

ISSN : 2527-5836

e-ISSN : 2528-0074

Vol. 5 No. 3, November 2020

# *JISKa*

Jurnal Informatika Sunan Kalijaga

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



## **Tim Pengelola JISKa Edisi November 2020**

### **Ketua Editor (Editor in Chief)**

Muhammad Taufiq Nuruzzaman, Ph.D. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)

### **Editor Bagian (Associate Editor)**

1. Dr. Ir. Agung Fatwanto (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)
2. Dr. Ir. Bambang Sugiantoro (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)
3. Dr. Shofwatul Uyun (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)

### **Dewan Editor (Editorial Board)**

1. Dr. Aang Subiyakto (UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia)
2. Andang Sunarto, Ph.D. (IAIN Bengkulu, Indonesia)
3. Dr. Enny Itje Sela (Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia)
4. Dr. Hamdani (Universitas Mulawarman Samarinda, Indonesia)
5. Nashrul Hakiem, Ph.D. (UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia)

### **Editor Bahasa dan Layout (Assistant Editor)**

Sekar Minati, S.Kom. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)

### **Tim Teknologi Informasi (Journal Manager)**

1. Eko Hadi Gunawan, M.Eng. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)
2. Muhammad Galih Wonoseto, M.T. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)

## **Mitra Bestari (Reviewer)**

### **Reviewer Internal:**

1. Mandahadi Kusuma, M.Eng. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)
2. Maria Ulfa Siregar, Ph.D. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)
3. Rahmat Hidayat, M.Cs. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)
4. Usfita Kiftiyani, M.Sc. (UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Indonesia)

### **Reviewer Eksternal (Mitra Bestari):**

1. Ahmad Fathan Hidayatullah, M.Cs. (Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, Indonesia)
2. Alam Rahmatulloh, M.T. (Universitas Siliwangi Tasikmalaya, Indonesia)
3. Dr. Cahyo Crysdiان (UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, Indonesia)
4. Dr. Eng. Ganjar Alfian (Dongguk University Seoul, Korea, Republic of)
5. Muhammad Rifqi Maarif, M.Eng. (Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, Indonesia)
6. Mushab Al Barra, M.Kom. (Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Indonesia)
7. Dr.Eng. M. Alex Syaekhoni (Dongguk University Seoul, Korea, Republic of)
8. Norma Latif Fitriyani, M.Sc. (Dongguk University Seoul, Korea, Republic of)
9. Oman Somantri, M.Kom. (Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia)
10. Puji Winar Cahyo, M.Cs. (Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, Indonesia)
11. Rischian Mafrur, M.Eng. (The University of Queensland Brisbane, Australia)
12. Suhirman, Ph.D. (Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia)
13. Yunita Ardilla, M.Sc (Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, Indonesia)

ISSN : 2527-5836

e-ISSN: 2528-0074

**JISKa**

Vol. 5, No. 3, NOVEMBER 2020

## DAFTAR ISI

<b>Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Proyek Departemen IT PT. Pertamina UPMS V Surabaya</b> Yunita Ardilla, Shinta Pramesti, Dwi Sunaryono	136-145
<b>Analisis Kerentanan Serangan Cross Site Scripting (XSS) pada Aplikasi Smart Payment Menggunakan Framework OWASP</b> Imam Riadi, Rusydi Umar, Tri Lestari	146-152
<b>Implementasi Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) pada Layanan SMS Desa</b> Intan Fitriani, Aryo Baskoro Utomo	153-163
<b>Rancang Bangun Film Animasi 3D Sejarah Terbentuknya Kerajaan Samudra Pasai Menggunakan Software Blender</b> Kurniyatul Ainiah, Nurul Hidayah, Faradilah Putri Damayanti, Indana Nuril Hidayah, Juniardi Nur Fadila, Fresy Nugroho	164-176
<b>Sistem Scheduling Pelaporan Data Akademik di UIN Sunan Kalijaga ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDikti) dengan Menggunakan Fitur Cron Job di Linux</b> Adi Wirawan	177-184
<b>Analisa Usability Website Akademi Komunitas Negeri Pacitan Menggunakan Metode Heuristic Evaluation</b> Kurnianto Tri Nugroho, Bagus Julianto, Gramandha Wega Intyanto, Mochammad Syahrul Munir, Danny Febryan Nur M.S.	185-193
<b>Komparasi Kinerja Algoritma BFS, Dijkstra, Greedy BFS, dan A* dalam Melakukan Pathfinding</b> Anton Setiawan Honggowibowo, Astika Ayuningtyas, Yuliani Indrianingsih	194-204

## Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Proyek Departemen IT PT. Pertamina UPMS V Surabaya

Yunita Ardilla <sup>(1)\*</sup>, Shinta Pramesti <sup>(2)</sup>, Dwi Sunaryono <sup>(3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya  
e-mail : ardilla@yunita.net, shinta.tc10@gmail.com, dwi@its-sby.edu.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 10 April 2020, direvisi 17 April 2020, diterima 27 April 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### Abstract

Department of IT M&T PT. Pertamina UPMS V Surabaya has currently implemented a management guideline based on COBIT 5.0 to support the process of monitoring and scheduling projects that will be implemented or currently being worked on PT. Pertamina UPMS V Surabaya. But in the process of implementing management guidelines, the department of IT M&T has not maximized the implementation of the monitoring and scheduling because it does not yet have a project management information system application. So far employees from the department of IT M&T use the process of monitoring and scheduling projects manually, namely by making a report in the form of an excel file for each progress of the projects. Of course, this is considered inefficient and often encounters human errors. Therefore, a web-based project management information system application was made, the application was built using the C# programming language and Microsoft SQL Server database. Based on observation, it was concluding that the features available in the project management information system application had been running well and were able to meet the needs of users.

**Keywords:** Project Management information system, black box testing, web application, PT. Pertamina

### Abstrak

Departemen IT M&T PT. Pertamina UPMS V Surabaya saat ini telah menerapkan *management guideline* berdasarkan COBIT 5.0 guna menunjang proses pengawasan dan penjadwalan proyek yang akan dilaksanakan maupun yang sedang dikerjakan oleh PT. Pertamina UPMS V Surabaya. Tetapi dalam proses penerapan *management guideline* ini departemen IT M&T belum memaksimalkan penerapan pengawasan dan penjadwalan tersebut karena belum memiliki aplikasi sistem informasi manajemen proyek. Selama ini pegawai dari departemen IT M&T menggunakan proses pengawasan dan penjadwalan proyek dengan cara manual, yaitu dengan membuat sebuah laporan berupa *file* Excel untuk setiap capaian dari proyek-proyek yang sedang dikerjakan. Tentu hal ini dinilai belum efisien dan sering dijumpai *human error*. Oleh sebab itu dibuatlah aplikasi sistem informasi manajemen proyek berbasis web, aplikasi tersebut dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C# dan *database* Microsoft SQL server. Berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan disimpulkan bahwa fitur-fitur yang ada pada aplikasi sistem informasi manajemen proyek telah berjalan dengan baik dan mampu memenuhi kebutuhan pengguna.

**Kata Kunci:** Sistem informasi manajemen proyek, pengujian kotak hitam, aplikasi berbasis web, PT. Pertamina

## 1. PENDAHULUAN

*Monitoring* dan pelaporan adalah kegiatan penting dalam manajemen proyek. Selama ini, pegawai Pertamina di departemen IT M&T Surabaya membuat laporan proyek untuk *monitoring* dan pelaporan proyek sudah sesuai standar COBIT 5.0, tetapi hal ini masih dilakukan secara manual. Data proyek dan laporannya dibuat di Excel sehingga setiap kali ada proyek baru, pegawai harus membuat *file* baru dengan *template* yang sama. Hal ini membutuhkan waktu lebih lama dan seluruh data proyek tidak tersimpan rapi di satu tempat penyimpanan tertentu. Permasalahan tersebut membuat pekerjaan menjadi tidak efisien dan efektif lagi.



Dari permasalahan tersebut dapat disimpulkan bahwasannya untuk proses manajemen proyek tersebut membutuhkan suatu sistem informasi khusus yang mengatur mengenai manajemen proyek yang ada di lingkungan departemen IT M&T PT. Pertamina UPMS V Surabaya. Oleh karena itu dibuatlah rancang bangun sebuah sistem informasi manajemen berbasis aplikasi web untuk *monitoring* jalannya suatu proyek dan juga dapat digunakan dalam pembuatan laporan proyek yang sudah sesuai dengan standar COBIT 5.0 (Farid et al., 2013).

Dengan adanya sistem informasi manajemen proyek ini diharapkan bisa memudahkan pegawai dan pihak terkait dalam suatu proyek untuk memonitoring pelaksanaan proyek, serta agar memudahkan pegawai dalam pembuatan laporan proyek sesuai dengan standar COBIT 5.0.

Penelitian mengenai sistem informasi manajemen proyek telah banyak dilakukan, diantaranya Kalsum dan Yulistia (2014) yang membuat penelitian mengenai sistem informasi manajemen proyek berbasis website pada CV. Lenea, dalam penelitiannya yaitu sistem informasi manajemen proyek berbasis web disebutkan bahwa permasalahan yang ada adalah susah dalam melakukan pengelolaan perhitungan keuangan mulai dari rencana anggaran biaya, biaya bahan baku, biaya yang dibayarkan oleh pelanggan sehingga terjadi kesalahan dalam perhitungan estimasi biaya dari data yang dikelola sehingga menimbulkan data tersebut menjadi belum akurat. Gabriel dan Puspa Dewi (2014) membangun rancang bangun sistem informasi manajemen proyek konstruksi berbasis web pada UD Surya Agung yang memiliki fitur-fitur proses penjadwalan *gantt charts*.

Perbandingan dari sistem-sistem yang telah dibuat sebelumnya dengan sistem yang akan dibuat yaitu sistem yang dibuat menyediakan fitur dokumentasi semua laporan proyek yang sudah dikerjakan maupun yang sedang dikerjakan kedalam bentuk *file* Excel, dimana format pelaporannya sudah disesuaikan dengan standar COBIT 5.0.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Sistem Informasi Manajemen

Menurut Sutabri (2016) sistem informasi manajemen merupakan penerapan sistem informasi di dalam organisasi atau perusahaan untuk mendukung informasi-informasi yang dibutuhkan oleh semua tingkat manajemen. Sedangkan sistem informasi adalah sebuah sistem kerja yang proses dan kegiatannya untuk memproses informasi, seperti menangkap, mengirimkan, menyimpang, mengubah dan menampilkan informasi (Alter, 2008). Yang dimaksud dengan sistem kerja adalah sebuah sistem dimana partisipasi manusia atau mesin melakukan pekerjaan (proses dan aktivitas) menggunakan informasi, teknologi, dan sumber daya lainnya untuk memproduksi produk yang spesifik (Yudanto et al., 2017).

### 2.2. Microsoft ASP.NET MVC

Microsoft ASP.Net merupakan sebuah kerangka kerja aplikasi web (*web application framework*) yang dikembangkan oleh Microsoft yang memungkinkan pengembang untuk membangun sebuah website dinamis, aplikasi web, dan *web service*. *ASP.Net* merupakan pengembangan dari ASP (*Active Server Pages*) (Dani et al., 2006). Terdapat tiga model pengembangan yang diadaptasi oleh ASP.Net, yaitu Web Form, Web Pages, dan MVC.ASP.Net. *Web Pages* merupakan model pengembangan yang paling sederhana, model ini mirip dengan PHP dan ASP klasik. *ASP.Net Web Form* merupakan model pengembangan yang dibuat oleh Microsoft dengan model *event-driven* layaknya pada desktop.

ASP.Net MVC merupakan model pengembangan paling baru yang diadaptasi Microsoft setelah melihat kelemahan dari model pengembangan *web form*. Model pengembangan ini mengadaptasi pola pengembangan MVC (*Model-View-Controller*) yang memungkinkan pemisahan perhatian (*separation of concern*). Kelebihan dari model pengembangan MVC dibandingkan dengan model pengembangan lain pada ASP.Net adalah sebagai berikut:



- 1) Model pengembangan MVC memungkinkan pemisahan perhatian (*separation of concern*) yang baik sehingga pengembangan menjadi lebih modular, bersih dan terstruktur.
- 2) Model pengembangan MVC cocok digunakan untuk mengembangkan aplikasi web skala besar.
- 3) Pengujian unit (*unit testing*) lebih mudah dilakukan pada model pengembangan MVC dibandingkan dengan model pengembangan yang lain (Bhasin et al., 2014).

### 2.3. Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server merupakan sebuah sistem manajemen basis data relasional (*relational database management system*) yang dikembangkan oleh Microsoft. Microsoft SQL Server memungkinkan pengguna untuk menyimpan data dan mengaksesnya baik melalui komputer yang sama ataupun melalui internet. Microsoft SQL Server (nama kode : Katmai) merupakan salah satu versi dari Microsoft SQL Server. Dalam versi ini terdapat beberapa fitur baru dan perbaikan dari versi sebelumnya, diantaranya dukungan terhadap data terstruktur dan semi terstruktur serta kompresi yang lebih baik.

Dalam pembuatan solusi sistem ini versi SQL Server yang digunakan adalah versi *express*, yaitu versi gratis dari Microsoft SQL Server. Untuk kemudahan dalam memasukkan perintah-perintah SQL pada SQL Server, digunakan sebuah perangkat lunak bernama SQL Server Management Studio yang menyediakan tampilan grafis antarmuka pengguna (*Graphical User Interface - GUI*) untuk memasukkan perintah-perintah SQL dan mengatur basis data (Silberschatz et al., 2010).

## 3. ANALISA DAN DESAIN SISTEM

Pertamina Project Management (PPM) adalah aplikasi berbasis web yang membantu proses pembuatan laporan Proyek di PT.Pertamina IT M&T Surabaya. Selama ini di Pertamina IT M&T Surabaya sudah menggunakan standar COBIT 5.0 dalam pembuatan laporan manajemen proyeknya, tetapi semuanya masih dibuat secara manual di *file* Excel dengan format yang telah ditentukan. Data yang telah disimpan dalam *database* sistem dapat disimpan dalam *file* Excel dengan format yang sama (yang telah ditentukan) sehingga pelaporan dapat lebih mudah dilakukan. Adapun urutan dari proses pembuatan laporan proyek dapat dilihat dari diagram dibawah ini.



Gambar 1. Urutan Proses Pembuatan Laporan Proyek.

### 3.1. Perancangan Fungsionalitas Sistem

Dalam proses perancangan fungsionalitas sistem, kebutuhan pengguna dijabarkan dalam diagram *usecase*. Diagram *usecase* pada aplikasi sistem informasi ini memiliki fungsi untuk menjelaskan interaksi antar aktor dan sistem untuk mencapai suatu tujuan. Aktor yang dimaksud dapat berupa pegawai, *project manager*, administrator, PIC, *user* umum. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2. Dalam sistem informasi manajemen proyek di departemen IT M&T ini terdapat beberapa proses bisnis yang menjadi kebutuhan sistem yang dibuat. Berikut ini adalah daftar kebutuhan fungsional sistem yang harus ada dalam sistem informasi sesuai dengan Tabel 1.



Tabel 1. Kebutuhan Fungsional Sistem.

No	Fitur	Pengguna	Data yang disimpan sistem
1.	Mengelola data proyek	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> <li>• <i>Team member</i></li> <li>• Administrator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID Proyek</li> <li>- Nama proyek</li> <li>- <i>Project manager</i></li> <li>- <i>Project sponsor</i></li> <li>- Bulan / tahun pelaksanaan</li> <li>- Biaya implementasi</li> <li>- ROI BEP</li> <li>- Biaya pemeliharaan</li> <li>- Prioritas proyek</li> <li>- Proposal proyek studi kelayakan</li> <li>- Resiko proyek</li> <li>- Sasaran organisasi</li> <li>- Progress proyek</li> <li>- Status PIR</li> <li>- Status aset</li> <li>- <i>Password PIR</i></li> <li>- Fungsi</li> </ul>
2.	Mengelola data <i>project charter</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> <li>• <i>Team member</i></li> <li>• Administrator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID proyek</li> <li>- ID <i>charter</i></li> <li>- <i>Initiate information</i></li> <li>- KPI's</li> <li>- <i>End result</i></li> <li>- <i>Impact on pertamina</i></li> <li>- <i>Constraints</i></li> <li>- <i>Financial impact</i></li> <li>- <i>Ease of implementation</i></li> <li>- <i>Potential risk</i></li> <li>- <i>Resource required</i></li> <li>- <i>Leadership compenecies require</i></li> <li>- <i>Top management support needed</i></li> <li>- <i>Team member</i></li> </ul>
3.	Menyimpan data PIR ke dalam <i>file excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> <li>• <i>Team member</i></li> </ul>	Data PIR
4.	Mengelola data jabatan pegawai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrator</li> </ul>	Jabatan pegawai
5.	Manajemen pengguna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrator</li> </ul>	pengguna



Tabel 2. Kebutuhan Fungsional Sistem (lanjutan).

No	Fitur	Pengguna	Data yang disimpan sistem
6.	Mengelola data <i>milestones</i> dan <i>project risk</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> <li>• Administrator</li> <li>• Pegawai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ID <i>milestone</i></li> <li>- ID proyek terkait</li> <li>- ID tipe step</li> <li>- <i>Deliverables</i></li> <li>- <i>Value added</i></li> <li>- <i>Deadline</i></li> <li>- PIC</li> <li>- Bobot</li> <li>- Prestasi</li> <li>- Progress</li> <li>- Status</li> <li>- <i>Proposed resolution</i></li> <li>- Rencana mulai dan selesai</li> <li>- Realisasi mulai dan selesai</li> <li>- Status <i>milestone</i></li> <li>- <i>Overall</i> statuts proyek</li> </ul> <p>Data project risk yang disimpan di sistem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ID <i>risk</i></li> <li>- ID <i>milestone</i></li> <li>- <i>Document no</i></li> <li>- <i>Document version</i></li> <li>- <i>Business area</i></li> <li>- <i>Risk</i></li> <li>- <i>Risk impact</i></li> <li>- <i>Probability</i></li> <li>- <i>Severity</i></li> <li>- <i>Responses strategy</i></li> <li>- <i>Accountable person</i></li> <li>- <i>Contingency plan</i></li> </ul>
7.	Mengelola data <i>lesson learned</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> <li>• <i>Team member</i></li> <li>• Administrator</li> <li>• Pegawai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Customer feedback</i></li> <li>- <i>Right activities</i></li> <li>- <i>Wrong activities</i></li> <li>- <i>Lesson learned</i></li> <li>- <i>Suggestion for next project</i></li> </ul>



Tabel 3. Kebutuhan Fungsional Sistem (lanjutan).

No	Fitur	Pengguna	Data yang disimpan sistem
8.	Mengelola data PIR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Team member</i></li> <li>• <i>User umum</i></li> </ul> Administrator	Data PIR
9.	Menyimpan data seluruh proyek kedalam <i>file excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> </ul> <i>Team member</i>	Data seluruh Proyek
10.	Menyimpan data masing-masing proyek kedalam <i>file excel</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIC</li> <li>• <i>Project manager</i></li> <li>• <i>Project sponsor</i></li> </ul> <i>Team member</i>	Data detail setiap proyek

Adapun tipe *user* yang dapat memakai sistem yaitu:

- *PIC / team member*  
Berhak mengelola (*insert, update, delete*) semua data proyek yang dikerjakan oleh *user* tersebut, serta mendapat notifikasi terkait *step milestone* proyek yang menjadi tanggung jawabnya.
- *Project sponsor* dan *project manager*  
Berhak mengelola (*insert, update, delete*) semua data proyek yang dikerjakan oleh *user* yang bersangkutan, serta mendapat notifikasi proyek dimana *user* tersebut menjadi *project manager/project sponsor* dan *step-step milestone* yang mendekati *deadline*.
- Pegawai  
Berhak membuat data proyek baru dan melihat data proyek yang telah dibuat.
- *User umum*  
Hanya berhak mengisi PIR (kuisisioner).
- Administrator  
Berhak mengelola semua data yang ada.

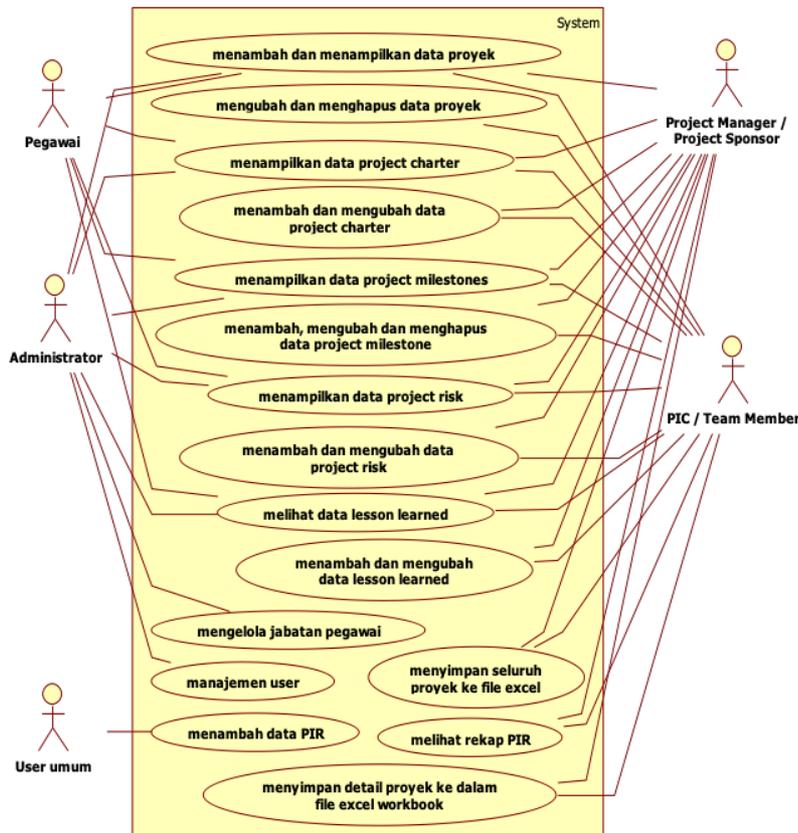
Untuk melihat lebih jelas dari gambaran aktivitas secara umum yang dilakukan oleh *user* yang berhasil *login*, dapat dilihat pada Gambar 3 yang berupa diagram aktivitas makro. Sedangkan Gambar 4 merupakan diagram perancangan data yang mempresentasikan table-table yang digunakan dalam database SQL Server untuk sistem yang dibuat.

### 3.2. Kebutuhan Non-Fungsional

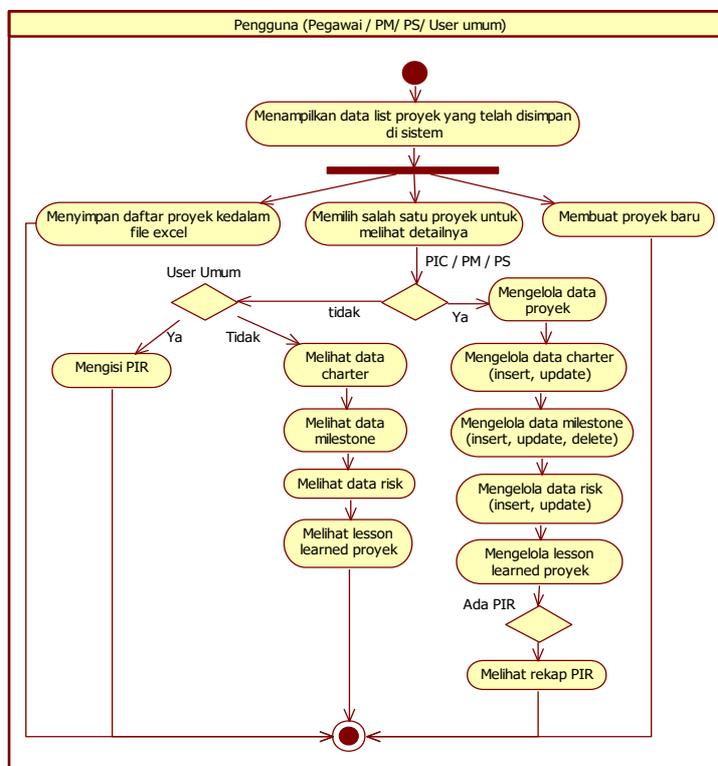
Adapun kebutuhan *non-fungsional* sistem antara lain:

- 1) Keamanan dengan menggunakan sistem *login* dengan *username* dan *password* untuk memastikan hak akses *user* yang akan mengakses sistem.
- 2) Microsoft Excel untuk membuka dokumen proyek yang telah disimpan dalam bentuk file Excel sesuai standar COBIT 5.0 untuk proses pelaporannya.
- 3) Alat pendukung, yaitu printer untuk mencetak laporan yang telah jadi.



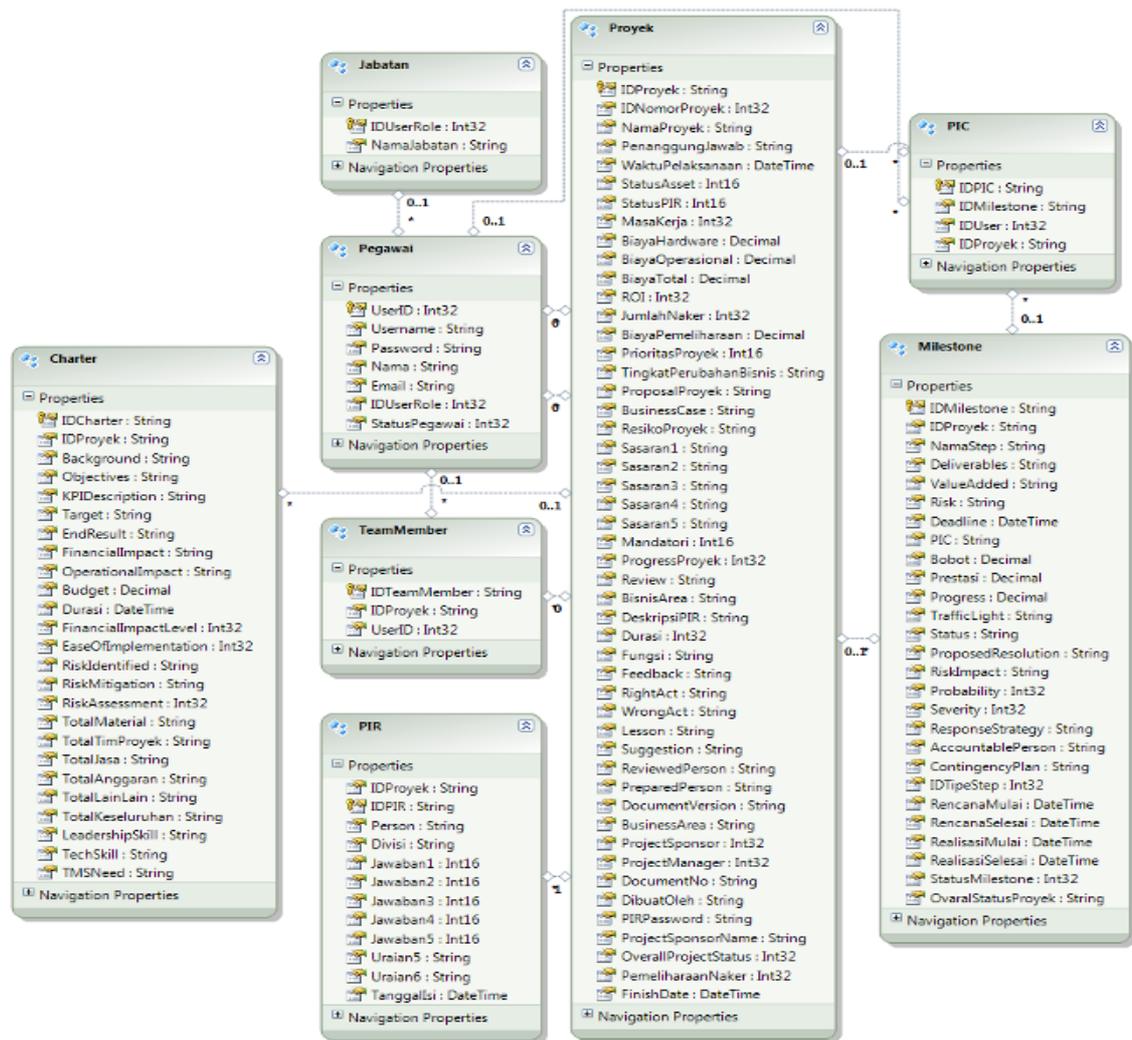


Gambar 2. Diagram kasus penggunaan sistem.



Gambar 3. Diagram aktivitas makro sistem.





Gambar 4. Diagram perancangan database sistem.

#### 4. IMPLEMENTASI DAN UJI COBA

##### 4.1. Implementasi

Pada tahapan implementasi dan uji coba ini, dibutuhkan beberapa komponen pendukung seperti perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras berperan dalam menciptakan lingkungan operasi dari sistem yang dibangun. Perangkat lunak berperan dalam menyusun aplikasi tersebut. Tabel 2, dan Tabel 3 adalah daftar komponen yang dipakai dalam implementasi dan uji coba aplikasi ini.

Tabel 4. Perangkat lunak yang digunakan.

Aplikasi	Perangkat Lunak	Spesifikasi
Web	Web Server	Microsoft IIS
	Database	Microsoft SQL Server
	Bahasa Pemrograman	C#



Tabel 5. Perangkat keras yang digunakan.

Aplikasi	Perangkat Keras	Spesifikasi
Web	Notebook	Intel Core i5 – 2450M CPU @2.50GHz Memmmory: 2GB Sistem Operasi: Windows 7 Ultimate

#### 4.2. Uji Coba

Setelah melakukan uji coba fungsional didapatkan rincian apakah fitur-fitur aplikasi telah berjalan dengan baik, seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 6. Hasil uji coba usecase.

No	Usecase	Hasil
1.	Usecase menambah dan menampilkan data proyek	Terpenuhi
2.	Usecase mengubah dan menghapus data proyek	Terpenuhi
3.	Usecase menampilkan data <i>project charter</i>	Terpenuhi
4.	Usecase menambah dan mengubah data <i>project charter</i>	Terpenuhi
5.	Usecase menampilkan data <i>project milestone</i>	Terpenuhi
6.	Usecase mengubah, menambah dan menghapus data <i>project milestone</i>	Terpenuhi
7.	Usecase menampilkan data <i>project risk</i>	Terpenuhi
8.	Usecase menambah dan mengubah data <i>project risk</i>	Terpenuhi
9.	Usecase melihat data <i>lesson learned</i>	Terpenuhi
10.	Usecase menambah dan mengubah data <i>lesson learned</i>	Terpenuhi
11.	Usecase mengelola jabatan fungsional	Terpenuhi
12.	Usecase Manajemen <i>user</i>	Terpenuhi
13.	Usecase menambah data PIR (kuisisioner)	Terpenuhi
14.	Usecase menyimpan seluruh data proyek ke <i>file excel</i>	Terpenuhi
15.	Usecase melihat rekap PIR	Terpenuhi
16.	Usecase menyimpan detail proyek kedalam <i>file excel workbook</i>	Terpenuhi

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisis sistem informasi manajemen proyek sebagai aplikasi pendukung proses bisnis dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Aplikasi sistem informasi manajemen proyek yang telah dikembangkan dapat melakukan *monitoring*, pencatatan, dan pelaporan proyek yang sedang berjalan di PT. Pertamina UPMS V Surabaya. Aplikasi juga dapat pengelolaan jadwal proyek yang sedang dikerjakan. Selain itu pemanfaatan teknologi ini dapat membantu pihak departemen IT M&T dalam melakukan pemantauan proyek yang dikerjakan, pemantauan proyek dan pembuatan laporan juga



terbantu oleh sistem ini karena sistem ini memiliki fitur pembuatan laporan yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan PT. Pertamina.

- 2) Berdasarkan hasil uji coba *black box* diketahui bahwa aplikasi sudah berjalan dengan baik dengan semua fitur dapat digunakan dan menampilkan tanggapan sesuai dengan yang diinginkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alter, S. (2008). Defining information systems as work systems: Implications for the IS field. *European Journal of Information Systems*. <https://doi.org/10.1057/ejis.2008.37>
- Bhasin, H., Khanna, E., & Sudha, S. (2014). Black Box Testing based on Requirement Analysis and Design Specifications. *International Journal of Computer Applications*. <https://doi.org/10.5120/15311-4024>
- Dani, S., Harding, J., Case, K., Young, R., Cochrane, S., Gao, J., & Baxter, D. (2006). A Methodology for Best Practice Knowledge Management. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*. <https://doi.org/10.1243/09544054JEM651>
- Farid, M., Susanto, T. D., & Nisafani, A. S. (2013). PEMBUATAN SOP MENURUT PERMENPAN NO.52 TAHUN 2011 DENGAN BEST PRACTICE COBIT 5 DAN ITIL V3. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia (SESINDO)*.
- Gabriel, G., & Puspa Dewi, L. (2014). RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS WEB PADA UD SURYA AGUNG. *Jurnal Infra*, 2(1), 60–66.
- Kalsum, U., & Yulistia. (2014). *SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PROYEK BERBASIS WEBSITE PADA CV. LENEA*.
- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2010). Database System Concepts. In *McGraw-Hill* (6th ed.).
- Sutabri, T. (2016). Sistem Informasi Manajemen. In *Penerbit Andi*.
- Yudanto, A. L., Tolle, H., & Brata, A. H. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Sistem Informasi Manajemen Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*.



## Analisis Kerentanan Serangan *Cross Site Scripting* (XSS) pada Aplikasi Smart Payment Menggunakan Framework OWASP

Imam Riadi <sup>(1)</sup>, Rusydi Umar <sup>(2)</sup>, Tri Lestari <sup>(3)\*</sup>

<sup>1</sup> Sistem Informasi, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

<sup>2,3</sup> Teknik Informatika Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

e-mail : imam.riadi@is.uad.ac.id, rusydi@mti.uad.ac.id, tri1907048008@webmail.uad.ac.id.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 15 April 2020, direvisi 20 Mei 2020, diterima 31 Mei 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### Abstract

*E-commerce that is growing so rapidly can provide space for unauthorized parties in carrying out cybercrime, security anticipation is needed so that e-commerce applications can be protected from harassment or hacking attacks such as cross-site scripting (XSS), malware, exploits, and database injection. This research was conducted to determine the vulnerability of the Smart Payment application by self-test using the ZAP tool. This test is carried out to secure applications that serve as recommendations for follow-up in securing the Smart Payment application. The results of this study found vulnerabilities in the Smart Payment application. Vulnerabilities found were Information Disclosure-Suspicious Comments, X-Frame-Options Header not Set, X-Content-Type-Options Header Missing, Timestamp Disclosure-Unix, XSS Protection Not Enabled Web Browsers, and Directory Browsing. In addition to obtaining vulnerabilities from the Smart Payment application, solutions are also provided to overcome vulnerabilities in the Smart Payment application.*

**Keywords:** *E-commerce, ZAP, Smart Payment*

### Abstrak

*E-commerce yang berkembang begitu pesat dapat memberikan ruang bagi pihak yang tidak berwenang dalam melakukan tindakan kejahatan dunia maya, perlu dilakukan antisipasi keamanan agar aplikasi e-commerce dapat terhindar dari gangguan atau serangan peretas seperti cross site scripting (XSS), malware, eksploitasi, dan injeksi database. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kerentanan aplikasi Smart Payment dengan cara self test menggunakan tool ZAP. Pengujian ini dilakukan untuk mengamankan aplikasi yang dijadikan sebagai rekomendasi tindak lanjut dalam pengamanan aplikasi Smart Payment. Hasil dari penelitian ini ditemukan kerentanan pada aplikasi Smart Payment. Kerentanan yang ditemukan berupa Information Disclosure-Suspicious Comments, X-Frame-Options Header not Set, X-Content-Type-Options Header Missing, Timestamp Disclosure-Unix, Web Browser XSS Protection Not Enabled, dan Directory Browsing. Selain diperoleh kerentanan dari aplikasi Smart Payment, diberikan juga solusi-solusi untuk mengatasi kerentanan pada aplikasi Smart Payment tersebut.*

**Kata Kunci:** *E-commerce, ZAP, Smart Payment*

## 1. PENDAHULUAN

Era digital merupakan masa di mana manusia telah memahami teknologi dan semuanya serba terkoneksi seperti saat ini (Alia & Irwansyah, 2018). Era digital yang juga merupakan salah satu tanda kemajuan internet menyebabkan semuanya menjadi mudah dan cepat, sebagai contoh yaitu perkembangan perdagangan elektronik atau disebut dengan *e-commerce* (Pradana, 2016). *E-commerce* adalah upaya penjualan, pembelian, pemasaran, penyebaran barang dan jasa melalui sistem elektronik seperti televisi, jaringan komputer, atau internet, *e-commerce* juga melibatkan sistem inventori otomatis, sistem pengumpulan data otomatis dan transfer dana elektronik (Mumtahana et al., 2017).

*E-commerce* yang berkembang pesat dapat memberikan ruang bagi pihak yang tidak berwenang dalam melakukan tindak kejahatan di dunia maya (Mumtahana et al., 2017). Perlu dilakukan



antisipasi agar keamanan dari sebuah *e-commerce* dapat terhindar dari gangguan atau serangan seperti *malware*, *cross site scripting* (XSS), injeksi *database*, eksploitasi dan lain sebagainya (Umar et al., 2018) (Muhammad et al., 2017). Kesadaran dan pemahaman yang kurang terhadap isu keamanan aplikasi atau sistem selalu mengancam setiap saat khususnya bagi para pengembang (W et al., 2016). Perusakan atau kebocoran data bisa mengancam setiap waktu seiring dengan meningkatnya sumber daya manusia (Iqbaludin et al., 2018).

Smart Payment merupakan salah satu dari sekian banyaknya aplikasi *e-commerce* yang sedang dikembangkan. Aplikasi ini digunakan untuk pembayaran uang sekolah secara digital dibuat untuk memudahkan proses transaksi orangtua siswa dan pihak sekolah. Perusakan atau kebocoran data dapat mengancam aplikasi ini setiap saat, seiring dengan meningkatnya sumber daya manusia (Dewanto, 2018). Kesadaran dan pemahaman yang kurang terhadap isu keamanan sistem juga mengancam setiap saat khususnya bagi para pengembang (Syarifudin, 2018). Pengamanan aplikasi Smart Payment perlu dilakukan agar terhindar dari serangan atau gangguan peretas. Pengamanan tersebut dapat dilakukan dengan cara pengujian yang dapat dilakukan dengan beberapa metode salah satunya ialah *self test* menggunakan *framework Open Web Application Security Project* (OWASP) Top 10 (Sunardi et al., 2019).

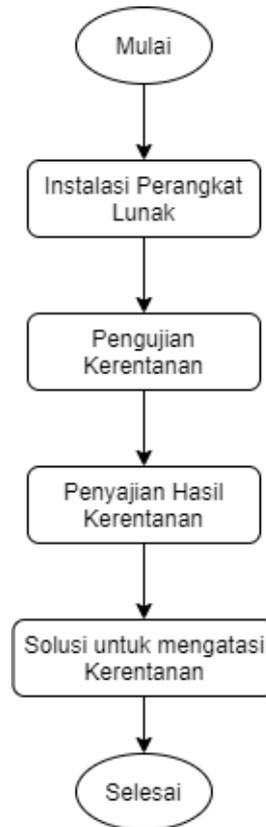
OWASP Top 10 merupakan sebuah panduan bagi para *developers* dan *security team* tentang kelemahan-kelemahan pada web *apps* yang mudah diserang dan harus segera disiasati (Ghozali et al., 2019). OWASP merekomendasikan perusahaan-perusahaan untuk memperhatikan sepuluh ancaman keamanan aplikasi web yaitu *broken access control*, *security misconfiguration*, *insecure deserialization*, *injection*, *sensitive data exposure*, *XML external entities*, *broken authentication*, *cross site scripting*, *using components with known vulnerabilities*, and *insufficient logging and monitoring* (Yunus, 2019). OWASP mengembangkan *tool* yang digunakan untuk mengamankan aplikasi web, salah satunya ialah *Zad Attack Proxy* (ZAP). ZAP merupakan aplikasi untuk menemukan kerentanan dalam suatu aplikasi web dengan cara menyediakan *scanner* otomatis (Syarifudin, 2018). Kelebihan dari ZAP ini di antaranya bersifat mudah diinstal, *community based*, *open source*, *intercepting proxy*, *traditional & ajax spider*, *active scanner*, *growing add ons*, *forced browsing*, *fuzzer*, *dynamic*, *smart card support*, *SSL certificates*, *integrated*, dan *web socket support* (Sunardi et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerentanan pada aplikasi Smart Payment dengan cara *self test* menggunakan *tool* ZAP, kerentanan yang diperoleh dapat dijadikan sebagai rekomendasi tindak lanjut dalam pengamanan aplikasi Smart Payment. Penelitian serupa telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya diantaranya deteksi kerentanan yang dilakukan dengan membandingkan dua *tool* yaitu ZAP dan Archi yang berhasil mendapatkan bukti dalam bentuk deskripsi, URL, metode, parameter, informasi, dan bukti (Sunardi et al., 2019). Peneliti lain juga melakukan analisis deteksi *vulnerability* pada web *server* menggunakan OWASP *scanner* yang berhasil menemukan kerentanan yang dapat menyebabkan file lokal dapat dimanipulasi dengan menggunakan serangan *cross site scripting* (XSS), penelitian ini juga dilengkapi dengan solusi penanganan kerentanannya (W et al., 2016). Pengujian kerentanan terhadap web *server* SIMAK dengan melakukan *penetration testing* menemukan dua kelemahan yaitu Apache Server ETag Header Information Disclosure dengan status medium atau *middle risk* dan Unix Operating System Unsupported Version Detection yang berstatus *critical* atau *high risk* (Wahyudi, 2019).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan 4 tahap, tahap pertama yang dilakukan ialah instalasi perangkat lunak, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kerentanan, setelah itu penyajian hasil dari pengujian kerentanan dan terakhir ialah memberikan solusi dari kerentanan aplikasi. Skema metode pada penelitian ini dapat dilihat seperti pada Gambar 1.





**Gambar 1. Tahap pengujian kerentanan aplikasi Smart Payment.**

Gambar 1 merupakan *flowchart* yang menggambarkan langkah-langkah atau alur yang dilakukan pada penelitian ini. Instalasi *software* merupakan proses yang dilakukan untuk mempersiapkan *tools* yang digunakan dalam penelitian. Pengujian kerentanan ialah proses yang dilakukan untuk mengetahui kerentanan pada aplikasi Smart Payment, setelah diketahui kerentanan dari aplikasi Smart Payment maka langkah selanjutnya ialah menampilkan hasil dari pengujian kerentanan, dengan kata lain menyajikan kerentanan apa saja yang ada pada aplikasi Smart Payment. Langkah terakhir yaitu memberikan solusi penanganan dari kerentanan yang terjadi pada aplikasi Smart Payment.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi Smart Payment memiliki enam kerentanan keamanan, di mana kerentanan tersebut diperoleh menggunakan *tool* ZAP. Langkah-langkah yang dilakukan untuk memperoleh kerentanan pada aplikasi Smart Payment di antaranya adalah sebagai berikut,

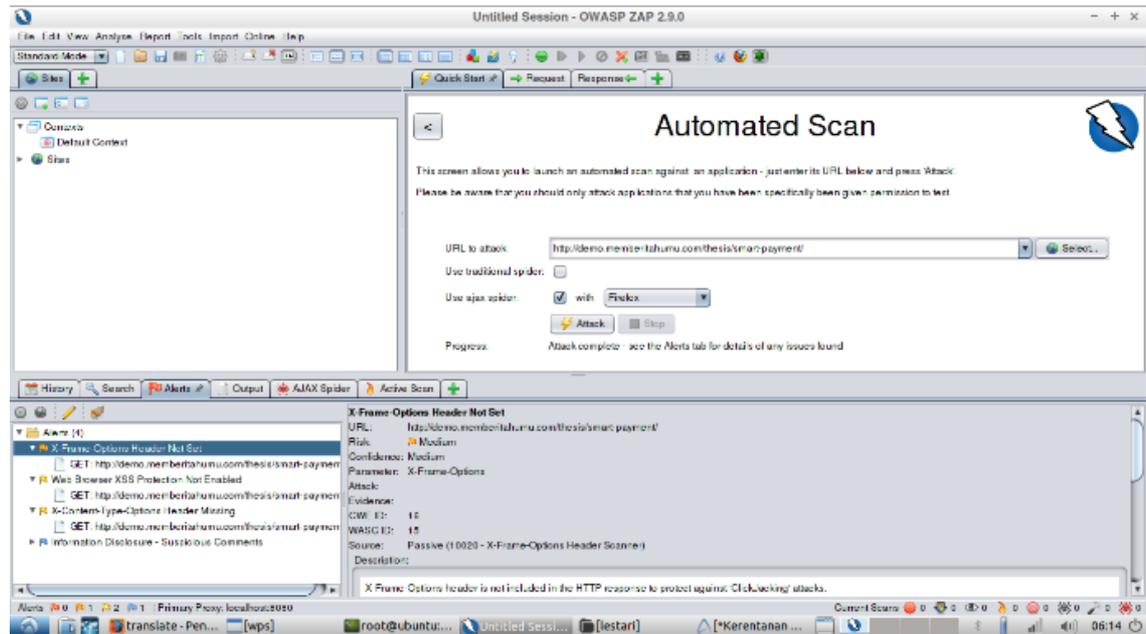
#### 3.1. Instalasi *Software*

Beberapa *software* yang digunakan untuk melakukan pengujian kerentanan aplikasi Smart Payment pada penelitian ialah menggunakan sistem operasi Linux yang dilengkapi xampp/lampp versi 7.3.14-0 dan ZAP versi 2.9.0 yang digunakan sebagai *tool* pengujian kerentanan.

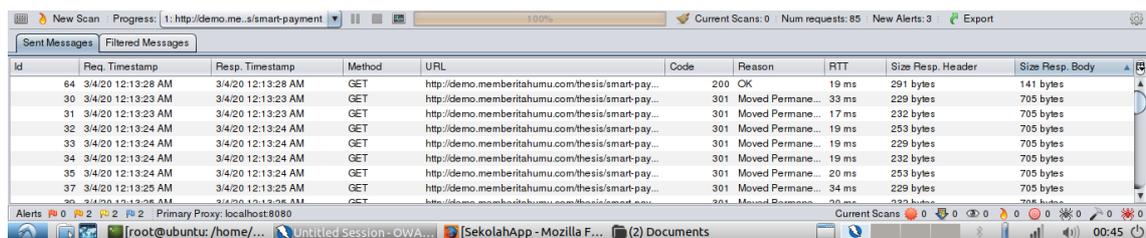
#### 3.2. Proses Pengujian Kerentanan

Proses pengujian kerentanan atau proses mendeteksi kerentanan pada aplikasi Smart Payment dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *tool* ZAP seperti yang telah dijelaskan sebelumnya ZAP ini merupakan salah satu proyek OWASP yang paling aktif dan diberi status unggulan. Gambar 2 dan Gambar 3 merupakan proses memindai kerentanan pada aplikasi Smart Payment.





**Gambar 2. Kerentanan aplikasi Smart Payment**



**Gambar 3. Proses pemindaian aplikasi Smart Payment**

Gambar 2 merupakan proses awal yang dilakukan untuk memindai aplikasi Smart Payment dan Gambar 3 merupakan proses ketika pemindaian aplikasi Smart Payment sedang berlangsung. Proses pemindaian kerentanan pada aplikasi Smart Payment menggunakan *tool* ZAP membutuhkan waktu sekitar 10 menit, setelah pemindaian selesai maka secara otomatis diperoleh laporan hasil kerentanan pada aplikasi Smart Payment. Kerentanan yang diperoleh dari aplikasi Smart Payment dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 berisi hasil pemindaian Aplikasi Smart Payment. Identifikasi untuk menentukan tingkat resiko pada penelitian ini menggunakan metode pemodelan ancaman (*threat modeling*). Metode ini dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat keparahan semua risiko terhadap aplikasi web dan membuat keputusan berdasarkan informasi tentang apa yang harus dilakukan terhadap risiko tersebut. Risiko diukur dengan skala 0 hingga 9 dan dibagi menjadi tiga bagian seperti pada Tabel 2.



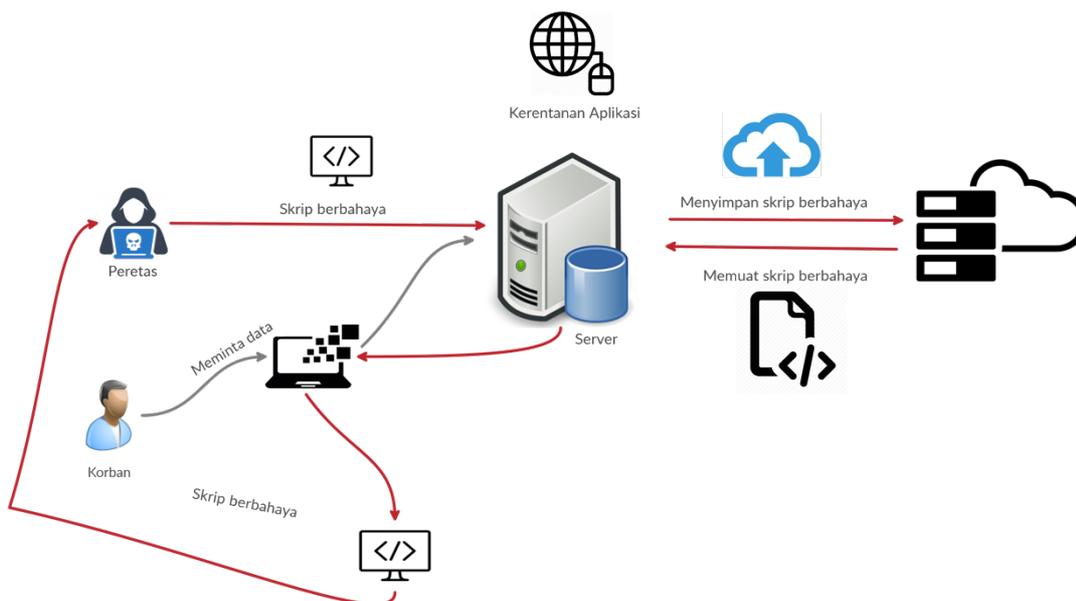
Tabel 1. Kerentanan aplikasi Smart Payment.

Jenis	Url	Risk	Confidence
Directory Browsing tidak di nonaktifkan	http://demo.memberitahumu.com/thesis/smart-payment/asset/	Medium	Medium
X-Frame-Options Header tidak diaktifkan	http://demo.memberitahumu.com/thesis/smart-payment/asset/	Medium	Medium
Web Browser XSS Protection tidak diaktifkan	http://demo.memberitahumu.com/thesis/smart-payment/asset/	Low	Medium
X-Content-Type-Options Header hilang	http://demo.memberitahumu.com/thesis/smart-payment/asset/	Low	Medium
Information Disclosure-Suspicious Comments	http://demo.memberitahumu.com/thesis/smart-payment/asset/	Informational	Medium
Timestamp Disclosure-Unix	http://demo.memberitahumu.com/thesis/smart-payment/asset/Login%20-%20EGREF_files/materialize.css	Informational	Low

Tabel 2. Level Risiko

Tingkat kemungkinan dan dampak	
0 sampai <3	Low (rendah)
3 sampai <6	Medium (menengah)
6 sampai 9	High (tinggi)

Tabel 2 merupakan level risiko untuk menentukan seberapa parah resiko yang mungkin terjadi pada aplikasi Smart Payment dengan adanya kerentanan yang dimiliki. Penelitian ini menemukan enam kerentanan dimana informasi kerentanan yang diperoleh sebagai berikut, dengan tingkat resiko menengah (2 kasus), rendah (2 kasus) dan dua kasus diantaranya hanya bersifat *informational*. Selanjutnya, berikut ini merupakan simulasi serangan XSS pada aplikasi Smart Payment dapat dilihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Simulasi Serangan XSS Aplikasi Smart Payment.



Gambar 4 menunjukkan tahapan simulasi serangan XSS pada aplikasi Smart Payment. Seorang peretas menyisipkan naskah berbahaya ke dalam server melalui salah satu kerentanan pada aplikasi sehingga peretas dapat mengendalikan sesi pengguna, mencuri data dan menjalankan kode jahat. Berikut ini merupakan penjelasan dari seluruh kerentanan yang ada pada aplikasi Smart Payment :

- 1) Directory Browsing yang tidak dinonaktifkan memungkinkan peretas untuk melihat daftar direktori pada aplikasi Smart Payment, daftar direktori biasanya dapat mengungkap skrip tersembunyi termasuk *file* yang dapat diakses untuk membaca informasi sensitif.
- 2) X-Frame-Options Header yang tidak diatur memungkinkan peretas untuk melakukan serangan ClickJacking, peretas dapat menanamkan sebuah *script* atau kode dimana *script* tersebut bisa mencuri data atau mengendalikan komputer pengguna yang mengklik tautan atau tombol.
- 3) Web Browser XSS Protection yang tidak diaktifkan dapat menyebabkan peretas melakukan serangan XSS (*cross site scripting*). Salah satu serangan yang dapat dilakukan peretas ialah pencurian *cookie* (kunci untuk membajak *session*).
- 4) X-Content-Type-Options Header tidak distel ke 'nosniff yaitu penanda yang digunakan oleh server untuk menunjukkan tipe MIME yang diiklankan dalam *header* tidak boleh diubah atau diikuti tidak ada, sehingga dapat menyebabkan tidak adanya perlindungan Cross-Origin Read Blocking (CORB) untuk file HTML, TXT, JSON dan XML (tidak termasuk gambar SVG / *svg + xml*).
- 5) Information Disclosure-Suspicious Comments merupakan respon yang berisi komentar mencurigakan yang dapat membantu peretas untuk melakukan serangan.
- 6) Timestamp Disclosure-Unix merupakan cara untuk membantu aplikasi atau server web-Unix melacak dan memilih informasi sesuai dengan tanggal mereka saat menggunakan internet. Jika *timestamp disclosure-unix* tidak ada maka informasi yang sesuai tanggal penggunaan aplikasi atau server *web-unix* tidak dapat dilacak.

### 3.3. Rekomendasi Penangan Kerentanan

Berdasarkan OWASP Top 10 untuk menangani kerentanan yang terdapat pada aplikasi Smart Payment yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diberikan rekomendasi sebagai berikut :

- 1) Directory Browsing harus dinonaktifkan karena jika tidak dinonaktifkan dapat digunakan oleh peretas untuk melihat *file*, menyalin gambar, mencari tahu struktur direktori dan informasi lainnya. Cara menonaktifkan Directory Browsing ialah dengan menambahkan kode "options-indexes" pada *file .htaccess*.
- 2) X-Frame-Options Header diatur hanya diperbolehkan kepada alamat web atau IP tertentu.
- 3) Solusi untuk mengatasi serangan *cross site scripting* (XSS) ialah dengan memastikan filter XSS web browser diaktifkan, dengan cara mengatur *header respons* HTTP X-XSS-Protection ke '1'.
- 4) Solusi dari X-Content-Type-Options Header yang hilang ialah memastikan aplikasi Smart Payment menetapkan X-Content-Type-Options Header dengan tepat. X-Content-Type-Options Header diatur ke 'nosniff' dan diatur untuk semua halaman web.
- 5) Solusi untuk mengatasi Information Disclosure-Suspicious Comments ialah dengan cara menghapus semua komentar yang mengembalikan informasi sehingga dapat membantu penyerang dan memperbaiki masalah yang tidak sesuai yang mereka rujuk.

Solusi dari Timestamp Disclosure-Unix ialah dengan mengkonfirmasi secara manual bahwa data stempel waktu tidak sensitif dan data tidak dapat dikumpulkan untuk mengungkap pola yang dapat dieksploitasi.

## 4. KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini terdapat beberapa kerentanan pada aplikasi Smart Payment yang diperoleh dengan menggunakan tools ZAP. Kerentanan yang ditemukan berupa Information Disclosure-Suspicious Comments, X-Frame-Options Header not Set, X-Content-Type-Options Header Missing, Timestamp Disclosure-Unix, Web Browser XSS Protection Not Enabled, dan Directory Browsing. Selain diperoleh kerentanan dari aplikasi Smart Payment, diberikan juga solusi-solusi untuk mengatasi kerentanan pada aplikasi Smart Payment tersebut.



Berdasarkan pengujian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi Smart Payment memiliki beberapa kerentanan yang diperoleh menggunakan *tool* ZAP.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alia, T., & Irwansyah, I. (2018). Pendampingan Orang Tua pada Anak Usia Dini dalam Penggunaan Teknologi Digital. *A Journal of Language, Literature, Culture and Education*, 14(1), 65. <https://doi.org/10.19166/pji.v14i1.639>
- Dewanto, A. P. (2018). *Penetration Testing pada Domain uii.ac.id Menggunakan OWASP 10*.
- Ghozali, B., Kusriani, & Sudarmawan. (2019). Mendeteksi Kerentanan Keamanan Aplikasi Website Menggunakan Metode Owasp (Open Web Application Security Project) untuk Penilaian Risk Rating. *January*. <https://doi.org/10.24076/citec.2017v4i4.119>
- Iqbaludin, Ferdiansyah, D., & Kurniawan, I. (2018). *Pengujian Celah Keamanan pada Website Captive Portal dengan Menerapkan Penetration Testing (Studi Kasus: Teknik Informatika Universitas Pasundan)*. Universitas Pasundan.
- Muhammad, A. W., Riadi, I., & Sunardi, S. (2017). Deteksi Serangan DDoS Menggunakan Neural Network dengan Fungsi Fixed Moving Average Window. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 1(3), 115. <https://doi.org/10.14421/jjska.2017.13-03>
- Mumtahana, H. A., Nita, S., & Tito, A. W. (2017). Pemanfaatan Web E-Commerce untuk Meningkatkan Strategi Pemasaran. *Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.23917/khif.v3i1.3309>
- Pradana, M. (2016). Klasifikasi Bisnis E-Commerce Di Indonesia. *Modus*, 27(2), 163. <https://doi.org/10.24002/modus.v27i2.554>
- Sunardi, Riadi, I., & Raharja, P. A. (2019). Vulnerability analysis of E-voting application using open web application security project (OWASP) framework. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(11), 135–143. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0101118>
- Syarifudin, I. (2018). *Pentesting dan Analisis Keamanan Web Paud Dikmas*. April.
- Umar, R., Riadi, I., & Zamroni, G. M. (2018). Mobile Forensic Tools Evaluation for Digital Crime Investigation. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, June. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.8.3.3591>
- W, Y., Riadi, I., & Yudhana, A. (2016). Analisis Keamanan Webserver Menggunakan Metode Penetrasi Testing (PENTEST). *Annual Research Seminar*, 2(1), 300–304.
- Wahyudi. (2019). Analisa Pengujian Kerentanan Terhadap Web Server SIMAK (Studi Kasus : STMIK Kharisma Karawang). *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(1).
- Yunus, M. (2019). *Analisis Kerentanan Aplikasi Berbasis WEB Menggunakan Kombinasi Security Tools Project Berdasarkan Framework OWASP Versi 4*.



## Implementasi *Algorithm Advanced Encryption Standard (AES)* pada Layanan SMS Desa

Intan Fitriani <sup>(1)\*</sup>, Aryo Baskoro Utomo <sup>(2)</sup>

<sup>1,2</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang  
e-mail : intan4250@gmail.com, aryobaskoro@mail.unnes.ac.id.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 17 April 2020, diterima 12 Mei 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### Abstract

*Along with the development of technology, Short Message Service (SMS) has begun to be used to communicate between someone and the system in an agency. But in some cases, the security of messages sent through the SMS application has not been well protected. To improve data security and confidentiality, cryptographic algorithms with Advanced Encryption Standard (AES) can be done. The method used is the Waterfall method. AES encryption testing is done by comparing the manual calculations and the results of the encryption on the system. Blackbox test, CrackStation test, and Avalanche Effect (AE) test were also carried out. Brute force test results using CrackStation software that ciphertext cannot be solved. And in the avalanche effect (AE) test, the AE value of each 128-bit AES key is 44.53%, 192-bit is 48.44%, and 256-bit is 56.25%. Therefore, 192-bit and 256-bit AES keys are recommended for use because AE values are in the range of 45% - 60%.*

**Keywords:** Village SMS Service, AES Algorithm, Brute Force, Avalanche Effect

### Abstrak

Seiring dengan perkembangan teknologi, *Short Message Service (SMS)* sudah mulai digunakan untuk berkomunikasi antara seseorang dengan sistem dalam sebuah instansi. Namun dalam beberapa kasus, keamanan pesan yang dikirimkan melalui aplikasi SMS belum terproteksi dengan baik. Untuk meningkatkan keamanan dan kerahasiaan data dapat dilakukan dengan kriptografi algoritma *Advanced Encryption Standard (AES)*. Metode yang digunakan adalah metode *Waterfall*. Pengujian enkripsi AES dilakukan dengan melakukan perbandingan antara perhitungan manual dan hasil enkripsi pada sistem. Selain itu, dilakukan juga uji *blackbox*, uji *CrackStation*, dan uji *Avalanche Effect (AE)*. Hasil uji *brute force* menggunakan *software CrackStation* bahwa *chipertext* tidak dapat dipecahkan. Dan pada uji *avalanche effect (AE)* diperoleh nilai AE masing-masing kunci AES *128-bit* sebesar 44,53%, *192-bit* sebesar 48,44%, dan *256-bit* sebesar 56,25%. Dengan demikian, kunci AES *192-bit* dan *256-bit* lebih direkomendasikan untuk digunakan karena nilai AE berada pada rentang 45% - 60%.

**Kata Kunci:** Layanan SMS Desa, Algoritma AES, Brute Force, Avalanche Effect

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dewasa ini berkembang sangat pesat. salah satunya dibidang telepon seluler yang di dalamnya terdapat fitur SMS. Seiring perkembangannya, SMS tidak hanya digunakan untuk bertukar informasi antara dua orang saling membutuhkan. Kini SMS sudah mulai digunakan untuk berhubungan antara seseorang dengan system (Afrina & Ibrahim, 2015). SMS sudah banyak diterapkan diberbagai bidang, salah satunya pada bidang pemerintahan. Untuk menyelenggarakan suatu pemerintahan yang efektif dan demokratis menuntut adanya kinerja pemerintah daerah yang lebih baik. Dalam hal ini pemerintah desa menciptakan upaya keterlibatan masyarakat untuk menuju masyarakat yang lebih maju. Diperlukan sistem tata kelola pemerintah yang baik, khususnya pemerintah desa, serta partisipasi dari masyarakat (Purba & Djamin, 2015). Salah satunya dengan meningkatkan komunikasi antara pemerintah desa dengan warga maupun sebaliknya berupa layanan informasi dan pengaduan. Pengaduan dari masyarakat penting bagi pemerintah guna mengetahui tingkat keberhasilan pemerintah khususnya desa dalam melaksanakan suatu kegiatan (Prasetya, 2013). Untuk mewujudkan suatu layanan informasi maupun pengaduan salah satunya dengan teknologi SMS. Dalam beberapa kasus, pesan aduan atau informasi yang dikirimkan bersifat rahasia. Namun keamanan pesan



yang dikirimkan melalui SMS belum terproteksi dengan baik (Atmojo et al., 2016). Sehingga memudahkan bagi penyadap untuk melakukan pencurian data mengingat banyaknya informasi penting milik pengguna. Sebagai upaya untuk meningkatkan keamanan dan menjaga kerahasiaan data dapat dilakukan dengan kriptografi. Terdapat beberapa algoritma kriptografi yang dapat digunakan untuk keamanan data, salah satunya algoritma AES. Hingga saat ini algoritma AES cukup aman untuk melindungi data atau informasi yang bersifat rahasia (Muharram et al., 2018).

Penelitian terkait keamanan data SMS pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Layansari & Marisa (2018), pada penelitian tersebut sistem pelayanan informasi berbasis SMS Gateway dapat meningkatkan mutu pelayanan terhadap masyarakat. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Alvianto & Darmaji (2015), Ibrahim (2017), Azhar & Kurniawan (2017) menambahkan pengamanan pada data SMS dan *file* menggunakan kriptografi algoritma AES. Algoritma AES termasuk algoritma *simetris* yang menggunakan kunci yang sama dalam proses enkripsi maupun dekripsi. Algoritma AES merupakan algoritma yang sangat sensitif, dimana setiap karakter yang *diinput* akan menghasilkan *output* yang berbeda sehingga sangat baik untuk keamanan data SMS.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Waterfall*. Terdapat lima tahapan pada metode *Waterfall*, antara lain *communication*, *planning*, *modeling*, *construction*, dan *deployment*.

### 2.1. Communication

Tahap *communication* dilakukan dengan mewawancarai kepala desa dan perangkat desa. Penelitian dilakukan di Desa Talang, Kec. Talang, Kab. Tegal. Dari tahap komunikasi ini diperoleh permasalahan adalah belum adanya sistem informasi yang dapat menjembatani komunikasi antara pemerintah dengan desa maupun sebaliknya. Selain wawancara, dilakukan pula studi kepustakaan untuk mengumpulkan data tambahan atau referensi terkait Layanan SMS Desa dan keamanan data SMS melalui jurnal, artikel, dan internet.

### 2.2. Planning

Pada tahap ini dilakukan analisis terkait kebutuhan *user*. Kebutuhan *user* yang terlibat dalam sistem ini antara lain administrator, perangkat desa, ketua komunitas, dan warga. Adapun hasil yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu berupa sistem layanan SMS Desa dan mengimplementasikan algoritma AES untuk meningkatkan keamanan pada data SMS.

### 2.3. Modeling

Tahap *modeling* dimulai dengan merancang skema sistem Layanan SMS Desa kemudian merancang *database* menggunakan MySQL untuk penyimpanan data perangkat desa, komunitas, warga, pesan masuk, dan pesan keluar. Dilanjutkan dengan merancang antarmuka sistem Layanan SMS Desa. Skema sistem Layanan SMS Desa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Sistem Layanan SMS Desa.

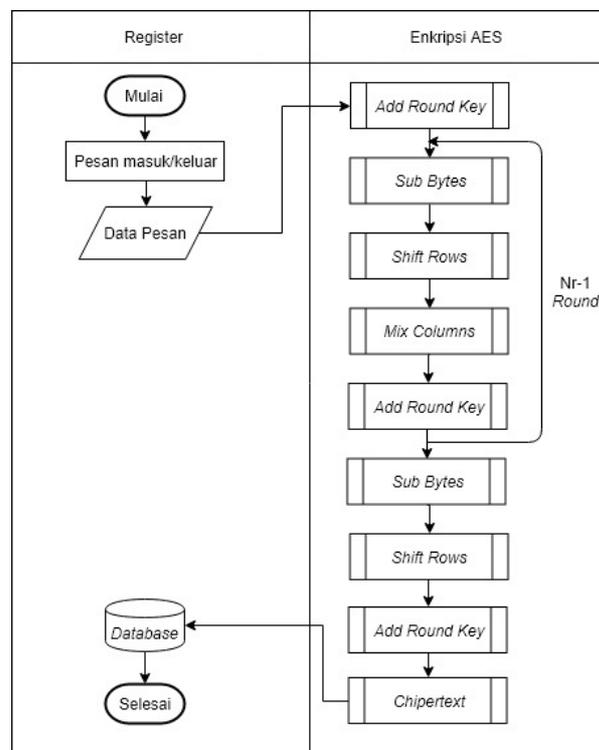
Skema sistem Layanan SMS Desa pada Gambar 1 merupakan cara kerja sistem yang dirancang untuk memberikan gambaran terkait sistem yang akan dibuat. Skema sistem Layanan SMS Desa dimulai dari warga mengirimkan pesan kemudian pesan dikirimkan oleh *provider* dan dikirimkan menuju *server SMS gateway*, kemudian pesan akan tersimpan di *database* dalam bentuk



terenkripsi dan pesan dapat dilihat oleh admin/user dalam bentuk terdekripsi. Setelah admin/user melihat pesan kemudian admin memberikan balasan/mengirimkan pesan kepada warga. Data terkait *user*, perangkat desa, komunitas, dan warga sebelumnya sudah *diinputkan* oleh admin/perangkat desa yang berwenang.

#### 2.4. Construction

Pada tahap ini dilakukan penerjemahan kode dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya ke dalam bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun sistem layanan SMS Desa menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan *framework Laravel* dan *database MySQL* untuk penyimpanan datanya. Algoritma AES digunakan untuk keamanan data yang akan diimplementasikan pada data pesan di dalam *database*. Gambar 2 merupakan alur enkripsi data pesan menggunakan algoritma AES. Data pesan masuk berupa pesan asli kemudian dilakukan proses enkripsi oleh sistem, hasil enkripsi berupa *chiper text* dan tersimpan di dalam *database*.



Gambar 2. Flowchart Enkripsi Pesan.

Setelah pengkodean selesai, kemudian dilakukan pengujian pada sistem. *Pengujian blackbox* dilakukan dengan cara memeriksa apakah program yang telah dibuat sudah dapat menerima *input data*, memproses, dan memberikan *output* dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian selanjutnya berfokus pada hasil enkripsi algoritma AES pada SMS. Pengujian dilakukan pada hasil enkripsi algoritma AES dengan cara melakukan perbandingan antara perhitungan enkripsi secara manual dan enkripsi pada sistem. Selain pengujian manual, pengujian juga dilakukan menggunakan *software* penyerang *CrackStation* dan *avalanche effect*. Uji kelayakan sistem yang dilakukan oleh ahli yang berkompeten dibidangnya.

#### 2.5. Deployment

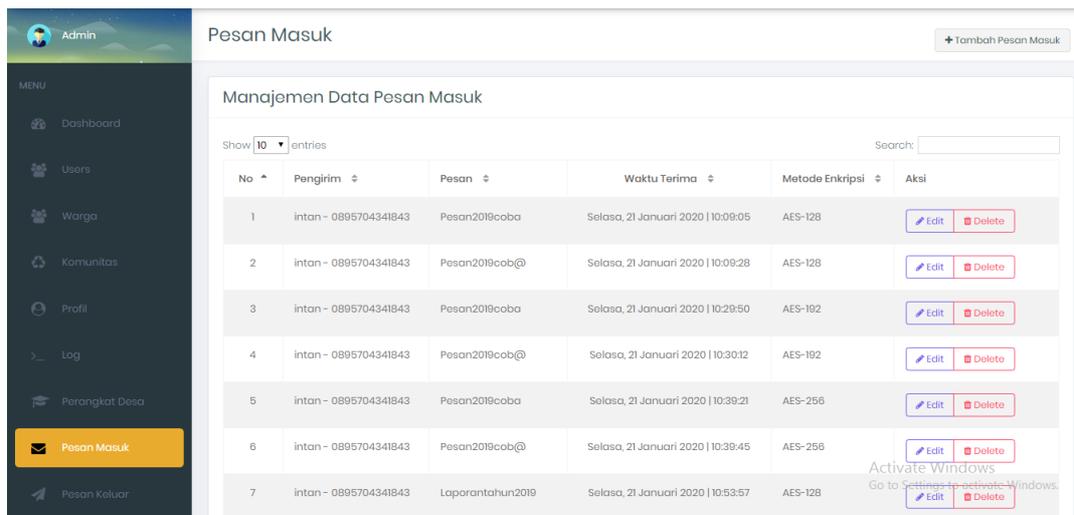
Pada tahap ini dilakukan perbaikan sistem sesuai kebutuhan sebelum diimplementasikan oleh pihak pemerintah desa. Apabila sistem Layanan SMS Desa dengan keamanan data SMS sudah sesuai dengan keinginan pihak *customer*, maka sistem dapat langsung diimplementasikan.



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

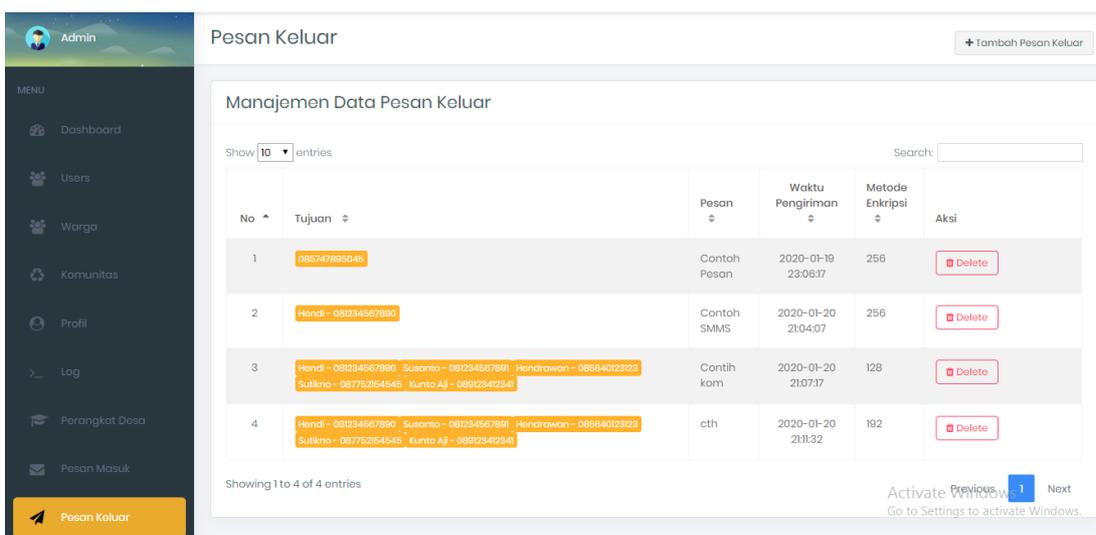
#### 3.1. Hasil Implementasi

Sistem layanan SMS Desa ini dapat mengirimkan dan menerima pesan dari pemerintah desa kepada warganya maupun sebaliknya. Sehingga memudahkan bagi warga dalam penyampaian informasi atau aduan yang bersifat penting tanpa harus mendatangi ke kantor kelurahan terlebih dahulu. Selain itu, sistem ini juga dapat melakukan pengiriman massal (*broadcast*). Tampilan antarmuka dan database sistem layanan SMS Desa dapat dilihat pada Gambar 3 sampai Gambar 5. Gambar 3 merupakan tampilan pesan masuk pada sistem. Pesan masuk yang ditampilkan pada sistem merupakan bentuk pesan asli (*plain text*). Manajemen data pesan SMS masuk memuat informasi nama pengirim, isi pesan, waktu terima, metode enkripsi, dan aksi.



Gambar 3. Halaman Pesan Masuk.

Gambar 4 merupakan tampilan pesan keluar pada sistem. Pesan keluar yang ditampilkan pada sistem merupakan bentuk pesan asli (*plain text*). Manajemen data pesan keluar memuat informasi tujuan pengirim, isi pesan, waktu pengiriman, metode enkripsi, dan aksi. Admin dapat mengirimkan pesan baik *personal* maupun *broadcast* ke beberapa komunitas yang telah terdaftar.



Gambar 4. Halaman Pesan Keluar.



Gambar 5 merupakan tampilan hasil enkripsi pesan pada *database*. Pesan masuk akan tersimpan ke dalam *database* berupa *chiper text* sehingga pesan terjaga keamanannya.

id	pengirim	pesan	waktu_terima	metode_enkripsi	tipe	status
47	0895704341843	/BNyYMnEFVdta1zXf1HO7A==	2020-01-21 10:09:05	128		NULL
48	0895704341843	gafIsJJ0Qp6+Lg7mFw0V5Q==	2020-01-21 10:09:28	128		NULL
49	0895704341843	9kJJPw8BiH4fQOqpQKK/cw==	2020-01-21 10:29:50	192		NULL
50	0895704341843	7dKyj9CD6wqXT9CfoWEptg==	2020-01-21 10:30:12	192		NULL
51	0895704341843	UK6TvTzgl+wZWkSkx1QuRg==	2020-01-21 10:39:21	256		NULL
52	0895704341843	p1gP7UnhwEios97TWlclJA==	2020-01-21 10:39:45	256		NULL
53	0895704341843	H9JAfVNR0qd+ocRWv5xL7Q==	2020-01-21 10:53:57	128		NULL
54	0895704341843	GzrytFnP+MmbO6KSj3EtpQ==	2020-01-21 10:54:44	128		NULL
55	0895704341843	Ubhr4aAuXgpFNWYUwqV+Q==	2020-01-21 11:04:45	192		NULL
56	0895704341843	Zf46uxX26KVQkHtFwBU57A==	2020-01-21 11:05:02	192		NULL
57	0895704341843	Jwa0E95DCvA/NYDjS/CJiQ==	2020-01-21 11:27:34	256		NULL
58	0895704341843	EDh3x6lw/oTsLIISi1z07w==	2020-01-21 11:28:23	256		NULL

Gambar 5. Hasil Enkripsi Pesan di dalam *Database*.

### 3.2. Uji *Blackbox*

Hasil pengujian *blackbox* menunjukkan bahwa sistem sudah berjalan sesuai *input* yang diberikan. Hasil uji *blackbox* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil *Blackbox Testing*.

No.	Kelas Uji	Butir Uji	Hasil
1	<i>Login</i>	Verifikasi <i>password</i>	Berhasil
2	Menu Data Perangkat Desa	Tambah Data Perangkat Desa	Berhasil
		Ubah Data Perangkat Desa	Berhasil
		Pencarian Data Perangkat Desa	Berhasil
		Tambah Data Komunitas	Berhasil
3	Menu Komunitas	Ubah Data Komunitas	Berhasil
		Pencarian Data Komunitas	Berhasil
		Tambah Data Perangkat Desa	Berhasil
4	Menu Data Warga	Ubah Data Perangkat Desa	Berhasil
		Pencarian Data Perangkat Desa	Berhasil
		Tambah Data Warga	Berhasil
5	Menu Data Warga	Ubah Data Warga	Berhasil
		Pencarian Data Warga	Berhasil
		Buat Pesan	Berhasil
6	Menu Data SMS	Lihat Pesan Masuk	Berhasil
		Lihat Pesan Keluar	Berhasil
		Hapus Pesan	Berhasil

### 3.3. Uji Hasil Enkripsi 128-bit

Pengujian hasil enkripsi dilakukan dengan cara menghitung manual pada proses enkripsi. Sebagai percobaan pengujian algoritma AES 128-bit untuk mengenkripsi kalimat "Saya ingin tanya" dengan kunci "d7e5bc9c91575ca3". Adapun proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

Konversikan *plain text* "Saya ingin tanya" ke bentuk *hexadecimal* menjadi "53 61 79 61 20 69 6e 67 69 6e 20 74 61 6e 79 61" dan kunci "d7 e5 bc 9c 91 57 5c a3 08 08 08 08 08 08 08 08". "08"



pada kunci merupakan padding untuk memenuhi jumlah kapasitas 16 karakter dengan menambahkan nilai dari sisa jumlah karakter (Gumira et al., 2016).

1) Ekspansi Kunci

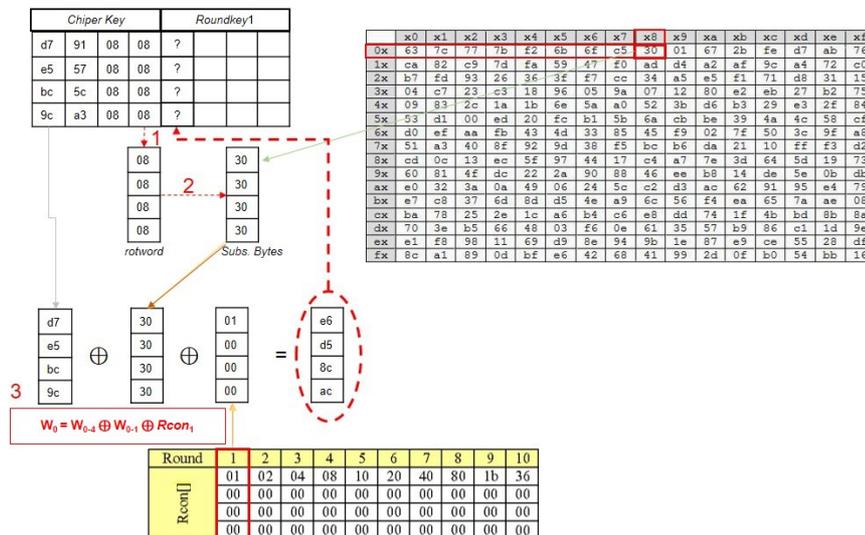
Ekspansi kunci atau pembangkitan kunci dilakukan untuk mendapatkan kunci ronde (*roundkey*) untuk proses enkripsi berikutnya. Langkah-langkah ekspansi kunci adalah sebagai berikut:

- a) Salin elemen kunci ke dalam blok matriks 4x4.

$W_0 = d7\ e5\ bc\ 9c$   
 $W_1 = 91\ 57\ 5c\ a3$   
 $W_2 = 08\ 08\ 08\ 08$   
 $W_3 = 08\ 08\ 08\ 08$

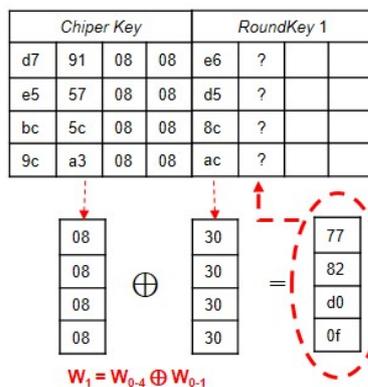
- b) Untuk mencari nilai  $W_0$  baru pada masing-masing *roundkey* dilakukan dengan menggunakan nilai  $W_3$  pada *roundkey* sebelumnya, kemudian *rotword* yaitu dengan memindahkan baris paling atas ke baris paling bawah, kemudian substitusikan dengan tabel *S-Box*, dan lakukan operasi XOR dengan Pers. (1).

$$W_i = W_{i-4} \oplus W_{i-1} \oplus R-Con_i \tag{1}$$



- c) Untuk mencari nilai  $W_1$ ,  $W_2$ , dan  $W_3$  pada masing-masing *roundkey* dilakukan dengan Pers. (2).

$$W_i = W_{i-4} \oplus W_{i-1} \tag{2}$$



Hasil ekspansi kunci keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6.

Chiper Key				RoundKey 1				RoundKey2				RoundKey3				RoundKey4				RoundKey5			
d7	91	08	08	e6	77	7f	77	f7	80	ff	88	41	c1	3e	b6	90	51	6f	d9	b9	e8	87	5e
e5	57	08	08	d5	82	8a	82	b4	36	bc	3e	51	67	db	e5	02	65	be	5b	c2	a7	19	42
bc	5c	08	08	8c	d0	d8	d8	fa	2a	f2	2a	a2	88	7a	50	bd	35	4f	1f	86	b3	fc	e3
9c	a3	08	08	ac	0f	07	0f	59	56	51	5e	9d	cb	9a	cb	d3	18	82	49	e6	fe	7c	35

RoundKey6				RoundKey7				RoundKey8				RoundKey9				RoundKey10			
b5	5d	da	84	e0	bd	67	e3	ad	10	77	94	c8	d8	af	3b	b3	6b	c4	ff
d3	74	6d	2f	b6	c2	af	80	67	a5	0a	8a	40	e5	ef	65	e7	02	ed	88
10	a3	5f	bc	11	b2	ed	51	33	81	6c	3d	59	d8	b4	89	a9	71	c5	4c
be	40	3c	09	e1	a1	9d	94	f0	51	cc	58	d2	83	4f	17	30	b3	fc	eb

Gambar 6. Hasil Ekspansi Kunci.

## 2) Proses Enkripsi 128-bit

Setelah *roundkey* untuk masing-masing putaran didapatkan, langkah selanjutnya adalah proses enkripsi. Proses enkripsi 128-bit dilakukan sebanyak 10 putaran. Setiap putarannya terdiri dari proses *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundkey* sebanyak 9 putaran, dan pada putaran terakhir tanpa proses *MixColumns*. Adapun proses enkripsi algoritma AES adalah sebagai berikut:

- a) *AddRoundkey*: langkah pertama proses enkripsi adalah melakukan XOR antara *plain text* "53 61 79 61 20 69 6e 67 69 6e 20 74 61 6e 79 61" dan kunci "d7 e5 bc 9c 91 57 5c a3 08 08 08 08 08 08 08 08" menjadi "84 84 c5 fd b1 3e 32 c4 61 66 28 7c 69 66 71 69".
- b) Dari hasil *AddRoundkey* pertama selanjutnya dilakukan proses *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundkey* sebanyak 9 putaran. Adapun hasilnya sebagai berikut:
  - i. *SubBytes*, pada tahap ini lakukan substitusi *byte* hasil *AddRoundkey* dengan tabel substitusi (*S-Box*).  
 Hasil *SubBytes* putaran 1: 5f 5f a6 54 c8 b2 23 1c ef 33 34 10 f9 33 a3 f9  
 Hasil *SubBytes* putaran 2: 6a 53 d4 93 58 44 7e 92 fc 28 f5 cd 29 a9 30 1a  
 Hasil *SubBytes* putaran 3: 63 52 2b aa e9 54 22 14 f4 b0 56 fe de bb e1 a7  
 Hasil *SubBytes* putaran 4: 7e c6 1f a8 c4 85 55 e6 36 f1 cf 3f e2 c5 0c 71  
 Hasil *SubBytes* putaran 5: 5a b1 53 99 9f df 0f 0f e4 1d 6d 03 27 28 70 ee  
 Hasil *SubBytes* putaran 6: bf 43 8c ff 7b 2b ef 63 ca 5b 17 31 48 ab 9f 69  
 Hasil *SubBytes* putaran 7: 66 02 82 7e f7 b0 65 ce 4a 6f 46 46 76 2d fd c0  
 Hasil *SubBytes* putaran 8: ef 32 ca f7 da a7 3b bd e8 ce 86 7f e5 af 3f d9  
 Hasil *SubBytes* putaran 9: a6 2a 9c 00 b2 2f a5 b7 fd cf bc e9 5b e2 a4 4f
  - ii. *ShiftRows*, pada tahap ini lakukan pergeseran pada tiap-tiap baris *array state* pada blok matriks 4x4. Baris pertama tetap. Baris kedua geser satu *byte* ke kiri, baris kedua geser 2 *bytes* ke kiri, dan baris ketiga geser 3 *bytes* ke kiri.  
 Hasil *ShiftRows* putaran 1: 5f b2 34 f9 c8 33 a3 54 ef 33 a6 1c f9 5f 23 10  
 Hasil *ShiftRows* putaran 2: 6a 44 f5 1a 58 28 30 93 fc a9 d4 92 29 53 7e cd  
 Hasil *ShiftRows* putaran 3: 63 54 56 a7 e9 b0 e1 aa f4 bb 2b 14 de 52 22 fe  
 Hasil *ShiftRows* putaran 4: 7e 85 cf 71 c4 f1 0c a8 36 c5 1f e6 e2 c6 55 3f  
 Hasil *ShiftRows* putaran 5: 5a df 6d ee 9f 1d 70 99 e4 28 53 0f 27 b1 0f 03  
 Hasil *ShiftRows* putaran 6: bf 2b 17 69 7b 5b 9f ff ca ab 8c 63 48 43 ef 31  
 Hasil *ShiftRows* putaran 7: 66 b0 46 c0 f7 6f fd 7e 4a 2d 82 ce 76 02 65 46  
 Hasil *ShiftRows* putaran 8: ef a7 86 d9 da ce 3f f7 e8 af ca bd e5 32 3b 7f  
 Hasil *ShiftRows* putaran 9: a6 2f bc 4f b2 cf a4 00 fd e2 9c b7 5b 2a a5 e9
  - iii. *MixColumns* yaitu pada tahap ini lakukan perkalian matriks tertentu dengan matriks hasil proses *ShiftRows* pada masing-masing putaran.



$$\begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5f & c8 & ef & f9 \\ b2 & 33 & 33 & 5f \\ 34 & a3 & a6 & 23 \\ f9 & 54 & 1c & 10 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} be & 29 & 2a & 3b \\ 85 & 04 & 64 & 35 \\ 95 & 5a & af & d0 \\ 8e & 7b & 87 & 4c \end{bmatrix}$$

Hasil *MixColumns* putaran 1: be 85 95 8e 29 04 5a 7b 2a 64 af 87 3b 35 d0 4c

Hasil *MixColumns* putaran 2: f7 fc f1 3b 6b cb be cd 45 40 4b 5d 14 c0 ca d7

Hasil *MixColumns* putaran 3: cb 96 69 f2 49 00 65 3e 1a f0 25 bf 8d e2 d1 e7

Hasil *MixColumns* putaran 4: d6 54 ed 2a 3f 8a ce e3 c1 60 fc 57 e4 b5 cf d0

Hasil *MixColumns* putaran 5: 4d a6 76 9b eb ac d2 fe 97 4e 7b 52 8a 4c 8d d1

Hasil *MixColumns* putaran 6: 66 b9 01 34 7b 88 1f ac 86 6b c7 a4 8b d5 9d 16

Hasil *MixColumns* putaran 7: 81 17 01 c7 c7 4b fb 6c af 43 31 f6 c9 9b 74 71

Hasil *MixColumns* putaran 8: 68 f2 2f a2 2e eb 68 71 56 55 14 27 c3 b3 20 ca

Hasil *MixColumns* putaran 9: d5 68 3b fc 91 c0 2e a6 f7 2a fe 17 84 12 00 ab

- iv. *AddRoundkey*, lakukan XOR antara state baru dengan kunci masing-masing putaran.

Hasil *AddRoundkey* putaran 1: 58 50 19 22 5e 86 8a 74 55 ee 77 80 4c b7 08 43

Hasil *AddRoundkey* putaran 2: 00 48 0b 62 eb fd 94 9b ba fc b9 0c 9c fe e0 89

Hasil *AddRoundkey* putaran 3: 8a c7 cb 6f 88 67 ed f5 24 2b 5f 25 3b 07 81 2c

Hasil *AddRoundkey* putaran 4: 46 56 50 f9 6e ef fb fb ae de b3 d5 3d ee d0 99

Hasil *AddRoundkey* putaran 5: f4 64 f0 7d 03 0b 61 00 10 57 97 2e d4 0e 6e e4

Hasil *AddRoundkey* putaran 6: d3 6a 11 8a 26 fc bc ec 5c 06 98 98 0f fa 21 1f

Hasil *AddRoundkey* putaran 7: 61 a1 10 26 7a 89 49 cd c8 ec dc 6b 2a 1b 25 e5

Hasil *AddRoundkey* putaran 8: c5 95 1c 52 3e 4e 29 20 21 5f 78 eb 57 3b 1d 92

Hasil *AddRoundkey* putaran 9: 1d 28 62 2e 49 25 f6 25 58 c5 4a 58 bf 77 89 bc

- c) Proses pada putaran terakhir:

i. *SubBytes* putaran 10: a4 34 aa 31 3b 3f 42 3f 6a a6 d6 6a 08 f5 a7 65

ii. *ShiftRows* putaran 10: a4 3f d6 65 3b a6 a7 31 6a f5 aa 3f 08 34 42 6a

iii. *AddRoundkey* putaran 10: 17 d8 7f 55 50 a4 d6 82 ae 18 6f c3 f7 bc 0e 81

Pada perhitungan manual, hasil enkripsi dari "Saya ingin tanya" adalah 17 d8 7f 55 50 a4 d6 82 ae 18 6f c3 f7 bc 0e 81 kemudian dikonversikan ke *base64* yaitu "F9h/VVck1oKuGG/D97wOgQ==". Hasil tersebut dicocokkan dengan hasil pada sistem. Tabel 1 menunjukkan perbandingan hasil enkripsi AES 128-bit antara perhitungan manual dan sistem. Berdasarkan perbandingan antara perhitungan manual algoritma AES kunci 128-bit dengan hasil enkripsi pada sistem Layanan SMS Desa dengan *plain text* dan kunci yang sama diperoleh hasil enkripsi yang sama. Perbandingan hasil enkripsi AES 128-bit dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Tabel Perbandingan Hasil Enkripsi AES 128-bit.**

	<i>Plain text</i>	Jenis enkripsi	<i>Chiper text</i>
Perhitungan manual	Saya ingin tanya	AES 128-bit	F9h/VVck1oKuGG/D97wOgQ==
Hasil enkripsi pada sistem	Saya ingin tanya	AES 128-bit	F9h/VVck1oKuGG/D97wOgQ==

### 3.4. Uji *CrackStation*

Hasil pengujian terhadap 3 sampel diketahui bahwa algoritma AES baik kunci 128-bit, 192-bit, maupun 256-bit 100% tidak dapat dipecahkan. Hasil uji *CrackStation* dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Hasil Uji *CrackStation*.

No.	Plain text	Kunci	Hasil Uji
1.	Laporantahun2019	AES 128-bit	Tidak berhasil
		AES 192-bit	Tidak berhasil
		AES 256-bit	Tidak berhasil
2.	Pengumuman	AES 128-bit	Tidak berhasil
		AES 192-bit	Tidak berhasil
		AES 256-bit	Tidak berhasil
3.	Lokasi kejadian	AES 128-bit	Tidak berhasil
		AES 192-bit	Tidak berhasil
		AES 256-bit	Tidak berhasil

### 3.5. Uji *Avalanche Effect* (AE)

Pengujian AE dilakukan dengan menganalisis nilai perubahan *bit* dari hasil enkripsi pada sistem. Hasil uji AE dapat dilihat pada tabel 4. Berdasarkan hasil uji AE pada 3 percobaan, kunci 192-bit dan 256-bit lebih direkomendasikan untuk digunakan karena nilai AE baik yaitu berada pada rentang 45%-60% (Sutanto et al., 2015).

Tabel 4. Hasil Uji *Avalanche Effect*.

Plain text	Chiper text	Perubahan bit	Jumlah bit keseluruhan	AE (%)
<b>Percobaan 1 AES 128-bit</b>				
Laporantahun2019	H9JAfVNR0qd+ocRWv5xL7Q==	57	128	44,53
Laporantahun201g	GzrytFnP+MmbO6KSj3EtpQ==			
<b>Percobaan 2 AES 192-bit</b>				
Laporantahun2019	Ubhr4aAuXgpFNWYUwq/V+Q==	62	128	48,44
Laporantahun201g	Zf46uxX26KVQkHtFwBUs7A==			
<b>Percobaan 3 AES 256-bit</b>				
Laporantahun2019	Jwa0E95DCvA/NYDjS/CJiQ==	72	128	56,25
Laporantahun201g	EDh3x6lw/oTsLIISi1z07w==			

### 3.6. Uji Kelayakan Sistem

Hasil uji kelayakan dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil uji kelayakan sistem yang dilakukan oleh 2 orang ahli, diperoleh persentase sebesar 93,05%. Dengan persentase tersebut maka sistem layak untuk digunakan.

Tabel 5. Hasil Uji Kelayakan Sistem.

No	Nama Responden	Aspek Kelayakan									
		Kinerja Sistem		Efisiensi Sistem			Layanan Sistem	Ekonomi Sistem	Kontrol Sistem	Informasi Sistem	
		1	2	4	3	9	5	6	7	8	10
1	Aji Purwinarko	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	Ardian Rizqi Rahmawan	4	4	3	3	4	3	3	4	4	3
<b>Jumlah</b>		8	8	7	7	8	7	7	8	8	7
<b>Jumlah Maksimum</b>		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<b>Persentase</b>		95,83		93,75			87,5	93,75		100	87,5
<b>Rata-rata Persentase</b>		<b>93,05</b>									



Sistem yang dibuat pada penelitian ini memiliki perbedaan dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu, di antaranya informasi berbasis SMS Gateway pada Kantor Dispendukcapil Kabupaten Belu oleh Layansari & Marisa (2018), pada penelitian tersebut belum adanya keamanan pada data pesan yang tersimpan di *database*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Alvianto & Darmaji (2015) keamanan SMS menggunakan algoritma RSA, sedangkan pada penelitian ini menggunakan algoritma AES. Penelitian yang dilakukan oleh Azhar & Kurniawan (2017) dan Ibrahim (2017) yang menerapkan algoritma AES untuk keamanan data SMS, perbedaan pada penelitian ini yaitu pada implementasi pembangunannya.

Guna meningkatkan keamanan data SMS, dalam penelitian ini peneliti menggunakan tiga variasi kunci AES 128-bit, 192-bit, dan 256-bit. Pengujian algoritma AES dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil enkripsi antara perhitungan manual dan hasil enkripsi pada sistem. selanjutnya pengujian AE, pada pengujian AE diperoleh nilai AE masing-masing kunci 128-bit sebesar 44,53%, 192-bit sebesar 48,44%, dan 256-bit sebesar 56,25%. Dengan demikian, kunci 192-bit dan 256-bit lebih direkomendasikan untuk digunakan karena nilai AE baik yaitu berada pada rentang 45% - 60% (Sutanto et al., 2015). Pengujian menggunakan *software* penyerang *CrackStation* pada 20 sampel *plain text*, 100% hasil enkripsi tidak dapat dipecahkan. Persentase rata-rata kelayakan sistem sebesar 93,05%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terkait sistem layanan SMS Desa dengan memanfaatkan teknologi informasi dan layanan SMS Gateway, maka dapat disimpulkan bahwa sistem ini dapat membantu pemerintahan desa dalam meningkatkan pelayanan terhadap warganya terkait informasi dan aduan. Serta dengan mengimplementasikan algoritma AES dapat meningkatkan keamanan terkait data SMS. Sebagaimana dalam uji ketahanan terhadap serangan menggunakan *software* penyerang *CrackStation*, *chiper text* 100% tidak dapat dipecahkan. Pada pengujian *avalanche effect* dihasilkan perbandingan tingkat keamanan dari proses enkripsi kunci 128-bit, 192-bit, dan 256-bit. Nilai *avalanche effect* enkripsi AES 192-bit sebesar 48,44% dan 256-bit sebesar 56,25% lebih aman dibandingkan dengan AES 128-bit sebesar 44,53%. Dan berdasarkan uji kelayakan sistem oleh ahli diperoleh persentase sebesar 93,05%, sistem layanan SMS Desa sangat layak digunakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afrina, M., & Ibrahim, A. (2015). Pengembangan Sistem Informasi SMS Gateway Dalam Meningkatkan Layanan Komunikasi Sekitar Akademika Fakultas Ilmu Komputer Unsri. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, 7(2), 852–864.
- Alvianto, A. R., & Darmaji. (2015). Pengaman Pengiriman Pesan Via SMS dengan Algoritma RSA Berbasis Android. *JURNAL SAINS Dan SENI ITS*.
- Atmojo, W. P., Isnanto, R. R., & Kridalukmana, R. (2016). Implementasi Aplikasi Kriptografi Pada Layanan Pesan Singkat (SMS) Menggunakan Algoritma RC6 Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.4.3.2016.450-453>
- Azhar, R., & Kurniawan, K. (2017). Aplikasi Keamanan Sms Menggunakan Algoritma Rijndael. *Jurnal Matrik*, 16(1), 105. <https://doi.org/10.30812/matrik.v16i1.15>
- Gumira, G., Ernawati, & Erlanshari, A. (2016). Implementasi Metode Advanced Encryption Standard (AES) Dan Message Digest 5 (MD5) Pada Enkripsi Dokumen (Studi Kasus LPSE UNIB). *Jurnal Rekursif*.
- Ibrahim, A. A. (2017). Perancangan Pengamanan Data Menggunakan Algoritma AES (Advanced Encryption Standard). *Jurnal Teknik Informatika STMIK Antar Bangsa*, 3(1), 53–60.
- Layansari, F. A., & Marisa, F. (2018). Perancangan Sistem Pelayanan Informasi Berbasis Sms Gateway Pada Kantor Dispendukcapil Kabupaten Belu. *J I M P - Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*. <https://doi.org/10.37438/jimp.v3i2.169>
- Muharram, F., Azis, H., & Manga, A. R. (2018). Analisis Algoritma pada Proses Enkripsi dan Dekripsi File Menggunakan Advanced Encryption Standard (AES). *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*.
- Prasetya, D. R. (2013). Analisis Pengelolaan Pengaduan Masyarakat Dalam Rangka Pelayanan Publik (Studi Pada Dinas Komunikasi Dan Informatika Kota Malang). *Jurnal Administrasi*



*Publik Mahasiswa Universitas Brawijaya.*

Purba, I. S., & Djamin, D. (2015). Partisipasi Masyarakat dalam Meningkatkan Good Governance di Tingkat Desa. *Jurnal Ilmu Pemerintahan Dan Sosial Politik UMA*, 3(1), 25–36.

<https://doi.org/10.31289/jppuma.v3i1.908>

Sutanto, L., Budhi, G. S., & Santoso, L. W. (2015). PERBANDINGAN APLIKASI MENGGUNAKAN METODE CAMELLIA 128 BIT KEY DAN 256 BIT KEY. *Jurnal Informatika*. <https://doi.org/10.9744/informatika.12.2.109-116>



## Rancang Bangun Film Animasi 3D Sejarah Terbentuknya Kerajaan Samudra Pasai Menggunakan Software Blender

Nurul Hidayah <sup>(1)</sup>, Faradilah Putri Damayanti <sup>(2)</sup>, Indana Nuril Hidayah <sup>(3)</sup>, Kurniyatul Ainiyah <sup>(4)\*</sup>, Juniardi Nur Fadila <sup>(5)</sup>, Fresy Nugroho <sup>(6)</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang  
e-mail : {18650005,18650022,18650026,18650088}@student.uin-malang.ac.id, {juniardi.nur, fresysss}@gmail.com.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 22 April 2020, direvisi 8 Juni 2020, diterima 11 Juni 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### Abstract

*Indonesian people's knowledge about the history of kingdoms in Indonesia was decreased. Now the existence of history books was shifted by the rapid development of technology. Realized this, many educational institutions were involved in technology to their learning media. To support that, the writer will use technology to create a learning media, named 3D short animated films. This kind of film turned out to attract the publics' attention, ranging from children to adolescents. The animated film will be designed with the theme of the first Islamic kingdom in Indonesia, named the Samudra Pasai kingdom with a duration of approximately 3 minutes. this animated film was made by Blender software version 2.79. The design of this animation aims to increase knowledge as well as learning media for students about the history of the Indonesian people, especially the history of Samudra Pasai kingdom.*

**Keywords: 3D Animation, Blender, Islamic Kingdom, Samudra Pasai**

### Abstrak

Pengetahuan masyarakat Indonesia mengenai kerajaan-kerajaan terdahulu mulai mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan mulai berkurangnya minat masyarakat untuk membaca buku yang berisikan sejarah-sejarah Indonesia. Membaca buku sejarah juga dinilai membosankan oleh sebagian masyarakat. Sehingga keberadaan buku-buku sejarah tersebut kini akhirnya tegeser oleh pesatnya perkembangan teknologi. Hal ini tidak bisa dianggap remeh, kurangnya pengetahuan masyarakat tentang sejarah bangsa Indonesia akan menimbulkan masalah di masa depan. Menyadari hal ini, banyak lembaga pendidikan yang melibatkan teknologi ke dalam media pembelajarannya. Dalam rangka mendukung hal ini, penulis akan memanfaatkan teknologi untuk menciptakan sebuah media pembelajaran, yaitu film animasi pendek 3D. Pemilihan film animasi didasarkan dengan semakin banyaknya film animasi yang beredar di media-media elektronik ataupun media sosial seperti youtube, film-film ini ternyata mampu menarik perhatian para mahasiswa. Film animasi yang akan dirancang bertemakan kerajaan Islam pertama yang ada di Indonesia yaitu kerajaan Samudra Pasai dengan durasi kurang lebih selama 3 menit. Pembuatan film animasi ini akan menggunakan *software* Blender versi 2.79. Dirancang animasi ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan sekaligus sebagai media pembelajaran bagi kalangan mahasiswa mengenai sejarah dari bangsa Indonesia, khususnya sejarah kerajaan Samudra Pasai.

**Kata Kunci: Animasi 3D, Blender, Kerajaan Islam, Samudra Pasai**

## 1. PENDAHULUAN

Era globalisasi seperti sekarang ini teknologi dan komunikasi semakin berkembang, masyarakat Indonesia memiliki tingkat kepedulian yang lebih dominan lemah terhadap warisan sejarah yang dimiliki Indonesia khususnya tentang terbentuknya kerajaan Islam pertama di Indonesia, kerajaan Samudra Pasai. Dari beberapa berita yang diamati, kebanyakan dari masyarakat Indonesia hanya mengetahui kerajaan Samudra Pasai secara umum saja, tetapi pada kenyataannya kerajaan Samudra Pasai memiliki sejarah dan makna yang lebih mendalam. Hanya beberapa orang saja yang mengetahui secara mendalam karena berasal dari tempat yang sama.



Kerajaan Samudra Pasai sendiri ialah kerajaan (kesultanan) Islam pertama yang ada di Indonesia. Hikayat Raja-Raja Pasai dalam Said (1981) menyebutkan kerajaan Samudra Pasai didirikan oleh Meurah Silo yang kemudian bergelar Sultan Malikussaleh (Munandar & Arifin, 2017). Beberapa bukti-bukti keberadaan kerajaan ini yaitu ditemukannya sebuah batu nisan yang diketahui adalah makam dari raja-raja Pasai di kampung Geudong, Aceh Utara. Nisan ini sendiri berada di dekat bekas reruntuhan bangunan pada pusat kerajaan Samudera Pasai di desa Beuringin, Aceh lokasinya sekitar 17 km sebelah timur Lhokseumawe.

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya masih banyak masyarakat yang tidak mengetahui sejarah terbentuknya kerajaan Samudera Pasai dikarenakan berkurangnya minat masyarakat terutama mahasiswa untuk mempelajari sejarah yang ada di Indonesia. Ditambah lagi media yang menyajikan sejarah-sejarah tersebut selama ini hanya terbatas ada pada buku-buku sejarah. Pesatnya perkembangan teknologi membuat buku-buku tersebut semakin kehilangan pembacanya. Pada dasarnya teknologi sendiri bisa digunakan dan dimanfaatkan dalam berbagai hal, adapun salah satunya yaitu untuk melestarikan sejarah yang ada di Indonesia.

Oleh karena itu, agar sejarah kerajaan Samudra Pasai bisa diketahui masyarakat, maka dibuatlah suatu film animasi pendek 3 dimensi dengan durasi kurang lebih 3 menit, tujuan dirancangnya film animasi ini untuk memberikan informasi kepada masyarakat mengenai sejarah kerajaan Samudera Pasai. Adanya media berupa film animasi 3 dimensi diharapkan bisa memberikan penyampaian informasi dengan lebih menarik dan mudah untuk dipahami dan dimengerti oleh berbagai lapisan masyarakat. Pemilihan film animasi didasarkan dengan semakin banyaknya film-film animasi yang beredar di media-media elektronik ataupun media sosial seperti Youtube, film-film ini ternyata mampu menarik perhatian para mahasiswa. Untuk membuat sebuah animasi yang ditujukan pada kalangan usia tertentu, diperlukan adanya penyesuaian gaya visual dengan target serta ketepatan pemilihan jalan cerita, agar pesan yang disampaikan lebih efektif dan mudah dipahami (Moniaga, 2019). Dalam perancangannya penulis menggunakan *software* Blender sebagai alat untuk membuat film animasi ini.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Film

Film adalah suatu media komunikasi massa sangat penting untuk mengkomunikasikan tentang suatu realita yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari (E.Awulle, R.Sentinuwo, & S.M.Lumenta, 2016). Realita yang dapat digambarkan dalam film bisa berupa realita yang baru saja terjadi ataupun yang telah terjadi di zaman dahulu.

### 2.2. Pengertian Animasi

Animasi adalah gambar yang bergerak dengan kecepatan, arah dan cara tertentu (Amin, 2016). Dalam animasi gambar akan ditampilkan secara berurutan hingga menimbulkan ilustrasi gerakan (*motion*) pada gambar yang sedang ditampilkan.

#### 1) Sejarah Animasi

1) Animasi mulai berkembang pada abad ke-19, pada saat itu orang mulai mengenal teknologi optik dan ilmu fisika. Ada tiga dasar inspirasi berkembangnya gambar bergerak atau animasi, yaitu *persistence of vision*, *thaumatrope*, dan *phenakistiscope*. *Persistence of vision* ditemukan pada tahun 1824, yaitu kemampuan mata dalam menangkap gerak yang menjadi dasar kemampuan mata manusia oleh Peter Mark Reget. *Thaumatrope* adalah mainan uang terbuat dari *disk* yang memiliki gambar berbeda pada setiap sisinya. Jika *disk* diputar, maka kedua gambar-gambar tersebut akan menyatu. Mainan ini ditemukan oleh John A. Paris, seorang fisikawan dari Inggris. Kemudian *phenakistiscope* yang diciptakan oleh ahli sains Belgia, Joseph Plateu adalah sebuah cakram yang terdapat gambar-gambar bergerak di seputarnya, serta ada lubang-lubang teratur yang berfungsi sebagai tempat mengintip. Jika cakram diputar ke depan cermin maka akan terlihat gerakan gambar dari lubang-lubang tersebut.

#### 2) Jenis-jenis Animasi

##### a) Animasi 2 Dimensi (2D)



Animasi 2 dimensi ialah animasi yang hanya dapat dilihat dari 2 sudut pandang, yaitu panjang dan tinggi. Animasi ini pada awalnya digambar di atas lembaran kertas transparan (*seluloid*) yang kemudian disatukan. Untuk menghasilkan sebuah gerakan, maka gambar tersebut dilakukan dengan cepat.

b) Animasi 3 Dimensi (3D)

Animasi jenis inilah yang sekarang banyak berkembang di seluruh dunia, yaitu animasi yang sudah dapat dilihat dari sudut pandang panjang, tinggi, dan lebar. Pembuatan animasi juga sudah sangat berkembang, sekarang animasi telah dibuat menggunakan teknologi komputer.

### 2.3. Software Blender

Blender adalah salah satu *software* gratis yang dapat digunakan untuk merancang animasi. Ton Roosendaal, pendiri *Not a Number Technologies* (NaN) adalah orang yang memprakarsai penciptaan Blender. Blender dikembangkan bersama rumah produksi studio animasi di Belanda yaitu *NeoGeo*.

Blender memiliki beberapa jendela atau *window* dalam tampilan utamanya. Setiap jendela memiliki *tools*-nya masing-masing yang dipisahkan oleh *border*. Fitur Blender termasuk pemodelan 3D, *unwrapping UV*, *texturing*, *rigging* dan *skinning*, *fluid and smoke simulation*, *particle simulation*, *animating*, *match moving*, *camera tracking*, *rendering*, *video editing* dan *compositing* (Syafrizal, Toyib, & Saputra, 2019). Sebelum menjalankan Blender, pengguna harus mengunduh *file* instalasi Blender di website resmi Blender. Dalam pembuatan animasi ini, penulis menggunakan Blender versi 2.79.

### 2.4. Kerajaan Samudra Pasai

Pada abad 13 setelah kehancuran kerajaan Sriwijaya, terdapat seorang pemuda bernama Meurah Siluh yang menggabungkan dua daerah yang bernama Samudra dan Pasai. Kemudian Meurah Siluh mendirikan sebuah Kerajaan yang diberinama Kerajaan Samudra Pasai. Setelah berdirinya kerajaan tersebut, Meurah Siluh masuk Islam dengan mengucapkan dua kalimat syahadat dan mengganti namanya menjadi Sultan Malik As Saleh.

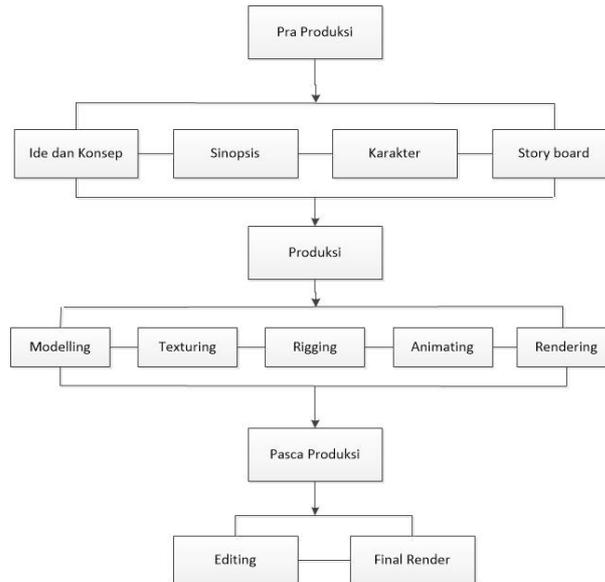
Dengan masuk Islamnya Meurah Siluh, beliau mengklaim bahwa kerajaan Samudra Pasai adalah kerajaan Islam pertama di Indonesia. Meurah Siluh berkuasa selama 30 tahun dan dia wafat pada tahun 1297 M. Pada tahun 1521 M, Kerajaan Samudra Pasai runtuh diserang oleh Portugal dan berakhir masa Kerajaan Samudra Pasai.

Terdapat dua bukti yang membuktikan bahwa kerajaan Samudra Pasai adalah kerajaan Islam pertama di Indonesia. Yaitu catatan Ibnu Batutah dan berita dari Marcopolo yang didapat saat ia mengunjungi Perak.

## 3. METODE PERANCANGAN

Metode perancangan yang digunakan dalam pembuatan film animasi ini secara garis besar dibagi menjadi 3 tahapan. Tahap pertama yaitu praproduksi (ide dan konsep, sinopsis, karakter dan story board). Kemudian tahap kedua yaitu tahap produksi (*modelling*, *texturing*, *rigging*, *animating*, *lighting*, *rendering*, *compositing*). Terakhir tahap pascaproduksi (*editing* dan *final render*). Alur dari metode perancangan film animasi dapat diamati pada Gambar 1 berikut.





**Gambar 1. Tahapan Pembuatan Film Animasi.**

### 3.1. Praproduksi

- 1) **Ide dan Konsep**  
Ide dan Konsep cerita adalah hal pertama yang harus ditentukan dalam merancang sebuah film animasi. Ide dan konsep ini nantinya akan menjadi alur cerita dari film animasi tersebut.
- 2) **Sinopsis**  
Sinopsis adalah ringkasan atau gambaran dari alur atau jalannya cerita. Sinopsis disusun untuk memudahkan penonton mendapatkan gambaran film, sehingga akan lebih mudah untuk memahami alur dalam film.
- 3) **Karakter**  
Karakter adalah elemen yang penting dalam sebuah film. Dalam film umumnya karakter dibedakan menjadi 2, yaitu karakter utama dan karakter pendukung. Setiap tokoh pasti memiliki ciri khas masing-masing. Ciri khas ini dapat dijumpai dari penampilan ataupun watak dari tokoh tersebut. Untuk memudahkan proses produksi, maka perlu melakukan proses gambar secara manual dari masing – masing tokoh.
- 4) **Storyboard**  
*Storyboard* adalah gambaran dari tiap scene yang ada di film. Setelah menentukan ide cerita dan karakternya, maka tahap yang harus dilakukan selanjutnya adalah membuat *storyboard*. *Storyboard* memiliki fungsi untuk memudahkan dalam tahap produksi film animasi.

### 3.2. Produksi

- 1) **Modeling**  
Pembuatan desain dengan menggunakan Blender dilakukan per karakter, per *asset*, dan per *environment*. *Modelling* dilakukan dengan cara penjiplakan objek 2D menjadi 3D. Selain itu *modelling* dalam Blender bisa menggunakan *tool mesh* yang telah disediakan.
- 2) **Texturing**  
Tahap *texturing* adalah tahap pemberian warna atau tekstur pada objek. Fungsi dari *texturing* ini adalah agar objek-objek tersebut terlihat nyata dan menyerupai objek sebenarnya.



- 3) *Rigging*  
Proses *rigging* adalah proses pemberian tulang atau struktur kerangka pada karakter. *Rigging* dilakukan agar dapat menggerakkan karakter dengan mudah.
- 4) *Animating*  
*Animating* merupakan tahap untuk memberikan gerakan pada objek-objek yang ada. Agar memudahkan penulis dalam tahap *animating*, maka penulis menyusun setiap gerakan objek berdasarkan *storyboard* yang telah dirancang sebelumnya.
- 5) *Rendering*  
Tahap terakhir yaitu *rendering*, *rendering* dilakukan untuk setiap *scene* atau adegan yang dibutuhkan. Hasil dari tahap *rendering* ini nantinya adalah video dari namasi yang telah dirancang.

### 3.3. Pasca Produksi

- 1) *Editing*  
Animasi yang telah dirender ke dalam bentuk video akan memasuki tahap *editing*. Dalam tahap ini penulis akan menambahkan efek suara ke dalam video animasi. Dalam pengisian suara karakter, penulis melakukan *dubbing* untuk setiap karakter yang ada. Selain itu penambahan suara dapat berupa suara mengetuk pintu, suara langkah kaki, pengisian suara untuk narasi cerita, dll.
- 2) *Final Render*  
Setelah proses *editing*, langkah terakhir dalam pembuatan film animasi ini adalah melakukan *final render*. Dalam tahap ini, hasil *render* dalam bentuk video akan digabungkan dengan efek suara yang telah disiapkan. Setelah proses ini selesai, maka film animasi 3 dimensi sudah siap untuk dipublikasikan.

### 3.4. Uji Coba

Tahap uji coba adalah salah satu tahap yang penting bagi pembuat media pembelajaran yang diberikan kepada responden untuk mengetahui hasil animasi yang kita buat. Uji coba produk berupa film animasi yang menceritakan sejarah Kerajaan Samudera Pasai sebagai evaluasi data dan pertimbangan dalam menetapkan kelayakan media pembelajaran.

Data yang diperoleh dari produk berupa film animasi ini adalah data kuantitatif yang diperoleh dari hasil perhitungan tiap poin angket yang diberikan kepada tiap-tiap responden. Instrumen yang digunakan dalam pengujian terhadap responden dikatakan layak ketika instrumen tersebut telah memenuhi kriteria validitas. Kriteria validitas ditunjukkan pada Tabel 1 (Arikunto, 2010).

**Tabel 1. Kriteria Validitas.**

Kriteria Validitas	Nilai
81% - 100%	Sangat tinggi
61% - 80%	Tinggi
41% - 60%	Cukup
21% - 40%	Rendah
0% - 20%	Sangat rendah

Hasil perhitungan kevalidan menggunakan rumus berikut dengan menggunakan satuan persen (%).

$$V = \frac{\text{jumlah skor penilai}}{\text{jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$



Pengujian dengan menggunakan *pre-test* dan *post-test* dilakukan sebelum instrumen soal diberikan kepada responden. Instrumen soal inilah yang harus dilakukan uji validitas dan reabilitas agar hasil yang diperoleh dapat dipercaya oleh semua pihak yang terlibat.

Instrumen yang realibel akan menghasilkan data yang benar sesuai dengan kenyataan yang ada di lapangan, dapat dipercaya, dan hasil yang diperoleh akan sama meskipun dilakukan beberapa kali pengujian (Arikunto, 2010). Menurut Purwanto, reliabilitas instrumen dapat diperoleh dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach* (Purwanto, 2007), yaitu

$$\alpha = \left( \frac{K}{K-1} \right) \left( \frac{S_r^2 - \sum S_i^2}{S_x^2} \right), \quad (2)$$

dimana  $\alpha$  adalah koefisien *Alpha Cronbach*,  $K$  adalah jumlah pertanyaan yang diujikan kepada responden,  $S_i$  adalah varians skor butir, dan  $S_x$  adalah varians skor-skor tes.

Menurut Priyatno (2014), suatu instrumen dapat dikatakan valid bila sesuai dengan kriteria reliabilitas pada Tabel 2. Sedangkan kriteria kelayakan dikemukakan oleh Akbar (2013) pada Tabel 3.

**Tabel 2. Kriteria Reliabilitas.**

Alpha	Tingkat Reliabilitas
Antara > 0,8	Baik
Antara > 0,7 sampai 0,8	Dapat diterima
Antara > 0,6	Kurang baik

**Tabel 3. Kriteria Kelayakan.**

Presentase Nilai Rata - Rata	Keterangan
85,01% - 100%	Sangat layak
70,01% - 85%	Layak
50,01% - 70%	Kurang layak
01,00% - 0%	Tidak layak

Pengembangan media pembelajaran berupa film animasi ini dilakukan dengan 2 pengujian, yaitu pengujian prasyarat dan pengujian analisis data sebagai pengembangan media pembelajaran. Pengujian prasyarat dan pengujian media pembelajaran ini berupa uji normalitas dan efisiensi.

Pengembangan media animasi ini dilakukan dengan menggunakan teknik kuisisioner dengan instrumen berupa angket. Presentase kelayakan ( $P$ ) dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$P = \frac{\sum x}{\sum y} \times 100\%, \quad (3)$$

dimana  $x$  adalah jawaban responden dan  $y$  adalah skor maksimal, yang mana rumus tersebut merupakan adaptasi dari Akbar (2013).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Film pendek animasi ini terdiri dari 4 karakter, yaitu Raja Malik As-Saleh, Ibnu Batutah, Marcopolo dan seorang warga desa. Latar yang digunakan yaitu kerajaan, desa, pantai dan pasar. Selain itu penulis juga menambahkan beberapa asset seperti kursi raja, podium, dan buku catatan Ibnu Batutah.



#### 4.1. Praproduksi

##### 1) Ide dan Konsep

Ide yang penulis gunakan dalam membuat film animasi ini didasarkan dari studi literatur yang dilakukan. Tema yang diambil pada film animasi dengan judul "Rancang Bangun Film Animasi 3 Dimensi Sejarah Terbentuknya Kerajaan Samudra Pasai Menggunakan *Software* Blender" adalah tentang asal-usul ditemukannya kerajaan Islam pertama yaitu Samudra Pasai. Dalam animasi ini penulis akan menampilkan bukti-bukti yang mendukung bahwa kerajaan Samudra Pasai adalah kerajaan Islam pertama di Indonesia.

##### 2) Sinopsis

Secara garis besar film ini akan mengisahkan awal mula terbentuknya kerajaan Samudra Pasai, bagaimana Meurah Siluh membangun kerajaan ini, kemudian datangnya Ibnu Batutah dan Marcopolo ke Perak. Hingga cerita runtuhnya kerajaan Samudra Pasai yang disebabkan oleh serangan yang dilakukan Portugal.

##### 3) Karakter

Karakter yang ada di dalam film animasi ini dibedakan menjadi 2, yaitu karakter utama dan karakter pendukung.

###### a) Karakter Utama



**Gambar 2. Karakter Tokoh Raja.**

Nama : Meurah Siluh yang kemudian berubah menjadi Sultan Malik As Saleh  
Warna Kulit : Putih  
Rambut : Hitam dengan menggunakan mahkota  
Sifat : Berani mengambil risiko, tanggung jawab, pintar, dan sopan

###### b) Karakter Pendukung



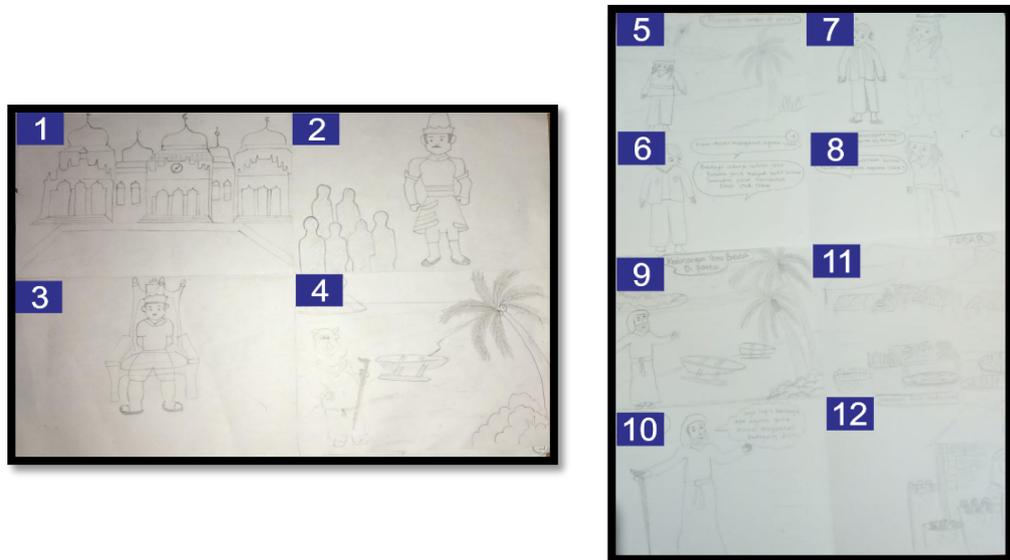
**Gambar 3. Karakter Tokoh Pendukung**

Karakter tokoh pendukung memiliki ciri khas masing-masing. Pemilihan warna kulit, aksesoris baju, maupun sifat bisa adalah faktor-faktor pembentuk ciri khas tersebut. Karakter tokoh pendukung yang digunakan dalam film animasi ini dapat dilihat pada Gambar 3.



4) *Storyboard*

*Storyboard* atau rancangan alur cerita dibuat agar nantinya proses pengerjaan film animasi 3D ini akan menjadi lebih mudah dan terarah (Caroline, Tulenan, & A. Sugiarso, 2016). Oleh karena itu, penulis telah menyusun *storyboard* yang akan menjadi acuan dalam proses produksi. Berikut adalah gambar beserta penjelasan dari *storyboard* film animasi ini.



**Gambar 4. Storyboard.**

Penjelasan dari *storyboard* diatas adalah sebagai berikut:

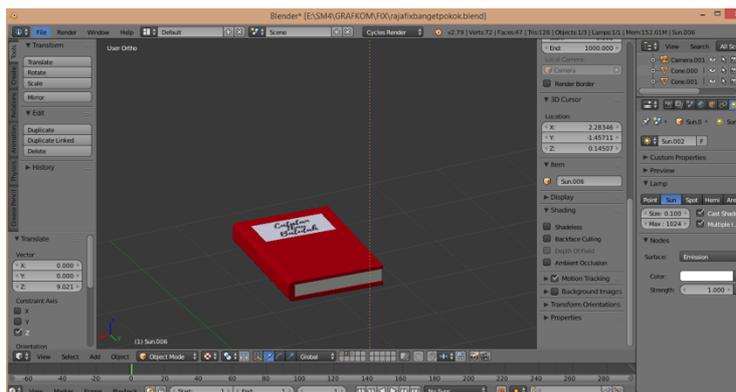
- 1) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan gambaran istana Kerajaan Samudra Pasai.
- 2) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Sultan Malik As Saleh membaca dua kalimat syahadat dihadapan para rakyat.
- 3) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan bahwa Sultan Malik As Saleh sudah diangkat menjadi raja.
- 4) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan latar Pelabuhan Pasai.
- 5) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Ibnu Batutah datang ke Pelabuhan Pasai.
- 6) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan rakyat Samudra Pasai.
- 7) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Ibnu Batutah bertanya kepada rakyat Samudra Pasai.
- 8) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Ibnu Batutah menetapkan bahwa Samudra Pasai adalah Kerajaan Islam pertama.
- 9) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Marcopolo datang ke Pelabuhan Pasai.
- 10) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Marcopolo.
- 11) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Marcopolo bertanya kepada rakyat Samudra Pasai.
- 12) *Scene* yang di dalamnya terdapat adegan Marcopolo memberitahukan sebuah berita.

#### 4.2. Produksi

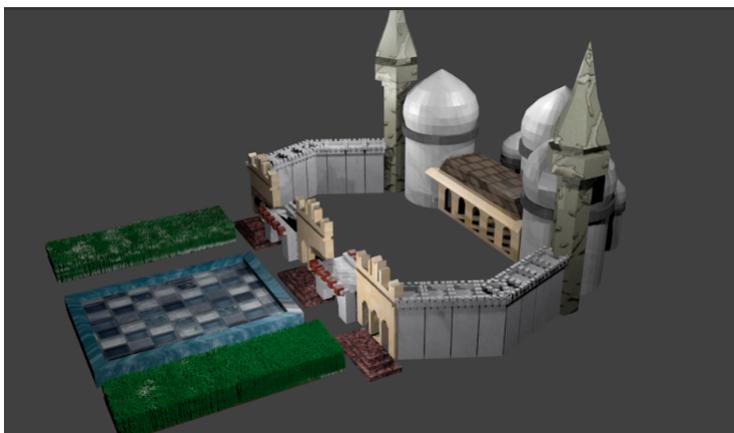
##### 1) *Modeling*

Pada aplikasi *open source* Blender biasanya untuk membuat sebuah objek-objek yang kita butuhkan menggunakan *tools* seperti *plane*, *cube*, *circle*, *UV sphere*, *icosphere*, *cylinder*, *cone*, dan *grid* (Limbong, Tulenan, & Rindengan, 2017). Contoh hasil dari pembuatan objek-objek menggunakan *tools add mesh* yang ada pada Blender dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6. Sedangkan untuk pembuatan karakter penulis menggunakan *bodymesh* sebagai *modelling*. *Bodymesh* dari karakter dapat diamati pada Gambar 7.

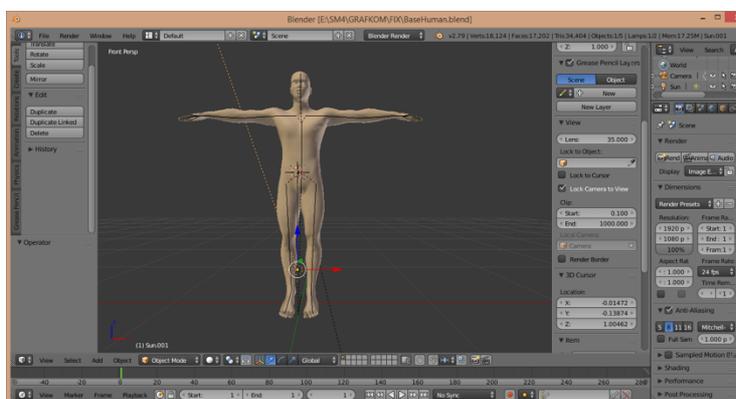




Gambar 5. Modelling Aset.



Gambar 6. Modelling Latar.

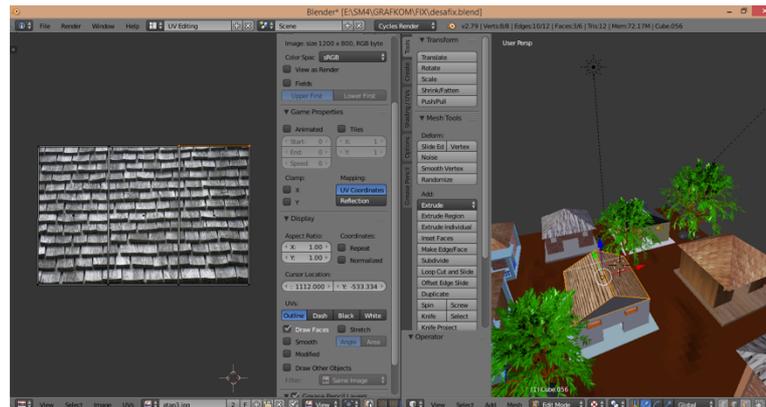


Gambar 7. Bodymesh.

## 2) Texturing

*Texturing* dalam film animasi ini menggunakan 2 cara, yang pertama *texturing* pemberian warna menggunakan *tools* material yang ada di Blender. Kedua menggunakan teknik *UV Mapping*. Teknik *UV Mapping* dan *Texture Painting* merupakan metode untuk menambahkan detail, tekstur permukaan, atau warna ke dalam model grafis yang di hasilkan komputer atau 3D, sehingga dengan menerapkan teknik *UV Mapping* dan *Texture Painting* akan mendukung dalam pewarnaan model 3D menjadi lebih nyata (Setiawan, Trisnadoli, & Nugroho, 2019). Berikut adalah proses *texturing* yang penulis lakukan pada objek animasi.





Gambar 8. Texturing.

### 3) Rigging

*Rigging* adalah metode pemberian atau pemasangan tulang pada karakter animasi agar bisa digerakkan (Satriawan & Apriyani, 2016). Setelah itu karakter harus diberikan kontroler untuk mengendalikan gerakan. Jumlah kontroler bergantung pada variasi gerak dari karakter tersebut. Semakin banyak variasi gerakannya, maka kontroler yang harus dibuat semakin banyak, begitu pula sebaliknya. Proses *rigging* pada animasi 3 dimensi dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Rigging.

### 4) Animating

Karakter yang telah memiliki kerangka tulang dan kontroler akan memasuki proses *animating*. Proses ini adalah tahap untuk pemberian gerakan pada objek animasi. Langkah-langkah dalam proses *animating* ini secara singkat adalah sebagai berikut. Menentukan penggunaan *frame* dengan menggunakan "*action editor*". Kemudian mengganti mode *bone* menjadi "*pose*". Selanjutnya atur pergerakan *bone* sesuai adegan yang ada. Setelah *bone* diatur, klik "*I*" dan pilih "*LocRoteScale*", fungsinya untuk mengunci lokasi dan rotasi. Setelah itu terakhir adalah mengatur peletakan kamera.

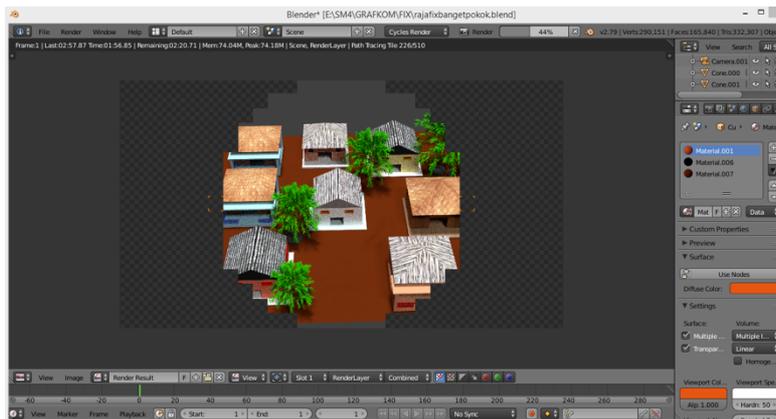




Gambar 10. Animating.

### 5) Rendering

Proses terakhir dalam tahap produksi ialah *rendering*. Sebelum melakukan render, pencahayaan dalam animasi harus diperhatikan. Cara untuk melakukan *rendering* pada Blender menggunakan *tools render* kemudian memilih pilihan "*Render Animation*". Hasil dari rendering ini berupa video yang didapatkan dari gabungan *frame-frame* yang telah dibuat sebelumnya. Semakin banyak *frame* yang ada, maka hasil pergerakan dari objek akan terlihat semakin halus.



Gambar 11. Rendering.

## 4.3. Pasca Produksi

### 1) Editing

Sebuah film animasi tidak lengkap jika tidak memiliki efek suara di dalamnya. Adapun hal-hal yang dilakukan dalam proses *editing* ini adalah melakukan pengisian suara karakter, penambahan efek-efek suara pendukung, dan hal lain yang dapat menambah kelengkapan dari film animasi ini. Penambahan suara dapat berupa penambahan SFX (*Sound Effect*) dan musik yang akan memperkuat film animasi tersebut (Handani & Nafianti, 2017). Dalam proses editing juga penulis melakukan pengecekan kesesuaian hasil dari tahap-tahap sebelumnya dengan *storyboard* yang ada. Setelah proses editing selesai, film animasi siap untuk *final render*.

### 2) Final Render

Tahap ini adalah tahap paling akhir dalam pembuatan film animasi. Dalam tahap ini akan dilakukan penggabungan video hasil *rendering* pada tahap produksi dan hasil dari tahap *editing*. Setelah melewati *final render*, artinya film animasi telah siap untuk ditonton dan dipublikasikan.



#### 4.4. Uji Coba

Validasi dilakukan oleh ahli dalam pengembangan media film animasi dilakukan oleh dua orang dosen tetap PNS jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang (validator 1 dan 2). Hasil validasi yang dilakukan oleh kedua validator tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

**Tabel 4. Hasil Validasi Ahli.**

No.	Validator	Persentase	Keterangan
1	Validator 1	95%	Layak
2	Validator 2	93,75%	Layak
<b>Rata-rata</b>		94,38%	Layak

Uji lapangan operasional atau implementasi pada penelitian dan pengembangan ini dilakukan pada kalangan mahasiswa sejumlah 30 orang. Data hasil uji lapangan ini diperoleh dari hasil *pre-test* yang dilakukan mahasiswa. Kemudian setelah itu mahasiswa diberikan video animasi yang telah kami rancang sebelumnya mengenai sejarah terbentuknya kerajaan Samudra Pasai. Kemudian data selanjutnya didapat dari hasil *post-test* yang dilakukan. Data hasil uji yang dilakukan pada mahasiswa untuk *pre-test* dan *post-test* disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5. Hasil Uji Lapangan.**

Nilai	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata
<i>Pre-test</i>	20	60	33,67
<i>Post-test</i>	50	90	70,33

Dapat dilihat dari data statistik dua sampel pada tabel di atas. Nilai rata-rata *pre-test* mahasiswa adalah 33,67, sedangkan nilai rata-rata *post-test* mahasiswa adalah 70,33. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai rata-rata mahasiswa pada *pre-test* ke *post-test*.

#### 5. KESIMPULAN

Hasil dari proses pembuatan film animasi 3 dimensi yang berjudul Sejarah Terbentuknya Kerajaan Samudra Pasai ini adalah sebuah film yang telah melewati tiga tahap perancangan sebuah film animasi. Perancangan film ini dimulai dari penentuan ide dan konsep film hingga *final render* yang akhirnya menghasilkan film animasi yang utuh. Dengan adanya film animasi bertemakan sejarah ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan sekaligus menjadi media pembelajaran yang dapat menarik minat kalangan mahasiswa untuk mempelajari sejarah kerajaan Samudra Pasai. Hal ini didasarkan pada data yang kami dapatkan dimana data tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berupa film animasi yang kami rancang dapat meningkatkan pengetahuan mahasiswa berkaitan dengan sejarah kerajaan Samudra Pasai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Rosdakarya.
- Amin, A. (2016). PEMBUATAN FILM ANIMASI CARA UMRAH SESUAI SOFTWARE BLENDER SKRIPSI Oleh : AINUL AMIN. *Teknologi Pendidikan*, 134.
- Arikunto, P. D. S. (2010). Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik. In *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (Ed.Rev.201, p. 413). PT Rineka Cipta.
- Caroline, Y., Tulenan, V., & A. Sugiarso, B. (2016). Rancang Bangun Film Animasi 3 Dimensi Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.35793/jti.9.1.2016.14639>
- E.Awulle, M., R.Sentinuwo, S., & S.M.Lumenta, A. (2016). Pembuatan Film Animasi 3D Menggunakan Metode Dynamic Simulation. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(4), 70–79.
- Handani, S. W., & Nafianti, D. R. (2017). Perancangan Film Pendek Animasi 3 Dimensi Legenda Desa Penyarang. *Jurnal Infotel*, 9(2), 204. <https://doi.org/10.20895/infotel.v9i2.195>
- Limbong, E., Tulenan, V., & Rindengan, Y. D. . (2017). Rancang Bangun Animasi 3 Dimensi



- Budaya Passiliran. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(1).  
<https://doi.org/10.35793/jti.10.1.2017.15803>
- Moniaga, A. N. (2019). Perancangan Film Animasi Kehidupan Remaja Dalam Keluarga Single Parent Untuk Remaja Akhir. *Wimba: Jurnal Komunikasi Visual*, 10(1), 26–38.  
<https://doi.org/10.5614/jkw.2019.10.1.3>
- Munandar, A., & Arifin, N. H. S. (2017). Pemetaan Dan Penilaian Permakaman Sejarah Samudra Pasai Di Kabupaten Aceh Utara. *Paramita - Historical Studies Journal*, 27(1), 090–102.  
<https://doi.org/10.15294/paramita.v27i1.9189>
- Priyatno, D. (2014). *SPSS 22 Pengolahan Data Terpraktis*. CV Andi Offset.
- Purwanto. (2007). *Instrumen penelitian sosial dan pendidikan: pengembangan dan pemanfaatan*. Pustaka Belajar.
- Satriawan, A., & Apriyani, M. E. (2016). Analisis Dan Pembuatan Rigging Karakter 3D Pada Animasi 3D “Jangan Bohong Dong.” *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1), 72–77.  
<https://doi.org/10.15408/jti.v9i1.5580>
- Setiawan, M. I., Trisnadoli, A., & Nugroho, E. S. (2019). Penerapan Teknik UV Mapping dan Texture Painting Dalam Pembuatan Film Animasi 3D Bujang Buta. *Teknik*, 40(1), 26.  
<https://doi.org/10.14710/teknik.v39i3.22758>
- Syafrizal, A., Toyib, R., & Saputra, G. (2019). *Teknik Universitas Muhammadiyah Bengkulu*. 20, 24–25.



## Sistem *Scheduling* Pelaporan Data Akademik di UIN Sunan Kalijaga ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDikti) dengan Menggunakan Fitur *Cron Job* di Linux

Adi Wirawan

PTIPD UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta

e-mail : adi.wirawan@uin-suka.ac.id.

Artikel ini diajukan 3 Mei 2020, direvisi 12 Juni 2020, diterima 12 Juni 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### Abstract

*Data reporting from higher education to the Higher Education Data Centre (PDDikti) is a form of reporting that must be sent to The Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education (Ristekdikti). This reporting includes aspects of students, academic transactions, and some other data, which usually has a time limit for each academic year. UIN Sunan Kalijaga like other higher educutions, reports a lot of data to PDDikti with a limited time, which sometimes makes reporting officers need to do overtime to report existing data. This study aims to create an application that can schedule data reporting times to the PDDikti feeder application, to reduce overtime that needs to be done by the operator. The application is created using the cron job feature owned by Linux to run reporting commands.*

**Keywords:** *Cron Job, PDDikti, Academic Data*

### Abstrak

Pelaporan data dari perguruan tinggi ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDikti) merupakan bentuk pelaporan yang wajib dikirimkan ke Kementerian Ristek Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristek Dikti). Pelaporan ini meliputi aspek mahasiswa, transaksi akademik, dan beberapa data yang lainnya, yang biasanya memiliki batasan waktu pada tiap tahun akademiknya. UIN Sunan Kalijaga seperti perguruan tinggi lainnya, melaporkan banyak data ke PDDikti dengan tenggat waktu yang sudah ditentukan, yang kadang menjadikan petugas pelaporan perlu melakukan lembur untuk melaporkan data yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi yang bisa menjadwalkan waktu pelaporan data ke aplikasi *feeder* PDDikti, sehingga bisa mengurangi waktu lembur yang perlu dilakukan oleh operator. Aplikasi dibuat dengan memanfaatkan fitur *cron job* yang dimiliki oleh Linux untuk menjalankan perintah pelaporan.

**Kata Kunci:** *Cron Job, PDDikti, Data Akademik*

## 1. PENDAHULUAN

Pelaporan data akademik ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi atau PDDikti adalah hal yang sangat penting untuk dilakukan. Menurut situs dari PDDikti (PDDikti, 2020), PDDikti merupakan kumpulan data penyelenggaraan pendidikan tinggi seluruh perguruan tinggi yang terintegrasi secara nasional. Pelaporan tersebut mengirimkan banyak informasi ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi yang dikelola oleh Ristek Dikti. Data yang dikirimkan ke PDDikti adalah data transaksi akademik yang ada di institusi pendidikan, salah satunya UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Data yang dikirimkan diantaranya adalah data aktifitas mengajar dosen, data aktifitas perkuliahan mahasiswa, data matakuliah, data kurikulum, data penyelenggaraan matakuliah, dan data-data akademik lainnya.

Dengan begitu pentingnya data yang perlu masuk ke PDDikti, Ristek Dikti menjadikan data yang terkandung di PDDikti ini menjadi sumber untuk valid atau tidaknya profil seorang mahasiswa. Tidak jarang seorang lulusan dari suatu institusi pendidikan menjadi tidak diterima bekerja karena tidak tersedianya data lulusan di situs PDDikti.

Selama ini pelaporan ke PDDikti di UIN Sunan Kalijaga biasa dikerjakan oleh pihak Akademik. Pelaporan dilakukan ketika jam kerja untuk melaporkan banyak data yang harus segera masuk.



Penting untuk diketahui, bahwa periode untuk memasukkan transaksi bisa jadi dibatasi oleh pihak Ristek Dikti, sehingga pihak Akademik UIN Sunan Kalijaga melakukan lembur untuk menyelesaikan proses pelaporan. Dengan terbatasnya waktu jam kerja maka proses pelaporan bisa mengalami kendala waktu untuk menyelesaikan banyaknya laporan yang harus dikirimkan.

Server UIN Sunan Kalijaga secara umum tidak mengalami beban pekerjaan yang berat pada saat malam hari, karena pada malam hari tidak banyak yang melakukan transaksi ke *server*. Beban *server* yang besar biasa diterima pada saat jam kerja atau pada saat pengisian KRS (Kartu Rencana Studi). Malam hari merupakan waktu di mana *resource* ataupun sumber daya yang dimiliki *server* tidak digunakan dengan maksimal. *Resource* tersebut bisa dimanfaatkan untuk mengerjakan laporan-laporan yang membutuhkan banyak sumber daya untuk menjalankan proses yang dibutuhkan. Terbatasnya waktu operator dalam mengerjakan laporan pada saat malam hari tentu menjadi pertimbangan untuk memberikan tugas tambahan kepada operator terutama operator PDDikti untuk menjalankan tugas pada malam hari.

*Cron job* merupakan aturan penjadwalan suatu perintah yang dijalankan secara periodik (Setiawan, 2013). *Cron* diatur oleh *crontab (cron table) file*, yakni adalah sebuah *file* konfigurasi yang berisikan perintah yang akan berjalan secara periodik berdasarkan pengaturan jadwal yang diberikan. Kontrol untuk mengatur waktu akan diatur dengan menggunakan PHP (*Hypertext Preprocessors*) sebagai bahasa pemrograman, di mana PHP adalah bahasa yang kita gunakan untuk membuat *server* menghasilkan *output* yang berbeda setiap kali *browser* melakukan *request* terhadap suatu halaman (Nixon, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk membuat program penjadwalan pelaporan data Akademik di UIN Sunan Kalijaga ke *server* PDDikti yang dikelola oleh Ristek Dikti. Penelitian ini fokus kepada pemanfaatan fitur *cron job* yang dimiliki oleh Linux untuk menjadwalkan pelaporan pada waktu yang bisa dijadwalkan oleh seorang operator.

Penelitian ini memanfaatkan fasilitas *cron job* di Linux untuk menjadwalkan proses eksekusi program. Pemanfaatan *cron job* untuk melakukan proses penjadwalan telah banyak digunakan di beberapa penelitian di antaranya seperti pengambilan data secara periodik di Arduino (Isikdag & Pilouk, 2016) pengendalian rumah pintar (Risaldo et al., 2016), monitoring kualitas air di PDAM Surabaya (Budiarti et al., 2017), pengambilan data temperatur (Ziyaulhaq, 2017), pembuatan bel bergantian otomatis (Moedjahedy, 2018), proses menampilkan jadwal matakuliah dalam *signate board* atau papan informasi (Triyono, 2018).

Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan *cron job* di Linux untuk eksekusi beberapa program secara periodik, baik di sistem Arduino, rumah pintar, dan beberapa program yang lainnya. Penelitian ini difokuskan untuk memanfaatkan *cron job* di Linux untuk mengirimkan laporan data akademik ke PDDikti, berdasarkan data dan waktu yang bisa ditentukan oleh operator pelaporan data PDDikti.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Membangun sistem yang bisa mengatur penjadwalan proses pelaporan data ke PDDikti.
- 2) Mengimplementasikan sistem pelaporan dengan sistem penjadwalan yang bisa memberikan *log* hasil pelaporan.
- 3) Mengimplementasikan fitur *cron job* yang ada di Linux untuk menjalankan perintah secara dalam periode waktu tertentu.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengembangan sistem pelaporan data ke PDDikti dengan menggunakan fasilitas *cron job* yang ada di Linux ini dimulai dengan melakukan studi pendahuluan. Tahapan studi pendahuluan ditujukan untuk mengetahui konsep yang mendalam tentang hal-hal yang dibutuhkan dalam penelitian. Tahapan ini dilakukan untuk melakukan proses pengkajian data atau informasi yang dibutuhkan dalam proses pengembangan sistem.



- 1) Studi Literatur dan Kepustakaan  
Studi literatur atau kepustakaan adalah jenis studi data yang dilakukan dengan cara menelaah buku-buku ataupun literatur-literatur yang bisa dimanfaatkan sebagai landasan serta teori dalam pembuatan sistem.
- 2) Observasi  
Merupakan studi yang dilakukan dengan cara melihat secara langsung tempat ataupun objek untuk bisa mendapatkan informasi yang diperlukan dalam pembuatan sistem.
- 3) Wawancara  
Tahapan yang dilakukan dengan mengajukan pertanyaan kepada pihak terkait untuk mendapatkan informasi untuk bisa mengetahui masalah yang sedang dihadapi.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis metodologi pengembangan sistem (SDLC) *waterfall*. Metode *waterfall* adalah metode yang memecah tahapan proses pengerjaan proses menjadi urutan yang linier, di mana pengerjaan suatu proses tergantung dari proses sebelumnya (Kontributor Wikipedia, 2020). Analisis kebutuhan sistem pelaporan ini terdiri dari analisis kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

### 2.1. Analisis Kebutuhan Fungsional Sistem

Kebutuhan fungsional dari sistem pelaporan ini adalah:

- 1) Sistem pelaporan bisa menyimpan jadwal waktu kapan suatu pelaporan akan dilakukan.
- 2) Sistem bisa menyimpan *log* hasil pelaporan sebagai bentuk koreksi semisal ada hal yang perlu diperbaiki dalam proses pelaporan.
- 3) Sistem bisa menampilkan daftar pelaporan yang sudah berlangsung, sedang berlangsung ataupun yang akan berlangsung.

### 2.2. Analisis Kebutuhan Non Fungsional Sistem

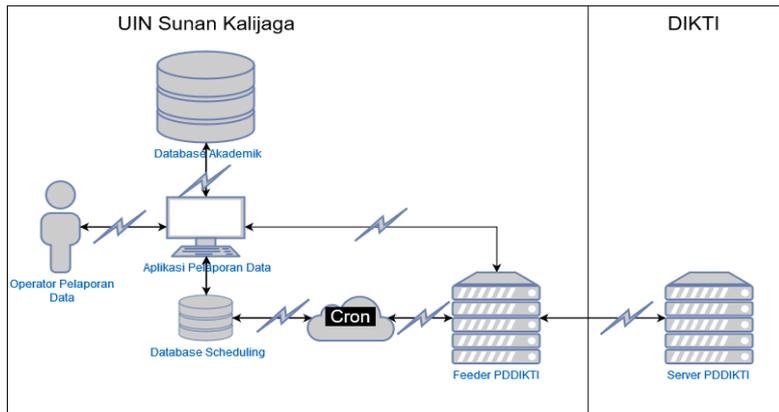
Analisis kebutuhan non fungsional memberikan gambaran tentang kebutuhan sistem yang memiliki titik berat kepada properti perilaku yang dimiliki oleh suatu sistem yang mendukung kelancaran proses pembuatan dan pengujian. Beberapa aspek yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem ini di antara kebutuhan perangkat keras (*hardware*), perangkat lunak (*software*), dan pengguna (*user*) sebagai bahan analisis kebutuhan yang harus dipenuhi dalam proses perancangan sistem yang akan diterapkan.

- a) Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)  
Kebutuhan *hardware* yang diperlukan pada proses pembangunan dan implementasi terdiri dari:
  - Server processor Intel(R) Xeon(R) CPU E5-2630 v2 @ 2.60GHz. Memory 200GB
  - Laptop processor Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @ 1.80GHz 2.00GHz. Memory 8GB
- b) Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)  
Kebutuhan *software* yang diperlukan pada proses pembangunan dan implementasi terdiri dari:
  - PHP versi 5.5.9
  - Database PostgreSQL 12.1
  - Ubuntu Server 4.04
  - Apache Web Server 2.4.7
  - Visual Studio Code 1.45.0
- c) Analisis Pengguna (*User*)  
Tahapan ini untuk mengetahui siapa saja aktor yang terlibat dalam menjalankan sistem. Pengguna sistem adalah operator di bagian Akademik yang akan melaporkan data-data Akademik ke PDDikti.

### 2.3. Desain Pengembangan Sistem

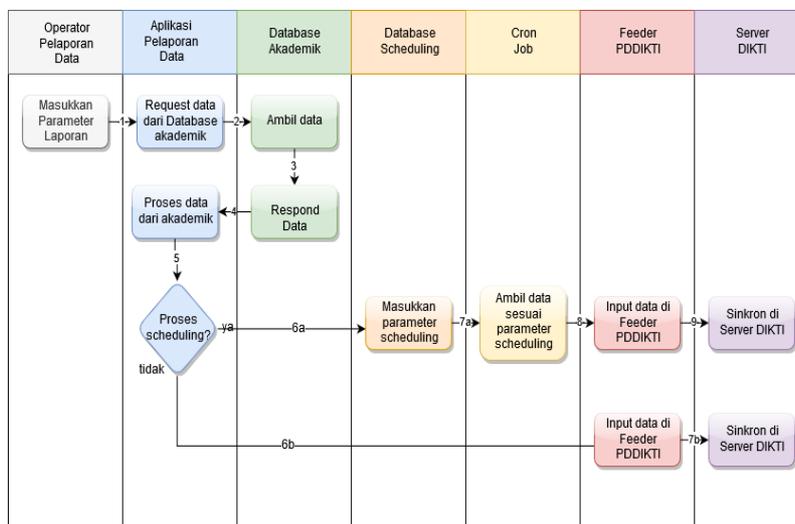
Rancangan sistem pelaporan data ke *feder* PDDikti dengan menggunakan *cron job* di Linux secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.





**Gambar 1. Skema pelaporan data ke feeder PDDikti**

Alur proses pelaporan data ke PDDikti dengan menggunakan proses *scheduling* atau penjadwalan ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2. Alur proses pelaporan data PDDikti dengan *scheduling***

Alur proses pelaporan data ke PDDikti dengan menggunakan *scheduling* ditampilkan pada Gambar 2. Alur yang terjadi pada Gambar 2 adalah:

- 1) Operator memasukkan parameter yang hendak dilaporkan ke dalam sistem pelaporan PDDikti yang ada di UIN Sunan Kalijaga.
- 2) Aplikasi pelaporan melakukan *request* data ke *database* akademik untuk mendapatkan data sesuai dengan operasi yang akan dilakukan oleh operator pelaporan data.
- 3) *Database* akademik memberikan *respond* berupa data yang dipanggil oleh aplikasi melalui *backend* yang dikembalikan dengan *protocol* REST.
- 4) Data yang diperoleh dari *database* akademik melalui *backend* kemudian diterima oleh aplikasi. Data kemudian diolah dan diformat sesuai dengan format yang sudah ditentukan oleh *feeder* PDDikti.
- 5) Aplikasi menyiapkan dua pilihan pada saat akan melakukan pelaporan. Pelaporan dengan menggunakan proses *scheduling* atau penjadwalan ataukah langsung melakukan insert data ke *feeder* PDDikti.
- 6) Jika dipilih perintah untuk proses *scheduling* maka aplikasi akan memasukkan data parameter ke *database scheduling* melalui *backend*; Jika dipilih proses input data tanpa menggunakan proses *scheduling* maka aplikasi akan melanjutkan proses memasukkan data ke *feeder* PDDikti.



- 7) Data yang ada di *database scheduling* secara periodik akan diambil datanya oleh *cron job* di Linux. Apabila waktu yang ditentukan saat melakukan penjadwalan sesuai, atau lebih dari waktu yang ditentukan, serta belum diproses maka parameter yang dimasukkan akan diproses, dan data akan dimasukkan ke *feeder PDDikti*; Proses sinkronisasi data di *feeder PDDikti* dengan server DIKTI.
- 8) Parameter yang diatur pada saat *scheduling* akan dimasukkan ke *feeder PDDikti*.
- 9) Data yang ada di *feeder PDDikti* disinkronkan dengan data yang ada di server DIKTI.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi sistem *scheduling* pelaporan data akademik di UIN Sunan Kalijaga ke Pangkalan Data Pendidikan Tinggi (PDDikti) dengan menggunakan fitur *cron job* di Linux menggunakan bahasa pemrograman PHP, HTML, *database PostgreSQL* dan fitur *cron job* di linux. PHP digunakan sebagai bahasa pemrograman yang digunakan untuk melakukan proses input, update, delete data, serta proses manipulasi data. HTML digunakan sebagai antar muka pengguna untuk memasukkan jadwal pelaporan data.

*Database PostgreSQL* yang digunakan pada aplikasi ini merupakan sistem pengaturan *database* relasional yang awalnya bermula di University of California (Obe & Hsu, 2015). *PostgreSQL* digunakan untuk menyimpan jadwal pelaporan data serta menyimpan *log* hasil pelaporan. *Cron job* di Linux digunakan untuk menjalankan proses pengecekan jadwal yang disimpan di *database*, jika jadwal yang dimasukkan sesuai dengan waktu berjalannya *cron job* atau lebih dari waktu berjalannya *cron* dan tidak dalam status diproses maka proses akan dijalankan.

Pembuatan skema tabel yang diterapkan di *database PostgreSQL* dimaksudkan sebagai lokasi penyimpanan untuk menyimpan jadwal pelaporan data serta untuk menyimpan *log* dari hasil pelaporan data.

**Tabel 1. Skema Tabel Penjadwalan dan Penyimpanan Log.**

Nama Kolom	Jenis Kolom
Id	Int
Url	Text
Log	Text
tgl_cron	Timestamp
Nip	Varchar(20)
Status	Varchar(10)
tgl_cron_akses	Timestamp
tgl_set	Timestamp
Page	Varchar(20)

Jadwal pelaporan data serta parameter yang tersimpan di *database PostgreSQL* akan dieksekusi oleh layanan yang disediakan oleh Linux yang bernama *cron job*. *Cron job* di Linux digunakan untuk mengatur interval waktu yang diinginkan untuk proses pemanggilan perintah di Linux. Perintah di Linux ini nantinya akan diisi dengan sebuah alamat *website* yang berisikan perintah untuk mengambil data-data yang diperlukan untuk dimasukkan ke server *feeder PDDikti*.

```
* /5 * * * * wget -q -O /dev/null "http://alamat-website" > /dev/null 2>&1
```

**Gambar 3. Perintah *cron job* untuk menjalankan pemanggilan program.**

Perintah yang dijalankan di *cron job* di Gambar 3 adalah perintah untuk menjalankan perintah *wget* di Linux yakni memanggil alamat sebuah *website*. Angka yang dituliskan sebelum perintah



di *cron job* menandakan waktu eksekusi perintah (Siever et al., 2009). Pada proses pelaporan, sistem menggunakan script PHP melakukan proses pelaporan data. Antar muka pelaporan data dibuat dengan menggunakan HTML sebagai antarmukanya. PHP sebagai bahasa pemrograman untuk pemrosesan data juga untuk proses pelaporan data.

Gambar 4 menampilkan *form* yang digunakan untuk memasukkan data-data yang diinginkan untuk dimasukkan ke aplikasi *feeder* PDDikti. *Form* yang tampil di Gambar 4, merupakan salah satu pelaporan data mahasiswa yang harus dimasukkan ke aplikasi *feeder* PDDikti. Aplikasi menyediakan beberapa pilihan fakultas, prodi, angkatan dan beberapa pilihan lainnya. Pengaturan waktu *cron* diatur di area atur jadwal.

Area atur jadwal *cron* menyediakan inputan waktu, yang mana saat waktu yang sudah diatur sesuai atau melebihi waktu yang ditentukan dan status pelaporan belum diproses maka proses input laporan ke *feeder* PDDikti akan dijalankan. Ada beberapa halaman pelaporan yang disiapkan untuk proses pelaporan ini, salah satunya adalah halaman pelaporan data mahasiswa seperti yang tampil di Gambar 4.

Web Service Mahasiswa

Halaman ini ditujukan untuk mengisi data peserta didik pada feeder.

Nama Fakultas	<input type="text" value="Pascasarjana"/>
Nama Prodi	<input type="text" value="-Semua Prodi-"/>
NIM (optional)	<input type="text"/>
Masukkan NIM yang anda ingin masukkan. Bisa dipisahkan dengan tanda koma (,) antar NIM.	
Rentang Angkatan	Batas Bawah <input type="text"/> Batas Atas <input type="text"/>
(Kosongkan rentang Angkatan jika ingin semua angkatan. Lama.)	
Rentang Record	Batas Bawah <input type="text"/> Batas Atas <input type="text"/>
(Kosongkan rentang Record jika ingin semua record. Lama.)	
Atur Jadwal Cron	<input type="text" value="26-03-2020 00:00:00"/> <input type="button" value="Set Cron"/>

**Gambar 4. Antar Muka Pelaporan Data.**

Hasil eksekusi yang dijadikan sebagai pengujian aplikasi dilakukan dengan menggunakan layanan yang disediakan oleh aplikasi, menjadwalkan waktu pelaporan, serta melihat *log* yang didapatkan ketika proses pelaporan sudah terjadi. Gambar 5 menampilkan halaman khusus yang bisa digunakan untuk mengetahui jadwal laporan yang akan dijalankan, sudah dijalankan, maupun yang dalam proses berjalan. Dalam antarmuka yang ditampilkan di Gambar 5, ada pilihan yang bisa dipilih oleh pengguna aplikasi yakni, fakultas, prodi, status *cron*, dan juga halaman yang merupakan halaman yang dilaporkan ke *feeder* PDDikti.

Disediakan kolom waktu *cron* di Gambar 5 untuk bisa mengetahui kapan suatu jadwal pelaporan akan dijalankan. Kolom selanjutnya, yakni kolom waktu atur adalah kolom yang berisikan waktu suatu perintah laporan diatur oleh admin pengelola laporan. Kolom detail, merupakan kolom yang berisikan tombol yang apabila diklik akan menampilkan Gambar 6 yang merupakan hasil *output* ketika proses pelaporan berjalan. *Output* pelaporan bisa berupa informasi sukses, ataupun juga bisa berisikan informasi gagal terhadap laporan yang dijalankan. Dengan adanya fitur 6 ini diharapkan operator pelaporan ketika laporan sudah selesai, maka operator bisa melakukan koreksi apakah pelaporan yang dilakukan berhasil ataukah gagal.



Data Log Cron

Halaman ini ditujukan untuk mencatat Log Cron.

Nama Fakultas:

Nama Prodi:

Halaman:

Status Cron:

NO	Fakultas	Halaman	Status	Waktu Cron	Waktu Atur	Detail	Aksi
1	Adab dan Ilmu Budaya	Web Service Nilai	Selesai	03/03/2020 01:32:57	02/03/2020 15:59:18	Cek	Del
2	Adab dan Ilmu Budaya	Web Service Nilai	Selesai	03/03/2020 00:17:26	02/03/2020 15:59:01	Cek	Del
3	Ilmu Tarbiyah dan Keguruan	Web Service Kelas Mata Kuliah	Selesai	02/03/2020 22:09:55	02/03/2020 15:56:50	Cek	Del

**Gambar 5. Tampilan antar muka daftar pelaporan.**

Info

Halaman : Web Service Nilai

Fakultas : Adab dan Ilmu Budaya

Prodi : Sejarah Peradaban Islam (S2)

Tahun / Semester : 2019 / 2

Angkatan : 2015 s.d. 2019

Rentang Baris : 1 s.d. 400

Log : PROSES untuk 177 data telah selesaiBerhasil 172, belum berhasil 5  
insertNIM 19201022016 pada (S2SKI16#USK501005) Filsafat Ilmu dengan nilai (0)  
insert Sukses Dimasukkan ke nilai.  
insertNIM 19201020015 pada (S2SKI16#USK501005) Filsafat Ilmu dengan nilai (0)  
insert Sukses Dimasukkan ke nilai.  
insertNIM 19201022001 pada (S2SKI16#USK501005) Filsafat Ilmu dengan nilai (0)

**Gambar 6. Log pelaporan data saat cron job dijalankan**

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dengan cara melihat hasil *log* dari aplikasi, maka bisa dilihat di Gambar 6 bahwa aplikasi sudah berhasil melakukan proses input data ke server *feeder* PDDikti dengan mengembalikan informasi sukses.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini berhasil membangun sistem yang mampu menyimpan jadwal waktu kapan suatu pelaporan akan dilakukan.
- 2) Penelitian ini berhasil membangun sistem yang bisa menyimpan *log* hasil pelaporan untuk koreksi.
- 3) Penelitian ini bisa membangun sistem yang menampilkan daftar pelaporan yang sudah berlangsung, sedang berlangsung ataupun yang akan berlangsung.



## DAFTAR PUSTAKA

- Budiarti, R. P. N., Widyatmoko, N., Hariadi, M., & Purnomo, M. H. (2017). Web scraping for automated water quality monitoring system: A case study of PDAM Surabaya. *Proceeding - 2016 International Seminar on Intelligent Technology and Its Application, ISITIA 2016: Recent Trends in Intelligent Computational Technologies for Sustainable Energy*. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2016.7828735>
- Isikdag, U., & Pilouk, M. (2016). Integration of GEO-sensor feeds and event consumer services for real-time representation of IoT nodes. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B4-267-2016>
- Kontributor Wikipedia. (2020). *Model waterfall*. Wikipedia, Ensiklopedia Bebas. [https://id.wikipedia.org/wiki/Model\\_waterfall](https://id.wikipedia.org/wiki/Model_waterfall)
- Moedjahedy, J. (2018). Implementasi Cron Job Linux Sebagai Bel Pergantian Kelas Otomatis Di Universitas Klatat. *CogITo Smart Journal*. <https://doi.org/10.31154/cogito.v4i1.97.1-10>
- Nixon, R. (2012). Learning PHP, MySQL, JavaScript, and CSS, 2nd Edition. In *O'Reilly Media*.
- Obe, R., & Hsu, L. (2015). PostgreSQL: Up and Running. In *O'Reilly Media*.
- PDDikti. (2020). *Sejarah PD Dikti*. PDDikti - Pangkalan Data Pendidikan Tinggi. [https://pddikti.kemdikbud.go.id/sejarah\\_pd\\_dikti](https://pddikti.kemdikbud.go.id/sejarah_pd_dikti)
- Risaldo, B., Putra, A., Rohadi, E., & Ariyanto, R. (2016). PENGENDALIAN RUMAH PINTAR MENGGUNAKAN JARINGAN INTERNET BERBASIS RASPBERRY PI. *Prosiding SENTIA*, 103–110.
- Setiawan, A. (2013). *RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING RUANGAN MENGGUNAKAN WEBCAM BERBASIS OPENWRT*. UIN Sunan Kalijaga.
- Siever, E., Figgins, S., Love, R., & Robbins, A. (2009). Linux in a nutshell. In *O'Reilly*.
- Triyono, A. (2018). IMPLEMENTASI RASPBERRY PI UNTUK APLIKASI SIGNATE BOARD JADWAL KULIAH BERBASIS WEB DENGAN SISTEM OPERASI LINUX. *Sebatik*, 22(2), 102–106. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v22i2.315>
- Ziyaulhaq, M. (2017). Embedded Web server for Industrial Applications using Raspberry-Pi. In *International Journal of Engineering Science and Computing*.



## **Analisa Usability Website Akademi Komunitas Negeri Pacitan Menggunakan Metode *Heuristic Evaluation***

**Kurnianto Tri Nugroho<sup>(1)\*</sup>, Bagus Julianto<sup>(2)</sup>, Danny Febryan Nur M.S<sup>(3)</sup>, Gramandha Wega Intyanto<sup>(4)</sup>, Moch. Syahrul Munir<sup>(5)</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Pemeliharaan Komputer dan Jaringan - Akademi Komunitas Negeri Pacitan

<sup>4,5</sup> Program Studi Tata Laksana Studio Produksi - Akademi Komunitas Negeri Pacitan

e-mail : {kurnianto,bagusjulianto,dannyfnms,gramandha,syahrul }@aknpacitan.ac.id.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 3 Mei 2020, direvisi 2 Juli 2020, diterima 3 Juli 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### **Abstract**

*The development of information technology today provides many changes to human life, one of which is the website. The website of the university in particular can help the wider community, especially students, in obtaining information. Akademi Komunitas Negeri (AKN) Pacitan is one of the many colleges that utilize information technology in the form of websites. To find out whether the website created has made it easy for users, it is necessary to analyze the usability of the website. This study will analyze the level of usability on the AKN Pacitan website with the Heuristic Evaluation method. The variables used in this study are five usability variables of the ten variables in the Heuristic Evaluation method, including visibility of system status, the match between system and the real world, consistency and standards, flexibility and efficiency of use, and aesthetic and minimalist design. The population of this research is students, lecturers, and AKN Pacitan staff, using probability sampling, simple random sampling, and proportionate stratified random sampling as data collection techniques. The research data was taken using a questionnaire and analyzed using descriptive analysis methods. From the results of the subsequent questionnaire, the analysis will produce several recommendations for improvement and further development of the AKN Pacitan website to improve the functionality of the website itself.*

**Keywords: Usability, Website, Heuristic Evaluation**

### **Abstrak**

Perkembangan teknologi informasi saat ini memberikan banyak perubahan bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah *website*. *Website* pada perguruan tinggi dapat membantu masyarakat luas terutama mahasiswa dalam mendapatkan informasi, salah satu contohnya yaitu *website* Akademi Komunitas Negeri (AKN) Pacitan. Untuk mengetahui apakah *website* yang dibuat sudah memberikan kemudahan bagi penggunaannya maka perlu dianalisa *usability website*-nya. Pada penelitian ini akan dianalisa tingkat *usability* pada *website* AKN Pacitan dengan metode *Heuristic Evaluation*. Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah lima variabel *usability* dari sepuluh variabel yang ada pada metode *Heuristic Evaluation* antara lain *Visibility of System Status*, *Match Between System and The Real World*, *Consistency and Standards*, *Flexibility and Efficiency of Use* dan *Aesthetic and Minimalist Design*. Populasi penelitian ini adalah mahasiswa, dosen, dan staff AKN Pacitan, menggunakan *probability sampling*, *simple random sampling* dan *proportionate stratified random sampling* sebagai teknik pengambilan data. Data penelitian ini diambil dengan menggunakan kuisioner dan dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif. Dari hasil analisis pengujian dapat dilihat bahwa untuk analisa detail variabel *match between system and the real word* mempunyai presentase 51,1%, *aesthetic and minimalist design* mempunyai presentasi 52,3%, *consistency and standard* mempunyai persentasi 51,1%, *visibility of system status* dengan persentase 50%, dan *flexibility and efficiency of use* mempunyai presentase 25%. Berdasarkan hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa variabel *flexibility and efficiency of use* mempunyai presentase terkecil yaitu 25% hal ini menunjukkan bahwa *website* AKN Pacitan memerlukan perbaikan di sisi fleksibilitas sistem untuk informasi *up to date* dan perlu dikembangkan pula dalam pembuatan menu yang efisien untuk memuat informasi yang dibutuhkan oleh pengguna.

**Kata Kunci: Usability, Website, Heuristic Evaluation**



## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi saat ini telah memberikan banyak perubahan bagi kehidupan manusia, salah satunya adalah internet. Dengan internet memungkinkan seseorang mengakses data, berkerjasama, dan bertukar informasi di seluruh dunia dengan cepat, akurat, dan actual, sehingga jarak bukan lagi menjadi sebuah hambatan. Pemanfaatan internet seperti *website* dapat memberikan keuntungan tersendiri bagi penggunanya maupun orang yang mengaksesnya, seperti *website* sebuah perguruan tinggi dapat membantu masyarakat luas terutama mahasiswa dalam mendapatkan informasi. Mahasiswa dapat mencari referensi-referensi berupa buku elektronik, jurnal, maupun artikel yang ditulis oleh dosen-dosen pada perguruan tinggi tersebut sehingga dapat memperkaya ilmu pengetahuan. Bagi dosen, *website* kampus dapat menjadi salah satu tempat dalam menyebarkan ilmu maupun ide melalui tulisan sehingga dapat dibaca oleh banyak orang, selain itu *website* juga dapat menjadi sebuah media promosi (Ni'mah, 2016)(Riyadi et al., 2013).

Akademi Komunitas Negeri (AKN) Pacitan adalah perguruan tinggi yang berada di Kabupaten Pacitan. AKN Pacitan adalah salah satu dari sekian perguruan tinggi yang memanfaatkan teknologi informasi berupa *website*, di mana pembuatan *website* tersebut bertujuan menyampaikan informasi kepada mahasiswa, dosen, karyawan dan masyarakat terutama di Kabupaten Pacitan. *Website* tersebut berisi informasi berupa berita, akademik, profil AKN Pacitan, informasi penerimaan mahasiswa baru (PMB), *event* kampus, dan juga beasiswa. Penggunaan sistem informasi *website* merupakan suatu hal yang penting bagi sebuah organisasi atau institusi pendidikan, di mana sistem informasi dapat membantu dalam memenuhi kebutuhan atas pengolahan data transaksi harian, mendukung operasi, bersifat manajerial, dan kegiatan strategi dari suatu organisasi serta menyediakan pihak-pihak luar tertentu dengan laporan-laporan yang diperlukan (Hendrianto, 2014).

Salah satu poin penting dalam membangun aplikasi berbasis web adalah berkaitan dengan perancangan desain antar muka. Aplikasi yang akan dibangun harus memiliki tampilan antar muka yang *user-friendly*. Karena desain yang kurang tepat dapat membuat pengguna kurang nyaman, sehingga menghasilkan *rating* "*bounce rate*" yang tinggi atau orang yang mengunjungi halaman masuk tanpa menjelajahi halaman lainnya (Garett et al., 2019). Faktor ini dipengaruhi juga oleh karakter dari pengguna yang tidak mau meluangkan waktu untuk mempelajari suatu *website*, atau dengan kata lain pengguna sangat ingin segera mengerti dengan seketika (*instant*), atas apa yang disajikan dalam suatu *website* (Nielsen, 2005). Hal ini memperlihatkan bahwa sebuah halaman *website* yang kurang menarik akan menyebabkan pengunjung tidak akan berlama-lama untuk membuka halaman *website* kita, dan segera beralih ke *website* lain yang lebih menarik. Tentu kondisi ini akan mempengaruhi jumlah pengunjung, dan salah satu imbasnya adalah tujuan promosi tidak akan tercapai. Hal tersebut yang menjadi latar belakang penulis untuk melakukan analisa terhadap *website* di AKN Pacitan. Menurut penulis *website* di AKN Pacitan masih memerlukan pengembangan lebih lanjut tentang keefektifan informasi yang diberikan melalui tampilan *user interface*-nya. Agar halaman *website* yang dibuat menarik maka perlu memperhatikan faktor kemudahan pengguna (*usability*). *Usability* didefinisikan sebagai kemampuan sistem untuk memenuhi kebutuhan pengguna dengan lima atribut penilaian, yaitu *learnability*, *efficiency*, *memorability*, *errors* dan *satisfaction* (Nielsen, 2005).

Beberapa penulis sebelumnya, yang telah dilakukan oleh Firmansyah tahun 2016 menyatakan bahwa evaluasi *Heuristic* dengan menggunakan aturan Nielsen secara umum dapat dijadikan panduan untuk perbaikan dalam pengembangan aplikasi berikutnya, serta dalam penelitian tersebut mengungkapkan bahwa evaluasi *Heuristic* merupakan cara sederhana yang dapat dilakukan dengan cepat dan mudah untuk menilai daya guna dari antar muka suatu sistem (Firmansyah, 2016). Kemudian pendapat ini diperkuat oleh Caesaron tahun 2015, Caesaron menyatakan bahwa evaluasi berdasarkan pendekatan *Heuristic* dengan aturan Nielsen mampu memberikan kemudahan dalam penilaian dan mudah dalam memberikan rekomendasi perbaikan-perbaikan sistem (Caesaron, 2015). Dari pernyataan-pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pendekatan *Heuristic* dari aturan Nielsen mampu memberikan penilaian yang sesuai dengan kebutuhan unsur *Human Computer Interaction* (HCI) atau Interaksi Manusia dan Komputer yang baik dan sesuai dengan studi kasus, sehingga peneliti mencoba



menggunakan pendekatan tersebut. Peneliti akan menerapkan metode Heuristik Nielsen pada *website* AKN Pacitan, dan dari penelitian ini akan didapatkan nilai-nilai yang menyatakan seberapa besar nilai persetujuan dari kelima aspek yang telah peneliti tetapkan. Nilai-nilai ini berupa persentase ketidakpuasan responden terhadap sistem yang akan digunakan sebagai acuan bagi *website* AKN Pacitan dalam melakukan perbaikan yang sesuai dengan keinginan penggunaannya.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan metode studi kasus (*case-study*), di mana dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif yang melibatkan pengumpulan ragam sumber informasi salah satunya responden (pengguna) (Garett et al., 2019). Dalam penelitian ini akan menggunakan metode evaluasi Nielsen dengan lima aspek evaluasi dari sepuluh aspek evaluasi yang ada. Kelima aspek tersebut meliputi *Visibility of System Status*, *Match Between System and The Real World*, *Consistency and Standards*, *Flexibility and Efficiency of Use* dan *Aesthetic and Minimalist Design* (Nielsen, 2005).

Berdasarkan Gambar 1 penulis melakukan beberapa tahapan penelitian, di antaranya adalah pada tahap awal penulis melakukan analisis permasalahan yang telah dijabarkan di dalam latar belakang, kemudian penulis melakukan studi literatur terhadap permasalahan yang penulis angkat dengan menggunakan metode evaluasi Nielsen yang sudah penulis jabarkan di paragraf pertama, dari metode ini selanjutnya penulis akan menentukan beberapa poin yang menjadi fokus penelitian serta menjadi acuan dalam pembuatan sebuah kuesioner dan objek pengambilan data penelitian ini adalah civitas AKN Pacitan yang secara rinci akan dijelaskan pada sub bab 2.1 dan 2.2 Setelah data dikumpulkan langkah selanjutnya adalah penulis akan melakukan pengolahan dan analisis data yang kemudian dari hasil analisa tersebut akan didapatkan permasalahan-permasalahan teknis yang terdapat pada *website* AKN Pacitan di mana dari hasil temuan tersebut penulis akan memberikan rekomendasi-rekomendasi sehingga menjadi acuan bagi AKN Pacitan dalam melakukan pengembangan *website*.

### 2.1. Teknik *Sampling* dan Sampel Penelitian

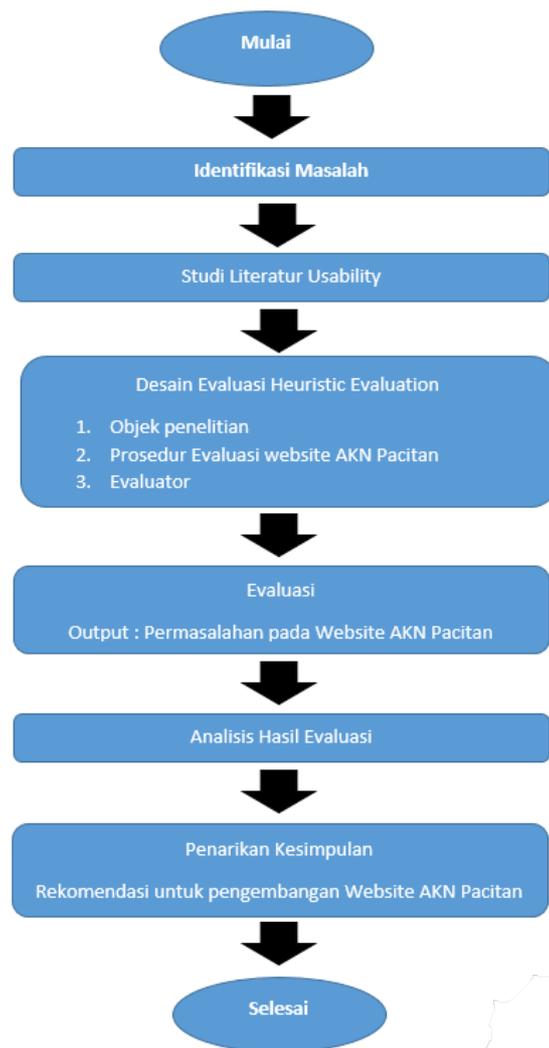
Sampel merupakan bagian dari subjek populasi yang akan diteliti. Menurut Arikunto (2006) mengenai beberapa banyaknya sample yang diambil, maka peneliti perlu mempertimbangkan hal-hal berikut:

- a) Kemampuan peneliti dilihat dari waktu, tenaga, dan dana.
- b) Sempit luasnya wilayah pengamatan dari setiap subyek, karena hal ini menyangkut banyak sedikitnya data.
- c) Besar kecilnya resiko yang ditanggung oleh peneliti. Untuk penelitian yang resikonya besar, tentu saja jika sampel besar maka hasilnya lebih baik.

Berdasarkan pendapat di atas, maka penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*. Menurut Arikunto (2006), *Purposive sampling* dilakukan dengan cara mengambil subyek bukan didasarkan atas adanya tujuan. Teknik ini biasanya dilakukan karena beberapa pertimbangan, misalnya; alasan keterbatasan waktu, tenaga, dan dana sehingga tidak dapat mengambil sampel yang besar dan jauh (Arikunto, 2006).

Menurut Arikunto (2006), jika sampel penelitian kurang dari 100 ditetapkan 25% dan akan lebih baik ditambah sedikit (Arikunto, 2006). Merujuk pada pendapat di atas, maka peneliti mengambil sampel 30% dari jumlah civitas akademi yang ada di AKN Pacitan.





**Gambar 1. Tahapan Penelitian**

## 2.2. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu persiapan dan pengambilan data. Sehingga secara umum teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah:

- a) Data Primer  
Data primer merupakan data yang diperoleh dari objek penelitian yaitu pada AKN Pacitan berupa angket atau kuesioner yang berhubungan dengan penelitian.
- b) Data Sekunder  
Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perpustakaan berupa data teoritis yang berhubungan dengan tema yang akan diteliti yaitu jurnal-jurnal penelitian, buku, dan lainnya.
- c) Observasi  
Observasi merupakan metode pengumpulan data dengan cara pengamatan atau peninjauan langsung terhadap objek penelitian, yaitu mengumpulkan menelaah dan mengamati *website* AKN Pacitan.
- d) Kuesioner  
Merupakan suatu teknik atau cara pengumpulan data secara tidak langsung. Instrumen atau alat pengumpulan datanya disebut angket berisi sejumlah pertanyaan yang harus dijawab atau direspon oleh responden.



### 2.3. Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif rata-rata persentase. Tipe pengukuran yang digunakan adalah skala likert, yaitu untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok tentang kejadian. Skala yang digunakan adalah lima likert dengan ketentuan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Lima Skala Likert.**

No	Skala
1.	Sangat Setuju → (SS)
2.	Setuju → (S)
3.	Normal → (N)
4.	Tidak Setuju → (TS)
5.	Sangat Tidak Setuju → (STS)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini memperlihatkan beberapa perspektif *Usability Heuristic* pada *website* resmi Akademi Komunitas Negeri (AKN) Pacitan di mana aspek tersebut mencakup beberapa aspek antara lain *Visibility of System Status*, *Match Between System and The Real World*, *Consistency and Standards*, *Flexibility and Efficiency of Use* dan *Aesthetic and Minimalist Design*. Dari beberapa perspektif tersebut mempunyai sudut pandang yang berbeda dalam penilaiannya. Untuk melihat fungsi dari kelima perspektif dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Lima Perspektif *Usability Heuristic* dalam Aturan Neilsen.**

No	Perspektif	Fungsi
1.	<i>Visibility of Status</i>	Kemampuan sistem memberikan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna berupa umpan balik (feedback) atau tanggapan yang sesuai dengan apa yang dilakukan oleh pengguna.
2.	<i>Match Between System and The Real World</i>	Bahasa yang digunakan oleh sistem harus sesuai dengan bahasa penggunanya, menggunakan kata dan frase yang akrab dengan pengguna.
3.	<i>Consistency and Standards</i>	Konsistensi antarmuka (interface) pada sistem dan sesuai dengan standar.
4.	<i>Flexibility and Efficiency of Use</i>	Penggunaan sistem secara fleksibel dan efisien.
5.	<i>Aesthetic and Minimalist Design</i>	Sistem mempunyai desain yang simple dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Di mana setiap perspektif tersebut dinilai berdasarkan pada hasil kuesioner yang melibatkan sebanyak 88 responden, di mana responden tersebut adalah *user* yang mempunyai keterkaitan erat dengan *website* Akademi Komunitas Negeri Pacitan (AKNP). Dari hasil survei menggunakan metode kuesioner dengan ketentuan responden menjawab antara Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Netral (N), Tidak Setuju (TS) dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Hasil reliabilitas pada kuesioner ini sebesar 0,998 pada 15 butir pernyataan, *cronbach's alpha* sebesar 0,996. Sedangkan untuk mencapai nilai yang reliabel dibutuhkan minimal 0,6. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil kuisisioner ini reliabel.

Sedangkan dari hasil penelitian berupa angka persentase tentang persetujuan responden terhadap setiap aspek *Heuristic Evaluation* tersebut apabila memiliki nilai persetujuan rendah maka diperlukan rekomendasi dan saran yang akan dimuat dalam pembahasan bagian akhir. Berikut hasil nilai persetujuan responden terhadap *Visibility of System Status*, *Match Between System and The Real World*, *Consistency and Standards*, *Flexibility and Efficiency of Use*, dan *Aesthetic and Minimalist Design* dengan nilai hasil pada Tabel 3.



Tabel 3. Nilai Hasil Persetujuan Responden.

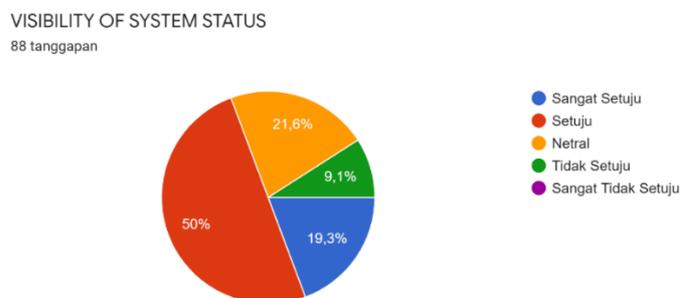
No	Perspektif	Nilai Persetujuan				
		Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
1.	<i>Visibility of Status</i>	17	44	19	8	0
2.	<i>Match Between System and The Real World</i>	15	49	18	5	1
3.	<i>Consistency and Standards</i>	8	45	29	6	0
4.	<i>Flexibility and Efficiency of Use</i>	5	31	28	22	2
5.	<i>Aesthetic and Minimalist Design</i>	13	46	20	8	1

Dari Tabel 3 dapat diketahui masing-masing besaran tingkat nilai persetujuan dari jumlah responden tersebut, maka dapat dilihat seberapa banyak persetujuan pada setiap aspek *Usability Heuristic* sehingga dapat dijabarkan dan dapat dianalisis tingkat persetuannya. Dari hasil tersebut dapat dirumuskan kedalam bentuk persentase sehingga dapat terlihat besaran kesesuaian antara nilai sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju dan sangat tidak setuju. Untuk rumus persentase dapat dilihat pada Pers. (1).

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Pada rumus atau Pers. (1) diambil dari referensi jurnal penelitian (Sukmadinata, 2007).

Dari hasil pengisian kuesioner dari sejumlah 88 responden didapatkan hasil dalam aspek *Visibility of System Status* kedalam bentuk diagram persentase seperti pada Gambar 2.

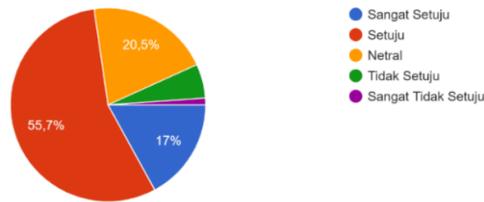


Gambar 2. Nilai Persentase *Visibility of System Status*.

Dari persentase Gambar 2 memperlihatkan besaran nilai jumlah responden pada masing-masing nilai persetujuan yang bersangkutan dengan *Visibility of System Status* atau setuju terhadap kemampuan sistem memberikan informasi yang dibutuhkan responden dan sistem memiliki *feedback* yang baik untuk pengguna/responden. Dengan hasil 0% sangat tidak setuju, 9,1% tidak setuju, 21,6% netral, 50% setuju dan 19,3% sangat setuju. Dengan hasil tersebut nilai yang paling besar pada tingkat persetujuan responden terhadap *Visibility of System Status* adalah pada nilai setuju, sehingga pada aspek *Visibility of System Status* ini *website* Akademi Komunitas Negeri Pacitan mampu memberikan informasi sesuai kebutuhan pengguna dan mampu memberikan *feedback* terhadap pengguna sistem.

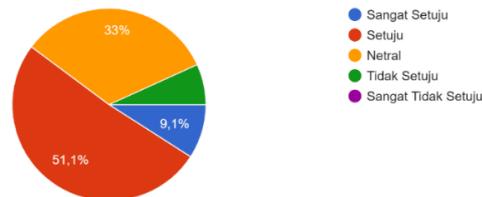
Pada aspek *Match Between System and The Real World* berikut nilai persetujuan responden dalam bentuk diagram persentase seperti pada Gambar 3.



MATCH BETWEEN SYSTEM AND THE REAL WORLD  
88 tanggapan**Gambar 3. Nilai Persentase Match Between System and The Real World.**

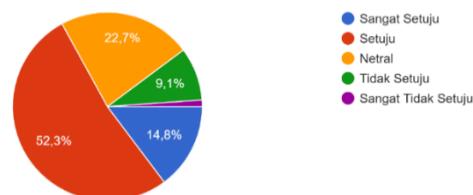
Dari hasil persentase pada Gambar 3. menunjukkan besaran yang terlihat jelas bahwa nilai *Match Between System and The Real World* atau kesesuaian sistem terhadap kenyataan sesungguhnya dengan besaran nilai setuju dan sangat setuju yang cukup besar yaitu sangat setuju 17% dan setuju 55,7%, dibandingkan dengan nilai tidak setuju dan sangat tidak setuju, di mana nilai sangat tidak setuju hanya 1% dan nilai tidak setuju hanya 5,7% sedangkan sisanya 20,5% menunjukkan nilai pada netral. Dari hasil tersebut maka sebagian besar responden menilai setuju bahwa *website* <http://aknpacitan.ac.id/> tersebut mempunyai kesesuaian sistem terhadap kenyataan sesungguhnya yang ada pada Akademi Komunitas Negeri Pacitan.

Pada aspek *Consistency and Standards* atau konsistensi dan standar sistem dengan ketentuan pembangunan sistem dengan standar yang ditentukan untuk sistem *website* <http://aknpacitan.ac.id/> memiliki nilai persentase persetujuan pada Gambar 4.

CONSISTENCY AND STANDARDS  
88 tanggapan**Gambar 4. Nilai Persentase Consistency and Standards.**

Pada Gambar 4. menunjukkan besaran persentase persetujuan responden dari aspek *Consistency and Standards* memiliki nilai persetujuan yaitu sangat setuju 9,1%, setuju 51,1%, netral 33%, tidak setuju 6,8% dan sangat tidak setuju 0%. Dari hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa nilai persetujuan terhadap sistem dari aspek *Consistency and Standards* lebih dominan dari pada ketidaksetujuan, sehingga sistem ini sudah memiliki konsistensi dan sesuai dengan standar untuk *website* perguruan tinggi.

Pada aspek *Flexibility and Efficiency of Use* atau nilai fleksibilitas terhadap efisiensi penggunaan *website* Akademi Komunitas Negeri Pacitan (<http://aknpacitan.ac.id/>) memiliki hasil persetujuan responden seperti Gambar 5.

AESTHETIC AND MINIMALIS DESIGN  
88 tanggapan**Gambar 5. Nilai Persentase Aesthetic and Minimalist Design.**

Pada Gambar 5. tersebut dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa nilai persetujuan responden terhadap *website* dari aspek *Aesthetic and Minimalist Design* yaitu nilai yang cukup besar pada nilai setuju sebesar 52,3%, Netral 22,7% dan setuju 14,8%, sedangkan nilai tidak setuju hanya 9,1% dan sangat tidak setuju 1,1%. Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa *website* <http://aknpacitan.ac.id/> sudah memiliki aspek *Aesthetic and Minimalist Design* yang baik. Akan tetapi disini terdapat nilai responden yang menyatakan ketidaksetujuan sebesar 9,1% tidak setuju dan 1,1% sangat tidak setuju, sehingga masih perlu adanya peningkatan desain dari segi keindahan dan kesederhanaan tampilan *website* supaya menjadi *website* yang lebih baik lagi.

Dari hasil persetujuan dari lima aspek *Visibility of System Status*, *Match Between System and The Real World*, *Consistency and Standards*, *Flexibility and Efficiency of Use* dan *Aesthetic and Minimalist Design* dapat ditarik kesimpulan pernyataan yang menunjukkan keberhasilan dan kekurangan *website*. Kekurangan yang terdapat pada *website* maka perlu adanya tindakan untuk melakukan evaluasi dan perbaikan *website* berdasarkan hasil persetujuan responden. Tabel 4 adalah rangkuman penyimpulan serta rekomendasi yang muncul pada pembahasan ini.

**Tabel 4. Rangkuman dan Rekomendasi.**

No	Prespektif	Rangkuman dan Rekomendasi
1.	<i>Visibility of System Status</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Website</i> Akademi Komunitas Negeri Pacitan (<a href="http://aknpacitan.ac.id/">http://aknpacitan.ac.id/</a>) sudah terdapat navigasi yang digunakan untuk mempermudah pengguna.</li> <li>2) Setiap halaman menu pada <i>website</i> <a href="http://aknpacitan.ac.id/">http://aknpacitan.ac.id/</a> memiliki judul yang sesuai dan menggambarkan isi halaman.</li> <li>3) Informasi yang ditampilkan pada <i>website</i> <a href="http://aknpacitan.ac.id/">http://aknpacitan.ac.id/</a> sudah menampilkan sesuai kebutuhan informasi pengguna.</li> <li>4) Masih perlunya sebuah tindakan apabila terjadi kesalahan sistem harus mempunyai rekomendasi pilihan solusi.</li> </ol>
2.	<i>Match Between System and The Real World</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Sistem mampu menyampaikan informasi yang sesuai dengan kenyataan yang ada pada Akademi Komunitas Negeri Pacitan.</li> <li>2) Informasi yang dimuat mampu dan sesuai akan fakta dan kondisi terbaru yang ada pada Akademi Komunitas Negeri Pacitan.</li> </ol>
3.	<i>Consistency and Standards</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tampilan pada setiap halaman <i>website</i> <a href="http://aknpacitan.ac.id/">http://aknpacitan.ac.id/</a> memiliki bentuk dan isi yang sesuai dan konsisten.</li> <li>2) Pada <i>website</i> <a href="http://aknpacitan.ac.id/">http://aknpacitan.ac.id/</a> belum memiliki konsistensi penggunaan media yang digunakan, sehingga perlu adanya perbaikan atau pengembangan.</li> <li>3) Masih perlunya adanya verifikasi pada kolom komentar disetiap halaman, sehingga komentar yang ditampilkan pada <i>website</i> adalah komentar yang sudah diverifikasi (bukan komentar <i>spam</i>).</li> </ol>
4.	<i>Flexibility and Efficiency of Use</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Website</i> telah mempunyai nilai fleksibilitas efisiensi yang baik dari segi tampilan dan penggunaan.</li> <li>2) Perlunya sebuah peningkatan <i>website</i> dalam segi fleksibilitas sistem untuk informasi yang <i>up to date</i>.</li> <li>3) Sistem perlu dikembangkan dalam hal menu yang efisien untuk memuat informasi yang dibutuhkan oleh pengguna.</li> </ol>
5.	<i>Aesthetic and Minimalist Design</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Website</i> yang dibangun perlu diperbarui dengan tampilan yang sesuai dengan era saat ini yang cenderung menampilkan kesederhanaan dan elegan.</li> <li>2) Tata letak menu pada <i>website</i> <a href="http://aknpacitan.ac.id/">http://aknpacitan.ac.id/</a> sudah familiar dan mudah diakses oleh pengguna.</li> </ol>



#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dari keseluruhan pengujian yang dilakukan bahwa tingkat *Usability website* Akademi Komunitas Negeri Pacitan dengan persentase rata-rata 48,86%. Secara analisa detailnya variabel *Match Between System and The Real World* mempunyai persentase terbesar dengan nilai 55,7% dalam kategori baik. Kemudian *Aesthetic and Minimalist Design* mempunyai persentase 52,3% dalam kategori baik, lalu *Consistency and Standards* mempunyai persentase 51,1% dalam kategori baik dan variabel *Visibility of System Status* dengan persentase 50% dalam kategori baik juga. Variabel *Flexibility and Efficiency of Use* mempunyai persentase 25% dalam kategori rendah. Ini menunjukkan *website* Akademi Komunitas Negeri Pacitan perlu adanya perbaikan mengenai variabel *Flexibility and Efficiency of Use* seperti Perlunya sebuah peningkatan *website* dalam segi fleksibilitas sistem untuk informasi yang *up to date* dan perlu dikembangkan pula dalam hal menu yang efisien untuk memuat informasi yang dibutuhkan oleh pengguna.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2006). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bumi Aksara.
- Caesaron, D. (2015). Evaluasi Heuristic Desain Antar Muka (Interface) Portal Mahasiswa (Studi Kasus Portal Mahasiswa Universitas X). *Jurnal Metris*, 16, 9–14.
- Firmansyah, R. (2016). Evaluasi Heuristik Pada Desain Interface Aplikasi My Indihome. *Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer*, 69-INF.76.
- Garett, R., Chiu, J., Zhang, L., & Young, S. D. (2019). A Literature Review: Website Design and User Engagement. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 6(3), 1–14. <https://doi.org/10.29333/ojcm/2556>
- Hendrianto, D. E. (2014). Pembuatan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Website Pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Donorojo Kabupaten Pacitan. *Indonesia Journal on Networking and Security*, 3(4), 57–64.
- Ni'mah, A. (2016). *Pemanfaatan Internet Sebagai Sumber Belajar Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam di SMP Negeri 4 Purwokerto*. Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Nielsen, J. (2005). *Heuristic Evaluation*.
- Riyadi, A. S., Retnadi, E., & Supriatna, A. D. (2013). Perancangan Sistem Informasi Berbasis Website Subsistem Guru Di Sekolah Pesantren Persatuan Islam 99 Rancabango. *Jurnal Algoritma*, 9(2), 327–337. <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.9-2.327>
- Sukmadinata, N. S. (2007). *Metode Penelitian Pendidikan*. Rosda Karya.



## Komparasi Kinerja Algoritma BFS, Dijkstra, Greedy BFS, dan A\* dalam Melakukan *Pathfinding*

Nadila Sugianti <sup>(1)\*</sup>, Ainatul Mardiyah <sup>(2)</sup>, Nurma Romihim Fadlilah <sup>(3)</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang  
e-mail : {17660036,18650017}@student.uin-malang.ac.id, ainadimana@gmail.com.

\* Penulis korespondensi.

Artikel ini diajukan 20 Mei 2020, direvisi 4 Agustus 2020, diterima 5 Agustus 2020, dan dipublikasikan 9 November 2020.

### Abstract

*Pathfinding is a computational process in finding the best route between two points or nodes to find the shortest path. This method has many algorithms that can be applied in various fields. In carrying out the pathfinding, speed and distance are considered as important. Through the test diagram, this paper illustrates the execution steps related to the pathfinding algorithm which includes BFS, Dijkstra, Greedy BFS, and A\* for comparison. From several studies, the authors identified that execution time and mileage can be used optimally in the comparison process. Input variables as well as media used are 2-dimensional grids and heuristic function calculations. The analogy is carried out on a unity platform with the C# programming language, producing A\* as a more flexible pathfinding algorithm to be implemented in various domains.*

**Keywords:** *Pathfinding, Breadth-First Search, Dijkstra, Greedy Best-First Search, A\**

### Abstrak

*Pathfinding* merupakan proses komputasi dalam menemukan rute terbaik di antara dua titik atau *node* untuk menemukan *shortest path*. Metode ini memiliki banyak algoritma yang dapat diterapkan di berbagai bidang. Dalam melakukan *pathfinding* kecepatan dan jarak dipertimbangkan sebagai hal yang penting. Melalui diagram pengujian, paper ini menggambarkan langkah-langkah eksekusi terkait algoritma *pathfinding* yang meliputi BFS, Dijkstra, Greedy BFS, dan A\* untuk dibandingkan. Dari beberapa penelitian, penulis mengidentifikasi bahwa waktu eksekusi dan jarak tempuh dapat digunakan secara optimal dalam proses komparasi. Variabel input sekaligus media yang digunakan ialah *grid* 2 dimensi serta kalkulasi fungsi *heuristic*. Analogi dilakukan pada platform *unity* dengan bahasa pemrograman C#, menghasilkan A\* sebagai algoritma *pathfinding* yang lebih fleksibel untuk diimplementasikan dalam berbagai domain.

**Kata Kunci:** *Pathfinding, Breadth-First Search, Dijkstra, Greedy Best-First Search, A\**

## 1. PENDAHULUAN

Teori *pathfinding* menggambarkan proses pencarian rute dari titik awal ke titik akhir pada lokasi tertentu. Dalam kebanyakan kasus, tujuan dari *pathfinding* adalah untuk menemukan *shortest path* distingtif yang optimal. *Shortest path* sendiri adalah komputerisasi oleh algoritma pencarian graf, yaitu mengidentifikasi rute optimal dengan biaya minimum dari titik awal ke titik tujuan. Optimal di sini berarti meminimalkan waktu dan memori yang digunakan dalam pencarian rute. Secara umum, solusi *shortest path* dibuat dalam graf terhubung, di mana berbagai simpul atau *node* terhubung melalui garis direksional atau nondireksional (Zhao & Zhao, 2017).

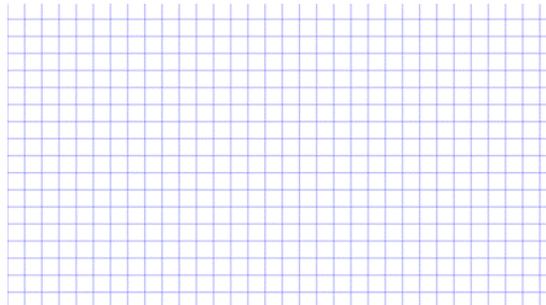
Aplikasi *shortest path* sering diterapkan dalam kehidupan nyata, misalnya dalam *map software* atau sistem navigasi, hal ini melibatkan masalah pencarian rute dari satu titik lokasi ke titik lainnya, dan jalur untuk mengeluarkan biaya minimum akan menjadi rute terpendek. Kasus manajemen transportasi dan desain teknik juga berhubungan erat dengan masalah *shortest path* dalam beberapa hal seperti untuk mengatur berbagai rute proses, penempatan jaringan listrik atau pipa, akuisisi rute dalam peta listrik, dan lain-lain (Zhao & Zhao, 2017). *Pathfinding* memiliki banyak algoritma yang dapat diterapkan pada bidang spesifiknya masing-masing Meskipun demikian, masih ada juga jenis algoritma yang dapat diterapkan secara umum dengan hasil memuaskan. Tetapi tidak selalu jelas apa kelebihan algoritma tertentu dibandingkan dengan alternatifnya.



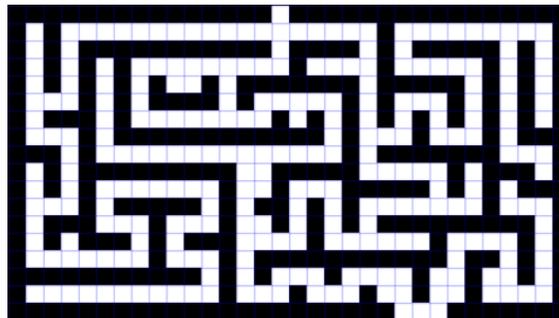
Beberapa algoritma dari metode *pathfinding* yaitu A\*, *best first search* (BFS), algoritma Dijkstra, dan *Greedy Best First Search* akan diimplementasi untuk menganalisis efisiensinya dalam *environment* yang didasarkan pada *grid* dua dimensi. Faktor-faktor seperti ukuran dan jenis *grid*, jarak yang ditempuh, dan waktu eksekusi akan dipertimbangkan melalui serangkaian percobaan. Pada percobaan *grid* dua dimensi ini, setiap algoritma akan mencari jalur terpendek di antara dua *node* yang ditempatkan secara acak lalu waktu eksekusi, dan jarak tempuh akan diukur untuk mencari kelebihan dan kekurangan dari algoritma-algoritma tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

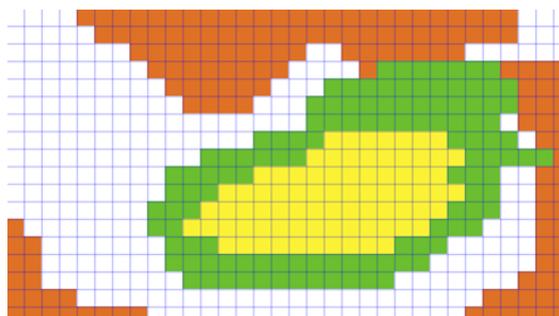
Perbandingan setiap algoritma dilakukan di atas *grid* dua dimensi yang dibuat menggunakan Aseprite. Pengujian ini menggunakan empat macam *grid* yang dikelompokkan sebagai lebih sederhana dan lebih kompleks. *Grid* yang lebih sederhana terdiri dari *empty grid* yang hanya memiliki satu macam *node* yakni *open node* serta *open walls* di mana pada *grid* terdapat dua macam *node* yaitu *open node* dan *blocked node*. Sedangkan *grid* yang lebih kompleks terdiri dari *maze* dan *terrain*. Untuk menilai efisiensi algoritma, percobaan juga dilakukan dengan berbagai ukuran. Ukuran *grid* yang digunakan terbagi menjadi skala kecil dan skala besar. Pada skala kecil ukuran *grid* yaitu 32x18 dan 64x36 *node*. Sedangkan *grid* yang digunakan pada skala besar berukuran 128x72 dan 256x144 *node*. Gambar 1 sampai 3 adalah beberapa sampel dari *grid* dua dimensi yang digunakan.



Gambar 1. Empty Grid 32x18 Node



Gambar 2. Maze 32x18 Node



Gambar 3. Terrain 32x18 Node



Dalam penerapannya beberapa algoritma juga menggunakan fungsi *heuristic*. Fungsi *heuristic* yang digunakan dalam percobaan ini adalah *manhattan distance* karena jaraknya yang berdasarkan pada *grid*.

$$H = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2| \quad (1)$$

Setiap percobaan pada masing-masing jenis dan ukuran *grid* diulang sebanyak 10 kali lalu dirata-rata untuk memastikan keakuratan hasilnya. Pada seluruh jenis dan ukuran *grid*, *node* awal serta *node* tujuan akan diletakkan ditempat yang sama untuk masing-masing algoritma agar mendapatkan hasil penelitian yang adil. Algoritma yang diimplementasikan dapat melakukan *pathfinding* secara horizontal, vertikal, maupun diagonal. Setiap transisi dua *node* yang bersebelahan secara horizontal dan vertikal memiliki biaya 1 dan untuk yang berdekatan secara diagonal memiliki biaya 1.4. Sedangkan pada *terrain*, *node* terdiri dari empat macam yaitu, *open node*, *light terrain*, *medium terrain*, dan *heavy terrain*. Secara berurutan, *node terrain* memiliki biaya tambahan sebesar 2, 3, dan 4.

Program yang digunakan untuk membandingkan algoritma *pathfinding* ini dirancang menggunakan Unity dengan bahasa pemrograman C#, dan semua percobaan dilakukan pada komputer dengan CPU yang berjalan pada frekuensi 1,60 Ghz.

## 2.1. Breadth-First Search (BFS)

*Breadth-first search* (BFS) adalah algoritma pencarian graf yang paling sederhana dan merupakan dasar dari beberapa algoritma yang lebih maju. Algoritma Prim dari *minimal spanning tree* dan Dijkstra dengan *single source* menggunakan prinsip yang mirip dengan BFS. BFS sangat berguna dalam menemukan jalur terpendek pada graf yang tidak memiliki *weight* atau biaya (Cormen et al., 2009).

Dengan graf  $G = (V, E)$  di mana  $V$  adalah *vertex* atau *node* dan  $E$  adalah *edges* atau jalur dan *node* awal yaitu  $s$ , BFS akan secara sistematis melintasi jalur  $G$  untuk menemukan setiap *node* yang dapat dijangkau dari *node*  $s$ . Algoritma ini menghitung jarak (jumlah jalur terkecil) dari *node*  $s$  ke setiap *node* yang dapat dicapai dan menghasilkan "*breadth-first tree*" dengan akar  $s$  yang semua jalurnya dapat dijangkau. Setiap jalur  $v$  yang dapat dicapai dari *node*  $s$  pada *breadth-first tree* akan menciptakan rute terpendek dari  $s$  ke  $v$ , yaitu rute yang memiliki jumlah jalur terkecil. Algoritma ini dapat digunakan dalam graf berarah maupun graf tidak berarah.

Untuk mempermudah proses traversal, algoritma BFS menggunakan struktur data *queue* dalam menyimpan dan menandai *node* yang telah dikunjungi. Hal ini akan terus berlangsung hingga semua *node* yang berdekatan telah ditandai. Metode *queue* yang digunakan ialah *first in first out* (FIFO).

Untuk melacak proses traversal dari BFS setiap *node* akan diberi warna putih, biru, dan abu-abu. Semua *node* akan dimulai dengan warna putih. *Node* yang masuk ke dalam *queue* dan akan dikunjungi berubah menjadi biru sedangkan *node* abu-abu dianggap telah dikunjungi. BFS mengurutkan *node-node* tersebut untuk memastikan pencarian berlangsung secara *breadth-first*.

## 2.2. Dijkstra

Algoritma Dijkstra merupakan salah satu algoritma yang sering dipakai dalam pencarian rute terpendek karena mudah digunakan. Dalam mencari solusi, algoritma Dijkstra menggunakan prinsip *greedy*, yaitu untuk menemukan solusi optimal pada setiap langkahnya agar bisa mendapatkan solusi optimal untuk langkah selanjutnya yang mengarah pada pilihan terbaik. Hal ini membuat kompleksitas waktu eksekusi algoritma Dijkstra menjadi cukup besar, yaitu  $(v * \log(v + e))$  di mana  $v$  adalah *node* dan  $e$  adalah sisi yang menghubungkan *node* (Risald et al., 2017).

Algoritma Dijkstra selalu menghitung seberapa jauh proses traversal setiap mencapai suatu *node*. Algoritma ini juga membangun jalur minimal dari *node* awal ( $s$ ) ke *node* lainnya ( $v$ ),



mengeksplor setiap *node* yang berdekatan hingga menemukan rute terpendek menuju *node* tujuan (*t*). Proses eksplorasi ini dikenal sebagai *edge relaxation* (Ortega-Arranz et al., 2014).

Dijkstra berkerja mirip dengan BFS, yaitu dengan menggunakan prinsip *queue*. Tetapi yang digunakan pada Dijkstra ialah *queue* prioritas sehingga satu-satunya *node* yang memiliki prioritas tertinggi akan dicari. Dalam menentukan *node* prioritas, algoritma ini membandingkan setiap nilai dari setiap *node* yang disimpan untuk dibandingkan dengan nilai yang ditemukan dari rute berikutnya dan begitu seterusnya hingga *node* tujuan ditemukan (Wang et al., 2015). Sama seperti BFS, pada algoritma ini juga diberikan warna *node* berbeda sesuai dengan keterangannya masing-masing untuk melacak proses eksplorasi.

### 2.3. Greedy Best First Search

*Greedy* BFS merupakan jenis algoritma BFS yang paling sederhana (Mahmud et al., 2012). Sama seperti algoritma sebelumnya, *greedy* BFS juga menggunakan struktur data *queue* tetapi yang dijadikan prioritas bukanlah jarak yang ditempuh. Sebagai gantinya, penulis perlu membuat *heuristic* untuk menentukan apakah suatu *node* lebih baik dibanding yang lain untuk mencapai *node* tujuan. *Heuristic* sendiri ialah metode pemecahan masalah yang menggunakan jalan pintas untuk menghasilkan solusi yang cukup baik. Fungsi *heuristic* sebenarnya dapat sangat bervariasi tergantung bagaimana sebuah graf diatur (Lawrence & Bulitko, 2012). Namun dalam kasus ini, graf dibuat untuk melakukan *pathfinding* pada *grid* dua dimensi sehingga fungsi *heuristic* akan digunakan untuk mengukur jarak di antara suatu *node* (bukan *start node*) dengan *node* tujuan sehingga *greedy* BFS akan mempertimbangkan *node* yang lebih dekat dengan tujuan menjadi kandidat yang lebih baik untuk dieksplor.

Algoritma *greedy* BFS menggunakan fungsi evaluasi yang meniadakan perkiraan biaya *G*. *G* di sini adalah jarak *node* awal ke suatu *node*. Sehingga fungsi evaluasi yang digunakan adalah seperti pada Pers. (2).

$$F = H \quad (2)$$

### 2.4. A\*

Algoritma A\* adalah salah satu metode *pathfinding* paling populer yang banyak digunakan dan telah terjamin optimalisasinya (Hart et al., 1968). Namun, algoritma ini dapat dikatakan boros sumber daya (Yiu et al., 2018). A\* sendiri merupakan perpaduan dari algoritma BFS dan Dijkstra (Gonçalves et al., 2019). Algoritma ini menggunakan pencarian BFS untuk menemukan jalur dengan biaya terendah dari suatu *node* ke *node* awal. Sedangkan fungsi *heuristic* yang mirip dengan Dijkstra digunakan untuk mencari jarak paling kecil dari suatu *node* ke *node* tujuan. Oleh karena itu, A\* menggunakan fungsi evaluasi yang terdiri dari dua bagian, yaitu *heuristic*  $H(n)$  dan perkiraan biaya  $G(n)$ , di mana

$$F(n) = G(n) + H(n) \quad (3)$$

$$fCost = gCost + hCost \quad (4)$$

*gCost* di sini berarti jarak dari *node* awal sedangkan *hCost* ialah fungsi *heuristic* yang berarti jarak dari *node* tujuan. Dalam percobaan ini fungsi *heuristic* yang digunakan ialah *manhattan distance*. Perlu diingat bahwa fungsi *heuristic* hanya memberi nilai estimasi karena fungsi ini tidak mempertimbangkan *blocked node*. Jarak sebenarnya bisa saja lebih besar dari *heuristic* yang telah dihitung. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *fCost* merupakan jarak pasti dari *node* awal ditambah dengan perkiraan jarak menuju *node* tujuan. Hasilnya akan digunakan untuk memilih *node* berikutnya yang masuk ke dalam *queue*.

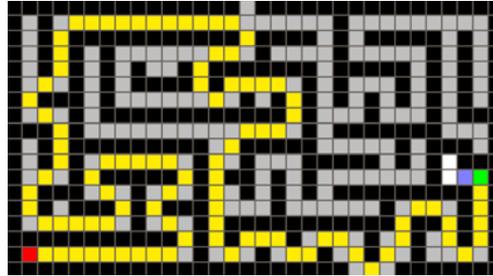
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam percobaan membandingkan algoritma *pathfinding* ini terdapat dua variabel *input* dan dua variabel *output*. Variabel *input* berupa algoritma *pathfinding* seperti BFS, Dijkstra, *greedy* BFS,

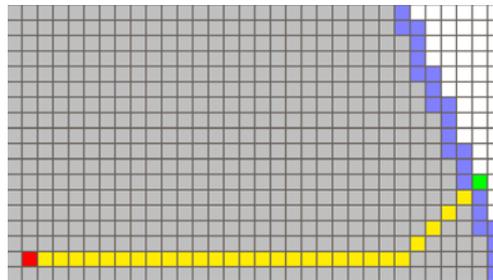


dan  $A^*$  dan *grid* dua dimensi yang memiliki ukuran serta jenis bervariasi. Sedangkan variabel *output* yaitu, waktu eksekusi dan jarak yang ditempuh

Sebelum masuk ke pembahasan hasil, berikut adalah contoh gambar akhir dari proses pencarian pada program yang telah dikembangkan.



Gambar 4. *Pathfinding* pada *maze*



Gambar 5. *Pathfinding* pada *Empty Grid*

*Node* dengan warna merah berarti *node* awal sedangkan *node* akhir ditandai dengan warna hijau. Setiap *node* yang akan dikunjungi memiliki warna biru dan warna abu-abu berlaku untuk *node* yang telah dikunjungi. Setelah proses traversal selesai *node* yang dilintasi suatu algoritma untuk mencapai *node* tujuan akan ditandai dengan warna kuning.

Hasil dari percobaan setiap algoritma secara berurutan dimulai dari waktu eksekusi. Waktu eksekusi di sini berarti waktu yang dibutuhkan setiap algoritma untuk melakukan eksplorasi pada *grid* dua dimensi sekaligus menemukan rute dari *node* awal menuju *node goal*. Waktu eksekusi diukur dengan satuan *ms*.

Tabel 1 menunjukkan hasil waktu eksekusi dari algoritma *breadth-first search* (BFS). Dapat dilihat bahwa algoritma BFS memerlukan waktu lebih lama untuk melakukan eksplorasi pada *grid* terbuka. Sedangkan *grid* yang memiliki banyak *blocked node* seperti *maze* dapat ditelusuri dengan lebih cepat. Waktu eksekusi juga meningkat secara signifikan untuk area yang lebih luas seperti yang terlihat pada *grid* dengan ukuran 256x144.

Tabel 1. Hasil Waktu Eksekusi BFS

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	45	1098	9024	196109
<i>Open Walls</i>	26	465	5407	116192
<i>Terrain</i>	44	605	10091	183733
<i>Maze</i>	15	69	2680	27838

BFS memerlukan waktu selama 196 detik dan 183 detik dalam menelusuri *empty grid* dan *terrain grid* berukuran 256x144. Waktu tersebut termasuk cukup besar mengingat ukuran *grid* yang relatif kecil. Hasil dari waktu eksekusi ini menunjukkan bahwa algoritma BFS tidak



direkomendasikan untuk diterapkan pada masalah pencarian *real-time* dalam *grid* terbuka berskala besar.

Pada hasil algoritma Dijkstra yang dapat dilihat di Tabel 2, waktu eksekusi meningkat secara linier sampai dengan *grid* berukuran 128x72. Namun, angka tersebut meningkat pesat pada *grid* berukuran 256x144. Dijkstra memerlukan waktu selama lebih dari 100 detik untuk melakukan eksplorasi pada *empty grid* dan *terrain*. Angka tersebut 25 kali lebih besar daripada ukuran *grid* di bawahnya.

**Tabel 2. Hasil Waktu Eksekusi Dijkstra**

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	28	343	4133	104082
<i>Open Walls</i>	18	234	2640	67632
<i>Terrain</i>	32	245	4300	106790
<i>Maze</i>	12	43	1435	14683

Jika dibandingkan dengan Dijkstra, kinerja algoritma *greedy* BFS jauh lebih baik dalam setiap jenis dan ukuran *grid*. Dapat dilihat pada *empty grid* dan *terrain* yang tidak memiliki *blocked node* sama sekali, waktu eksekusi untuk setiap ukuran *grid* tidak terpaut jauh. Sedangkan untuk *open walls* yang memiliki sedikit *blocked node*, *greedy* BFS memerlukan waktu lima kali lebih lama untuk *grid* berskala besar. *Greedy* BFS terlihat lebih susah dalam melakukan *pathfinding* pada area yang lebih luas dan memiliki banyak *obstacle* seperti *maze* dengan ukuran 256x144. Nilai yang dihasilkan dalam percobaan pada *grid* tersebut meningkat jauh dibandingkan dengan *grid* lainnya. Namun, waktu eksekusi dari *greedy* BFS masih lebih baik daripada dua algoritma sebelumnya.

**Tabel 3. Hasil Waktu Eksekusi Greedy BFS**

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	10	13	17	34
<i>Open Walls</i>	8	11	50	395
<i>Terrain</i>	11	12	18	35
<i>Maze</i>	10	14	688	8718

Berikutnya adalah hasil dari algoritma A\* yang dapat dilihat pada Tabel 3. Sama seperti *greedy* BFS, algoritma A\* memiliki hasil waktu eksekusi yang lebih baik dibandingkan BFS dan Dijkstra. Namun, pada jenis *map* yang lebih rumit seperti *maze* dan *terrain*, A\* memerlukan waktu yang jauh lebih banyak untuk menyelesaikan proses *pathfinding*.

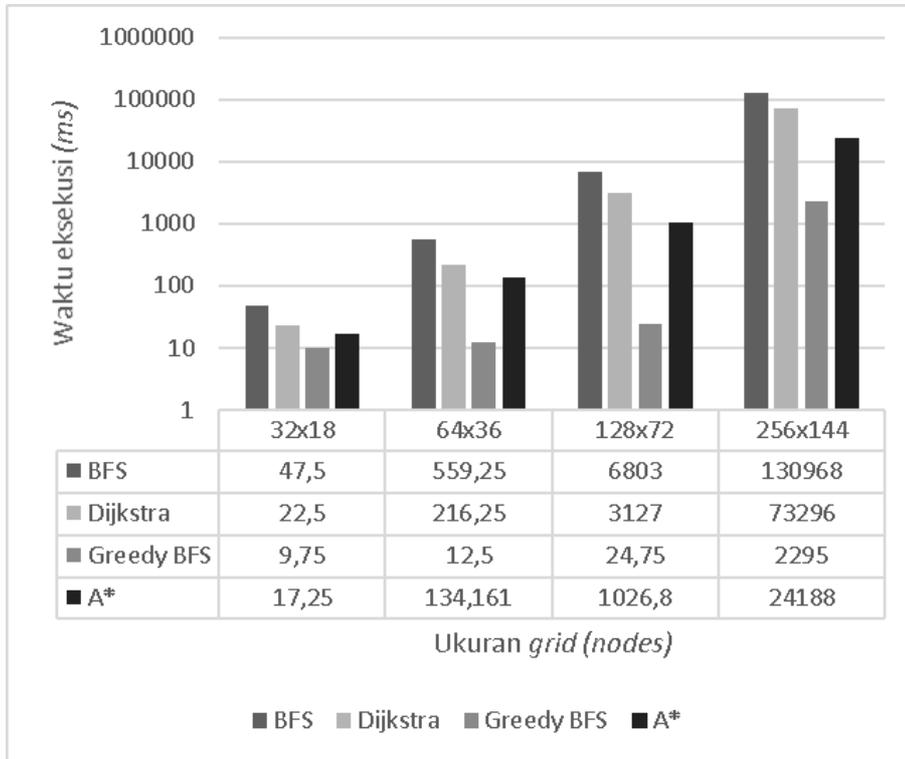
**Tabel 4. Hasil Waktu Eksekusi A\***

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	11	13	17	158
<i>Open Walls</i>	15	44	59	6038
<i>Terrain</i>	30	127	2711	77295
<i>Maze</i>	13	34	1319	13261

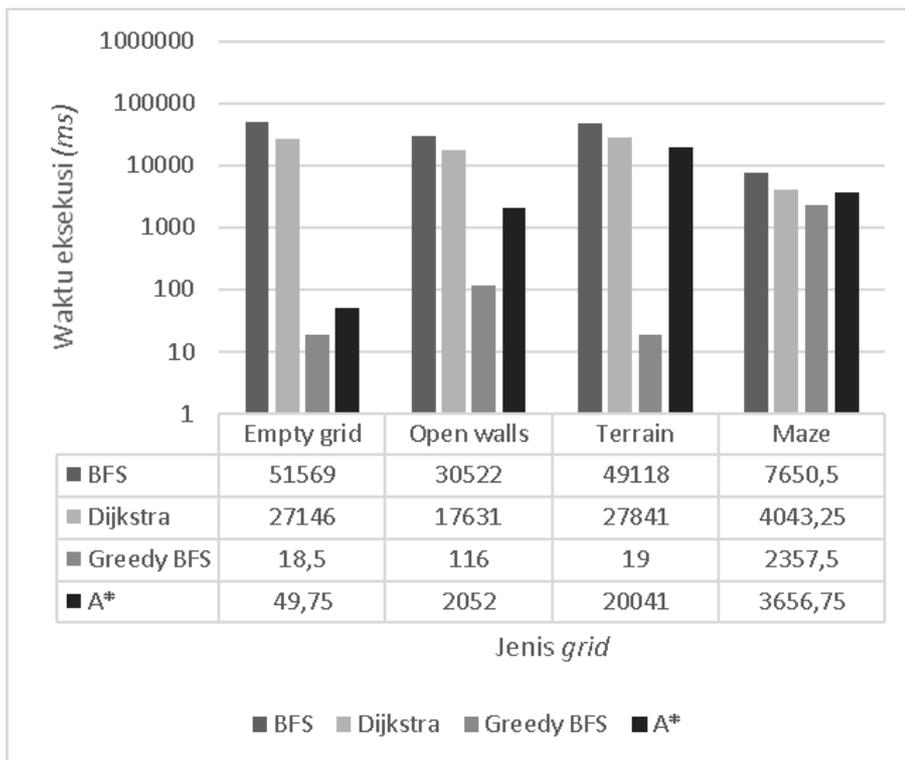
Selanjutnya rata-rata hasil eksekusi dicari berdasarkan ukuran *grid* dan jenis *grid*. Rumus yang digunakan untuk mencari rata-rata dapat dilihat pada Pers. (5) di mana  $\bar{x}$  adalah nilai rata-rata,  $x$  adalah jumlah data, dan  $n$  merupakan berapa banyak data yang ada pada ukuran atau jenis *grid* tertentu. Seluruh waktu eksekusi yang nilai rata-ratanya telah diketahui dijabarkan pada Gambar 6 dan 7.



$$\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3+\dots+x_n}{n} \tag{5}$$



Gambar 6. Rata-rata Hasil Waktu Eksekusi (Ukuran grid)



Gambar 7. Rata-rata Hasil Waktu Eksekusi (Jenis Grid)



Hasil percobaan untuk variabel *output* waktu eksekusi menunjukkan bahwa *greedy* BFS merupakan algoritma yang paling cepat dalam melakukan proses *pathfinding* disemua ukuran dan jenis *grid*. *Grid* berskala lebih kecil tidak mempengaruhi kecepatan *greedy* BFS melihat peningkatan waktunya yang tidak seberapa. Namun, peningkatan waktu eksekusi terlihat jelas pada jenis *grid* berukuran besar atau yang memiliki banyak hambatan seperti *maze*. Tetapi nilai tersebut masih lebih baik dibandingkan algoritma lainnya. Algoritma A\* sendiri mampu menyelesaikan proses *pathfinding* dalam waktu yang tidak jauh berbeda dibandingkan *greedy* BFS pada *grid* yang lebih sederhana dan berskala kecil. Namun, untuk *grid* yang lebih rumit dan berskala besar A\* membutuhkan waktu lebih lama. Waktu eksekusi paling lambat ditunjukkan oleh algoritma BFS yang mana nilainya masih jauh di bawah Dijkstra yang merupakan algoritma paling lambat kedua.

Masuk pada pembahasan variabel *output* berikutnya yaitu, jarak yang ditempuh. Selain waktu eksekusi, rute terpendek juga merupakan hal yang dibutuhkan dalam proses *pathfinding*. Semakin kecil jaraknya maka semakin baik. Dalam percobaan ini, jarak yang ditempuh diukur berdasarkan biaya yang dimiliki oleh setiap *node* yang telah disinggung pada poin 2. Tabel 5 menunjukkan jarak yang ditempuh algoritma BFS dari *node* awal ke *node* tujuan untuk setiap jenis dan ukuran *grid* yang berbeda.

Tabel 5. Hasil Jarak Tempuh BFS

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	37,8	75,4	155,4	310,8
<i>Open Walls</i>	55,4	86,2	176,8	336,8
<i>Terrain</i>	58,6	159,4	290,6	579,4
<i>Maze</i>	110,6	129,6	743,6	1816,4

Data yang dihasilkan pada algoritma Dijkstra, yang dapat dilihat pada Tabel 6, tidak berbeda jauh dari BFS. Hal ini dikarenakan kedua algoritma tersebut menggunakan prinsip traversal yang serupa. Namun, perbedaan masih dapat dilihat pada jenis *terrain* di mana *grid* tersebut memiliki 4 macam *node* dengan biaya berbeda, membuatnya menjadi lebih rumit untuk dieksplor. Algoritma Dijkstra menggunakan *queue* prioritas sehingga mampu memperhitungkan biaya *node* yang berbeda untuk mengambil rute dengan jarak tempuh yang lebih kecil.

Tabel 6. Hasil Jarak Tempuh Dijkstra

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	37,8	75,4	155,4	312,2
<i>Open Walls</i>	55,4	86,2	176,8	336,8
<i>Terrain</i>	58,6	151,4	281	579,4
<i>Maze</i>	110,6	129,6	743,6	1816,4

Berikutnya ialah jarak yang ditempuh pada *greedy* BFS. Dalam penelitian ini, *greedy* BFS memiliki jarak tempuh paling jauh karena algoritma tersebut minim dalam melakukan eksplorasi. Hal ini memang membawa pada waktu eksekusi yang lebih cepat, tetapi rute yang diambil menjadi tidak terarah dan membuat banyak belokan yang tidak perlu. Hasil dari *greedy* BFS dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Jarak Tempuh Greedy BFS

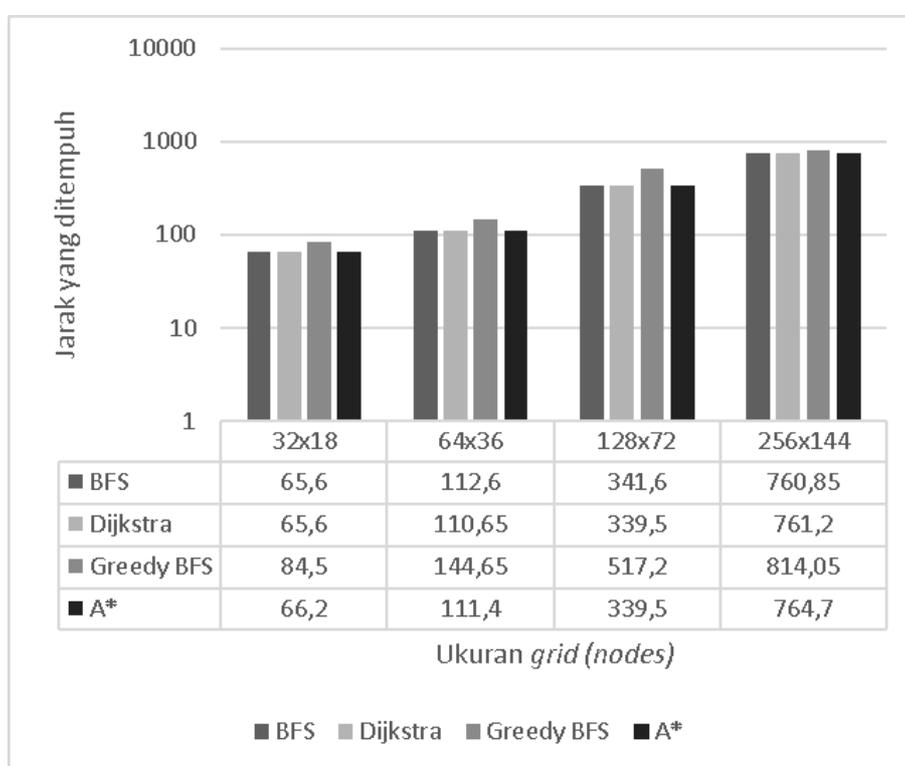
Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	37,8	75,4	155,4	312,2
<i>Open Walls</i>	64,8	99,8	233,8	450,8
<i>Terrain</i>	113,8	271,4	319,4	676,2
<i>Maze</i>	121,8	132	843	2034



Algoritma A\* menghasilkan jarak tempuh yang lebih baik dibandingkan algoritma sebelumnya namun masih di bawah Dijkstra. Hal tersebut dikarenakan algoritma ini menggabungkan dua fungsi *heuristic* sehingga membuat waktu eksekusi dan jarak tempuh sebagai prioritas yang setara. Tabel 8 menunjukkan hasil jarak tempuh dari algoritma A\* pada setiap jenis dan ukuran *grid*. Sama seperti variabel waktu eksekusi, agar hasil yang dibandingkan dapat terlihat dengan jelas, rata-rata jarak tempuh dicari dan dijabarkan dalam Gambar 8 dan 9.

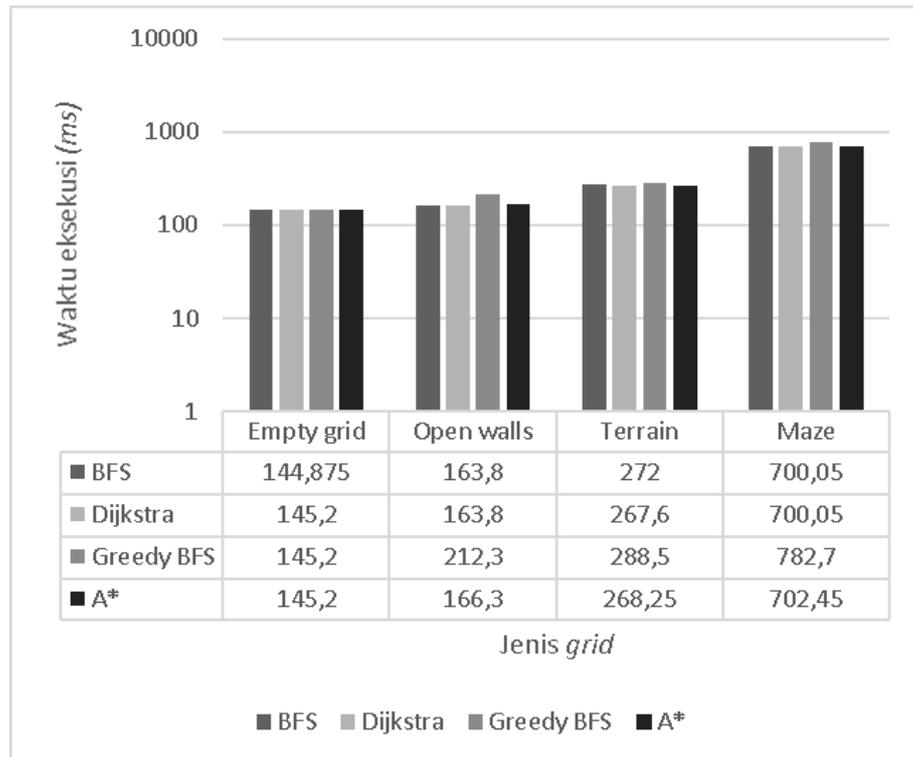
**Tabel 8. Hasil Jarak Tempuh A\***

Jenis <i>grid</i>	Ukuran <i>grid</i>			
	32x18	64x36	128x72	256x144
<i>Empty grid</i>	37,8	75,4	155,4	312,2
<i>Open Walls</i>	57,8	88,4	177,6	341,4
<i>Terrain</i>	58,6	152,2	281	581,4
<i>Maze</i>	110,6	129,6	745,4	1823,8



**Gambar 8. Rata-rata Hasil Jarak Tempuh (Ukuran *Grid*)**





**Gambar 9. Rata-rata Hasil Jarak Tempuh (Jenis Grid)**

Algoritma BFS, Dijkstra, dan A\* tidak memiliki perbedaan yang signifikan dalam perbandingan berdasarkan jarak tempuh. Ketiga algoritma itu mampu memiliki sedikit keunggulan pada jenis dan ukuran *grid* tertentu. Seperti BFS yang lebih unggul dalam *empty grid*, sedangkan Dijkstra menunjukkan keunggulan pada hampir semua jenis dan ukuran *grid*. A\* sendiri masih sedikit di bawah BFS pada hampir semua jenis *grid*. Namun, untuk *grid* yang lebih rumit seperti *terrain* A\* memiliki hasil yang lebih baik walaupun masih di bawah Dijkstra. Sebaliknya *greedy* BFS menghasilkan jarak tempuh yang jauh lebih buruk dibandingkan ketiga algoritma lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan waktu eksekusi untuk empat algoritma *pathfinding*, BFS memiliki waktu paling lambat. Hal ini dikarenakan BFS menggunakan operasi algoritma yang sangat sederhana dan tidak menggunakan heuristik. Algoritma Dijkstra lebih cepat daripada BFS tetapi masih termasuk lambat dibanding dua algoritma lainnya. Kinerja *greedy* BFS dan A\* tidak berbeda jauh pada *grid* dengan skala kecil dan denah yang lebih sederhana. Namun, pada *grid* berskala besar A\* lebih lambat daripada *greedy* BFS tetapi masih termasuk cepat dibandingkan BFS dan Dijkstra.

Sedangkan untuk jarak tempuh, *greedy* BFS memilih rute yang lebih panjang dalam mencapai tujuannya. Tidak seperti ketiga algoritma lainnya yang mampu menghasilkan jarak konsisten untuk setiap jenis dan ukuran *grid*.

Uraian tadi mengarah pada kesimpulan bahwa setiap algoritma dapat diterapkan dalam domain tertentu tergantung kebutuhan si pengguna. Dalam pengujian komparasi ini, setiap algoritma memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang dijabarkan dalam Tabel 9.



Tabel 9. Tabel Komparasi dari Empat Algoritma

Algoritma	Waktu eksekusi				Jarak tempuh			
	Skala		Area		Skala		Area	
	Besar	Kecil	Sederhana	Kompleks	Besar	Kecil	Sederhana	Kompleks
BFS	×	√	×	√	√	√	√	√
Dijkstra	×	√	×	√	√	√	√	√
Greedy	√	√	√	√	×	×	×	×
BFS								
A*	√	√	√	√	√	√	√	√

Namun, jika mencari fleksibilitas untuk setiap domain maka algoritma A\* dapat menjadi pilihan sebagaimana yang telah dipaparkan dalam Tabel 9.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms, Third Edition* (3rd ed.). The MIT Press.
- Gonçalves, S. M. M., Da Rosa, L. S., & Marques, F. S. (2019). An improved heuristic function for A\*-based path search in detailed routing. *Proceedings - IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 2019-May*. <https://doi.org/10.1109/ISCAS.2019.8702460>
- Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*. <https://doi.org/10.1109/TSSC.1968.300136>
- Lawrence, R., & Bulitko, V. (2012). Database-Driven Real-Time Heuristic Search in Video-Game Pathfinding. *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, 5*(3), 227–241. <https://doi.org/10.1109/TCIAIG.2012.2230632>
- Mahmud, M. S., Sarker, U., Islam, M. M., & Sarwar, H. (2012). A Greedy Approach in Path Selection for DFS Based Maze-map Discovery Algorithm for an autonomous robot. *Proceeding of the 15th International Conference on Computer and Information Technology, ICCIT 2012*. <https://doi.org/10.1109/ICCITechn.2012.6509798>
- Ortega-Arranz, H., Llanos, D. R., & Gonzalez-Escribano, A. (2014). The Shortest-Path Problem: Analysis and Comparison of Methods. *Synthesis Lectures on Theoretical Computer Science, 1*(1), 1–87. <https://doi.org/10.2200/s00618ed1v01y201412tcs001>
- Risald, Mirino, A. E., & Suyoto. (2017). Best routes selection using Dijkstra and Floyd-Warshall algorithm. *Proceedings of the 11th International Conference on Information and Communication Technology and System, ICTS 2017*, 155–158. <https://doi.org/10.1109/ICTS.2017.8265662>
- Wang, C., Liu, J., Deng, L., Yunyun, X., Lin, S., Xu, H., Zheng, R., & Cao, X. (2015). Research on the optimization of the DC converter station recovery path based on BFS. *10th International Conference on Advances in Power System Control, Operation & Management (APSCOM 2015), 2015*(8). <https://doi.org/10.1049/ic.2015.0282>
- Yiu, Y. F., Du, J., & Mahapatra, R. (2018). Evolutionary Heuristic A\* Search: Heuristic Function Optimization via Genetic Algorithm. *Proceedings - 2018 1st IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Knowledge Engineering, AIKE 2018*, 25–32. <https://doi.org/10.1109/AIKE.2018.00012>
- Zhao, L., & Zhao, J. (2017). Comparison study of three shortest path algorithm. *Proceedings - 2017 International Conference on Computer Technology, Electronics and Communication, ICCTEC 2017*, 748–751. <https://doi.org/10.1109/ICCTEC.2017.00165>





9 772527 583007

LABORATORIUM AGAMA  
MASJID SUNAN KALIJAGA