



GENERATION *JOURNAL*

Departement Of Informatics Engineering



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
JL. KH. ACHMAD DAHLAN GG.1 MOJOROTO No. 6 KEDIRI

Generation Journal

Vol. 2 No : 1 Januari 2018

e-ISSN : 2549-2233

p-ISSN : 2580-4952

Tim Redaksi Generation Journal

Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri

Pembina	Dr. Suryanto, M.Si.
Penanggung Jawab	Ahmad Bagus S, ST.,M.M., M.Kom.
Pimpinan Redaksi	Resty Wulanningrum, M.Kom
Penyunting Pelaksana	<ol style="list-style-type: none">1) Fitroh Amaluddin, S.T., M.T. (Universitas Ronggolawe Tuban)2) Diema Hernyka Satyareni, M.Kom. (Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum Jombang)3) Danar Putra Pamungkas, M. Kom. (Universitas Nusantara PGRI Kediri)4) Intan Nur Farida, M.Kom. (Universitas Nusantara PGRI Kediri)5) Ratih Kumalasari N.,S.ST., M.Kom. (Universitas Nusantara PGRI Kediri)
Mitra Bestari	<ol style="list-style-type: none">1) Dr. Kusrini, M.Kom. (Universitas AMIKOM Yogyakarta)2) Rosida Vivin Nahari, S.Kom, MT.(Universitas Trunojoyo Madura)
Layout Desain Grafis	Fajar Rohman Hariri, M.Kom
Publikasi	Risky Aswi Ramadhani, M.Kom Ardi Sanjaya, M. Kom
Alamat	Jl. KH. Ahmad Dahlan Gg. 1 Mojoroto, Kota Kediri Kampus 2 Univ. Nusantara PGRI Kediri. Telp (0354)771576 Fax.771503 Kediri. Web : http://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/gj Email : -

Kata Pengantar

Puji Syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat, rahmat dan kesehatan sehingga jurnal Program Studi Teknik Informatika “Generation Journal” Universitas Nusantara PGRI Kediri, **Vol 2 No. 1 Januari 2018** dapat terselesaikan dengan baik.

Dari buku jurnal ini diharapkan adanya tukar menukar informasi perihal perkembangan dan pemanfaatan, pengembangan kemampuan di bidang Teknologi Informasi, serta menjadi sebuah forum pertukaran informasi antar para pakar, peneliti dan pelaku industri.

Semoga penerbitan buku jurnal Program Studi Teknik Informatika “Generation Journal” ini dapat menjadi acuan informasi yang bermanfaat bagi seluruh staf pengajar khususnya, dan masyarakat pada umumnya.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian jurnal ini.

Kediri, 25 Januari 2018

Daftar Isi

Tim Redaksi Generation Journal.....	i
Kata Pengantar.....	ii
Daftar Isi	iii
Sistem Informasi Pembelajaran <i>English Grammar</i> Berbasis <i>Web</i>	1
<i>Tati Mardewi, Thalia Devega Tires</i>	
Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Klasifikasi <i>Decision Tree</i> Di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri)	9
<i>Ahmad Shiddiq, Ratih Kumalasari Niswatin, Intan Nur Farida</i>	
Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Stok Barang dan Penjualan pada UPT. Kewirausahaan Menggunakan Barcode dan Smart Card (Studi Kasus UPT. Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut).....	19
<i>Agustian Noor, Herpendi, Radna Nurmalina</i>	
Pengenalan Pola Tulisan Huruf Jepang (Hiragana) Menggunakan Partisi Citra	25
<i>Ariska Fitria Anggelina, Ardi Sanjaya, Ahmad Bagus Setawan</i>	
Prediksi Customer Churn Berbasis Adaptive Neuro Fuzzy Inference System	32
<i>Yayak Kartika Sari, Kusini, Ferry Wahyu Wibowo</i>	
Deteksi Kematangan Buah Rambutan Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform	40
<i>Irwan Falud Sen</i>	
Penerapan Algoritma Elgamal dan SSL Pada Aplikasi Group Chat.....	48
<i>Heru Aditya, Intan Nur Farida, Risky Aswi Ramadhani</i>	
Voice Recognition untuk Sistem Keamanan PC Menggunakan Metode MFCC dan DTW	57
<i>Destian Tri Handoko, Patmi Kasih</i>	

SISTEM INFORMASI PEMBELAJARAN *ENGLISH GRAMMAR* BERBASIS *WEB*

Tati Mardewi¹, Thalia Devega Tires²

^{1,2}Program Studi Manajemen Informatika, AMIK BSI Bogor

¹⁾tati.tdi@bsi.ac.id, ²⁾devega66@gmail.com

Abstrak – Sistem Informasi Pembelajaran English Grammar Berbasis Web memiliki manfaatnya yang sangat penting dalam usaha untuk meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris. Sebagaimana diketahui bahasa Inggris merupakan bahasa internasional yang digunakan hampir disemua aspek kehidupan dan merupakan kebutuhan yang sekarang ini tidak bisa dihindari. Salah satu aspek dalam belajar bahasa Inggris adalah dengan mempelajari grammar. Grammar menentukan bagaimana kata-kata disusun dalam membentuk unit-unit bahasa yang bermakna. Karena masih kurangnya media online untuk mempelajari grammar, hal ini merupakan kesempatan bagi penulis membuat website e-learning untuk pembelajaran English grammar yang bisa dikerjakan dimanapun dengan memanfaatkan media elektronik yang terhubung dengan koneksi internet. Penulis menggunakan pengembangan system dengan metode perangkat lunak waterfall yang terdiri dari: Analisis kebutuhan perangkat lunak, desain, pembuatan kode program, pengujian, pendukung dan pemeliharaan serta menggunakan teknik observasi dan studi pustaka dalam pengumpulan data yang dibutuhkan. Website e-learning ini dapat menampilkan materi pelajaran serta memberikan latihan soal. Hasil penelitian ini akan lebih memudahkan pengajar, pelajar atau para user dalam mempelajari grammar bahasa Inggris karena e-learning ini sangat mudah dalam penggunaannya dan juga akan mengefektifkan waktu pengguna.

Kata Kunci: Website e-learning, Grammar, Waterfall, dan Internet .

Abstract - Information system of learning English grammar based on web has a significant function in improving our English ability. As we know that English is an international language which is used almost in all aspects of life. It is a necessity that is currently inevitable. One of the aspects of learning English is grammar. Grammar determines how words are arranged in the form of meaningful language units. Due to the lack of online media to learn grammar, this is an opportunity for writers to create e-learning website for learning English grammar that can be done everywhere by utilizing electronic media that is connected to internet. The author uses the development of motion waterfall software which consists of the determination, analysis of specifications, design system, information systems, implementation unit testing by using observation techniques and library studies in collecting data required. This e-learning website can display the subject matter as well as provide practice questions. The result of this research will help the teachers and students or users learn English grammar easier because it more effective in usage and time.

Keywords: Website e-learning, Grammar, Waterfall, and Internet.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sistem informasi berkembang pesat, kebutuhan akan informasi yang cepat menjadi babak baru dalam pengembangan berbagai perangkat, baik perangkat lunak maupun perangkat keras yang dapat menunjang untuk pencarian informasi. Perkembangan teknologi internet pun telah menjadi hal yang *familiar* dalam kehidupan masyarakat, salah satunya membantu dalam proses belajar mengajar. *Internet (Interconnected Network)* adalah jaringan komputer yang menghubungkan antar jaringan secara global, *internet* juga dapat disebut jaringan dalam suatu jaringan yang luas [1]. Salah satu kemudahan penggunaan akses internet adalah adanya sistem informasi berbasis web dengan menggunakan jaringan komputer dan ruang penyimpanan data dalam bentuk *database*. *Website* adalah sebutan bagi sekelompok halaman *web (web page)*, dan umumnya merupakan bagian dari suatu nama domain (domain name) atau sub domain dalam *World*

Wide Web (www) di internet [2]. Hubungan antara halaman web disebut dengan *hyperlink*. Sedangkan teks yang dijadikan media penghubung disebut dengan *hypertext*. Basis data adalah sekumpulan informasi yang diatur agar mudah dicari. Dalam arti umum basis data adalah sekumpulan data yang diproses dengan bantuan komputer yang memungkinkan data dapat diakses dengan mudah dan tepat, yang dapat digambarkan sebagai aktivitas dari satu atau lebih organisasi yang berelasi [3].

Saat ini banyak metode belajar mengajar yang di gunakan, salah satunya *electronic learning* atau lebih sering kita kenal dengan istilah *e-learning*. *E-learning* adalah suatu sistem pembelajaran yang digunakan sebagai sarana dan proses belajar mengajar yang dilaksanakan tanpa harus bertatap muka secara langsung antar pengajar dan pelajar [4]. Dengan adanya *e-learning* membantu para pengajar dan pelajar atau mahasiswa dalam proses belajar karena *e-learning* sifatnya lebih efisiensi waktu, serta dapat berbagi banyak ilmu pengetahuan dan keterampilan kepada masyarakat, *e-learning* juga dapat dilakukan secara informal dengan interaksi yang lebih sederhana.

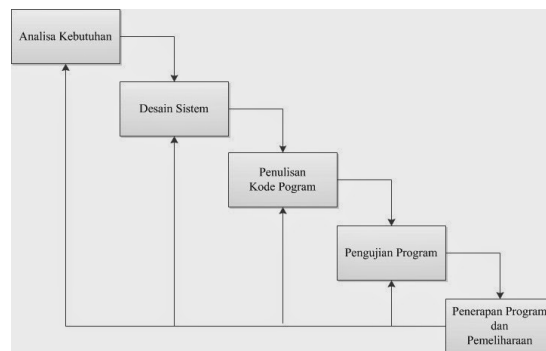
Sementara itu bahasa inggris merupakan bahasa internasional yang digunakan hampir disemua aspek kehidupan dan merupakan salah satu kebutuhan yang sekarang ini tidak bisa dihindari. Dengan menguasai bahasa inggris akan mempermudah kita dalam mendapatkan pekerjaan ataupun sekedar berkomunikasi dengan dunia luar. Untuk menguasainya tentu saja kita harus mempunyai dasar dalam mempelajarinya, salah satu yang menjadi kebutuhan dalam belajar bahasa inggris adalah dengan mempelajari *grammar*. *Grammar* (tata bahasa) adalah ilmu yang mempelajari tentang cara penyusunan kata-kata yang memiliki wujud tertentu menjadi sebuah kalimat yang tepat [5]. Oleh karena itu, tersedianya media belajar *grammar* secara online adalah hal yang membantu para penggunanya dalam proses pembelajaran bahasa Inggris. Proses pengembangan perangkat lunak dengan mempergunakan metode *waterfall*, pengumpulan data melalui studi pustaka dan observasi beberapa *website* yang berhubungan dengan pembelajaran bahasa Inggris.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi diatas, penulis memilih untuk membuat *website e-learning* yang mempelajari *grammar* dan memberikan judul “**SISTEM INFORMASI PEMBELAJARAN ENGLISH GRAMMAR BERBASIS WEB**”

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah :

2.1. Model Waterfall



Gambar 1. Metode *waterfall*

Model air terjun menyediakan pendekatan antara perangkat lunak secara sekuensial atau terurut dimulai dari analisis, desain, pengkodean, pengujian dan tahap pendukung (*support*).

Tahapan-tahapan model *waterfall* sebagai berikut :

a. Analisis kebutuhan perangkat lunak

Dalam pembuatan program ini, kurangnya *website e-learning* yang membahas tentang pembelajaran *grammar* serta belum banyak tersedianya konten belajar *grammar* baik dalam bentuk artikel ataupun dalam bentuk media *online* lainnya. Dan solusi dari permasalahan yang terjadi diatas yaitu dengan membuat *website e-learning* yang khusus mempelajari cara penggunaan *grammar* sebagai dasar untuk bisa berbahasa inggris.

b. Desain

Pada tahapan desain penulis melakukan rancangan pemetaan data yang digambarkan melalui ERD dan LRS untuk pembuatan database dengan isi tabel admin, tabel *user* dan lain-lain. Serta menggambarkan alur kerja *website* menggunakan struktur navigasi untuk cara penggunaan *website* dan proses pembuatan layout rancangan antar muka yang terdiri dari *front end* yaitu halaman yang bisa di akses oleh pengguna seperti halaman materi belajar dan latihan soal dan *back end* untuk administrator yang mengatur halaman penambahan materi belajar dan lain sebagainya.

c. Pembuatan kode program

Dalam tahapan ini penulis menerapkan beberapa bahasa pemrograman yaitu HTML untuk membuat tampilan, PHP untuk menghubungkan dengan basis data, serta CSS, dan beberapa bahasa pemrograman lainnya sebagai pendukung pembuatan *website*.

d. Pengujian

Pengujian dilakukan setelah selesainya pembuatan *website* apakah *website* yang telah dibuat sesuai keinginan dan semua proses berjalan sesuai dengan tujuan awal dan untuk mencari kesalahan serta kelemahan dalam *website* agar dapat diperbaiki. Dalam hal ini halaman *login* merupakan halaman pertama yang diakses oleh para pengguna dan setelah *login* pengguna akan masuk dalam halaman materi yang berisi tentang berbagai materi pembelajaran *grammar*.

e. Pendukung (*support*) atau pemeliharaan (*maintenance*)

Penulis melakukan proses pendukung atau pemeliharaan seperti halnya memperbaiki data dengan rutin melakukan *scan antivirus* dan lain sebagainya, serta peningkatan kinerja dengan mengikuti perkembangan zaman agar *web* dalam selalu *up to date*, dan berbagai hal ditujukan agar *website* selalu dalam kondisi baik.

2.2. Teknik pengumpulan data

a. Pengamatan langsung (*Observasi*)

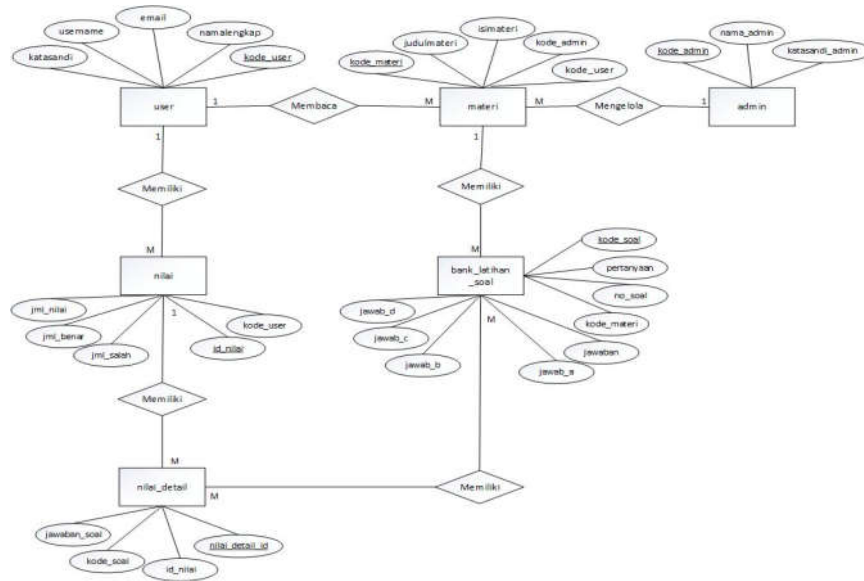
Penulis melakukan kegiatan pengamatan secara langsung seperti mengunjungi situs-situs *website e-learning* yang sudah ada terlebih dahulu agar mengetahui apa saja kebutuhan serta fasilitas-fasilitas yang diberikan untuk meningkatkan jumlah pengunjung.

b. Study kepustakaan

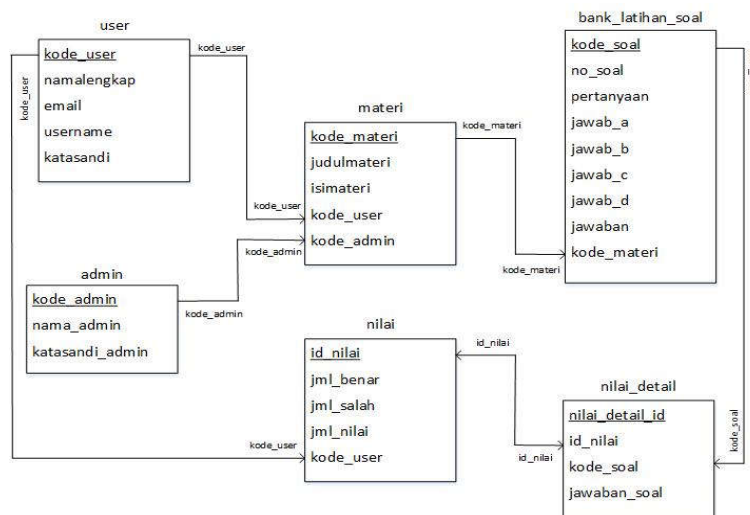
Penulis melakukan pengumpulan dari beberapa referensi, bahan kuliah, mencari, membaca dan mempelajari buku mengenai bahasa pemrograman serta hal-hal lain yang diperlukan untuk membangun sebuah *website e-learning* serta mempelajari buku-buku yang membahas tentang bahasa Inggris dan *grammar*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang diusulkan berdasarkan identifikasi kebutuhan perancangan *system web* dengan penggambaran *Entity Relationship Diagram* yang terkait. Berdasarkan gambar 2 dibawah, entitas yang terbentuk dari hasil rancangan *database* adalah: entitas user dengan atribut: kata sandi, user name, email, nama lengkap, kode *user*, berikutnya entitas materi dengan atribut: kode materi, judul materi, isi materi, kode *user*, berikutnya entitas admin dengan atribut: kode admin, nama admin, kata sandi, selanjutnya entitas nilai dengan atribut: jml_nilai, jml_benar, jml_salah, id_nilai, kode *user*, selanjutnya entitas *bank latihan soal* dengan atribut: jawab_d, jawab_c, jawab_b, jawab_a, jawab, kode_materi, no_soal, pertanyaan, kode_soal, berikutnya entitas nilai_detail dengan atribut jawaban_soal, kode_soal, id_nilai, nilai_detail_id. Relasi yang terjadi adalah antara entitas *user* dengan entitas materi, kardinalitas 1:m, sedangkan entitas materi dengan entitas admin, kardinalitas 1:m, selanjutnya, entitas user dengan entitas nilai, kardinalitas 1:m, selanjutnya entitas materi dengan entitas *bank latihan soal*, kardinalitas 1:m, selanjutnya entitas nilai dengan nilai_detail, kardinalitas 1:m, selanjutnya entitas *bank latihan soal* dengan entitas nilai_detail, kardinalitas m:n.



Gambar 2. ERD

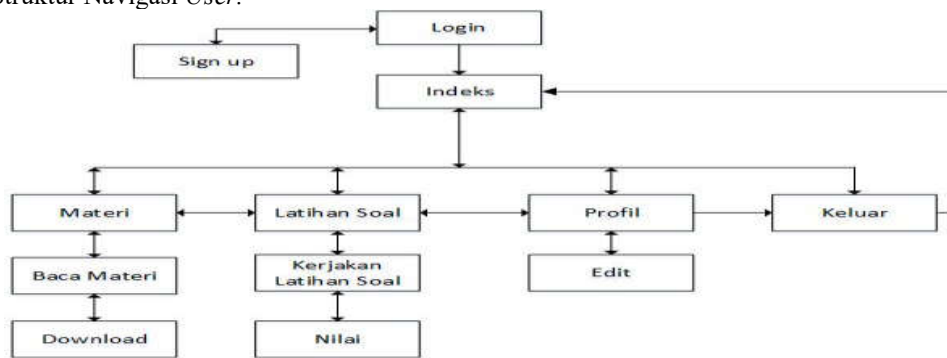


Gambar 3. LRS

Gambar 3 adalah rancangan LRS yang dibuat berdasarkan ERD pada gambar 2.

Sebelum menyusun aplikasi multimedia ke dalam sebuah *software*, menentukan alur apa yang akan digunakan dalam aplikasi yang dibuat adalah suatu yang harus dipersiapkan”. Berikut ini struktur navigasi yang dirancang oleh penulis :

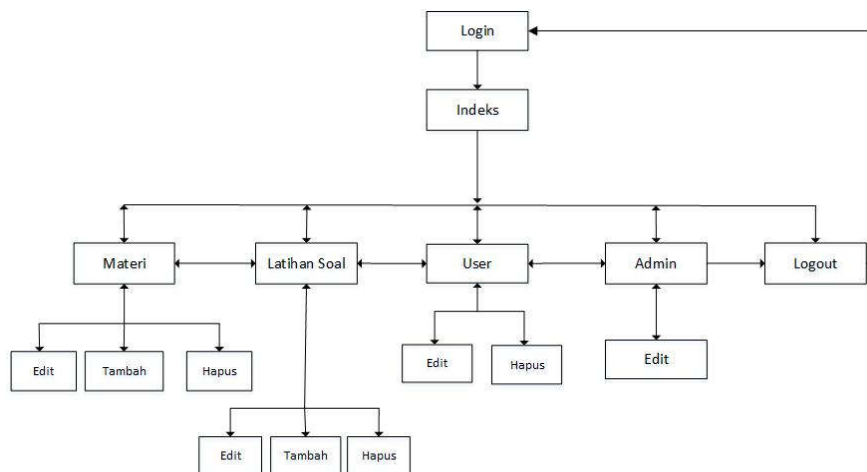
1. Struktur Navigasi User.



Gambar 4. Struktur Navigasi User

Gambar 4 adalah struktur navigasi halaman pengunjung pada website.

2. Struktur Navigasi Admin.



Gambar 5. Struktur Navigasi Admin

Gambar 5 adalah struktur navigasi halaman admin pada website

Pengujian terhadap program yang dibuat dengan menggunakan *black box testing* yang fokus terhadap masukan dan keluaran program.

1. Pengujian terhadap *Form Login User*

Tabel 1. Hasil Pengujian Halaman *Login User*

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Username</i> dan <i>password</i> tidak diisi kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : (kosong) <i>Password</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>login</i> , "username dan password harus diisi"	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
2.	Mengetikan <i>username</i> dan mengosongkan <i>password</i> kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : thalia <i>password</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>login</i> , "password harus diisi"	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
3.	Mengosongkan <i>username</i> dan	<i>Username</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>login</i> ,	Sesuai harapan	<i>Valid</i>

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
	mengetikan <i>password</i> kemudian klik <i>login</i>	<i>password</i> : 12345	“ <i>username</i> harus diisi”		
4.	Mengetikan salah satu kondisi salah pada <i>username</i> atau <i>password</i> kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : thalia <i>password</i> : abcde (salah)	Sistem menolak akses <i>login</i> , “ <i>username</i> dan <i>password</i> tidak sama”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
5.	Mengetikan <i>username</i> dan <i>password</i> dengan benar kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : thalia <i>password</i> : 12345	Sistem menerima akses <i>login</i> dan langsung menampilkan <i>index</i>	Sesuai harapan	<i>Valid</i>

Table 1 berada pada tahap pengujian form login *user*, dimana data yang diinput salah ataupun benar yang berada pada kolom “skenario pengujian” akan menghasilkan komentar yang berada pada kolom “hasil yang diharapkan”.

2. Pengujian terhadap *Form* Daftar *User*

Tabel 2. Hasil Pengujian Halaman Daftar *User*

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Full name</i> , <i>e-mail</i> , <i>username</i> dan <i>password</i> tidak diisi kemudian klik <i>sign up</i>	<i>Full name</i> : (kosong) <i>e-mail</i> : (kosong) <i>Username</i> : (kosong) <i>Password</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>sign up</i> , “ <i>full name</i> , <i>e-mail</i> , <i>user name</i> dan <i>password</i> tidak boleh kosong”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
2.	Mengisi salah satu kondisi dan yang lain tidak diisi kemudian klik <i>sign up</i>	<i>Full name</i> : Thalia Devega <i>e-mail</i> : (kosong) <i>Username</i> : (kosong) <i>Password</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>sign up</i> , “ <i>E-mail</i> , <i>user name</i> dan <i>password</i> tidak boleh kosong”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
3.	Mengisi semua kondisi, <i>full name</i> , <i>e-mail</i> , <i>username</i> dan <i>password</i> kemudian klik <i>sign up</i>	<i>Full name</i> : Thalia Devega <i>e-mail</i> : devega66@gmail.com <i>Username</i> : Thalia <i>Password</i> : 12345	Sistem menerima data pendaftaran <i>user</i> dan langsung memiliki akses untuk <i>login</i> .	Sesuai harapan	<i>Valid</i>

Table 2 berada pada tahap pengujian form daftar *user*, dimana data yang diinput salah ataupun benar yang berada pada kolom “skenario pengujian” akan menghasilkan komentar yang berada pada kolom “hasil yang diharapkan”.

3. Pengujian terhadap *Form Login Admin*

Tabel 3. Hasil Pengujian Halaman *Login Admin*

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1.	<i>Username</i> dan <i>password</i> tidak diisi kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : (kosong) <i>Password</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>login</i> , “ <i>username</i> dan <i>password</i> harus diisi”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
2.	Mengetikan <i>username</i> dan mengosongkan <i>password</i> kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : admin <i>password</i> : (kosong)	Sistem menolak akses <i>login</i> , “ <i>password</i> harus diisi”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
3.	Mengosongkan <i>username</i> dan mengetikan <i>password</i> kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : (kosong) <i>password</i> : admin	Sistem menolak akses <i>login</i> , “ <i>username</i> harus diisi”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
4.	Mengetikan salah satu kondisi salah pada <i>username</i> atau <i>password</i> kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : admin <i>password</i> : 12345 (salah)	Sistem menolak akses <i>login</i> , “ <i>username</i> dan <i>password</i> tidak sama”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
5.	Mengetikan <i>username</i> dan <i>password</i> dengan benar kemudian klik <i>login</i>	<i>Username</i> : admin <i>password</i> : admin	Sistem menerima akses <i>login</i> dan langsung menampilkan <i>index</i>	Sesuai harapan	<i>Valid</i>

Table 3 berada pada tahap pengujian form login admin, dimana data yang diinput salah ataupun benar yang berada pada kolom “skenario pengujian” akan menghasilkan komentar yang berada pada kolom “hasil yang diharapkan”

4. Pengujian terhadap *Form Materi Admin*

Tabel 4. Hasil Pengujian Halaman Materi Admin

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1.	Admin tidak mengisikan data	Judul materi : (kosong) deskripsi : (kosong)	Sistem menolak, “Judul materi dan dekripsi tidak boleh kosong”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
2.	Admin mengisi judul materi, dan mengosongkan deskripsi	Judul materi : TENSES deskripsi : (kosong)	Sistem menolak, “Dekripsi tidak boleh kosong”	Sesuai harapan	<i>Valid</i>
3.	Admin mengisi judul materi dan deskripsinya	Judul materi : TENSES deskripsi : Mempelajari tense dalam bahasa inggris mutlak diperlukan.	Sistem menerima, akses data tersimpan.	Sesuai harapan	<i>Valid</i>

Table 4 berada pada tahap pengujian form materi admin, dimana data yang diinput salah ataupun benar yang berada pada kolom “skenario pengujian” akan menghasilkan komentar yang berada pada kolom “hasil yang diharapkan”.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penulis mendapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. *Website* belajar *grammar* ini dapat membantu serta memudahkan *user* dalam pembelajaran *grammar*.
2. Sistem informasi *e-learning grammar* yang dibuat dapat menampilkan materi pelajaran dan memberikan latihan soal serta dapat melihat hasil belajar dari *user* dengan menampilkan nilai dari latihan soal yang sudah dikerjakan.
3. *E-learning* sebagai pendukung sistem pembelajaran konvensional yang selama ini digunakan telah berhasil dibangun berdasarkan konten dan struktur yang sesuai dengan kebutuhan pada era teknologi saat ini, yang bisa digunakan untuk belajar, kapanpun dan dimanapun.

5. SARAN

Dari kesimpulan yang penulis buat diatas, maka penulis memberikan beberapa saran yang mungkin dapat membantu agar perancangan *website* ini dapat bekerja secara optimal. Dan untuk menunjang keberhasilan *website* ini, penulis menyarankan beberapa hal. Antara lain :

1. Melakukan pembaharuan data secara rutin agar informasi yang disampaikan dapat disesuaikan dengan perkembangan informasi yang ada.
2. Mempunyai *back-up file* dimana untuk mencegah apabila terjadi kesalahan atau permasalahan didalam rancangan *website*.
3. Melakukan pemeliharaan dan perawatan yang rutin agar kinerja *website* selalu maksimal serta mengikuti arus perkembangan zaman.
4. Sistem keamanan harus lebih ditingkatkan agar terhindar dari orang-orang yang tidak bertanggung jawab.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sibero, Alexander F.K. 2013. *Web Programming Power Pack*. Mediakom, Yogyakarta.
- [2] Madcoms. 2011. *Aplikasi Web Database dengan Dreamweaver dan PHP MySQL*. Andi Offset. Yogyakarta.
- [3] Kustiyahningsih, Yeni dan Devie Rosa Anamisa. 2011. *Pemrograman Basis Data Berbasis Web Menggunakan PHP dan MySQL*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [4] Prasojo, Lantip Diah dan Riyanto. 2011. *Teknologi Informasi Pendidikan*. Yogyakarta: Gava Media. Surabaya.
- [5] Hariyono Rudy, Andrew Mc. Carthy, 2008, *ABC plus English Grammar*, Gita Media Press, Surabaya.

Analisa Kepuasan Konsumen Menggunakan Klasifikasi *Decision Tree* Di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri)

Ahmad Shiddiq¹, Ratih Kumalasari Niswatin², Intan Nur Farida³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹tdc2606@gmail.com, ²ratih.workmail@gmail.com, ³in.nfarida@gmail.com

Abstrak – Kepuasan konsumen merupakan tingkat dimana anggapan terhadap produk sesuai dengan harapan para konsumen. Harapan konsumen umumnya merupakan prakiraan atau keyakinan konsumen tentang apa yang akan diterimanya bila telah membeli atau mengonsumsi suatu produk. Kenyataannya, apa yang bisa memuaskan konsumen di satu situasi mungkin tidak bisa memuaskan konsumen yang sama di lain situasi. Ditambah dengan sistem keluhan konsumen yang hanya disediakan *contact person* oleh pihak restoran. Dengan demikian, kepuasan konsumen sangat sulit diketahui, karena tidak semua konsumen menghubungi *contact person* yang disediakan. Maka dari itu, adanya penelitian mengenai analisis kepuasan konsumen di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri) tersebut diperlukan. Untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan diatas, banyak cara yang dapat ditempuh. Salah satunya adalah dengan melakukan pemanfaatan data perusahaan yang diolah dengan klasifikasi *Decision Tree* menggunakan algoritma C4.5. Dari proses klasifikasi akan menghasilkan beberapa aturan yang menyebabkan konsumen merasa puas dan tidak puas, serta seberapa besar konsumen merasa puas maupun tidak puas.

Kata Kunci — konsumen, produk, *contact person*, *decision tree*, algoritma C4.5.

Abstract – *Consumer satisfaction is the level where the assumption of the product in accordance with the expectations of consumers. Consumer expectations are generally consumer forecasts or beliefs about what they will receive when buying or consuming a product. In fact, what can satisfy consumers in one situation may not be able to satisfy the same consumer in another situation. Coupled with a consumer complaints system that only provided contact person by the restaurant. Thus, consumer satisfaction is very difficult to know, because not all consumers contact the contact person provided. Therefore, the existence of research on the analysis of customer satisfaction in Restaurant Dapur Solo (Kediri Branch) is required. To meet the needs above, many ways that can be taken. One of them is by utilizing company data that is processed by Decision Tree classification using C4.5 algorithm. From the classification process will produce some rules that cause consumers to feel satisfied and not satisfied, and how much consumers are satisfied or not satisfied.*

Keywords — *satisfaction, product, contact person, decision tree, C4.5 algorithm.*

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia bisnis yang selalu dinamis dan penuh persaingan, para pelakunya harus selalu memikirkan cara-cara untuk terus *survive* dan jika mungkin dapat mengembangkan skala bisnisnya. Ditambah persaingan dalam bidang makanan minuman sangat berkembang pesat seiring dengan bertambahnya inovasi dan kreasi baru para pebisnis. Oleh karena itu para pebisnis banyak melakukan cara atau strategi yang lebih baik agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen serta memberikan kepuasan secara maksimal dan melayani dengan sebaiknya. Karena tujuan dari suatu bisnis adalah untuk menciptakan rasa puas kepada konsumen. Salah satu tindakan yang harus dilakukan untuk meraih keunggulan bersaing tersebut adalah fokus terhadap konsumen dengan memberikan sebuah pengalaman yang dapat memberikan kepuasan bagi konsumen.

Kepuasan konsumen merupakan tingkat dimana anggapan terhadap produk sesuai dengan harapan para konsumen. Harapan konsumen umumnya merupakan prakiraan atau keyakinan konsumen tentang apa yang akan diterimanya bila telah membeli atau mengkonsumsi suatu produk. Seorang konsumen mungkin mengalami berbagai tingkat kepuasan, yaitu bila produk tidak sesuai dengan harapannya setelah dikonsumsi, maka konsumen tersebut akan merasa tidak puas. Namun bila terjadi sebaliknya yaitu produk sesuai dengan harapannya, maka konsumen akan merasa puas sehingga suatu saat akan mengkonsumsi kembali produk tersebut.

Konsumen yang puas adalah konsumen yang akan berbagi kepuasan dengan produsen. Bahkan, konsumen yang puas akan berbagi rasa dan pengalaman dengan konsumen lain. Oleh karena itu, baik konsumen maupun produsen akan sama-sama diuntungkan apabila kepuasan terjadi. Kenyataannya, apa yang bisa memuaskan konsumen di satu situasi mungkin tidak bisa memuaskan konsumen yang sama di lain situasi. Ditambah dengan sistem keluhan konsumen yang hanya disediakan *contact person* oleh pihak restoran. Dengan demikian, kepuasan konsumen sangat sulit diketahui, karena tidak semua konsumen menghubungi *contact person* yang disediakan. Maka dari itu, adanya penelitian mengenai analisis kepuasan konsumen di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri) tersebut diperlukan.

Pihak manajer pemasaran restoran mengharapkan adanya teknologi yang mampu menghasilkan suatu informasi yang siap digunakan untuk membantu menentukan langkah strategis yang harus diambil. Manajer juga ingin mengetahui sejauh mana kepuasan konsumen dan bidang apa yang perlu ditingkatkan untuk mencapai kepuasan dari para konsumennya. Untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan diatas, banyak cara yang dapat ditempuh. Salah satunya adalah dengan melakukan pemanfaatan data perusahaan (Data Mining) dengan klasifikasi *Decision Tree* menggunakan algoritma C4.5. Dari proses klasifikasi akan menghasilkan beberapa *rule* atau aturan yang menyebabkan konsumen merasa puas dan tidak puas, serta seberapa besar konsumen merasa puas maupun tidak puas.

Restoran Dapur Solo merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang bisnis penjualan dengan produk utama makanan dan minuman. Dimana perusahaan ini setiap harinya harus memenuhi kebutuhan konsumen dan dituntut untuk dapat memberikan kepuasan bagi setiap konsumennya. Untuk dapat melakukan hal tersebut, perusahaan membutuhkan sumber informasi yang cukup banyak agar dapat dianalisis lebih lanjut. Pada Restoran Dapur Solo, terdapat beberapa permasalahan yang kerap muncul mengenai kepuasan konsumen. Perusahaan sulit mendapatkan informasi-informasi mengenai tingkat kepuasan konsumen yang telah berkunjung. Karena sebab itu, penulis membuat penelitian dengan judul “Analisa Kepuasan Konsumen Melalui Pendekatan Klasifikasi *Decision Tree* di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri)”.

Menurut Han & Kamber (2006), *decission tree* adalah sebuah diagram alir yang mirip dengan struktur pohon, dimana setiap *internal node* menotasikan atribut yang diuji, setiap cabangnya merepresentasikan hasil dari atribut tes tersebut dan *leaf node* merepresentasikan kelas-kelas tertentu atau distribusi dari kelas-kelas. Istilah *Decision Tree* adalah proses menemukan kumpulan pola atau fungsi-fungsi yang mendeskripsikan dan memisahkan kelas data satu dengan lainnya, untuk dapat digunakan untuk memprediksi data yang belum memiliki kelas data tertentu [1].

Menurut Han (2006), pengertian algoritma C4.5 merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk membangun pohon keputusan yang berbasis algoritma induksi pohon keputusan seperti ID3, Hunt dan CART. Keempat algoritma tersebut pada dasarnya memiliki karakteristik yang sama dalam membangun pohon keputusan, yaitu top-down dan divide-and-conquer. Topdown artinya pohon keputusan dibangun dari simpul akar ke daun, sementara divide-and-conquer artinya data latih secara rekursif dipartisi ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil saat pembangunan pohon [1].

Secara umum Algoritma C4.5 langkah untuk membangun pohon keputusan adalah sebagai berikut [2]:

- a. Pilih atribut sebagai akar.
- b. Buat cabang untuk masing-masing nilai.
- c. Bagi kasus dalam cabang.
- d. Ulangi proses untuk masing-masing cabang sampai semua kasus pada cabang memiliki kelas yang sama.

Untuk memilih atribut sebagai akar, didasarkan pada nilai gain tertinggi dari atribut-atribut yang ada. Untuk menghitung gain digunakan rumus seperti yang tertera berikut:

$$Gain(S, A) = Entropy(S) - \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy(S_i)..... (1)$$

Keterangan:

- S : Himpunan kasus
- A : Atribut
- n : Jumlah partisi atribut A
- |S_i| : Jumlah kasus pada partisi ke i
- |S| : Jumlah kasus dalam S

Sebelum mendapatkan nilai Gain adalah dengan mencari nilai Entropi. Entropi digunakan untuk menentukan seberapa informatif sebuah masukan atribut untuk menghasilkan sebuah atribut. Rumus dasar dari Entropi adalah sebagai berikut:

$$Entropy(S, A) = - \sum_{i=1}^n p_i * \log_2 p_i \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- S : Himpunan Kasus
- A : Fitur
- n : Jumlah partisi S
- P_i : Proporsi dari S_i terhadap S

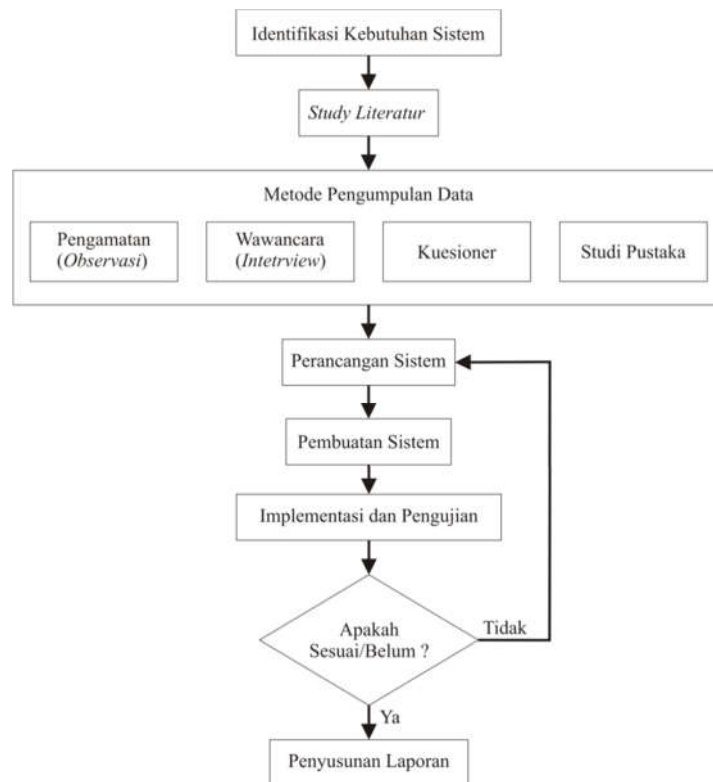
Beberapa penelitian yang mendasari dilakukannya penelitian ini adalah Penelitian yang dilakukan Eka Budi Rahayu pada tahun (2015) yang berjudul “Algoritma C4.5 Untuk Penjurusan Siswa SMA Negeri 3 Pati”, penelitian ini bertujuan agar kelak dikemudian hari, pelajaran yang diberikan kepada siswa lebih terarah. Karena tidak jarang juga siswa-siswi yang asal-asalan dalam menentukan jurusan yang mereka ambil. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengklasifikasi data penjurusan siswa berdasarkan atribut yang sudah ditentukan oleh pihak sekolah SMA Negeri 3 Pati. Metode yang digunakan dalam klasifikasi adalah metode pengklasifikasian dengan menggunakan *Decision Tree* (Pohon Keputusan) dengan salah satu algoritma yang digunakan adalah C4.5. Sehingga nantinya dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan proses penjurusan. Eksperimen dan evaluasi dengan menggunakan 239 data set dan dibagi untuk data training 70% , data testing 30% [3].

Penelitian yang dilakukan Mochamad Rizki Ilham S pada tahun (2015) yang berjudul “Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma C4.5 Untuk Prediksi Kepuasan Pelanggan Taksi Kosti”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepuasan pelanggan Taksi KOSTI dengan menggunakan teknik data mining dengan algoritma C4.5. Atribut masukan kepuasan pelanggan dalam penelitian ini mencakup harga, fasilitas, pelayanan dan loyalitas. Dalam penelitian ini, didapatkan bahwa hasil yang didapatkan berasal dari beberapa atribut masukan menghasilkan hubungan sebab-akibat dalam mengklasifikasikan konsumen puas dan tidak puas. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pihak KOSTI dalam meningkatkan kepuasan konsumen untuk mempertahankan pelanggan dan meningkatkan laba perusahaan taksi KOSTI tersebut [4].

Penelitian yang dilakukan Ratih Kumalasari Niswatin dan Resty Wulanningrum (2017) berjudul “Penerapan Algoritma *Decision Tree* pada Penentuan Keberhasilan Akademik Mahasiswa”. Sistem prediksi prestasi mahasiswa berdasarkan latarbelakang pendidikan yang menggunakan metode *decision tree* dilakukan pada mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Nusantara PGRI Kediri. Tujuan dari pembuatan sistem ini adalah untuk membantu proses penerimaan mahasiswa baru dalam melakukan seleksi calon mahasiswa berdasarkan hasil prediksi prestasi mahasiswa dan membantu pihak jurusan untuk mengelompokkan mahasiswa baru berdasarkan latar belakang pendidikannya. Metode yang digunakan untuk memprediksi prestasi mahasiswa adalah metode *decision tree* algoritma C4.5 dengan menggunakan beberapa kriteria berdasarkan latarbelakang pendidikan mahasiswa sebelumnya diantaranya nilai UAN Matematika, nilai UAN Bahasa Indonesia, nilai UAN Bahasa Inggris, jurusan di sekolah asal, dan rata-rata raport di sekolah asal [5].

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem yang akan dibuat menggunakan konsep *waterfall*. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dari metode penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1.1 Tahapan Metode Penelitian

Gambar 1.1 merupakan tahapan-tahapan metode penilitan yang secara garis besar akan dijabarkan sebagai berikut :

a. Identifikasi Kebutuhan Sistem

Pada tahap awal penelitian, dilakukan identifikasi mengenai kebutuhan serta masalah-masalah yang perlu diselesaikan. Serta pengumpulan informasi yang dapat dijadikan sebagai bahan untuk membuat aplikasi. Tahap ini dilakukan pendekatan dalam penelitian secara kualitatif yang digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah dimana konsumen merasa puas atau tidak puas.

b. Study Literatur

Tahap ini adalah tahap pembelajaran konsep tentang pengolahan data menggunakan sistem terkomputerisasi berbasis dekstop. Dalam pemahaman serta penjelasan konsep ini didapat baik dari buku-buku referensi, jurnal penelitian, paper, artikel yang di dapat dari internet, ataupun sistem aplikasi yang sudah pernah di buat sebelumnya.

c. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang penulis lakukan di dalam penelitian ini adalah:

1) Pengamatan (*Observasi*)

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada obyek penelitian di Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri).

2) Wawancara (*Interview*)

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah pengumpulan data dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung dari sumber informasi terkait objek yang diteliti yaitu Manager/pemilik dan konsumen Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri).

3) Kuesioner

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada konsumen untuk dijawab yaitu tingkat dimana konsumen merasa puas tidak puas.

- d. Perancangan Sistem
Perancangan sistem pada penelitian ini berdasarkan dari hasil studi pustaka, survei dan observasi, yang kemudian di tuangkan menjadi alur program serta menentukan algoritma yang cocok untuk penelitian ini.
- e. Pembuatan Sistem
Pada tahap ini, peneliti mulai membuat sistem yang direncanakan berdasarkan hasil perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya kedalam bentuk dalam bentuk Data Flow Diagram (DFD), *Entity Relationship Diagram (ERD)* dan *Flowchart*. Selanjutnya dengan menggunakan aplikasi *Borland Delphi 7.0* yang menggunakan bahasa pascal akan membuat desain antar muka dan pengodean. Desain antar muka yang dimaksud merupakan tindak lanjut penerapan rancangan desain antar muka yang telah dibuat pada tahapan perncangan sistem. Sedangkan pengodean adalah penerapan hasil rancangan ke dalam bentuk yang dapat dibaca dan dimengerti oleh komputer.
- f. Implementasi dan pengujian
Setelah tahap pembuatan sistem telah selesai, maka dilakukan pengujian atas sistem tersebut. Sehingga dapat diketahui bagaimana jalannya sistem dan melakukan perbaikan-perbaikan jika ditemui kesalahan. Pengujian difokuskan pada aktifitas pemastian bahwa semua perintah yang ada telah di jalankan dan fungsi eksternal untuk memastikan bahwa dengan masukan tertentu suatu fungsi akan menghasilkan keluaran sesuai dengan yang dikehendaki.
- g. Penyusunan Laporan.
Penyusunan laporan di lakukan setelah kegiatan selesai dikerjakan. Laporan disusun berdasarkan data yang diperoleh, survei dan observasi, pembelajaran materi, perancangan dan pembuatan sistem, serta implementasi dan pengujian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil percobaan sebaiknya ditampilkan dalam berupa grafik atau pun tabel. Untuk grafik dapat mengikuti format untuk diagram dan gambar. Simulasi perhitungan klasifikasi kepuasan konsumen Restoran Dapur Solo (Cabang Kediri) dengan algoritma C4.5 yang menggunakan 15 data kuesioner sebagai data training.

Tabel 1. Data Training Makanan

Sign-board	Eksterior	Tempat Nyaman	Kebersihan	Parkir	Lokasi	Layout	Rasa Makanan	Rasa Minuman	Staf	Harga	Klasifikasi
Ya	Menarik	Baik	Ya	Ya	Ya	Menarik	Enak	Enak	Ramah	Ya	Puas
Ya	Menarik	Baik	Ya	Ya	Ya	Menarik	Enak	Enak	Kurang	Ya	Puas
Ya	Menarik	Baik	Ya	Ya	Ya	Menarik	Enak	Enak	Ramah	Ya	Puas
Ya	Tidak menarik	Baik	Ya	Ya	Ya	Lumayan	Lumayan	Lumayan	Ramah	Kurang	Puas
Ya	Menarik	Tidak	Ya	Ya	Ya	Lumayan	Lumayan	Lumayan	Kurang	Kurang	Tidak puas
Ya	Tidak menarik	Baik	Ya	Tidak	Ya	Tidak menarik	Tidak Menarik	Tidak Menarik	Lumayan	Tidak Menarik	Tidak puas
Tidak	Tidak menarik	Baik	Ya	Tidak	Ya	Tidak menarik	Tidak Menarik	Tidak Menarik	Ramah	Tidak Menarik	Puas
Ya	Menarik	Baik	Ya	Tidak	Tidak	Lumayan	Lumayan	Lumayan	Lumayan	Ya	Puas
Tidak	Tidak menarik	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Lumayan	Lumayan	Kurang	Kurang	Tidak	Tidak puas
Ya	Tidak menarik	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Menarik	Lumayan	Lumayan	Kurang	Lumayan	Puas
Ya	Menarik	Baik	Tidak	Ya	Ya	Tidak menarik	Tidak Menarik	Tidak Menarik	Lumayan	Tidak Menarik	Tidak puas
Ya	Menarik	Baik	Tidak	Ya	Ya	Tidak menarik	Tidak Menarik	Tidak Menarik	Ramah	Tidak Menarik	Puas
Ya	Menarik	Baik	Ya	Ya	Tidak	Menarik	Lumayan	Lumayan	Lumayan	Lumayan	Puas
Ya	Menarik	Baik	Ya	Ya	Ya	Lumayan	Enak	Lumayan	Ramah	Lumayan	Puas
Ya	Menarik	Baik	Ya	Ya	Ya	Tidak menarik	Lumayan	Lumayan	Ramah	Lumayan	Puas

Selanjutnya data kuesioner di sederhanakan menjadi tiga kategori yaitu produk, fasilitas dan pelayanan agar pengklasifikasiannya lebih sederhana seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penyederhanaan Data Kuesioner

Produk	Fasilitas	Pelayanan	Klasifikasi
Baik	Ya	Ramah	Puas
Baik	Ya	Kurang	Puas
Baik	Ya	Ramah	Puas
Lumayan	Ya	Ramah	Puas
Lumayan	Ya	Kurang	Tidak puas
Kurang	Ya	Lumayan	Tidak puas
Kurang	Ya	Ramah	Puas
Baik	Ya	Lumayan	Puas
Lumayan	Ya	Kurang	Tidak puas
Baik	Ya	Kurang	Puas
Kurang	Ya	Lumayan	Tidak puas
Kurang	Ya	Ramah	Puas
Baik	Ya	Lumayan	Puas
Baik	Ya	Ramah	Puas
Lumayan	Ya	Ramah	Puas

Setelah dianalisis dataset memiliki 15 kasus yang terdiri 11 “PUAS” dan 4 “TIDAK PUAS” pada kolom klasifikasi (lihat tabel 2). Selanjutnya menghitung *entropy* dengan menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$\text{Jadi entropy}(S) = -\left(\frac{11}{15}\right) \times \log_2\left(\frac{11}{15}\right) + -\left(\frac{4}{15}\right) \times \log_2\left(\frac{4}{15}\right) = 0,83664074$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan Dataset

Total kasus	Sum(Puas)	Sum(Tidak Puas)	Entropi total
15	11	4	0,83664074

Setelah mendapat entropi dari keseluruhan kasus, lakukan analisis pada pada setiap atribut dan nilai-nilainya serta hitung juga entropinya, seperti terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Analisis Atribut, Nilai, Banyaknya Kejadian Nilai, Entropi dan Gain

No-de	Atribut	Nilai	Sum (Nilai)	Sum (Puas)	Sum (Tidak Puas)	Entropi	Gain	
1	Product	Baik	7	7	0	0		
		Lumayan	4	2	2	1		
		Kurang	4	2	2	1		
								0.30330741
	Fasilitas	Ya	15	11	4	0,83664074		
		Tidak	0	0	0	0		
								0
	pelayanan	Ramah	7	7	0	0		
		Lumayan	4	2	2	1		
		Kurang	4	2	2	1		
							0.30330741	

Untuk menghitung *gain* setiap atribut menggunakan rumus pada persamaan (1).

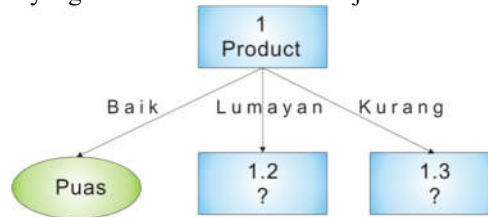
Jadi :

$$\text{Gain(Product)} = 0,83664074 - \left(\left(\frac{7}{15}\right) \times 0 + \left(\frac{4}{15}\right) \times 1 + \left(\frac{4}{15}\right) \times 1\right)$$

$$\text{Gain(Product)} = 0.30330741$$

Hitung pula *gain* dari atribut yang lain. Karena nilai *gain* terbesar adalah *Gain (Product)* dan *Gain (Pelayanan)*, maka ambil yang lebih awal yaitu *Gain (Product)*. Setelah itu maka *product* menjadi *node akar (root node)*. Lihat tabel 4 yang memiliki *cell* berwarna kuning. Kemudian pada

productbaik memiliki 7 kasus yang memiliki jawaban puas. Dengan demikian product baik menjadi daun atau leaf. Lihat tabel 4 yang memiliki sel berwarna hijau.



Gambar 2. Pohon Keputusan Node 1 (root node)

Berdasarkan pembentukan pohon keputusan node 1 (root node), Node 1.2 dan node 1.3 akan dianalisis lebih lanjut, namun akan terlebih dahulu diproses node 1.2. Untuk mempermudah, tabel 5.2 difilter, dengan data yang memiliki Product = Lumayan sehingga jadilah tabel 5.

Tabel 5. Data Yang Memiliki Product Lumayan

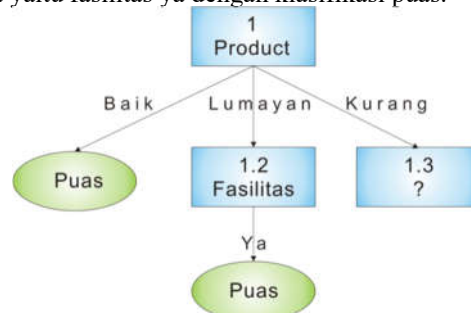
Produk	Fasilitas	Pelayanan	Klasifikasi
Lumayan	Ya	Ramah	Puas
Lumayan	Ya	Kurang	Tidak puas
Lumayan	Ya	Kurang	Tidak puas
Lumayan	Ya	Ramah	Puas

Kemudian data pada tabel 5 dianalisis dan dihitung lagi entropi atribut product lumayan dan entropi setiap atribut serta gainnya dengan mengecualikan atribut product yang sudah berada pada jalur pohon diatasnya, sehingga hasilnya seperti pada tabel 6 Setelah itu tentukan pilih atribut yang memiliki gain tertinggi untuk dibuat node berikutnya.

Tabel 6. Hasil Analisis Node 1.2

Product Lumayan		Sum(Puas)		Sum(Tidak Puas)		Entropi total	
4		2		2		1	
No-de	Atribut	Nilai	Sum (Nilai)	Sum (Puas)	Sum (Tidak Puas)	Entropi	Gain
1.2	Fasilitas	Ya	4	4	0	0	1
		Tidak	0	0	0	0	
	pelayanan	Ramah	2	2	0	0	1
		Lumayan	0	0	0	0	
		Kurang	2	0	2	0	

Karena gain keduanya memiliki nilai yang sama maka dipilih yang awal yaitu fasilitas. Sehingga node selanjutnya yaitu fasilitas ya dengan klasifikasi puas.



Gambar 3. Pohon Keputusan Analisis Node 1.2

Karena node 1.2 sudah menemukan ujung dari setiap cabangnya, maka node 1.2 sudah bisa dikatakan selesai. Untuk selanjutnya maka menganalisis node 1.3 menggunakan data pada tabel 5.2

yang difilter dengan ketentuan product = kurang seperti terlihat pada tabel 7 dan kemudian dihitung lagi seperti langkah sebelumnya maka hasilnya ditampilkan pada tabel 8 dan gambar 4.

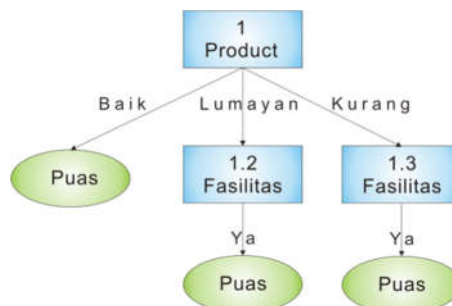
Tabel 7. Data Yang Memiliki Rasa Minuman Lumayan

Produk	Fasilitas	Pelayanan	Klasifikasi
Kurang	Ya	Lumayan	Tidak puas
Kurang	Ya	Ramah	Puas
Kurang	Ya	Lumayan	Tidak puas
Kurang	Ya	Ramah	Puas

Tabel 8. Hasil Analisis Node 1.3

ProductKurang		Sum(Puas)		Sum(Tidak Puas)		Entropi total		
4		2		2		1		
No-de	Atribut	Nilai	Sum (Nilai)	Sum (Puas)	Sum (Tidak Puas)	Entropi	Gain	
1.2	Fasilitas	Ya	4	4	0	0		
		Tidak	0	0	0	0		
								1
	pelayanan	Ramah	2	2	0	0	0	
		Lumayan	2	0	2	0	0	
		Kurang	0	0	0	0	0	
							1	

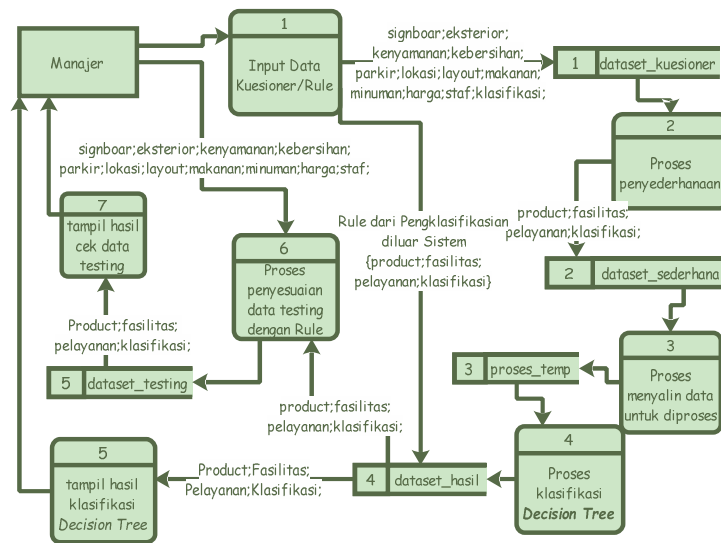
Karena gain keduanya memiliki nilai yang sama maka dipilih yang awal yaitu fasilitas. Sehingga node selanjutnya yaitu fasilitas ya dengan klasifikasi puas.



Gambar 4. Pohon Keputusan Analisis Node 1.3

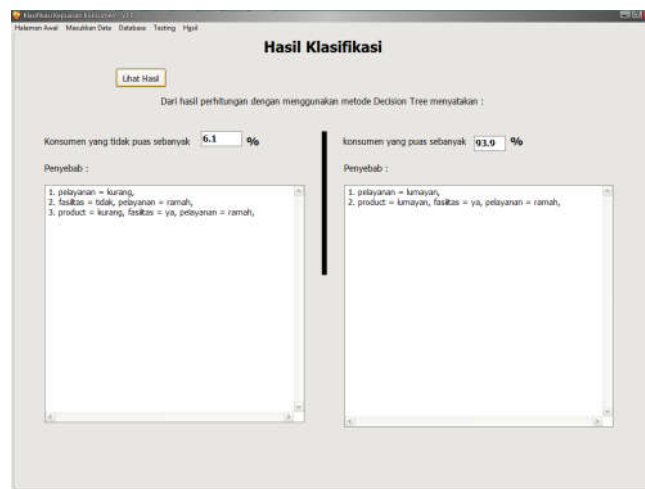
Setelah semua node selesai maka rule dari pohon keputusan tersebut disimpan di database pada tabel dataset_hasil. Selanjutnya untuk testing akan menambahkan data baru dan selanjutnya akan dibandingkan dengan rule yang telah ada dan selanjutnya data akan disimpan di database pada tabel dataset_training. Hasil akhir akan menampilkan rule yang berada pada tabel dataset_hasil dan dipilah antara klasifikasi puas dan tidak puas. Klasifikasi puas akan menampilkan rule penyebab kenapa konsumen merasa puas. Sedangkan untuk klasifikasi tidak puas akan menampilkan rule kenapa konsumen merasa tidak puas.

Pada gambar 4 berikut ini merupakan data flow diagram system.



Gambar 5. Data Flow Diagram

Gambar 5 menunjukkan desain DFD level 1 yang merupakan penjabaran dari DFD level 0. Pada DFD level 1 menunjukkan perincian dari setiap proses seperti proses login manajer/user, input ke database, dan penyimpanan hasil dari proses klasifikasi. Manajer dapat memasukkan data kuesioner yang kemudian disederhanakan terlebih dahulu kedalam 3 kategori. Setelah itu data disalin ke tabel sementara untuk dilakukan proses klasifikasi decision tree yang hasilnya akan disimpan didalam database dan dapat dilihat langsung oleh manajer. Manajer juga dapat memasukkan rule dari proses *decision tree* diluar sistem. Manajer dapat pula melakukan testing dengan memasukkan data yang kemudian akan dibandingkan dengan data rule yang telah terdapat didalam sistem. Gambar 6 berikut ini menunjukkan hasil klasifikasi pada sistem.



Gambar 6. Halaman Hasil Klasifikasi

Gambar 6 merupakan tampilan halaman hasil. Pada halaman ini akan diperlihatkan hasil dari klasifikasi yaitu rule dimana konsumen merasa puas maupun tidak puas. Yaitu dengan menampilkan penyebab kenapa konsumen merasa puas dan tidak puas serta persentase dari keduanya.

4. SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa berdasarkan dari 300 record data yang digunakan dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem ini dapat mengklasifikasikan konsumen merasa tidak puas apabila pelayanan dirasa kurang, fasilitas dirasa kurang dan pelayanan ramah, product dirasa kurang, fasilitas dirasa baik dan pelayanan dirasa ramah.
2. Sistem ini dapat mengklasifikasikan konsumen merasa puas apabila pelayanan dirasa lumayan, product dirasa lumayan, fasilitas dirasa baik dan pelayanan dirasa ramah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Han, J. & Kamber, M. 2006. *Data Mining Concept and Tehniques*. San Fransisco: Morgan Kauffman.
- [2]. Andayani, S. 2007. Pembentukan Cluster dalam Knowledge Discovery in Database dengan Algoritma K_Means. *Jurnal SemnasIF*, (Online), tersedia : <http://staff.uny.ac.id>, diunduh 26 Juni 2017.
- [3]. Rahayu, E.B. 2015. *Algoritma C4.5 untuk Penjurusan Siswa SMA Negri 3 Pati*. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- [4]. Ilham, S.M.R. & Purwanto. 2015. *Implementasi Data Mining Menggunakan Algoritma C4.5 untuk Prediksi Kepuasan Pelanggan Taksi Kosti*. Tesis. Semarang: Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro Semarang.
- [5]. Niswatin, R.K. & Wulanningrum, R. 2017. *Penerapan Algoritma Decision Tree pada Penentuan Keberhasilan Akademik Mahasiswa*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi Informatika dan Multimedia 2017. STMIK AMIKOM Yogyakarta, 4 Februari 2017.

Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Stok Barang dan Penjualan pada UPT. Kewirausahaan Menggunakan Barcode dan Smart Card

(Studi Kasus UPT. Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut)

Agustian Noor¹, Herpendi², Radna Nurmalina³

Jurusan Teknik Informatika, Politeknik Negeri Tanah Laut
E-mail: ¹[*¹agustiannoor@ymail.com](mailto:agustiannoor@ymail.com), ²herpendi@politala.ac.id,
³radnanurmalina@yahoo.co.id

Abstrak – Penelitian ini secara umum bertujuan untuk menghasilkan sistem yang dapat mengelola data-data stok barang dan penjualan di UPT Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut. Usulan penelitian ini difokuskan terlebih dahulu pada membangun aplikasi stok barang dan penjualan dengan menambah sentuhan teknologi barcode dan smart card yang mampu memberikan kemudahan dalam pengelolaan data barang. Saat ini stok barang dan penulanan dilakukan secara manual dengan menulis di buku besar. Untuk mempermudah melakukan proses transaksi dan pengelolaan stok barang tersebut maka dibangun “Aplikasi Stok Barang dan Penjualan Pada Upt. Kewirausahaan Menggunakan Barcode dan Smart Card (Studi Kasus Upt. Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut)”. Aplikasi digunakan pada saat proses transaksi dan pengelolaan stok barang, dari proses barang masuk sampai barang keluar dengan metode yang digunakan yaitu mendekati atau meletakkan barcode pada kode barang dan smart card atau kartu RFID pada alat pembaca kartu RFID yang dimiliki pelanggan terdaftar, maka secara langsung aplikasi menerima data yang ada pada barcode dan kartu tersebut. Aplikasi ini, diharapkan pada tahun berikutnya dapat dikembangkan aplikasi pendukung lain guna dapat menghasilkan sistem informasi yang tepat guna, baik, dan terintegrasi untuk dapat menciptakan sebuah kampus cerdas.

Kata Kunci — Aplikasi, Barcode, Smart Card

Abstract – This research generally aims to produce a system that can manage the data of stock of goods and sales in UPT Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut. The proposal of this research is focused on building the application of stock of goods and sales by adding a touch of barcode technology and smart card that can provide convenience in the management of goods data. Currently the stock of goods and sales done manually by writing in the ledger. To facilitate the process of transaction and stock management of goods is then built " Aplikasi Stok Barang dan Penjualan Pada Upt. Kewirausahaan Menggunakan Barcode dan Smart Card (Studi Kasus Upt. Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut) ". The application is used during transaction processing and stock management, from the process of goods into the goods out with the method used is closer or put a barcode on the code of goods and smart card or RFID card on RFID card reader owned by registered customers, the application directly receive the existing data on the barcode and the card. This application, is expected in the next year can be developed other supporting applications in order to produce appropriate information system, good, and integrated to be able to create a smart campus.

Keywords — Application, Barcode, Smart Card

1. PENDAHULUAN

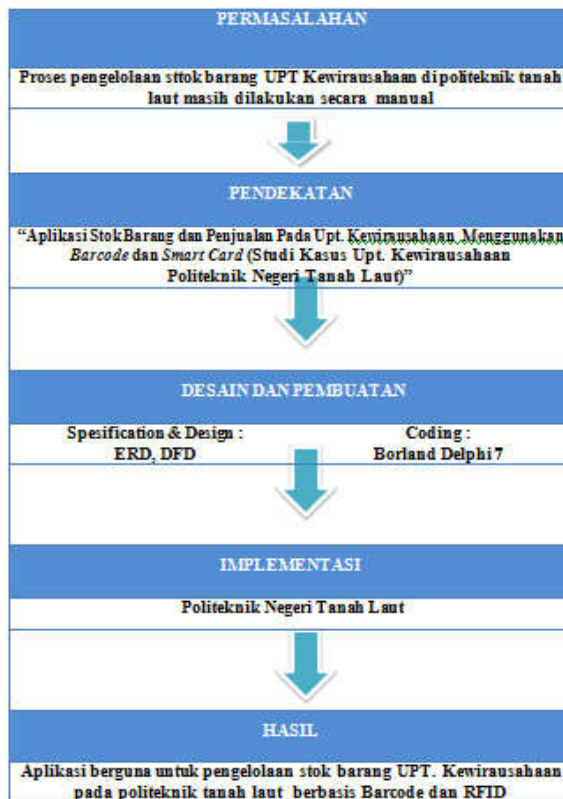
Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dewasa ini terus mengalami kemajuan yang pesat. Dapat dilihat dalam kehidupan sehari-hari, peralatan elektronik menjadi penunjang dalam menjalankan pekerjaan. Salah satu peralatan elektronik tersebut ialah komputer. Komputer saat ini banyak digunakan untuk menunjang aktifitas jual-beli, misalnya digunakan untuk transaksi penjualan, transaksi pembelian, transaksi pemesanan maupun untuk keperluan lainnya.

Unit Pelaksana Teknis (UPT) Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut adalah sebuah unit yang bergerak di bidang wirusaha yang bertujuan mewedahi minat dan bakat mahasiswa dalam bidang *entrepreneurship*. Kegiatan sehari-hari dari UPT Kewirausahaan adalah melaksanakan taransaksi jual-beli dengan para konsumen yang ada di lingkungan kampus Politeknik Negeri Tanah Laut. Proses jual-beli dilakukan dengan transaksi manual dan perekapan transaksi ditulis di buku harian. Menurut pengakuan anggota UPT Kewirausahaan bahwa sering terjadi kesalahan pencatatan transaksi yang berujung pada kesalahan perekapan data penjualan. Sehingga anggota yang bertugas harus melacaknya dengan membuka satu per satu transaksi dan menghitung sisa item barang yang ada dan ini dirasa kurang efektif.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis mengajukan penelitian dengan judul “*Perencanaan dan Pengembangan Aplikasi Stok Barang dan Penjualan pada UPT. Kewirausahaan Menggunakan Barcode dan Smart Card (Studi Kasus UPT. Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah Laut)*”. Dengan adanya aplikasi ini diharapkan dapat mengatasi masalah yang dialami oleh UPT Kewirausahaan. Barcode Scanner dan RFID akan mempermudah setiap transaksi yang dilakukan yaitu hanya dengan menscan kode barang dan kartu RFID untuk identitas pembeli maka data akan tampil dilayar komputer. Setiap data transaksi tersimpan di *database* untuk mempermudah pelaporan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Kerangka Penelitian



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Pada Gambar 1 menjelaskan kerangka pada penelitian ini, yang terdiri dari langkah-langkah berikut:

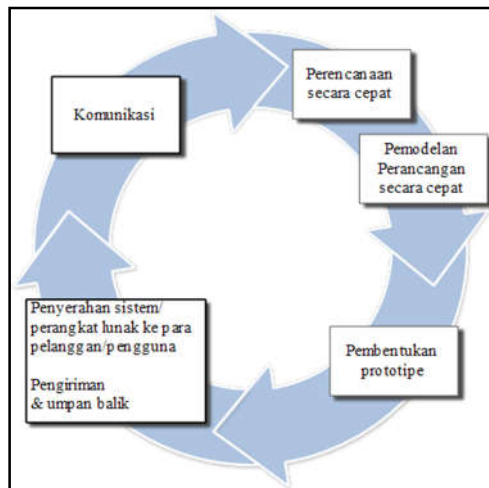
1. **Masalah**: merupakan tahap identifikasi dan analisa yang dilakukan untuk kemudian ditentukan solusi akan masalah tersebut.
2. **Pendekatan**: merupakan tahap penentuan solusi untuk pemecahan masalah yang telah diidentifikasi
3. **Pengembangan**: merupakan tahap perancangan dan pengembangan system yang dibangun

4. **Penerapan:** merupakan tahap penerapan dan pengujian system yang dibangun
5. **Hasil:** terciptanya sebuah sistem sebagai solusi dari permasalahan yang diangkat.

2.1. Metode Pengembangan Sistem

Prototype didefinisikan sebagai salah satu versi dari sebuah sistem potensial yang memberikan ide bagi para pengembang dan calon pengguna, bagaimana sistem akan berfungsi dalam bentuk yang telah selesai.

Pembuatan Aplikasi *Monitoring* Hasil Studi Mahasiswa Teknik Informatika Politeknik Negeri Tanah Laut Berbasis *Web Mobile* dan *SMS Gateway* ini menggunakan metode pengembangan *Prototype* dikarenakan sesuai dengan proses pembangunan sistem yang ada.



Gambar 2 Metode Pengembangan Sistem
Sumber : (Pressman, 2010)

Pada Gambar 2 menggambarkan:

1. Komunikasi yaitu analisis terhadap kebutuhan pengguna.
2. Perencanaan secara cepat, yaitu pembuatan desain secara umum untuk selanjutnya dikembangkan kembali.
3. Pemodelan Perancangan secara cepat yaitu perancangan sistem untuk mengembangkan prototipe dengan menggunakan *Data Flow Diagram* sebagai dasar perancangan sistem.
4. Pembentukan prototipe, yaitu pembuatan perangkat prototipe termasuk pengujian dan penyempurnaan.
5. Penyerahan sistem kepada pengguna apakah sistem dapat diterima. Produksi akhir, yaitu memproduksi perangkat secara benar sehingga dapat digunakan oleh pengguna jika tidak maka akan diulangi pada tahap 4 dan 5.

2.1. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan 3 (tiga) cara yaitu:

- a. Metode Observasi
Proses pengamatan objek penelitian secara langsung di lapangan pada saat melakukan riset. Kegiatan ini diperlukan untuk melihat kondisi riil di lapangan berkenaan dengan sistem yang akan dibangun. Dengan observasi akan diketahui kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan oleh calon pengguna.
- b. Metode Studi Pustaka
Metode studi pustaka atau *library research* yang dilakukan oleh penulis dengan cara membaca buku literatur, menganalisa, menyimpulkan, mengutip bacaan-bacaan dari artikel maupun jurnal yang ada di internet serta mempelajari dokumen-dokumen yang ada sesuai dengan objek pengamatan.
- c. Metode Wawancara

Suatu bentuk metode riset dengan mengajukan beberapa pertanyaan terhadap narasumber pada objek penelitian penulis. Pertanyaan berkaitan dengan sistem yang akan dibangun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sistem yang Berjalan

UPT. Kewirausahaan dalam melakukan pencatatan stok barang dengan menggunakan buku. Begitu pula dengan transaksi penjualan kepada konsumen masih dilakukan secara manual dengan menuliskannya di kertas. Belum ada sebuah sistem terkomputerisasi dalam kegiatan pencatatan dan transaksi penjualan yang dilakukan oleh UPT. Kewirausahaan Politeknik Negeri Tanah laut. Dengan sistem yang sedang berjalan ini tentu akan memperlambat kinerja dibandingkan dengan menggunakan sistem yang terkomputerisasi.

B. Sistem yang Diusulkan

Berdasarkan dari beberapa kelemahan sistem yang sekarang berjalan, yaitu masih banyak penggunaan kertas untuk pembuatan daftar absensi, tidak adanya pencatatan waktu dalam proses absensi, pemakaian waktu yang lebih lama untuk proses pendataan, pengolahan data dan pembuatan laporan, belum dipakainya daftar stok barang untuk mengetahui tingkat kedisiplinan mahasiswa, maka rancangan sistem yang akan dibangun diharapkan dapat memberikan informasi dan kemudahan diantaranya:

1. Mengurangi penggunaan kertas dalam proses stok barang.
2. Mampu mencatat waktu terjadinya proses absensi.
3. Mempersingkat waktu dalam proses pendataan, pengolahan dan pembuatan laporan.
4. Menggunakan data absensi untuk menghasilkan penilaian kedisiplinan mahasiswa.
5. Dapat membantu penyimpanan data supaya lebih terjaga dalam database.

C. Implementasi Sistem

1. Halaman Menu Utama



Gambar 4. Menu Utama

Gambar 4 merupakan gambar halaman menu utama yang menampilkan halaman utama dari aplikasi yang menampilkan menu – menu dalam aplikasi.

2. Halaman Login



Gambar 5. Halaman Login

Gambar 4.8 merupakan gambar Apabila *username* dan *password* yang dimasukkan salah, maka akan muncul peringatan "*username* atau *password* salah" dan akan kembali ke menu *login* untuk melakukan *login* kembali, dan apabila *login* berhasil dilakukan maka akun tersebut dapat mengakses aplikasi.

3. Form Transaksi Penjualan

Gambar 6. Form Transaksi Penjualan

Gambar 6 menunjukkan tampilan Form Transaksi Penjualan. Form ini berfungsi saat melakukan penjualan. Hanya dengan memindai kode barang dengan barcode scanner maka data barang akan muncul sehingga sangat mempermudah dalam transaksi penjualan.

D. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan oleh:

1. Herpendi, M.Kom
Dosen pemrograman di Politeknik Negeri Tanah Laut dengan fokus keilmuan pada *Software Engineering* (Rekayasa Perangkat Lunak)
2. Khairul Anwar Hafizd, M.Kom
Dosen pemrograman di Politeknik Negeri Tanah Laut dengan fokus keilmuan pada *Software Engineering* (Rekayasa Perangkat Lunak) dan Sistem Informasi Bisnis

Tabel 1. Pengujian Black Box

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Penguji
1	Fungsi <i>Login</i>	Berhasil	Herpendi
2	Fungsi Tambah Data Barang	Berhasil	Herpendi
3	Fungsi Edit Data Barang	Berhasil	Herpendi
4	Fungsi Hapus Data Barang	Berhasil	Herpendi
5	Fungsi Tambah Data Satuan	Berhasil	Herpendi
6	Fungsi Edit Data Satuan	Berhasil	Herpendi
7	Fungsi Hapus Data Data Satuan	Berhasil	Herpendi
8	Fungsi Tambah Data Kategori	Berhasil	Herpendi
9	Fungsi Edit Data Kategori	Berhasil	Herpendi
10	Fungsi Hapus Data Kategori	Berhasil	Herpendi
11	Fungsi Tambah Data Pelanggan	Berhasil	Herpendi
12	Fungsi Edit Data Pelanggan	Berhasil	Herpendi
13	Fungsi Hapus Data Pelanggan	Berhasil	Herpendi
14	Fungsi Tambah Data Supplier	Berhasil	Herpendi

No	Skenario Pengujian	Hasil Pengujian	Penguji
15	Fungsi Edit Data Supplier	Berhasil	Herpendi
16	Fungsi Hapus Data Supplier	Berhasil	Herpendi
17	Fungsi Tambah Data Karyawan	Berhasil	Herpendi
18	Fungsi Edit Data Karyawan	Berhasil	Herpendi
19	Fungsi Hapus Data Karyawan	Berhasil	Herpendi
20	Fungsi Tambah Data Petugas	Berhasil	Herpendi
21	Fungsi Edit Data Petugas	Berhasil	Herpendi
22	Fungsi Hapus Data <i>Petugas</i>	Berhasil	Herpendi
23	Fungsi Tambah Data Transaksi Beli	Berhasil	Khairul Anwar Hafizd
24	Fungsi Tambah Data Transaksi Jual	Berhasil	Khairul Anwar Hafizd
25	Fungsi Tambah Data Hutang	Berhasil	Khairul Anwar Hafizd
26	Fungsi Tambah Data Piutang	Berhasil	Khairul Anwar Hafizd
27	Fungsi <i>Logout</i>	Berhasil	Herpendi

4. SIMPULAN

Aplikasi Stok Barang dan Penjualan berhasil dibangun untuk menunjang kinerja UPT. Kewirausahaan. Dengan aplikasi ini proses transaksi penjualan dilakukan secara terkomputerisasi hanya dengan memindai barang yang akan dijual. Stok barang secara otomatis mengalami pengurangan setiap terjadinya transaksi penjualan sehingga mempermudah dalam pengelolaannya. Data pelanggan disimpan dalam *Smart Card* untuk mempermudah proses pencatatan yaitu hanya dengan memindai *Smart Card* maka data akan tampil di aplikasi. Dengan aplikasi ini pengelolaan data lebih teratur sehingga proses pelaporan juga akan menjadi lebih baik.

5. SARAN

Saran penulis untuk peneliti selanjutnya ialah aplikasi bisa dikembangkan menjadi *client-server* sehingga perkembangan transaksi tetap bisa dipantau oleh ketua UPT. Kewirausahaan secara *real-time* kapanpun dan dimanapun dengan koneksi internet.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam, M. A. (2003). *Belajar Sendiri Mengolah Database Dengan Borland Delphi 7*. Jakarta: PT. ELEX MEDIA KOMPUTINDO.
- [2] Al-fatta, H. (2007). *Analisis & Perancangan Sistem Informasi Untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan Organisasi Modern*. Yogyakarta: CV. ANDI OFFSET.
- [3] Al-fatta, H. (2009). *Rekayasa Sistem Pengenalan Wajah*. Yogyakarta: CV. Andi OFFSET. Ali, M. (2007). *Ilmu dan Aplikasi Pendidikan Bagian I : Ilmu Pendidikan Teoretis*. Bandung : PT. IMPERIAL BAKTI UTAMA.
- [4] Husni, 2004. *Pemrograman Database dengan Delphi*. Yogyakarta : Graha Ilmu. Kuswayatno, L. (2006). *Mahir dan Terampil Berkomputer*. Bandung : GRAFINDO MEDIA PRATAMA.
- [5] Miles, S. B. (2008). *RFID Technology and Applications*. New York: Cambridge University Press.
- [6] Pramana, H. W. (2005). *Kunci Sukses Aplikasi Penjualan Berbasis Access 2003*. Jakarta: Media Komputindo.
- [7] Pressman. (2010). *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi.
- [8] Yuhfizard, S. (2008). *Database Management Menggunakan Microsoft Access 2003*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

Pengenalan Pola Tulisan Huruf Jepang (Hiragana) Menggunakan Partisi Citra

Ariska Fitria Anggelina¹, Ardi Sanjaya², Ahmad Bagus Setawan³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹riska1896@gmail.com, ²ardisanjaya@unpkediri.ac.id, ³bagus.este@gmail.com

Abstrak— Beberapa orang memiliki kemampuan dalam mengenali tulisan tangan seseorang melalui pembelajaran. Misalnya pada tulisan tangan huruf Hiragana. Mungkin ada beberapa kendala yang ditemukan saat pengenalan, sehingga tulisan tangan seseorang menjadi sulit dikenali. Permasalahan penelitian ini adalah (1) Bagaimana merancang dan membangun suatu sistem yang dapat digunakan sebagai pengenalan perkembangan pola tulisan tangan huruf Hiragana dasar (seion)? (2) Bagaimana menerapkan metode Partisi Citra untuk melakukan ekstraksi fitur pada citra digital. Penelitian ini menggunakan metode Partisi sebagai pengekstraksi fitur citra, serta metode K-Nearest Neighbour sebagai klasifikasi dan perhitungan jaraknya menggunakan Euclidean Distance. Sebelum dilakukan pengenalan, file citra dilakukan proses preprocessing terlebih dahulu yaitu grayscalling dan deteksi tepi prewitt, selanjutnya dilakukan partisi, lalu diidentifikasi. Dari hasil pengujian pada skenario pertama dengan data training sebesar 60 dan testing mencakup semua tulisan minggu pertama sebanyak 90 huruf diperoleh akurasi sebesar 6%. Pada skenario kedua dengan jumlah data training 60 dan testing mencakup semua tulisan minggu kedua diperoleh akurasi sebesar 81%. Pada skenario ketiga dengan data training yang sama dan testing mencakup semua tulisan minggu ketiga diperoleh akurasi sebesar 88%. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa metode K-Nearest Neighbour dan Partisi citra dapat digunakan untuk mengidentifikasi tulisan tangan huruf Hiragana

Kata Kunci - pengenalan pola, partisi citra, tulisan tangan

Abstract – many people have the ability to recognize someone's handwriting through learning. For example on Hiragana letter handwriting. There may be some constraints found during identification, so that one's hand is hard to recognize. The problems of this research are (1) How to design and build a system that can be used as an introduction to the development of handwriting pattern of basic Hiragana (seion)? (2) How to implement the Partition Image method to perform feature extraction on digital image. This research uses Partition method as image feature extraction, as well as K-Nearest Neighbor method as classification and distance calculation using Euclidean Distance. Before the introduction, the image file was preprocessing process first, grayscalling and prewitt edge detection, then performed partition, then identified. From the test results in the first scenario with training data 60 and testing covers all first week writing as much as 90 letters obtained the accuracy of 6%. In the second scenario with the amount of training data 60 and testing covers all the papers of the second week we get 81% accuracy. In the third scenario with the same training data and testing covers all third week writing obtained 88% accuracy. From the test results, it can be concluded that the K-Nearest Neighbor method and Image partition can be used to identify Hiragana letter handwriting

Keywords— pattern recognition, image partition, handwriting

1. PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini menguasai bahasa asing merupakan salah satu kebutuhan yang harus dimiliki setiap orang. Banyak orang yang berkunjung ke negara lain untuk bekerja, menempuh pendidikan atau bahkan hanya untuk sekedar menikmati liburan. Salah satu negara yang banyak dikunjungi adalah negara Jepang [1]. Kebudayaan Jepang sendiri saat ini banyak sekali diminati masyarakat Indonesia, beberapa diantaranya adalah manga, anime, film, musik, fashion, make up dan lain-lain. Bahasa Jepang merupakan salah satu bahasa yang lumayan sulit untuk dipelajari, karena kita harus mengerti keseluruhan hurufnya, tata cara penulisannya dan tata cara bacanya.

Negara Jepang memiliki bentuk huruf yang terdiri dari tiga kelompok yaitu Katakana, Hiragana dan Kanji. Huruf Hiragana dan Katakana dibuat oleh orang Jepang, sedangkan huruf Kanji berasal dari Cina yang kemudian mengalami perubahan cara baca dan cara penulisannya [2]. Karakter huruf Jepang merupakan karakter yang cukup kompleks dan memiliki karakteristik unik dibandingkan dengan karakter latin apabila ditulis dengan tulisan tangan, dimana terdapat keterkaitan antar piksel. Secara tradisional tulisan Jepang ditulis secara vertikal, dimulai dari sudut kanan atas kertas atau dengan cara lain yaitu horisontal dari kiri atas kertas. Untuk menulis huruf Jepang dapat menggunakan aturan kanji dan syllabaries [2].

Pada dasarnya, tulisan tangan setiap orang memiliki sifat identik namun tidak sama. Artinya tulisan tangan seseorang sering berubah-ubah setiap waktu. Pada kenyataannya, perubahan-perubahan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, misalnya waktu, umur dan kebiasaan. Meski demikian, tulisan tangan seseorang dapat ditangani sebagai sebuah citra sehingga dapat dikenali dengan menggunakan aplikasi pengenalan pola dan pengolahan citra. Beberapa peneliti [3] telah menggunakan algoritma K-Nearest Neighbour untuk mengenali huruf dan angka dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbour untuk mengenali pola tulisan tangan angka Arabi (Indian) untuk angka 0-9 diperoleh tingkat akurasi hingga 86%. Penelitian lainnya [4] dengan algoritma yang sama yaitu K-Nearest Neighbour untuk mengenali kata aksara Jawa dengan tingkat keberhasilan pengenalan 100% dan implementasi segmentasi berbasis histogram memiliki tingkat keberhasilan 90%. Sementara itu, huruf yang sama yaitu huruf Jepang hiragana juga dijadikan objek pada skripsi dengan judul pengenalan pola huruf Jepang hiragana menggunakan algoritma backpropagation [5] dengan tingkat akurasi sebesar 86,63%. Penelitian lain yang [6] menggunakan partisi citra untuk mengenali pola huruf pada penelitiannya yang berjudul Optical Character Recognition Menggunakan Partisi Citra. Penelitian tersebut mencoba memberikan alternatif baru untuk proses pengenalan karakter pada data citra. Proses yang digunakan yaitu memisahkan paragraf dengan teknik *cropping*. Kemudian memisahkan baris pada paragraf dengan cara membaca area kosong secara vertikal. Dilanjutkan dengan memisahkan karakter pada masing-masing baris dengan cara membaca area kosong secara horisontal. Setelah karakter berhasil dipisah, masing-masing karakter dipartisi menjadi 64 bagian dan kemudian diambil nilai luas piksel tiap-tiap partisinya dan disimpan sebagai data *training*. Untuk tahap pengenalan karakter, menggunakan pencocokan data *testing* terhadap data *training* dan dicari selisih jarak terpendek dengan *euclidean distance*. Font yang digunakan sebagai data *training* dan *testing* yaitu arial, calibri dan times new romans ukuran 8pt, 10pt, 12pt dan 14pt. Didapati hasil bahwa font times new romans memiliki akurasi rendah 23,44% pada ukuran 10pt dan akurasi tertinggi pada font arial ukuran 14pt yaitu sebesar 95,31%

Melihat tingkat keberhasilan yang cukup tinggi yang dihasilkan oleh para peneliti sebelumnya serta belum adanya sistem dengan algoritma K-Nearest Neighbour untuk mengenali pola tulisan tangan huruf Jepang Hiragana maka penulis mencoba menggunakan algoritma K-Nearest Neighbour untuk menguji dalam sistem pengenalan pola tulisan tangan huruf Jepang Hiragana dasar (seion).

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti mencoba membangun aplikasi untuk mengenali tulisan tangan Hiragana menggunakan partisi citra dan jarak euclidean untuk menentukan tingkat kemiripan.

2.1. Landasan Teori

2.1.1 Citra Digital

Citra adalah suatu representasi (gambaran), kemiripan, atau imitasi dari suatu objek. Citra terbagi menjadi dua sifat yaitu citra yang bersifat analog dan citra yang bersifat digital. Citra analog adalah citra yang bersifat continue seperti gambar pada televisi. Sedangkan citra digital adalah citra yang dapat diolah komputer [7]. "citra dibagi ke dalam 2 bentuk, yaitu citra tampak dan citra tak tampak" [8]. Citra tampak adalah citra yang dapat dilihat secara langsung oleh alat-alat optik, misalnya foto, gambar dan lukisan. Sedangkan citra tak tampak adalah citra yang dipresentasikan di dalam fungsi matematis (kontinue dan diskrit), misalnya sebuah file citra (.jpg, .jpeg, .bmp, .png) yang disimpan dalam disk komputer berbentuk deret binary.

Citra digital dibentuk dari sejumlah elemen terbatas, yang masing-masing elemen tersebut memiliki nilai dan koordinat tertentu. Citra digital diartikan sebagai suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x, y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial dan amplitudo f di titik koordinat (x, y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik

tertentu. Apabila nilai x, y dan nilai amplitudo f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital [9].

2.1.2 Huruf Hiragana

Huruf Hiragana pada awalnya terdiri dari 48 suku kata, namun simbol untuk suku kata “wi” dan “we” telah dihapuskan oleh Departemen Pendidikan Jepang pada tahun 1946, sehingga menjadi 46 suku kata. Perubahan ini merupakan sebagian dari perbaikan suku kata [2][10]. Fungsi huruf *Hiragana* adalah untuk menuliskan kata-kata asli bahasa Jepang yang bukan serapan bahasa asing dan sebagai *Furigana* yaitu kata yang menerangkan bagaimana membaca sebuah huruf *Kanji*. Huruf *Hiragana* dibagi menjadi dua kelompok, yaitu huruf hiragana dasar dan imbuhan.

あ a	い i	う u	え e	お o
か ka	き ki	く ku	け ke	こ ko
さ sa	し shi	す su	せ se	そ so
た ta	ち chi	つ tsu	て te	と to
な na	に ni	ぬ nu	ね ne	の no
は ha	ひ hi	ふ fu	へ he	ほ ho
ま ma	み mi	む mu	め me	も mo
や ya		ゆ yu		よ yo
ら ra	り ri	る ru	れ re	ろ ro
わ wa				を wo
ん n				

Gambar 1. Huruf Hiragana Dasar

が ga	ぎ gi	ぐ gu	げ ge	ご go
ざ za	じ ji	ず zu	ぜ ze	ぞ zo
だ da	ぢ ji	づ dzu	で de	ど do
ば ba	び bi	ぶ bu	べ be	ぼ bo
ぱ pa	ぴ pi	ぷ pu	ぺ pe	ぽ po

Gambar 3. Huruf Hiragana Imbuhan Dakuon

きや kya	きゅ kyu	きよ kyo
しや sha	しゅ shu	しよ sho
ちや cha	ちゅ chu	ちよ cho
にや nya	にゅ nyu	によ nyo
ひや hya	ひゅ hyu	ひよ hyo
みや mya	みゅ myu	みよ myo
りや rya	りゅ ryu	りよ ryo
ぎや gya	ぎゅ gyu	ぎよ gyo
じゃ ja	じゅ ju	じよ jo

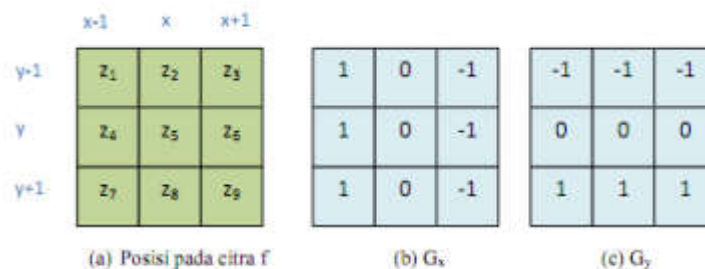
ぢや ja	ぢゅ ju	ぢよ jo
びや bya	びゅ byu	びよ byo
ぴや pya	ぴゅ pyu	ぴよ pyo

Gambar 3. Huruf Hiragana Imbuhan (yoon)

2.1.3 Deteksi Tepi

Edge detection atau deteksi tepi diartikan sebagai berikut : Tepian dari suatu citra mengandung informasi penting dari citra bersangkutan [9]. Tepian citra dapat mempresentasikan objek-objek yang terkandung dalam citra tersebut, bentuk dan ukurannya serta terkadang juga informasi tentang teksturnya. Tepian citra adalah posisi dimana intensitas pixel dari citra berubah dari nilai rendah ke nilai tinggi atau sebaliknya. Deteksi tepi umumnya adalah langkah awal melakukan segmentasi citra. Deteksi tepi berfungsi untuk memperoleh tepi objek. Deteksi tepi memanfaatkan perubahan nilai intensitas yang drastis pada batas dua area. Tepi sesungguhnya mengandung informasi yang sangat penting. Informasi yang diperoleh dapat berupa bentuk maupun ukuran objek. Edge detection dibedakan menjadi dua golongan sebagai berikut : Deteksi tepi dapat dibagi menjadi dua golongan. Golongan pertama disebut deteksi tepi orde pertama, yang bekerja dengan menggunakan turunan atau diferensial orde pertama. Termasuk kelompok ini adalah operator Roberts, Prewitt dan Sobel. Golongan kedua dinamakan deteksi tepi orde kedua, yang menggunakan turunan orde kedua. Contoh yang termasuk kelompok ini adalah Laplacian of Gaussian (LoG) [8].

“Operator Prewitt merupakan pengembangan operator Robert dengan menggunakan High Pass Filter (HPF) yang diberi satu angka nol penyangga, serta menggunakan persamaan yang sama dengan operator sobel yang menggunakan matrik 3x3”[11]. Operator ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Untuk mempercepat komputasi, bagian yang bernilai nol tidak perlu diproses. Bentuk dari operator prewitt ditunjukkan pada gambar berikut :

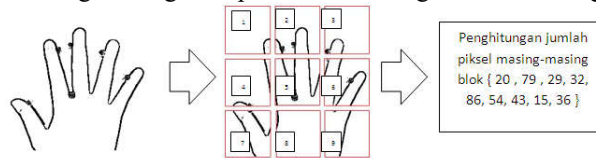


Gambar 4. Operator prewitt (b) dan (c) serta posisi pada citra f

Operator prewitt meletakkan penekanan atau pembobotan pada piksel piksel yang lebih dekat dengan titik pusat dari jendela, dengan demikian ke delapan piksel tetangga mempunyai pengaruh yang sama terhadap perhitungan gradien pada titik pusat jendela.

2.1.4 Partisi Citra

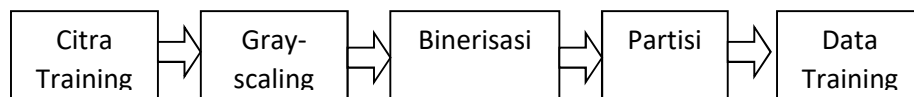
Partisi citra adalah membagi citra menjadi beberapa blok dimana masing-masing blok atau bagian memiliki ukuran yang sama besar. Tujuan dilakukan partisi terhadap citra adalah menghitung jumlah piksel masing-masing blok pada data training dan data testing [12].



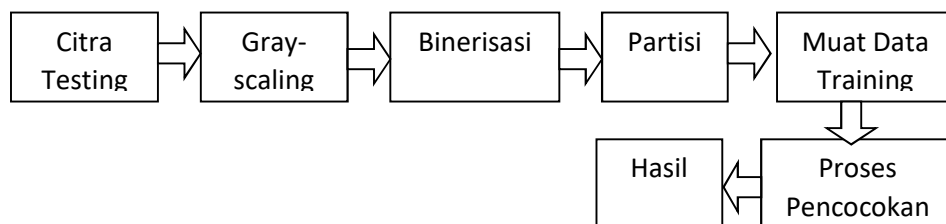
Gambar 5. Contoh partisi citra

2.2 Data Training dan Testing

Data yang digunakan adalah data tulisan tangan huruf hiragana menggunakan kertas putih dan pena berwarna hitam. Diambil dari 90 responden. Proses pengambilan data training dan pengenalan tulisan tangan huruf hiragana disajikan pada gambar 6 dan 7 sebagai berikut :



Gambar 6. Proses Training



Gambar 7. Proses Testing

Saat proses training, tulisan tangan hiragana di scan. Kemudian dilakukan *grayscale* dan binerisasi. Selanjutnya citra di partisi menjadi 9 bagian. Pada masing-masing bagian partisi, diambil nilai binernya dan disimpan sebagai data training. Untuk proses testing juga sama. Saat proses pencocokan, data training di muat dan di cocokkan dengan citra testing untuk masing-masing partisinya. Proses pencocokan menggunakan euclidean distance dan diambil nilai kemiripan terkecil.

2.3 Skenario Pengujian

2.3.1 Skenario uji coba 1

Skenario ini menggunakan data *training* sebanyak 30 citra huruf *hiragana* dan data *testing* sebanyak 90, dengan rincian mengambil data minggu ke satu dari masing-masing responden.

2.3.2 Skenario uji coba 2

Skenario ini menggunakan data *training* sebanyak 30 citra huruf *hiragana* dan data *testing* sebanyak 90, dengan rincian mengambil data minggu ke dua dari masing-masing responden.

2.3.3 Skenario uji coba 3

Skenario ini menggunakan data *training* sebanyak 30 citra huruf *hiragana* dan data *testing* sebanyak 90, dengan rincian mengambil data minggu ke tiga dari masing-masing responden.

2.3.4 Skenario uji coba 4

Skenario ini menggunakan data *training* sebanyak 30 citra huruf *hiragana*, data *testing* berupa objek lain selain huruf *hiragana* dan menggunakan huruf *hiragana* diluar data yang diuji sebelumnya yaitu A, I, U, E, O, KA, KI, KU, KE, KO.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data hasil skenario pengujian :

- a. Skenario 1, dari data citra *testing* minggu pertama sebanyak 90 yang diuji, 52 dikenali dengan benar dan 38 lainnya bernilai salah. Sehingga didapatkan akurasi sebesar 57,78%.
- b. Skenario 2, dari data citra *testing* minggu kedua sebanyak 90 yang diuji, 69 dikenali dengan benar dan 21 lainnya bernilai salah. Sehingga didapatkan akurasi sebesar 76,67%.
- c. Skenario 3, dari data citra *testing* minggu ketiga sebanyak 90 yang diuji, 74 dikenali dengan benar dan 16 lainnya bernilai salah. Sehingga didapatkan akurasi sebesar 82,22%.
- d. Skenario 4, objek selain huruf *hiragana* ada yang dapat dikenali dan ada yang tidak, sementara objek citra huruf *Hiragana* diluar data huruf yang ada pada data *training* tetap dapat diuji dan dikenali, namun tentu saja pengenalannya bernilai salah.

Tabel 1. Hasil Pengujian

No	Skenario	Benar	Salah	Akurasi
1	1	52	38	57,78%
2	2	69	21	76,67%
3	3	74	16	82,22%
4	4	6	4	60,00%
Rata-Rata				69,17%

4. SIMPULAN

Dari uji coba yang telah dilakukan pada sistem, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Huruf yang dapat dikenali 100% adalah A, I, U, E, KI. Hal ini dibuktikan pada skenario 1, 2 dan 3, dimana semua huruf tersebut dapat dikenali dengan benar tanpa ada kesalahan satu pun.
- b. Huruf yang paling banyak salah atau tidak dapat dikenali adalah huruf ko. Hal ini dibuktikan dari hasil uji coba skenario 1, 2 dan 3, dimana huruf KO hanya dapat dikenali dengan benar sebanyak 3 kali.
- c. Rata-rata akurasi dari semua pengujian adalah 69.17%.

5. SARAN

Untuk penelitian selanjutnya disarankan menambahkan proses penipisan (*thinning*) pada *preprocessingnya*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Nana, F., Budhi, I.,S.Si.,M.T., Umar, A. A.,S.T.,M.T. 2016. *Perancangan dan Implementasi Histogram of Oriented Gradients dan K-Nearest Neighbour untuk Deteksi Huruf Hiragana Jepang pada Aplikasi Mobile Penerjemah Kata dalam Bahasa Jepang ke Bahasa Indonesia Berbasis Android*. Institut Teknologi Telkom: Bandung.

- [2] Lajuhan, T.F. _____. Mudah Menulis dan Membaca Huruf Hiragana dan Huruf Katakana dalam Bahasa Jepang. (Online). Tersedia http://www.academia.edu/6228224/menulis_dan_membaca_huruf_hiragana_dan_huruf_katakana_pemula, diunduh 2 April 2017.
- [3] Akbar, R. dan Sarwoko, A.E. 2016. *Studi Analisis Pengenalan Pola Tulisan Tangan Angka Arabi (Indian) Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors dan Connected Component Labeling*. Jurnal Dinamika Rekayasa, 12 (2): 45-51.
- [4] Mukhooyar, Zaky. 2015. *Pengenalan Kata Aksara Jawa Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor*. Universitas Dian Nuswantoro Semarang: Semarang.
- [5] Nugroho, W.E.N. 2016. *Pengenalan Pola Huruf Jepang Hiragana Menggunakan Algoritma Backpropagation*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Oki. Renshu : Pelajaran Suku Kata Bahasa Jepang (semester 1). Surabaya: Bintang Surabaya
- [6] Sanjaya, A. 2015, *Optical Character Recognition Menggunakan Partisi Citra*. Jurnal Nusantara Of Engineering, Vol. 1/ No. 2/ISSN: 2355-6684
- [7] Sutoyo, T. Mulayanto, E. Vincent S, Oky Dwi N, Wijanarto. 2009, *Teori Pengolahan Citra Digital*, Andi Yogyakarta.
- [8] Kadir, Abdul. 2013. *Dasar Pengolahan Citra dengan Delphi* (Dewiberta Hardjono, Ed.). Yogyakarta:Andi.
- [9] Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- [10] Adimihardja, Mulyana. 2011. *Yasashii Nihongo: Bahasa Jepang untk Kelas XI SMA/MA Program Pilihan* (F.M. Erly, Eds.). Bandung: Grafindo Media Pratama.
- [11] Cunningham, P. And Delany, S. J. 2007. "K-Nearest Neighbour Classifier", Issue Technical Report, UCD-CSI-4. Gonzales, R. C., Woods, R. E. 1993. *Digital Images Processing*. Wesley Publishing Company: USA.
- [12] Sanjaya, A., M.Kom., Dr.Emma, U., M.Kom., Armadyah, A., M.Kom. 2014. *Identifikasi Personal Berdasar Bentuk Tangan*. Prosiding Seminar Teknomedia STMIK Amikom Yogyakarta

Prediksi Customer Churn Berbasis Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

Yayak Kartika Sari¹, Kusri², Ferry Wahyu Wibowo³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Amikom Yogyakarta
E-mail: ¹yayakkartikasari93132042@gmail.com, ²kusri@amikom.ac.id, ³ferry.w@amikom.ac.id

Abstrak – Customer Churn adalah pelanggan yang berhenti berlangganan dan pindah pada perusahaan lain, karena berbagai faktor. Customer churn merupakan masalah yang sangat penting yang harus dihadapi oleh perusahaan karena berhentinya pelanggan akan berdampak pada retensi perusahaan. Oleh sebab itu, dibuatkan sistem prediksi customer churn untuk mengetahui tingkat pelanggan yang churn, apabila customer churn dapat diketahui terlebih dahulu, maka akan menguntungkan bagi pihak CRM untuk mengatur strategi-strategi mencegah pelanggan yang melakukan churn. Untuk menentukan prediksi customer churn menggunakan teknik data mining dengan algoritma ANFIS. Algoritma ANFIS merupakan gabungan antara jaringan syaraf tiruan dengan fuzzy inference system. Model prediksi yang dibangun dengan metode ANFIS menggunakan pembelajaran alur maju dan pembelajaran alur mundur, sehingga untuk melakukan prediksi dibutuhkan nilai parameter fuzzy baru yang diperoleh dari proses pelatihan. Setelah nilai parameter fuzzy baru didapatkan, maka akan dilakukan tahap pengujian. Pada tahap pengujian dilakukan dengan proses pembelajaran maju untuk mendapatkan nilai prediksinya, sehingga pada prosesnya nilai prediksi yang berupa angka dan status prediksi. Pelatihan dan pengujian ANFIS untuk semua produk menghasilkan perbandingan nilai error rata-rata pelatihan sebesar 8,316 %.

Kata Kunci — Data Mining, ANFIS, CRM, Customer Churn.

Abstract – Customer Churn is a customer who unsubscribes and moves to another ISP, due to various factors. Customer churn is a very important issue that should be faced by the company because the cessation of customers will impact on corporate retention. Therefore, customer churn prediction system is made to know the level of customer churn, if customer churn can be known in advance, it will be advantageous for CRM to arrange strategies to prevent customers who do churn. To determine customer churn prediction using data mining techniques with ANFIS algorithm. ANFIS algorithm is a combination of artificial neural network with fuzzy inference system. Predictive models built with the ANFIS method use advanced groove learning and retrograde learning, so to make predictions it takes the value of new fuzzy parameters obtained from the training process. After the new fuzzy parameter values are obtained, the test phase will be performed. In the testing phase is done by the process of advanced learning to get predictive value, so that in the process predictive value in the form of numbers and prediction status. ANFIS training and testing for all products resulted in comparison of the average error rate of training of 8.316%

Keywords — Data Mining, ANFIS, CRM, Customer Churn.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan internet saat ini menjadi kebutuhan yang sangat penting bagi masyarakat. Tidak hanya sebagai sumber informasi tetapi bisa menjadi sarana pendukung kegiatan ekonomis dan hiburan. Menurut data www.internetworldstats.com, pengguna internet di Indonesia saat ini mencapai 132,7 juta jiwa dari total populasi sebesar 263 juta jiwa. Dengan perkembangan internet yang semakin luas saat ini, membuat penyedia jasa layanan internet menjadi semakin banyak dan berkembang, terutama di daerah kediri. Penyedia jasa layanan internet di daerah kediri yaitu PT. Telekomunikasi, Biznet, PT. Indosat M2, Primadona Net, CV. Global Media Data, dan lain-lain.

Dari semua penyedia jasa layanan internet di Kediri memberikan penawaran-penawaran yang sangat menarik untuk meningkatkan pelanggan. Hal itu menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya menurunnya pelanggan internet pada perusahaan XYZ disebabkan karena *churn*. *Customer Churn* atau turun naiknya pelanggan didefinisikan sebagai hilangnya pelanggan karena berpindah ke layanan lain.[1] Hal ini menjadi isu penting yang merupakan salah satu tantangan utama oleh perusahaan XYZ yang harus dihadapi, karena untuk memperoleh pelanggan baru memerlukan biaya 10 kali lipat lebih mahal dibandingkan biaya untuk mempertahankan pelanggan yang ada. Mahalnya untuk memperoleh pelanggan baru tentunya perusahaan lebih memilih mempertahankan pelanggan. Selain itu, terjadinya *customer churn* akan berdampak penurunan *revenue* perusahaan.[2] Maka dari itu, untuk mencegah terjadinya *customer churn* pada perusahaan XYZ maka dibutuhkanlah prediksi *customer churn*, agar perusahaan XYZ dapat mengatur strategi yang dapat mencegah *customer churn* di perusahaan XYZ.

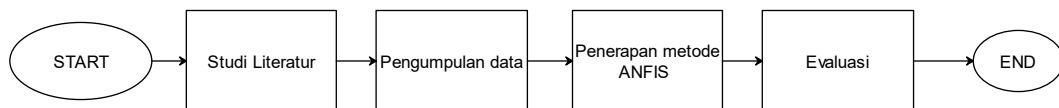
Teknik yang digunakan untuk memprediksi adalah data mining. Data mining merupakan serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual.[3] Sistem prediksi yang telah banyak diteliti antara lain analisis prediksi *churn* menggunakan metode *logistic regression* dan algoritma *decision tree*[4], prediksi *customer churn* menggunakan algoritma *fuzzy iterative dichotomiser 3*[2], IG-KNN untuk prediksi *customer churn* telekomunikasi, penggunaan *deep learning* untuk prediksi *churn* pada jaringan telekomunikasi mobile[5]. Tetapi untuk penelitian ini menggunakan metode metode ANFIS (*Adaptive Neuro Fuzzy Inference System*).

ANFIS merupakan gabungan dua sistem yaitu *neural network* dan *fuzzy logic*. Sistem saraf tiruan memberikan kemudahan dalam mengklasifikasikan suatu objek. Berdasarkan masukan sistem, *Fuzzy logic* merupakan pemakaian fungsi keanggotaan untuk menentukan seberapa besar suatu predikat memenuhi suatu fungsi yang dinyatakan kedalam “*if – then*” yang memberi kemudahan dengan tidak memerlukan analisis matematik untuk pemodelan.[6]

Pokok permasalahan dari penelitian ini adalah penggunaan metode ANFIS untuk memprediksi *customer churn* di perusahaan XYZ Kediri. Sebagai masukannya, menggunakan data *time series* selama 2 tahun dengan variabel jumlah data status pelanggan dan data keluhan. Diharapkan dengan menggunakan ANFIS, sistem prediksi untuk *customer churn* dapat dilakukan dengan baik.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, terdiri dari beberapa tahapan yang diawali dengan melakukan Studi literatur, pengumpulan data, penerapan algoritma ANFIS. Alur penelitian ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1. Metode penelitian

2.1. Studi Literatur

Metode melalui studi literature yang bertujuan mendapatkan pengetahuan dari penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur tersebut didapatkan melalui sumber paper dan buku. Adapapun hal-hal yang dapat diambil dari metode ini diantaranya adalah:[5]

- a. Studi Pendahuluan : tahap ini merupakan kegiatan untuk menemukan informasi tentang obyek permasalahan yang ada. Permasalahan-persalahan yang berkembang beberapa tahun terakhir dalam sebuah organisasi atau perusahaan khususnya mengenai *customer churn*.
- b. Studi Pustaka : tahapan ini adalah tahap untuk menemukan penelitian-penelitian yang sejenis dengan penelitian ini yang nantinya dijadikan sebagai referensi dan pendukung teori dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat.
- c. Perumusan Masalah : adapun pada tahapan selanjutnya setelah mendapatkan permasalahan utama dari obyek penelitian yang dilengkapi dasar teori dari studi pustaka yang mendukung maka masalah yang ada dapat dirumuskan dengan baik.

2.2 Pengumpulan Data

Data masukan yang akan digunakan pada sistem prediksi adalah data *time series* bulanan dari data status pelanggan dan keluhan dan selanjutnya akan dilakukan perhitungan prediksi menggunakan metode ANFIS untuk perusahaan XYZ di Kediri. Data yang digunakan untuk prediksi merupakan data dari bulan januari 2015 sampai bulan desember 2016.

Sistem analisa yang digunakan untuk memprediksi *customer churn* pada perusahaan XYZ di Kediri menggunakan metode ANFIS. Untuk mencari nilai *standart devisiasi* dan *mean*, maka data di cluster menggunakan algoritma Fuzzy C Means. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai setiap *cluster*. Tabel 1. merupakan data hasil clustering *Fuzzy C Means* yang akan diproses menggunakan perhitungan ANFIS.

Tabel 1. Clustering data Pelanggan

Bulan	Derajat keanggotaan	
	Data Status Pelanggan	Keluhan
Januari 2015	0,044	0,956
Februari 2015	0,108	0,892
Maret 2015	0,13	0,87
April 2015	0,169	0,831
Mei 2015	0,529	0,471
Juni 2015	0,567	0,433
Juli 2015	0,598	0,402
Agustus 2015	0,72	0,28
September 2015	0,73	0,27
Oktober 2015	0,742	0,258
November 2015	0,813	0,187
Desember 2015	0,822	0,178
Januari 2016	0,844	0,156
Februari 2016	0,849	0,151
Maret 2016	0,897	0,103
April 2016	0,914	0,087
Mei 2016	0,963	0,037
Juni 2016	0,967	0,033
Juli 2016	0,967	0,33
Agustus 2016	0,967	0,033
September 2016	0,967	0,033
Oktober 2016	0,969	0,031
November 2016	0,969	0,031
Desember 2016	0,044	0,956

Data hasil *clustering* menggunakan *Fuzzy C Means*, selanjutnya dihitung nilai mean (a) dan standart devisiasi (c). Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan *mean* dan *standart devisiasi* pada tabel 2.

c=	0,3716	0,3384	a=	0,1657	0,1175
	0,4550	0,8183		0,1303	0,1083

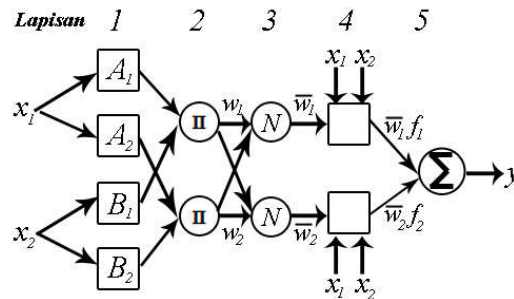
2.3 Penerapan Metode ANFIS

ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama seperti jaringan syaraf tiruan dengan fungsi radial dengan sedikit batasan tertentu. Bisa dikatakan bahwa ANFIS adalah suatu metode yang mana dalam melakukan penyetulan aturan digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Pada ANFIS juga memungkinkan aturan-aturan untuk beradaptasi. [6]

Agar jaringan dengan fungsi basis radial ekuivalen dengan *fuzzy* berbasis aturan model sugeno orde 1 ini, diperlukan :

- 1) Aturan-aturan harus memiliki metode agegrasi yang sama untuk menghasilkan semua outputnya.

- 2) Jumlah fungsi aktivasi harus sama dengan jumlah aturan fuzzy (IF - THEN).
 - 3) Jika ada beberapa input pada basis aturannya, maka tiap-tiap fungsi aktivasi harus sama dengan fungsi keanggotaan tiap – tiap input-nya.
 - 4) Fungsi aktivasi dan aturan-aturan fuzzy harus memiliki fungsi yang sama untuk neuron-neuron dan aturan-aturan yang ada di sisi output-nya.
- Berikut merupakan arsitektur jaringan ANFIS :



Gambar 2. Arsitektur Jaringan ANFIS [6]

Arsitektur jaringan ANFIS (Gambar 2) terdiri dari lapisan berikut :

- 1) Tiap-tiap neuron i pada lapisan pertama adaptif terhadap parameter suatu fungsi aktivasi. Output dari tiap neuron berupa derajat keanggotaan yang diberikan oleh fungsi keanggotaan input, yaitu: $\alpha_{A1}(X_1)$, $\alpha_{B1}(X_2)$, $\alpha_{A2}(X_1)$, atau $\alpha_{B2}(X_2)$.
- 2) Tiap-tiap neuron pada lapisan ke dua berupa neuron tetap yang outputnya adalah hasil dari masukkan. Biasanya digunakan operator AND. Tiap-tiap node merepresentasikan α predikat dari aturan ke-i.
- 3) Tiap-tiap neuron pada lapisan ke tiga berupa node tetap yang merupakan hasil perhitungan rasio dari α predikat (w), dari aturan ke-1 terhdap jumlah dari keseluruhan α predikat.

$$W_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, \text{ dengan } i=1,2 \dots \dots \dots (1)$$

Hasil ini dikenal dengan nama *normalised firing strength*.

- 4) Tiap-tiap neuron pada lapisan ke empat merupakan node adaptif terhadap suatu output.

$$\bar{W}_i Y_i = W_i(C_{i1} X_1 + C_{i2} X_2 + C_{i0}); \text{ dengan } i=1,2 \dots \dots \dots (2)$$

Dengan W_i adalah *normalised firing strength* pada lapisan ke tiga dan $\{C_{i1}, C_{i2}, C_{i3}\}$ adalah parameter-parameter pada neuron tersebut. Parameter-parameter pada lapisan tersebut disebut dengan nama *consequent parameter*.

- 5) Tiap-tiap neuron pada lapisan ke lima adalah node tetap yang merupakan jumlahan dari semua masukkan.

Algoritma *hybrid* akan mengatur parameter-parameter C_{ij} secara maju (*forward*) dan akan mengatur parameter-parameter $\{a_i, b_i, c_i\}$ secara mundur (*backward*). Pada langkah maju, input jaringan akan merambat maju sampai pada lapisan ke empat, dimana paraaeter-paarameter C_{ij} akan diidentifikasi dengan metode *least squares estimator* (LSE). Sedangkan langkah mundur, error sinyal akan merambat mundur dan parameter-parameter (a_i, b_i, c_i) akan diperbaiki dengan menggunakan metode *gradient-descent*(GD). [7]

2.3.1 Langkah Maju Dengan Metode LSE

Dari arsitektur ANFIS, bila parameter tetap maka keluaran keseluruhan dapat dinyatakan dengan kombinasi linear dari parameter konsekuensi. [7]

$$f = f_2 = \frac{W_1}{W_1 + W_2} f_1 + \frac{W_2}{W_1 + W_2} \dots \dots \dots (3)$$

2.3.2 Langkah Balik Dengan Metode GD

Terdapat beberapa metode penurunan gradient dalam masalah optimasi, antara lain : [7]

- 1) Metode penurunan tercuram (*Steepest Descent*, SD)
- 2) Metode Newton yang terdiri atas Newton klasik, Newton termodifikasi, dan Quasi Newton.
- 3) Metode *Conjugate Gradient*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pembagian (*clustering*) data menggunakan metode *Fuzzy C Means* dan mendapatkan nilai *Standar deviasi* dan *Mean*, selanjutnya kita akan mencari nilai inferensi dengan menggunakan metode *Adapotive Neuro Fuzzy Inference System* (ANFIS). Pada perhitungan metode ANFIS ini akan dilakukan perhitungan pada setiap lapisannya. Sistem inferensi *fuzzy* yang diterapkan adalah inferensi *fuzzy* model Sugeno.

3.2 Lapisan Pertama (Proses Fuzifikasi)

Pada lapisan pertama terjadi proses *fuzifikasi*. Proses ini adalah untuk memetakan inputan data kedalam himpunan *fuzzy*. Dalam proses ini akan dilakukan perhitungan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk mentransformasi masukan himpunan klasik ke derajat tertentu. Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah IV-15 jenis *Generalized-Bell* dimana pada fungsi keanggotaan ini terdapat dua parameter yaitu *mean* dan *standar deviasi*. Data *output* lapisan pertama ditunjukkan dalam tabel 2.

Tabel 2.Data Output Lapisan Pertama

Derajat keanggotaan				
Bulan	$\mu a1$	$\mu a2$	$\mu b1$	$\mu b2$
Januari 2015	5,4363	0,7322	5,6331	8,9807
Februari 2015	0,2616	0,3087	0,5257	0,0796
Maret 2015	0,2616	0,3087	0,9998	0,0488
April 2015	0,2616	0,3087	0,0661	0,8888
Mei 2015	0,3586	0,1543	0,9998	0,0488
Juni 2015	0,3586	0,1543	0,9949	0,0469
Juli 2015	0,3873	0,5208	0,0345	0,3687
Agustus 2015	0,4032	0,1729	0,2195	0,1495
September 2015	0,4631	0,6529	0,622	0,0722
Oktober 2015	0,4919	0,7015	0,5722	0,0757
November 2015	0,5779	0,2511	0,2412	0,0242
Desember 2015	0,6132	0,2686	0,2536	0,1315
Januari 2016	0,6132	0,2686	9673	0,0529
Februari 2016	0,8171	0,9985	0,9761	0,0451
Maret 2016	0,8544	0,9869	0,5402	0,0328
April 2016	0,8786	0,4468	0,5402	0,0328
Mei 2016	0,8895	0,9645	0,5402	0,0328
Juni 2016	0,8895	0,9645	0,5402	0,0328

Juli 2016	0,8895	0,9645	0,5402	0,0328
Agustus 2016	0,8895	0,9645	0,5257	0,0796
September 2016	0,8895	0,9645	0,0466	0,8144
Oktober 2016	0,8895	0,9645	0,5402	0,0328
November 2016	0,9645	0,5621	0,1245	0,2928
Desember 2016	0,9649	0,5621	0,069	0,8341

3.3 Lapisan Kedua dan Lapisan Ketiga

Output dari lapisan kedua adalah hasil perkalian dari semua sinyal yang masuk. Masing-masing keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan dari aturan fuzzy. $w_1 = \mu A_1 (\mu B_1)$. dan, $w_2 = \mu A_2 (\mu B_2)$.

Pada lapisan ke tiga Setiap node pada lapisan ini adalah node nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi (*normalized firing strength*) yaitu membagi w_i dengan jumlah total \bar{W}_1 dan \bar{W}_2 . Data *output* lapisan pertama ditunjukkan dalam tabel 3.

Tabel 3. Output Lapisan Kedua Dan Output Lapisan Ketiga

Bulan	Output lapisan ke dua		Output lapisan ke tiga	
	W1	W2	\bar{W}_1	\bar{W}_2
Januari 2015	0,0134	0,192	0,0651	0,9349
Februari 2015	0,0173	0,0142	0,0593	0,9407
Maret 2015	0,0415	0,7855	0,0501	0,9499
April 2015	0,0445	0,6045	0,0685	0,9315
Mei 2015	0,0666	0,4688	0,1243	0,8757
Juni 2015	0,0885	0,0258	0,774	0,226
Juli 2015	0,1201	0,1646	0,4219	0,5781
Agustus 2015	0,1375	0,0246	0,8484	0,1516
September 2015	0,1394	0,0061	0,9582	0,0418
Oktober 2015	0,1555	0,0353	0,8149	0,1851
November 2015	0,2615	0,0151	0,9455	0,0545
Desember 2015	0,2815	0,0531	0,8413	0,1587
Januari 2016	0,288	0,0471	0,8594	0,1406
Februari 2016	0,3568	0,0072	0,9801	0,0199
Maret 2016	0,3585	0,0075	0,9794	0,0206
April 2016	0,4615	0,0324	0,9345	0,0655
Mei 2016	0,4676	0,0768	0,859	0,141
Juni 2016	0,4746	0,0147	0,97	0,03
Juli 2016	0,4805	0,0316	0,9382	0,0618
Agustus 2016	0,4805	0,0316	0,9382	0,0618
September 2016	0,4805	0,0316	0,9382	0,0618
Oktober 2016	0,4805	0,0316	0,9382	0,0618
November 2016	0,5931	0,7855	0,9766	0,0234
Desember 2016	0,7976	0,045	0,9466	0,0534

3.4 Lapisan Keempat (Proses Defuzifikasi)

Pada lapisan ini dilakukan perhitungan mengubah hasil fuzzy kebentuk menjadi himpunan klasik (*crisp*). Pada lapisan ini dilakukan perhitungan LSE untuk mendapatkan nilai parameter koefisien.

3.5 Lapisan Kelima

Pada lapisan ini hanya ada satu node tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan yang berasal dari lapisan keempat.

Tabel 4. *Output* Lapisan Kelima

Bulan	Data Masukan	Hasil Prediksi
Januari 2015	360	301
Februari 2015	480	350
Maret 2015	490	253
April 2015	500	338
Mei 2015	600	349
Juni 2015	660	499
Juli 2015	660	499
Agustus 2015	660	360
September 2015	660	499
Oktober 2015	670	512
November 2015	730	412
Desember 2015	750	379
Januari 2016	770	549
Februari 2016	780	405
Maret 2016	880	566
April 2016	980	675
Mei 2016	980	679
Juni 2016	990	534
Juli 2016	990	752
Agustus 2016	1100	791
September 2016	1110	574
Oktober 2016	1270	657
November 2016	1300	691
Desember 2016	1430	887

3.6 *Evaluasi*

Setelah mendapatkan hasil % *error* prediksi *customer churn* dengan menggunakan faktor data status pelanggan dan data keluhan, maka dilakukan perhitungan *error* dengan pengurangan data sebenarnya dengan hasil peramalan.

Tabel 5. Perbandingan nilai *error*

Bulan	<i>Error</i> %
Juli 2016	9,5 %
Agustus 2016	13,7 %
September 2016	8,2 %
Oktober 2016	6,3 %
November 2016	7,8 %
Desember 2016	4,4 %

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dengan menggunakan metode ANFIS dapat membantu perusahaan XYZ untuk mengetahui prediksi pelanggan yang melakukan *churn*. Dengan mengetahui prediksi pelanggan yang melakukan *churn*, maka akan memberikan keuntungan untuk manajemen, khususnya divisi *Customer Relationship Management* (CRM), dapat menciptakan promosi yang bertujuan untuk meningkatkan loyalitas pelanggan dan meningkatkan strategi penjualan untuk mendapatkan pelanggan baru dan melakukan retensi pelanggan. Pelatihan dan pengujian ANFIS untuk semua produk menghasilkan perbandingan *nilai error* rata-rata pelatihan sebesar 8,316 %.

5. SARAN

Saran yang dapat diberikan bagi pengembangan penelitian di masa mendatang terkait prediksi *customer churn* dengan menambah parameter agar menghasilkan nilai prediksi yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fikricabdillah. 2016. *Penggunaan Deep Learning untuk Prediksi Churn pada Jaringan Telekomunikasi Mobile*. e-Proceeding of Engineering : Vol.3, No.2.
- [2] Herawati, Meyrina, Imam Mukhlash dan Inu L. Wibowo. 2016. *Prediksi Customer Churn Menggunakan Algoritma Fuzzy Iterative Dichotomiser 3*. J. Math. and I t s Appl : Vol . 13, No. 1.
- [3] Kusrini dan Emha Taufiq Lutfi. 2009. *Algoritma Data Mining*. Yogyakarta : Andi Offset
- [4] Olivia, Cici, Indwiarti dan Yulian Sibaroni. 2015. *Analisis Prediksi Churn Menggunakan Metode Logistic Regression Dan Algoritma Decision Tree*. E-Proceeding Of Engineering : Vol.2, No.2.
- [5] Arifin, Muhammad. 2015. *Ig-Knn Untuk Prediksi Customer Churn Telekomunikasi*. Jurnal Simetris, Vol 6 No.1.
- [6] Jang, S.; Sun T., dan Mizutani E. (1997). *Neuro-Fuzzy and Soft Computing A Computational Approach to Learning and Machine intelligence*, Prentice Hall, Inc. ISBN 0132610663.
- [7] Kusumadewi, Sri dan Sri Hartati. 2010. *Neuro-Fuzzy Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

DETEKSI KEMATANGAN BUAH RAMBUTAN BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN METODE DISCRETE COSINE TRANSFORM

Irwan Falud Sen

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *irwanfalud@gmail.com

Abstrak— Dalam kehidupan saat ini teknologi semakin canggih dan berkembang pesat tidak ketinggalan teknologi untuk pertanian. Salah satunya teknologi untuk pemanenan buah rambutan dan pengolahan citra salah satu yang dapat digunakan dalam pemanenan buah rambutan dalam hal ini aplikasi akan mengenali buah mentah, matang, kemampo dan kematangan. Dalam hal ini penelitian untuk mendeteksi kematangan buah rambutan disini menggunakan metode Discrete cosines transform(DCT). Apakah dengan metode Discrete Cosine Transform dapat mendeteksi kematangan buah rambutan.

Penelitian dilakukan di desa Bedali Ngancar kabupaten Kediri. Dengan menggunakan buah rambutan berjenis aceh. Buah aceh di foto di atas kertas putih untuk mendapatkan citra yang akan di gunakan dalam penelitian. Setelah itu citra gambar rambutan yang semula berwarna RGB (Red, Green, Blue) diubah menjadi Grayscale setelah itu dilakukan proses DCT dan untuk pengenalannya dilakukan proses Euclidean Distance. Metode DCT dapat digunakan untuk mendeteksi kematangan buah rambutan. Dari penelitian dengan DCT semakin banyak data Training semakin akurat mengidentifikasi kematangan buah rambutan

Kata Kunci— Buah rambutan , Discrete Cosine Transform, Identifikasi, Kematangan

Abstract – In today's life the technology is getting sophisticated and growing rapidly not to miss technology for agriculture. One technology for harvesting rambutan fruit and image processing one that can be used in rambutan fruit harvest in this application will recognize the raw fruit, mature, kemampo and maturity. In this case research to detect rambutan fruit maturity here using method of Discrete cosines transform (DCT). Whether the Discrete Cosine Transform method can detect the maturity of rambutan fruit.

The research was conducted in Bedali Ngancar, Kediri district. By using rambutan type manifold aceh. The aceh fruit in the photo on white paper to get the image to be used in research. After that the image of Rambutan image originally colored RGB (Red, Green, Blue) changed to Grayscale after that done DCT process and for the introduction of Euclidean Distance process. DCT method can be used to detect rambutan maturity. From research with DCT the more data the more accurate training Training to identify the maturity of rambutan fruit

Keywords— Rambutan fruit, Discrete Cosine Transform, Identification, Maturity

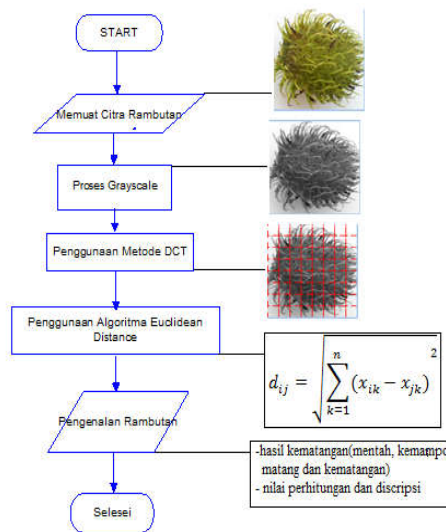
1. PENDAHULUAN

Dalam masyarakat teknologi berkembang dengan pesatnya dan canggih tidak ketinggalan dengan teknologi untuk pertanian yang salah satunya aplikasi untuk memanen rambutan. Rambutan adalah termasuk buah yang digemari masyarakat karena yang rasanya manis dan harganya yang murah Tapi masyarakat masih banyak ditemukan petani yang kurang maksimal dalam memanen rambutannya, contohnya saja dalam kasus pemanenan, ada rambutan yang masih muda yang belum siap dipanen dan ada pula yang memanennya sudah tua sehingga rasanya seperti buah busuk karena kematangan dan ada yang gak manis karena muda, karena biasanya para petani hanya menggunakan penafsiran yang bisa keliru dalam menentukan kematangan buah.

Pengolahan citra salah satu cara yang dapat digunakan dalam masalah pemanenan diatas, dengan pengolahan citra kita bisa mendeteksi tingkat kematangan rambutan yang tentu saja dengan metode tertentu ataupun algoritma tertentu, disini akan digunakan metode Discrete Cosines Transform (DCT) untuk menentukan tingkat kematangan rambutan yang pas dalam pemanenannya. Petani rambutan harus mengerti rambutan yang masih mentah, hampir matang atau kemampo, matang dan kematangan, supaya tepat dalam memanennya dan supaya bisa menghasilkan hasil yang maksimal. Dalam hal ini memerlukan alat yang bisa memberikan informasi tingkat kematangan buah rambutan yaitu sistem aplikasi yang bisa mengidentifikasi tingkat kematangan buah rambutan berdasarkan warna.

2. METODE PENELITIAN

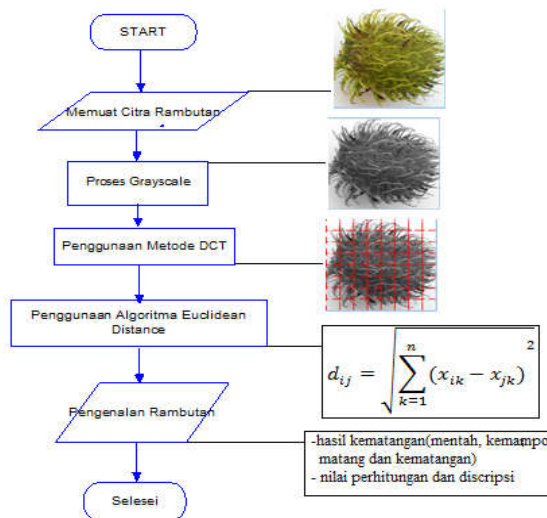
2.1 flowchat sistem



Gambar 1. *flowchart sistem*

Pada gambar 1 dapat dijelaskan ketika aplikasi di jalankan yang pertama aplikasi memuat citra rambutan terdahulu, kemudian dilanjutkan proses penerapan metode *Discrete Cosine Transform* dan dilanjutkan dengan perhitungan *Euclidean Distance* dan langkah selanjutnya pengenalan mendeteksi kematangan buah rambutan.

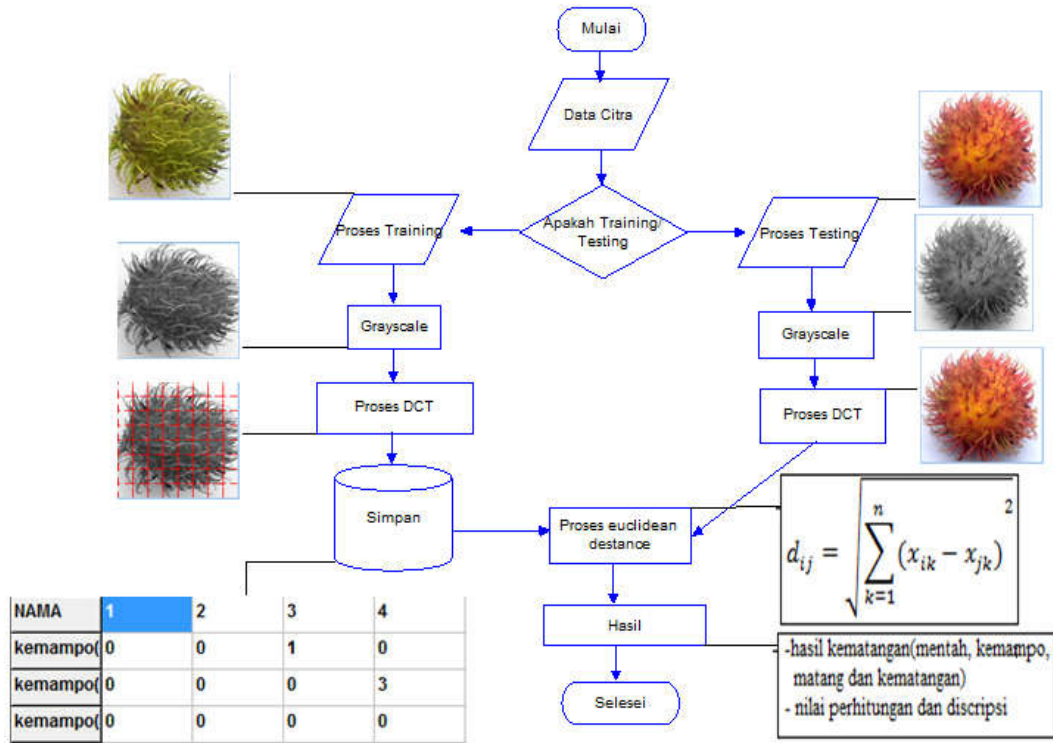
2.2. Flowchart proses pre-processing



Gambar 2. *Flowchart proses pre-processing*

Dari gambar 2 dapat di jelaskan yang pertama memuat citra selanjutnya dilakukan proses grayscale yang kemudian dilakukan proses ekstraksi ciri dengan menggunakan metode DCT dan hasil keluar berupa matrik.

2.3 Flowchart Sistem Pengenalan Citra Buah Rambutan



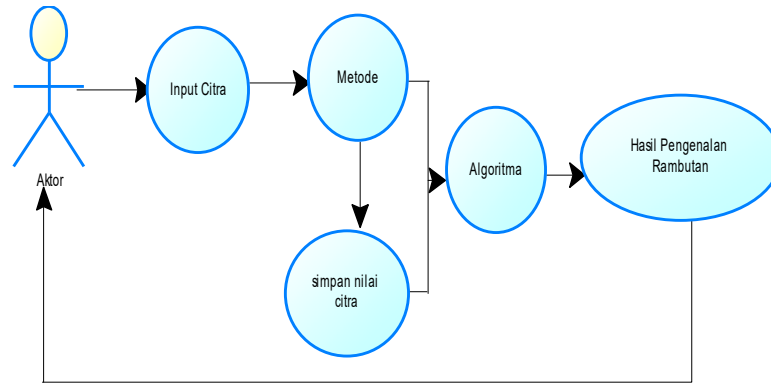
Gambar 3 Flowchart Sistem Pengenalan Citra Buah Rambutan

Dari flowchart 3 dapat di jelaskan dari Input citra berwarna atau RGB (Red, Green, Blue) yang kemudian dilakukan proses grayscale mengubah citra berwarna menjadi keabuan . Setelah itu dilakukan proses pengambilan nilai indeks dengan metode Discrete Cosine Transform (DCT). Hasil dari proses disimpan dalam database sebagai data acuan. Untuk selanjutnya hasil dari proses DCT digunakan dalam Algoritma Euclidean untuk menghitung jarak antara citra uji dengan citra database citra acuan dalam pengenalannya.

2.4 Keterkaitan Antar Prosedur

Menjelaskan tentang semua prosedur yang ada di dalam aplikasi untuk dijadikan satu bentuk diagram agar lebih jelas seperti use case, activity diagram, Class diagram.

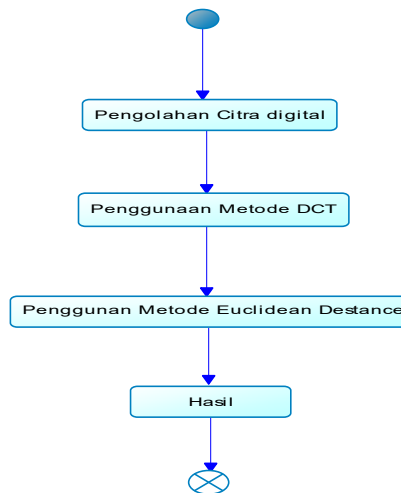
2.5. Use Case



Gambar 4 Use Case aplikasi

Use Case adalah gambaran dari fungsionalitas sistem, *use case* digunakan untuk mengetahui apa saja yang harus dilakukan oleh aktor agar didapatkan hasil pengenalan buah rambutan atau mendeteksi kematangan buah rambutan.

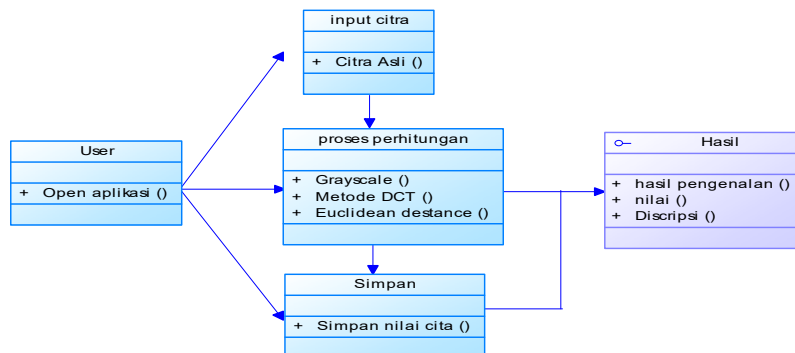
2.6 Activity Diagram



Gambar 5. Activity Diagram

Flowchart pada gmabar 5 menjelaskan bagaimana aplikasi ini berjalan mulai dari pengolahan citra, penggunaan metode *DCT*, perhitungan metode *Euclidean Distance* sampai dengan mendapatkan hasil akhir.

2.7 Class Diagram



Gambar 6. Class Diagram

Dari realisasi pada gambar 6, dapat diketahui bahwa setiap relasi mempunyai nilai. Hal ini untuk membedakan bahwa setiap relasi mempunyai fungsi masing-masing.

2.8. Rambutan

Rambutan (*Nephelium* sp.) merupakan tanaman buah hortikultural berupa pohon dengan famili *Sapindaceae*. Tanaman buah tropis ini dalam bahasa Inggrisnya disebut *Hairy Fruit* berasal dari Indonesia. Tanaman rambutan merupakan salah satu tanaman yang mempunyai prospek agrobisnis yang cerah di masa-masa yang akan datang. Tanaman rambutan asal Indonesia telah menembus pasar internasional, seperti Inggris, Belanda, Perancis, Belgia, dan negara-negara di Asia Barat dan Asia Tenggara. Pada Tahun 1990 volume ekspor tanaman rambutan mencapai 108.275 kg dan pada tahun 1991 meningkat menjadi 108.644kg [1].

2.9. Pengolahan citra digital

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. Input dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan outputnya adalah citra hasil pengolahan.

2.10. Citra Berwarna RGB(Red,Green,Blue)

Adalah Pada color image ini masing-masing pixel memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (Red), hijau (Green) dan biru (Blue). Jika masing-masing warna memiliki range 0 - 255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap pixel, gambar tersebut juga disebut gambar-bit warna. Suatu citra biasanya mengacu ke citra RGB.[2]

2.11. Citra Grayscale

Citra *grayscale* adalah citra yang hanya menggunakan warna pada tingkatan warna abu-abu [2]. Warna abu-abu adalah satu-satunya warna pada ruang RGB dengan komponen merah, hijau dan biru mempunyai intensitas yang sama. Pada citra keabuan hanya perlu menyatakan nilai intensitas untuk tiap pixel sebagai nilai tunggal, sedangkan pada citra berwarna perlu tiga nilai intensitas untuk tiap pixelnya. Konversi dari citra RGB ke *grayscale* dapat diambil dari rata-rata nilai R,G dan B sehingga dapat pada persamaan 1 :

$$Grayscale = \frac{r+g+b}{3} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- r : red
- g : green
- b : blue

2.12. Discrete Cosine Transform

Discrete Cosine Transform adalah teknik untuk mengubah sebuah sinyal kedalam komponen frekuensi dasar. *Discrete Cosine Transform* merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoida dari magnitudo dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT

Discrete Cosine Transform (DCT) biasa digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi komponen frekuensi dasarnya. DCT pertama kali diperkenalkan oleh Ahmed, Natarajan dan Rao pada tahun 1974 dalam makalahnya yang berjudul “On image processing and a discrete cosine transform” [3]

Mempunyai dua sifat utama untuk kompresi citra dan video yaitu :

- a. Mengkonsentrasikan energi citra ke dalam sejumlah kecil koefisien (*energi compaction*).
- b. Meminimalkan saling ketergantungan diantara koefisien-koefisien (*decorrelation*).

Discrete Cosine Transform dari sederet n bilangan real s(x), x = 0, ... ,n- 1, dirumuskan sebagai berikut

$$S(u) = \sqrt{\frac{2}{n}} C(u) \sum_{x=0}^{n-1} s(x) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n} \dots\dots\dots (2)$$

dengan $u = 0, \dots, n - 1$
 dimana $c(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$

Barisan $s(x)$ dapat diperoleh lagi dari hasil transformasinya $S(u)$ dengan menggunakan *invers discrete cosine transform* (IDCT), yang dirumuskan sebagai berikut :

$$s(x) = \sqrt{\frac{2}{n}} \sum_{u=0}^{n-1} s(u)c(u)\cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n} \dots\dots\dots (3)$$

dengan $x = 0, \dots, n - 1$
 dimana $c(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$

Persamaan diatas menyatakan s sebagai kombinasi linier dari basis vektor. Koefisien adalah elemen transformasi S , yang mencerminkan banyaknya setiap frekuensi yang ada didalam masukan s .

2.13. Metode Euclidean Distance

Jarak euclidean adalah Jarak antara dua buah titik panjang garis terpendek yang dapat menghubungkan kedua titik tersebut” (Cahyadi, 2007: 23).metode klasifikasi tetangga terdekatnya dengan menghitung jarak antara dua buah objek, perbandingan ini dapat dilakukan dengan cara menghitung jarak *Euclidean* (*Euclidean Distance*), yang merupakan selisih antara 2 buah vector yang akan dibandingkan untuk pengenalan sebuah objek yang akan diuji. Metode *Euclidean Distance* ini sangat baik untuk pengenalan, metode ini disebut juga jarak *euclidean*” [4].

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2} \dots\dots\dots (4)$$

Rumus dari *Euclidian Distance*:

Contoh: :

Terdapat 2 vektor ciri berikut:

A=[0,3,4,5]

B=[7,6,3,-1]

Euclidean Distance dari vektor A dan B adalah

$$d_{AB} = \sqrt{(0 - 7)^2 + (3 - 6)^2 + (4 - 3)^2 + (5 - (-1))^2} = \sqrt{49 + 9 + 1 + 36} = 9.747$$

Euclidean distance adalah kasus istimewa dari Minkowski distance dengan $\lambda = 2$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Skenario Uji Coba

Pada skenario uji coba ini akan dibahas mengenai pengujian dari aplikasi dan memberikan evaluasi dari hasil pengujian. Untuk pembahasan skenario uji coba meliputi lingkungan uji coba, data uji coba dan pemaparan hasil uji coba.

3.1.1. Lingkungan Uji Coba

Terdiri dari perangkat keras(*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan untuk menjalankan aplikasi. Untuk perangkat keras dan perangkat lunak yang dipakai dalam menjalankan aplikasi akan ditunjukkan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 1. Lingkungan uji Coba

Perangkat Keras	Intel Core i3-2310M CPU @ 2.10GHz, Ram : 2GB , intel HD graphics Family
Perangkat Lunak	Sistem operasi : Windows 7 32-bit Perangkat lunak : Borland Delphi dan SDL

3.1.2 Data Uji Coba

Data uji coba diambil dari citra buah rambutan yang diambil dari tempat penelitian yang di foto, selanjutnya di cropping untuk menghilangkan noise sekitar gambar dan yang terakhir merisize gambar menjadi ukuran 120 X 120 untuk mempercepat eksekusi dalam menjalankan aplikasi ini akan digunakan beberapa skenario yaitu jumlah gambar pada proses Training dan testing tidak sama sehingga ketika aplikasi dijalankan akan didapati hasil yang bervariasi. untuk uji coba skenario akan dijelaskan dengan tabel 2:

Tabel 2. Skenario Uji Coba Training

No	Data Training				Jumlah
	Mentah	Kemampo	Matang	Kematangan	
1	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	60
2	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	40
3	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,4,5,6,7,8	32
4	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	20

Dari tabel 2 merupakan empat skenario uji coba yang dilakukan pada proses data *Training* sebagai berikut:

- Skenario 1 : gambar citra yang digunakan pada proses *training* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 15 maka totalnya adalah 60.
- Skenario 2 : gambar citra yang digunakan pada proses *training* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 10 maka totalnya adalah 40.
- Skenario 3 : gambar citra yang digunakan pada proses *training* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 8 maka totalnya adalah 32.
- Skenario 4 : gambar citra yang digunakan pada proses *training* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 5 maka totalnya adalah 20.

Tabel 3. Skenario Uji Coba Testing

No	Data Testing				Jumlah
	Mentah	Kemampo	Matang	Kematangan	
1	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	20
2	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,4,5,6,7,8	1,2,3,4,5,6,7,8	32
3	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	40
4	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15	60

Dari tabel 3 diatas merupakan empat skenario uji coba yang dilakukan pada proses data *testing* sebagai berikut:

- Skenario 1 : gambar citra yang digunakan pada proses *testing* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 5 maka totalnya adalah 20.
- Skenario 2 : gambar citra yang digunakan pada proses *testing* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 8 maka totalnya adalah 32.
- Skenario 3 : gambar citra yang digunakan pada proses *testing* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 10 maka totalnya adalah 40.
- Skenario 4 : gambar citra yang digunakan pada proses *testing* yaitu Mentah, Kemampo, Matang dan Kematangan masing-masing 15 maka totalnya adalah 60.

3.2. Hasil Uji Coba

Dari hasil pengujian mendeteksi kematangan buah rambutan dengan menggunakan 4 buah sampel buah rambutan meliputi: mentah, kemampo, matang dan kematangan yang masing-masing berukuran 120 X 120 pixel berikut hasil Uji coba buah rambutan.

Tabel 4. Hasil Skenario Uji Coba

Skenario uji coba	hasil		prosentase
	Benar	salah	
1	13	7	65%
2	19	13	59,38%
3	22	18	55%
4	34	26	56%

Dari hasil Skenario uji coba dapat dijelaskan bahwa hasil dari proses training dan proses testing di masing-masing skenario adalah

Skenario 1: menghasilkan 13 bernilai benar dan 7 bernilai salah maka prosentasenya sebanyak 65%
 Skenario 2: menghasilkan 19 bernilai benar dan 13 bernilai salah maka prosentasenya sebanyak 59,38%

Skenario 3: menghasilkan 22 bernilai benar dan 18 bernilai salah maka prosentasenya sebanyak 55%
 Skenario 4: menghasilkan 34 bernilai benar dan 26 bernilai salah maka prosentasenya sebanyak 56%

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba dapat disimpulkan bahwa :

1. DCT dapat digunakan untuk mengidentifikasi Buah rambutan dengan mengekstraksi ciri pada citra. Dengan menggunakan metode Discrete Cosine Transform dan metode Euclidean Distance (mencari jarak dengan bobot terkecil) dapat menunjukkan akurasi pengenalan sampai dengan 65%. Untuk ukuran prosentase akurasi pengenalan dipengaruhi oleh banyak sedikitnya nilai kebenaran yang diperoleh.
2. Discrete Cosine Transform merupakan metode yang dapat digunakan untuk aplikasi Pengenalan Buah rambutan . karena DCT menghitung setiap pixel yang ada pada gambar.

5. SARAN

Saran dari peneliti untuk pengembangan selanjutnya adalah

1. Mengembangkan aplikasi ini agar bisa menampilkan prosentase yang lebih akurat
2. Membuat aplikasi menjadi lebih interaktif sehingga akan mempermudah penggunaanya.
3. Mampu mengenali dengan posisi objek yang berubah-ubah.
4. Mampu mengenali dengan jenis data yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Kalie, M.B., 1994. *Budidaya Rambutan Varietas Unggul*. Kanisius, Yogyakarta.

[2] Hanif Al Fatta. 2007. *Konversi Format Citra Rgb Ke Format Grayscale Menggunakan Visual Basic*. Yogyakarta: STMIK AMIKOM Yogyakarta

[3] Herisajani.2008. *Kompresi Citra Menggunakan Metoda Discrete Cosine Transform*. Padang : Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Padang Kampus Unand Limau Manis Padang

[4] Bagus Adytya, Ahmad Hidayanto and Ajub Ajulian Zahra. 2014. *Sistem Pengenalan Buah Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform Dan Euclidean Distance* . Semarang : Universitas Diponegoro Semarang

Penerapan Algoritma Elgamal dan SSL Pada Aplikasi Group Chat

Heru Aditya¹, Intan Nur Farida², Risky Aswi Ramadhani³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹[*aytidaureh@gmail.com](mailto:aytidaureh@gmail.com), ²in.nfarida@gmail.com, ³ra.komo999@gmail.com

Abstrak – Seiring dengan pesatnya perkembangan jaman dan majunya teknologi saat ini membawa pengaruh besar pada aspek kehidupan manusia, salah satu contohnya adalah dalam hal komunikasi. Chatting merupakan salah satu pilihan dalam berkomunikasi. Tujuan yang hendak ingin dicapai adalah membuat sebuah aplikasi group chat dengan menerapkan algoritma kriptografi elgamal pada database pesannya dan SSL pada pengamanan jaringannya. Teknik penelitian dalam penelitian ini adalah Penelitian Pengembangan atau Rekayasa Teknologi Informasi dengan subyek dosen wali dan mahasiswa kelas 4G angkatan 2013 Prodi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri. Dari penelitian ini telah dihasilkan aplikasi grup chat. Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa php, script jquery, dan database mysql. Berdasarkan penelitian direkomendasikan: (1) Aplikasi perlu ditambah menu pengiriman berupa gambar, file dan emoticon. (2) Aplikasi perlu dirubah script jquerynya agar dapat dijalankan secara online. (3) Aplikasi perlu ditambahi fitur private chat sehingga dapat melakukan komunikasi dengan member lain satu per satu.

Kata Kunci — Chat, Elgamal, Keamanan Jaringan, Kriptografi, SSL

Abstract – Along with the rapid development of the times and the advancement of technology today brings great influence on aspects of human life, one example is in terms of communication. Chatting is one option in communicating. The goal is to create a group chat application by implementing the algorithm of elgamal on its message database and use SSL on its network security. Techniques research in this research is Research Development or Engineering Information Technology with the subject of guardian lecturers and students of 4G class 2013 Informatics Engineering University of Nusantara PGRI Kediri. From this research has generated chat group application. This application is created using php language, jquery script, and mysql database. Based on the research recommended: (1) Application Consultation need plus menu delivery in the form of picture, file and emoticon. (2) The application needs to be changed jquery script to be run online. (3) The application needs to be added private chat feature so that it can communicate with other member one by one.

Keywords — Chat, Cryptography, Elgamal, Network Security, SSL

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan jaman dan majunya teknologi saat ini membawa pengaruh besar pada aspek kehidupan manusia, salah satu contohnya adalah dalam hal komunikasi. Berbagai macam penunjang komunikasi telah bermunculan seperti telepon genggam sampai internet sehingga kita dapat dengan mudah berkomunikasi dengan orang lain. Chatting merupakan salah satu pilihan dalam berkomunikasi. Isi dari percakapan chatting bersifat rahasia sehingga diperlukan keamanan untuk melindungi isi percakapan tersebut. Tak sedikit orang yang berbuat curang untuk mencari tahu isi percakapan tersebut. Dengan melakukan sniffing ataupun sql injection penyerang dapat melakukan pencurian informasi. Sniffing adalah teknik menangkap paket data dalam satu jaringan[1]. Dengan menggunakan tool sniffing seperti wireshark penyerang dapat menangkap paket data berupa isi percakapan di dalam chatting. Melihat berbahayanya dampak dari sniffing dan sql injection maka dari itu diperlukan algoritma kriptografi dan SSL. Salah satu algoritma kriptografi itu adalah algoritma ElGamal. Elgamal akan melindungi pesan yang ada di database dari sql injection dan SSL pengamanan proses pengiriman pesan dalam jaringan. Penelitian ini diambil

dengan mengembangkan penelitian terdahulu salah satunya seperti pada paper milik Yudhistira Taufan A. (2011) yang berjudul: “Enkripsi Email Dengan Menggunakan Metode ElGamal Pada Perangkat Mobile” [2]. Pengembangannya dengan menerapkan ElGamal pada aplikasi Group Chat.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Analisa Sistem

Spesifikasi kebutuhan fungsional dari perangkat lunak untuk sistem ini adalah :

1. Data Set mengenai informasi berupa npm/nidn, nama dan password mahasiswa kelas 4G dan juga nilai yang dibutuhkan dalam algoritma elgamal seperti nilai prima, nilai primitif dan kunci rahasia.
2. Data Testing, digunakan untuk melakukan testing data untuk menguji sistem saat dijalankan. Data testingnya berupa teks (pesan).

2.1.1. Algoritma ElGamal

Algoritma ElGamal terdiri dari tiga proses, yaitu proses pembentukan kunci, proses enkripsi dan proses dekripsi. Algoritma ini merupakan cipher blok, yaitu melakukan proses enkripsi pada blok-blok plaintexts dan menghasilkan blok-blok ciphertexts yang kemudian dilakukan proses dekripsi dan hasilnya digabungkan [3].

2.1.1.1 Proses Pembentukan Kunci

Pembentukan kunci terdiri atas pembentukan kunci publik dan kunci rahasia. Pada proses ini dibutuhkan sebuah bilangan prima p yang digunakan untuk membentuk grup Z_p^* , elemen primitif α dan sembarang.

$$a \in \{0, 1, \dots, p - 2\} \dots \dots \dots (1)$$

Kunci publik algoritma ElGamal terdiri atas pasangan 3 bilangan (p, α, β) dimana

$$\beta = \alpha^a \text{ mod } p \dots \dots \dots (2)$$

Sedangkan kunci rahasianya adalah bilangan a tersebut.

Proses pembentukan kunci untuk algoritma ElGamal terdiri atas:

2.1.1.2 Penentuan Bilangan Prima Aman Yang Bernilai Besar

Tujuan penentuan bilangan prima aman ini adalah untuk mempermudah dalam penentuan elemen primitif. Digunakan bilangan prima p sehingga

$$p = 2 \cdot q + 1 \dots \dots \dots (3)$$

Langkah penentuan bilangan prima tersebut dinyatakan sebagai berikut:

- 1) Tentukan bilangan prima $p \geq 5$
- 2) Hitung q dengan “persamaan (2)”
- 3) Jika q merupakan bilangan prima, maka p merupakan bilangan prima aman.
- 4) Jika q bukan merupakan bilangan prima, maka p bukan merupakan bilangan prima aman.

2.1.1.3 Penentuan elemen primitive

Teorema: “Suatu elemen yang membangun Z_p^* disebut elemen primitif (primitive root) mod p ”. “Bila $\alpha^2 \text{ mod } p \neq 1$ atau $\alpha^q \text{ mod } p \neq 1$. Jika keduanya dipenuhi, maka α adalah elemen primitif dari Z_p^* .”

Langkah penentuan elemen primitif tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

- 1) Tentukan bilangan prima $p \geq 5$ dan $\alpha \in Z_p^*$
- 2) Hitung q dengan “persamaan (2)”
- 3) Hitung $\alpha^2 \text{ mod } p$ dan $\alpha^q \text{ mod } p$
- 4) Jika $\alpha^2 \text{ mod } p = 1$ atau $\alpha^q \text{ mod } p = 1$, maka α bukan merupakan elemen primitif.
- 5) Jika $\alpha^2 \text{ mod } p \neq 1$ atau $\alpha^q \text{ mod } p \neq 1$, maka α merupakan elemen primitif.

2.1.1.4 Pembentukan kunci berdasarkan bilangan prima aman dan elemen primitive

Setelah bilangan prima aman dan elemen primitif diperoleh, kunci publik dan kunci rahasia untuk algoritma ElGamal dapat dibentuk. Algoritma ElGamal dalam prosesnya menggunakan bilangan bulat untuk perhitungan. Oleh karena itu, pesan yang terkandung dalam plainteks harus dalam bentuk bilangan bulat. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, digunakan kode ASCII (American Standard for Information Interchange) yang merupakan representasi numeric dari karakter-karakter yang digunakan pada komputer, serta mempunyai nilai minimal 0 dan maksimal 255.

Selanjutnya, dengan kondisi-kondisi tersebut, pembentukan kunci dapat dibentuk dengan mengacu pada langkah berikut:

- 1) Tentukan bilangan prima $p \geq 5$ dan $\alpha \in Z_p^*$
- 2) Pilih $a \in \{0, 1, \dots, p - 2\}$ sembarang.
- 3) Hitung nilai β dengan rumus

$$\beta = \alpha^a \text{ mod } p \dots\dots\dots (4)$$

2. *Proses Enkripsi*

Proses enkripsi menggunakan kunci publik (p, α, β) dan sebuah bilangan integer acak a ($a \in \{0, 1, \dots, p - 1\}$) yang dijaga kerahasiaannya oleh penerima yang mengenkripsi pesan. Untuk setiap karakter dalam pesan dienkripsi dengan menggunakan bilangan k yang berbeda-beda. Satu karakter yang direpresentasikan dengan menggunakan bilangan bulat ASCII akan menghasilkan kode dalam bentuk blok yang terdiri atas dua nilai (r, t) . Langkah proses enkripsi:

- 1) Ambil sebuah karakter dalam pesan yang akan dienkripsi dan transformasi karakter tersebut ke dalam kode ASCII sehingga diperoleh bilangan bulat M .
- 2) Hitung nilai r dan t dengan persamaan berikut:

$$r = \alpha^a \text{ (mod } p) \dots\dots\dots (5)$$

$$t = [\beta]^a M \text{ (mod } p) \dots\dots\dots (6)$$

- 3) Diperoleh cipherteks untuk karakter M tersebut dalam blok (r, t)
- 4) Lakukan proses di atas untuk seluruh karakter dalam pesan termasuk karakter spasi

3. *Proses Dekripsi*

Dekripsi dari cipherteks ke plainteks menggunakan kunci rahasia a yang disimpan kerahasiaannya oleh penerima pesan. Teorema: Diberikan (p, α, β) sebagai kunci public dan a sebagai kunci rahasia pada algoritma ElGamal. Jika diberikan cipherteks (r, t) , maka.

$$M = t(r^a)^{-1} \text{ mod } p \dots\dots\dots (7)$$

dengan M adalah plainteks. Di mana nilai

$$(r^a)^{-1} = r^{-a} = r^{p-1-a} \text{ mod } p \dots\dots\dots (8)$$

Langkah proses dekripsi :

- 1) Ambil sebuah blok cipherteks dari pesan yang telah dienkripsikan pengirim.
- 2) Dengan menggunakan a yang dirahasiakan oleh penerima, hitung nilai plainteks dengan menggunakan “persamaan (7)” dan “persamaan (8)”.

4. *Secure Socket Layer*

Secure Socket Layer (SSL) adalah protokol yang digunakan untuk browsing web secara aman. SSL bertindak sebagai protokol yang mengamankan komunikasi antara client dan server. Protokol ini memfasilitasi penggunaan enkripsi untuk data yang rahasia dan membantu menjamin integritas informasi yang dipertukarkan antara website dan web browser. SSL dikembangkan oleh Netscape Communcations pada tahun 1994 [4].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. *Tampilan Program*

3.1.1 *Halaman Awal Aplikasi Group Chatting*



Gambar 1. Halaman Awal Aplikasi Group Chat

Pada halaman awal aplikasi group chat akan disuguhkan penjelasan tentang aplikasi, penggunaan dan link menu halaman login.

3.1.2 Halaman Login Aplikasi Group Chatting



Gambar 2. Halaman Login Aplikasi Group Chat

Pada halaman login aplikasi,terdapat form input nidn/npm dan juga password beserta button Login. Button itu digunakan untuk mengirimkan data nidn/npm dan password untuk dicocokkan dengan data yang ada di database tabel “members” dan jika cocok akan mengirimkan nilai field “name” dari nidn/npm yang diinputkan ke field “name” tabel “chatters”.

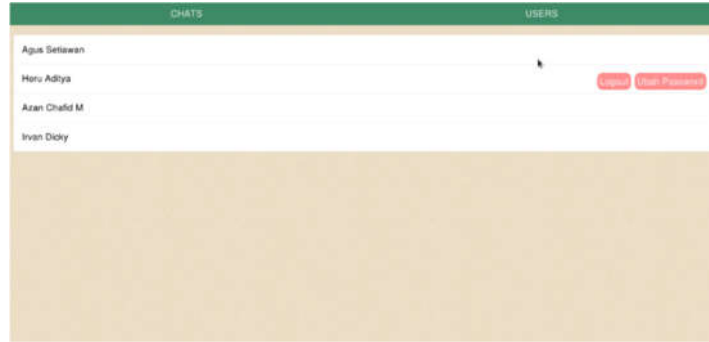
3.1.3 Halaman Chats Aplikasi Group Chat



Gambar 3. Tampilan Chats

Pada tampilan chats terdapat percakapan dari dosen dan mahasiswa dan juga form input pesan yang siap disamakan dengan proses enkripsi elgamal. Percakapan yang tampil diambil dari database “chatting” tabel “messages” dan didekripsi menjadi plaintexts.

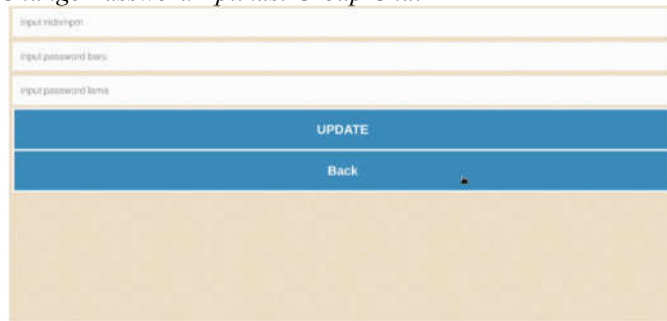
3.1.4 Tampilan Users Aplikasi Group Chat



Gambar 4. Tampilan Users

Tampilan users menampilkan daftar member siapa saja yang online yang diambil dari database “chatters”. Dan juga terdapat button Logout yang berfungsi untuk keluar atau offline dari aplikasi dan button Change Password yang akan mengantarkan kita ke tampilan Change Password.

3.1.5 Tampilan Change Password Aplikasi Group Chat



Gambar 5. Tampilan Change Password

Tampilan change password terdapat form inputan nidn/npm, form inputan password baru, dan inputan password lama, dimana form inputan nidn/npm dan inputan password lama yang digunakan sebagai acuan perubahan password.

3.2 Pengujian

3.2.1 Pengujian Aplikasi Dengan Pengiriman Pesan Yang Sama



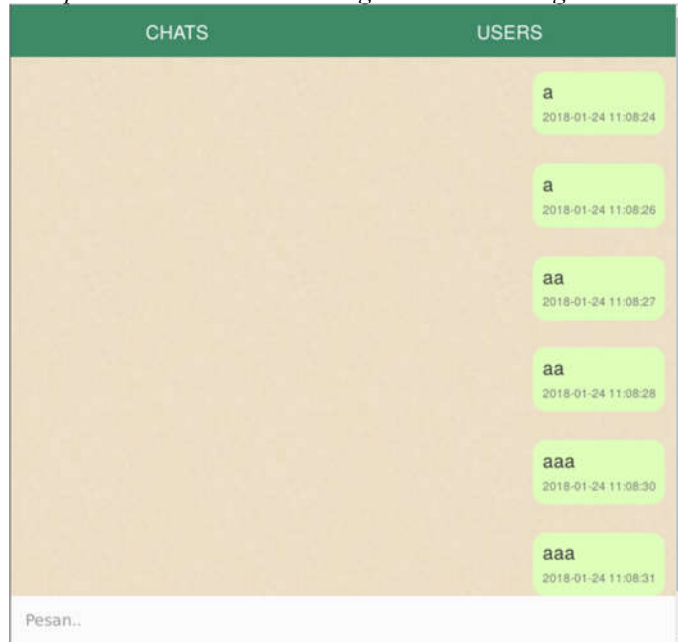
Gambar 6. Pengujian Aplikasi Dengan Plainteks Sama (interface)

	name	msg	posted	kecepatan
Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	78 202 134 200 115 36 74 32 223	2018-01-24 11:05:04	0.0053691864013672	
Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	49 164 12 111 203 182 212 17 39	2018-01-24 11:05:14	0.005540132522583	
Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	107 119 151 138 39 104 205 135	2018-01-24 11:05:34	0.0062620639801025	
Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	82 95 33 217 92 136 13 149 35	2018-01-24 11:05:36	0.005742073059082	

Gambar 7. Pengujian Aplikasi Dengan Plainteks Sama (database)

Pengujian pertama yaitu pengujian dengan plainteks yang sama yang di tunjukan pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pada Gambar 6 terlihat plainteks yang ditampilkan sama, tapi berbeda dengan hasil enkripsi yang dihasilkan berbeda bisa dilihat pada gambar 5.18 pada field “msg”.

3.2.2 Pengujian Kecepatan Proses ElGamal Dengan Plainteks Yang Sama dan Berbeda



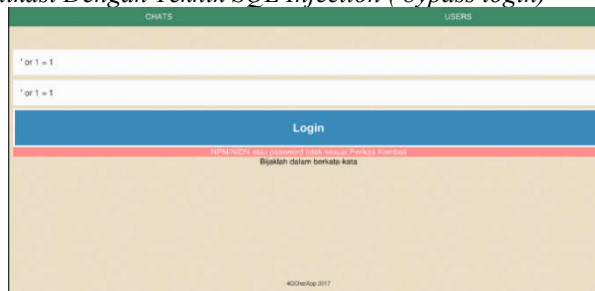
Gambar 8. Pengujian Kecepatan Proses Elgamal (interface)

	name	msg	posted = 1	kecepatan
<input type="checkbox"/>	Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	62 116	2018-01-24 11:08:24	0.0025970935821533
<input type="checkbox"/>	Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	135 7	2018-01-24 11:08:26	0.0028171539306641
<input type="checkbox"/>	Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	183 196 147 25	2018-01-24 11:08:27	0.0028510093688965
<input type="checkbox"/>	Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	37 47 97 144	2018-01-24 11:08:28	0.0030210018157959
<input type="checkbox"/>	Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	101 9 28 62 130 144	2018-01-24 11:08:30	0.002953052520752
<input type="checkbox"/>	Umi Mahdiyah, S.Pd., M.Si	95 186 130 144 121 103	2018-01-24 11:08:31	0.0027561187744141

Gambar 9. Pengujian Kecepatan Proses Elgamal (database)

Pengujian ini adalah pengujian kecepatan proses elagamal untuk itu pada database tabel “messages” ditambahkan field “kecepatan” untuk menampung nilai kecepatan prosesnya. Pada pengujian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa plainteks yang sama tidak menghasilkan kecepatan yang sama karena chiperteks yang dihasilkan dari plainteks berbeda dan juga jumlah karakter plainteks yang banyak juga tidak berarti kecepatannya semakin melambat karena semua kembali kepada chiperteks yang dihasilkan.

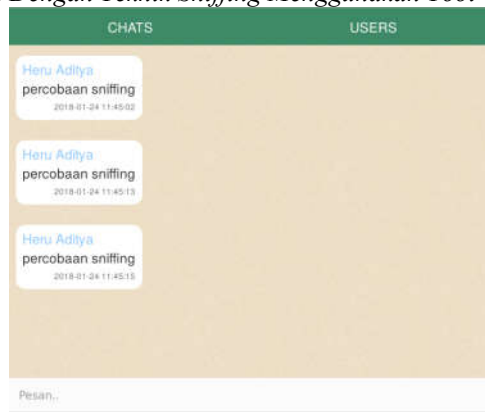
3.2.3 Pengujian Aplikasi Dengan Teknik SQL Injection (bypass login)



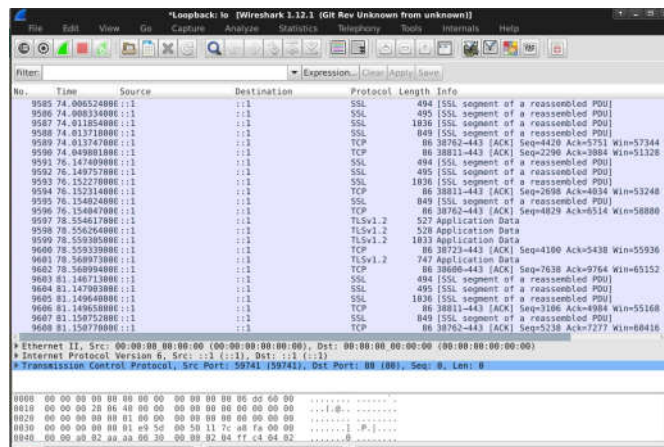
Gambar 10. Pengujian SQL Injection (bypass login)

Pengujian ini adalah pengujian keamanan form login dari teknik sql injection. Bisa dilihat aplikasi tidak bisa dibypass dengan query bypass login yang kebanyakan attacker gunakan.

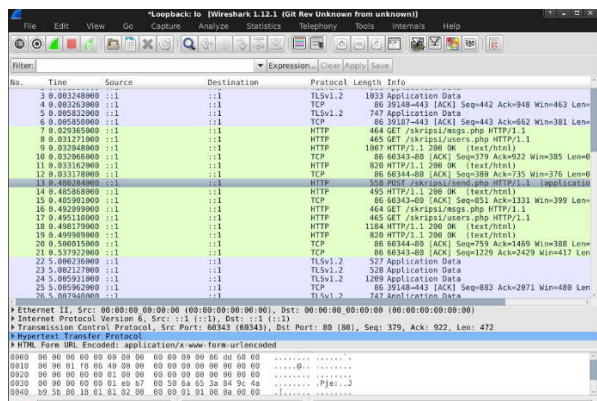
3.2.4 Pengujian Aplikasi Dengan Teknik Sniffing Menggunakan Tool Wireshark



Gambar 11. Pengujian Sniffing Dengan (dengan SSL)



Gambar 12. Sniffing Aplikasi Group Chat(Dengan SSL)



Gambar 13. Pengujian Sniffing (tanpa SSL) Gambar 14. Aplikasi Wireshark Melakukan Sniffing (tanpa SSL)



Gambar 15. Informasi Paket Yang Di Tangkap

Pengujian ini adalah pengujian aplikasi dengan teknik sniffing. Dalam pengujian ini dibuat jaringan lokal dimana skenarionya laptop Heru akan melakukan sniffing dengan tool wireshark untuk membaca pesan yang dikirimkan Alim pada aplikasi group chat. Pada Gambar 12 adalah contoh hasil sniffing dengan wireshark jika Alim menggunakan aplikasi group chat dengan protocol SSL dimana tidak ada packet yang dapat dibaca informasinya, hal itu disebabkan karena informasi packetnya telah dienkrpsi sebelum melintas pada jaringan. Berbeda dengan Gambar 13, 14 dan 15 yang tidak menggunakan protokol SSL, informasi yang melintas bisa dengan mudah dibaca. Pada Gambar 13 Alim mengirimkan pesan “Percobaan sniffing kedua” dan pada Gambar 15 aplikasi wireshark menangkap informasi paket yang melintas di jaringan dan didapat informasi pesan yang dikirimkan Alim. Dari pengujian ini dapat disimpulkan penggunaan protokol SSL bisa melindungi pengguna dari teknik sniffing pada jaringan.

4. SIMPULAN

Setelah melalui beberapa tahapan dalam menyelesaikan Aplikasi Group Chat didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

2. Dihilangkan Aplikasi Group Chat yang mampu menerapkan algoritma kriptografi Elgamal dalam aplikasi Group Chat dengan cara menerapkan algoritma elgamal pada proses menginputkan pesan ke database dan menampilkan pesan dari database ke interface aplikasi.

4.3 Dan untuk membangun aplikasi Group Chat yang aman selain menggunakan algoritma kriptografi elgamal juga diperlukan penerapan protocol SSL pada aplikasi group chat.

5. SARAN

Pada penelitian ini tentu masih terdapat kekurangan yang dapat disempurnakan lagi pada pengembangan sistem berikutnya. Beberapa saran yang dapat dipergunakan diantaranya :

5.2 Aplikasi Group Chat ini perlu ditambah menu pengiriman berupa gambar, file dan emoticon.

5.3 Aplikasi perlu diubah script jquerynya agar dapat dijalankan secara online.

5.4 Aplikasi perlu ditambahi fitur private chat sehingga dapat melakukan komunikasi dengan member lain satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gupta, Anshul. 2013. A Research Study on Packet Sniffing Tool TCPDUMP, http://www.ijcets.org/books_pdf_dwd/A%20Research%20Study%20on%20Packet%20Sniffing%20Tool%20%20TCPDUMP.pdf, diakses pada tanggal 25 Mei 2017.
- [2] A,Taufan,Yudhistira., Idris Winarno., Kholid Fathoni. Enkripsi Email Dengan Menggunakan Metode Elgamal Pada Perangkat Mobile. <http://repo.pens.ac.id/1228/1/MAKALAH.pdf> diakses pada tanggal 18 April 2016.
- [3] Massandy, D.T. 2009. Algoritma Elgamal Dalam Pengamanan Pesan Rahasia. <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/2009-2010/Makalah0910/MakalahStrukdis0910-056.pdf> diakses pada tanggal 2 September 2017
- [4] Sari, D.R. 2007. Keamanan SSL dalam Serangan Internet. <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Kriptografi/2006-2007/Makalah2/Makalah-045.pdf> diakses pada tanggal 2 september 2017

Voice Recognition untuk Sistem Keamanan PC Menggunakan Metode MFCC dan DTW

Destian Tri Handoko, Patmi Kasih

^{1,2}Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹[*¹destian3handoko@gmail.com](mailto:destian3handoko@gmail.com), ²fatkasi@gmail.com

Abstrak - Teknologi berbasis ukuran pada tubuh manusia (disebut dengan istilah biometrik) seperti sidik jari, wajah, kornea mata dan lain-lain digunakan untuk keperluan keamanan, salah satunya untuk keamanan sistem PC. Sistem keamanan komputer merupakan upaya yang dilakukan untuk mengamankan kinerja, data, fungsi atau proses komputer. Sistem keamanan PC juga berguna untuk menjaga dari user yang tidak memiliki otoritas. Layaknya gembok kunci dalam rumah yang menjaga rumah dari pencuri masuk, sistem keamanan menggunakan suara (sistem speech recognition) untuk mengunci desktop dari orang yang tidak memiliki otoritas. Nilai amplitudo diambil dari sinyal suara masukan, sehingga didapatkan kumpulan angka real yang menjadi nilai masukan untuk ekstraksi ciri. Metode ekstraksi ciri yang digunakan dalam sistem ini adalah Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC). Tahapan awal, MFCC memecah nilai amplitudo sinyal masukan menjadi frame-frame yang diolah dengan menggunakan mel-filterbank yang diadaptasi dari cara kerja pendengaran manusia. Hasil ekstraksi ciri kemudian dibuat menjadi vektor yang digunakan sebagai inputan simbol pada DTW (Dynamic Time Warping) untuk membandingkan hasil vector MFCC. Ketika pengujian ciri dari sinyal uji yang telah dikuantisasi kemudian dicocokkan dengan data training yang telah dimasukkan pada tahap penyimpanan, sehingga kata sandi dapat dikenali. Dari hasil pengujian, sistem dapat mengenali suara yang memiliki otoritas dengan kriteria dalam keadaan noise 82% dan hening 86% dengan jumlah 10 data training dan diuji coba sebanyak 50x percobaan.

Kata Kunci: DTW, MFCC, Keamanan, PC, Voice Recognition.

Abstract – Size-based technology in the human body (called biometric terminology) such as fingerprint, face, cornea and others are used for security purposes, one for PC system security. Computer security system is an effort made to secure the performance, data, function or computer process. PC security systems are also useful for keeping from unauthorized users. Like a lock in a house lock that guards the house from thieves in, the security system uses the voice (speech recognition system) to lock the desktop from people who do not have the authority. The amplitude value is derived from the input sound signal, so that there is a collection of real numbers that become the input value for feature extraction. The method of feature extraction used in this system is Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC). Initial stage, MFCC breaks the input signal amplitude into frames that are processed by using mel-filterbank adapted from the workings of human hearing. The characteristic extraction results are then made into vectors that are used as symbol inputs in DTW (Dynamic Time Warping) to compare MFCC vector results. When the characteristic test of the quantized test signal is then matched with the training data entered at the storage stage, the password can be identified. From the test results, the system can recognize sounds that have authority with the criteria in the absence of noise 82% and 86% silence with the number of 10 training data and tested as many as 50x experiments.

Keywords: DTW, MFCC, Security, PC, Voice recognition.

1. PENDAHULUAN

Setiap manusia mempunyai ciri khas yang berbeda, salah satu ciri khas manusia adalah tipe atau warna suara. Banyak teknologi yang berbasis ukuran yang ada pada tubuh manusia (istilah: biometrik) seperti sidik jari, wajah, kornea mata dimanfaatkan dalam bidang keamanan. Dalam perkembangannya, komputer ('to compute' yang berarti berhitung) bukanlah semata-mata sebagai alat hitung saja tetapi adalah suatu alat hitung dengan konstruksi elektronika yang mempunyai tempat penyimpanan (*storage internal*) dan bekerja dengan bantuan sistem operasi (*operating system*) menurut program-program yang diberikan kepadanya. Sistem keamanan komputer

merupakan sebuah upaya yang dilakukan untuk mengamankan kinerja, data, fungsi atau proses komputer. Sistem keamanan komputer dirasa masih sangat lemah. Seseorang yang memiliki privasi yang tinggi memerlukan tingkat keamanan yang lebih terhadap perangkat komputer yang dimiliki, maka diperlukan suatu sistem yang mampu mengidentifikasi pemilik komputer. Salah satunya dengan cara pengenalan suara (*voice recognition*).

2. METODE PENELITIAN

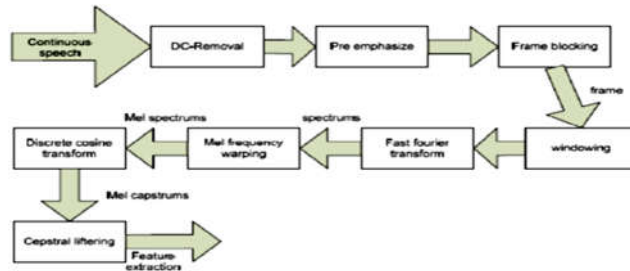
Secara umum metode penelitian yang dilakukan adalah tahapan-tahapan untuk memperoleh data dan informasi yang berhubungan dengan sistem *voice recognition*.

2.1. Analisa Algoritma

Untuk mengetahui dan memastikan cara kerja algoritma yang akan digunakan dalam pembuatan sistem, maka dilakukan analisa terhadap metode (algoritma) tersebut.

2.1.1 Mel Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC)

Metode MFCC adalah salah satu metode yang digunakan untuk melakukan *feature extraction* (ekstraksi ciri), sebuah proses yang mengkonversikan sinyal suara menjadi beberapa parameter. Adapun tahap-tahap pengolahan suara menggunakan metode MFCC ini dapat dilihat gambar berikut.



Gambar 1. Blok diagram MFCC

1. *DC Removal*, berfungsi menghitung nilai rata-rata dari data sample suara, dan mengurangkannya untuk setiap sample pada window. Tujuannya adalah untuk memperoleh normalisasi dari data suara *input*.

Rumus:

$$D[i] = s[i] - \frac{\sum_{i=1}^n s[i]}{n} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- D[i] = hasil signal ke -i setelah dilakukan DC Removal
- S[i] = signal awal ke-i
- N = jumlah sample, n > 0

2. *Pre-emphasis*, merupakan salah satu jenis filter yang sering digunakan sebelum sebuah signal diproses lebih lanjut. Filter ini mempertahankan frekuensi-frekuensi tinggi pada sebuah spektrum, yang umumnya tereliminasi pada saat proses produksi suara. Tujuan dari preemphasis filter ini adalah:

- a) Mengurangi noise ratio pada signal, sehingga dapat meningkatkan kualitas signal.
- b) Untuk mendapatkan bentuk spektral frekuensi signal wicara yang lebih halus.
- c) Menyeimbangkan spektrum dari signal suara.

Pada saat memproduksi signal suara, glotis manusia menghasilkan sekitar -12 dB octave slope. Namun ketika energi akustik tersebut dikeluarkan melalui bibir, terjadi peningkatan sebesar +6 dB. Sehingga signal yang terekam oleh microphone adalah sekitar -6 dB octave slope. Dimana bentuk spektral yang relatif bernilai tinggi untuk daerah rendah dan cenderung turun secara tajam untuk daerah fekuensi diatas 2000 Hz. Filter preemphasis didasari oleh hubungan *input/output* dalam domain waktu yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

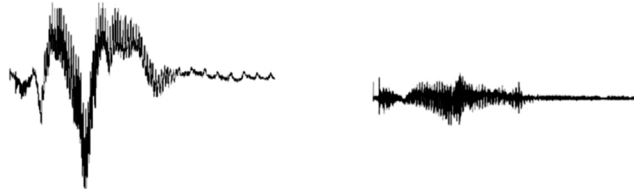
$$y(n) = s(n) - \alpha s(n-1) \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$y(n)$ = Sinyal hasil preemphasis

$s(n)$ = Sinyal sebelum preemphasis

α merupakan konstanta filter preemphasis, biasanya bernilai 0.97. Dalam bentuk dasar operator s sebagai unit filter, persamaan diatas akan memberikan sebuah transfer function filter preemphasis seperti berikut:



Gambar 2. Sebelum dan sesudah Preemphasis

3. Frame blocking

Frame Blocking adalah pembagian suara menjadi beberapa frame yang nantinya dapat memudahkan dalam perhitungan dan analisa suara, satu frame terdiri dari beberapa sampel tergantung tiap berapa detik suara akan disampel dan berapa besar frekuensi samplingnya. Panjang frame yang digunakan, sangat mempengaruhi keberhasilan dalam analisa spektral. Di satu sisi, ukuran dari frame harus sepanjang mungkin untuk dapat menunjukkan resolusi frekuensi yang baik. Tetapi di lain sisi, ukuran frame juga harus cukup pendek untuk dapat menunjukkan resolusi waktu yang baik. Refrepresentasi fungsi frame blocking sebagai berikut:

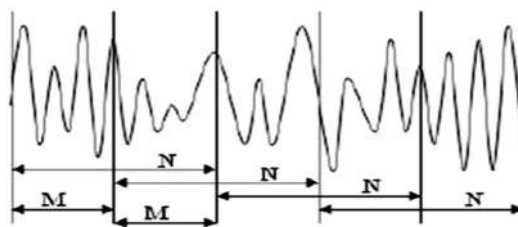
$$\text{Jumlah frame} = ((I-N)/M)+1 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

I = Sample rate,

N = Sample point (Sample rate * waktu framing (s))

M = $N/2$



Gambar 3. Bentuk sinyal yang di frame blocking

Proses framing ini dilakukan terus sampai seluruh signal dapat terproses. Selain itu, proses ini umumnya dilakukan secara overlapping untuk setiap frame-nya. Panjang daerah overlap yang umum digunakan adalah kurang lebih 30% sampai 50% dari panjang frame.

4. Windowing

Suara yang di potong-potong menjadi beberapa frame membuat data suara menjadi discontinue, hal ini mengakibatkan kesalahan data proses fourier transform. Agar tidak terjadi kesalahan data pada proses fourier transform maka sampel suara yang telah dibagi menjadi beberapa frame perlu dijadikan suara kontinu dengan cara mengalikan tiap frame dengan window tertentu. Jenis window yang dipakai pada proses ini adalah window hamming. Berikut ini adalah representasi fungsi window terhadap signal suara yang dimasukan.

$$x(n) = x(n)w(n)$$

rumus window hamming sebagai berikut:

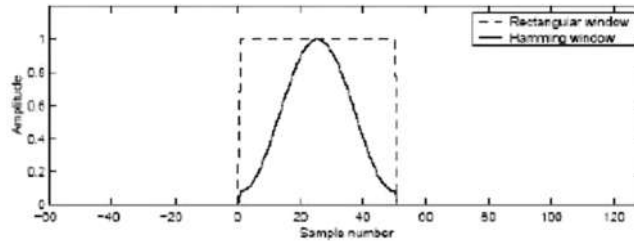
$$w[n] = 0.54 - 0.46 * \cos(2 * \pi * n / (N-1)) \dots\dots\dots (4)$$

dimana: $n = 1, 2, 3, \dots$

$\pi = 3.14$

N = panjang frame

Fungsi window yang paling sering digunakan dalam aplikasi voice recognition adalah Window Hamming. Fungsi window hamming ini menghasilkan sidelobe level yang tidak terlalu tinggi (kurang lebih -43 dB), selain itu noise yang dihasilkan pun tidak terlalu besar (kurang lebih 1.36 BINS).



Gambar 4. Bentuk gelombang dari window hamming

5. Fast Fourier Transform (FFT)

Fast fourier transform adalah suatu metode yang sangat efisien untuk menyelesaikan transformasi fourier diskrit yang banyak dipakai untuk keperluan analisa sinyal seperti pemfilteran, analisa korelasi, dan analisa spektrum. Ada 2 (dua) jenis algoritma FFT yaitu algoritma fast fourier transform decimation in time (FFT DIT) dan algoritma fast fourier transform decimation in frequency (FFT DIF). Di mana pada FFT DIT masukan disusun/dikelompokkan menjadi kelompok ganjil dan kelompok genap. Sedangkan pada FFT DIF masukan tetap, tetapi output disusun/dikelompokkan menjadi kelompok ganjil dan kelompok genap.

Bentuk rumusnya sebagai berikut:

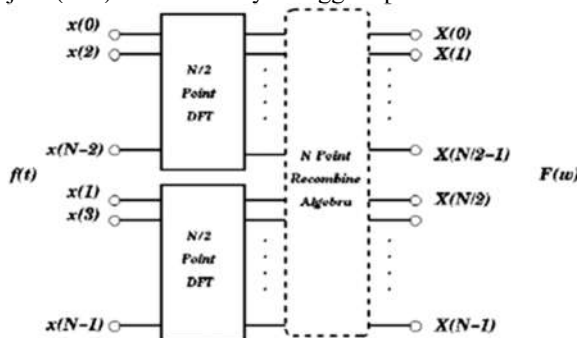
$$X[k] = \sum_{n=1}^{N-1} x(n)w_N^{kn} \dots\dots\dots (5)$$

- Dimana : X[k] = Merupakan magnitudo frekuensi
- x(n) = Nilai sampel sinyal
- W = $\cos(2\pi k \cdot n/N) - j\sin(2\pi k \cdot n/N)$
- N = jumlah sinyal yang akan diproses
- k = sinyal yang diproses

Gunakan rumus :

$$|[R^2 + I^2]z|^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (6)$$

FFT dilakukan dengan membagi N buah titik pada transformasi fourier diskrit menjadi 2, masing-masing (N/2) titik transformasi. Proses memecah menjadi 2 bagian ini diteruskan dengan membagi (N/2) titik menjadi (N/4) dan seterusnya hingga diperoleh titik minimum.



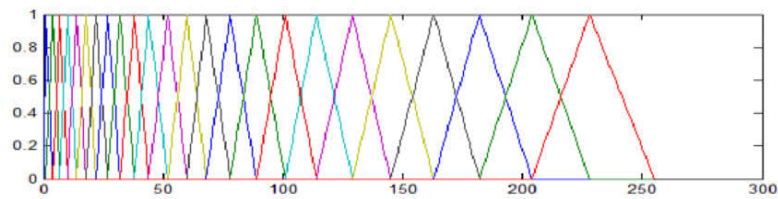
Gambar 5. Pembagian Sinyal Suara Menjadi Dua Kelompok

6. *Mel Frequency Warping*

Persepsi sistem pendengaran manusia terhadap frekuensi sinyal suara tidak hanya bersifat linear. Penerimaan sinyal suara untuk frekuensi rendah (<1k Hz) bersifat linear, dan untuk frekuensi tinggi (>1k Hz) bersifat logaritmik. Jadi, untuk setiap nada dengan frekuensi sesungguhnya, sebuah pola diukur dalam sebuah skala yang disebut “mel” (berasal dari Melody). Skala ini didefinisikan sebagai :

$$H_i = \begin{cases} 2595 \times \log_{10} \left(1 + \frac{F_{Hz}}{700} \right), & F_{Hz} > 1000 \\ F_{Hz}, & F_{Hz} < 1000 \end{cases} \dots\dots\dots (7)$$

Sebuah pendekatan untuk simulasi spektrum dalam skala mel adalah dengan menggunakan *filter bank* dalam skala mel seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini dimana setiap frame yang diperoleh dari tahapan sebelumnya difilter menggunakan M filter segitiga sama tinggi dengan tinggi satu.



Gambar 6. Mel Filter Bank dengan 24 buah filter

Dalam mel-frequency wrapping, sinyal hasil FFT dikelompokkan ke dalam berkas filter triangular ini. Proses pengelompokan tersebut adalah setiap nilai FFT dikalikan terhadap filter yang bersesuaian dan hasilnya dijumlahkan. Proses wrapping terhadap sinyal dalam domain frekuensi dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$Y[i] = \sum_{j=1}^N s(j) \cdot H_i(j) \dots\dots\dots (8)$$

- Dimana: N = jumlah magnitude spectrum
- S[j] = magnitude spectrum pada frekuensi j
- H_i(j) = koefisien *filterbank* pada frekuensi j (1 ≤ i ≤ M)
- M = jumlah Channel dalam filterbank

Untuk mendapatkan H_i digunakan rumus pada nomor 6.

7. *Discrete Cosine Transform (DCT)*

Cepstrum biasa digunakan untuk mendapatkan informasi dari suatu sinyal suara yang diucapkan oleh manusia. Pada tahap terakhir pada MFCC ini, spektrum log mel akan dikonversi menjadi domain waktu menggunakan *Discrete Cosine Transform (DCT)* menggunakan persamaan berikut.

$$c_j = \sum_{i=1}^M X_i \cdot \cos\left(\frac{j(i-1)}{2} \cdot \frac{\pi}{M}\right) \dots\dots\dots (9)$$

- Dimana: C_i = nilai koefisien C_{kej}
- j = 1,2,... jumlah koefisien yang diharapkan
- X_i = nilai X hasil *mel-frequency wrapping* pada frekuensi
- i = 1,2,...,n (jumlah wrapping)
- M = jumlah filter

Hasil dari proses ini dinamakan *Mel-Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC)*.

8. *Cepstral liftering*

Hasil dari fungsi DCT adalah *cepstrum* yang sebenarnya sudah merupakan hasil akhir dari proses *feature extraction*. Tetapi, untuk meningkatkan kualitas pengenalan, maka cepstrum hasil dari DCT harus mengalami *cepstral liftering*

$$w[n] = \left\{ 1 + \frac{L}{2} \sin\left(\frac{n\pi}{L}\right) \right\} \dots\dots\dots (10)$$

- L = jumlah cepstral coefficients
- N = index dari cepstral coefficients

9. Remove Silence

Dengan demikian selesailah proses Mel Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) feature extraction. Namun hasilnya masih mengandung frame-frame silence. Frame semacam ini dapat mengganggu pengenalan kata. Oleh karena itu sebaiknya frame-frame ini harus dihilangkan. Frame energy sendiri didapatkan dari frame ke-0 dari hasil feature extraction. Energy tersebut akan dijadikan acuan untuk apakah sebuah frame tergolong sebagai suatu noise. Apabila energi suatu frame kurang dari nilai rata-rata, maka tergolong sebagai noise dan akan segera dihilangkan. Perhitungan noise removal ini adalah sebagai berikut:

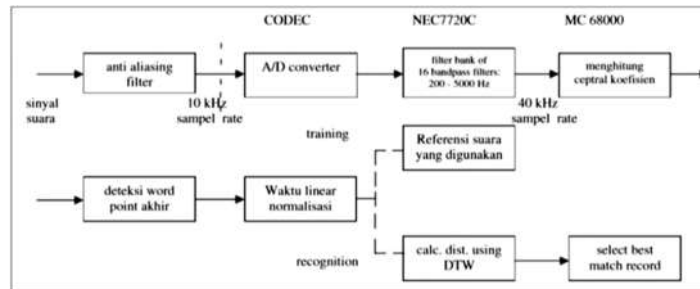
$$Noise = \frac{\sum_{i=1}^n s[i]}{n} \dots\dots\dots (11)$$

Noise = rata-rata energy frame, S[i] = signal frame ke-i

2.1.2 Dynamic Time Warping (DTW)

Satu masalah yang cukup rumit dalam pengenalan suara adalah proses perekaman yang terjadi seringkali berbeda durasinya, meskipun kata atau kalimat yang diucapkan sama. Bahkan untuk satu suku kata/ vokal yang sama seringkali terjadi dalam durasi yang berbeda. Sebagai akibatnya proses pencocokan antara sinyal uji dengan sinyal record suara di database seringkali tidak menghasilkan nilai yang optimal.

Sebuah teknik yang cukup populer di awal perkembangan teknologi pengolahan sinyal pengenalan suara (*voice recognition*) adalah teknik *Dynamic Time Warping (DTW)* yang juga lebih dikenal sebagai *dynamic programming*. Teknik ini ditujukan untuk mengakomodasi perbedaan waktu antara proses perekaman saat pengujian dengan suara yang tersedia pada *record* suara di *database*. Prinsip dasarnya adalah dengan memberikan sebuah rentang 'steps' dalam ruang (dalam hal ini sebuah *frame-frame* waktu dalam sampel, *frame-frame* waktu dalam *database*) dan digunakan untuk mempertemukan lintasan yang menunjukkan *local match* terbesar (kemiripan) antara *time frame* yang lurus. Total *'similarity cost'* yang diperoleh dengan algoritma ini merupakan sebuah indikasi seberapa bagus sampel suara dan *record* suara di *database* ini memiliki kesamaan, yang selanjutnya akan dipilih *best-matching record* suara di *database*.



Gambar 7. Blok Diagram dari Sistem Recognition dengan Metode DTW.

2.1.3 Dynamic Time Warping Algorithm

Dynamic Time Warping algorithm adalah algoritma yang menghitung optimal warping path antara dua waktu. Algoritma ini menghitung baik antara nilai warping path dari dua waktu dan jaraknya. Misalnya, memiliki dua barisan numerik:

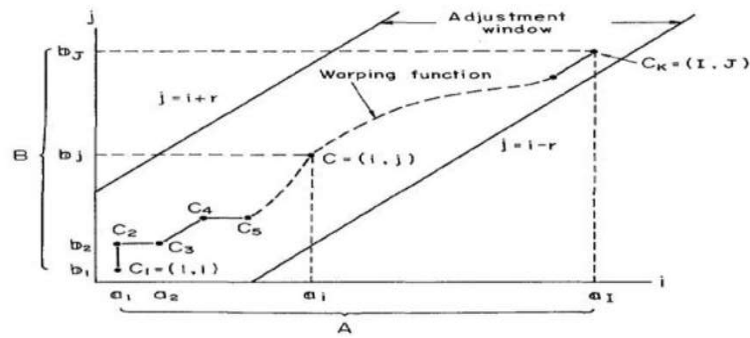
$$\begin{aligned} \{A\} &= (a_1, a_2, \dots, a_n) \\ \{B\} &= (b_1, b_2, \dots, b_n) \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

Dengan pemisalan ini, maka dapat dikatakan bahwa panjang dua barisan ini bisa saja berbeda. Dimana masing-masing barisan A dan B dikembangkan sepanjang sumbu i dan sumbu j. Dimana pola suara ini adalah dari pola suara yang sama, perbedaan waktu antara barisan A dan B dapat digambarkan berdasarkan urutan point $c = (i, j)$:

$$F = c(1), c(2), \dots, c(k) \dots\dots\dots (13)$$

Dimana: $c(k) = (i(k), j(k))$

Urutan ini dapat dianggap mewakili suatu fungsi pemetaan dari waktu barisan A dan waktu barisan B, hal itu disebut warping path sebuah fungsi ketika tidak ada perbedaan waktu.



Gambar 8. Fungsi Warping dan Definisi Pengaturan Windows

Barisan fungsi warping bertepatan dengan diagonal baris $j = i$, ini menyimpang jauh dari garis diagonal sebagai perbedaan waktunya.

$$[i(k) - j(k)] \leq r \dots\dots\dots (14)$$

Dimana r adalah bilangan bulat positif yang tepat disebut signal-window, k adalah jumlah titik sinyal warping path. Kondisi ini sesuai dengan fakta bahwa fluktuasi jarak waktu dalam kasus-kasus biasa tidak pernah ada perbedaan jarak waktu terlalu berlebihan. Algoritma ini memulai dengan penghitungan jarak lokal antara elemen dari barisan menggunakan tipe jarak yang berbeda. Frekuensi yang paling banyak menggunakan metode untuk penghitungan jarak adalah jarak absolut antar nilai dua elemen. Jika dalam matriks maka dapat ditulis dengan memiliki i garis dan j kolom, secara umum:

$$d(c) = d(i,j) = |ai - bj| \dots\dots\dots (15)$$

Mulai dengan matrik jarak lokal, kemudian minimum jarak pada warping F menjadi fungsi sebagai berikut :

$$E(F) = \sum_{k=1}^K d(c(k)) \cdot w(k) \dots\dots\dots (16)$$

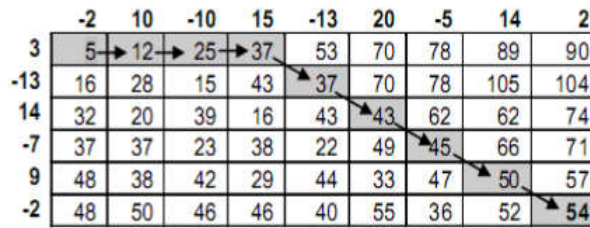
Dimana $w(k)$ adalah koefisien bobot non-negatif yang diperkenalkan untuk memungkinkan $E(F)$ mengukur fleksibel karakteristik dan merupakan jarak yang minimum untuk fungsi warping F . Pencapaian nilai yang minimum saat F fungsi warping ditentukan perbedaan waktu menjadi optimal. Nilai jarak minimum ini dapat dianggap sebagai jarak antara barisan A dan B , masih tersisa setelah eliminasi perbedaan waktu antara barisan A dan B , dan tentu saja diperkirakan waktu akan stabil dengan sumbu fluktuasi. Berdasarkan pertimbangan ini, waktu normalisasi jarak antara dua barisan A dan B didefinisikan sebagai berikut:

$$D(A, B) = \min_F \left[\frac{\sum_{k=1}^K d(c(k)) \cdot w(k)}{\sum_{k=1}^K w(k)} \right] \dots\dots\dots (17)$$

Dimana penyebut $\sum w(k)$ yang digunakan untuk mengkompensasi pengaruh K (jumlah titik pada fungsi F warping). Persamaan (9) tidak lebih dari sebuah fundamental definisi jarak waktu normal. Efektif karakteristik ini sangat tergantung pada pengukuran spesifikasi fungsi warping path dan definisi koefisien pembobotan. Pengukuran karakteristik dari normalisasi jarak waktu akan bervariasi, menurut sifat barisan suara (terutama waktu sumbu ekspresi barisan suara) yang harus diselesaikan. Oleh karena itu, masalah sekarang terbatas pada kasus yang paling umum di mana ada dua kondisi sebagai berikut:

1. Kondisi barisan suara adalah waktu sampel yang umum dan periode sampling konstan.
2. Kondisi dimana pengetahuan tentang bagian dari barisan suara berisi informasi yang penting.

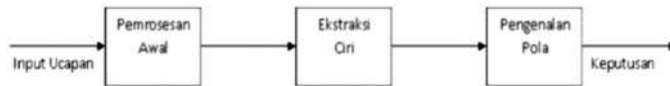
Dalam hal ini, adalah wajar untuk mempertimbangkan setiap bagian dari barisan suara mengandung jumlah informasi linguistik yang sama. Dimana $w(k)$ adalah elemen yang dimiliki warping path dan k adalah jumlahnya. Penghitungannya dibuat untuk dua barisan diperlihatkan pada gambar dibawah dan warping path diberi highlight.



Gambar 9. Warping path

2.2 Desain Sistem

Sistem yang dirancang untuk pengamanan PC dengan pengenalan suara (*voice recognition*) ini dirancang dengan konsep yang cukup sederhana. *Voice recognition (speaker recognition)* adalah suatu proses untuk mengenali seseorang dengan mengenali suara dari orang tersebut. Dengan memanfaatkan fasilitas *audio speaker* pada PC untuk menerima suara yang akan diproses dalam sistem yang telah ditanam dalam PC, yaitu *Automatic speaker recognition* merupakan penggunaan sebuah mesin yang mengenali seseorang dari sebuah frasa yang diucapkan. Sistem ini dapat berfungsi dalam dua buah mode yaitu mengenali seseorang yang khusus atau membuktikan identitas yang diklaim oleh seseorang. Secara sederhana sistem *voice recognition* untuk keamanan PC ini dapat digambarkan dengan diagram pada gambar 10.



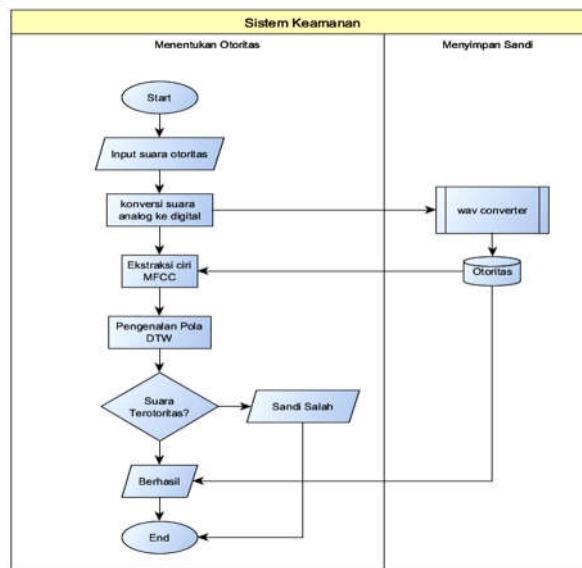
Gambar 10. Tahapan dalam Vaoice Recognition.

Sumber: Rachman (2006)

2.2.1 Rancangan Input

Setelah aplikasi terpasang pada sistem operasi, maka perlu dilakukan pengaturan data otoritas, dimana suara pemilik PC/ sistem direkam menggunakan microphone dengan cara menekan tombol tertentu melalui interface yang sudah disediakan dan disimpan di database. Setelah aplikasi sistem keamanan terpasang dan diatur data otoritasnya, maka sistem keamanan siap digunakan. Pada saat ingin digunakan, perangkat pc perlu dilakukan restart atau sleep dan dinyalakan lagi. Setelah itu masuk interface keamanan sistem dimana orang yang tidak terotoritas dan terotoritas ingin masuk. Pada gambar 5.1 akan dijelaskan proses *input* guna menentukan otoritas pemilik sitem.

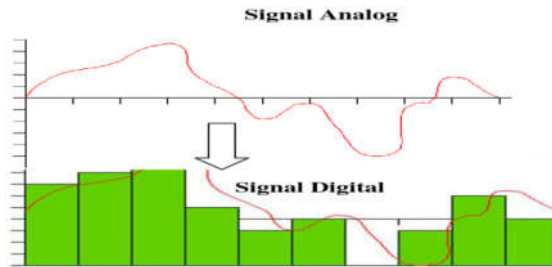
2.2.2 Rancangan Output



Gambar 11. Flowchart Menentukan Otoritas Sistem Dan Menyimpan Sandi

Pada saat *input* suara, suara masih berupa sinyal analog dimana sistem tidak dapat mengidentifikasinya, maka perlu dilakukan konversi suara menjadi digital dalam bentuk format “.WAV”.

Suara digital/ audio digital merupakan versi digital dari suara analog. Perubahan suara analog menjadi suara digital membutuhkan suatu alat yang disebut *Analog To Digital Converter* (ADC), yaitu pengubah amplitudo sebuah gelombang analog ke dalam waktu interval (sampling) sehingga menghasilkan representasi digital dari suara. Sampling adalah melakukan pencuplikan amplitudo gelombang suara pada tiap satu satuan waktu.



Gambar 12. Gelombang suara analog menjadi digital

Audio yang dihasilkan dari ADC akan berformat WAV. WAV (*Wave form audio*) adalah format audio standar Microsoft dan IBM untuk PC. WAV biasanya menggunakan coding PCM (*Pulse Code Modulation*). WAV adalah data tidak terkompres sehingga seluruh sampel audio disimpan semuanya di harddisk. Software yang dapat menciptakan WAV dari analog sound misalnya windows sound recorder. WAV jarang digunakan di internet karena ukurannya yang relative besar. Maksimum ukuran file WAV adalah 2GB.

Setelah data sudah terkonversi maka perlu di ekstraksi ciri menggunakan metode MFCC dan kemudian dicocokkan dengan data otoritas yang ada di database menggunakan metode DTW. Setelah itu ditampilkan ke-otoritasnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem keamanan ini dibuat dengan penyimpanan data untuk setiap user yang akan menggunakan sistem/ PC. Setiap user harus mengisi serangkaian data terlebih dahulu untuk pengenalan identitas hingga pengenalan suara yang akan dikonfirmasi sebagai user pengguna PC/ sistem.

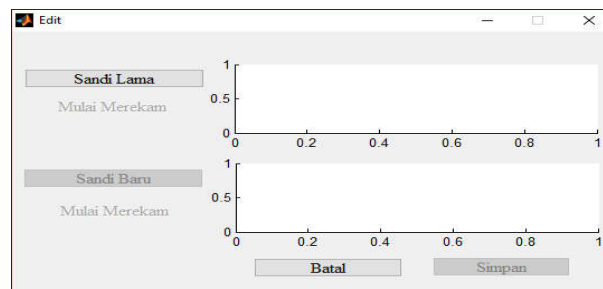
Pada form/ lembar kerja pada gambar 13, user dapat melakukan isi biodata, isi profil dan simpan sandi. Pada sistem juga disediakan form untuk melakukan ubah profil dan juga ubah sandi.

Gambar 13. Layar Kerja Biodata User



Form pada gambar 14 bertujuan untuk mengatur sandi yang diinginkan user, setelah button ucapkan sandi di klik maka user di haruskan mengucapkan sandi yang diinginkan, dimana batas waktu untuk mengucapkan sandi selama 3 detik.

Gambar 14. Form untuk Memasukan Sandi



Gambar 15. Form untuk Edit Sandi

Sistem mempersiapkan form untuk mengubah kata sandi bagi user. Untuk mengubah kata sandi, user diharuskan mengucapkan sandi yang pernah ada guna melakukan ferifikasi *user* terotoritas. Jika sandi salah maka button merekam sandi baru tidak akan aktif, jika benar mak button tersebut akan aktif.

Untuk uji coba sistem digunakan contoh 20 suara dari 20 orang. Uji coba dilakukan dengan data *training* suara tidak terotoritas dan suara terotoritas. Uji coba ini dilakukan dalam keadaan hening dan bisings/ *noise*. Selanjutnya dilakukan hitung nilai recall dan prcision, dengan matrik seperti tabel 1, sebagai berikut:

Tabel 1. Matrik *Recall* dan *Precision*

	Relevan	Tidak Relevan	Total
Ditemukan	a (<i>hits</i>)	b (<i>noise</i>)	a + b
Tidak ditemukan	c (<i>misses</i>)	d (<i>rejected</i>)	c + d
Total	a + c	b + d	a + b + c + d

Untuk mengukur tingkat akurasi sistem dalam menentukan seseorang memiliki otoritas tidaknya dapat menggunakan rumus pada tabel 1. Berdasarkan tabel tersebut, rumus *recall* dan *precision* menjadi :

$$\begin{aligned}
 \text{Recall} &= [a / (a+c)] \times 100 \\
 \text{Precision} &= [a / (a+b)] \times 100 \quad \dots (18)
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Hasil Precision Uji Coba

Skenario ke-	Relevan	Tidak Relevan (b)	Total (a+b)	Total (a+c)	Precision [a/(a+b)]x100%
1	7	13	20	7	35%
2	3	17	20	3	15 %
3	9	11	20	9	45%
4	4	16	20	4	20%
					29%

Setelah dilakukan hitung nilai recall dan precision didapatkan hasil seperti tabel 2, yang dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem masih dapat diakses oleh rata-rata 29% orang. Semakin banyak data training maka semakin sedikit pula seseorang yang tidak memiliki otoritas dapat masuk.
2. Tingkat kebisingan atau noise dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan seseorang dapat membuka sistem keamanan. Semakin sedikit persentase keberhasilan orang tidak memiliki otoritas membuka sistem keamanan, maka sistem keamanan tersebut semakin baik.
3. Hasil uji coba yang dilakukan user yang memiliki otoritas dengan keadaan hening dengan jumlah 4 data training sebanyak 50x percobaan didapat hasil 88% suara yang dapat membuka sistem keamanan pc.
4. Hasil uji coba yang dilakukan user yang memiliki otoritas dengan keadaan noise dengan jumlah 4 data training sebanyak 50x percobaan didapat hasil 74% suara yang dapat membuka sistem keamanan pc.
5. Hasil uji coba yang dilakukan user yang memiliki otoritas dengan keadaan hening dengan jumlah 10 data training sebanyak 50x percobaan didapat hasil 86% suara yang dapat membuka sistem keamanan pc.
6. Hasil uji coba yang dilakukan user yang memiliki otoritas dengan keadaan noise dengan jumlah 10 data training sebanyak 50x percobaan didapat hasil 82% suara yang dapat membuka sistem keamanan pc Kondisi terbaik untuk user untuk dapat membuka keamanan adalah semakin hening lokasi membuka sistem maka persentase keberhasilan semakin besar.
7. Jika data training semakin besar, tingkat keberhasilan semakin menurun. Agar sistem dapat di implementasikan pada perangkat pc, maka diperlukan pengaturan, antara lain meletakkan file hasil compiler gui di directory C:\New_folder kemudian membuat shortcut file password.exe ke directory C:\Users\ user\ AppData\ Roaming\ Microsoft\ Windows\ Start Menu\ Programs\ Startup. Pada bagian yang bergaris bawah menyesuaikan terhadap sistem masing-masing.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil ujicoba sistem dan analisa hasil yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam mengenali suara, sistem yang dibuat merubah suara yang direkam oleh microfon selama 3 detik menjadi sinyal digital, kemudian melalui tahap MFCC guna mengekstrasi ciri sinyal tersebut, setelah itu dicocokkan dengan suara yang berada didatabase yang berformat file .wav menggunakan metode DTW. Kondisi ini hanya berlaku jika saat sistem keamanan yang dibuat aktif.
2. Kondisi yang paling baik sistem ini diimplementasikan pada saat keadaan hening dengan akurasi 86% dengan jumlah 10 data training. Apabila persentase keberhasilan seseorang (tidak memiliki otoritas) yang dapat membuka sistem keamanan yang dibuat dengan suara yang tidak terotoritas besar, maka sistem memerlukan perbaikan dan masih jauh dari keberhasilan. Begitu pula sebaliknya, apabila persentase keberhasilan seseorang (tidak memiliki otoritas) yang dapat membuka sistem keamanan yang dibuat dengan suara yang tidak terotoritas kecil, maka sistem sudah mendekati keberhasilan. Sistem yang dibuat dapat diimplementasikan pada system operasi windows 8.1 64 bit dengan spesifikasi ram 3 GB dan prosesor dualcore.

5. SARAN

Saran dari penulis untuk pembangunan sistem keamanan menggunakan suara ini lebih lanjut adalah:

1. Sistem diharapkan dapat terkoneksi dengan perangkat smart phone melau jaringan internet, jadi apabila ada seseorang yang tidak bertanggungjawab mengakses sistem, maka sistem akan mengirim notifikasi berupa pesan.
2. Sistem diharapkan mampu diterapkan pada sistem operasi lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Effendi, Zulham. dan Firdaus, 2015. Pengenalan Suara Menggunakan Metode MFCC (*Mel Frequency Cepstrum Coefficients*) dan DTW (*Dynamic Time Warping*) untuk Sistem penguncian Pintu. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Terapan (SEMANTIK)*, 2 (1), tersedia: <http://komputa.if.unikom.ac.id>, diunduh 25 Januari 2017.
- [2] Chamidy, Totok. 2015. *Metode Mel Frequency Cepstral Coeffisients* (MFCC) Pada klasifikasi *Hidden Markov Model* (HMM) Untuk Kata *Arabic* pada Penutur Indonesia. *Jurnal MATICS*, 2 (1), tersedia: <http://download.portalgaruda.org>, diunduh 25 Januari 2017.

- [3] Darmadi, F., Rizal, A., dan Sunarya, Unang. 2015. Deteksi *Sleep Apnea* Melalui Analisis Suara Dengkuran Dengan Metode *Mel Frekuensi Cepstrum Coefficient*. *e-Proceeding of Engineering*, 2 (2), tersedia: <https://repository.telkomuniversity.ac.id>, diunduh 25 Januari 2017.
- [4] Kadir, Abdul (2001). *Dasar Pemrograman Delphi*. Yogyakarta: C.V. ANDI OFFSET.
- [5] Manunggal, HS. 2005. Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak Pengenalan Suara Pembicara dengan Analisa MFCC Feature Extraction. Surabaya : Universitas Kristen Petra.
- [6] Muttaqin, I., Usman, K. dan Atmaja, R.T. 2013. *Simulasi dan Analisis Identifikasi Alat Musik Tradisional Berdasarkan Nada Bunyi Dengan Metode Mel Frequency Cepstrum Coefficient(MFCC) dan Support Vector Machine (SVM)*. (Online). tersedia: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id>, diunduh 25 Januari 2017.
- [7] Nursyeha, M. A., Rivai, M. dan Suwito. 2015. *Pengenalan Suara Burung Menggunakan Mel Frequency Cepstrum Coefficient dan Jaringan Syaraf Tiruan pada Sistem Pengusir Hama Burung*. (Online). tersedia: <http://digilib.its.ac.id/>, diunduh 25 Januari 2017.
- [8] Pangeran, A. A. (2010). *SISTEM OPERASI*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- [9] Puspitasari, M., Supardi, J. dan Sazaki, Y. 2013. *Pengenalan Suara Menggunakan Mel Frequency Cepstral Coefficients Dan Self Organizing Maps*. (Online). tersedia: <http://eprints.unsri.ac.id>, diunduh 25 Januari 2017.
- [10] Putra, Darma. dan Resmawan, Adi. 2011. Verifikasi Biometrika Suara Menggunakan Metode MFCC Dan DTW. *LONTAR KOMPUTER*, (Online), 2 (1): 8-21, tersedia: <http://www.it.unud.ac.id>, di unduh 22 Januari 2017.
- [11] Riyanto, Eko, 2013, Sistem Pengenalan Pengucap Manusia Dengan Ekstraksi Ciri MFCC Dan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan Perambatan Balik Sebagai Pengenalanya, JSIB.
- [12] Tanudjaja, Harlianto. 2007. Pengolahan Sinyal Digital dan Sistem Pemrosesan Digital. Andi Offset : Yogyakarta.