasi buku tamu undangan berbentuk file jpg. File *QR Code* yang berbentuk jpg tersebut dikirim oleh admin ke tamu undangan dan tamu undangan tersebut menunjukkan *QR Code* ke operator untuk di *scanner* Metode *Forward Error Coreection* dengan Kode *Hamming* pada sistem aplikasi buku tamu yang digunakan untuk mengoreksi kesalahan bit pada *QR Code*. Perancangan sistem dapat diartikan gambaran atau sketsa dari alur proses sistem pengolahan data. Dalam rancangan suatu sistem dapat menggunakan *Flowchat* admin, *Flowchat* Operator, Diagram Konteks, Diagram Jenjang, Diagram Arus Data (DAD) atau *Data Flow Diagram* (DFD) dan *Entity Relationship Diagram* (ERD).

4.2.1 Flowchat Forward Error Correction Dengan Kode Hamming



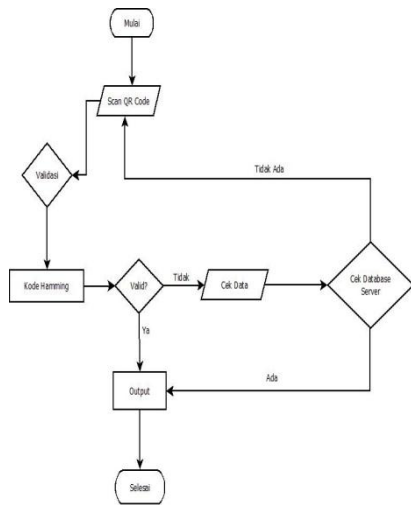
Gambar 4.1 flowchat forward error

4.2.2 Flowchat Admin



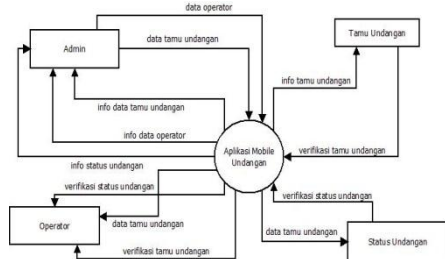
Gambar 4.2 flowchat admin

4.2.3 Flowchat Operator



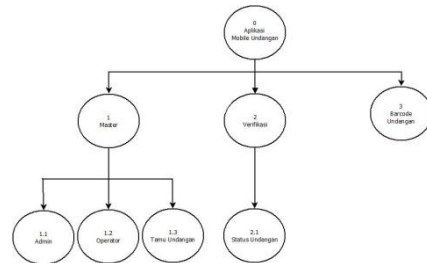
Gambar 4.3 flowchart operator

4.2.4 Diagram Konteks



Gambar 4.4 Diagram Konteks

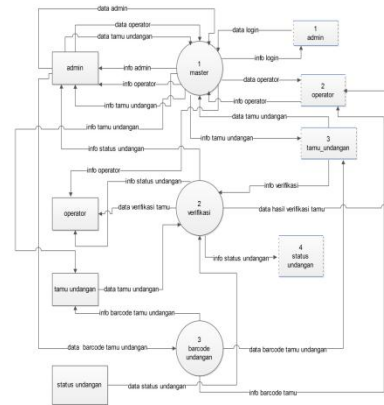
4.2.5 Diagram Jenjang



Gambar 4.5 Diagram Jenjang

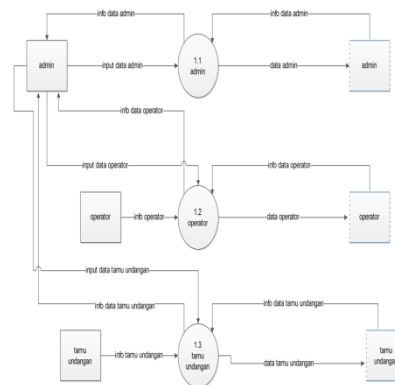
4.2.6 Diagram Alir Data

4.2.6.1 Diagram Alir Data Level 1



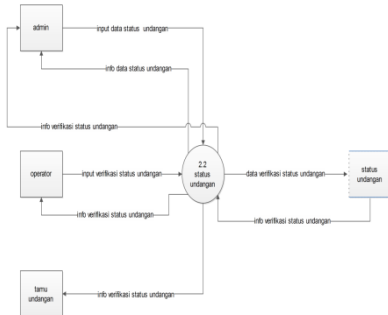
Gambar 4.6 Diagram Alur Data Level 1

4.2.6.2 Diagram Alir Data Level 2 Proses 1



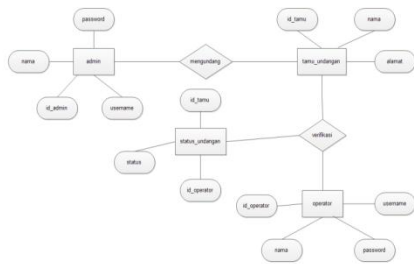
Gambar 4.7 Diagram Alir Data Level 2 Proses 1

4.2.6.3 Diagram Alir Data Level 2 Proses 2



Gambar 4.8 Diagram Alir Data Level 2 Proses 2

4.2.6.4 Hubungan Antar Entitas



Gambar 4.9 Hubungan Antar Entitas

4.2.7 Perancangan Interface Sistem

4.2.7.1 Rancangan Form Login

Form Login merupakan form yang digunakan user agar pengguna dapat masuk ke dalam aplikasi, dengan menginputkan Username dan Password. Untuk form login antara admin dan operator desain aplikasinya sama akan tetapi hak aksesnya berbeda.

Gambar 4.10 rancangan form login

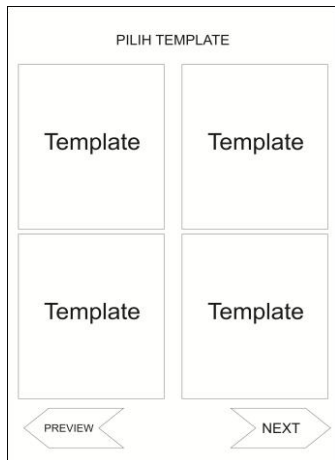
4.2.7.2 Rancangan Form Buat Undangan

Form Buat Undangan merupakan form yang digunakan admin untuk membuat rancangan undangan sesuai kebutuhannya.

Gambar 4.11 Rancangan Form Buat Undangan

4.2.7.3 Rancangan Form Template

Form Template merupakan form yang digunakan admin untuk membuat rancangan template undangan sesuai kebutuhannya.



Gambar 4.12 rancangan form template

4.2.7.4 Rancangan Form Desain Isi Undangan

Form Desain Isi Undangan merupakan form yang digunakan admin untuk membuat isi dari undangan, form ini bias menambahkan gambar dan pilih text sesuai kebutuhan admin.



Gambar 4.13 rancangan form desain isi undangan

4.2.7.5 Rancangan Form Hasil Desain

Form Hasil Desain merupakan form yang menampilkan hasil desain dari admin, dalam form hasil desain ini admin dapat langsung cetak ke *qr*

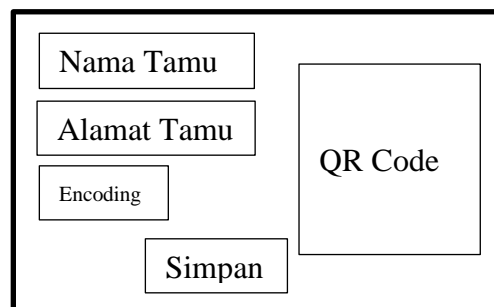
code atau bisa kembali ke form sebelumnya.



Gambar 4.14 rancangan form hasil desain

4.2.7.6 Rancangan Form QR Code

Form QR Code merupakan form yang menampilkan hasil dari desain undangan dan di ekstrak ke QR Code, form qr code ini admin bisa langsung simpan ke *memory internal smartphone*.



Gambar 4.15 form qr code

4.2.7.7 Rancangan Form Scanner

Form Scanner merupakan form yang terdapat di aplikasi untuk operator men-*scan* qr kode yang sudah

dikirim oleh admin di *smartphone* tamu undangan yang datang.



Gambar 4.16 form scanner

4.2.7.8 Rancangan Form Laporan

Form Laporan merupakan form yang terdapat di aplikasi untuk admin dan operator. Admin dan operator dilaporan ini hanya bias melihat hasil dari laporan dan mencetak ke file PDF.

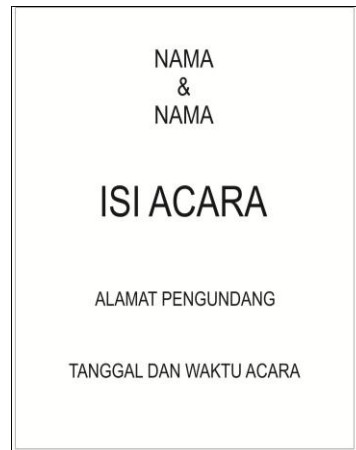


Gambar 4.17 form laporan

4.2.7.9 Rancangan Form Tamu Undangan

Form Tamu Undang merupakan form yang telah dikirim oleh admin

ke tamu undangan tersebut. File yang dikirim admin dan diterima oleh tamu undangan berupa jenis file jpg.



Gambar 4.18 form tamu undangan

1. IMPLEMENTASI SISTEM

5.1. Cara Kerja Sistem

Pada tahap implementasi sistem ini akan diterapkan sistem yang telah dirancang untuk dapat dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, sehingga pada langkah ini dapat dipastikan apakah sistem tersebut dapat menghasilkan proses yang sesuai dengan yang kebutuhan dan kegunaan dari sistem tersebut. Pada sistem aplikasi ini akan memudahkan pemilik acara untuk membuat, mendata dan menyebarkan undangan tersebut.

5.2. Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem ini digunakan pengujian sistem metode black box. Dari pengujian metode black box ini, akan terlihat apakah fungsi-fungsi pada form sudah berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan ataukah belum sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem metode black box dapat dilihat pada tabel 5.1 :

Form yang Diuji	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Hasil
Login Admin	Jika admin berhasil login akan bias membuat undang, tambah tamu undangan dan membuat qr code tamu undangan.	Edit acara undangan, tambah tamu undangan, buat qr code untuk tamu undangan.	Sesuai
Login Operator	Apabila operator masuk login menggunakan username dan password dengan benar, maka akan tampil menu untuk operator.	Muncul Menu <i>scanner qr code</i> untuk men- <i>scan qr code</i> tamu undangan.	Sesuai
Buat Tamu	Form untuk membuat data tamu yang akan diundang dan data tamu tersebut akan dikonvert ke <i>qr code</i> .	Muncul form tamu undangan dan convert qr code.	Sesuai
Scanner QR Code	Kamera hp smartphone untuk men- <i>scan qr code</i> yang dibawa oleh tamu undangan.	Muncul kamera <i>scanner</i>	Sesuai
Share Social Media	Form untuk membagikan hasil editan yang telah dibuat oleh admin ke tamu undangan yang admin inginkan.	Form yang muncul adalah symbol social media seperti whatsapp, instagram, facebook dan twitter	Sesuai

Tabel 5.1 Tabel Pengujian Aplikasi Metode Black Box

5.3. Pembahasan Hasil Sistem

5.3.1 Halaman Login

Halaman Login ini merupakan halaman data username dan password yang di inputkan tepat maka akan di aktifkan menu form yang lain, sesuai dengan hak akses yang sudah di tentukan. Hak akses disini dibedakan menjadi 2 hak akses yaitu hak akses untuk Admin, Operator. Masing masing hak akses ini hanya bisa membuka menu-menu tertentu sesuai dengan hak akses dari masing-masing ketentuan.



Gambar 5.1 Halaman Login

5.3.2 Form Buat Undangan

Form Desain Isi Undangan merupakan form yang digunakan admin untuk membuat isi dari undangan, form ini bias menambahkan gambar dan pili text sesuai kebutuhan admin.



Gambar 5.2 Form Buat Undangan

5.3.3 Form Template

Form Template merupakan form yang digunakan admin untuk membuat rancangan template undangan sesuai kebutuhannya.



Gambar 5.3 Form Template

5.3.4 Form Buat Qr Code Tamu

Form Buat Qr Code Tamu merupakan form yang digunakan admin untuk membuat *Qr Code* tamu undangan. Pada pembuatan QR Code, aplikasi form tambah tamu undangan di koneksikan pada form buat QR Code tamu yang ada di aplikasi dekstop. Admin bisa menambahkan data tamu sesuai kebutuhan admin.

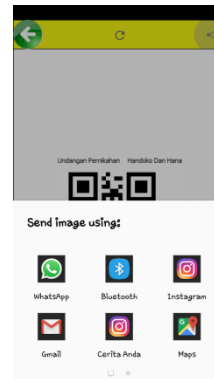


Gambar 5.4 Form Buat Qr Code Tamu

5.3.5 Form Simpan Dan Share

Form Simpan Dan Share ini digunakan untuk admin ingin membagikan ke sosial media dan

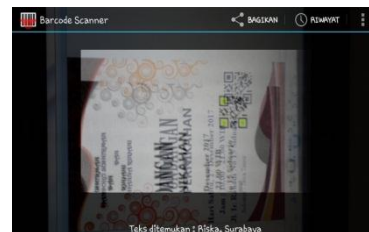
secara otomatis file tersebut akan tersimpan di *memory smartphone* admin.



Gambar 5.5 Form Simpan Dan Share

5.3.6 Form Hasil Scanner

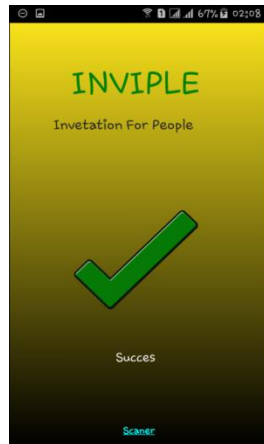
Form Hasil Scanner ini menampilkan data *qr code* dari tamu



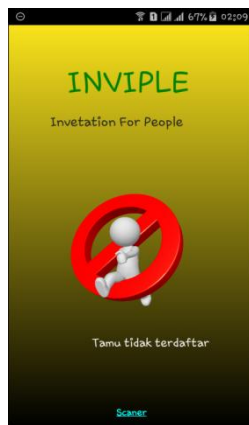
Gambar 5.6 Form Hasil Scanner

5.3.7 Form Hasil Tamu Undangan

Form Hasil Tamu Undangan jika memberikan hasil dari scanner menyebutkan tanda ceklist tamu tersebut terdaftar sebagai tamu undangan dalam acara yang diadakan. Jika hasil dari scanner menyebutkan tanda dilarang, maka tamu tersebut bukan tamu undangan dalam acara yang diadakan.



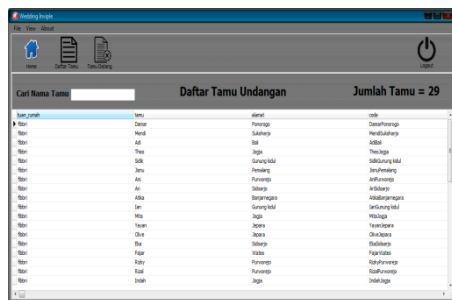
Gambar 5.7 Form Tamu Terdaftar



Gambar 5.8 Form Tamu Tidak Terdaftar

5.3.8 Form Laporan Tamu

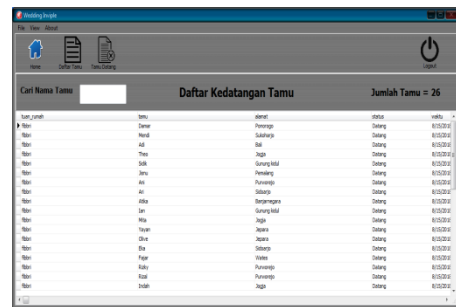
Form Laporan Tamu ini merupakan form yang digunakan admin untuk melihat data tamu yang diundang.



Gambar 5.9 Form Laporan Tamu

5.3.9 Form Laporan Tamu Datang

Form Laporan Tamu Datang merupakan form yang digunakan admin untuk melihat data tamu yang telah datang.



Gambar 5.10 Form Laporan Tamu

6 PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dalam laporan Tugas Akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya aplikasi ini admin dapat dengan mudah melakukan proses pengentrian data, pencarian data, peninjauan data dan penyimpanan data pada database karena aplikasi ini membantu untuk penyimpanan file-data tamu agar tersimpan dengan baik.
2. Program yang penulis buat ini tidak mengalami terjadinya persamaan dalam penyimpanan di pembuatn *qr code* untuk tamu.
3. Aplikasi yang di buat penulis ini yaitu aplikasi desktop dan android untuk *scanner qr code* yang di buat dengan menggunakan delphi xe8 dan database menggunakan sql yog.

6.2 Saran

Setelah penulis selesai melaksanakan penelitian di tempat – tempaan acara undangan, maka penulis di dalam laporan ini mencantumkan beberapa saran yang mungkin dapat membangun. Saran-saran tersebut antara lain:

1. Aplikasi buku tamu yang dibangun ini masih sederhana dan hanya memiliki beberapa fitur diantaranya fitur operator, scanner qr code, input tamu dan hasil dari scanner qr code.
2. Aplikasi buku tamu ini baru dibangun menggunakan aplikasi dekstop dan android. Diharapkan untuk pengembangan selanjutnya aplikasi bisa dikembangkan lagi dengan aplikasi *smart phone*.
3. Agar sistem terjaga dengan baik dan tidak terjadi kesalahan, maka perlu dilakukan *maintenancel* pemeliharaan secara berkala, agar aplikasi buku tamu ini tetap dalam perfoma yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Agustina Wina, Sri, 2017, "Penerapan Teknik Labeling QR Code Berbasis Internet Pada Sistem Informasi Manajemen Aset RSUD R.Syamsudin Sukabumi", Bina Sarana Informatika, Yogyakarta

[2] Bhawiyuga, Adhitya, 2017, "Analisis Perfoma Mekanisme *Error Recovery* Menggunakan *Automatic Repeat Request (ARQ)* Dan *Forward Error Correction (FEC)* Pada *Multi Receiver File Transfer*", Universitas Brawijaya, Malang.

[3] Badole, V., & Udawat, A., 2014, "Implementation of *Multidirectional Parity Check Code Using Hamming Code for Error Detection and*

Correction", International Journal of Research in Advent Technology, 2, (5), 1-6.

[4] Denso Wave Incorporated, 2013, Answers to your question about the QR Code. (Online) <http://www.qrcode.com/en/> (Diakses tanggal 20 Mei 2018).

[6] G. E. Guna, 2014, "Pembangunan Aplikasi Web Pemesanan Makanan Menggunakan QR Code", Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

[7] Hasan, Fuad, 2015, "Pemanfaatan QR CODE SCANNER Untuk Menampilkan Data Koleksi Pameran Musium Negeri Sonobudoyo Berbasis Android", Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

[8] Hariadi, Juliana Dedi, 2015, "Materi Input Dan Output Pada Kode *Hamming*", Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer AKKOM, Yogyakarta.

[9] Luis, J., Saiz, A., Pedro, G. J., C., C. B., J. C., T., D. G., et al., 2014, "Modified *Hamming Codes to Enhance Short Burst Error Detection in Semiconductor Memories*", Tenth European Dependable Computing Conference(25), 62-65.

[10] Mita Erawan, Devid 2014, "Perancangan Sistem Parkir Dengan Kartu Barcode Berbasis Mikrokontroller ATMega16", Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.

[11] Muhajir, Fajar 2016, "Analisis Deteksi Dan Koreksi Multi Bit Error Dengan Partition Hamming Code" Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi UNiversitas Sumatra Utara, Medan.

[12] Nugraha, Arif Setya 2018, "Sistem Informasi Manajemen Presensi Kehadiran Menggunakan

QR Code Berbasis Web dan SMS
Getway Di SMK Muhammadiyah 2
Sukoharjo”, Universitas
Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
[13] Priyadi, Yudi, 2014, Kolaborasi
SQL & ERD dalam Implementasi
Database, Andi Offset, Yogyakarta.
[14] Rubenstein, D., Kurose, J. &
Towsley, D., 1998. Real-Time
Reliable Multicast Using
Proactive Forward

Error Corection. Jakarta: PT
Indeks Kelompok Gramedia.
[15] _____, 2016, ”Panduan
Umum Penulisan Laporan Kerja
Praktik, Tugas Akhir, dan Skripsi”,
Universitas Teknologi Yogyakarta,
Yogyakarta.