



# INFORMATIKA

## JURNAL TEKNOLOGI KOMPUTER DAN INFORMATIKA

### **DEVELOPING AN AUTOMATED STUDENT ACADEMIC RECORD MANAGEMENT WITH BUSINESS INTELLIGENCE APPROACH**

*Maria Dara C. Saquin, Dave E. Marcial*

### **APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN TANAMAN OBAT HERBAL UNTUK BERBAGAI PENYAKIT DENGAN METODE ROC (RANK ORDER CENTROID) DAN METODE ORESTE BERBASIS MOBILE WEB**

*Nella Astiani, Desi Andreswari, Yudi Setiawan*

### **PENGEMBANGAN DAN ANALISIS KOMBINASI RUN LENGTH ENCODING DAN RELATIVE ENCODING UNTUK KOMPRESI DATA**

*Yosia Adi Jaya, Lukas Chrisantyo, Willy Sudiarto Raharjo*

### **DESAIN MODEL BASIS DATA OBYEK PARIWISATA PROVINSI JAWA TENGAH STUDI KASUS DI KABUPATEN MAGELANG**

*Wasino, Jap Tji Beng, Desi Arisandi*

### **IMPLEMENTASI TRANSFORMASI HAAR WAVELET UNTUK DETEKSI CITRA JERUK NIPIS YANG BUSUK**

*Lidya Andriani Sunjoyo, R. Gunawan Santosa, Kristian Adi Nugraha*

### **PERANAN KONTUR DAN SLOPE DALAM PENGENALAN KEASLIAN TANDA TANGAN MENGGUNAKAN DYNAMIC TIME WARPING DAN POLAR FOURIER TRANSFORM**

*Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri, Hanung Adi Nugroho, Teguh Bharata Adji*





# **INFORMATIKA**

## **JURNAL TEKNOLOGI KOMPUTER DAN INFORMATIKA**

### **Pelindung:**

Budi Susanto, S.Kom., M.T.

### **Dewan Redaksi:**

Gloria Virginia, S.Kom., MAI., Ph.D.

Ir. Paulus Insap Santosa, M.Sc., Ph.D.

M. Reza Pulungan, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T.

### **Redaksi Pelaksana:**

Drs. R. Gunawan Santosa, M.Si.

Laurentius Kuncoro Probo Saputra, S.T., M.Eng.

Nugroho Agus Haryono, S.Si., M.Si.

### **Alamat Redaksi:**

Program Studi Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Informasi

Universitas Kristen Duta Wacana

Jl. Dr. Wahidin Sudiro Husodo No. 5 – 25 Yogyakarta 55224

Telp. 0274 – 563929 Fax. 0274 – 513235

<http://ti.ukdw.ac.id/ojs>

[jurnal-informatika@ti.ukdw.ac.id](mailto:jurnal-informatika@ti.ukdw.ac.id)

Jurnal INFORMATIKA diterbitkan oleh Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta sebagai media untuk memberikan informasi tentang kemajuan teknologi komputer dan untuk menampung hasil karya pada dosen, mahasiswa dan para praktisi di bidang komputer dan aplikasinya. jurnal ini diterbitkan dua kali dalam setahun, yaitu bulan April dan Oktober. Redaksi menerima sumbangan naskah berupa hasil penelitian ilmiah, studi pustaka, opini, makalah ilmiah, ataupun makalah teknis dengan ketentuan penulisan seperti yang tercantum dalam jurnal ini.



# **INFORMATIKA**

**JURNAL TEKNOLOGI KOMPUTER DAN INFORMATIKA**

- DEVELOPING AN AUTOMATED STUDENT ACADEMIC RECORD MANAGEMENT WITH BUSINESS INTELLIGENCE APPROACH** 111-124  
*Maria Dara C. Saquin, Dave E. Marcial*
- APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN TANAMAN OBAT HERBAL UNTUK BERBAGAI PENYAKIT DENGAN METODE ROC (RANK ORDER CENTROID) DAN METODE ORESTE BERBASIS MOBILE WEB** 125-140  
*Nella Astiani, Desi Andreswari, Yudi Setiawan*
- PENGEMBANGAN DAN ANALISIS KOMBINASI RUN LENGTH ENCODING DAN RELATIVE ENCODING UNTUK KOMPRESI DATA** 141-149  
*Yosia Adi Jaya, Lukas Chrisantyo, Willy Sudiarto Raharjo*
- DESAIN MODEL BASIS DATA OBYEK PARIWISATA PROVINSI JAWA TENGAH STUDI KASUS DI KABUPATEN MAGELANG** 151-164  
*Wasino, Jap Tji Beng, Desi Arisandi*
- IMPLEMENTASI TRANSFORMASI HAAR WAVELET UNTUK DETEKSI CITRA JERUK NIPIS YANG BUSUK** 165-173  
*Lidya Andriani Sunjoyo, R. Gunawan Santosa, Kristian Adi Nugraha*
- PERANAN KONTUR DAN SLOPE DALAM PENGENALAN KEASLIAN TANDA TANGAN MENGGUNAKAN DYNAMIC TIME WARPING DAN POLAR FOURIER TRANSFORM** 175-187  
*Ignatia Dhian Estu Karisma Ratri, Hanung Adi Nugroho, Teguh Bharata Adji*



# DEVELOPING AN AUTOMATED STUDENT ACADEMIC RECORD MANAGEMENT WITH BUSINESS INTELLIGENCE APPROACH

Maria Dara C. Saquin<sup>1</sup>  
darasaquin@dmc.edu.ph

Dave E. Marcial<sup>2</sup>  
demarcial@su.edu.ph

## *Abstract*

*Student academic records management and assessment are among the vital processes in any higher education institution. These processes must be efficient and systematic. The significant problems of the current system that is holding the student's academic record have been observed and identified. Based upon the limitations and the challenges on the existing procedures of a manual storing and archiving of the students' academic records, a centralized students' academic record management system was proposed. This project primarily aimed to develop a computerized student academic record management system in order to help DMC College Foundation Incorporated (DMCCFI) Philippines improve its performance in the registrar services, specifically in the assessment and evaluation of student records. The newly developed system is integrated with business intelligence. It offers modules such as grade submission, assessment, and student kiosk with security feature. The development model included Rapid Application Development (RAD). The tools used in the development are Windows Server 2008 R2, DevExpress, Microsoft Visual Studio C#, MSSQL, and SmartDraw. Based on the system evaluation, the proposed system is very good with an aggregate mean of 4.55. The result implies that the MIS staff, coordinators and dean strongly agree that the proposed system is highly acceptable. In terms of usability, the proposed system is rated with an aggregate mean of 6.43 described as "Strongly Agree." It was concluded that the developed system offers the capabilities and functions that can help improve the performance of the registrar services in DMCCFI and is highly recommended for immediate utilization by DMCCFI.*

**Keywords:** Business Intelligence, Information System, Management Information Systems, Student Assessment, Student Self-Assessment, Student Kiosk

## **1. Introduction**

Student academic records refer to the information that relates to a student's admission and academic performance in a college or a university. These records include the information that is contained in an original transcript, in electronically stored records, and in the official student academic record, as it is maintained by the office of the school registrar. An education record contains information directly related to a student; this means that the record is personally identifiable with and is maintained in various types of medium including handwritten or printed documents, microfilm/fiche, a computer's main memory, magnetic tape, cassette, and disk or diskette. These records are used to assist offices in support of basic institutional objectives and to document every student's progress and achievement in the academic aspect within the institution.

Records management is defined as a "field of management responsible for the efficient and systematic control of the creation, receipt, maintenance, use, and disposition of records, including the processes for capturing and maintaining evidence of and information about business activities and transactions in the form of records". The creation, maintenance, retention, and disposition of academic information are at the core of students' functions in higher educational institutions. Student records identify the academic institution's official student body, document their progress through a course of study, show degrees and

---

<sup>1</sup> College of Computer Studies, DMC College Dipolog City, Zamboanga del Norte

<sup>2</sup> College of Computer Studies, Silliman University, Dumaguete City, Negros Oriental

certifications obtained, support applications for other institutions and support job applications, and are frequently referenced to as historical records. Student records and record keeping support document all the administrative activities related to the admission, attendance, advising and counseling of students, completion of coursework and requirements, graduation, and the attainment of a degree.

One of the best methods in student record administration is the “Automated Student Records System”. Student records system is a professional and academic discipline concerned with the strategic, managerial, and operational activities involved in gathering, processing, storing, distributing, use of information and its associated technologies in society and organizations. Specifically, this computer-based record system is a complementary infrastructure of hardware and software that people or organizations use to collect, filter, process, create, and distribute data. Records systems are implemented within an organization for the purpose of improving the effectiveness and efficiency of that organization. The capabilities of the information system and characteristics of the organization, its work systems, the people, and its development and implementation methodologies collectively determine the extent to which that purpose is achieved.

In the United States, the University of Wisconsin–Madison has been using an automated academic record management system to ensure that the student academic records at that university meet the established record keeping requirements, protect the university's liability, provide institutional accountability, and safely guard the academic interests of students. In the Philippines, the University of the Philippines–Mindanao, University of the East–Manila Campus, University of San Carlos, Mindanao State University–Iligan Institute of Technology, Silliman University, and Holy Name University are among the few universities in the country that are already using the automated academic record management system.

On the other hand, the DMC College Foundation Inc. (DMCCFI) is among the many colleges in the Philippines that still implements the manual storage of student academic records. DMCCFI utilizes manual submission of grades using paper and manual student subject assignment. The manual submission of grades is done through the submission of a hard copy of the students’ grades by the instructor. It is then signed by the Coordinator, the Dean of the school or college, the Dean of Instruction and the Vice President for Academic Affairs. Additionally, the process of the manual student subject assessment involves the coordinator to look through the student’s submitted credentials. Based on what the coordinator sees appropriate, he or she will assign the possible subjects that will be taken by the student for the upcoming semester.

Further, business intelligence (BI) is a general term that refers to the overall capabilities a company uses to collect and analyze data from a variety of sources to better understand its operations and make better managerial decisions. BI technologies provided historical, current, and predictive views of business operations; BI applications also provide employees and top management with information at whatever time they need it, so they can make faster and better decisions. These systems allow a company to gather, store, access, and analyze corporate data that aid in the decision-making process. BI impacts in the areas such as customer profiling, customer support, market research, market segmentation, product profitability, statistical analyses, and inventory and distribution analyses.

To maintain a competitive edge, companies today are increasingly turning to operational business intelligence solutions that support process optimization. This entails pushing needed data to frontline analysts and managers in real time, thus supporting intra-day decisions. This can dramatically improve efficiencies and decision-making across all facets of an enterprise. This paper presents the development of an automated student academic record management for DMCCFI. Specifically, this paper presents the analysis, design and implementation of the proposed system with emphasis on the integration of business intelligence as a tool for decision-making.

## **2. System analysis**

### **2.1. The Current System**

The school's Registrar's Office keeps the academic records of all students from the academic units of DMCCFI. The process of submission of the final grades involves the following steps: First, the faculty member will submit the records to the coordinators for approval. Second, the coordinator will approve/disapprove the submitted grades. Third, the coordinator forwards the approved final grades to the dean for further approval. Fourth, the dean then forwards the grades to the dean of instruction for another approval. Fifth, the Dean of Instruction forwards the grades to the VP Academic Affairs for further approval and sixth, the Vice President for Academic Affairs then forwards the grades to the School Registrar for record keeping purposes.

Based upon the interview that has been conducted by the researcher, it was found that the registrar's office still implements the manual storage, sharing and issuance of Transcript of Records (TOR). For instance, the student who will request for his or her TOR will have to wait for at least three weeks or 15 working days for the processing. The person in-charge will manually retrieve the grades of the student through the utilization of Microsoft Excel. Upon admission to DMCCFI, a sheet in Excel is prepared for every student. This sheet contains a student's completed subjects and grades for the whole period that he or she is enrolled in the institution. The grades are then verified if it is correct by looking through the students' individual envelope. This envelope contains all the documents that are related to the students' transactions that he or she made with the registrar's office (e.g. student profile, enrollment forms, adding and dropping forms, and change grade forms). If the person in-charge finds the grades correct, these grades are retrieved and copied to the DMCCFI's transcript of records (TOR) template to be prepared for printing. If no error is found, the TOR is printed.

### **2.2 Problems Encountered**

The problems encountered in the different departments and Registrar's of DMCCFI are the following:

Lack of needed information. For instance, in assessing student subjects, not all grades and student information are readily available for the coordinators to utilize in assessing the student. Some information and grades are in the registrar's office and are not shared with the departments; the coordinators will still have to get the records directly from the registrar. An estimate of 1 out of every 2 records of the students, who happened to be transferees, are not shared with the departments.

The manual system produces inaccurate results. For example, there were instances when discrepancies in the students' grades are apparently evident. This can be observed with the incongruence of the recorded grades by the registrar with that of the individual departments. About 1 out of every 10 students will request for a change of grade. This is the primary cause of mismatch between the records of the registrar and that of the departments.

The manual system approval of grades can cause excessive processing delays. For instance, when an instructor submits grades, it will take at least five days before it will be approved by the different offices. Such is the case because of the manual routing of the student grades.

### **2.3 Functional Requirements**

A program's functional requirement describes what a software system should do entirely from the user's perspective; it also covers the description of the behavior of the system as it relates to the system's functionality. The functional requirements were formulated through the use of a prototype, especially in eliciting the requirements. A working prototype was developed to strategically capture the requirements that the coordinators and deans of DMCCFI have discussed with the researcher. The functionalities mentioned were based on existing standard requirements of the grade submission and assessment system, with the approval and coordination from DMCCFI coordinators and deans. They are as follows:

*FREQ 1: The instructors should be able to manage their grades.*

*FREQ 2: The instructors should know the status of their submitted grades, whether these have already been approved or not.*

*FREQ 3: The system should allow the coordinators/vice-deans/deans/dean of instructions and VPAA to approve grades.*

*FREQ 4: The coordinators, vice-deans, deans, dean of instructions and Vice President for Academic Affairs should be able to view the student's grade.*

*FREQ 5: The students should be able to view their grades.*

*FREQ 6: The system should allow the registrar staff to manage course prospectus.*

*FREQ 7: The coordinators should be able to assess the student subjects.*

*FREQ 8: The system should allow the coordinator to add, remove and force add subjects that are included in the proposed list.*

*FREQ 9: The students should be able to make self-assessment.*

*FREQ 10: The system should be able to provide the statistical reports for the decision support of the coordinators and deans.*

*FREQ 11: The system should be able to provide the standard reports for the students who failed based on a particular subject.*

*FREQ 12: The access to the system must be password protected.*

*FREQ 13: The access to the system should be prohibited if the number of re-tries exceeded the pre-set number.*

## **2.4 Non-Functional Requirements**

Non-functional requirements are constraints on the services and functions of the program and also expectations about performance. They can include target platform specifications, timing constraints, performance requirements, memory usage requirements, file access privileges, security requirements, response times, minimum number of transactions per second, and so on. These are usually requirements that may not be visible to the user, but which do affect the user experience. This should be contrasted with functional requirements that define specific behavior or functions. These requirements include a) The system shall ensure that data is protected from unauthorized access; b) The system shall be developed for Windows platforms.

## **3. System scope**

This project is a LAN-based desktop application and is primarily focused on the automation and computerization of student academic records activities in all academic units of DMCCFI. Specifically, it focused on the development of the proposed system that covered only the following processes:

*Module for Grade Submission.* This included the submission and approval of final grades that came from the different departments; the routing and approval of grades will be from the instructor, to the coordinator, to the dean, to the dean of instruction, to the VP Academic Affairs, and lastly to the School Registrar; the processing and approval of change grade request from the students and instructor.

*Module for Assessment.* The system provided a tool that is designed to facilitate student mentoring and advising. It is a comprehensive and integrated set of evaluation measures that provides information for use in monitoring student performance. This emulated the process of student assessment by the coordinators. Proposed subjects were the output of this particular module. It provided a list of possible subjects that a student can enroll in a semester that is based on the curriculum. It also ranked the possible subjects to be taken by the student based on subject prioritization.

*Module for Student Kiosk.* Student Kiosk is a computer terminal containing a specialized software application that provides access to information for the students. This module provided the students with an interface to enable them to view their grades in currently enrolled subjects and for their own self-assessment. There is an already existing computer kiosk that is located inside the registrar's office that the students can freely use.



Therefore, the development was only limited to the module for students' grades and self-assessment.

*Security Module.* This function provided administrative tools for system maintenance, facilitated management of look-up tables, system configuration, scheduled services, facilitated management of users and groups, and privileges and security.

*Business Intelligence Integration.* The system integrated business intelligence specifically in the query and reporting component. All the reports are dynamic, and update in real time if there are any transactions to be done by the users. Each report is generated by joining more than one table in the connectivity of database. This ensures the accuracy and consistency of the data in the report. The system provided enterprise reporting to serve the strategic management of DMCCFI. It only involved data visualization like statistical and graphical reporting technique. It offered customizable reports ready for printing in tabular and graphical format. In addition, it generated statistical reports of transactions such as students' grades per semester, provided a list of students who failed in a particular teacher or subject, and produced a list of students who need counseling and tutorials due to failing grades. It has business intelligence capabilities that help the Deans, Coordinators etc. in assessing the failing/passing trends of a particular subject or instructor and to take better insight on these information. Moreover, it facilitated the generation of a faculty list at the end of each semester for those who failed or passed in their subjects As well as it provided customizable reports for the students TOR ready for printing.

This study is only limited to the standard operations and procedures in the submission of grades, automation of the student academic records and student course and subject assessment. Users of the system are also limited to the students, deans, coordinators, faculty members, and non-academic employees who comprise the registrar staff of DMC College Foundation. The computation of grades was not covered in this proposed system. The development of the proposed system also included a module for subject assessment, considering the absence of the said module in the presently-used enrollment system.

#### **4. Related systems**

There are related open-source systems that are most relevant to the proposed automated student record management system. Although it is open and free, customization of the system would be difficult considering that DMCCFI operates uniquely. Among these related systems are the following: Fedena, Pillmex, Scholl ERP, openSIS, and SchoolTool.

*Fedena* is multi-purpose school management software used by thousands of educational institutions worldwide for all administration, management, and learning-related activities. Moreover, Fedena is an open source school management software developed by Ruby on Rails framework. It is a web 2.0 application that is being developed by Foradian Technologies. Fedena is used by the Education Department of the Government of Kerala to automate the system and process over 15,000 schools in the state and later named as Sampoorana.

*Pillarex School ERP* has been designed to ensure data maintenance is made simpler and easier. Various user-friendly interfaces are featured to catalyze the process of reducing maintenance time, but the strong foundation of ERP data structure ensured the reliability and completeness of the data. Pillarex School Management software provides enhanced power to every single stakeholder of the school. Especially designed ERP is capable of managing different kinds of exceptions occurring in day to day transactions within the confines of different schools. Centralized system and standardized processes help in bringing uniformity to the school's system. Constant monitoring of reports leading to a realization of gaps and attempts at process re-engineering can lead to the betterment of the school.

The system called *openSIS* is one of several free and open source student information systems available for the K-12 curriculum and for higher education institutions. The solution was on the verge of development for several years, appearing to possess the functionality that long time commercial versions also have today. This kind of solution is a 100% web-based application, has a polished look, a great deal of required functionality and appears to be user-friendly as can be observed on its online demo website. The system is developed and

maintained by Open Solutions for Education; it is written in the PHP programming language and uses the MySQL database system to store information.

*SchoolTool* is a GPL licensed, free student information system for schools around the world. The goals of this project are to create a simple turnkey student information system that includes demographics, grade book, attendance, calendaring, and reporting for primary and secondary schools. It has a framework for building customized applications and configurations for individual schools or states. *SchoolTool* is built as a free software/open source software stack licensed under the GNU General Public License, Version 2, written in Python using the Zope 3 framework.

In the same way, the budget preparation and monitoring system by Genove (2011) is integrated with business intelligence particularly in the query and reporting section [6]. All the reports are dynamic, and automatically updates in real time, should there be any transactions done by the system users. Most companies collect a large amount of data from their business operations. To keep track of that information, a business would need to use a wide range of software programs, such as Microsoft Excel, Access, and other different database applications that cater to various departments throughout their organization [7]. Using multiple software programs made it difficult to retrieve information in a timely manner and to perform analysis of the data. Business intelligence software like Sybase Business Intelligence Software Solutions, provided radically innovative enterprise analytics and data warehousing software tools that gave customers the power and speed they need to make actionable business intelligence a reality even in real time.

## **5. The System Development**

### **5.1. Functional Requirements**

A program's functional requirement describes what a software system should do entirely from the user's perspective; it also covers the description of the behavior of the system as it relates to the system's functionality [9]. The functional requirements were formulated through the use of a prototype, especially in eliciting the requirements. A working prototype was developed to strategically capture the requirements that the coordinators and deans of DMCCFI have discussed with the researchers. The functionalities mentioned were based on existing standard requirements of the grade submission and assessment system, with the approval and coordination from DMCCFI coordinators and deans.

### **5.2. Non-Functional Requirements**

Non-functional requirements are constraints on the services and functions of the program and also expectations about performance. They can include target platform specifications, timing constraints, performance requirements, memory usage requirements, file access privileges, security requirements, response times, minimum number of transactions per second, and so on. These are usually requirements that may not be visible to the user, but which do affect the user experience [9]. This should be contrasted with functional requirements that define specific behavior or functions.

### 5.3. Conceptual Framework

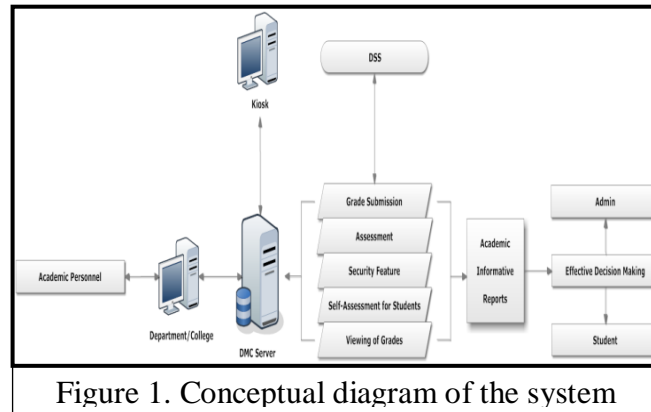


Figure 1. Conceptual diagram of the system

The model of the study follows the principle of input process-output-outcomes (Figure 1). The inputs are came from the faculty, students, non-academic personnel, coordinator, administrators, and deans in the different departments and offices of the school. The College of Nursing, College of Computer Studies, School of Hotel and Institution Management, School of Business Administration, Allied Health Sciences, School of Teacher Education, School of Criminology and the Registrar's Office were the primary concern of this study. The processes included the grade submission, student course and subject assessment by the coordinator, self-assessment by the students, administration and accessing, and viewing of students' records. The output provided decision support to faculty, deans, vice deans, coordinators and DMC Administrators.

### 5.4. Development Models

The following models were the bases during the analysis and design phase of the study:

*Client-Server Architecture.* In order to achieve the networking mechanism, the client server architecture was advised. A network architecture is used to service a single company, using a local area network (LAN), or sometimes a wide area network (WAN), where many, many client computers communicate with a single server computer. The server computer, quite literally, serves up information and services. The client computer consumes information provided by the server computer. There is a two-way interaction between the client computer and the server computer, such that client computers can also send information back to server computers. The Client-Server model of computing was a distributed application structure that partitioned tasks or workloads between the providers of a resource or service, called servers, and service requesters, called clients. Often, clients and servers communicated over a computer network on separate hardware, but both client and server may reside in the system.

*Unified Modeling Language (UML).* Unified Modeling Language (UML) is a collection of languages that primarily supports object-oriented modeling of software systems in terms of flows, objects, and messages [10]. The UML is a tool for specifying software systems. Standardized diagram types help to describe and visually map a software system's design and structure. It is possible to model just about any kind of application, both specifically and independently of a target platform through the use of UML.

*Enterprise Reporting.* Enterprise reporting or production reporting typically involves high-volume, high-resolution reports that are run on a regular basis. It was used as the regular provision of information to decision-makers within an organization to support them in their work (dangling). These reports can take the form of graphs, text and tables and are typically disseminated through an intranet as a set of regularly updated web pages (or enterprise portal). Alternatively, they may be e-mailed directly to users or simply printed out and handed around, in a time-honored fashion.

*Data Visualization.* Data visualization is the study that visually presents abstracted information in certain schematic forms, which also includes their own attributes and variables. The basic aim of the data visualization is to convey the information with graphical

methods in a more clear and effective way. The main goal of data visualization is to communicate information clearly and effectively through graphical means. It does not mean that data visualization needs to look boring to be functional or extremely sophisticated to look beautiful.

### 5.5. Development Tools

The following are the tools that were used in the development of the proposed system of DMC College Foundation:

*Windows Server 2008 R2* –It was used to host the proposed system.

*Microsoft SQL Server 2008* - It was used in the connectivity of databases in the programming application of the proposed system.

*Microsoft Visual Studio* – an integrated development environment (IDE) from Microsoft. It was used to develop console and graphical user interface applications.

*C#* - the language that was used for the development of the automation of the preparation and submission of the students' grades and assessment which uses Microsoft Visual Studio as the integrated development environment (IDE).

*DevExpress* - a customization tool to help enhance the forms and reports. This was also used for data visualization. For the integration of business intelligence, enterprise reporting and data visualization were used together with the customization tool-DevExpress.

*Smart Draw* - a visual processor used to create flowcharts, organization charts, mind maps, project charts, and other visuals. This was the tool that was used to create graph, charts and processes in the proposed system.

## 6. The System

A user-interface is a set of commands or menus through which a user communicates with a program. Screen layout is one of the many attributes of the system when it comes to its user-friendliness. It should be designed in such a way that the users can navigate through the system quickly and easily. It should also provide a clear recognition of the task that users need to perform. The DMC Automated Student Record Management and Assessment screen layout (Figure 2), shows the main menu and icons in the system. It would be used for grade submission, assessing students, adding prospectus and subjects, viewing of grades and currently enrolled subjects. The processing is done by the instructors, the coordinators, and the deans. The registrar is tasked to handle the processing, and provide services to the patrons.

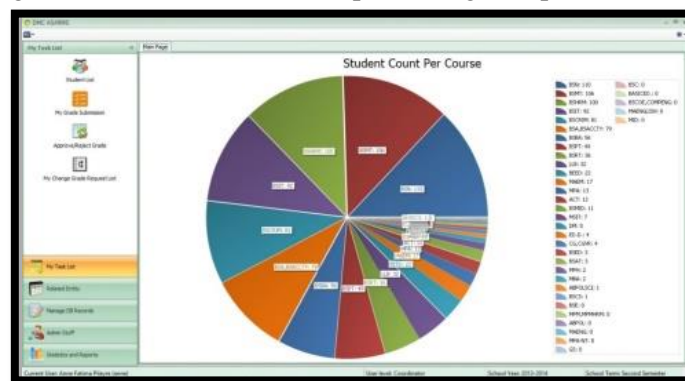


Figure 2. Main Menu of the Automated Student Academic Record Management and Assessment.

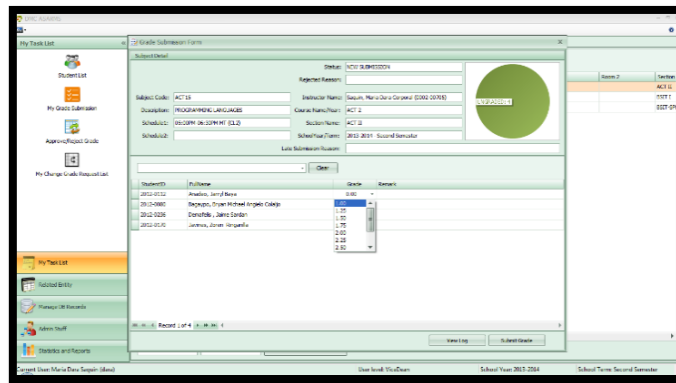


Figure 3. Module for Grade Submission

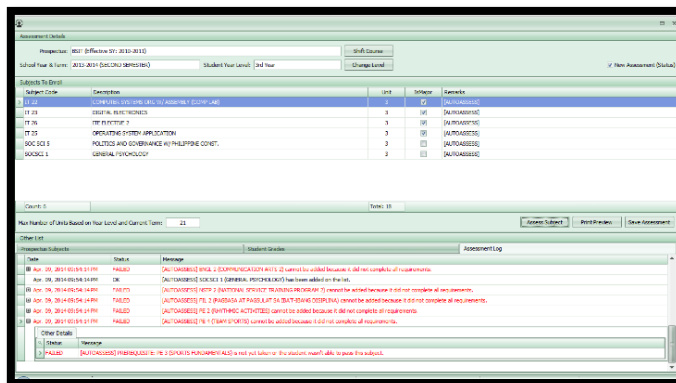


Figure 4. Module for Assessment.

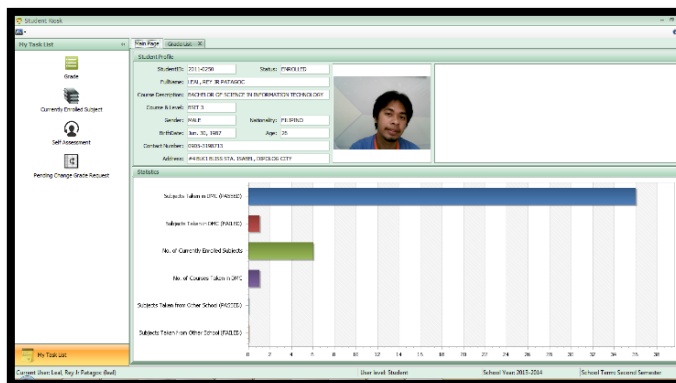


Figure 5. Module for Student Kiosk.

## 7. Business Intelligence Integration

As used in this study, the term Business intelligence (BI) refers to the overall capabilities a company uses to collect and analyze data from a variety of sources to better understand its operations and make better managerial decisions [4]. Business intelligence means the ability of an organization to collect, maintain, and organize knowledge. It aims to support better business techniques and decision-making ability with solutions that take business intelligence (BI) to a whole new level in getting the right information. The system used enterprise reporting, particularly the tabular type of business intelligence reporting. The system integrated business intelligence specifically in the query and reporting component. All the reports are dynamic, and update in real time if there are any transactions to be done by the users. Each report is generated by joining more than one table in the connectivity of database. This ensures the accuracy and consistency of the data in the report.

In this system, the queries and computations are both done in stored procedure in Microsoft SQL Server 2008 and DevExpress report feature. There are several reports created for the department heads (coordinators, deans and vice deans). These reports are generated

within a specific semester and school year. Figure 7 presents the comprehensive graphical representation of the semestral student passing percentage by instructor. Figure 7 presents the comprehensive graphical representation of the student passing percentage by subject for every semester. Figure 8 presents a detailed summary of the students who passed and failed in a particular subject. Figure 9 presents the students QPA by course.

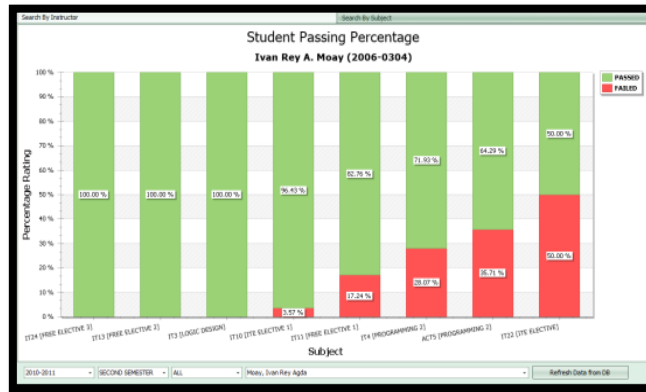


Figure 6. Screenshot of Student Semestral Passing Percentage Graph by Instructor

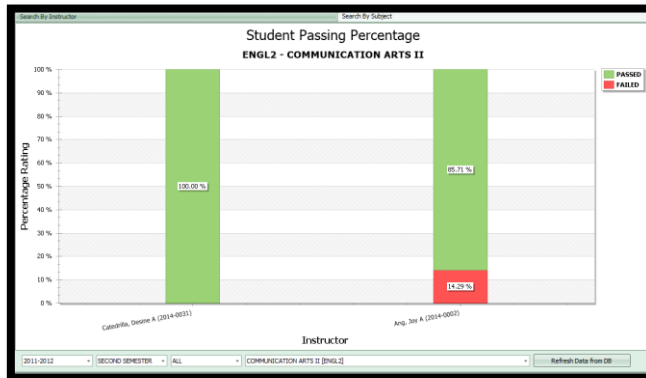


Figure 7. Screenshot on the student passing percentage by Subject

SubjectCode	Description	InstructorID	Instructor	StudentID	Student
ACT5	OBJECT ORIENTED PROGRAMMING	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
ACT3	MATHEMATICS & STATISTICS ANALYSIS (COMM LAB)	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
ACT5	OBJECT ORIENTED PROGRAMMING AND ELECTRONETS	20140100	Calabita, Despre A	2012 0129	Posada, Fynch Jordan Calaverda
ACT5	OBJECT ORIENTED PROGRAMMING	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
IT13	SPEECH	20140100	Ang, Joy A	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
MATH	COLLEGE ALGEBRA	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0129	Posada, Fynch Jordan Calaverda
MATH	ANALYTIC GEOMETRY	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
MATH	ANALYTIC GEOMETRY	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
SPRINTATION	ORIENTATION	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda
IT3	LOGIC DESIGN	20140100	Moay, Ivan Rey Agda	2012 0162	Posada, Fynch Jordan Calaverda

Figure 8. Screenshot of the list of students who failed by course.

Student ID	Student Name	Course	QPA	Subject	QPA
2009-0242	Sarola, Jason Barrios	BSIT	15	3	1.1
2009-0247	Borichan, John Ouellet	BSIT	15	3	1.2
2009-0249	Zamora, Antonio Arsenau	BSIT	15	3	1.2
2009-0256	Changoy, Jeremy George	BSIT	15	5	1.25
2009-0262	Comales, Hector Luis Linares	BSIT	15	3	1.35
2009-0267	Perez, Juan Linares	BSIT	15	3	1.5
2011-0273	Perez, Alvaro Rosa Aguilar	BSIT	27	9	1.47
2009-0287	Talavera, Alvaro Pineda	BSIT	15	6	1.42
2009-0292	Alvarez, Oscar Hail Est	BSIT	15	5	1.45
2009-0297	Mora, Hilda Yuliana	BSIT	15	5	1.50
2009-0298	Perez, Oscar Rosendo	BSIT	15	5	1.45
2009-0299	Rodriguez, Federico Walter	BSIT	15	5	1.45
2012-0323	Aranda, Jairo Rocio	BSIT	27	9	1.50
2012-0339	Rosales, Angeli J. Chang	BSIT	4	1	1.5
2009-0373	Serrano, Ivan Raymundo	BSIT	15	5	1.5
2009-0389	Alvarez, Jonathan Piel	BSIT	15	5	1.55
2009-0398	Trois, Richard A. Hans Rufago	BSIT	15	3	1.55
2009-0207	Morales, Bryan Dames	BSIT	15	3	1.5
2010-0386	Beltrán, Nelson Dames	BSIT	21	7	1.61
2010-0393	Arribas, J., Doris Yildiz	BSIT	27	10	1.62
2010-0398	Cabrera, Sol Ori-Oruena	BSIT	21	7	1.61
2009-0403	Mathematics, Cesar Serrano	BSIT	15	3	1.65
2010-0411	Ortega, Jesus Ignacio	BSIT	27	10	1.62
2009-0423	Alcala, Christian Luis Rodriguez	BSIT	18	6	1.67

Figure 9. Screenshot of the student QPA by course.

## 8. System Evaluation

The system usability test was conducted by the researchers in seven departments/colleges, namely: College of Nursing, School of Criminology, Allied Health Sciences, College of Computer Studies, School of Education, School of Business Administration and School of Hotel Restaurant and Institution Management from February 13 – 22, 2014. A summary of the distribution of the respondents shows that of the 271, 243 are DMCCFI students, 24 are DMCCFI faculty, and four are DMCCFI coordinators and department heads. The IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaire by Lewis (2009) was the evaluation tool used.

For the computer system usability testing, These were completed by the faculty, coordinator, dean, dean of instruction, VPAA, registrar, registrar staff, secretary, and some selected students to make sure that the system conformed to their needs and requirements. After each testing, an evaluation form was provided for testers in order to rate the responsiveness, accuracy, and efficiency of the system. The evaluation form consisted of criteria with relevance to the system. The gathered data were compared and were assessed in accordance with the projects' objectives. It was also scaled to check if the system satisfies the requirements. The comments and suggestions from the users were also gathered for the purpose of further improvement of the system.

During the actual survey administration of the college students of DMCCFI, a random selection procedure was utilized. There were two different groups for the administration. The first group, DMCCFI students (n=243) (Table 2), were randomly selected during computer laboratory classes for the reason that the demonstration has to be conducted inside the computer laboratory. The researchers asked for an approval from the dean of instruction and the instructors in-charge in the laboratory room before the demonstration and testing process. Some faculty, laboratory assistants and student assistants helped in the conduct of the system usability evaluation. The researchers demonstrated the system's features in detail, viewing of currently enrolled subjects, status of change grade request, and student self-assessment modules. The respondents also did some hands-on self-assessment processes. After the hands-on, they answered the same system usability questionnaire.

The second group of system usability testing was also conducted by the researchers in Computer Laboratory 3 and the respondent's offices, in order to consider the evaluation coming from the faculty, coordinators and department heads. This group of respondents did some hands-on on grade submission, grades approval, adding prospectus, adding subjects on prospectus, student assessment processes. The researchers asked an approval from the Vice President for Academic Affairs, Dean of Instruction and College Deans before the demonstration and testing process. During the demonstration, the automated grade submission and assessment features were presented in detail. The respondents were asked to answer the system usability survey questionnaire. A total of 28 respondents of this group participated during the system usability evaluation, wherein 24 were DMCCFI faculty while 4 were coordinators.

System usability results from the students, faculty and coordinators were computed through their average weighted mean. According to the students, the average weighted mean of the system usability is 6.4 with the interpretation of “Strongly Agree”. According to the faculty, the average weighted mean of the system usability is 6.5 with the interpretation of “Strongly Agree”. According to the coordinators, the average weighted mean of the system usability is 6.4 with the interpretation of “Strongly Agree”. This implies that the system is strongly high in its usability. This result also suggests that the system provides high satisfaction among the respondents. Likewise it reveals that the system is highly simple and easy to use, effective, efficient, informative, easy to understand, and clear. Further, this implies that majority of the respondents strongly agree with the capabilities, functions, and the ease of use of the proposed system.

## **9. Conclusion**

After a thorough analysis of the problem and design, the proposed automated student academic record management and assessment of DMCCFI was successfully developed. The system is usable and acceptable by the users as manifested in the usability and acceptance testing. However, there is a need to improve the performance of the manual system specifically on the need to improve response time of the processes. There is also a need to improve the manual records management that would provide accurate information and without capturing the information redundantly. In the same manner, there is also a need to improve the control and security measures of the manual records management and assessment of DMCCFI. Moreover, there is a need to improve the registrar’s manual services to its clientele. Further, problems and challenges of the DMCCFI records management and assessment services are recurring because of the manual operations that can cause delay in the processes.

The proposed system can improve the performance, control and security of the registrar’s services. The proposed system is efficient, effective, and user-friendly. It is very good in terms of usability and accessibility. The faculty member, coordinators, and students believe and are confident that the system is very usable. The developed system has functions and features that are highly-acceptable by the users such as grade submission, assessment, student kiosk, and security feature/administration. It offers graphical enterprise reporting as business intelligence technique for decision-support. Furthermore, the proposed system enables the coordinators and department heads to maintain and organize grade submission processes and student assessment for better decision-making.

## **10. Recommendations**

Based on the aforementioned conclusions, it is highly recommended that the proposed system should be implemented in DMC College Foundation. For a successful implementation of the proposed system, the following recommendations should be considered:

An administrative policy has to be formulated that will include a rigid system orientation, user awareness and updates in the automated record management and assessment of the institution;

An intensive hands-on training for the prospective users in order to build awareness of the system’s capabilities and features;

A parallel run for the implementation of the system, to be conducted in time for 1st semester, the results of which will be compared to the manual process of the grade submission and student assessment;

Maintain optimal functioning conditions of the server and create maintenance plan needed to ensure the system usability that are constantly delivering effective and efficiency of the system;

The developer, together with all the coordinators and department heads of DMCCFI should conduct an evaluation of the system per semester for further improvement and development; and,



The administration should add a policy regarding INC (for students who only have incomplete requirements in a subject or for students who may be considered to pass the subject through removal exams) instead of giving the student an automatic mark of 5.0, which is mandated under CHED Memorandum Order 2 series of 2010.

## **11. Acknowledgments**

We would like to give thanks to the Commission on Higher Education (CHED) for the Faculty Development Program Scholarship and DMC College Foundation for the endorsement of the Scholarship. Our invaluable gratitude to Dr. Reynaldo Rivera, Engr. Chuchi S. Montenegro, Dr. Yong Gyun Kim and Mr. Mark Onte for their guidance and for rendering their professional opinion. We would like also to acknowledge the inputs during the 12th National Conference in Information Technology Education (NCITE 2014) on October 23 - 25, 2014, Boracay, Aklan, Philippines.

## **REFERENCES**

- Definition of Student Academic Records. (2013). Retrieved from Undergraduate Medical Education University of Toronto website,  
[http://www.md.utoronto.ca/students/acad\\_prof/Student\\_Academic\\_Records/Definition\\_of\\_Student\\_Academic\\_Records.htm](http://www.md.utoronto.ca/students/acad_prof/Student_Academic_Records/Definition_of_Student_Academic_Records.htm)
- Records Management Overview - Records Management (2013), Retrieved from UW - Madison Libraries website <http://archives.library.wisc.edu/records/Overview.html>
- Quible, Z. (2004). An Introduction to Administrative Office Management: The Organizing Process  
Dubai Computer Services (2013), Retrieved from Malumat™ Business Intelligence Systems website  
[http://dubai-computer-services.com/business\\_intelligence.html](http://dubai-computer-services.com/business_intelligence.html)
- Runcie, T., and Mark D. (2013). Making Effective Business Decisions Using Microsoft Project. John Wiley & Sons: Business Intelligence: Knowledge of Key Success Ingredients for Project Server
- Genove, P. G. and Marcial, D. E. (2012). Network-driven Budget Preparation and Monitoring System. Presented during the 10th National Conference on IT Education on October 18-20, 2012 at Northwestern University, Laoag City, Ilocos Norte.
- SYBASE (August 19, 2011), Business Intelligence & Analytics, Retrieved from  
<http://www.sybase.com/products/datawarehousing/business-intelligence>
- Dooley, J. (2011). Software Development and Professional Practice. Object Oriented Design Principles.
- Rittgen, P. (2007). Enterprise Modeling and Computing with UML. IGI Global. Data Modelling Design.
- Runcie, T., and Mark D. (2013). Making Effective Business Decisions Using Microsoft Project. John Wiley & Sons: Organizational Structures
- Banu Inanc Uyan Dur, Analysis of Data Visualizations in Daily Newspapers in Terms of Graphic Design, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 51, 2012, Pages 278-283, ISSN 1877-0428



# APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN TANAMAN OBAT HERBAL UNTUK BERBAGAI PENYAKIT DENGAN METODE ROC (*RANK ORDER CENTROID*) DAN METODE *ORESTE* BERBASIS *MOBILE WEB*

Nella Astiani<sup>1</sup>  
nellaastiani@gmail.com

Desi Andreswari<sup>2</sup>  
dezieandrez@yahoo.co.id

Yudi Setiawan<sup>3</sup>  
ys.teknik@unib.ac.id

## **Abstract**

*Herbal medicinal plant is a traditional medicinal plant that is used to cure a disease. Most of modern people did not know yet the benefits that will be gotten from herbal plants for the health. This research developed a supporting decision application system of herbal medicinal plants for various diseases. ROC (Rank Order Centroid) method was used to count the total number of criteria value and Oreste method was used to rank the alternative herbal medicinal plants with criteria which influence it, namely disease, blood pressure, tall, weight, user's condition (other diseases), age, kinds of plants, substance and efficacy of plants themselves. Final result of this system was that there were some alternative herbal medicinal plants which were appropriate to user's disease. In this research, the researcher conducted white box testing by using path base testing to make complex logical estimates to define current action and conducted black box testing by using equivalence partitioning technique which divided domain input, decided testing case by explaining kinds of mistakes. The results of proper test for the system which were done by using questionnaire were gotten 86.75% for testing of functional system, 87% for interface and accessing testing, and 87.33% for testing of advantages system.*

**Key words:** *Supporting decision system, herbal medicinal plants, disease, ROC (Rank Order Centroid), Oreste*

## **1. Pendahuluan**

Perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat telah membawa banyak perubahan bagi kehidupan manusia. Teknologi terus dikembangkan dan semakin berkembang demi memenuhi tuntutan manusia terhadap berbagai kemudahan, teknologi digunakan oleh manusia dalam membantu menyelesaikan pekerjaan merupakan hal yang menjadi keharusan dalam kehidupan. Keberadaan teknologi dalam kehidupan kini telah menjadi suatu kebutuhan dan gaya hidup, salah satunya teknologi *mobile computing*.

Tanaman obat herbal merupakan tanaman yang digunakan sebagai obat tradisional. Pada masyarakat modern, masyarakat belum begitu mengetahui manfaat apa saja yang dapat diperoleh dari tanaman herbal untuk kesehatan, itu dikarenakan masyarakat lebih mengenal obat-obatan dari bahan kimia. Sehingga membuat masyarakat kurang mengetahui kelebihan yang dimiliki tanaman herbal dibandingkan obat-obatan kimia yang biasa mereka konsumsi, bahkan terkadang masyarakat saat membeli obat tidak begitu mengetahui kandungan obat yang diresepkan oleh dokter.

Kandungan yang terdapat pada obat herbal dapat digunakan sebagai atribut-atribut penentu kecocokan obat herbal untuk penyakit yang diderita oleh penderita. Atribut-atribut yang menjadi pengaruh faktor penentu tersebut dianalisa, sehingga diharapkan dapat ditemukan hasil yang sesuai dengan prioritas kebutuhan konsumen sesuai dengan penyakit yang diderita. Atribut-atribut tersebut dapat digunakan sebagai variabel-variabel penentu di dalam sistem pendukung keputusan.

Kelebihan pada sistem pendukung keputusan digunakan pada android adalah kemudahan dalam menerima informasi yang bisa dilakukan dimana saja dan kapan saja.

---

<sup>1</sup> Universitas Bengkulu , Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika.

<sup>2</sup> Universitas Bengkulu , Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika.

<sup>3</sup> Universitas Bengkulu , Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika.

Karena android merupakan sistem operasi yang mendominasi perangkat *mobile* dan tablet saat ini. Sehingga akan mudah untuk memberikan informasi kepada pengguna mengenai tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit serta meminimalisasi terjadinya kebingungan untuk memilih tanaman obat herbal.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Tanaman Obat Herbal untuk Berbagai Penyakit dengan Metode ROC (Rank Order Centroid) dan Metode Oreste Berbasis Mobile Web**”.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Sistem Pendukung Keputusan

Menurut (Alter, 2002) dalam (Kusrini, 2007), Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System (DSS)* merupakan sistem informasi interaktif yang menyediakan informasi, pemodelan, dan pemanipulasian data. Sistem ini digunakan untuk membantu pengambilan keputusan dalam situasi yang semiterstruktur dan tidak terstruktur, dimana tidak seorang pun tahu cara pasti bagaimana keputusan seharusnya dibuat.

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) biasanya dibangun untuk menyelesaikan solusi atas suatu masalah atau untuk mengevaluasi suatu peluang. SPK yang seperti itu disebut aplikasi SPK. Aplikasi SPK digunakan dalam pengambilan keputusan. Aplikasi SPK menggunakan CBIS (*Computer Based Information Systems*) yang fleksibel, interaktif, dan dapat diadaptasi, dikembangkan untuk mendukung solusi atas masalah manajemen spesifik yang tidak terstruktur. Aplikasi SPK menggunakan data, memberikan antarmuka pengguna yang mudah, dan dapat menggabungkan pemikiran pengambil keputusan. SPK lebih dianjurkan untuk mendukung manajemen dalam melakukan pekerjaan yang bersifat analitis dalam situasi yang kurang terstruktur dan dengan kriteria yang kurang jelas[1].

### 2.2. Pengertian Tumbuhan Obat

Tumbuhan obat adalah semua tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat, berkisar dari yang terlihat oleh mata hingga yang nampak dibawah mikroskop. Menurut Zuhud dalam (Kartikawati, 2004), tumbuhan obat adalah seluruh jenis tumbuhan obat yang diketahui atau dipercaya mempunyai khasiat obat yang dikelompokkan menjadi :

1. Tumbuhan obat tradisional, yaitu: jenis tumbuhan obat yang diketahui atau dipercaya oleh masyarakat mempunyai khasiat obat dan telah digunakan sebagai bahan baku obat tradisional.
2. Tumbuhan obat modern, yaitu: jenis tumbuhan yang secara ilmiah telah dibuktikan mengandung senyawa atau bahan bioaktif yang berkhasiat obat dan penggunaannya dapat dipertanggungjawabkan secara medis.
3. Tumbuhan obat potensial, yaitu: jenis tumbuhan obat yang diduga mengandung senyawa atau bahan aktif yang berkhasiat obat, tetapi belum dibuktikan secara ilmiah atau penggunaannya sebagai obat tradisional sulit ditelusuri [2].

### 2.3. Metode Oreste

*Oreste* menurut Pastijn dan Leysen dalam (Ayu Wulandari, 2015) merupakan metode yang dibangun sesuai untuk kondisi dimana sekumpulan alternatif akan diurutkan berdasarkan kriteria sesuai dengan tingkat kepentingannya. Salah satu proses dalam metode *Oreste* adalah *Besson-rank*, adapun *Besson-rank* tersebut adalah proses pemberian ranking untuk sejumlah kriteria atau alternatif berdasarkan tingkat kepentingannya. Urutan langkah dalam menentukan peringkat menggunakan metode *Oreste* :

1. Jadikan Dalam Bentuk *Ordinal (Besson – Rank)* Jika ada nilai yang sama, maka rangkingnya dicari rata-ratanya. Dari hasil tersebut, urutkan dari besar ke kecil. Rangking nilai alternatif dari kriteria terbesar diberi nilai 1, dan untuk nilai selanjutnya di urutkan berdasarkan nilai yang menjadi urutan selanjutnya.
2. Menghitung *Distance-score* dengan cara menghitung setiap pasangan alternatif-kriteria sebagai nilai "jarak" untuk posisi yang ideal dan ditempati oleh alternatif terbaik untuk

kriteria yang paling penting. Skor ini adalah nilai rata-rata *Besson-rank*  $r_{cj}$  kriteria  $C_j$  dan *Besson-rank*  $r_{cj}(a)$  alternatif  $a$  dalam kriteria  $C_j$ .

$$D(a, C_j) = \left[ \frac{1}{2} r_{cj}^R + \frac{1}{2} r_{cj}(a)^R \right]^{\frac{1}{R}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$D(a, C_j)$  = *Distance Score*

$r_{cj}$  = *Besson – rank* kriteria  $j$

$r_{cj}(a)$  = *Besson – rank* alternatif dalam kriteria  $j$

$R$  = Koefisien (*default* = 3 )

3. Buatlah Hasil *Distance Rank* menjadi *Global Rank* Yaitu dengan mengurutkan hasil dari *Distance Rank* dalam bentuk *Ascending* (kecil ke besar)
4. Penjumlahan *Global Rank* Jumlahkan semua alternatif dalam kriteria dalam satu baris pada setiap kolom (yang sering dipanggil *Summary*).
5. Maka di dapat hasil akhir (*Ascending*) hasil *Summary* pada *Global Rank* hasilnya di urutkan. Data dengan nilai *Summary* terkecil merupakan data prioritas utama (peringkat pertama).

Setiap bobot yang diberikan harus mencerminkan jarak dan prioritas setiap kriteria dengan tepat [3].

**2.5. Metode ROC (Rank Order Centroid)**

ROC didasarkan pada tingkat kepentingan atau prioritas dari kriteria, teknik ROC memberikan bobot pada setiap kriteria sesuai dengan ranking yang dinilai berdasarkan tingkat prioritas. Biasanya dibentuk dengan pernyataan “Kriteria 1 lebih penting dari kriteria 2, yang lebih penting dari kriteria 3” dan seterusnya hingga kriteria ke  $n$ , ditulis. Untuk menentukan prioritasnya, diberikan aturan yaitu dimana nilai tertinggi merupakan nilai yang paling penting diantara nilai yang lainnya. Atau dapat dijelaskan sebagai berikut :

Jika

$$Cr_1 \geq Cr_2 \geq Cr_3 \geq \dots \geq C_m \dots\dots\dots(2)$$

Maka,

$$W_1 \geq W_2 \geq W_3 \geq \dots \geq W_n \dots\dots\dots(3)$$

Selanjutnya, jika  $k$  merupakan banyaknya kriteria, maka

$$W_1 = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k}}{k} \dots\dots\dots(4)$$

$$W_2 = \frac{0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k}}{k} \dots\dots\dots(5)$$

$$W_3 = \frac{0 + 0 + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k}}{k} \dots\dots\dots(6)$$

$$W_k = \frac{0 + \dots + 0 + \frac{1}{k}}{k} \dots\dots\dots(7)$$

Secara umum pembobotan ROC dapat dirumuskan sebagai berikut [4]:

$$W_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{i}\right) \dots\dots\dots(8)$$

**2.6. Mobile Web Application**

*Mobile web application* adalah aplikasi *mobile* yang tidak perlu di-*install* atau di-*compile* pada *device*. *Mobile web application* menggunakan XHTML, CSS, dan JavaScript. *Mobile Web Application* dapat memberikan pengalaman seperti memakai aplikasi kepada pengguna ketika menjalankannya di *Mobile Web Browser*. *Web Application* memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan konten dalam kondisi *real-time*, di mana klik atau *touch* melakukan aksi di dalam tampilan saat ini [5].

**2.7. UML (Unified Modeling Language)**

*Unified Modeling Language* (UML) adalah keluarga notasi grafis yang didukung oleh meta-model tunggal, yang membantu pendeskripsian dan desain sistem perangkat lunak, khususnya sistem yang dibangun menggunakan pemrograman berorientasi objek (OO).

Berdasarkan sifatnya, jenis diagram UML ada 9, diantaranya *class diagram*, *sequence diagram*, *usecase diagram*, *activity diagram*, *object diagram*, *component diagram*, *collaboration diagram*, dan *deployment diagram* [6].

## 2.7. Bahasa Pemrograman PHP

PHP, singkatan rekursif dari PHP: Hypertext Preprocessor, adalah bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk tujuan umum, sama seperti bahasa pemrograman lain: C, C++, Pascal, Python, Perl, Ruby, dan sebagainya. Meskipun demikian, PHP lebih populer digunakan untuk pengembangan aplikasi *web*. Dalam proses pembuatan halaman web, PHP tidak memerlukan kode yang panjang seperti pada Perl dan Python (misalnya) karena kode PHP dapat disisipkan didalam kode HTML [7].

PHP adalah salah satu Bahasa pemrograman skrip yang dirancang untuk membangun aplikasi *web browser*, program yang ditulis dengan PHP akan di-parsing didalam *web server* oleh interpreter PHP dan diterjemahkan kedalam dokumen HTML, yang selanjutnya akan ditampilkan kembali ke *web browser*. Karena pemrosesan program PHP dilakukan di lingkungan *web server*, PHP dikatakan sebagai bahasa sisi *server* (*server-side*). Oleh sebab itu, seperti yang telah dikemukakan sebelumnya, kode PHP tidak akan terlihat pada saat *user* memilih perintah “View Source” pada *web browser* yang mereka gunakan. Selain menggunakan PHP, aplikasi web juga dapat dibangun dengan java (JSP-JavaServer Pages dan Servlet), Perl, Python, Ruby, maupun ASP<sup>[8]</sup>.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian tentang sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit ini termasuk kedalam penelitian terapan. Penelitian terapan (*Applied Research/Partical Research*) adalah penelitian yang hasilnya digunakan untuk membuat suatu keputusan dalam rangka memecahkan persoalan atau menguji hipotesis. Hasil penelitian tidak perlu sebagai suatu penemuan yang baru, tetapi merupakan aplikasi dari penelitian yang telah ada.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi sebagai media untuk membantu para pengguna atau *user* dalam menentukan tanaman obat herbal yang sesuai dengan penyakit yang diderita dengan memanfaatkan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste*.

### 3.2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data, teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan metode wawancara, Wawancara dilakukan dengan dosen pertanian yaitu, Ir. Entang Inoriah M.P. dalam penelitian ini, beliau sebagai pakar untuk tanaman obat herbal yang digunakan dalam penelitian ini dan juga dengan studi kepustakaan yang diperoleh dari buku, jurnal, makalah maupun artike-artikel yang ada di internet.

### 3.2. Metode Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit dalam tugas akhir ini menggunakan model *Waterfall*. Model *Waterfall* mengusulkan sebuah pendekatan kepada perkembangan perangkat lunak sistematis dan sekuensial yang mulai pada tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh analisis, desain, kode, pengujian dan pemeliharaan. Adapun penjelasan langkah-langkah yang dilakukan dalam pengembangan sistem ini secara garis besar adalah sebagai berikut :

#### a. Analisis Kebutuhan

Sistem yang akan dibuat memerlukan masukan, keluaran dan kebutuhan *interface*. Tujuan analisis kebutuhan adalah sebagai batasan dari sistem yang akan dibuat, menentukan kemampuan dan fungsi sistem sesuai dengan kebutuhan *user*, dan fasilitas-fasilitas yang merupakan nilai tambah yang ada pada sistem yang dibangun. Adapun analisis kebutuhan sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

**i. Kebutuhan data masukan**

Data masukan yang dibutuhkan dalam sistem ini adalah Penyakit, tekanan darah, tinggi badan, berat badan, dan kondisi keadaan *user* (ibu hamil, penderita diabetes, penyakit jantung, penderita setelah operasi, penderita maag dan penderita asam lambung). Selanjutnya, sistem akan melakukan pencarian tanaman obat herbal yang sesuai dengan data yang telah di-*input* oleh pengguna atau *user* tersebut berdasarkan Penyakit, tekanan darah, tinggi badan, berat badan, kondisi keadaan *user* (ibu hamil, penderita diabetes, penyakit jantung, penderita setelah operasi, penderita maag dan penderita asam lambung), jenis tanaman, khasiat dan kandungan zat dari tanaman.

**ii. Kebutuhan data keluaran**

Adapun data keluaran yang dibutuhkan adalah berupa perangkingan atau urutan pilihan dari alternatif tanaman obat herbal berdasarkan penyakit yang diderita oleh pengguna. Dari urutan tanaman obat herbal yang akan ditampilkan selanjutnya, akan disertai dengan nama penyakit yang diderita, tanaman obat herbal, gambar tanaman dan cara pengolahan tanaman obat herbal.

**iii. Kebutuhan *interface***

Kebutuhan *interface* pada sistem adalah kemudahan dan kenyamanan pengguna saat mengakses sistem sesuai dengan permasalahan yang ada.

**b. Perancangan Sistem**

Perancangan sistem ini merupakan tahap konseptualisasi, yaitu suatu tahap yang mengharuskan analisis dalam perancangan sistem (perangkat lunak) untuk berusaha mengetahui mengenai hal-hal yang menjadi kebutuhan dan harapan pengguna, sehingga nanti sistem yang dibuat memang dibutuhkan oleh *user* serta memuaskan kebutuhan dan harapannya. Diagram yang digunakan dalam perancangan aplikasi ini adalah *Unified Language Diagram*.

**c. Implementasi**

Dalam pembuatan aplikasi, tahap ini merupakan tahapan secara nyata dalam pengerjaan aplikasi. Aplikasi sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit dengan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* akan dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna oleh penulis pada tahapan ini aplikasi yang akan dibangun berbasis *mobile web*.

**d. Pengujian Sistem**

Proses pengujian yang dilakukan pada aplikasi yang dibuat menggunakan dua metode pengujian yaitu *white box testing* dan *black box testing*.

**i. *White Box Testing***

*White box testing* merupakan kondisi pengujian yang didesain dengan memeriksa jalur logika. Pengujian yang dilakukan pada pengujian ini berupa menguji struktur internal yang ada pada program atau sistem.

Jenis pengujian *white box* yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *basis path testing*. *Basis path testing* adalah salah satu teknik pengujian *white box testing* yang mengidentifikasi kasus yang didasarkan pada aliran logika yang diambil dari program atau sistem. Dalam pengujian ini, penulis akan meneliti kode-kode program yang ada dan akan menganalisis apakah ada kesalahan atau tidak. Jika terdapat bagian dari kode yang menghasilkan *output* yang tidak sesuai maka penulis akan mengecek satu per satu dan memperbaikinya [9].

**ii. Black Box Testing**

Pengujian *black box* atau pengujian fungsional adalah pengujian kondisi yang dibangun berdasarkan fungsional dari program atau sistem, maksudnya pada pengujian *black box* dibutuhkan informasi mengenai data masukan dan sasaran keluaran tanpa harus mengetahui bagaimana program atau sistem tersebut bekerja (Lewis, 2005). Adapun jenis pengujian *black box* yang akan digunakan yaitu *Equivalence Partitioning*, yaitu metode yang membagi domain masukan dari suatu program ke dalam kelas-kelas data berdasarkan pada premis masukan dan keluaran dari suatu komponen yang dipartisi ke dalam kelas-kelas, menurut spesifikasi dari komponen tersebut, yang akan diperlakukan sama (ekuivalen) oleh komponen tersebut [9].

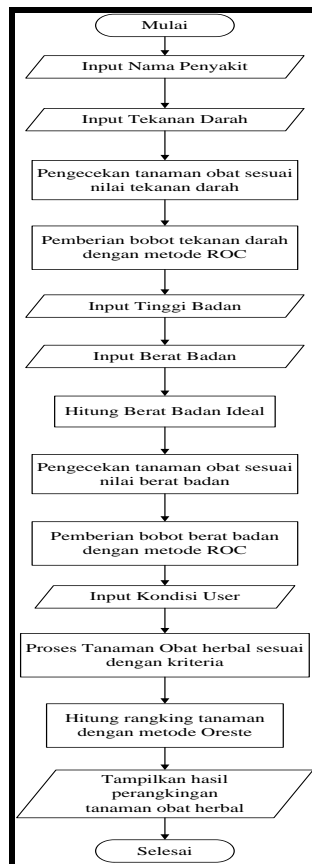
**e. Penggunaan dan Pemeliharaan**

Setelah sistem selesai maka pengguna akan menggunakan sistem. Jika terdapat pengembangan fungsional dari sistem yang diinginkan oleh pengguna, maka akan dilakukannya pemeliharaan dengan cara memperbaiki sistem jika terjadi kerusakan atau kesalahan pada sistem.

**4. Analisis Dan Perancangan**

**4.1. Cara Kerja sistem**

Aplikasi sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit dengan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* ini melakukan penentuan tanaman obat herbal yang akan digunakan bagi penyakit yang diderita oleh pengguna berdasarkan atribut-atribut yang akan menjadi faktor penentu tanaman obat herbal yang akan dihasilkan pada sistem. Hasil yang didapatkan berupa perankingan dari tanaman obat herbal dengan menggunakan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste*. Secara garis besar cara kerja sistem yang dibangun ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Kerja Sistem



#### 4.2. Perancangan Model UML (Unified Modeling Language)

Perancangan model UML ditunjukkan untuk memberikan gambaran secara umum tentang sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem Aplikasi sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit dengan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* ini menggunakan model diagram UML, yaitu :

##### a. Usecase Diagram

*Usecase diagram* adalah diagram yang bekerja mendeskripsikan tipikal interaksi antara pengguna dengan sebuah sistem melalui sebuah cerita bagaimana sebuah sistem digunakan. *Usecase diagram* terdiri dari sebuah aktor dan interaksi yang dilakukannya. Aktor tersebut dapat berupa manusia, perangkat keras, sistem lain, ataupun yang berinteraksi dengan sistem.

##### i. Identifikasi aktor dan interaksinya dengan sistem

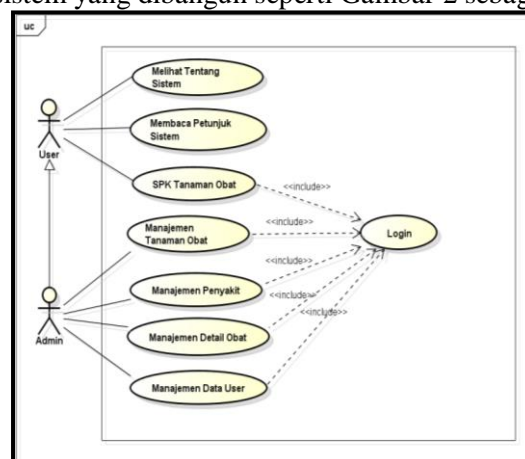
Sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit adalah sistem yang berbasis *mobile web* yang digunakan oleh dua pengguna. Adapun indikasi aktor dengan sistem akan dijelaskan pada table 1 berikut ini :

Tabel 1. Kegiatan Aktor dan Interaksinya dengan Sistem

Aktor	Interaksi dengan sistem
Pengguna ( <i>user</i> )	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Login</i> kemudian memilih menu Tanaman Obat Herbal</li> <li>2. Membaca petunjuk sistem</li> <li>3. Melihat informasi tentang sistem</li> </ol>
Admin	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Login</i></li> <li>2. Memilih menu manajemen Tanaman Obat</li> <li>3. Memilih menu penyakit</li> <li>4. Memilih menu detail obat</li> <li>5. Memilih menu data <i>user</i></li> <li>6. Membaca petunjuk sistem</li> <li>7. Melihat informasi tentang sistem</li> </ol>

##### ii. Pembuatan Usecase Diagram

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan spesifikasi kebutuhan atau *requirements*. Sehingga *usecase diagram* dari sistem yang dibangun seperti Gambar 2 sebagai berikut :

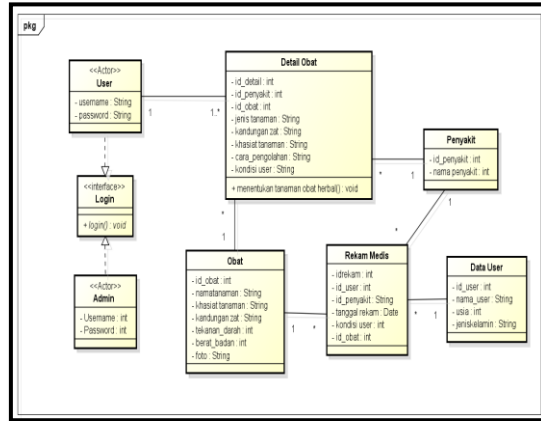


Gambar 2. Usecase Diagram

Pada Gambar 2 pengguna terdiri dari dua yaitu *user* dan *admin*, pengguna untuk sistem ini yaitu *user* yang menderita suatu penyakit. Pada aplikasi yang akan dibangun ini terdapat beberapa *usecase* seperti *login*, SPK tanaman obat, membaca petunjuk sistem, melihat

tentang sistem, manajemen tanaman obat, manajemen penyakit, manajemen detail obat, dan manajemen data *user*. Admin pada sistem berfungsi untuk melakukan manajemen tanaman obat, manajemen penyakit, manajemen detail obat, dan manajemen data *user* yang mempunyai relasi *include* dengan *login* maka admin terlebih dahulu harus *login* ke dalam sistem.

**b. Class Diagram**

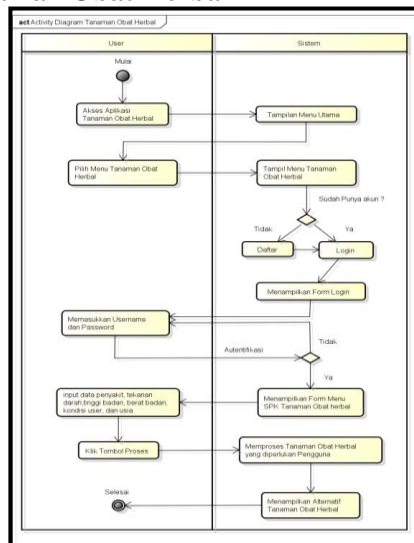


Gambar 3. Class Diagram tanaman obat herbal

Pada Gambar 3 Class Diagram tanaman obat herbal terdapat 8 kelas, yaitu Data User, User, Login, Admin, Obat, penyakit, Rekam Medis, dan Detail obat. Pada sistem ini kelas admin dan user mempunyai hubungan relasi *realization* terhadap kelas *interface Login*.

**c. Activity Diagram**

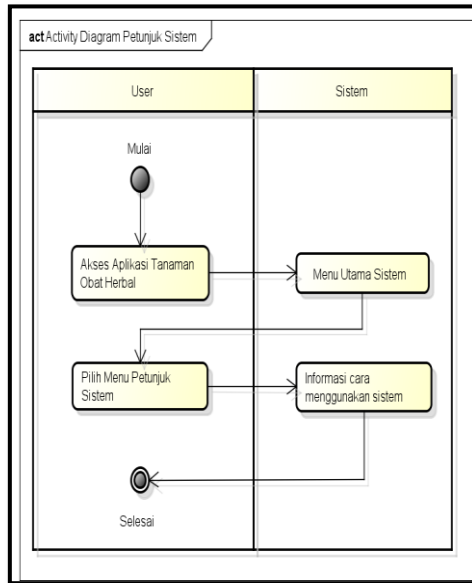
**i. Activity Diagram Tanaman Obat Herbal**



Gambar 4. Activity Diagram tanaman obat herbal

Gambar 4 merupakan aktifitas untuk pemilihan menu tanaman obat herbal yang akan digunakan oleh *user*. Aktifitas ini dimulai dari pengguna atau *user* mengakses aplikasi tanaman obat herbal, kemudian pengguna memilih menu alternatif tanaman obat herbal.

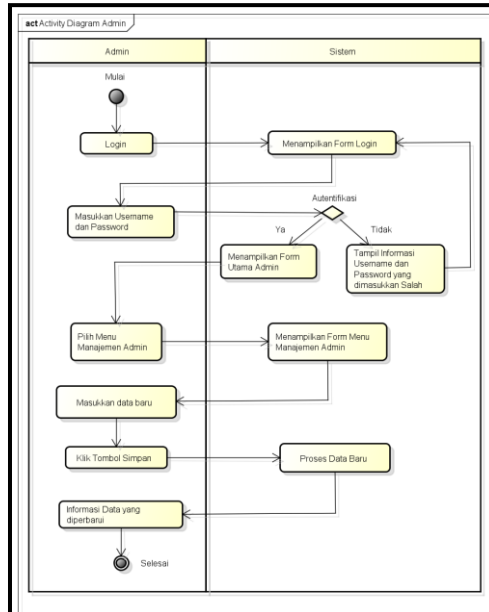
ii. **Activity Diagram petunjuk sistem**



Gambar 5. *Activity Diagram* petunjuk sistem

Gambar 5 adalah *activity diagram* petunjuk sistem. *Activity diagram* petunjuk sistem merupakan menu petunjuk sistem yang akan menampilkan informasi cara penggunaan sistem.

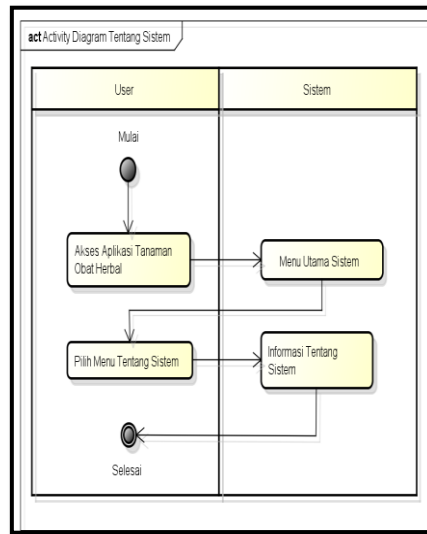
iii. **Activity Diagram Admin**



Gambar 6. *Activity Diagram* Admin

Gambar 6 merupakan aktifitas untuk admin mengelola data yang ada pada sistem aplikasi pendukung keputusan tanaman obat herbal.

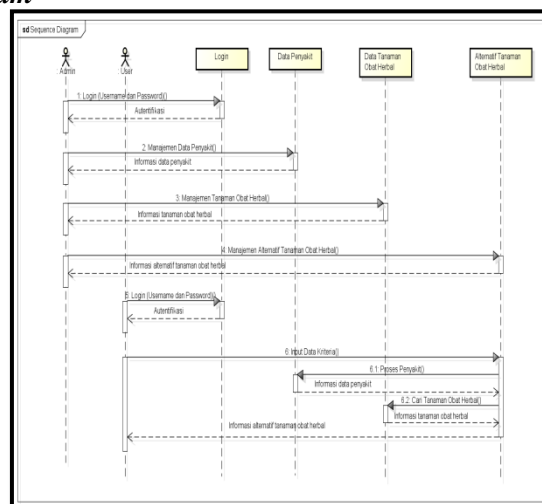
iv. **Activity Diagram Tentang Sistem**



Gambar 7. *Activity Diagram Tentang Sistem*

Gambar 7 adalah *activity diagram* tentang sistem. *Activity diagram* tentang sistem merupakan menu tentang sistem yang akan menampilkan informasi sistem.

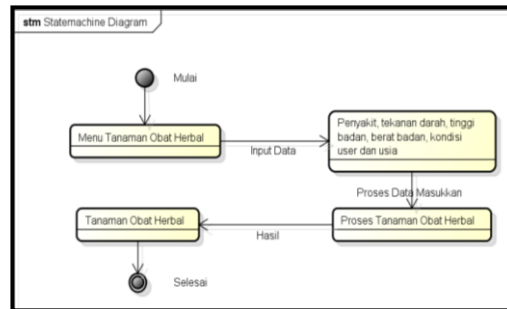
d. **Sequence Diagram**



Gambar 8. *Sequence Diagram*

Gambar 8 merupakan gambaran *sequence diagram* proses penentuan alternatif tanaman obat herbal yang akan dilakukan pada sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyakit.

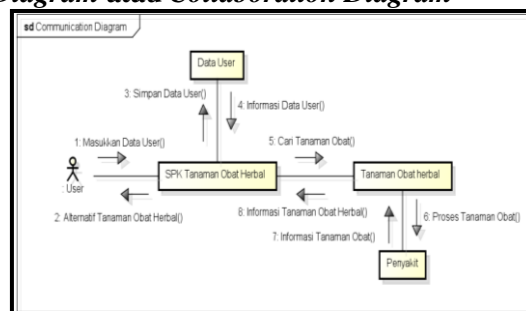
e. **State Chart Diagram**



Gambar 9. *State Chart Diagram*

*State chart diagram* menghubungkan *event-event* dan *state-state*. Ketika suatu *event* diterima, *state* berikutnya bergantung pada *state* yang sekarang ada. Gambar 9 menggambarkan diagram *state* untuk sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal.

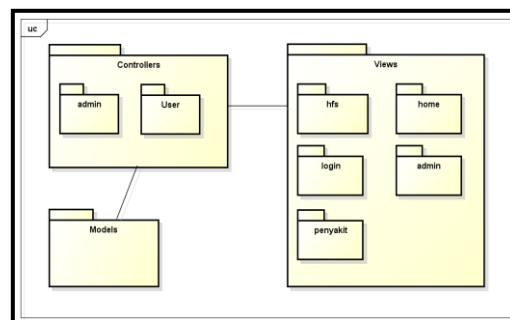
f. **Communication Diagram atau Collaboration Diagram**



Gambar 10. *Communication Diagram*

Pada *communication diagram* setiap *event* mengirimkan informasi dari suatu objek ke objek yang lainnya. *User* akan memasukkan data yang diperlukan oleh sistem pada SPK tanaman obat herbal. Kemudian sistem akan menampilkan beberapa alternatif tanaman obat herbal yang dapat digunakan oleh *user* untuk menyembuhkan penyakit yang diderita. Gambar 10 adalah *communication diagram* sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal.

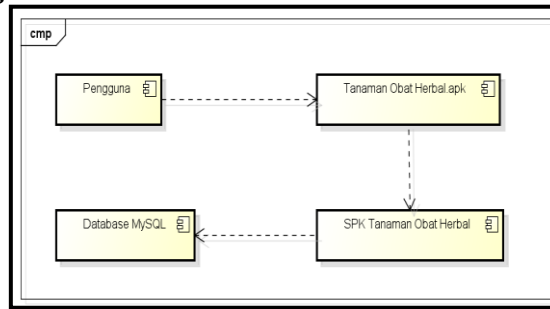
g. **Package Diagram**



Gambar 11. *Package Diagram*

Pada Gambar 11 terdapat beberapa paket yang mendukung sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal, yaitu paket models, paket controllers dan paket views merupakan paket pendukung dalam aplikasi yang dibangun. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam mencari letak kesalahan dalam membangun aplikasi yang dibangun.

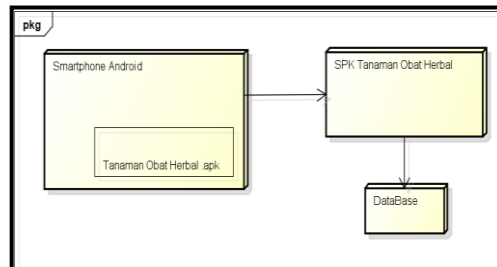
**h. Component Diagram**



Gambar 12. *Component Diagram*

Pada Gambar 12 terdapat beberapa komponen yang dapat mendukung dalam pembuatan sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal, yaitu komponen pengguna, komponen tanaman obat herbal.apk, komponen SPK tanaman obat herbal dan komponen database MySQL. Komponen pendukung tersebut berguna untuk membantu dalam pembuatan aplikasi yang dibangun.

**i. Deployment Diagram**



Gambar 13. *Deployment Diagram*

Gambar 13 merupakan rancangan dari *deployment diagram*. Pada sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal ini, aplikasi tanaman obat herbal akan dieksekusi oleh perangkat keras berupa *Smartphone Android* dan membutuhkan bantuan lainnya seperti halaman tanaman obat herbal dan *database* dalam mengeksekusi perangkat lunak ini.

**5. Pembahasan**

**5.1. Perhitungan Manual**

Pada perhitungan tanaman obat herbal dengan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* digunakan data uji sebagai berikut :

- a. Penyakit : Amandel
- b. Tekanan darah : 80 (rendah)
- c. Tinggi badan : 152
- d. Berat badan : 50
- e. Berat Badan Ideal =  $152 - 110 = 42$
- f. (Kegemukan/Obesitas) =  $50 > 42$
- g. Komplikasi (keadaan user saat ini) : Penderita Maag

Maka dari data tersebut didapatkan hasil beberapa alternatif tanaman obat herbal dengan menggunakan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* yaitu, Saga rambat, Kapulaga, Jahe, Kembang Pukul Empat dan Nusa Indah Putih. Untuk perhitungan manual nilai dari tanaman obat herbal dengan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* secara lengkap adalah sebagai berikut :

Data tanaman obat untuk penyakit amandel yang disesuaikan dengan kriteria yang telah diinputkan oleh *user*

Tabel 2. Data kriteria tanaman yang akan diuji

Kriteria	Jahe	Kapula ga	Kembang Pukul Empat	Nusa Indah Putih	Saga Rambat
Tekanan darah	0,611	0,611	0,278	0,278	0,611
Berat Badan	0,110	0,278	0,278	0,278	0,278
Jenis tanaman	0,15	0,09	0,15	0,04	0,45
Khasiat Tanaman	3	6	4	12	8
Kandungan Zat	15	7	4	3	10

Jadikan dalam bentuk *Ordinal (Besson – Rank)*, melakukan perangkingan untuk data yang telah disortir berdasarkan urutan dari besar ke kecil. Rangking nilai alternatif dari kriteria terbesar diberi nilai 1, dan untuk nilai selanjutnya di urutan berdasarkan nilai yang menjadi urutan selanjutnya.

Tabel 3. Tabel perangkingan tanaman yang akan diuji

Kriteria	Jahe		Kapulaga		Kembang Pukul Empat		Nusa Indah Putih		Saga Rambat	
Tekanan darah	0,611	2	0,611	2	0,278	4,5	0,278	4,5	0,611	2
Berat Badan	0,110	5	0,278	2,5	0,278	2,5	0,278	2,5	0,278	2,5
Jenis tanaman	0,15	2,5	0,09	4	0,15	2,5	0,04	5	0,45	1
Khasiat Tanaman	3	5	6	3	4	4	12	1	8	2
Kandungan Zat	15	1	7	3	4	4	3	5	10	2

Mencari *Distance Score* dengan cara menghitung setiap pasangan alternatif-kriteria sebagai nilai "jarak" untuk posisi yang ideal dan ditempati oleh alternatif terbaik untuk kriteria yang paling penting menggunakan rumus :

$$D(a, C_j) = \left[ \frac{1}{2} r_{cj}^R + \frac{1}{2} r_{cj}(a)^R \right]^{\frac{1}{R}}$$

R = Koefisien (*default* = 3 )

**Jahe**

Tekanan Darah :

$$D(1,(2)) = \left[ \frac{1}{2} (2)^3 + \frac{1}{2} (1)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [4 + 0,5]^{\frac{1}{3}} = 1,65$$

Berat Badan :

$$D(2,(5)) = \left[ \frac{1}{2} (5)^3 + \frac{1}{2} (2)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [62,5 + 4]^{\frac{1}{3}} = 4,05$$

Jenis Tanaman :

$$D(3,(2,5)) = \left[ \frac{1}{2} (2,5)^3 + \frac{1}{2} (3)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [7,8 + 13,5]^{\frac{1}{3}} = 2,77$$

Khasiat Tanaman :

$$D(4,(5)) = \left[ \frac{1}{2} (5)^3 + \frac{1}{2} (4)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [62,5 + 32]^{\frac{1}{3}} = 4,55$$

Kandungan Zat :

$$D(5,(1)) = \left[ \frac{1}{2} (1)^3 + \frac{1}{2} (5)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [0,5 + 62,5]^{\frac{1}{3}} = 3,97$$

**Kapulaga**

Tekanan Darah :

$$D(1,(2)) = \left[ \frac{1}{2} (2)^3 + \frac{1}{2} (1)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [4 + 0,5]^{\frac{1}{3}} = 1,65$$

Berat Badan :

**Kembang Pukul Empat**

Tekanan Darah :

$$D(1,(4,5)) = \left[ \frac{1}{2} (4,5)^3 + \frac{1}{2} (1)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [45,5 + 0,5]^{\frac{1}{3}} = 3,58$$

Berat Badan :

$$D(2,(2,5)) = \left[ \frac{1}{2} (2,5)^3 + \frac{1}{2} (2)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [7,8 + 4]^{\frac{1}{3}} = 2,27$$

Jenis Tanaman :

$$D(3,(2,5)) = \left[ \frac{1}{2} (2,5)^3 + \frac{1}{2} (3)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [7,8 + 13,5]^{\frac{1}{3}} = 2,77$$

Khasiat Tanaman :

$$D(4,(4)) = \left[ \frac{1}{2} (4)^3 + \frac{1}{2} (4)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [32 + 32]^{\frac{1}{3}} = 4$$

Kandungan Zat :

$$D(5,(4)) = \left[ \frac{1}{2} (4)^3 + \frac{1}{2} (5)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [32 + 62,5]^{\frac{1}{3}} = 4,55$$

**Nusa Indah Putih**

Tekanan Darah :

$$D(1,(4,5)) = \left[ \frac{1}{2} (4,5)^3 + \frac{1}{2} (1)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [45,5 + 0,5]^{\frac{1}{3}} = 3,58$$

Berat Badan :

$$D(2,(2,5)) = \left[ \frac{1}{2} (2,5)^3 + \frac{1}{2} (2)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [7,8 + 4]^{\frac{1}{3}} = 2,27$$

Jenis Tanaman :

$$D(3,(4)) = \left[ \frac{1}{2} (4)^3 + \frac{1}{2} (3)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [32 + 13,5]^{\frac{1}{3}} = 3,57$$

Khasiat Tanaman :

$$D(4,(3)) = \left[ \frac{1}{2} (3)^3 + \frac{1}{2} (4)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [13,5 + 32]^{\frac{1}{3}} = 3,57$$

Kandungan Zat :

$$D(5,(3)) = \left[ \frac{1}{2} (3)^3 + \frac{1}{2} (5)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [13,5 + 62,5]^{\frac{1}{3}} = 4,23$$

**Saga Rambut**  
Tekanan Darah :

$$D(1,(2)) = \left[ \frac{1}{2} (2)^3 + \frac{1}{2} (1)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [4 + 0,5]^{\frac{1}{3}} = 1,65$$

Berat Badan :

$$D(2,(2,5)) = \left[ \frac{1}{2} (2,5)^3 + \frac{1}{2} (2)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [7,8 + 4]^{\frac{1}{3}} = 2,27$$

Jenis Tanaman :

$$D(3,(1)) = \left[ \frac{1}{2} (1)^3 + \frac{1}{2} (3)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [0,5 + 13,5]^{\frac{1}{3}} = 2,41$$

Khasiat Tanaman :

$$D(4,(2)) = \left[ \frac{1}{2} (2)^3 + \frac{1}{2} (4)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [4 + 32]^{\frac{1}{3}} = 3,30$$

Kandungan Zat :

$$D(5,(2)) = \left[ \frac{1}{2} (2)^3 + \frac{1}{2} (5)^3 \right]^{\frac{1}{3}} = [4 + 62,5]^{\frac{1}{3}} = 4,05$$

Selanjutnya, data hasil *distance score* dimasukkan ke dalam tabel untuk dicari alternatif terbaik untuk penyakit amandel

Tabel 4. Tabel hasil *distance score*

Tanaman Obat	Tekanan darah	Berat Badan	Jenis Tanaman	Khasiat Tanaman	Kandungan Zat
Jahe	1,65	4,05	2,77	4,55	3,97
Kapulaga	1,65	2,27	3,57	3,57	4,23
Kembang Pukul Empat	3,58	2,27	2,77	4	4,55
Nusa Indah Putih	3,58	2,27	4,23	3,19	5
Saga Rambut	1,65	2,27	2,41	3,30	4,05

Membuat hasil *Distance Rank* menjadi *Global Rank* yaitu dengan mengurutkan hasil dari *Distance Rank* dalam bentuk *Ascending* (kecil ke besar). Penjumlahan *Global Rank*, yaitu Jumlahkan rangking alternatif dalam kriteria dalam satu baris pada setiap kolom (yang sering disebut *Summary*).

Tabel 5. Tabel hasil perhitungan akhir rangking metode Oreste

Tanaman Obat	Hasil
Jahe	71,5
Kapulaga	56
Kembang Pukul Empat	72



Tanaman Obat	Hasil
Nusa Indah Putih	78,5
Saga Rambat	47

Hasil *Summary* pada *Global Rank* hasilnya di urutkan. Data dengan nilai *Summary* terkecil merupakan data prioritas utama (peringkat pertama). Maka, Nilai **Saga Rambat** menunjukkan nilai terkecil sehingga dengan kata lain **Saga Rambat** merupakan pilihan alternatif yang terbaik.

## 5.2. Perhitungan Sistem

Setelah melakukan perankingan menggunakan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan Metode *Oreste* dengan data uji yang ada, maka langkah selanjutnya adalah membandingkan perankingan antara perankingan yang dilakukan secara manual dengan perankingan yang dilakukan oleh sistem dengan data uji yang sama. Untuk hasil perankingan yang dilakukan oleh sistem dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 13. Hasil Perhitungan Sistem

Dilihat dari hasil perhitungan sistem pada gambar 13, hasil perankingan yang dilakukan oleh sistem menunjukkan hasil yang sama dengan perankingan yang dihitung secara manual, dimana pada perankingan yang dilakukan oleh sistem, maka hasil tanaman obat herbal yang direkomendasikan oleh sistem yaitu **Saga Rambat**.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan analisa perancangan sistem, implemantasi, dan pengujian sistem, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Penelitian ini telah berhasil menghasilkan aplikasi sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal untuk berbagai penyaki berbasis *mobile web*. Sistem ini dapat digunakan oleh pengguna untuk membantu memberikan alternatif tanaman obat herbal yang sesuai dengan penyakit yang diderita oleh pengguna dengan menggunakan metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste*.
- Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian *white box* dengan teknik *basis path testing* dengan membuat perkiraan logika yang kompleks untuk mendefinisikan aliran eksekusi dan pengujian *black box* yang dilakukan dengan teknik *equivalence partitioning*, yaitu teknik pengujian yang membagi domain *input*, menentukan kasus pengujian dengan mengungkapkan kelas-kelas kesalahan telah berhasil dengan presentase nilai 100% untuk halaman *user* dan admin, 100% untuk halaman *user* dan 96,29% untuk kelas admin dalam menguji metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* pada sistem pendukung keputusan tanaman obat herbal.
- Sistem ini dapat memberikan kemudahan kepada pengguna dan layak dalam menentukan tanaman obat herbal yang akan digunakan. Dalam pengujian kemudahanan sistem, didapatkan hasil penilaian, yaitu kemudahan dalam penggunaan sistem berfungsi dengan sangat baik dengan presentase nilai 86%. Kemudahan dalam pengoperasian aplikasi baik dengan presentase nilai 83.67%, dan kemudahan dalam menampilkan isi dari aplikasi baik dengan presentase nilai

82.60%. Dalam pengujian kelayakan sistem didapatkan hasil penilaian, yaitu fungsi-fungsi dalam sistem berfungsi dengan sangat baik dengan presentase nilai 86.75%, antarmuka dan pengaksesan sistem sangat baik dengan presentase nilai 87%, dan manfaat sistem sangat baik dengan presentase nilai 87.33% sehingga sistem bermanfaat untuk pengguna.

## 7. SARAN

Berdasarkan analisa perancangan sistem, implementasi, dan pengujian sistem, maka untuk pengembangan penelitian selanjutnya penulis menyarankan sebagai berikut :

- a. Sistem ini dapat terus dikembangkan lebih lanjut dalam hal metode yang digunakan, kedepannya diharapkan untuk dapat menggunakan metode selain metode ROC (*Rank Order Centroid*) dan metode *Oreste* dalam penentuan tanaman obat herbal yang sesuai dengan penyakit yang diderita oleh pengguna.
- b. Sistem ini dapat dilakukan pengembangan dengan penambahan jadwal untuk mengkonsumsi tanaman obat herbal yang diperlukan oleh pengguna sesuai dengan penyakit yang diderita.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kusrini, M. (2007). *Konsep dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Kartikawati, S.M., (2004). *Pemanfaatan Sumberdaya Tumbuhan oleh Masyarakat Dayak Meratus di Kawasan Hutan Pegunungan Meratus, Kabupaten Hulu Sungai Tengah*. Bogor
- Wulandari A, Yunitarini R, Cahyani A. (2015). *Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pemberian Beasiswa Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) Dan Oreste*. Vol. 4, No. 3 Juli 2015.
- Rahmah, Afifah. (2013). *Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Masuk Mahasiswa Menggunakan Metode Smarter*. Skripsi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Fling, B. (2009). *Mobile Design and Development: Practical Concepts and Techniques for Creating Mobile Sites and Web Apps*. California: O'Reilly.
- Widodo, P. P., & Herlawati. (2011). *Menggunakan UML*. Bandung: Informatika.
- Raharjo, Budi. (2015). *Mudah Belajar PHP (Teknik Penggunaan Fitur-Fitur Baru Dalam PHP 5)*. Bandung : Informatika.
- Raharjo, Budi., Heryanto, Imam., & Rosdiana, E. (2014). *Modul Pemrograman WEB (HTML, PHP, & MySQL)*. Bandung : Modula.
- Lewis, W. E. (2005). *Software Testing and Continuous Quality Improvement Second Edition*. Boca Raton London New York Wahington, D.C.: CRC Press LLC.

# PENGEMBANGAN DAN ANALISIS KOMBINASI *RUN LENGTH ENCODING* DAN *RELATIVE ENCODING* UNTUK KOMPRESI CITRA

Yosia Adi Jaya<sup>1</sup>  
yosia.adi@ti.ukdw.ac.id

Lukas Chrisantyo<sup>2</sup>  
lukaschris@ti.ukdw.ac.id

Willy Sudiarto Raharjo<sup>3</sup>  
willysr@ti.ukdw.ac.id

## *Abstract*

*Data Compression can save some storage space and accelerate data transfer. Among many compression algorithm, Run Length Encoding (RLE) is a simple and fast algorithm. RLE can be used to compress many types of data. However, RLE is not very effective for image lossless compression because there are many little differences between neighboring pixels. This research proposes a new lossless compression algorithm called YRL that improve RLE using the idea of Relative Encoding. YRL can treat the value of neighboring pixels as the same value by saving those little differences / relative value separately. The test done by using various standard image test shows that YRL have an average compression ratio of 75.805% for 24-bit bitmap and 82.237% for 8-bit bitmap while RLE have an average compression ratio of 100.847% for 24-bit bitmap and 97.713% for 8-bit bitmap.*

**Keywords:** *compression, lossless, RLE, relative, YRL*

## 1. Pendahuluan

Kompresi data sudah banyak diterapkan dalam teknologi informasi. Dalam hal penyimpanan, kompresi data dapat mengurangi penggunaan kapasitas penyimpanan. Dalam proses pertukaran data, kompresi data dapat mempercepat proses tukar data dan mengurangi penggunaan sumber daya (jika melalui jaringan Internet). Manfaat-manfaat tersebut akan menghemat biaya penyimpanan dan pertukaran data. Data yang semakin besar dan kebutuhan bertukar data yang semakin sering membutuhkan kompresi data yang cepat dan efektif. Salah satu kompresi data yang cepat adalah *Run Length Encoding (RLE)*.

*RLE* mengubah nilai yang sama berturut-turut menjadi 2 nilai saja, yaitu jumlah nilai yang sama dan nilai itu sendiri. Konsep *RLE* yang sederhana dan umum memungkinkan *RLE* untuk mengompresi banyak jenis data. Citra merupakan salah satu jenis data yang dapat dikompres menggunakan *RLE*. Hasil kompresi *lossy* citra dengan menggunakan *RLE* cukup baik. Akan tetapi, hasil kompresi *lossless* citra dengan menggunakan *RLE* kurang baik karena piksel-piksel yang berdekatan pada citra memiliki nilai warna yang hampir sama (tidak sama persis).

Di sisi lain, ada *Relative Encoding* yang cara kerjanya adalah menyimpan nilai relatif dari nilai sebelumnya. Dari cara kerja *RLE* dan *Relative Encoding*, penulis mendapat gagasan mengombinasikan kedua teknik kompresi tersebut untuk melakukan kompresi *lossless* citra sederhana. Dalam penelitian ini, citra yang akan digunakan adalah citra *bitmap* yang tidak menggunakan kompresi agar dapat mengetahui efektivitas dari teknik kompresi pada penelitian ini saja.

---

<sup>1</sup> Universitas Kristen Duta Wacana , Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Infomatika.

<sup>2</sup> Universitas Kristen Duta Wacana , Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Infomatika.

<sup>3</sup> Universitas Kristen Duta Wacana , Fakultas Teknologi Informasi, Program Studi Teknik Infomatika.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Tinjauan Pustaka

Ada beberapa penelitian yang berusaha mengembangkan *RLE* dengan menambahkan metode-metode tertentu. Metode yang pernah dilakukan antara lain adalah melakukan preproses pada input citra, melakukan kompresi yang berbeda berdasarkan keadaan tertentu, dan melakukan perubahan struktur data input. Berikut adalah contoh penelitian-penelitian tersebut.

Arota Eka Setiawan menerapkan *Burrows-Wheeler Transform (BWT)* terhadap input citra lalu mengompresi citra dengan menggunakan *RLE*. Kemudian hasil kompresi citra dengan didahului BWT dibandingkan dengan kompresi citra tanpa BWT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio kompresi citra dengan didahului BWT lebih baik dari rasio kompresi citra tanpa BWT. (Setiawan, 2014)

Dalam penelitian berjudul “*A New Method Which Combines Arithmetic Coding with RLE for Lossless Image Compression*” dilakukan kompresi yang berbeda berdasarkan kemiripan nilai dengan nilai sebelumnya. Suatu piksel dikompres dengan *RLE* jika nilainya sama dengan piksel di kiri dan atasnya, jika tidak maka akan dikompres dengan *Arithmetic Coding*. Algoritma gabungan tersebut memiliki rasio kompresi yang lebih baik dari *Arithmetic Coding* biasa. (Abdmouleh, Masmoudi, & Bouhlel, 2012)

I Made Agus Dwi Suarjaya mengusulkan suatu algoritma baru yang dinamai *j-bit encoding (JBE)* untuk mengoptimasi kompresi data. Input data yang telah diubah dengan JBE dikompres dengan berbagai macam algoritma kompresi. Hasil penelitian menunjukkan perbaikan rasio kompresi yang sangat signifikan untuk input citra. (Suarjaya, 2012)

### 2.2. Kompresi

Kompresi data adalah proses konversi data input ke data lain yang memiliki ukuran lebih kecil (Salomon, 2004). Kompresi dibagi menjadi 2, yaitu:

- Kompresi *Lossless* (tidak menghilangkan informasi apapun, sehingga hasil dekompresi sama persis dengan bentuk asli)
- Kompresi *Lossy* (menghilangkan detail yang kurang penting, tetapi hasil dekompresi masih mewakili bentuk asli)

Ada beberapa nilai yang digunakan dalam pengukuran kompresi, yaitu:

- *Compression ratio* (ukuran hasil kompresi / ukuran asli)
- *Compression factor* (ukuran asli / ukuran hasil kompresi)
- *Bit per pixel* (pada kompresi citra)
- *The speed of compression* / kecepatan kompresi (diukur dengan *cycles per byte (CPB)*)

Pada kompresi citra, ada beberapa urutan pembacaan data yang sering digunakan, yaitu: *Non-interlaced vertical*, *Non-interlaced horizontal*, *Non-interlaced zigzag*, dan *Interlaced*

### 2.3. RLE

Ide dibalik *RLE* adalah: jika data item D terjadi N kali berturut-turut dalam input, ganti N kejadian menjadi pasangan ND. Langkah-langkah kompresi *lossless RLE* pada citra adalah sebagai berikut:

- [1] Tentukan jumlah N maksimum dalam konstanta max.
- [2] Input nilai, masukkan dalam variabel D.
- [3] Set variabel N = 0.
- [4] Input nilai selanjutnya, masukkan dalam variabel temp.
  - [4.1] Jika temp sama dengan D, maka N ditambah 1.
    - [4.1.1] Jika  $N < \text{max}$ , kembali ke langkah 4.
    - [4.1.2] Jika  $N \geq \text{max}$ , output N D. Kembali ke langkah 2.
  - [4.2] Jika temp tidak sama dengan D, output N D.
  - [4.3] Masukkan temp ke D, set  $N = 0$ , kembali ke langkah 4.

Misal : 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 87, 87, 87, 5, 5, 5, 5, 5, 5 dapat dikompres menjadi (7) 12, (3) 87, (6) 5

## 2.4. Relative Encoding

*Relative Encoding* digunakan dalam kasus dimana input berupa rentetan angka yang nilainya tidak berbeda jauh. Angka pertama disimpan apa adanya lalu angka selanjutnya merupakan selisih dengan nilai sebelumnya. Langkah-langkah kompresi *Relative Encoding* pada citra adalah sebagai berikut:

- [1] Tentukan selisih maksimum dalam konstanta maxdiff.
- [2] Input nilai, masukkan dalam variabel prev.
- [3] Output prev.
- [4] Input nilai, masukkan dalam variabel value.
- [5] Hitung  $value - prev$ , masukkan dalam variabel diff.
  - [5.1] Jika  $|diff| \leq maxdiff$ , output diff.
  - [5.2] Jika  $|diff| > maxdiff$ , output value.
- [6] Masukkan value ke dalam prev. Kembali ke langkah 4.

Misal : 70, 71, 72.5, 73.1 dapat dikompres menjadi 70, 1, 1.5, 0.6

## 2.5. Struktur file bitmap

Struktur file bitmap sangat sederhana dan terdiri dari *header* file bitmap, *header* informasi bitmap, tabel warna (jika ada), dan *array* byte yang menyusun gambar bitmap (Whitrow, 2008).

*Header* file bitmap berisi informasi tentang tipe, ukuran, dan *layout* dari file bitmap. dua byte pertama adalah karakter B dan M yang menunjukkan tipe file. Empat byte selanjutnya menampung ukuran file dalam byte. Empat byte selanjutnya tidak dipakai dan diisi 0. Empat byte yang terakhir menampung jarak antara *header* dengan titik awal data bitmap dalam byte. Secara formal, dapat ditulis sebagai berikut:

```
BITMAPFILEHEADER {  
    uint 2 bytes file type  
    dword 4 bytes file size in bytes  
    uint 2 bytes reserved  
    uint 2 bytes reserved  
    dword 4 bytes offset to data in bytes  
} BITMAPFILEHEADER;
```

*Header* informasi bitmap berisi dimensi, tipe kompresi, dan format warna dari bitmap. Secara formal, *header* informasi bitmap adalah sebagai berikut:

```
BITMAPINFOHEADER {  
    dword 4 bytes needed for BITMAPINFOHEADER structsize  
    long 4 bytes bitmap width in pixels  
    long 4 bytes bitmap height in pixel  
    word 2 bytes 1  
    word 2 bytes bits/pixel (1 = monochrome)  
    dword 4 bytes compression 0, 8, 4  
    dword 4 bytes image size in bytes (may be 0 for monochrome)  
    long 4 bytes pixels/meter  
    long 4 bytes pixels/meter  
    dword 4 bytes number of colour indexes used by bitmap in colour table  
    dword 4 bytes number of colour indexes considered important  
} BITMAPINFOHEADER;
```

Tabel warna digunakan untuk merepresentasikan warna yang lebih dari 8-bit. Tabel warna tidak terdapat pada bitmap 24-bit karena tiap piksel masih dapat direpresentasikan dengan 8-bit *blue-green-red* (BGR).

Data bitmap terdiri dari bytes yang mewakili piksel-piksel dari kiri ke kanan dalam tiap baris (*scan lines*). *Scan lines* dalam bitmap disimpan dari bawah ke atas. Berarti nilai pertama dalam *array* mewakili piksel di pojok kiri bawah gambar.

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1. Persiapan

- Mempelajari dan mendalami teori dan implementasi *RLE*, *Relative Encoding*, dan struktur file bitmap.
- Membuat *encoder* dan *decoder* dengan metode *RLE* untuk memperkuat pemahaman.

#### 3.2. Pengembangan

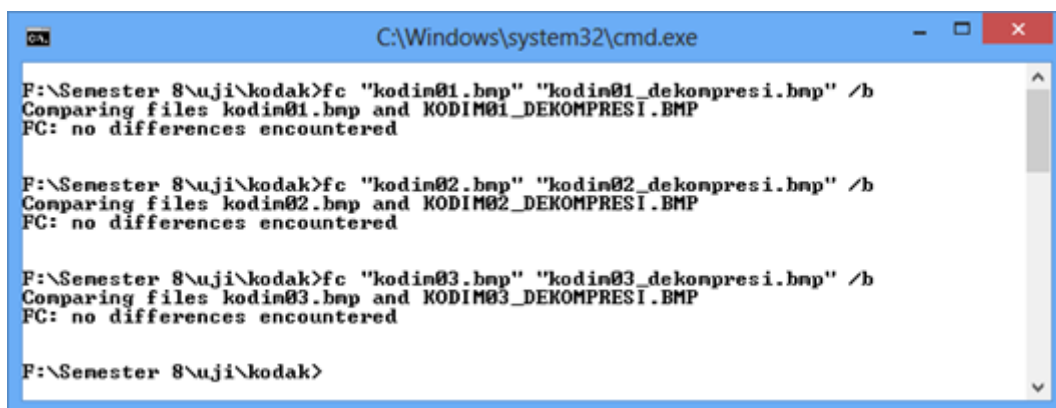
- Merancang algoritma untuk mengombinasikan *RLE* dan *Relative Encoding* (kombinasi akan berupa satu algoritma yang memiliki karakteristik seperti *RLE* dan *Relative Encoding*, tetapi bukan keduanya dan bukan *RLE* yang dilanjutkan dengan *Relative Encoding* ataupun sebaliknya).
- Membuat *encoder* dan *decoder* yang mengimplementasikan algoritma yang telah dirancang.

#### 3.3. Pengujian

- Mengumpulkan *standard image test* (citra digital yang sering digunakan untuk menguji algoritma kompresi citra). *Standard image test* yang digunakan berasal dari <http://r0k.us/graphics/kodak/>, [http://imagecompression.info/test\\_images/](http://imagecompression.info/test_images/), dan <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc>.
- Mengompresi citra digital yang telah dikumpulkan dengan algoritma yang dikembangkan dan dengan *RLE* murni.
- Membandingkan rasio kompresi dari kedua hasil kompresi tersebut.

### 4. Hasil Penelitian dan Analisis

Sistem yang sudah dibangun diuji dengan cara mengompresi 55 bitmap 24-bit dan 22 bitmap 8-bit lalu hasil kompresi didekompres dan dibandingkan dengan file bitmap awal. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa kedua file sama persis untuk semua gambar. Hal ini menunjukkan sistem telah berhasil diimplementasikan dan berfungsi dengan benar. Beberapa contoh hasil perbandingan dapat dilihat pada Gambar 1.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
F:\Senester 8\uji\kodak>fc "kodim01.bmp" "kodim01_dekompresi.bmp" /b
Comparing files kodim01.bmp and KODIM01_DEKOMPRESI.BMP
FC: no differences encountered

F:\Senester 8\uji\kodak>fc "kodim02.bmp" "kodim02_dekompresi.bmp" /b
Comparing files kodim02.bmp and KODIM02_DEKOMPRESI.BMP
FC: no differences encountered

F:\Senester 8\uji\kodak>fc "kodim03.bmp" "kodim03_dekompresi.bmp" /b
Comparing files kodim03.bmp and KODIM03_DEKOMPRESI.BMP
FC: no differences encountered

F:\Senester 8\uji\kodak>
```

Gambar 1. Perbandingan antara file awal dan file hasil dekompresi

Gambar-gambar yang digunakan untuk menguji sistem, juga dikompres dengan *RLE* sebagai pembanding rasio kompresi sistem. Data-data ukuran file bitmap, ukuran file *RLE*, ukuran file yrl, serta rasio kompresi *RLE* dan rasio kompresi yrl dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1.  
Data Hasil Pengujian Bitmap 24-bit

No	Nama file	Ukuran file (byte)			Rasio kompresi	
		bmp	RLE	yrl	RLE	yrl
1	kodim01	1,179,702	1,284,912	1,100,299	108.918%	93.269%
2	kodim02	1,179,702	1,255,117	851,654	106.393%	72.192%
3	kodim03	1,179,702	1,179,836	782,551	100.011%	66.335%
4	kodim04	1,179,702	1,272,402	951,179	107.858%	80.629%
5	kodim05	1,179,702	1,283,554	1,093,319	108.803%	92.678%
6	kodim06	1,179,702	1,210,747	937,363	102.632%	79.458%
7	kodim07	1,179,702	1,212,656	841,723	102.793%	71.350%
8	kodim08	1,179,702	1,283,728	1,100,941	108.818%	93.324%
9	kodim09	1,179,702	1,266,408	836,605	107.350%	70.917%
10	kodim10	1,179,702	1,264,248	874,203	107.167%	74.104%
11	kodim11	1,179,702	1,248,152	924,237	105.802%	78.345%
12	kodim12	1,179,702	1,219,450	797,241	103.369%	67.580%
13	kodim13	1,179,702	1,289,209	1,186,333	109.283%	100.562%
14	kodim14	1,179,702	1,281,070	1,026,561	108.593%	87.019%
15	kodim15	1,179,702	1,189,956	850,063	100.869%	72.057%
16	kodim16	1,179,702	1,231,413	862,461	104.383%	73.108%
17	kodim17	1,179,702	1,266,282	914,529	107.339%	77.522%
18	kodim18	1,179,702	1,306,803	1,063,211	110.774%	90.125%
19	kodim19	1,179,702	1,286,997	977,031	109.095%	82.820%
20	kodim20	1,179,702	862,876	634,617	73.144%	53.795%
21	kodim21	1,179,702	1,272,554	904,891	107.871%	76.705%
22	kodim22	1,179,702	1,284,118	982,821	108.851%	83.311%
23	kodim23	1,179,702	1,235,164	842,319	104.701%	71.401%
24	kodim24	1,179,702	1,215,057	993,662	102.997%	84.230%
25	artificial	978,654	713,141	587,625	72.870%	60.044%
26	big_building	1,102,554	1,193,695	1,018,030	108.266%	92.334%
27	big_tree	1,098,354	1,159,849	958,080	105.599%	87.229%
28	bridge	2,165,154	2,231,471	1,664,958	103.063%	76.898%
29	cathedral	2,209,254	2,328,398	1,735,207	105.393%	78.543%
30	deer	959,754	829,612	550,769	86.440%	57.386%
31	fireworks	1,102,554	445,874	387,187	40.440%	35.117%
32	flower_foveon	978,654	831,363	605,065	84.950%	61.826%
33	hdr	978,654	876,884	628,470	89.601%	64.218%
34	leaves_iso_200	976,554	1,082,990	973,482	110.899%	99.685%
35	leaves_iso_1600	976,554	1,085,704	981,604	111.177%	100.517%
36	nightshot_iso_100	1,102,554	761,116	597,752	69.032%	54.215%
37	nightshot_iso_1600	1,102,554	1,102,022	712,778	99.952%	64.648%

No	Nama file	Ukuran file (byte)			Rasio kompresi	
		bmp	RLE	yrl	RLE	yrl
38	spider_web	982,854	930,910	661,040	94.715%	67.257%
39	zone_plate	978,654	593,822	597,185	60.677%	61.021%
40	4.1.01	196,662	211,392	161,257	107.490%	81.997%
41	4.1.02	196,662	200,521	151,201	101.962%	76.884%
42	4.1.03	196,662	207,193	113,074	105.355%	57.497%
43	4.1.04	196,662	213,853	159,245	108.741%	80.974%
44	4.1.05	196,662	211,958	142,545	107.778%	72.482%
45	4.1.06	196,662	212,178	168,320	107.890%	85.588%
46	4.1.07	196,662	185,636	105,704	94.393%	53.749%
47	4.1.08	196,662	190,376	119,602	96.804%	60.816%
48	4.2.01	786,486	824,146	508,579	104.788%	64.665%
49	4.2.02	786,486	738,727	558,127	93.928%	70.965%
50	4.2.03	786,486	880,195	812,562	111.915%	103.316%
51	4.2.04	786,486	871,670	661,361	110.831%	84.091%
52	4.2.05	786,486	850,702	559,457	108.165%	71.134%
53	4.2.06	786,486	873,930	703,041	111.118%	89.390%
54	4.2.07	786,486	854,309	654,178	108.624%	83.177%
55	house	786,486	833,126	619,764	105.930%	78.802%

Tabel 2.  
Data Hasil Pengujian Bitmap 8-bit

No	Nama file	Ukuran file (byte)			Rasio kompresi	
		bmp	RLE	yrl	RLE	yrl
56	5.1.09	66,616	68,128	61,672	102.270%	92.578%
57	5.1.10	66,616	68,124	66,369	102.264%	99.629%
58	5.1.11	66,616	67,616	41,549	101.501%	62.371%
59	5.1.12	66,616	67,752	44,935	101.705%	67.454%
60	5.1.13	66,616	16,884	15,317	25.345%	22.993%
61	5.1.14	66,616	67,984	62,107	102.054%	93.231%
62	5.2.08	263,224	267,332	215,930	101.561%	82.033%
63	5.2.09	263,224	266,676	235,264	101.311%	89.378%
64	5.2.10	263,224	260,576	255,831	98.994%	97.191%
65	5.3.01	1,049,656	1,059,436	898,586	100.932%	85.608%
66	5.3.02	1,049,656	1,065,680	967,806	101.527%	92.202%
67	7.1.01	263,224	266,724	221,559	101.330%	84.171%



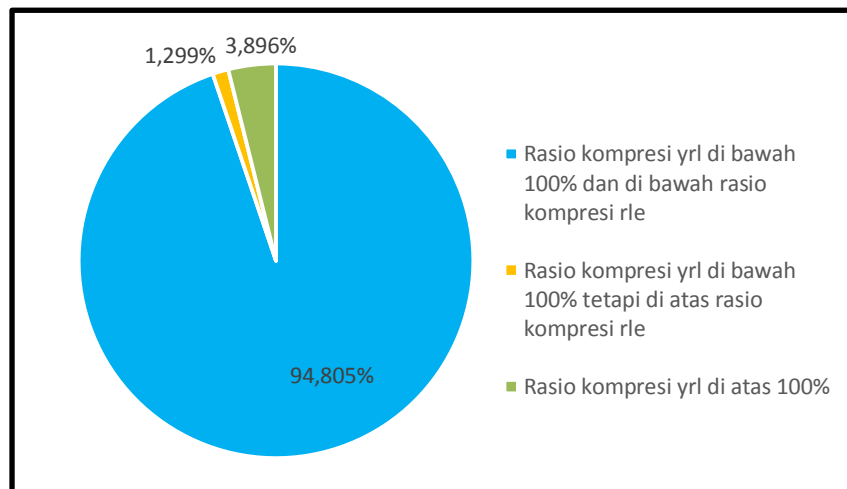
Tabel 4.  
Data Hasil Pengujian Bitmap 8-Bit (lanjutan)

No	Nama file	Ukuran file (byte)			Rasio kompresi	
		bmp	RLE	yrl	RLE	yrl
68	7.1.02	263,224	249,540	152,326	94.801%	57.869%
69	7.1.03	263,224	267,152	223,946	101.492%	85.078%
70	7.1.04	263,224	266,620	221,971	101.290%	84.328%
71	7.1.05	263,224	267,764	249,714	101.725%	94.867%
72	7.1.06	263,224	267,944	251,785	101.793%	95.654%
73	7.1.07	263,224	268,000	257,245	101.814%	97.729%
74	7.1.08	263,224	266,720	202,595	101.328%	76.967%
75	7.1.09	263,224	267,396	234,296	101.585%	89.010%
76	7.1.10	263,224	267,436	227,448	101.600%	86.409%
77	7.2.01	1,049,656	1,065,048	760,630	101.466%	72.465%

Dari data hasil pengujian, secara keseluruhan dapat dilihat bahwa sistem berhasil memperkecil 96.104% gambar uji (74 dari 77 gambar), sedangkan RLE hanya berhasil memperkecil 20.779% gambar uji (16 dari 77 gambar). Selain itu, hanya ada 1 file dimana rasio kompresi RLE lebih kecil dari pada rasio kompresi sistem. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum sistem yang mengimplementasikan YRL lebih baik dari pada sistem yang mengimplementasikan RLE dalam mengompresi file bitmap.

#### 4.1. Analisis Pengujian Bitmap 24-bit

Untuk menganalisis sistem, hasil pengujian bitmap 24-bit dapat dibagi menjadi 3 kelompok. Ketiga kelompok hasil tersebut adalah rasio kompresi sistem di bawah 100% dan di bawah rasio kompresi RLE, rasio kompresi sistem di bawah 100% tetapi di atas rasio kompresi RLE, dan rasio kompresi sistem di atas 100%. Persentase ketiga kelompok hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Persentase 3 kelompok hasil pengujian bitmap 24-bit

Gambar yang memiliki rasio kompresi sistem di bawah 100% dan di bawah rasio kompresi RLE berjumlah 51 gambar. Diantara gambar tersebut, fireworks.bmp dan kodim20.bmp memiliki rasio kompresi yang paling rendah, yaitu sebesar 35.117% dan 53.795%. Kedua gambar tersebut memiliki ciri yang sama, yaitu memiliki banyak warna yang

hampir sama. Pada fireworks.bmp, hampir seluruh gambar berwarna hitam dan hanya ada sedikit warna putih gambar kilatan cahaya kembang api. Pada kodim20.bmp, ada banyak warna putih pada gambar langit dan banyak warna hijau pada gambar rumput. Hal inilah yang menyebabkan kedua gambar tersebut memiliki rasio kompresi yang rendah.

Gambar yang memiliki rasio kompresi sistem di bawah 100% tetapi di atas rasio kompresi *RLE* berjumlah 1 gambar. Gambar tersebut adalah zone\_plate.bmp. Gambar zone\_plate.bmp memiliki warna latar yang *solid* (tidak ada gradasi warna) dan sedikit motif. Dengan warna latar yang *solid*, baik *RLE* maupun sistem dapat mengompresnya. Akan tetapi, jumlah data berturut-turut yang dapat disimpan *RLE* (256) lebih banyak dari sistem (64). Oleh sebab itu, jika ada 256 data yang sama berturut-turut, sistem akan membutuhkan ruang 4 kali lebih banyak dari yang dibutuhkan *RLE*. Hal inilah yang menyebabkan rasio kompresi sistem lebih besar dari pada rasio kompresi *RLE*.

Gambar yang memiliki rasio kompresi sistem di atas 100% berjumlah 3 gambar. Gambar tersebut adalah kodim13.bmp, leaves\_iso\_1600.bmp, dan 4.2.03.bmp. Ketiganya memiliki ciri yang sama, yaitu adanya banyak kombinasi warna yang kontras (memiliki perbedaan warna yang tajam). Pada kodim13.bmp terdapat banyak kombinasi warna kontras pada gambar salju di gunung dan riak air di sungai. Pada leaves\_iso\_1600.bmp terdapat banyak kombinasi warna kontras pada gambar sinar matahari yang menerobos melalui dedaunan. Pada 4.2.03.bmp terdapat banyak warna kontras pada gambar bulu binatang. Warna kontras berarti memiliki selisih RGB yang jauh, sehingga sistem tidak dapat menampung nilai selisih tersebut dan terpaksa menyimpannya secara terpisah. Dalam sistem, terdapat penanda yang membedakan byte yang dikompresi dan yang tidak dikompresi. Jadi jika ada banyak byte yang tidak bisa dikompresi, ukuran file justru akan bertambah karena adanya penanda tersebut.

#### 4.2. Analisis Pengujian Bitmap 8-bit

Hasil pengujian bitmap 8-bit menunjukkan bahwa rasio kompresi sistem di bawah 100% dan di bawah rasio kompresi *RLE* untuk semua data uji. Akan tetapi, rata-rata rasio kompresi sistem pada bitmap 8-bit (82.237%) lebih tinggi dari rata-rata rasio kompresi sistem pada bitmap 24-bit (75.805%). Hal ini disebabkan karena bitmap 8-bit hanya memiliki 1 channel warna sehingga jika ada perbedaan warna yang tajam, pasti ada perbedaan nilai yang besar pada channel tersebut. Sedangkan pada bitmap 24-bit terdapat 3 channel warna sehingga jika ada perbedaan warna yang tajam, kemungkinan perbedaan nilai yang besar hanya terdapat pada salah satu channel warna.

Diantara hasil pengujian bitmap 8-bit, 5.1.13.bmp memiliki rasio kompresi paling kecil (22.993%). Gambar 5.1.13.bmp memiliki warna latar putih solid dan ada sejumlah garis pendek yang melintang dan membujur. Oleh karena itu, *RLE* juga dapat mengompresi gambar tersebut dengan baik, dengan rasio kompresi 25.345%. Rasio kompresi gambar tersebut tidak seperti rasio kompresi gambar zone\_plate.bmp meskipun memiliki ciri yang sama. Rasio kompresi sistem pada gambar tersebut masih lebih kecil dari rasio kompresi *RLE* karena ukuran gambar kecil (256 x 256 pixel). Jika dalam satu baris memiliki warna yang sama semua, *RLE* membutuhkan 2 byte dan sistem membutuhkan 8 byte, tetapi adanya garis-garis melintang dan membujur pada gambar tersebut menyebabkan kemungkinan kejadian di atas (satu baris memiliki warna yang sama semua) menjadi kecil.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penambahan ide dasar *Relative Encoding* dapat memperbaiki hasil kompresi *RLE*. Algoritma yang dikembangkan memiliki rata-rata rasio kompresi sebesar 75.805% untuk bitmap 24-bit dan 82.237% untuk bitmap 8-bit. Nilai tersebut lebih baik dari rata-rata rasio kompresi *RLE* murni yang nilainya sebesar 100.847% untuk bitmap 24-bit dan 97.713% untuk bitmap 8-bit.
- b. Dalam kondisi tertentu *RLE* dapat mengompresi gambar lebih baik dari algoritma yang dikembangkan karena struktur penyimpanan yang digunakan dalam implementasi

algoritma ini. Rasio kompresi *RLE* lebih rendah ketika banyak warna *solid* pada gambar dan ukuran gambar tidak terlalu kecil, sedangkan rasio kompresi algoritma yang dikembangkan lebih rendah ketika banyak gradasi warna pada gambar.

- c. Jika gambar memiliki banyak kemiripan warna, rasio kompresi akan semakin kecil / semakin baik. Jika gambar memiliki banyak warna yang kontras, ada kemungkinan ukuran file hasil kompresi akan membesar / rasio kompresi lebih besar 100%.

## 5. Saran

Sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini masih sangat terbatas. Beberapa hal yang dapat dikembangkan lebih lanjut adalah:

- a. Urutan pembacaan bitmap.
- b. Sistem menggunakan urutan *non-interlaced horizontal*. Pengujian lebih lanjut
- c. dapat membandingkan hasil kompresi jika kompresi dilakukan dengan urutan-urutan pembacaan file yang ada (*horizontal, vertical, dan zigzag*).
- d. Struktur penyimpanan byte terkompresi.
- e. Hal ini juga dapat diteliti lebih lanjut untuk menemukan struktur yang lebih efektif dalam menyimpan nilai-nilai hasil kompresi.
- f. Mengubah cara menentukan rentetan data dari *Greedy* menjadi *Dynamic Programming* agar kompresi menjadi optimal.

## Daftar Pustaka

- Abdmouleh, M. K., Masmoudi, A., & Bouhlel, M. S. (2012). A New Method Which Combines Arithmetic Coding with RLE for Lossless Image Compression. *Journal of Software Engineering and Applications*, 41-44.
- Franzen, R. (2013, January 27). *True Color Kodak Images*. Retrieved from <http://r0k.us/graphics/kodak/>
- Rawzor - Lossless compression software for camera raw images. (n.d.). *The New Test Images - Image Compression Benchmark*. Retrieved from [http://imagecompression.info/test\\_images/](http://imagecompression.info/test_images/)
- Salomon, D. (2004). *Data Compression, The Complete Reference, 3rd edition*. New York: Springer.
- Setiawan, A. E. (2014). *Implementasi Penggabungan Algoritma Run-Length Encoding dan Metode Burrows-Wheeler Transform Pada Pemampatan Citra BMP 24-Bit*. Yogyakarta: Universitas Kristen Duta Wacana.
- Suarjaya, I. M. (2012). A New Algorithm for Data Compression. *IJACSA*, 3(8).
- University of Southern California. (n.d.). *SIPi Image Database - Misc*. Retrieved from <http://sipi.usc.edu/database/database.php?volume=misc>
- Whitrow, R. (2008). *OpenGL Graphics Through Applications*. London: Springer-Verlag.



# DESAIN MODEL BASIS DATA OBYEK PARIWISATA PROVINSI JAWA TENGAH STUDI KASUS DI KABUPATEN MAGELANG

Wasino<sup>1</sup>  
wasino@fti.untar.ac.id

Jap Tji Beng<sup>2</sup>  
t.jap@untar.ac.id

Desi Arisandi<sup>3</sup>  
desi@fti.untar.ac.id

## *Abstract*

*Magelang District is implementing the tourism development program that consists of: marketing development, tourism destination development, partnership development, and tourism infrastructure development. Data about tourism in Magelang regency has not been stored correctly according to the rules of database normalization, with redundancy data storage, including the data that stored and informed online. A good information system should be supported by accurate data and stored on a database that has been normalized, so that data can be read by the system or a different program with different goals and views. Based on the analysis of data obtained in Magelang District, there are several the same ways and the same and the different way of storing and displaying information tourism objects. Normalization process conduct on the obtained data until the 3rd normal form to eliminate the partial dependencies and transitive dependencies. The result of the reseach is a database model.*

**Keywords:** *database normalization, redudancy, dependencies (partial & transitive), database model.*

## **1. Pendahuluan**

Prospek pengembangan pariwisata di Indonesia pada masa sekarang ini sangat strategis dengan penambahan destinasi pariwisata dan meningkatnya investasi pariwisata yang menjadikan pariwisata sebagai faktor penambah pendapatan ekspor, penciptaan lapangan kerja, dan pengembangan usaha yang mendukung pariwisata semakin maju. Perkembangan pariwisata ini harus didorong dengan pengembangan sarana promosi yang efektif diarahkan secara tepat kepada para wisatawan baik wisatawan nusantara (wisnu) maupun wisatawan mancanegara (wisman). Salah satu destinasi pariwisata di Jawa Tengah yang banyak dikunjungi wisnu dan wisman adalah obyek wisata yang ada di Kabupaten Magelang, secara khusus adalah obyek wisata sejarah dan budaya (candi).

Sebuah sistem informasi yang baik harus didukung oleh data yang akurat dan disimpan pada basis data yang telah dinormalisasikan, sehingga data dapat dibaca oleh sistem atau program aplikasi yang berbeda dengan tujuan berbeda, dan melalui pandangan yang berbeda. Data tentang wisata di Kabupaten Magelang tentu memiliki karakteristik yang berbeda dan terLEtak di daerah yang juga berlainan tempat, selain itu data wisata tersebut tentu memiliki kategori atau jenis wisata yang berlainan. Beberapa pertanyaan mengenai data wisata berikut ini: (a) normalisasi data sampai bentuk ke berapa supaya duplikasi data dapat dihindari, (b) bagaimana hubungan antara satu data dengan data lainnya, (c) kapan dan bagaimana data harus disimpan untuk mendukung implementasi sistem.

---

<sup>1</sup> Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara

<sup>2</sup> Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara

<sup>3</sup> Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Pariwisata

Pariwisata adalah kumpulan kegiatan, industri dan jasa yang memberikan layanan pengalaman perjalanan, di dalamnya ada layanan transportasi, akomodasi, makan dan minum, pusat jajanan, bisnis hiburan, fasilitas kegiatan dan jasa perhotelan lain yang disediakan untuk individu atau kelompok yang berpergian dari rumah ke tujuan tertentu (www. prm-nau.edu, 2013).

Pariwisata adalah tentang kegiatan orang-orang dari rumah atau tempat mereka bekerja untuk sementara waktu pada lingkungan yang mereka kenal sebagai upaya supaya merasa baik dengan mendapatkan fasilitas dan pelayanan yang memenuhi kebutuhan mereka. (ofobruku, 2013)

### 2.2. Model Data

Model data adalah koleksi terpadu dari konsep untuk menggambarkan dan memanipulasi data, hubungan antar data, dan batasan pada data dalam sebuah organisasi (Connolly, 2010). Data dapat terdiri dari beberapa bentuk, jenis dan sifat sebagai representasi suatu kejadian atau sebagai fakta yang belum diolah dibentuk sebagai sebuah model. Sebuah model adalah representasi dari benda, fakta atau kejadian nyata dan hubungan yang terjadi. Sebuah model data merupakan gambaran dari organisasi itu sendiri. Ini harus memiliki konsep dasar dan notasi yang memungkinkan desainer basis data dan pengguna akhir memiliki pemahaman yang jelas dan akurat tentang data organisasi (Connolly, 2010).

Model data adalah pola atau sistem secara grafis yang digunakan untuk menangkap sifat dan hubungan antar data yang digunakan pada berbagai level atau tingkat abstraksi data (Hoffer, 2011). Supaya setiap pemakai data mengerti dengan baik sifat data, maka pemodelan data merupakan cara yang baik untuk menjelaskan kepada pemakai sehingga dapat melihat data secara logis. Pemodelan data pada penelitian ini menggunakan model relasional yang dilakukan dalam tahap analisis dan desain.

### 2.3. Sistem Basis Data

Dalam kehidupan sehari-hari, basis data merupakan bagian yang terintegrasi dan secara tidak sadar kita menggunakannya. Merancang basis data yang benar merupakan dasar untuk membangun basis data yang memenuhi kebutuhan pengguna. Basis data adalah sebuah kumpulan besar data yang dapat digunakan secara bersamaan oleh banyak departemen dan pengguna. Semua item-item data pada sebuah basis data bukanlah file-file terpisah dengan adanya kemungkinan duplikasi data, tetapi lebih diintegrasikan dengan jumlah duplikasi yang seminimal mungkin.

Model data relasional adalah sebuah model yang didasarkan pada konsep relasi matematika. Dalam model data relasional, data dan hubungan yang direpresentasikan sebagai tabel, masing-masing diberi nomor kolom dengan nama yang unik yaitu nama atribut yang tidak boleh sama pada setiap kolom (Connolly, 2010). Basis data model relasional adalah basis data yang merepresentasikan data sebagai sebuah kumpulan dari tabel di mana semua hubungan data diwakili oleh nilai yang digunakan bersama dalam tabel yang berhubungan (Hoffer, 2011).

### 2.4. Normalisasi

Normalisasi adalah sebuah teknik untuk menghasilkan satu himpunan dari relasi dengan properti diperlukan sesuai kebutuhan data perusahaan. Normalisasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan pada setiap tahap dalam melakukan desain basis data. Normalisasi juga diartikan sebagai suatu teknik untuk menganalisis relasi berdasarkan kunci utamanya (*primary key*) atau kunci kandidat (*candidate key*) dan menganalisis ketergantungan fungsional (Connolly, 2010). Teknik ini melibatkan serangkaian aturan yang dapat digunakan untuk menguji relasi sehingga basis data dapat dinormalisasi untuk tingkat apapun. Tiga bentuk relasi (disebut juga sebagai tabel) yang normal dan digunakan dalam penelitian ini adalah bentuk normal pertama (1NF), bentuk normal kedua (2NF), dan bentuk normal ketiga (3NF).

Pendekatan dalam normalisasi terdapat 2 bentuk, yaitu pendekatan *bottom up* dan *top down*, dan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *bottom up* yaitu dengan memeriksa sumber data yang diperoleh dalam tahap pengumpulan kebutuhan untuk analisis.

### 2.5. Ketergantungan Fungsional

Ketergantungan fungsional adalah sebuah sifat yang menunjukkan bagaimana atribut berhubungan dengan atribut lainnya. Ketika ketergantungan fungsional muncul, ketergantungan itu dispesifikasikan sebagai batasan antara atribut (Connolly, 2010). Dalam penelitian ini, normalisasi dilakukan dengan menghilangkan ketergantungan fungsional yang bersifat parsial dan transitif.

Ketergantungan fungsional menggambarkan hubungan antara atribut dengan atribut lainnya dalam sebuah relasi. Jika A dan B adalah atribut dari relasi R, B secara fungsional bergantung pada A (dilambangkan  $A \rightarrow B$ ), jika setiap nilai A dikaitkan dengan tepat satu nilai B. (A dan B bisa saja terdiri dari satu atribut atau lebih satu atribut).

Ketergantungan fungsional  $A \rightarrow B$  adalah ketergantungan fungsional penuh apabila penghilangan setiap atribut dari A menghasilkan tiadanya ketergantungan lagi. Ketergantungan fungsional  $A - B$  memiliki ketergantungan yang bersifat parsial apabila ada beberapa atribut yang dapat dihilangkan dari A namun ketergantungannya masih ada.

Ketergantungan transitif merupakan ketergantungan dari beberapa atribut pada atribut lain yang bukan *primary key*. Sebuah kondisi dimana A, B, dan C adalah atribut dari sebuah relasi yang mana jika  $A \rightarrow B$  dan  $B \rightarrow C$ , maka C adalah atribut yang bergantung secara transitif pada A melalui B. Pada penelitian ini, normalisasi data dilakukan dengan menghilangkan sifat ketergantungan parsial dan ketergantungan transitif untuk menghasilkan normalisasi bentuk ke-3.

## 3. Pengambilan dan Pengumpulan Data

Fakta atau data mentah sangat penting untuk ditemukan selama proses pembangunan sistem basis data dalam tahap awal siklus hidup pengembangan sistem termasuk dalam perencanaan basis data, pendefinisian sistem, dan tahap analisis. Dalam pengumpulan fakta ini digunakan teknik *fact-finding*, yaitu sebuah teknik yang digunakan dalam pembangunan basis data sebagai sebuah proses formal menggunakan teknik seperti wawancara, memeriksa dokumen, pengamatan terhadap proses, dan perekaman data digital. Gambar direkam dengan foto digital sedangkan koordinat peta direkam dengan GPS format derajat, menit, dan detik.

Berikut ini adalah 4 contoh data obyek wisata, kegiatan dan kuliner yang ada di Kabupaten Magelang. Data ini diperoleh dengan cara mengukur jarak antar obyek melalui rute yang ditempuh peneliti, mengambil gambar dengan kamera, merekam koordinat peta dengan GPS, dan melakukan wawancara langsung kepada pengelola atau penanggung jawab obyek yang dikunjungi.

### a. Wisata Alam Ketep Pass

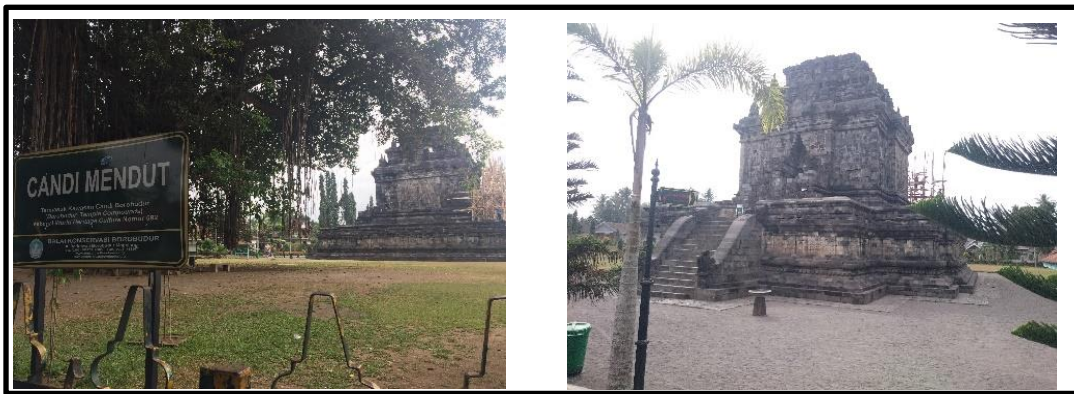
Obyek wisata ini berada di desa Ketep, kecamatan Sawangan, kabupaten Magelang dengan letak puncaknya berada pada bukit Sawangan sehingga obyek wisata ini dikategorikan sebagai obyek wisata alam. Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada di desa Ketep dengan luas area kurang lebih 8.000 m<sup>2</sup>, dan ketinggian 1.170 m dpl. Obyek wisata ini diresmikan oleh Presiden Megawati pada tanggal 17 Oktober 2002 sebagai kawasan wisata jalur SSB (Solo Selo Borobudur). Jarak obyek wisata ini ke arah pertigaan Salatiga – Ketep – Magelang adalah 9 km, ke arah Candi Lumbung 6 km, dan dari Kota Magelang 17 km. Fasilitas yang ada di obyek wisata ini antara lain: Gardu Pandang, Vulkano Theater tempat pemutaran film dokumentasi meletusnya gunung merapi, Vulkano Centre tempat memamerkan miniatur gunung merapi dan bebatuan hasil letusan, Pelataran Panca Arga, Restaurant Panca Arga, dan fasilitas tempat Ibadah dan tempat istirahat.



Gambar 1. Foto Obyek Wisata Ketep Pass  
Koordinat GPS S: 07°29'40.8" E: 110°22'52.3"

**b. Candi Mendut**

Candi Mendut merupakan candi bercorak keagamaan Budha Mahayana yang didirikan pada masa pemerintahan Raja Indra dari dinasti Syailendra. Hal ini dibuktikan dengan prasasti karang tengah yang berangka tahun 824 masehi. Prasasti tersebut menyebutkan bahwa Raja Indra telah membangun bangunan suci bernama 'crimad venuwana' yang memiliki arti bangunan suci di hutan bambu. Menurut J.G. de Casparis ahli arkeologi dari Belanda, kata ini dihubungkan dengan pendirian candi Mendut. Candi Mendut berada di desa Mendut, kecamatan Mungkid, kabupaten Magelang berjarak 19 km dari candi Lumbung, dan berjarak 37 km dari stasiun tugu yogyakarta.



Gambar 2. Foto Candi Mendut  
Koordinat GPS S: 07°36'20.0" E: 110°13'48.2"

Kumpulan data tentang obyek wisata yang diperoleh dan telah disederhanakan dari beberapa sampel data harus ditransformasikan (diubah bentuknya) ke dalam format tabel dalam baris dan kolom. Sampel obyek wisata yang diambil dari beberapa lokasi memiliki data dan informasi yang berbeda, dan data tersebut disimpan ke dalam baris dan kolom pada tabel yang belum berada pada keadaan normal karena terjadinya *repeating group*, sehingga keadaan yang demikian harus dihilangkan dengan membuatnya dalam bentuk normal seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Data Obyek Wisata (dalam bentuk normal , NF1) dengan menghilangkan *repeating group*.

Nama obyek	Kategori	Alamat Obyek	Foto Obyek	Koordinat Peta	Jarak Ke	Sejarah dan Keterangan	Fasilitas Obyek
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak, desa Ketep, kecamatan Sawangan, kabupaten Magelang	Foto1	S: 07°29'40.8" E:110°22'52.3"	Candi lumbung 6 km	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Gardu Pandang



Nama obyek	Kategori	Alamat Obyek	Foto Obyek	Koordinat Peta	Jarak Ke	Sejarah dan Keterangan	Fasilitas Obyek
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak, desa Ketep, kecamatan Sawangan, kabupaten Magelang	Foto1	S: 07°29'40.8" E:110°22'52.3"	Candi lumbang 6 km	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Vulkano Theater
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak, desa Ketep, kecamatan Sawangan, kabupaten Magelang	Foto2	S: 07°29'40.8" E:110°22'52.3"	Candi lumbang 6 km	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Vulkano Theater
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Candi Lumbang	Sejarah dan Budaya	Desa Kronggowasan, kecamatan Lumbang, Kabupaten Magelang	Foto 1	S: 07°31'33.1" E:110°20'51.7"	Ketep Pass 6 km,	Candi ini merupakan candi yang dibuat pada masa Raja Mataram yang ke-8 .....	-
Candi Lumbang	Sejarah dan Budaya	Desa Kronggowasan, kecamatan Lumbang, Kabupaten Magelang	Foto 2	S: 07°31'33.1" E:110°20'51.7"	Ketep Pass 6 km,	Candi ini merupakan candi yang dibuat pada masa Raja Mataram yang ke-8 .....	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Museum Samudraraksa	Museum	desa Borobudur, kecamatan Borobudur, kabupaten Magelang	Foto 1	-	-	Museum Samudraraksa dibuat dan diresmikan oleh Menko Kesra ....	-
Museum Samudraraksa	Museum	desa Borobudur, kecamatan Borobudur, kabupaten Magelang	Foto 2	-	-	Museum Samudraraksa dibuat dan diresmikan oleh Menko Kesra ....	-
.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

**c. Informasi Kegiatan atau Event**



Gambar 3. Brosur Kegiatan atau Event

Informasi pada Gambar 3 harus diubah bentuknya kedalam format tabel seperti pada Tabel 2, tabel tersebut masih dalam bentuk tidak normal. Pada dokumen lain yang diperoleh seperti berita kegiatan atau berita event, daftar restaurant, dan brosur restaurant juga teridentifikasi atributnya seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4. Data pada tabel tersebut juga belum berada pada kondisi normal, karena terdapatnya *repeating group*.

**4. Normalisasi Data**

Normalisasi merupakan sebuah teknik dalam merancang basis data, dimulai dari memeriksa hubungan antar data atau antar atribut untuk mengetahui ketergantungan fungsional. Atribut ini menjelaskan beberapa ciri dari data dan hubungannya antar data yang penting. Dalam desain basis data ini, normalisasi dilakukan sampai dengan tingkat ke-3 yaitu dengan menghilangkan ketergantungan transitif. Tabel 2 adalah contoh sebagai tabel yang belum normal, pada tabel tersebut teridentifikasi terjadinya *repeating group* yaitu pada atribut

acara, dan kontak karena dalam satu sel terdapat lebih dari 1 data. Sebagai contoh terjadinya *repeating group* pada atribut kontak berisi Emma: 085643556634, dan Langen: 085643773524. Tabel tersebut harus diubah kedalam bentuk normal atau normal ke-1 sehingga setiap nilai unik tersimpan pada satu baris dan kolom (sel) dengan cara menghilangkan *repeating group*.

Tabel 2.  
Kegiatan atau Event (dalam bentuk belum normal)

Nama event	Waktu	Tempat	Penyelenggara	Acara	Hiburan	Keterangan	Kontak
Festival Durian Unggul Lokal	7 – 9 Maret 2016	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba durian unggul lokal, Lomba olahraga berbahan baku durian, Lomba stand pameran	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memperingati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Lomba Gede Gedean Durian	19 Maret 2015	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Mungkid	Lomba gede gedean durian diukur dari volume isi lingkaran.	-	Syarat dan ketentuan: .....	Emma: 085643556634 Langen: 085643773524
....	....	....	....	....	....	....	....

Tabel 3, 4 dan 5 berikut ini merupakan tabel yang sudah dalam bentuk normal, dimana proses penghilangan *repeating group* sudah dilakukan, sehingga tabel tersebut tidak mengandung *repeating group*, yaitu dengan menghilangkan komponen yang berulang.

Tabel 3.  
Kegiatan atau Event bentuk Normal ke-1 (Penghilangan *Repeating Gorup* berdasarkan Tabel 2)

Nama event	Waktu	Tempat	Penyelenggara	Acara	Hiburan	Keterangan	Kontak
Festival Durian Unggul Lokal	7 – 9 Maret 2016	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba durian unggul lokal	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memperingati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Festival Durian Unggul Lokal	7 – 9 Maret 2016	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba olahraga berbahan baku durian	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memperingati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Festival Durian Unggul Lokal	7 – 9 Maret 2016	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba stand pameran	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memperingati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Lomba Gede Gedean Durian	19 Maret 2015	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Mungkid	Lomba gede gedean durian diukur dari volume isi lingkaran.	-	Syarat dan ketentuan: .....	Emma: 085643556634
Lomba Gede Gedean Durian	19 Maret 2015	Lapangan Candimulyo Magelang	BPPKP Kabupatn Magelang dan Kecamatan Mungkid	Lomba gede gedean durian diukur dari volume isi lingkaran.	-	Syarat dan ketentuan: .....	Langen: 085643773524
....	....	....	....	....	....	....	....

Tabel 4.  
Berita Pelaksanaan Kegiatan bentuk Normal ke-1

Judulberita	Penulis	Tgljamberita	Kabupaten	Tgglevent	Isiberita	Fotoberita	Judulfoto
Festival durian candimulyo makin eksis	Bagian humas dan protokol	10 March 2016 07:59	Magelang	8/3/2016	Keberadaan festival durian di candimulyo dari tahun ke ahun semakin eksis dan mendapatkan ...	Foto 1	Arak arakan gunung....
Festival durian candimulyo makin eksis	Bagian humas dan protokol	10 March 2016 07:59	Magelang	8/3/2016	Keberadaan festival durian di candimulyo dari tahun ke ahun semakin eksis dan mendapatkan ...	foto 2	Warga berebut .....
....	....	....	....	....	....	....	....

Tabel 5.  
Data Restaurant bentuk Normal ke-1

namaResto	alamatResto	NoTelpon
Orang Utan Resto	Jl Mayor Kusen km2,4 dusun Sikluwih Pabelan Mungkid Kabupaten Magelang	0293-789322
....	.....	.....
Sekar Kedathon	Jl Palbapang Borobudur km 2,5 desa Pabelan Kecamatan Mungkid	0293-789429
Sekar Kedathon	Jl Palbapang Borobudur km 2,5 desa Pabelan Kecamatan Mungkid	0293-789429
....	.....	.....

Tabel 6.  
Informasi Restaurant bentuk Normal ke-1

Judulin fo	tglinfo	namares to	foto R	beritaResto	alamatResto	tlpRes to	Pemilik	hpPemilik	Email
Selamat datang di Sekar Kedathon n ....	March 6, 2016	Sekar Kedathon	Foto	Sekar Kedhaton Restaurant ad alah tempat .....	Jl. Raya Borobudur km. 2,5 Mungkid, Magelang	0293 386 868	Betta Farah, SE	0811251874	betta.farah@yahoo.com
Selamat datang di Sekar Kedathon n ....	March 6, 2016	Sekar Kedathon	Foto	Sekar Kedhaton Restaurant ad alah tempat .....	Jl. Raya Borobudur km. 2,5 Mungkid, Magelang	0293 386 005	Betta Farah, SE	085100418424	betta.farah@yahoo.com
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

Nama kolom atau atribut seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 sampai dengan 6 terdiri dari beberapa sifat atribut seperti *simple attribute*, *composite attribute*, dan *multivalued attribute*. Atribut yang bersifat *single valued attribute* dan *derived attribute* belum ada pada tabel tersebut. Pada Tabel 1 (alamatobyek, koordinatpeta, jarakke), Tabel 3 (tempat), pada Tabel 5 dan 6 (alamatresto) merupakan *composite attribute* yang isinya terdiri dari beberapa komponen nilai. Atribut ini dapat dibagi lagi untuk menghasilkan atribut yang lebih kecil dengan independensi data pada setiap atribut tersebut. Seperti pada atribut tempat dan atribut alamatobyek karena mengacu pada tampilan pengguna sebagai data yang dapat digunakan bersama dan tidak sebagai komponen individu.

Atribut tempat dibagi kedalam atribut yang lebih sederhana dengan lokasi, kecamatan, kabupaten, kemudian alamatobyek disederhanakan menjadi alamat, desa, kecamatan, kabupaten. Atribut koordinat peta juga merupakan *composit attribute* sehingga disederhanakan menjadi atribut koordinat gps-south, gps-east sedangkan atribut jarakke disederhanakan menjadi atribut tujuan, dan jarak-km.

Tabel 7 sampai dengan 11 merupakan tabel hasil penyederhanaan *compositie attribute* menjadi *simple attribute*.

Tabel 7.  
Penyederhanaan Atribut AlamatObyek (Tabel 1)

Nama obyek	Kategori	Alamat Obyek	.....
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak, desa Ketep, kecamatan Sawangan, kabupaten Magelang	
.....	.....	.....	
Candi Lumbung	Sejarah dan Budaya	Desa Kronggowasan, kecamatan Lumbung, Kabupaten Magelang	
.....	.....	.....	

↓

Alamat	Desa	Kecamatan	Kabupaten
Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang
.....	.....	.....	
-	Kronggowasan	Lumbung	Magelang
.....	.....	.....	

Atribut alamatobyek tidak simpel karena memiliki komponen nilai yang tidak tunggal, maka disederhanakan menjadi empat atribut yang memiliki nilai simpel sehingga data tersebut dapat digunakan bersama. Atribut lain yang bersifat *composite* juga harus disederhanakan menjadi atribut yang bersifat simpel.

Tabel 8.  
Penyederhanaan Atribut Koordinat Peta (Tabel 7)

Nama obyek	.....	Koordinat Peta	.....
Ketep Pass	.....	S: 07°29'40.8" E: 110°22'52.3"	.....
.....	.....	.....	.....
Candi Lumbung	.....	S: 07°31'33.1" E: 110°20'51.7"	.....
.....	.....	.....	.....

↓

Gps-south	Gps-east
07°29'40.8"	110°22'52.3"
.....	.....
07°31'33.1"	110°20'51.7"
.....	.....

Tabel 9.  
Penyederhanaan Atribut Jarak ke (Tabel 1)

Nama obyek	.....	Jarak ke	.....
Ketep Pass	.....	Candi lumbung 6 km	.....
.....	.....	.....	.....
Candi Lumbung	.....	Ketep Pass 6 km,	.....
.....	.....	.....	.....

↓

Tujuan	Jarak-KM
Candi Lumbung	6
.....	.....
Ketep Pass	6
.....	.....

Tabel 10.  
Penyederhanaan Atribut Tempat (Tabel 3)

Nama event	Waktu	Tempat	.....
Festival Durian Unggul Lokal	7-9 Maret 2016	Lapangan Candimulyo Magelang	.....
Lomba Gede Gede Durian	19 Maret 2015	Lapangan Candimulyo Magelang	.....

↓

Nama Tempat	Kecamatan	Kabupaten
Lapangan	Candimulyo	Magelang
.....	.....	.....

Tabel 11.  
Penyederhanaan Atribut alamatResto (Tabel 6)

Judulinfo	.....	alamatResto	.....
Selamat datang di Sekar Kedathon ....	.....	Jl. Raya Borobudur km. 2,5 Mungkid, Magelang	.....
....	....	....	.....

↓

Alamat	Desa	Kecamatan	Kabupaten
Jl. Raya Borobudur km 2,5	Borobudur	Mungkid	Magelang
.....	.....	.....	.....

Setiap tabel haruslah memiliki *primary key* sebagai pengenal yang unik pada setiap baris pada tabel tersebut. Pengenal tersebut harus sebuah atribut atau gabungan atribut yang bersifat *single valued* yaitu atribut yang memegang nilai tunggal untuk setiap baris data. Atribut *single valued* biasanya ditambahkan oleh desainer basis data atau ditetapkan oleh sistem analis sebagai atribut pengenal yang memiliki nilai tunggal pada setiap kemunculan data pada tabel.

## 5. Identifikasi Ketergantungan Fungsional

Tabel 12 sampai dengan 14 merupakan tabel yang diperoleh dari proses penghilangan *repeating group* (isi dari sebuah atribut yang memiliki nilai lebih dari satu kemungkinan) dan proses penyederhanaan dari atribut yang bersifat *composite attribute* (isi dari sebuah atribut yang memiliki nilai tidak simpel terdiri dari lebih satu komponen nilai). Tabel tersebut telah normal pada bentuk ke-1 tetapi belum normal bentuk ke-2 karena adanya kerangkapan data sehingga harus diubah kedalam bentuk normal ke-2 dengan memperhatikan ketergantungan fungsional yang bersifat parsial.

Tabel 12.  
Informasi Obyek Wisata bentuk Normal ke-1 dengan Penyederhanaan Atribut

Nama obyek	Kategori	Alamat	Desa	Kecamatan	Kabupaten	Foto Obyek	Gps-south	Gps-east	Tujuan	Jarak KM	Sejarah dan Keterangan	Fasilitas Obyek
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang	Foto	07°29' 40.8"	110°22' 52.3"	Candi Lumbung	6	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Gardu Pandang
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang	Foto	07°29' 40.8"	110°22' 52.3"	Candi Lumbung	6	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena	Vulkano Theater

Nama obyek	Kategori	Alamat	Desa	Kecamatan	Kabupaten	Foto Obyek	Gps-south	Gps-east	Tujuan	Jarak KM	Sejarah dan Keterangan	Fasilitas Obyek
											berada .....	
.....	.....	.....				.....	.....			.....	.....	.....
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang	Foto 1	07°29' 40.8"	110°22' 52.3"	Candi Lumung	6	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Gardu Pandang
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang	Foto 1	07°29' 40.8"	110°22' 52.3"	Candi Lumung	6	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Vulkano Theater
.....	.....	.....				.....	.....			.....	.....	.....
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang	Foto 2	07°29' 40.8"	110°22' 52.3"	Candi Lumung	6	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Gardu Pandang
Ketep Pass	Alam	Jalan Blabak	Ketep	Sawangan	Magelang	Foto 2	07°29' 40.8"	110°22' 52.3"	Candi Lumung	6	Obyek wisata ini dinamakan ketep karena berada .....	Vulkano Theater
.....	.....	.....				.....	.....			.....	.....	.....
Candi Lumung	Sejarah dan Budaya	-	Krongg owasan	Lumung	Magelang	Foto 1	07°31' 33.1"	110°20' 51.7"	Ketep Pass	6	Candi ini merupakan candi yang dibuat pada masa Raja Mataram yang ke-8 .....	-
Candi Lumung	Sejarah dan Budaya	-	Krongg owasan	Lumung	Magelang	Foto 2	07°31' 33.1"	110°20' 51.7"	Ketep Pass	6	Candi ini merupakan candi yang dibuat pada masa Raja Mataram yang ke-8 .....	-
.....	.....	.....				.....	.....			.....	.....	.....
Museum	Museum	-	Borobudur	Borobudur	Magelang	Foto 1	-			-	Museum	-

Nama obyek	Kategori	Alamat	Desa	Kecamatan	Kabupaten	Foto Obyek	Gps-south	Gps-east	Tujuan	Jarak KM	Sejarah dan Keterangan	Fasilitas Obyek
Samudr araksa											Samudr araksa dibuat dan diresmikan oleh Menko Kesra ....	
Museum Samudr araksa	Museum	-	Borobudur	Borobudur	Magelang	Foto 2	-			-	Museum Samudr araksa dibuat dan diresmikan oleh Menko Kesra ....	-
.....	.....	.....				.....	.....			.....	.....	.....

Tabel 13.  
Kegiatan atau Event bentuk Normal ke-1 dengan Penyederhanaan Atribut

Nama event	Waktu	Nama Tempat	Kecamatan	Kabupaten	Penyelenggara	Acara	Hiburan	Keterangan	Kontak
Festival Durian Unggul Lokal	7-9 Maret 2016	Lapangan	Candimulyo	Magelang	BPPKP Kabupaten Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba durian unggul lokal	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memeringati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Festival Durian Unggul Lokal	7-9 Maret 2016	Lapangan	Candimulyo	Magelang	BPPKP Kabupaten Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba olahraga berbahasan baku durian	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memeringati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Festival Durian Unggul Lokal	7-9 Maret 2016	Lapangan	Candimulyo	Magelang	BPPKP Kabupaten Magelang dan Kecamatan Candimulyo	Lomba stand pameran	Kesenian tradisional artis ibukota	Dalam rangka memeringati HUT Kota Mungkid yang ke-32 tahun 2016.	-
Lomba Gede Gedean Durian	19 Maret 2015	Lapangan	Candimulyo	Magelang	BPPKP Kabupaten Magelang dan Kecamatan Mungkid	Lomba gede gedean durian diukur dari volume isi lingkaran.	-	Syarat dan ketentuan: .....	Emma: 085643556634

Nama event	Waktu	Nama Tempat	Kecamatan	Kabupaten	Penyelenggara	Acara	Hiburan	Keterangan	Kontak
Lomba Gede Gedean Durian	19 Maret 2015	Lapangan	Candimulyo	Magelang	BPPKP Kabupaten Magelang dan Kecamatan Mungkid	Lomba gedean durian diukur dari volume isi lingkaran.	-	Syarat dan ketentuan: .....	Langen: 085643773524
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

Tabel 14. Informasi Restaurant bentuk Normal ke-1 dengan Penyederhanaan Atribut

Judul info	Tgl info	nama resto	fotoR	beritaResto	alamat Resto	Desa	Kecamatan	Kabupaten	tlpResto	Pemilik	hpPemilik	Email
Selamat datang di Sekar Kedhaton .....	March 6, 2016	Sekar Kedhaton	Foto	Sekar Kedhaton Restaurant adalah tempat .....	Jl. Raya Borobudur km 2,5	Borobudur	Mungkid	Magelang	0293386868	Betta Farah, SE	0811251874	beta.farah@yahoo.com
Selamat datang di Sekar Kedhaton .....	March 6, 2016	Sekar Kedhaton	Foto	Sekar Kedhaton Restaurant adalah tempat .....	Jl. Raya Borobudur km 2,5	Borobudur	Mungkid	Magelang	0293386005	Betta Farah, SE	085100418424	beta.farah@yahoo.com
....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

Untuk memudahkan identifikasi ketergantungan fungsional, kami tambahkan atribut yang bersifat tunggal (*single valued attribute*). Sebagai contoh obyekNO, kategoriNO, desaNO, kecNO, kabNO, fotoNO, tujuanNO, fasilitasNO, eventNO, kontakNO, restoNO, judulNO, pemilikNO. Atribut tujuan berisi nama obyek wisata, sehingga tidak perlu menulis ulang nama obyek tetapi mengambil pengenalnya yaitu obyekNO. Pilihan sebagai *primary key* (kunci pengenal) adalah obyekNO, kategoriNO, tujuanNO, fasilitasNO untuk Tabel 12, dan pilihan sebagai kunci pengenal pada Tabel 13 adalah eventNO, tanggal, kontakNO, sedangkan pada Tabel 14 pilihan kunci pengenalnya adalah judulNo, restoNo, tglinfo.

Identifikasi ketergantungan fungsional pada Tabel 12.

- FD1: obyekNO, tujuanNO → jarakkm
- FD2: obyekNO → namaobyek, kategori, alamat, desa, kecamatan, kabupaten, fotoobyek, gps-south, gps-east, sejarahketerangan, fasilitasobyek (ketergantungan parsial)
- FD3: kategoriNO → kategori (ketergantungan transitif)
- FD4: fasilitasNO → fasilitasobyek (ketergantungan transitif)
- FD5: desaNO → desa (ketergantungan transitif)
- FD6: kecNO → kecamatan (ketergantungan transitif)
- FD7: kabNO → kabupaten (ketergantungan transitif)
- FD8: fotoNO → fotoobyek (ketergantungan transitif)

Identifikasi ketergantungan fungsional pada Tabel 13.

- FD1: eventNO, kontakNO → kontak
- FD2: eventNO → namaevent, waktu, namatempat, kecamatan, kabupaten, penyelenggara, acara, hiburan, keterangan (ketergantungan parsial)
- FD3: kecNO → kecamatan (ketergantungan transitif)
- FD4: kabNO → kabupaten (ketergantungan transitif)

Identifikasi ketergantungan fungsional pada Tabel 14.

- FD1: judulNO, restoNO, tglinfo → judulinfo, beritaResto
- FD2: restoNO → namaresto, fotoR, alamatResto, desa, kecamatan, kabupaten, pemilik (ket. parsial)
- FD3: pemilikNO → pemilik, email (ketergantungan transitif)



FD4: desaNO → desa (ketergantungan transitif)  
FD5: kecNO → kecamatan (ketergantungan transitif)  
FD6: kabNO → kabupaten (ketergantungan transitif)

Dalam proses mengidentifikasi *primary key* (pengenal), kita dapat menemukan entitas (tabel) yang disebut *strong entity* (kuat), dan entitas yang disebut *weak entity* (lemah). Pengenal dari entitas lemah hanya dapat diidentifikasi ketika memetakan entitas dan hubungannya dengan pemiliknya. Dalam kasus ini, tlpResto dan hpPemilik merupakan atribut yang menjadi entitas lemah.

FD7: restoNO, tlpResto (entitas lemah)  
FD8: pemilikNO, hpPemilik (entitas lemah)

Berdasarkan ketergantungan fungsional tersebut, dengan menghilangkan ketergantungan parsial maka diperoleh relasi dalam bentuk normal ke-2 sbb:

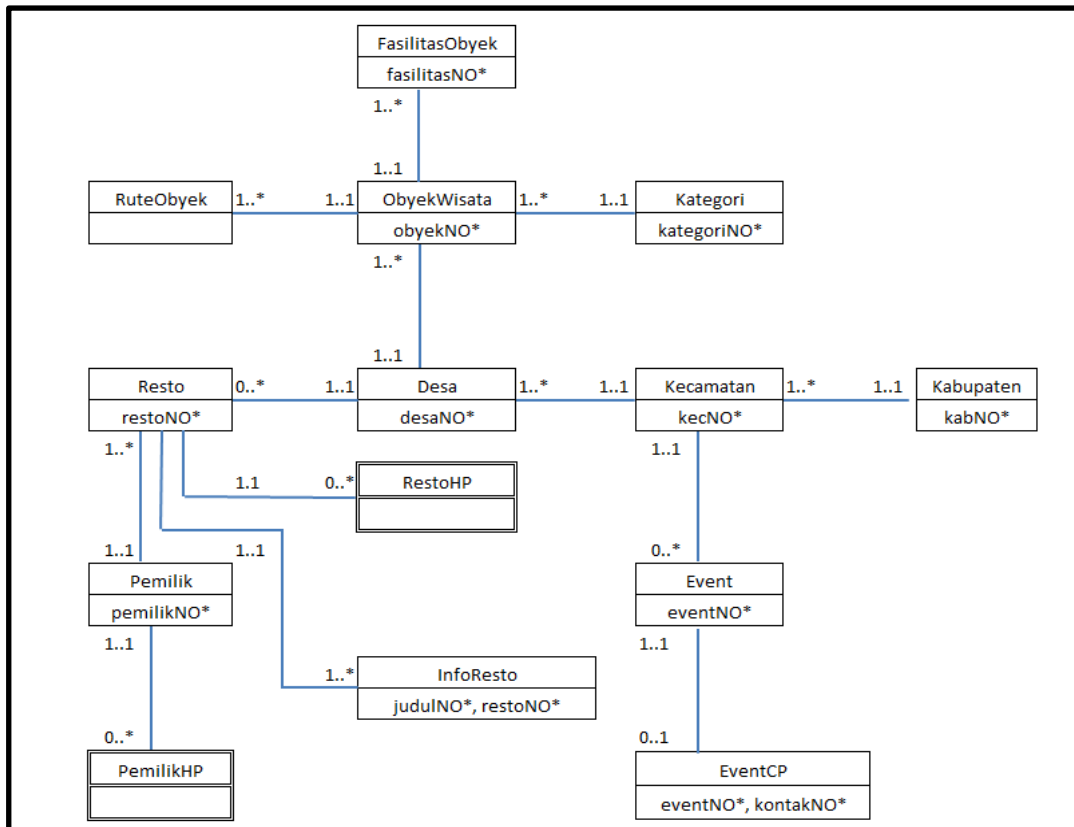
RuteObyek (obyekNO, tujuanNO, jarakkm)  
ObyekWisata (obyekNO, namaobyek, kategori, alamat, desa, kecamatan, kabupaten, fotoobyek, gps-south, gps-east, sejarahketerangan, fasilitasobyek)  
EventCP (eventNO, kontakNO, kontak)  
Event (eventNO, namaevent, waktu, namatempat, kecamatan, kabupaten, penyelenggara, acara, hiburan, keterangan)  
InfoResto (judulNO, restoNO, tglinfo, judulinfo, beritaResto)  
Resto (restoNO, namaresto, fotoR, alamatResto, desa, kecamatan, kabupaten, pemilik)  
Restotlp (restoNO, tlpResto)  
PemilikHP (pemilikNO, hpPemilik)

Tabel atau relasi yang berada pada bentuk normal ke-2 tersebut, belum memenuhi bentuk normal ke-3 sehingga perlu dilakukan normalisasi tahap ke-3 dengan menghilangkan ketergantungan transitif maka diperoleh tabel atau relasi dalam bentuk normal ke-3 sbb:

RuteObyek (obyekNO, tujuanNO, jarakkm)  
ObyekWisata (obyekNO, namaobyek, kategoriNO, alamat, desaNO, fotoobyek, gps-south, gps-east, sejarahketerangan, fasilitasNO)  
Kategori (kategoriNO, kategori)  
Fasilitas (fasilitasNO, fasilitasobyek)  
EventCP (eventNO, kontakNO, kontak)  
Event (eventNO, namaevent, waktu, namatempat, kecNO, penyelenggara, acara, hiburan, keterangan)  
InfoResto( judulNO, restoNO, tglinfo, judulinfo, beritaResto)  
Resto (restoNO, namaresto, fotoR, alamatResto, desaNO, pemilikNO)  
Pemilik (pemilikNO, pemilik)  
Restotlp (restoNO, tlpResto)  
PemilikHP (pemilikNO, hpPemilik)  
Desa (desaNO, kecNO, desa)  
Kecamatan (kecNO, kabNO, kecamatan)  
Kabupaten (kabNO, kabupaten)

## 6. Pemodelan Basis Data

Model basis data yang digunakan adalah *entity relationship diagram (ERD)*. Model basis data konseptual ini dibuat dengan keberadaannya yang independen dari rincian implementasi sistem yang berhubungan dengan DBMS, bahasa pemrograman, platform perangkat keras, masalah kinerja dan pertimbangan fisik lainnya. Berdasarkan hasil normalisasi data pada tahap ke-3, maka model basis data yang terbentuk adalah seperti pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Entity Relationship Diagram - Model Basis Data yang dihasilkan

## 7. Simpulan

Melalui pengumpulan kebutuhan untuk melakukan analisis data obyek wisata di Kabupaten Magelang diperoleh bahwa terdapat beberapa cara yang sama dan cara yang berbeda dalam melakukan penyimpanan datanya, dan terdapat kerangkapan data. Dalam mendukung implementasi sistem, data harus disimpan dengan menghilangkan terjadinya duplikasi data, dan hasil yang diperoleh adalah:

- Melalui tahapan normalisasi, relasi atau tabel yang dihasilkan sebanyak 14 tabel dalam bentuk normal ke-3, sehingga tidak terjadi ketergantungan parsial dan ketergantungan transtif.
- Model basis data yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar 4 dengan derajat keterhubungan berpasangan antar dua relasi (*binary relationship*).
- Basis data yang dirancang mencerminkan kapan dan bagaimana data itu harus disimpan tanpa terpengaruh oleh sistem yang akan diimplementasikan.

## Daftar Pustaka

- Connolly, T. & Begg, C. (2010). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management*, Fourth Edition, Addison Wesley.
- Ofobruku, S.A. & Obabanjo, B.N. & Iheabunike, O.B. (2013), *Utilisation of GIS Technology for Tourism Management in Victoria Island Lagos*, European Scientific Journal, edition vol.9, No.3 ISSN: 1857.
- Garmin.com (2015). *What is GPS?*, diakses pada Desember 2015 dari halaman website <http://www.garmin.com/aboutGPS>.
- Hoffer, J.A. & Ramesh, V. & Topi, H. (2011). *Modern Database Management*, Pearson Education.
- Valacich, S. & Joseph (2012). *Essentials of Systems Analysis and Design*, Fifth Edition, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.
- [www.prm.nau.edu/prm300/what-is-tourism-lesson.htm](http://www.prm.nau.edu/prm300/what-is-tourism-lesson.htm) (2013). *Introduction - What is Tourism ?* Online Lesson. Parks and Recreation Management Program Department of Geography, Planning and Recreation, College of Social and Behavioral Sciences Northern Arizona University. Diakses pada bulan Mei 2016.

# IMPLEMENTASI TRANSFORMASI *HAAR WAVELET* UNTUK DETEKSI CITRA JERUK NIPIS YANG BUSUK

Lidya Andriani Sunjoyo<sup>1</sup>  
lidya.andriani@ti.ukdw.ac.id

R. Gunawan Santosa<sup>2</sup>  
gunawan@staff.ukdw.ac.id

Kristian Adi Nugraha<sup>3</sup>  
adinugraha@staff.ukdw.ac.id

## *Abstract*

*Lime is a fruit that has been widely cultivated and used in Indonesia. Many products use this fruit in the production process. The process of sorting fruit is undeniably a very substantial early process. It is necessary for large-scale be aware of this in term of result and time required for the sorting process. Pattern Recognition is a discipline that focuses on classifying or picturing an object based on characteristics or main attribute of the object. In this research, the author implements Haar Wavelet Transformation method by characteristic extraction based on colour and texture , performs classification using K-Nearest Neighbor (k-NN) to detect indication of rotten lime and the grade of k on k-NN so the accuracy of the result could be acquired. Based on analysis result, Haar Wavelet Transformation method is able to be implemented to detect the indication of rotten lime and most optimal accuracy level of this system reaches the number of 85 percent.*

**Keywords:** *Pattern Recognition, k-NN, Haar Wavelet*

## 1. Pendahuluan

Saat ini sudah banyak produk kemasan maupun produk instan yang memanfaatkan buah jeruk nipis. Produk-produk tersebut tidak sedikit yang menggunakan buah jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia*) untuk diolah sebagai bahan pokok atau tambahan pada minuman, makanan dan produk kemasan lainnya. Jeruk nipis juga sangat mudah ditemui di Indonesia karena gampang untuk dibudidayakan. Dalam proses pemanfaatannya tentu perlu dilakukan pemilihan buah yang baik. Perusahaan tentunya juga perlu memberikan kualitas yang baik untuk hasil produksinya. Oleh karena itu, proses awal pemilihan buah di pabrik menjadi sangat penting.

Perusahaan yang berskala besar tentunya memerlukan waktu dan tenaga yang lebih dalam penyortirannya. Sehingga diperlukan usaha untuk menggunakan teknologi dalam otomatisasi penyortiran jeruk yang segar dan jeruk yang busuk. Otomatisasi ini dilakukan dengan menggunakan masukan pemrosesan citra digital dan mengolahnya (Low, 1991). Penelitian ini mencoba untuk menerapkan transformasi Haar wavelet dan metode klasifikasi k-NN untuk mengklasifikasikan jeruk yang segar dan jeruk yang busuk berdasarkan citra dari jeruk tersebut. Dan juga akan dilakukan penelitian seberapa akurat transformasi Haar wavelet dan metode klasifikasi k-NN dalam mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk.

Dari permasalahan diatas, penulis akan membuat sistem implementasi Transformasi Haar Wavelet untuk deteksi busuk pada citra jeruk nipis. Akan dilakukan ekstraksi ciri berdasarkan tekstur dan warna dan kemudian diklasifikasi menggunakan metode k-Nearest Neighbor. Penelitian yang dilakukan ini akan menerapkan metode Transformasi Haar Wavelet untuk mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk dan melihat tingkat akurasi.

Beberapa penelitian seperti Listyaningrum (2007) dalam penelitiannya berjudul Analisis Tekstur menggunakan Metode Transformasi Paket Wavelet membandingkan analisis tekstur menggunakan metode Haar Wavelet, Coiflet dan Daubechies 8. Tidak dilakukan klasifikasi dalam penelitian ini, hanya menghitung jarak euclidean saja. Hasil dari penelitian ini didapat bahwa tiap metode memiliki kelebihan dan kekurangannya untuk tiap

---

<sup>1</sup> Universitas Kristen Duta Wacana, Fakultas Kristen Duta Wacana, Teknik Informatika

<sup>2</sup> Universitas Kristen Duta Wacana, Fakultas Kristen Duta Wacana, Teknik Informatika

<sup>3</sup> Universitas Kristen Duta Wacana, Fakultas Kristen Duta Wacana, Teknik Informatika

jenis tekstur. Namun secara umum metode *Haar Wavelet* memiliki kesalahan paling sedikit dibandingkan yang lainnya.

Prihartono (2011) dalam penelitiannya yang berjudul Identifikasi Iris Mata Menggunakan Alihragam Wavelet Haar melakukan pengenalan iris mata menggunakan metode *Haar Wavelet* untuk mengetahui identitas pemiliknya.

Sedangkan Leidiyana (2013) meneliti Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Penentuan Resiko Kredit Kepemilikan Kendaraan Bermotor.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh para peneliti tersebut, maka penelitian ini merupakan gabungan dua tahap proses yaitu ekstraksi fitur jeruk nipis dengan menggunakan Haar Wavelet dan klasifikasi jeruk nipis busuk atau segar dengan metode K-Nearest Neighbor. Sehingga diharapkan dapat menghasilkan sistem yang dapat mengenali citra jeruk nipis yang busuk dengan tepat.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. k-Nearest Neighbors (k-NN)

Algoritma k-NN adalah suatu metode yang menggunakan algoritma *supervised*. Tujuan dari algoritma k-NN adalah untuk mengklasifikasi objek baru berdasarkan atribut dan *training samples*.

Algoritma k-NN menggunakan klasifikasi ketetanggaan sebagai nilai prediksi dari sampel uji yang baru, misalnya pada penelitian Algoritma k-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Data Hasil Produksi Kelapa Sawit pada PT. Minamas . (Krisandi, Helmi, & Prihandono, 2013)

Jarak yang digunakan adalah jarak *Cosine Similarity Measure*, yang didefinisikan sebagai berikut .

$$Similarity (d_j, q) = \frac{d_j \cdot q}{|d_j| \cdot |q|} = \frac{\sum_{i=1}^t w_{ij} \cdot w_{iq}}{\sqrt{\sum_{i=1}^t w_{ij}^2 \sum_{i=1}^t w_{iq}^2}} \quad [1]$$

Keterangan:

$d_j$  = ciri data *learning*

$q$  = ciri data *query*

$w_{ij}$  = vektor ciri ke-i data *learning*

$w_{iq}$  = vektor ciri ke-i data *query*

Pada fase pembelajaran, algoritma ini hanya melakukan penyimpanan vektor-vektor fitur dan klasifikasi dari data pembelajaran. Sedangkan pada fase klasifikasi dilakukan langkah sebagai berikut:

- Fitur-fitur yang sama dihitung untuk data *test* (yang klasifikasinya tidak diketahui).
- Jarak dari vektor yang baru ini terhadap seluruh vektor data pembelajaran dihitung
- Sejumlah k buah yang paling dekat diambil
- Titik yang baru klasifikasinya diprediksikan termasuk pada klasifikasi terbanyak dari titik-titik tersebut (Whidhiasih, Wahanani & Supriyanto , 2013)

### 2.2. Grayscale

Gambar *grayscale* adalah gambar yang hanya terdiri dari beberapa tingkat warna dari putih hingga hitam. Gambar *grayscale* 8 bit memiliki 256 tingkat warna abu-abu mulai dari putih hingga hitam. Pada dasarnya proses *grayscale* dilakukan dengan meratakan nilai piksel dari 3 nilai RGB menjadi 1 nilai. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik, nilai piksel tidak langsung dibagi menjadi 3 melainkan terdapat persentasi dari masing-masing nilai. Salah satu persentasi yang sering digunakan adalah 29,9% dari warna merah (*Red*), 58,7% dari warna hijau (*Green*), dan 11,4% dari warna biru (*Blue*). Nilai piksel didapat dari jumlah persentasi 3 nilai tersebut. (Nurhasanah, 2012)

Untuk proses *grayscale* digunakan formula sebagai berikut.

$$grayscale = (R \times 0.21) + (G \times 0.75) + (B \times 0.07) \quad [2]$$

Keterangan:

*grayscale* = intensitas warna keabuan piksel

R = intensitas warna piksel merah

G = intensitas warna piksel hijau

B = intensitas warna piksel biru

Derajat keabuan memiliki rentang nilai dari  $I_{min}$  sampai  $I_{max}$ , atau  $I_{min} < f < I_{max}$ , selang  $(I_{min}, I_{max})$  disebut skala keabuan. Biasanya selang  $(I_{min}, I_{max})$  sering digeser untuk alasan-alasan praktis menjadi selang  $[0, L]$ , yang dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas L menyatakan putih, sedangkan nilai intensitas antara 0 sampai L bergeser dari hitam ke putih. Sebagai contoh citra *grayscale* dengan 256 level artinya mempunyai skala abu dari 0 sampai 255 atau  $[0, 255]$ , yang dalam hal ini intensitas 0 menyatakan hitam, intensitas 255 menyatakan putih, dan nilai antara 0 sampai 255 menyatakan warna keabuan yang terletak antara hitam dan putih. (Yulianto & Hatta, 2011)

### 2.3. Transformasi Haar Wavelet

*Haar* adalah *wavelet* yang paling tua dan sederhana, diperkenalkan oleh Alfred Haar pada tahun 1909. Beberapa matriks yang digunakan untuk transformasi Haar Wavelet adalah seperti di bawah ini (Arora, Brar, & Kumar, 2014)

Matriks *lowpass* Haar  $H_0^{(n)}$  dan *highpass* Haar  $H_1^{(n)}$  :

$$H_0^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ddots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \in R^{n \times n} \quad [3]$$

$$H_1^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ddots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \in R^{n \times n} \quad [4]$$

Matrik untuk melakukan *down sampling*  $\downarrow 2$   $D^{(n)}$  adalah:

$$D^{(n)} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \in R^{\frac{n}{2} \times \frac{n}{2}} \quad [5]$$

Hasil proses *down sampling* dengan ekspresi  $D^{(n)}H_0^{(n)}$  (*filter lowpass*) dan  $D^{(n)}H_1^{(n)}$  (*filter highpass*) :

$$T^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \in R^{\frac{n}{2} \times n} \quad [6]$$

$$B^{(n)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & & & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \in R^{\frac{n}{2} \times n} \quad [7]$$

Berikut adalah langkah-langkah metode Transformasi *Haar Wavelet*

1. *Transpose* matriks *input*
2. Mengkalikan filter *low* dan *high* yang sudah digabung dengan matriks *input*
3. Melakukan proses *transpose* matriks hasil dari langkah 2
4. Mengkalikan filter *low* dan *high* yang sudah digabung dengan hasil *transpose* langkah 3
5. Menampilkan *output* yang terdiri dari 4 subbidang yaitu LL, HL, LH, LL
6. Jika lebih dari 1 level, ulangi lagi langkah 1-5 dengan input matriks subbidang LL dari level sebelumnya, begitu seterusnya.

Matriks *input* dari metode Transformasi *Haar Wavelet* tersebut adalah matriks citra yang sudah berupa *grayscale*. Setelah proses 1 sampai dengan 5, maka akan didapat matriks fitur (karakteristik) dari citra tersebut. Jadi dengan kata lain Transformasi *Haar Wavelet* mengambil fitur dari matriks citra yang akan diolah.

#### 2.4. Fitur Energi Subbidang

Fitur adalah karakteristik unik dari suatu objek. Pada citra fitur merupakan ciri yang dimiliki oleh citra tersebut yang menjadi pembeda antar citra satu dan citra yang lainnya. (Dharma, 2010)

Berikut adalah formula perhitungan energi .

$$E_{\text{subband\_scale}} = \frac{\sum_{x,y} (d_{x,y}^{\text{subbidang}})^2}{n} \quad [8]$$

Keterangan:

$d_{x,y}^{\text{subbidang}}$  = nilai piksel suatu subbidang pada titik koordinat (x,y)

n = jumlah piksel pada setiap subbidang

#### 2.5. Akurasi Sistem

Tingkat keakuratan sistem dapat dihitung berdasarkan jumlah perbandingan jumlah data uji yang dapat diklasifikasi dengan benar dengan jumlah seluruh data uji. Dapat ditulis dengan persamaan:

$$\text{Acc}(T) = \frac{T_{\text{pos}}}{n} \quad [9]$$

Keterangan:

$T_{\text{pos}}$  = jumlah data uji yang dapat diklasifikasi dengan benar

n = jumlah seluruh data uji

### 3. Metodologi penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah membuat sistem kemudian menguji cobakan sistem tersebut dengan masukan citra jeruk nipis yang akan menghasilkan keluaran jenis jeruk yang segar atau busuk. Setelah sistem yang dibuat selesai, maka dilakukan penelitian sesuai dengan urutan-urutan berikut yang ada pada sistem.

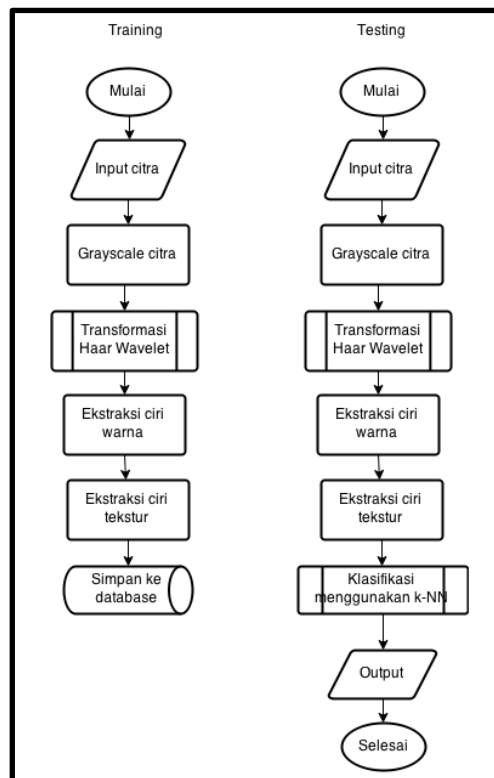
Penelitian yang dilakukan pada sistem untuk mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk memiliki beberapa langkah yang ada pada sistem yaitu : mengubah citra menjadi *grayscale*, transformasi *Haar Wavelet*, ekstraksi ciri, dan perhitungan jarak menggunakan *Cosine Similarity Measure* dan kemudian diklasifikasi dengan k-NN. Melakukan pelatihan dengan menyimpan ciri beserta hasil klasifikasi ke dalam basis data dan melakukan pengujian dengan memberikan input citra jeruk nipis yang baru, kemudian melihat hasil klasifikasi sistem dan menghitung tingkat keakuratan/keberhasilannya. Citra pelatihan berjumlah 30 citra yaitu 15 citra jeruk nipis busuk dan 15 citra jeruk nipis segar. Sedangkan citra untuk pengujian sebanyak 20 foto yaitu 10 citra jeruk nipis busuk dan 10 citra jeruk nipis segar. Berikut adalah contoh citra jeruk nipis busuk (Gambar 1), citra jeruk nipis segar (Gambar 2) serta diagram alir sistem utama.



Gambar 1. Citra Jeruk Nipis Busuk



Gambar 2. Citra Jeruk Nipis Segar



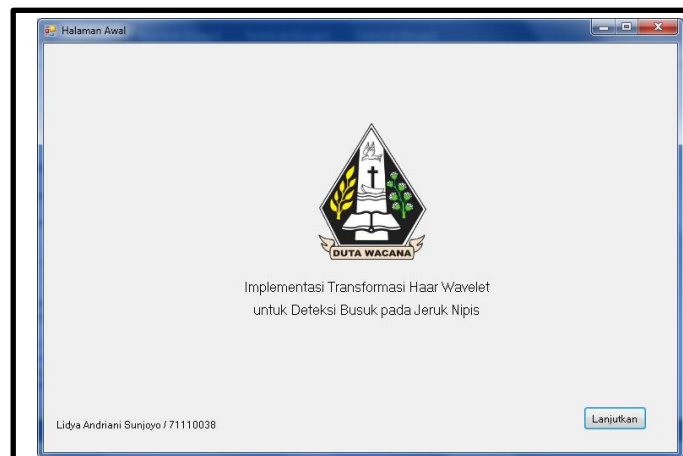
Gambar 3. Diagram Alir Utama Sistem

## 4. Hasil dan Pembahasan

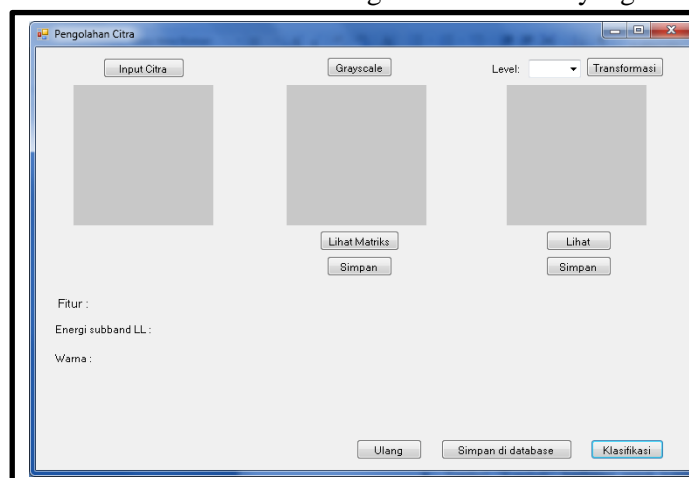
### 4.1. Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman visual basic. Sistem yang dibuat memiliki beberapa fitur, yaitu : mengubah citra warna menjadi *grayscale*, melakukan transformasi *Haar Wavelet* sesuai level yang diinginkan, menghitung dan menampilkan ekstraksi ciri warna dan tekstur (dihitung dari energi), menyimpan data ke basis data menyimpan citra hasil *grayscale* dan transformasi, menampilkan matriks citra, *reset* program, melakukan klasifikasi menggunakan metode k-NN sesuai dengan k yang diinputkan, dan menampilkan hasilnya.

Pada halaman awal program (Gambar 4) hanya terdapat logo UKDW, judul program, keterangan nama pembuat dan tombol “Lanjutkan” yang akan menuju pada halaman pengolahan citra (Gambar 5). Halaman pengolahan citra ini adalah halaman sebelum melakukan klasifikasi. Semua proses yang ada dihalaman ini berhubungan dengan citra, seperti input, *grayscale*, transformasi, simpan citra, lihat matriks citra, ekstraksi ciri dan menyimpan di basis data. Apabila memilih menu ulang, program akan direset, apabila memilih menu simpan maka pengguna akan diminta untuk menginputkan kelas citra dan apabila memilih menu klasifikasi, maka akan menuju pada halaman Klasifikasi (Gambar 6), dimana proses klasifikasi dilakukan untuk mendapatkan hasil akhir. Terdapat 2 tabel pada halaman klasifikasi. Tabel yang berada diatas adalah tabel untuk menampilkan data dari basis data yang sudah terisi dari fase pelatihan, sedangkan tabel yang dibawah untuk menampilkan data yang terambil sebanyak k dalam proses klasifikasi k-NN.

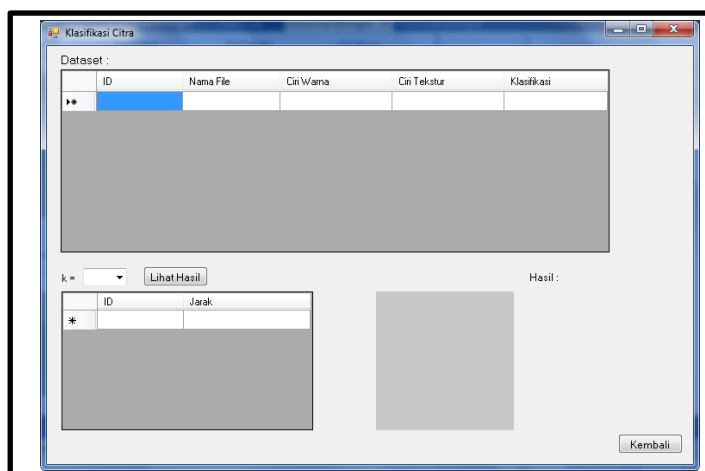


Gambar 4. Halaman Awal Program atau Sistem yang dibuat



Gambar 5. Halaman Pengolahan Citra





Gambar 6. Halaman Klasifikasi Citra

#### 4.2. Pengujian Sistem

Pada tahap ini akan dilakukan beberapa pengujian yang akan digunakan untuk menguji tingkat keakuratan sistem. Percobaan akan dilakukan dengan mengubah level transformasi *Haar Wavelet* dan nilai k (tetangga) dalam klasifikasi k-NN. Nantinya level transformasi akan dikombinasikan dengan nilai k untuk dilihat tingkat keakuratannya. Pada percobaan ini digunakan nilai 2,4 dan 6 untuk level transformasi dan 5, 7, 9, 11, 13,15 untuk nilai k.

Tabel 1.

Tabel Hasil Pengujian Sistem

Level	k	Klasifikasi Benar	Klasifikasi Salah	Akurasi (%)
2	5	16	4	80
2	7	16	4	80
2	9	16	4	80
2	11	16	4	80
2	13	16	4	80
2	15	16	4	80
4	5	17	3	85
4	7	17	3	85
4	9	17	3	85
4	11	17	3	85
4	13	16	4	80
4	15	17	3	85
6	5	17	3	85
6	7	17	3	85
6	9	17	3	85
6	11	17	3	85
6	13	16	4	80
6	15	16	4	80

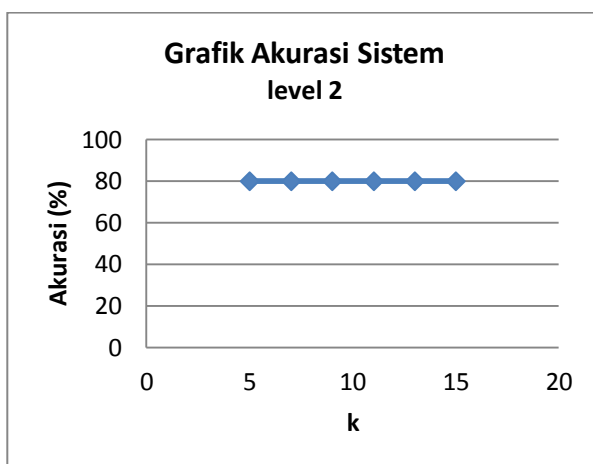
#### 4.3. Analisis Hasil Pengujian

Setelah melakukan pengujian sistem, akan dilihat bagaimana hasil penerapan Transformasi *Haar Wavelet* dan bagaimana tingkat akurasi sistem. Dari fase pelatihan, dapat dilihat perbedaan ciri citra buah jeruk nipis busuk dan yang segar. Terdapat perbedaan angka energi/ciri tekstur dan warna yang cenderung lebih besar pada citra jeruk segar dibanding yang busuk. Perbedaan ini memang tidak terlalu jauh, ada juga ciri citra busuk dan segar yang

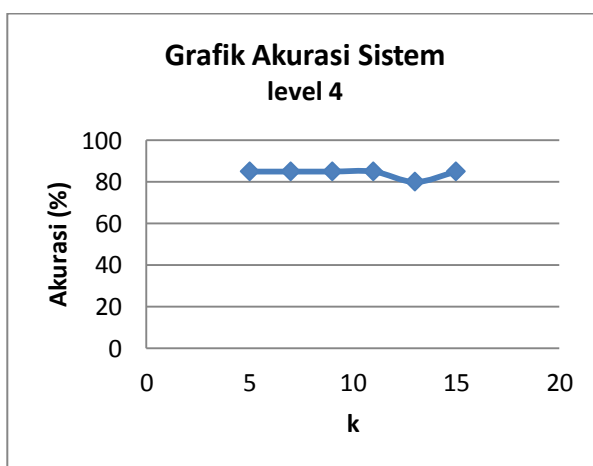
hampir sama. Pada pelatihan dengan citra yang ditransformasi level 2, energi citra jeruk busuk berkisar antara angka 36 - 70 dan warna berkisar antara 29 - 50. Sedangkan energi citra jeruk segar berkisar antara 66 sampai 100 dan warna berkisar antara 49 sampai 62. Pada level 4, ciri citra jeruk yang busuk teksturnya antara 34 - 70 dan warna 29 - 50, sedangkan yang segar ciri teksturnya 50 - 100 dan warna 48 - 61. Dan pada level 6, ciri citra jeruk yang busuk teksturnya antara 15 - 63 dan warna 21 - 47, sedangkan yang segar ciri teksturnya 53 - 100 dan warna 43 - 60.

Pada pengujian dengan level transformasi 2 dengan nilai  $k = 5, 7, 9, 11, 13,$  dan 15 ternyata didapat hasil akurasi sistem yang sama yaitu 80%. Terdapat 4 kesalahan pengenalan dari 20 citra uji, yaitu 4 citra jeruk busuk yang salah dikenali sebagai citra jeruk segar. %. Grafik akurasi sistem level 2 dapat dilihat pada Gambar 7.

Selanjutnya pengujian dengan citra yang ditransformasi level 4, baik citra pelatihan maupun pengujian. Hasil yang sama didapat ketika pengujian dengan  $k = 5, 7, 9, 11$  dan 15. Terdapat 3 kesalahan pengenalan dan pada pengujian ini akurasi sistem mencapai 85%. Sedangkan pada pengujian  $k=13$  terdapat 4 kesalahan. Sehingga akurasi sistem pada pengujian ini adalah 80%. Grafik akurasi sistem level 4 dapat dilihat pada Gambar 8.

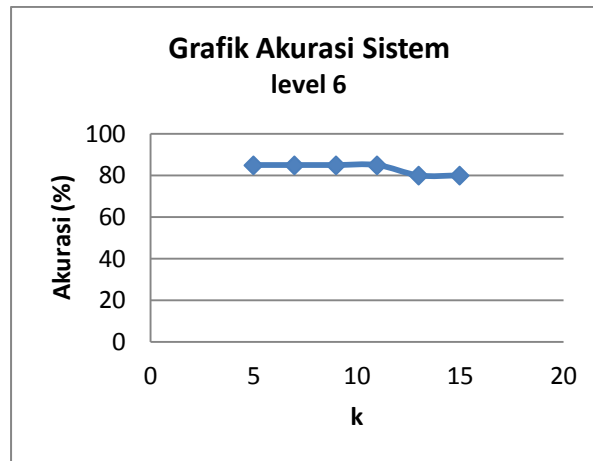


Gambar 7. Grafik Akurasi Sistem untuk Citra Transformasi Level 2



Gambar 8. Grafik Akurasi Sistem untuk Citra Transformasi Level 4

Pengujian terakhir adalah pengujian dengan citra yang ditransformasi level 6 baik citra pelatihan maupun pengujian. Pada klasifikasi dengan  $k=5$  ternyata tidak ada perbedaan hasil klasifikasi dengan pengujian sebelumnya. Hasil yang sama didapat pada pengujian dengan  $k = 7, 9,$  dan 11. Pada semua pengujian ini akurasi sistem mencapai 85% karena ada 3 kesalahan klasifikasi. Sedangkan pada pengujian dengan  $k = 13$  dan 15 ada perbedaan hasil klasifikasi. Terdapat 4 kesalahan citra kelas busuk yang salah klasifikasi dan akurasi sistemnya adalah 80%. %. Grafik akurasi sistem level 6 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Akurasi Sistem untuk Citra Transformasi Level 6

Dari seluruh hasil pengujian, dapat dilihat Transformasi *Haar Wavelet* dapat diimplementasikan untuk deteksi citra jeruk nipis yang busuk dengan baik. Perubahan level menjadi lebih tinggi dapat berpengaruh dengan hasil klasifikasi yang semakin mendekati kenyataan. Dilihat dari akurasi sistem pada level 2 yang seluruhnya hanya 80% dan meningkat menjadi 85% pada level 4 dan 6. Sedangkan pemilihan k tidak didasari dari semakin besar k maka semakin baik klasifikasi. Pada pengujian, hasil yang baik didapat ketika k = 5,7,9, dan 11. Pada k = 13, dari percobaan pada level 4 dan 6 justru didapat penurunan akurasi sistem. Sedangkan pada k = 15 hasilnya berubah-ubah yaitu 80% di level 4 dan 85% di level 6.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan analisis sistem, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Untuk mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk dilakukan transformasi terhadap citra sesuai level yang diinginkan, diekstraksi ciri warna dan teksturnya, dihitung jarak kedekatan citra uji dengan tiap citra pelatihan, dan diklasifikasi menggunakan k-NN sehingga bisa didapatkan hasil pengenalan citra jeruk busuk atau segar. Dengan demikian, metode *Haar Wavelet* dapat diimplementasi untuk deteksi citra jeruk nipis.
- Tingkat keakuratan penerapan metode Transformasi *Haar Wavelet* dalam mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk yang paling baik adalah 85%, yaitu didapat ketika level transformasi *Haar Wavelet* 4 dengan nilai k dalam klasifikasi k-NN 5, 7, 9, 11, 15 dan level 6 dengan nilai k 5, 7, 9, dan 11.

## Daftar Pustaka

- Arora, S., S. Brar, Y., & Kumar, S. (2014). Haar Wavelet Transform for Solution of Image Retrieval. *International Journal of Advanced Computer and Mathematical Sciences*, 1-5.
- Dharma, P. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Krisandi, N., Helmi, & Prihandono, B. (2013). Algoritma k-Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Data Hasil Produksi Kelapa Sawit pada PT. Minamas. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya*, 34.
- Leidiyana, H. (2013). Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor untuk Penentuan Resiko Kredit Kepemilikan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic*, 65-76.
- Listyaningrum, R., Santoso, I., & Isnanto, R. R. (2007). Analisis Tekstur Menggunakan Metode Transformasi Paket Wavelet. Semarang.
- Low, A. (1991). *Introductory Computer Vision and Image Processing*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.
- Nurhasanah. (2012). Pendeteksian Tepi Citra CT Scan dengan Menggunakan Laplacian of Gaussian (LOG). *POSITRON*, 17 - 22.
- Prihartono, T. D., Isnanto, R. R., & Santoso, I. (2011). Identifikasi Iris Mata Menggunakan Alihragam Wavelet Haar. *TRANSMISI*, 71-75.
- Whidhiasih, R. N., Wahanani, N. A., & Supriyanto. (2013). Klasifikasi Buah Belimbing Berdasarkan Citra Red-Green-Blue Menggunakan KNN dan LDA. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, System Embedded & Logic*, 29-35.
- Yulianto, A., & Hatta, A. M. (2011). Rancang Bangun Spektrometer Menggunakan Prisma Dan Webcam. 1-8.



# PERANAN KONTUR DAN SLOPE DALAM PENGENALAN KEASLIAN TANDA TANGAN MENGGUNAKAN DYNAMIC TIME WARPING DAN POLAR FOURIER TRANSFORM

Ignatia Dhian Estu Karisma  
Ratri<sup>1</sup>  
ignatiadhian@staff.ukdw.ac.id

Hanung Adi Nugroho<sup>2</sup>  
adinugroho@ugm.ac.id

Teguh Bharata Adji<sup>3</sup>  
adji@ugm.ac.id

## **Abstrak**

*Kebutuhan sejumlah besar tanda tangan yang diverifikasi secara manual setiap harinya memunculkan potensi pembuatan sebuah sistem untuk mengenali keaslian tanda tangan. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan akurasi pengenalan keaslian tanda tangan dengan melakukan kombinasi beberapa metode dengan karakteristik masing-masing. Fitur khusus yang digunakan dalam penelitian ini adalah kontur dan slope dari setiap tanda tangan. Setiap nilai fitur kontur dan slope dari citra tanda tangan akan dihitung jarak antara tanda tangan asli dan palsu menggunakan metode Dynamic Time Warping (DTW). Kemudian metode lainnya yang digunakan adalah Polar Fourier Transform (PFT). Tahap yang terakhir yang dilakukan adalah klasifikasi untuk mengenali keaslian tanda tangan sekaligus melakukan perhitungan akurasi terhadap metode yang digunakan. Metode yang digunakan pada saat klasifikasi adalah Support Vector Machine (SVM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi antara metode DTW dan PFT menggunakan klasifikasi SVM memberikan hasil yang paling baik dalam mengenali keaslian tanda tangan dengan tingkat akurasi sebesar 93,23%. Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat digunakan dalam proses mengenali keaslian tanda tangan di kehidupan sehari-hari.*

**Keyword:** *Dynamic Time Warping, Polar Fourier Transform, Support Vector Machine, tanda tangan, kontur, slope*

## **Abstract**

*The writer has seen that so far signatures are just validated manually, so there is possibility to create a system for hand signature recognition. The objective of this research is to improve the method for hand signature recognition using combination method with different characteristic. Contour and slope used for special feature in this research. Contour and slope from image will be applied using Dynamic Time Warping (DTW). Another extraction feature that been used was Polar Fourier Transform (PFT). The method employed for classification are Support Vector Machine (SVM). From the research results, the writer obtains the fact that the combination between the DTW and PFT using SVM classification, provide the better results in verification of an authentic hand signature with the accuracy of 93.23%. it is expected that from this research, the results can be utilized in the process of verification of an authentic hand signature in near future daily life.*

**Keywords :** *Dynamic Time Warping, Polar Fourier Transform, Support Vector Machine, signature, contour, slope*

## **1. PENDAHULUAN**

Dalam kehidupan sehari-hari setiap orang membutuhkan sesuatu hal yang unik untuk membedakannya dengan yang lain. Secara alami, setiap manusia memiliki keunikan tersendiri yang membedakannya satu sama lain. Bahkan untuk saudara kembar sekalipun mereka tetap dapat dibedakan dengan menggunakan sidik jari mereka. Salah satu cara yang

---

<sup>1</sup> Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Duta Wacana

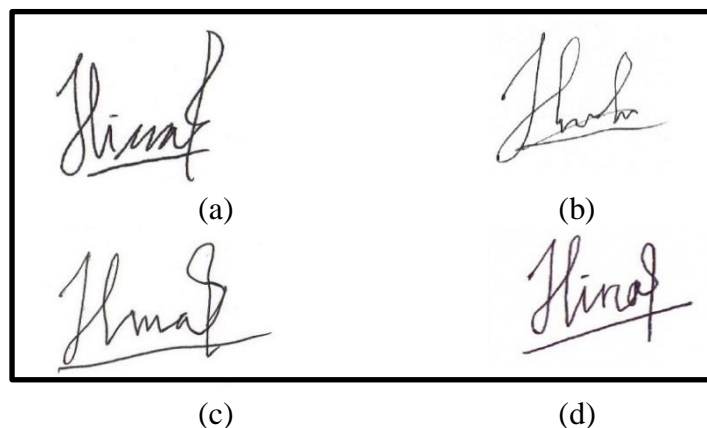
<sup>2</sup> Teknik Elektro, Universitas Gajah Mada

<sup>3</sup> Teknik Elektro, Universitas Gajah Mada

dapat digunakan untuk membedakan seseorang dengan orang lain menggunakan karakteristik yang dimiliki oleh manusia biasanya disebut dengan biometrik (Hidayatno, dkk., 2008). Dalam salah satu kutipan Schneier di buku Mike Stamp menyebutkan bahwa apa yang ada pada tubuh kita dapat dijadikan menjadi sebuah kunci (Stamp, 2011).

Salah satu ciri unik yang masih digunakan untuk membedakan seseorang dengan orang lain antara lain adalah tanda tangan. Tanda tangan digunakan setiap orang untuk melakukan validasi terhadap dirinya sendiri. Tanda tangan masih digunakan sebagai salah satu cara untuk melakukan identifikasi seseorang secara finansial, ataupun untuk mendapatkan akses kontrol dan mensahkan sebuah kontrak kerja sama. Akan tetapi pemalsuan tanda tangan masih marak terjadi di Indonesia, termasuk berita terakhir mengenai pemalsuan tanda tangan salah satu Gubernur di Indonesia (Larno, 2016). Hal ini memunculkan sebuah kebutuhan untuk membuat sebuah sistem pengenalan keaslian tanda tangan untuk mencegah pemalsuan tanda tangan. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan adanya dua tipe tanda tangan, yaitu tanda tangan online dan offline. Dalam penelitian yang akan dibahas pada saat ini akan lebih banyak membahas tanda tangan offline.

Pada umumnya pengenalan tanda tangan offline biasanya cukup dengan melakukan pencocokan tanda tangan asli dengan tanda tangan secara manual saat melakukan transaksi. Akan tetapi jika pemeriksaan manual ini berlaku secara kontinu dan berulang dalam waktu lama maka memungkinkan terjadinya kesalahan saat pemeriksaan. Permasalahan utama pengenalan tanda tangan offline seperti yang telah dikutip Ratri, dkk adalah tanda tangan offline dikenali dengan data sampel yang terbatas dan rendahnya kemampuan sistem untuk mengenali tanda tangan seseorang dari beberapa model pemalsuan tanda tangan (*random*, *unskilled* dan *skilled*) (Ratri, dkk., 2014). Validasi tanda tangan dengan menggunakan data sampel yang ada biasanya cukup sulit karena jumlah data sampel yang dimiliki biasanya hanya 1 buah, misalnya untuk pengambilan uang di teller maka pihak teller bank hanya mencocokkan tanda tangan pengambilan uang dengan tanda tangan yang ada di buku tabungan. Hal ini menjadi cukup mengkhawatirkan terutama dengan banyak model pemalsuan tanda tangan yang ada.



Gambar 1. Tipe pemalsuan tanda tangan, (a) tanda tangan asli; (b) tanda tangan palsu random; (c) tanda tangan palsu unskilled; (d) tanda tangan palsu skilled

Seperti yang terlihat pada Gambar bahwa terdapat beberapa model pemalsuan tanda tangan, ada pemalsuan secara random di mana pelaku pemalsuan tanda tangan hanya mengetahui nama dari korban tanpa pernah melihat tanda tangan asli dari korban. Kemudian terdapat model pemalsuan *unskilled* di mana pelaku hanya pernah melihat sekilas tanda tangan asli korban dan belum pernah melatih tanda tangan tersebut saat melakukan pemalsuan. Sedangkan untuk pemalsuan *skilled* maka pelaku sudah pernah melatih diri untuk memalsukan tanda tangan dari korban, sehingga didapatkan tanda tangan palsu yang hampir menyerupai tanda tangan asli korban.

Terdapat berbagai macam teknik untuk pengenalan tanda tangan. Terdapat teknik untuk mengenali tanda tangan dengan melihat parameter lokal yang dimiliki seperti berdasarkan geometris, orientasi, kontur, atau bentuk tanda tangan tersebut (Impedovo &

Pirlo, 2008). Salah satu model penggunaan kontur dan bentuk tanda tangan dalam mengenali keaslian tanda tangan juga digunakan dalam beberapa penelitian (Ratri, dkk., 2014); (Chen & Srihari, 2005). Diharapkan dengan adanya penelitian ini maka dapat dilakukan kombinasi metode untuk meningkatkan akurasi pengenalan tanda tangan asli terhadap banyaknya tanda tangan palsu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengenalan pola tanda tangan merupakan salah satu bidang pengenalan pola yang cukup berkembang dewasa ini. Terdapat banyak penelitian yang melakukan pengenalan tanda tangan dengan berbagai macam metode, antara lain Pattern Matching, Backpropagation Network, Hidden Markov Model (HMM), Support Vector Machine (SVM) dan masih banyak lagi (Impedovo & Pirlo, 2008). Selain itu dalam pengambilan fitur khas dari setiap objek gambar, terdapat berbagai macam metode ekstraksi fitur yang dapat digunakan antara lain Zernike Moment (Saaidia, dkk., 2007);(Kale, dkk., 2013); (Qader, dkk., 2007), Moment Invariant Hu (Huang & Leng, 2010), Dynamic Time Warping (DTW) (Ratri, dkk., 2014), Polar Fourier Transform (PFT) (Kadir, dkk., 2011);(Ratri, dkk., 2014), dan terdapat beberapa metode lainnya. Pada naskah Ratri, dkk disebutkan bahwa DTW dengan menggunakan kontur dan slope memberikan hasil yang lebih baik dalam pengenalan pemalsuan tanda tangan, baik itu untuk pemalsuan random, pemalsuan yang unskilled/tidak terlatih dan pemalsuan skilled/terlatih, jika dibandingkan dengan DTW tanpa menggunakan kontur dan slope. Kadir, dkk melakukan penelitian untuk mengenali bentuk daun dengan membandingkan metode Moment Invariant Hu, Zernike moment dan Polar Fourier Transform (PFT) dan didapatkan bahwa PFT memberikan hasil yang baik dengan tingkat akurasi sebesar 64% (Kadir, dkk., 2011). Adapun penelitian yang hampir serupa dengan Kadir, dkk juga dilakukan oleh Ratri, dkk untuk mengenali pada dataset tanda tangan dengan membandingkan tiga metode yang sama seperti yang dilakukan oleh Kadir, dkk dan mendapatkan tingkat akurasi sebesar 86,67% (Ratri, dkk., 2014).

Untuk pengenalan pola selain menggunakan ekstraksi fitur juga diperlukan metode klasifikasi data. Kumawat, dkk. membandingkan hasil klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dengan Hidden Markov Model (HMM) dan kombinasi HMM-SVM untuk mendeteksi tulisan tangan (Kumawat, dkk., 2013). Hasil klasifikasi SVM memberikan tingkat akurasi mencapai 99.4% saat menggunakan 200 sampel data training.

Penelitian ini nantinya akan membandingkan penggunaan metode DTW, PFT dan kombinasi antara DTW dan PFT menggunakan klasifikasi SVM yang ada. Hal ini nantinya untuk melihat tingkat akurasi dalam pengenalan keaslian tanda tangan.

## 3. METODE PENELITIAN

Terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan dalam mengenali tanda tangan asli dan palsu. Secara lengkap dapat dilihat pada alur proses pada Gambar 2.



Gambar 1. Alur diagram dari sistem pengenalan tanda tangan

Adapun detail dari masing-masing langkah pada Gambar 1 dapat dilihat seperti berikut:

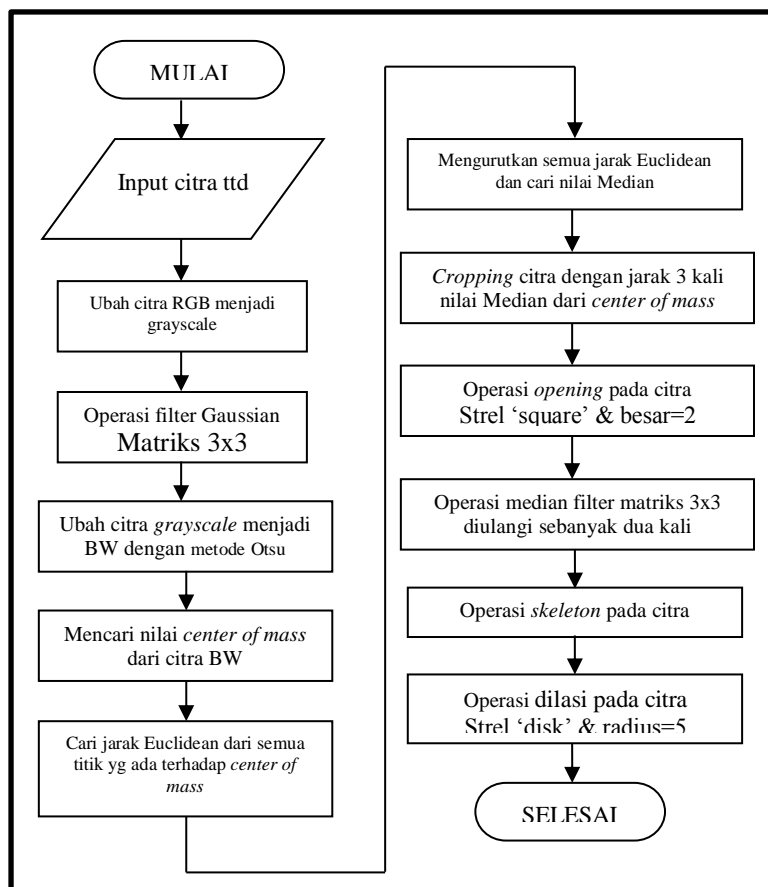
### 3.1. DATA

Data input citra yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari pengambilan data tanda tangan responden di Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta. Jumlah responden yang digunakan untuk pengambilan data tanda tangan asli adalah 31 orang, setiap orang membuat 15 buah tanda tangan sebagai sampel. Sehingga secara keseluruhan didapatkan 31 dataset tanda tangan asli. Adapun untuk dataset tanda tangan palsu digunakan juga 31 orang responden yang berbeda untuk mendapatkan 15 tanda tangan palsu, di mana responden

mempelajari *teRLE* lebih dahulu tanda tangan palsu dari korban sehingga didapatkan 15 tanda tangan palsu *skilled*. Pada akhirnya setiap dataset yang digunakan nantinya masing-masing terdiri dari 15 buah tanda tangan asli dan 15 tanda tangan palsu *skilled*. Secara keseluruhan data yang digunakan sebanyak 930 data tanda tangan dari 31 dataset yang masing-masing terdiri dari 30 data tanda tangan. Ukuran citra yang digunakan berukuran sama yaitu 600x428 piksel dengan format JPEG untuk gambar tipe RGB. Setelah didapatkan dataset citra tanda tangan yang ada, maka langkah yang dilakukan selanjutnya dalam penelitian ini seperti yang telah tertuang pada Gambar 1 adalah melakukan kegiatan praproses.

### 3.2. PRAPROSES

Tahapan praproses merupakan suatu tahapan yang digunakan untuk mempersiapkan citra yang nantinya akan diambil ciri-ciri khususnya. Permasalahan utama dalam praproses adalah mendapatkan citra tanda tangan yang dapat diproses lebih lanjut tanpa memiliki derau sedikitpun dalam citra tersebut tanpa mengurangi kualitas ataupun informasi dari citra tersebut.



Gambar 2. Gambar Flowchart Praproses yang dilakukan

Gambar 3 menunjukkan secara garis besar langkah-langkah yang dilakukan pada tahapan praproses. Adapun langkah yang dilakukan pertama kali adalah dari input citra tanda tangan yang berbentuk RGB diubah menjadi citra grayscale, kemudian untuk menghilangkan *noise* maka dilakukan operasi filter *Gaussian* dengan matriks 3x3. Setelah dibersihkan *nois*nya lalu dikonversi menjadi citra biner dengan metode Otsu. Untuk melakukan proses segmentasi dilakukan pencarian titik pusat citra atau *center of mass* dari titik-titik yang ada. Setelah didapatkan titik pusat langkah selanjutnya adalah mencari jarak *Euclidean* dari titik pusat terhadap semua titik yang ada pada citra dan kemudian dicari jarak median. Langkah selanjutnya adalah melakukan *cropping image* secara otomatis dengan jarak 3 kali jarak median dari *center of mass* citra. Kemudian untuk menghilangkan *noise* yang masih tersisa,



dilakukan proses *opening* dan *median filter*. Lalu dilakukan operasi *skeleton* dan dilasi untuk menggabungkan garis yang terputus akibat operasi *skeleton* sebelumnya.

### 3.3. EKSTRAKSI FITUR

Tahapan ekstraksi fitur adalah tahapan setelah praproses, di mana citra telah bebas dari derau dan dapat diolah kembali untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam ekstraksi fitu akan dijelaskan sebagai berikut:

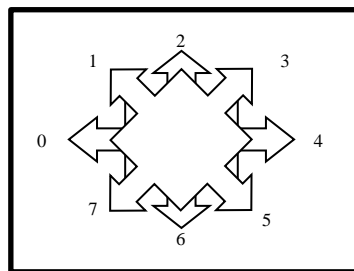
#### 3.3.1. DYNAMIC TIME WARPING (DTW)

Pertama kali yang harus diketahui dalam ekstraksi fitur dengan DTW adalah mendapatkan kontur dari citra. Fungsinya adalah mengumpulkan titik bagian terluar dari citra tanda tangan yang ada untuk dijadikan sebuah loop. Kumpulan titik tersebut digunakan untuk melakukan perhitungan posisi setiap titik, slope dan curvature.

Untuk mendapatkan kontur terluar dari citra tanda tangan menggunakan algoritme pelacakan kontur Moore (Kadir & Susanto, 2013).

```
Algoritma untuk pelacakan kontur (Kadir & Susanto, 2013)
Input  : f(m,n): citra inputan berukuran m baris dan n kolom
Output : kontur(s): larik yang berisi piksel-piksel kontur sebanyak s buah
1. Dapatkan piksel yang berada pada paling kiri dan paling atas yang bernilai 1. Selanjutnya posisi piksel dicatat pada variabel b0 dan posisi untuk memperoleh piksel berikutnya dicatat pada c0, yang mula-mula diisi dengan 4 (untuk menunjukkan arah barat)
2. Periksa 8 piksel tetangga pada b0 searah jarum jam dimulai dari c0. Piksel pertama yang bernilai 1 dicatat pada b1. Adapun posisi yang mendahului b1 dicatat pada c1.
3. Kontur(1) ← b0, kontur(2) ← b1, jum ← 2
4. b ← b1 dan c ← c1
5. WHILE true
   a. Cari piksel pada 8 piksel tetangga yang pertama kali bernilai 1 dengan pencarian awal dimulai dari arah c dengan menggunakan pola arah jarum jam
   b. Catat posisi piksel tersebut ke b
   c. Catat posisi yang mendahului piksel tersebut ke c
   d. Tambahkan b sebagai bagian kontur: jum ← jum+1 ; kontur(jum) ← b
   e. IF b=b0
       Keluar dari WHILE
   END-IF
END-WHILE
END-ALGORITHM
```

Setelah didapatkan kontur menggunakan algoritme Moore, maka kontur dibagi menjadi dua yaitu kontur atas dan bawah. Kemudian kedua kontur tersebut digabung menjadi satu dimulai dari kontur atas titik paling kiri sampai titik paling kanan dan dilanjutkan kontur bawah dari kontur bawah titik paling kanan sampai titik paling kiri sehingga membentuk sebuah loop kontur pola masing-masing tanda tangan. Pembuatan loop ini nantinya sangat membantu dalam perhitungan nilai *slope* dan *curvature* dari titik-titik tersebut dengan panduan orientasi slope dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Panduan Orientasi Slope

Sehingga nantinya akan didapatkan sebuah tabel sederhana untuk mendapatkan slope dari titik tersebut dengan titik sebelumnya. Kemudian nantinya akan dihitung nilai rata-rata dari slope dengan cara perhitungan seperti pada Gambar 4.

Koord. x	Koord. y	Slope	Rata2 slope
3	3	4	5
3	4	4	
4	4	6	5
5	4	6	
6	4	6	6

Gambar 4 Cara perhitungan nilai rata-rata slope

Kemudian langkah berikutnya adalah menghitung nilai *curvature*. Nilai ini didapatkan dengan menghitung rata-rata dari 6 nilai slope sebelumnya dikurangi secara absolute dengan rata-rata nilai dari 6 nilai slope setelah titik tersebut. Adapun untuk mempermudah perhitungan dapat dilihat pada

Gambar 5.

Koord.X	Koord.Y	Slope
3	3	4
3	4	4
4	4	6
5	4	6
6	4	6
7	5	5
7	6	4
7	7	4
7	8	4
8	8	6
8	7	0
8	6	0
8	5	0

Diagram showing a grid of slope values. A bracket groups the values 4, 4, 6, 6, 6, 5 (rows 3-8) with a box containing '5'. Another bracket groups the values 4, 4, 6, 0, 0, 0 (rows 7-12) with a box containing '2'. An arrow points from the value 5 in row 7 to a box containing the calculation  $|5 - 2| = 3$ .

Gambar 5 Cara perhitungan curvature

Setelah didapatkan nilai rata-rata *slope* dan *curvature* seperti contoh di atas maka langkah selanjutnya adalah perhitungan dengan DTW. Adapun cara perhitungan ini diadaptasi dari jurnal yang dibuat oleh S.Chen dan S.Srihari seperti yang dikutip oleh Ratri, dkk. (Ratri, dkk., 2014). Adapun langkah perhitungan dengan DTW adalah sebagai berikut :

- Inisialisasi,  $DA(0,0) = d(0,0)$  di mana didapatkan nilai distance sebagai berikut

$$d(i_x, i_y) = [f_s^2 (slope(i_x) - slope(i_y)) + f_c^2 (curvature(i_x), curvature(i_y))]^{1/2} \quad [4]$$

Dengan  $i_x$  adalah kontur dari objek x dan  $i_y$  adalah kontur dari objek y. Adapun fungsi slope didapatkan dari rumus

$$f_s(a) = \begin{cases} a, & a < 5 \\ 8 - a, & a \geq 5 \end{cases} \quad [5]$$

Dengan a adalah nilai slope pada kontur objek tersebut. Sedangkan untuk nilai curvature dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut

$$f_c(b_1, b_2) = (b_1 + 3) \% 8 + (b_2 + 3) \% 8 \quad [6]$$

Dengan  $b_1$  adalah nilai *curvature* pada kontur x dan  $b_2$  adalah nilai *curvature* pada kontur y.

- Rekursi, untuk  $1 \leq i_x \leq T_x, 1 \leq i_y \leq T_y$ , dengan ketentuan bahwa nilai  $i_x$  dan  $i_y$  selalu berada dalam grid yang ada. Maka dilakukan komputasi terhadap rumus berikut ini

$$D_A(i_x, i_y) = \min_{i'_x, i'_y} [D_A(i'_x, i'_y) + \xi((i'_x, i'_y), (i_x, i_y))] \quad [7]$$

- Dan untuk menghentikan rekursi dapat digunakan cara perhitungan sebagai berikut

$$D(X, Y) = \frac{D_A(T_x - 1, T_{y-1})}{M_\phi} \quad [8]$$

$$\text{dengan } M_\phi = T_x + T_y \quad [9]$$

### 3.3.2. POLAR FOURIER TRANSFORM (PFT)

Pada dasarnya PFT memperlakukan citra dalam koordinat polar sebagai sebuah citra dengan bentuk normal di bidang cartersian (Ratri, dkk., 2014). Untuk dapat melakukan perhitungan PFT maka dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$PF(\rho, \phi) = \sum_r \sum_i f(r, \theta_i) \exp \left[ j2\pi \left( \frac{r}{R} \rho + \frac{2\pi}{T} \phi \right) \right] \quad [10]$$

Dengan nilai polar fourier didapatkan dengan ketentuan sebagai berikut di mana simbol R menyatakan resolusi frekuensi radial dan simbol T adalah resolusi frekuensi angular yang digunakan dalam perhitungan. Adapun ketentuan yang berlaku adalah nilai r tidak boleh kurang dari 0 dan tidak boleh lebih dari nilai frekuensi radial(R) yang telah ditentukan. Dan  $\theta_i = i(2\pi/T)$  untuk  $(0 \leq i \leq T)$ , selain itu nilai  $0 \leq \rho \leq R$  dan  $0 \leq \phi \leq T$ .

Perhitungan PFT dapat diilustrasikan misal sebuah citra berupa  $I = \{f(x,y); 0 \leq x \leq M, 0 \leq y \leq N\}$  dalam bentuk kartesian dikonversikan menjadi sebuah citra polar  $I_p = \{f(r, \theta); 0 \leq r \leq R, 0 \leq \theta \leq 2\pi\}$ . Nilai R yang digunakan dalam citra polar menyatakan nilai radius maksimum dari titik tengah citra yang ada. Titik pusat citra polar digunakan sebagai pusat bentuk dengan tujuan agar bentuk tersebut tidak bergantung pada translasi. Pusat bentuk dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$x_c = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} x, y_c = \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} x. \quad [11]$$

Kemudian untuk mencari nilai  $(r, \theta_i)$  dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$r = \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}, \theta = \arctan \frac{y - y_c}{x - x_c} \quad [12]$$

Kelebihan dari PFT adalah selain tidak berpengaruh terhadap translasi juga tidak berpengaruh terhadap hasil rotasi dan perubahan skala objek (Kadir, dkk., 2011). Untuk menghilangkan pengaruh dari rotasi, PFT menghiraukan informasi fase pada koefisien-koefisien yang ada sehingga yang akan digunakan adalah besaran koefisien. Sedangkan agar PFT tidak dipengaruhi perbesaran atau perkecilan skala objek maka besaran pertama dinormalisasikan dengan luas lingkaran dan selanjutnya semua koefisien dinormalisasi dengan koefisien pertama, sehingga descriptor bentuk yang didapatkan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$GFD = \left\{ \frac{PF(0,0)}{2\pi r^2}, \frac{PF(0,1)}{PF(0,0)}, \dots, \frac{PF(0,n)}{PF(0,0)}, \dots, \frac{PF(m,0)}{PF(0,0)}, \dots, \frac{PF(m,n)}{PF(0,0)} \right\} \quad [13]$$

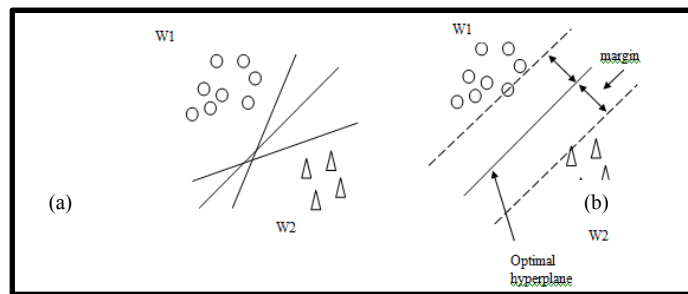
Dengan nilai m adalah nilai maksimum dari frekuensi radial dan n adalah nilai maksimum dari frekuensi angular yang digunakan.

### 3.4. Klasifikasi Support Vector Machine (Svm)

Konsep klasifikasi SVM adalah dengan model pembelajaran statistik di mana SVM akan mengambil data sampel input dan melakukan prediksi untuk setiap masukan yang ada. Pada dasarnya klasifikasi SVM adalah klasifikasi biner yang memisahkan dua kelas yang ada secara linier dengan melihat margin hyperplane maksimum antara dua kelas yang ada (Kumawat, Khatri, & Nagaria, 2013). Margin yang dimaksudkan di sini adalah jarak minimum dari hyperplane yang memisahkan titik data yang terdekat. Jumlah SVM *classifier* dalam lapisan klasifikasi sama dengan jumlah kelas dalam data tanda tangan. Pada dasarnya SVM adalah klasifikasi biner sehingga saat cocok digunakan untuk klasifikasi 2 kelas (Soleymanpour, Rajae, & Pourreza, 2010). Adapun formula perhitungan SVM dapat dilihat sebagai berikut :

$$f(x) = \text{sign}(w \cdot x + b) \quad [14]$$

Di mana  $w$  adalah vektor beban dan  $b$  adalah threshold dan  $x$  adalah input pola yang ada. Apabila diberikan sebuah set vektor pelatihan  $S_1 = ((x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n))$ , di mana  $x_i \in \mathbb{R}^n$ ,  $y_i \in \{-1, +1\}$  yang merupakan milik dari dua buah kelas  $W_1$  ( $y_i = +1$ ) dan  $W_2$  ( $y_i = -1$ ). SVM akan mencari hyperplane dengan menghitung jarak Euclidean maksimal dari dataset pelatihan tersebut. Berdasarkan pada *structural risk minimization* (SRM), maka hanya terdapat satu hyperplane yang optimal untuk digunakan dengan maksimal margin  $\delta$ , yang didefinisikan sebagai jumlah jarak dari hyperplane terhadap poin kelas yang berada paling dekat dengannya. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Klasifikasi SVM terhadap dua kelas, (a) banyak hyperplane dan (b) optimal hyperplane

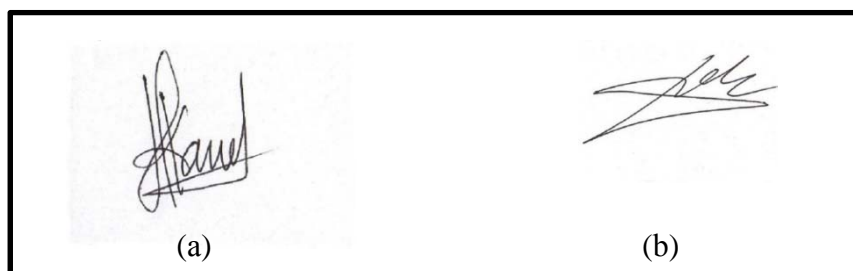
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

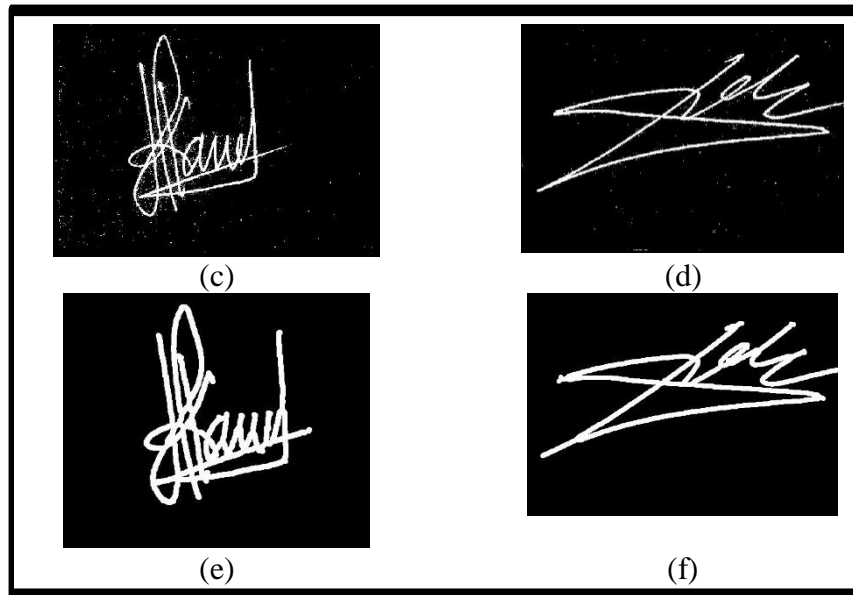
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknik pengenalan tanda tangan asli dan palsu dengan memperbaiki beberapa proses yang ada. Bab ini akan memperlihatkan hasil yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan.

### 4.1. HASIL PRAPROSES

Praproses pada dasarnya adalah suatu langkah penting dalam penelitian karena menjadi dasar pondasi untuk mengambil ciri khusus dari citra tersebut. Langkah ini cukup penting dilakukan agar nantinya citra tanda tangan yang diambil ciri khususnya dengan metode ekstraksi fitur yang ada dapat bebas dari derau tanpa mengurangi kualitas dari citra itu sendiri.

Berikut ini akan ditunjukkan hasil perbandingan antara citra yang melalui praproses dan citra yang tidak melalui praproses. Adapun perbandingan tersebut dapat dilihat pada gambar 7.





Gambar 7. Gambar perbandingan citra yang melakukan praproses dan tidak. (a dan b) citra asli, (c dan d) citra hanya dirubah dari RGB ke biner dan (e dan f) citra setelah melalui praproses

Dapat terlihat bahwa hasil citra asli jika tanpa melalui praproses dan hanya dirubah dari citra RGB ke biner akan menghasilkan citra yang memiliki banyak derau seperti Gambar 12 (c dan d). Sedangkan untuk citra setelah melalui praproses akan memberikan hasil yang cukup bersih dari derau dan tidak mengalami penurunan kualitas citra, walaupun citra hasil praproses terlihat lebih tebal akibat operasi dilasi pada praproses akan tetapi penebalan ini dibutuhkan untuk mengatasi kemungkinan garis yang terputus saat praproses.

#### 4.2. HASIL EKSTRAKSI FITUR

Pada ekstraksi fitur dengan DTW terdapat 15 fitur berbeda dari setiap citra yang diekstraksi. Sedangkan saat menggunakan PFT didapatkan 31 fitur yang berbeda. Sehingga secara keseluruhan setiap citra nantinya memiliki 47 fitur yang berbeda dari penggabungan fitur DTW dan PFT. Adapun hasil pengambilan fitur dengan DTW pada dataset pertama dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1  
Hasil ekstraksi fitur DTW pada dataset 1

DATA	D* Data1	.....	D* Data15	Class
DATA 1	3.282,00	.....	4.511,63	ASLI
DATA 2	3.526,73	.....	4.595,81	ASLI
DATA 3	4.192,33	.....	5.374,49	ASLI
DATA 4	4.170,44	.....	5.379,40	ASLI
DATA 5	4.064,01	.....	5.087,13	ASLI
DATA 6	4.040,07	.....	5.020,46	ASLI
DATA 7	3.880,88	.....	4.964,09	ASLI
DATA 8	3.884,15	.....	4.964,80	ASLI
DATA 9	4.125,69	.....	5.158,90	ASLI
DATA 10	4.075,34	.....	5.232,91	ASLI
DATA 11	3.995,45	.....	5.197,46	ASLI
DATA 12	4.004,88	.....	5.003,20	ASLI
DATA 13	3.965,66	.....	5.178,14	ASLI
DATA 14	3.673,40	.....	4.898,36	ASLI
DATA 15	4.498,09	.....	5.418,00	ASLI
DATA 16	4.504,10	.....	5.512,19	PALSU
DATA 17	4.645,22	.....	5.859,41	PALSU

DATA	D* Data1	.....	D* Data15	Class
DATA 18	5.217,00	.....	6.269,84	PALSU
DATA 19	4.658,50	.....	5.868,53	PALSU
DATA 20	5.122,16	.....	6.270,90	PALSU
DATA 21	4.941,90	.....	6.040,92	PALSU
DATA 22	4.896,91	.....	5.945,11	PALSU
DATA 23	5.149,35	.....	6.195,84	PALSU
DATA 24	4.828,60	.....	6.000,14	PALSU
DATA 25	4.610,84	.....	5.662,83	PALSU
DATA 26	4.519,53	.....	5.752,73	PALSU
DATA 27	4.780,46	.....	5.837,32	PALSU
DATA 28	4.381,20	.....	5.545,91	PALSU
DATA 29	4.339,44	.....	5.383,31	PALSU
DATA 30	5.003,84	.....	6.134,40	PALSU

\*) dalam ukuran piksel

Hasil tabel di atas didapatkan dengan menghitung distance dari hasil ekstraksi fitur dataset yang ada dengan data tanda tangan asli dari masing-masing dataset. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan contoh pengambilan data dengan PFT.

Tabel 2  
Hasil ekstraksi fitur PFT pada dataset 1

DATA	Fitur 1	.....	Fitur 31	Class
DATA 1	0,196108	.....	0,015346	ASLI
DATA 2	0,166331	.....	0,028669	ASLI
DATA 3	0,144013	.....	0,030556	ASLI
DATA 4	0,162546	.....	0,040235	ASLI
DATA 5	0,126695	.....	0,012370	ASLI
DATA 6	0,160900	.....	0,035030	ASLI
DATA 7	0,180392	.....	0,045357	ASLI
DATA 8	0,174954	.....	0,032018	ASLI
DATA 9	0,128521	.....	0,044787	ASLI
DATA 10	0,153974	.....	0,043868	ASLI
DATA 11	0,118537	.....	0,008277	ASLI
DATA 12	0,124127	.....	0,020963	ASLI
DATA 13	0,170293	.....	0,021605	ASLI
DATA 14	0,149919	.....	0,018946	ASLI
DATA 15	0,118834	.....	0,026024	ASLI
DATA 16	0,156439	.....	0,029339	PALSU
DATA 17	0,158129	.....	0,084124	PALSU
DATA 18	0,142050	.....	0,037846	PALSU
DATA 19	0,142422	.....	0,061160	PALSU
DATA 20	0,143248	.....	0,102707	PALSU
DATA 21	0,127438	.....	0,059854	PALSU
DATA 22	0,148451	.....	0,046363	PALSU
DATA 23	0,148543	.....	0,034844	PALSU
DATA 24	0,164371	.....	0,064115	PALSU
DATA 25	0,158777	.....	0,072603	PALSU
DATA 26	0,137658	.....	0,086232	PALSU
DATA 27	0,137440	.....	0,073666	PALSU
DATA 28	0,129249	.....	0,077454	PALSU
DATA 29	0,128196	.....	0,026724	PALSU
DATA 30	0,138847	.....	0,079172	PALSU

Kemudian dari data pada Tabel 1 dan Tabel 2 akan dilakukan klasifikasi dengan menggunakan SVM. Adapun untuk membandingkan metode yang terbaik antara DTW dan

PFT maka dilakukan perbandingan kedua metode tersebut dan melakukan kombinasi pengambilan fitur dengan menggunakan DTW dan PFT sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 3  
Hasil Perbandingan tingkat Akurasi Metode DTW, PFT dan Kombinasi DTW dan PFT dengan Menggunakan SVM

DATA	DTW	PFT	DTW+PFT* (proposed method)
DATA 1	93,33	96,67	96,67
DATA 2	73,33	83,33	83,33
DATA 3	76,67	86,67	90,00
DATA 4	76,67	100,00	100,00
DATA 5	96,67	100,00	100,00
DATA 6	96,67	90,00	90,00
DATA 7	100,00	93,33	100,00
DATA 8	80,00	86,67	90,00
DATA 9	66,67	96,67	90,00
DATA 10	100,00	100,00	100,00
DATA 11	83,33	96,67	100,00
DATA 12	40,00	96,67	96,67
DATA 13	76,67	93,33	93,33
DATA 14	70,00	93,33	100,00
DATA 15	80,00	53,33	60,00
DATA 16	53,33	96,67	93,33
DATA 17	100,00	90,00	96,67
DATA 18	83,33	90,00	93,33
DATA 19	96,67	90,00	96,67
DATA 20	33,33	73,33	76,67
DATA 21	93,33	73,33	70,00
DATA 22	76,67	100,00	100,00
DATA 23	83,33	100,00	100,00
DATA 24	93,33	96,67	96,67
DATA 25	86,67	96,67	100,00
DATA 26	80,00	83,33	96,67
DATA 27	76,67	93,33	100,00
DATA 28	86,67	100,00	96,67
DATA 29	96,67	93,33	93,33
DATA 30	33,33	90,00	90,00
<b>RATA2</b>	<b>80,00</b>	<b>91,08</b>	<b>93,23</b>

\*) dalam %

Dapat terlihat pada tabel Tabel 3 bahwa nilai akurasi rata-rata pada saat menggunakan metode DTW hasilnya 80%. Hal ini disebabkan karena adanya kelemahan pada saat pengambilan kontur DTW. Hal ini disebabkan karena kelemahan algoritme pengambilan kontur yang digunakan, di mana kelemahan itu terLEtak pada saat citra tanda tangan terdapat garis yang terputus maka kontur tanda tangan yang diambil menjadi tidak utuh. Untuk mempermudah pemahaman dari kelemahan ini dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 8 Bukti kelemahan pengambilan kontur dengan algoritme Moore (a) citra asli dan (b) citra hasil kontur

Gambar 8 menunjukkan hasil kontur karena terdapat garis yang terputus pada citra yang ada. Selama pengujian, kelemahan pada pengambilan fitur kontur tersebut hanya terjadi pada beberapa dataset saja. Dari keseluruhan citra tanda tangan asli yang berjumlah 465 citra, hanya terdapat 5 citra tanda tangan asli saja yang mengalami permasalahan seperti pada Gambar 8. Sedangkan untuk seluruh citra tanda tangan palsu yang berjumlah 465 citra hanya terdapat 12 citra palsu saja yang mengalami permasalahan di atas.

Hasil dari ekstraksi fitur menggunakan PFT memberikan hasil yang cukup baik di mana didapatkan rata-rata tingkat akurasi saat menggunakan PFT mencapai 91,08%. Terjadi peningkatan sampai 11,08% jika dibandingkan untuk rata-rata akurasi dari DTW.

Sedangkan dari *proposed method* yang dilakukan yaitu menggabungkan DTW dan PFT jika dilihat dari rata-rata keseluruhan data yang ada terjadi peningkatan nilai akurasi menjadi 93,23%. Terdapat beberapa data yang mengalami peningkatan akurasi seperti data 3, data 7, data 8, data 11, data 14, data 15, data 17, data 18, dan data lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Akan tetapi juga terdapat beberapa data yang mengalami penurunan tingkat akurasi seperti data 9 di mana saat PFT akurasinya 96,67% tetapi saat DTW+PFT hanya 90%. Hal ini berkaitan dengan fitur yang didapatkan data9 dari ekstraksi fitur DTW yang hanya sebesar 66,67%. Setelah dilakukan pengamatan selama penelitian yang dilakukan ternyata diketahui data9 memiliki banyak citra dengan kontur yang terputus. Pada data9 citra tanda tangan asli memiliki 3 citra yang konturnya terputus sedangkan pada citra tanda tangan palsu dataset ini memiliki 8 citra yang konturnya terputus. Sehingga hal ini mempengaruhi dalam melakukan klasifikasi karena fitur yang dimiliki dalam data latih tidak sempurna karena terdapat garis yang terputus.

## **5. Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai peningkatan metode pengenalan tanda tangan, dapat diambil beberapa kesimpulan berdasarkan tujuan penelitian dan hasil yang telah dicapai. Fokus pada penelitian ini adalah mengembangkan metode ekstraksi fitur untuk meningkatkan tingkat akurasi pengenalan keaslian tanda tangan.

Telah dilakukan pengujian dengan kombinasi dua buah metode ekstraksi fitur, Dynamic Time Warping (DTW) dan Polar Fourier Transform (PFT) dengan menggunakan klasifikasi Support Vector Machine (SVM). Didapatkan bahwa hasil kombinasi dua metode ekstraksi fitur DTW dan PFT secara keseluruhan rata-rata dataset yang ada memiliki akurasi sebesar 93,23%. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa kombinasi DTW dan PFT lebih baik dibandingkan metode DTW dan PFT yang berdiri sendiri untuk mengenali keaslian tanda tangan dalam penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Chen, S., & Srihari, S. (2005). Use Of Exterior Contours And Shape Features In Off-Line Signature Verification. *Proceeding Of The Eight Icdar*, 2005. Ieee.
- Hidayatno, A., Isnanto, R., & Buana, D. K. (2008, December). Identifikasi Tanda-Tangan Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan Perambatan-Balik (Backpropagation). *Jurnal Teknologi Vol.1 No.2* , pp. 100-106.
- Huang, Z., & Leng, J. (2010). Analysis of Hu's moment invariants on image scaling and rotation. *Proceeding of 2010 2nd International Conference on Computer Engineering and Technology* (pp. 476-480). Chengdu,China: IEEE.
- Impedovo, D., & Pirlo, G. (2008). Automatic Signature Verification: The State of the Art. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* ( Volume: 38, Issue: 5, Sept. 2008 ) (pp. 609-635). IEEE.
- Kadir, A., & Susanto, A. (2013). *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kadir, A., Nugroho, L., Susanto, A., & Santosa, P. I. (2011). A comparative experiment of several shape methods in recognizing plants. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, Vol.3 No.3 , 256-263.
- Kale, K. V., Deshmukh, P. D., Chavan, S. V., Kazi, M. M., & Rode, Y. S. (2013). Zernike moment feature extraction for handwritten Devanagari compound character recognition. *Science and Information Conference (SAI)*. Science and Information Conference (SAI).
- Kumawat, P., Khatri, A., & Nagaria, B. (2013). New Approach of Hand Writing Recognition using Curvelet Transform and Invariant Statistical Features. *International Journal of Computer Applications Vol.61 No.18* , 21-25.



- Larno. (2016, April 26). *Polda Periksa Saksi Pemalsuan Tanda Tangan Gubernur*. Retrieved September 26, 2016, from AntaraKepri.com: <http://kepri.antarane.ws.com/berita/37657/polda-periksa-saksi-pemalsuan-tanda-tangan-gubernur>
- Qader, H. A., Ramli, A. R., & Al-Haddad, S. (2007). Fingerprint Recognition Using Zernike Moments. *The International Arab Journal of Information Technology* (pp. 372-376). The International Arab Journal of Information Technology.
- Ratri, I. D., Nugroho, H. A., & Adji, T. B. (2014). A Comparative Study on Signature Recognition. *1st International Conference on Information Technology, Computer and Electrical Engineering (ICITACEE)* (pp. 167-171). Semarang, Indonesia: IEEE.
- Ratri, I. D., Nugroho, H. A., & Adji, T. B. (2014). Pengaruh Kontur dan Slope dalam Pengenalan Tanda Tangan Offline dengan Dynamic Time Warping. *Conference on Information Technology and Electrical Engineering 2014* (pp. 107-111). Yogyakarta: Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM.
- Saaidia, M., Lelandais, S., Vigneron, V., & Bedda, E.-M. (2007). Face detection by neural network trained with Zernike moments. *ISPRA'07 Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Signal Processing, Robotics and Automation* (pp. 36-41). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA ©2007.
- Soleymanpour, E., Rajae, B., & Pourreza, H. R. (2010). Offline handwritten signature identification and verification using contourlet transform and Support Vector Machine. *Machine Vision and Image Processing (MVIP), 2010 6th Iranian*. IEEE.
- Solomon, C., & Breckon, T. (2011). *Fundamentals of Digital Image Processing: a Practical Approach with Examples in Matlab*. John Wiley & Sons, Inc.
- Stamp, M. (2011). *Information Security Principles and Practice, Second*. John Wiley & Sons, Inc.



## INDEK KATA KUNCI

Adaptasi Model Kematangan, 77  
Android, 1  
backpropagation, 103  
Birmanti Setia Utami, 51  
Business Intelligence, 111  
Canny edge detection, 33  
CCI, 13  
Chain Code, 67  
Child Centered Design, 13  
Children Computer Game, 13  
compression, 141  
database model, 151  
database, 151  
dependencies (partial & transitive), 151  
disease, 125  
Educational Game, 13  
emotion, 103  
Euclidean Distance, 67  
Gaussian filter, 33  
Haar Wavelet, 165  
HCI, 13  
health IT infrastructure, 77  
herbal medicinal plants, 125  
Information System, 111  
ISO 9241-11, 89  
IT Infrastructure maturity model, 77  
Kezia Satyawati, 33  
k-NN, 165  
Knuth-Morris-Pratt, 1  
least connection, 25  
load balancing, 25  
lossless, 141  
Management Information Systems, 111  
Mayasari Bakti, 1  
mobile device, 89  
model kematangan, 77  
NHS Infrastructure, 77  
NIMMTM, 77  
normalization, 151  
online course interface, 89  
OPNET modeler, 25  
Oreste, 125  
OSAD, 43  
Pattern Matching, 1  
Pattern Recognition, 165  
Pattern recognition, 43  
ratio, 25  
redundancy, 151  
relative, 141  
RLE, 141  
ROC (Rank Order Centroid), 125  
round robin, 25  
sentiment analysis, 103  
sharpening of edge detection, 33  
SSD, 43  
Student Assessment, 111  
Student Kiosk, 111  
Student Self-Assessment, 111  
Supporting decision system, 125  
symbol recognition, 43  
Traffic Sign, 67  
twitter, 103  
usability, 89  
WEKA, 103  
YRL, 141

## INDEK PENGARANG

- Aditya Wikan Mahastama, 43  
Adji, Teguh Bharata, 175  
Agustinus Fritz Wijaya, 51  
Andreswari, Desi, 125  
Arisandi, Desi, 151  
Astiani, Nella, 125  
Beng, Jap Tji, 151  
Benyamin LS, 77  
Birmanti Setia Utami, 51  
Bramasti Pramudyawardani, 13  
Chrisantyo, Lukas, 141  
Danny Sebastian, 77  
Djoko Budiyanto Setyohadi, 89, 103  
Elia Zakharia, 89  
Ernawati, 103  
F Spty Rahayu, 77  
Fransiscus Xaverius Syahasta A.T., 1  
Husain Nasser, 25  
Jaya, Yosia Adi, 141  
Junius Karel Tampubolon, 33  
Junius Karel, 67  
Karisma, Ignatia Dhian Estu, 175  
Kezia Satyawati, 33  
Marcial, Dave E., 111  
Nevi Kurnia Arianti, 13  
Nugraha, Kristian Adi, 165  
Nugroho Agus H, 67  
Nugroho, Hanung Adi, 175  
R. Gunawan Santosa, 33  
Raharjo, Willy Sudiarto, 141  
Robet Habibi, 103  
Rosa Delima, 13  
Ryan Agustian, 67  
Santosa, R. Gunawan, 165  
Saquin, Maria Dara C., 111  
Seng Hansun, 1  
Setiawan, Yudi, 125  
Sunjoyo, Lidya Andriani, 165  
Suprihadi, 51  
Timotius Witono, 25  
Wasino, 151  
Y. Sigit Purnomo W. P., 89

## INDEK JUDUL KARANGAN

- Analisis Algoritma *Round Robin*, *Least Connection*, Dan *Ratio* Pada *Load Balancing* Menggunakan *Opnet Modeler*, 25**
- Analisis *Gaussian* Dan *Edge Connection* Dalam Penajaman Deteksi Tepi Menggunakan Metode *Canny*, 33**
- Analisis Sentimen Pada Twitter Mahasiswa Menggunakan Metode *Backpropagation*, 103**
- Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Tanaman Obat Herbal Untuk Berbagai Penyakit Dengan Metode *ROC (Rank Order Centroid)* Dan Metode *Oreste* Berbasis *Mobile Web*, 125**
- Desain Model Basis Data Obyek Pariwisata Provinsi Jawa Tengah Studi Kasus Di Kabupaten Magelang, 151**
- Developing An Automated Student Academic Record Management With Business Intelligence Approach, 111**
- Implementasi Metode *Modified Chain Code* Untuk Pengenalan Rambu Lalu Lintas, 67**
- Implementasi Transformasi *Haar Wavelet* Untuk Deteksi Citra Jeruk Nipis Yang Busuk, 165**
- Model Kematangan NHS Infrastructure (NIMM<sup>TM</sup>) Untuk Evaluasi Infrastruktur TI Pada Rumah Sakit Di Yogyakarta, 77**
- Pemberdayaan Umkm Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi Kabupaten Kendal Menuju Pasar Global, 51**
- Pengembangan Aplikasi Permainan Edukasi Untuk Anak Prasekolah Menggunakan Pendekatan *Child Centered Design.*, 13**
- Pengembangan Dan Analisis Kombinasi *Run Length Encoding* Dan *Relative Encoding* Untuk Kompresi Data, 141**
- Peranan Kontur Dan Slope Dalam Pengenalan Keaslian Tanda Tangan Menggunakan *Dynamic Time Warping* Dan *Polar Fourier Transform*, 175**
- Perancangan Antarmuka *Online Course* Pada Perangkat Mobile Menggunakan Teori *Usability*, 89**
- Perbandingan Algoritma *Sum Of Squared Difference (SSD)* Dan *Optimised Sum Of Absolute Difference (OSAD)* Untuk Pengenalan Simbol Pada Citra Ekspresi Matematika Tercetak, 43**
- Rancang Bangun Aplikasi Android Informasi Rute Bus Mayasari Bakti Dengan Algoritma *Knuth-Morris-Pratt*, 1**



## PEDOMAN PENULIS

### A. Ketentuan Umum

1. Artikel belum pernah dipublikasikan.
2. Artikel yang dikirimkan dapat berupa artikel hasil penelitian.
3. Artikel yang ditulis menggunakan template yang disediakan oleh redaksi. Template dapat diperoleh dengan mendownload dari <http://ti.ukdw.ac.id/ojs>.

### B. Pengiriman Artikel Awal

1. Artikel dapat dikirimkan dalam format .doc atau .pdf melalui sistem jurnal online [ti.ukdw.ac.id/ojs](http://ti.ukdw.ac.id/ojs) atau kepada surel redaksi.
2. Kami akan menjaga segala kerahasiaan biodata Anda.
3. Sertakan biodata semua penulis yang lengkap, meliputi nama, alamat kantor, alamat penulis, telpon kantor/ rumah dan hp.

### C. Proses Penerbitan Artikel

1. Artikel yang diterima akan di-review oleh para reviewer dalam tim jurnal.
2. Setiap artikel akan direview oleh 2 orang reviewer.
3. Hasil penilaian dari reviewer berupa keputusan diterima, diterima dengan revisi, atau ditolak.
4. Bagi artikel yang diterima dengan revisi harus segera diperbaiki dan dikirimkan kembali kepada redaksi sesuai dengan tanggal yang ditetapkan oleh redaksi.
5. Pengiriman artikel final disertai dengan mengirimkan form Assignment Copyright yang sudah ditanda-tangani oleh penulis pertama.
6. Artikel yang telah disetujui untuk diterbitkan akan diinformasikan kepada penulis melalui surel redaksi.

### D. Apresiasi

Penulis yang artikelnya dimuat akan mendapatkan copy jurnal sebanyak 2 eksemplar.

### E. Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Informasi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo No 5-25 Jogjakarta 55224  
Telp: (0274) 563929 Fax: (0274) 513235  
<http://ti.ukdw.ac.id/ojs>  
[jurnal-informatika@ti.ukdw.ac.id](mailto:jurnal-informatika@ti.ukdw.ac.id)

## TATA CARA PENULISAN NASKAH

### JUDUL [TIMES NEW ROMAN 14 BOLD] MAKSIMAL 14 KATA (INDONESIA) / 10 KATA (INGGRIS)

Penulis 1<sup>(1)</sup>  
email1@domain.ekstensi

Penulis 2<sup>(2)</sup>  
email2@domain.ekstensi

Penulis 3<sup>(3)</sup>  
email3@domain.ekstensi

#### *Abstract [Times New Roman 11 bold italic centered]*

*The abstract is to be in fully-justified italicized text as it is here, below the author information in Times New Roman 11, single-spaced type. Abstract is written in English or Indonesian, up to 150 words.*

**Keywords :** 3-6 words, written in small characters (except abbreviation) separated by commas using Times New Roman 11. Keywords must be carefully selected to reflect the content / concept of the article.

### 1. Pendahuluan [Times New Roman 13 bold]

Berikut adalah petunjuk format penulisan naskah untuk Jurnal Informatika. Penulis bertanggung jawab sepenuhnya terhadap isi naskah yang ditulis dan naskah merupakan tulisan yang belum pernah dipublikasikan [Times New Roman 11 normal]

### 2. Format Naskah

#### 2.1. Organisasi Naskah [Times New Roman 11 bold]

Judul artikel harus spesifik dan efektif, sehingga sekali baca dapat ditangkap maksudnya secara komprehensif. Nama penulis ditulis secara jelas tanpa gelar. Setiap naskah harus disertai satu paragraf abstrak (bukan ringkasan yang terdiri dari beberapa paragraf). Naskah ditulis menggunakan bahasa Indonesia atau bahasa Inggris menggunakan Times New Roman 11 dengan spasi tunggal. Naskah artikel tidak boleh melebihi 13 halaman (termasuk tabel, gambar dan daftar pustaka). Hendaknya artikel tidak memuat tulisan dengan bentuk pembaban mirip penulisan skripsi, dengan mencantumkan kerangka teori, pernyataan masalah, kegunaan penelitian, saran tindak lanjut dan sejenisnya.

#### 2.2. Tabel

Tabel harus diberi nomor dengan sesuai urutan presentasi (Tabel 1, dst.). Judul tabel ditulis di atas tabel dengan posisi rata kiri (*left justified*) sejajar dengan bagian kiri tabel. Judul tabel dituliskan di bawah nomor tabel. Isi tabel ditulis menggunakan Times New Roman 10, baris pertama (nama kolom) ditulis menggunakan bold, seperti pada contoh berikut:

---

<sup>1</sup> Departemen 1, Fakultas1, Institusi 1

<sup>2</sup> Departemen 2, Fakultas2, Institusi 2

<sup>3</sup> Departemen 3, Fakultas3, Institusi 3



Tabel 1.

Daftar Soal yang akan diselesaikan dengan algoritma DLS [Times New Roman 11]

ID	Jenis Papan	Ukuran Papan	Jenis Soal	Jumlah Kelereng
1.	Inggris	3 x 3	Standar	32
2.	Inggris	3 x 3	Bank Soal	16
3.	Triangular	4 x 4	Standar	9

### 2.3. Gambar

Gambar diberi nomor sesuai urutan presentasi (Gambar 1., dst.). Judul gambar diletakkan di bawah gambar dengan posisi tengah (centered). Tulisan “*Gambar*” di tulis menggunakan italic. Jika gambar diambil dari sumber lain, tuliskan sumber di bawah keterangan gambar menggunakan Times New Roman 9, spasi tunggal.



Gambar 4. Berbagai simbol kamar kecil. [Times New Roman 11]

(<http://us.cdn1.123rf.com/168nwm/emirsimsek/emirsimsek1001/emirsimsek100100209/6180087-vector-collection-of-restroom-signs.jpg>)

### 2.4. Formula

Formula / rumus / persamaan ditulis secara jelas dengan indeks sesuai urutan presentasi, seperti pada contoh berikut:

$$\int_{\mathbf{R}^d} (f * g)(x) dx = \left( \int_{\mathbf{R}^d} f(x) dx \right) \left( \int_{\mathbf{R}^d} g(x) dx \right). \quad [1]$$

### 2.5. Perujukan Pustaka

Perujukan pustaka dalam karangan dilakukan dengan mencantumkan nama belakang pengarang dan tahun karangan dalam tanda kurung: (Hadley, 2003); Hadley (2003)

### 2.6. Daftar Pustaka

Daftar pustaka ditulis menggunakan Times New Roman 9 dengan rujukan APA. Daftar pustaka yang digunakan sebagai rujukan sebaiknya tidak lebih dari 10 tahun.

## 3. Layout dan Spesifikasi

Gunakan tipe huruf Times New Roman pada seluruh naskah dengan ukuran huruf seperti yang telah dicontohkan pada panduan penulisan ini. Jarak spasi adalah *single* dan isi tulisan atau naskah menggunakan perataan kiri-kanan (*justified*). Ukuran halaman adalah A4 (210 x 297 mm). Margin halaman adalah 22.2 mm atas, 25.0 mm bawah, 33.3 mm kiri, 33.3 mm kanan. Berikan jarak satu baris kosong di antara antar heading berbeda (heading 1 dan heading 2) dan antar sub-heading dalam naskah (sub heading 1.1 dan sub heading 1.2)

## 4. Penutup

Demikianlah panduan penulisan yang diperuntukkan bagi penulis yang akan mengirimkan naskah ke Jurnal Informatika. Semoga bermanfaat.

## Daftar Pustaka [Times New Roman 11]

**Buku:** Nama Belakang, Nama Depan disingkat dengan titik. (tahun) *Judul Buku*[italic]. Lokasi: Penerbit, hal  
Harvey, R.L. (1994) *Neural Networks Principles*. New Jersey: Prentice Hall.

**Bab Buku:** Nama Belakang, Nama Depan disingkat dengan titik. (tahun) Judul Bab, Di Nama Editor (Ed/Eds) *Judul Buku*[italic]. (hal) Lokasi: Penerbit

Rachman, S.J. (1976) Observational learning and therapeutic modelling. Di M.P. Feldman & A. Broadhurst (Eds). *Theoretical and experimental bases of behaviour therapies* (hal 245-295), London: John Wiley & Sons.

**Majalah/Surat Kabar:** Nama Belakang, Nama Depan disingkat dengan titik. (tahun, bulan tanggal) Judul Artikel, *Judul Majalah*[italic]. volume, hal

Smith, S. (2000, April 9). Anxiety. *Time*. 135, 28-31

**Kuliah:** Nama Dosen, (tahun, bulan), *Judul Kuliah*[italic]. Dipresentasikan pada kuliah kelas, nama institusi  
Setiady, H. (2010, Juli). *Piranti Input dan Output*. Dipresentasikan pada kuliah Interaksi Manusia dan Komputer TIW093, Universitas Kristen Duta Wacana.

**Internet:** Nama Penulis/Organisasi (tahun). *Judul Artikel*. Tanggal diambil dari World Wide Web: alamat URL  
National Consumers League. (1997). *Helping seniors targeted for telemarketing fund*. Diakses pada 3 Februari 2009 dari World Wide Web: <http://www.fraud.org/elderfraud/helpsen.htm>

**Disertasi, Tesis, Skripsi:** Nama Belakang, Nama Depan disingkat dengan titik. (tahun) *Judul Disertasi/Tesis/Skripsi*, (Disertasi S3/Thesis S2/Skripsi S1, Nama Institusi, tahun), dari sumber, tahun

Razak, A.A. (1999). *A Prototype for Voice Driven Emotion Recognizer Mobile Phone* (Disertasi S3, Multimedia University Malaysia, 1999), dari Dissertation Abstract International, 61, 2001

Suryawan, A.G., Susanto, B., Kristanto, N.H.. (2007). *Implementasi Asynchronous Call dengan AJAX untuk Menampilkan Data Registrasi Online* (Skripsi S1, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, 2007), dari SinTA (Sistem Informasi Tugas Akhir) UKDW: <http://sinta.ukdw.ac.id/sinta>

**Jurnal:** Nama Belakang, Nama Depan disingkat dengan titik. (tahun) Judul Artikel, *Nama Jurnal*[italic]. Vol, No, Penerbit, hal

Krisnawati, L.D., Restyandito (2006). Localized User Interface for Improving Cellphone Users Device Competency. *International Journal of Information Technology and Web Engineering*, Vol.3, No.4, IGI Publishing, 92-104

**e-Journal:** Penulis (tahun). Judul Artikel. *Nama Jurnal*, vol, no, hal. Diambil tanggal dari nama database

Vello, J.A. & Cohen, D. (1999). Patterns of Individualism dan Collectivism across the United States. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 279-292. Diambil 18 September 2002 dari basis data PscINFO





Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi  
**UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA**  
JOGJAKARTA