

Bit (Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Budi Luhur)



**Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Budi Luhur**

Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260
<https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit/index>

Penanggung Jawab

Deni Mahdiana

Ketua Redaksi

Achmad Solichin

Wakil Ketua Redaksi

Atik Ariesta

Redaksi Pelaksana

Kukuh Harsanto

Ikhsan Rahdiana

Alamat Redaksi

Bit (Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur)

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

Jl. Ciledug Raya, Petukangan Utara, Jakarta Selatan, 12260

Telp: 021-585 3753 Fax: 021-585 3752

MITRA BESTARI

1. Albar Rubhasy, Universitas Nasional, Indonesia
2. Andhika Octa Indarso, UPN Veteran Jakarta, Indonesia
3. Anita Ratnasari, Universitas Mercu Buana, Indonesia
4. Arief Wibowo, Universitas Budi Luhur, Indonesia
5. Dwi Pebrianti, Universitas Malaysia Pahang, Malaysia
6. Falahah, Universitas Telkom, Indonesia
7. Gandung Triyono, Universitas Budi Luhur, Indonesia
8. Hari Soetanto, Universitas Budi Luhur, Indonesia
9. Imelda, Universitas Budi Luhur, Indonesia
10. Indra, Universitas Budi Luhur, Indonesia
11. Iwan Setiawan, Universitas Nusa Putra, Indonesia
12. Mardi Hardjianto, Universitas Budi Luhur, Indonesia
13. Mayanda Mega Santoni, UPN Veteran Jakarta, Indonesia
14. Mohammad Syafrullah, Universitas Budi Luhur, Indonesia
15. Painem, Universitas Budi Luhur, Indonesia
16. Rohmat Indra Borman, Universitas Teknokrat, Indonesia
17. Rusdah, Universitas Budi Luhur, Indonesia
18. Siswanto, Universitas Budi Luhur, Indonesia
19. Windu Gata, Universitas Nusa Mandiri, Indonesia

Penerapan E-Commerce Berbasis Content Management System (CMS) Dengan Metode Business Model Canvas (BMC) Pada Toko Fajar Collection <i>Muhammad Ircham Zamroni, Anita Diana, Dwi Achadiani</i>	1-8
Implementasi Web Service Restful Dengan Autentikasi JSON Web Token Dan Algoritma Kriptografi AES-256 Untuk Aplikasi Peminjaman Laboratorium Berbasis Mobile Pada Universitas Budi Luhur <i>Gabriel Yoda Gustiegan, Painem</i>	9-16
Sistem Informasi Geografis Untuk Identifikasi Awal Tingkat Kerentanan Pencemaran Pada Lokasi Fasilitas Penampungan Produk Minyak Dan Gas Bumi <i>Indah Crystiana, Taufan Junaedi</i>	17-22
Model Matematika Panel Surya Satelit Komunikasi Orbit Rendah Ekuatorial Menggunakan Simulink <i>Desti Ika Suryanti, Ahmad Fauzi</i>	23-28
Prediksi Cyberbullying Sebagai Alat Konseling Cyber Dengan Data Mining Classification <i>Agus Pamuji, Heri Satria Setiawan</i>	29-36
Sekuriti Teks Menggunakan Vigenere Cipher Dan Hill Cipher <i>Lekso Budi Handoko, Abdussalam</i>	37-47
Penggunaan Algoritma A-Star Untuk Strategi Penyebaran Pengunjung pada Pusat Belanja <i>Lukman Hakim, Chyquitha Danuputri, Destriana Widvaningrum</i>	48-55
Pengembangan Knowledge Management System Untuk Mengelola Pengetahuan Personel Pada Laboratorium Pengujian SLID SEAMEO BIOTROP <i>Zulkarnaen Noor Syarif, Mohammad Syafrullah, Devit Setiono, Irawan Irawan, Hendri Irawan</i>	56-61
Pengembangan Knowledge Management System Berbasis Cloud Pada Kelas Karyawan Universitas Pramita Indonesia <i>Hadidtyo Wisnu Wardani, Arief Wibowo</i>	62-68

PENERAPAN *E-COMMERCE* BERBASIS *CONTENT MANAGEMENT SYSTEM (CMS)* DENGAN METODE *BUSINESS MODEL CANVAS (BMC)* PADA TOKO FAJAR COLLECTION

Muhammad Ircham Zamroni¹, Anita Diana^{2*}, Dwi Achadiani³

^{1,2} Fakultas Teknologi Informasi, Sistem Informasi, Universitas Budi Luhur

³Fakultas Teknologi Informasi, Sistem Komputer, Universitas Budi Luhur

Email: ¹irchamzamroni6@gmail.com, ^{2*}anita.diana@budiluhur.ac.id, ³dwi.achadiani@budiluhur.ac.id

(Naskah masuk: 18 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 31 Mei 2022)

Abstrak

Fajar *Collection* merupakan sebuah toko usaha perorangan yang menjual berbagai macam produk seperti seragam sekolah, busana muslim, dan pakaian casual. Dalam proses bisnis yang ada pada Fajar *Collection*, menggunakan media sosial dalam proses transaksi penjualan melalui online menggunakan *facebook* dan *whatsapp*. Namun, dengan adanya proses bisnis transaksi melalui online ada beberapa kendala yang dialami oleh toko Fajar *Collection* yaitu, pelanggan sulit untuk mengetahui ketersediaan stok, karena tidak adanya informasi ketersediaan stok pada *facebook* dan *whatsapp*, sehingga pelanggan harus menanyakan ke staff penjualan tentang persediaan stok. Kendala lain adalah kurang optimal dalam proses promosi produk, sehingga menyebabkan produk lama terjual dan lambatnya untuk mendapatkan calon pelanggan baru. Kendala lainnya sulit dalam pengolahan data laporan penjualan, karena masih dilakukan secara pembukuan dengan melihat nota penjualan untuk dimasukkan kedalam laporan penjualan, sehingga memungkinkan pencatatan berbeda dengan jumlah penjualan dan kurang maksimal dalam mengetahui data penjualan. Berdasarkan kendala tersebut, maka dirancanglah sebuah website e-commerce dengan menggunakan pendekatan *Business Model Canvas (BMC)*. Analisis kekuatan dan kelemahan bisnis e-commerce menggunakan metodologi BMC. Sistem dikembangkan menggunakan pendekatan *Unified Modeling Language (UML)* dan website berbasis *Content Management System (CMS)* dengan WordPress menggunakan plugin *woocommerce*. Kemudian dioptimalkan dengan menerapkan *Search Engine Optimization (SEO)* agar situs berada di halaman pertama mesin pencari, sehingga memudahkan pelanggan untuk menemukan situs tersebut. Dengan adanya website *E-Commerce*, akan menambah meluas promosi penjualan produk, serta membantu customer yang ingin membeli langsung dari website. Diharapkan, dengan memanfaatkan website *E-Commerce* ini, pelanggan jadi lebih mudah dalam melakukan proses transaksi pembelian yang ada pada Fajar *Collection*.

Kata kunci: *E-Commerce, BMC, CMS, pakaian*

IMPLEMENTATION OF CONTENT MANAGEMENT SYSTEM (CMS) USING THE BUSINESS MODEL CANVAS (BMC) METHOD AT FAJAR COLLECTION STORE

Abstract

Fajar *Collection* is an individual business store that sells various products such as school uniforms, Muslim clothing, and casual clothes. In the existing business processes at Fajar *Collection*, using social media in the process of online sales transactions using Facebook and WhatsApp. However, with the online transaction business process, there are several obstacles experienced by the Fajar *Collection* store, namely, it is difficult for customers to find out stock availability, because there is no stock availability information on Facebook and WhatsApp, so customers have to ask the sales staff about stock inventory. Another obstacle is that the product promotion process is less than optimal, causing old products to be sold and slow to get new potential customers. Another obstacle is difficult in processing sales report data, because it is still done in bookkeeping by looking at sales notes to be included in the sales report, thus allowing different recordings of sales numbers and less than optimal in knowing sales data. Based on these constraints, an e-commerce website was designed using the Business Model Canvas (BMC) approach. Analysis of the strengths and weaknesses of the e-commerce business using the BMC methodology. The system was developed using the Unified Modeling Language (UML) approach and a Content Management System (CMS) based website with WordPress using the woocommerce plugin. Then it is optimized by applying Search Engine Optimization (SEO) so that the site is on the first page of search engines, making it easier for customers to find the site. With the E-Commerce website, it will expand product sales promotions, and

help customers who want to buy directly from the website. It is hoped that by utilizing this E-Commerce website, it will be easier for customers to process the purchase transactions in Fajar Collection.

Keywords: *E-Commerce, BMC, CMS, clothes*

1. PENDAHULUAN

Pada masa pandemi Covid19 ini, banyak pihak yang menggunakan internet untuk berbagai keperluan, salah satunya komersial. Internet dimanfaatkan oleh semua kalangan pengusaha sebagai tempat untuk promosi produk atau iklan produk. Internet juga dimanfaatkan untuk media jual beli produk, jasa dan informasi, yang kemudian dikenal dengan istilah *e-commerce*.

Toko Fajar *Collection* adalah wirausaha yang bergerak di bidang sandang untuk kalangan semua umur, mulai dari busana muslim, pakaian sekolah hingga baju dan celana casual. Toko Fajar *Collection* berlokasi di alamat Jl. pasar pondok labu lantai basement aks no 74/75, Jakarta Selatan ini didirikan pada tahun 1993 oleh pemiliknya yang bernama Fajar. Pada proses penjualannya, toko Fajar *Collection* masih melakukan penjualan langsung kepada pembeli secara konvensional. Kemudian toko Fajar *Collection* mencoba beralih ke sosial media *facebook* dan *whatsapp*. Sehingga terdapat beberapa kendala, yaitu sulit untuk mengetahui jumlah stok barang, sehingga pelanggan harus menghubungi pegawai untuk menanyakan persediaan stok barang. Kurang maksimal dalam proses pemasaran produk, menyebabkan produk lama terjual dan lambatnya untuk mendapatkan calon pelanggan baru. Dan sulit dalam pengolahan data laporan, dan penjualan kurang maksimal dalam mengetahui data penjualan.

Dengan adanya permasalahan yang dialami pada Fajar *Collection*, maka diperlukan sebuah *website* berbasis *E-Commerce* yang bisa memenuhi kebutuhan pelanggan dan bisa memudahkan toko dalam melakukan penjualan produk dengan mudah, seperti melakukan proses transaksi dari jarak jauh, memasarkan produk menjadi lebih luas, melakukan pembayaran dengan mudah. Terutama di dalam keadaan pandemi ini, para pelaku usaha harus memulai inovasi dengan melakukan pembaharuan dan meningkatkan pelayanan kepada pelanggan dengan maksimal agar penjualan produk bisa stabil dan tidak mengalami penurunan pendapatan yang signifikan.

Metode yang digunakan dalam merancang bisnis *E-Commerce* Fajar *Collection* adalah metode *Business Model Canvas* (BMC) sehingga mengetahui kekurangan dan membantu merancang proses bisnis penting dalam bisnis penjualan di Fajar *Collection*. Setelah melewati tahap perancangan bisnis, kemudian dilakukan analisa, lalu tahap perancangan sistem yang akan dibangun menggunakan *Unified Modelling Language* (UML). Dan sistem *website e-commerce* dibangun dengan menggunakan *Content Management System* (CMS) berbasis *WordPress*

menggunakan plugin *Woocommerce*. Di akhir, hasil berupa sistem *website* dioptimalkan dengan menerapkan *Search Engine Optimization* (SEO) agar situs web tampil di peringkat awal pada *search engine*, agar mudah dicari oleh pelanggan. Dengan adanya *website E-Commerce*, akan menambah meluas promosi penjualan produk, serta membantu *customer* yang ingin membeli langsung dari *website*. Diharapkan, dengan memanfaatkan *website E-Commerce* ini, pelanggan jadi lebih mudah dalam melakukan proses transaksi pembelian yang ada pada Fajar *Collection*.

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah *website E-Commerce* dengan berbagai fitur yang tersedia untuk memudahkan proses jual beli jarak jauh. Tidak hanya itu, pembangunan *website* ini bertujuan untuk mempermudah transaksi penjualan toko Fajar *Collection* yang dapat menyesuaikan di masa pandemi Covid-19 tanpa berinteraksi langsung dengan orang lain. Dengan mudahnya mengakses *website E-Commerce* maka proses jual beli akan efektif dan efisien untuk berhubungan dengan masyarakat dan meningkatkan penjualan.

Pembuatan dan pengaturan data atau informasi, dapat menggunakan CMS yang sangat mudah diaplikasikan, pengguna CMS tidak perlu menghafal *tag HTML* untuk pengaturan konten. *WordPress* merupakan salah satu aplikasi dari CMS yang mudah diaplikasikan. Rerung menyatakan dalam bukunya [1] *E-commerce* dapat diartikan sebagai yaitu sarana bertransaksi penjual dan pembeli di dunia maya secara online, begitupun sebaliknya. Pada bukunya, Turban dkk [2] menyatakan *E-Commerce* adalah suatu proses transaksi penjualan dan pembelian serta pertukaran informasi secara *online* di dalam internet. Oleh karena itu, *e-commerce* memudahkan pelanggan, dan masyarakat untuk saling berhubungan. Menurut Vysotska, CMS merupakan sebuah pendekatan baru untuk aplikasi dan implementasi proses bisnis yang diformulasikan untuk konten sistem perdagangan elektronik [3]. Satu dari sekian banyak aplikasi untuk CMS yang mudah digunakan diantaranya *WordPress*. Melalui bukunya, [4] dinyatakan bahwa *WordPress* adalah sebuah aplikasi untuk CMS yang paling terkenal yang bersifat *open source*. *WordPress* membutuhkan beberapa plugins untuk membuat tampilan dan informasi yang dihasilkan menjadi lebih baik, diantaranya adalah *WooCommerce*. Menurut [5] plugins *WooCommerce* memudahkan penggunaannya dengan memiliki berbagai fitur yang fleksibel untuk *WordPress*.

Menurut penelitian sebelumnya [6] dinyatakan bahwa *website* aplikasi *e-commerce* ini

dikembangkan dengan menggunakan metodologi BMC dan UML menggunakan sistem manajemen konten WordPress dan plugin pendukung. Dengan hadirnya *website* ini diharapkan pelanggan dapat bertransaksi dengan lancar karena tersedia informasi barang. Informasi barang dengan stok yang sudah dicantumkan secara detail dan otomatis terupdate, sehingga pelanggan dapat langsung bertransaksi tanpa menunggu penjual melakukan konfirmasi barang.

Dalam penelitian sebelumnya [7] dikemukakan bahwa dengan adanya *e-commerce* maka pangsa pasar semakin meluas sehingga memudahkan staff dalam membuat laporan penjualan dan transaksi untuk pelanggan dalam mendapatkan informasi produk, inventaris produk, maupun mempermudah pengambilan keputusan pemilik toko sehingga selalu memiliki stok produk karena kontrol dari laporan produk paling populer.

Dalam publikasinya [8] mengungkapkan bahwa menganalisis model bisnis saat ini menggunakan BMC dan UML untuk desainnya. Sementara alat pengembangan aplikasi menggunakan CMS berbasis Wordpress. Penerapan *website e-commerce* ini pada toko akan mendukung proses promosi.

Menurut penelitian sebelumnya [9] dinyatakan bahwa perancangan *website e-commerce* memudahkan pengolahan data penjualan sehingga lebih mudah untuk melacak kemajuan penjualan, yang menjadi cara yang efektif untuk mempromosikan penjualan produk dalam koleksi Chinot karena pemasaran produk akan lebih luas dan memudahkan transaksi. Dengan transaksi yang mudah akan meningkatkan pendapatan Chinot Collection sehingga pertumbuhannya lebih cepat. Terdapat *contact service* sehingga pelanggan dapat lebih mudah berkomunikasi dengan pengurus Chinot Collection.

Dalam publikasinya [10] mengungkapkan bahwa dengan sistem penjualan *e-commerce*, menjadi lebih mudah untuk mempromosikan dan menjual produk, toko mengubah metode pemasaran yang biasa. Pembeli juga lebih mudah bertransaksi tanpa harus ke toko.

Kesimpulan yang dapat diambil dari 5 penelitian sebelumnya, pembuatan *website E-commerce* untuk memudahkan pelanggan bertransaksi jarak jauh, stok barang akan terupdate secara otomatis, mempermudah mendapatkan informasi produk, mempermudah admin dalam membuat laporan penjualan, mempermudah pengelolaan transaksi penjualan, dan memaksimalkan pemasaran dan promosi produk sehingga meningkatkan penjualan.

Dari topik penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa kesamaan dengan penelitian sebelumnya, antara lain adanya fitur-fitur pada *website e-commerce* seperti *shopping cart* untuk memudahkan pembelian melalui *website*, dan kemudahan transaksi pembayaran melalui transfer bank, serta informasi

berupa notifikasi email bagi pelanggan. Sedangkan perbedaan dari penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya antara lain pemberian kode kupon di *website* berupa diskon, memberikan keuntungan bagi pelanggan, serta harga yang lebih murah bila berbelanja melalui *website e-commerce*.

Dengan adanya *website E-Commerce*, akan menambah meluas promosi penjualan produk, serta membantu *customer* yang ingin membeli langsung dari *website*. Diharapkan, dengan memanfaatkan *website E-Commerce* ini, pelanggan jadi lebih mudah dalam melakukan proses transaksi pembelian yang ada pada Fajar *collection*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan sebagai langkah agar memperoleh data sebagai kebutuhan informasi agar tercapainya tujuan dari penelitian. Beberapa rangkaian metode pengumpulan data yang telah dilakukan:

- a. Wawancara adalah teknik pengumpulan data dengan cara tatap muka langsung, melakukan sesi tanya jawab antara dua pihak secara langsung. Adanya wawancara dan narasumber dengan tujuan agar mendapatkan data yang lengkap. Pada metode ini penulis memberikan beberapa pertanyaan yang akan ditanyakan untuk pemilik Toko Fajar *Collection*.
- b. Observasi adalah pengamatan dilakukan dengan mengamati langsung terhadap obyek penelitian untuk mempelajari sistem yang ada.
- c. Analisa dokumen adalah teknik pengumpulan data dengan mengumpulkan beberapa dokumen yang berhubungan dengan objek penelitian, dan kemudian dianalisis lebih lanjut.
- d. Studi Literatur adalah teknik pengumpulan data dengan pengumpulan data pustaka berupa Jurnal atau buku atau prosiding, membaca dan mencatat, serta mengelola penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

2.2 Perancangan Bisnis

Setelah melakukan pengumpulan data, berikutnya menyusun perencanaan bisnis *E-commerce*, dengan metode *Business Model Canvas* (BMC) dimana di terdapat 9 kolom atau blok. BMC bertujuan agar untuk mengetahui kebutuhan data untuk hasil kinerja dan keuntungan, terutama mengetahui kekurangan dan keunggulan bisnis yang akan dibangun. Alexander Osterwalder adalah orang yang berjasa dalam pengembangan BMC. Dalam tulisannya [11], beliau mengemukakan BMC memudahkan organisasi untuk memulai bisnis yang akan dibangun oleh para pengusaha.

BMC menjadi gambaran suatu model proses bisnis, dimana BMC dapat berguna untuk mengerti alur bisnis lebih mendalam dan dapat memberikan dampak kinerja yang baik. BMC terdapat di dalamnya yaitu 9 blok terdiri dari *Customer Segment*,

Value Proposition, Key Activities, Key Partners, Key Resources, Customer Relationship, Cost Structure, Channels, Revenue Streams. Gambar BMC dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Business Model Canvas (BMC).

2.3 Perancangan Sistem

Selanjutnya adalah langkah perancangan sistem dari model sistem baru yang diusulkan menggunakan *Unified Modelling Language (UML)*. Beberapa *tools* pada *UML* yang digunakan untuk perancangan sistem pada penelitian ini yaitu, *Activity Diagram, Use Case Diagram* dan *Class Diagram*

Dengan melihat hasil dari analisa sebelumnya, pada tahap ini dirancang sebuah sistem dengan detail, sehingga akan menghasilkan model sistem usulan baru. Langkah perancangan sistem tersebut diantaranya, yaitu:

- Activity diagram* merupakan penjelasan dari proses bisnis yang diusulkan untuk aktivitas website Fajar Collection.
- Use case diagram* menunjukkan hubungan antara sistem yang dibuat dengan aktor yang terlibat.
- Diagram kelas* adalah gambaran dari struktur kelas sistem dan interaksi antar kelas, yang kemudian akan menjadi basis data.

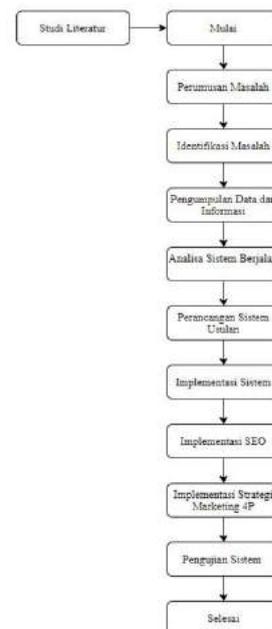
Setelah sistem *website* berhasil dirancang, maka dalam aplikasinya perlu untuk menerapkan *Search Engine Optimization* sebagai optimasi peringkat situs web pada peringkat atas di mesin pencari. Hal ini bertujuan supaya pelanggan mudah menemukan situs web, dan meluaskan pemasaran melalui internet.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan kumpulan langkah-langkah untuk memecahkan masalah pada Toko Fajar Collection. Dari *studi literatur*, perumusan masalah, identifikasi masalah, pengumpulan data dan informasi, analisa sistem berjalan, perancangan sistem usulan, implementasi sistem, implementasi SEO, implementasi strategi marketing 4P, dan pengujian sistem yang telah dibuat untuk memecahkan masalah pada Toko Fajar Collection. Di mulai dari studi literatur, untuk memperoleh informasi mengenai penjualan pakaian dengan menggunakan *website E- Commerce* yang

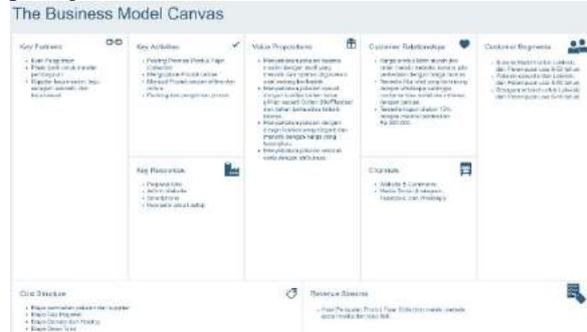
berkaitan dengan rumusan masalah. Perumusan masalah dirancang yang akan menjadi solusi dari kendala yang terjadi pada Fajar Collection. Identifikasi masalah pada tahap ini mengidentifikasi masalah merupakan hasil dari kegiatan wawancara, observasi, analisa dokumen untuk mengumpulkan data-data serta mencari masalah yang terjadi. Pengumpulan data dan informasi pada tahap ini dikumpulkan data dan informasi secara langsung ke tempat *riset* dengan observasi dan melakukan wawancara secara langsung kepada pemilik toko Fajar Collection. Analisa sistem berjalan pada tahap ini dilakukan analisa proses bisnis sistem yang sedang berjalan menggunakan beberapa pendekatan seperti (*Activity Diagram*). Perancangan sistem usulan tahapan ini dilakukan perancangan sistem yang diusulkan dengan pemodelan menggunakan *UML*. Implementasi sistem dengan membangun situs web berbasis *Content Management System (CMS) wordpress*. Implementasi SEO pada tahap ini, penulis melakukan implementasi SEO dengan metode *On Page* yang bertujuan untuk meningkatkan penjualan serta mempengaruhi daya tarik pengunjung agar mengunjungi *website* untuk membeli produk yang ada pada Fajar Collection. Implementasi strategi *marketing 4P* pada tahap ini, penulis melakukan strategi *marketing* pemasaran teknik *marketing 4P (Product, Price, Place dan Promotion)* dengan mengimplementasikan strategi *marketing 4P* diharapkan dapat meningkatkan pendapatan penjualan pada toko dan bisa mendatangkan pelanggan baru. Pengujian dilakukan agar mengetahui fungsi dan apakah ada kesalahan yang terjadi pada sistem. Untuk memastikan pada tiap program berjalan sesuai dengan kegunaan dan kebutuhan. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

3.2 Penerapan Metode Business Model Canvas (BMC)

Sembilan elemen blok yang termasuk dalam strategi BMC ditujukan untuk desain modifikasi model dan evaluasi sistem bisnis yang ada di Fajar Collection. BMC untuk Fajar Collection dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. BMC Fajar Collection

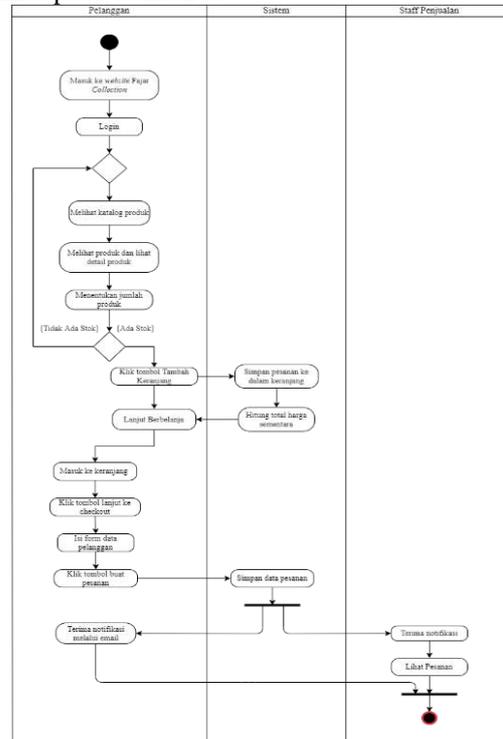
Pada gambar 3 ditunjukkan *Business Model Canvas* untuk Fajar Collection, maka kesembilan blok yaitu:

- Value Proposition:** menyediakan pakaian busana muslim dengan motif yang menarik dan nyaman digunakan saat sedang beribadah. Menyediakan pakaian *casual* dengan kualitas bahan katun pilihan seperti *Cotton 30s/Plastisol* dan bahan berkualitas terbaik lainnya. Menyediakan pakaian dengan desain *fashion* yang *elegant* dan menarik dengan harga yang terjangkau. Menyediakan pakaian sekolah serta dengan atributnya.
- Customer Segment:** Busana Muslim untuk Laki-laki dan Perempuan usia 8-50 tahun. Pakaian *casual* untuk Laki-laki dan Perempuan usia 5-50 tahun. Seragam sekolah untuk Laki-laki dan Perempuan usia 6-17 tahun
- Customer Relationship:** Harga produk lebih murah jika order melalui *website*, karena ada perbedaan dengan harga normal. Tersedia fitur chat yang terhubung dengan *whatsapp* sehingga *customer* bisa melakukan diskusi dengan penjual. Tersedia kupon diskon 15% dengan minimal pembelian Rp.200.000
- Keys Activities:** Posting Promosi produk Fajar Collection. Mengupdate Produk *Online*. Menjual produk secara *offline* dan *online*. Packing dan pengiriman produk
- Key Partner:** Kurir Pengiriman. Pihak bank untuk transfer pembayaran. Supplier baju muslim, baju seragam sekolah, dan baju *casual*
- Channels:** *Website E-Commerce*, *Instagram*, *Facebook*, *Whatsapp*.
- Revenue Streams:** Hasil penjualan produk Fajar Collection melalui *website*, *social media* dan toko fisik.
- Key Resources:** Pegawai toko, Admin *Website*, *Smartphone*, Komputer atau laptop.

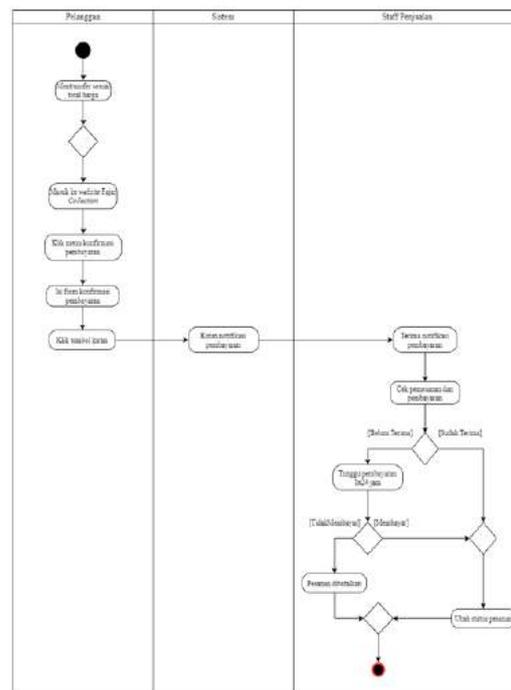
- Cost Structure:** Biaya pembelian pakaian dari *supplier*, Biaya Gaji Pegawai, Biaya Domain dan Hosting, Biaya Sewa Toko fisik.

3.3 Proses Bisnis Usulan

Dalam proses bisnis yang diusulkan, dirancang *activity diagram* sebagai pedoman dibangunnya situs web. *Activity diagram* proses bisnis usulan Fajar Collection untuk proses pemesanan produk dapat dilihat pada Gambar 4, dan proses pembayaran dapat dilihat pada Gambar 5.



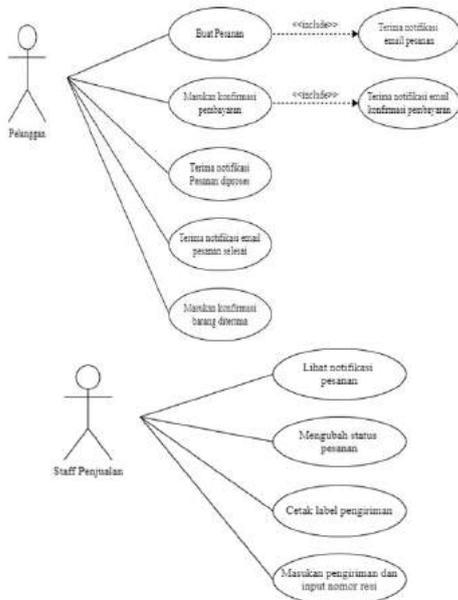
Gambar 4. Activity Diagram pemesanan barang



Gambar 5. Activity Diagram pembayaran dan konfirmasi pembayaran

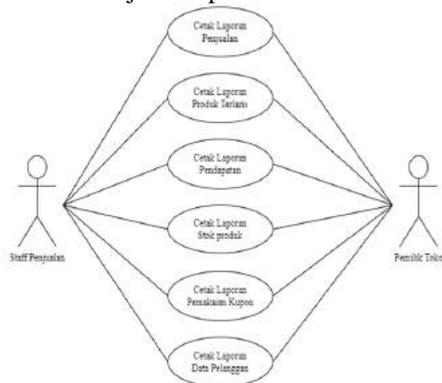
3.4 Use Case Diagram

Rangkaian proses dari *Use case diagram* sistem situs web *E-Commerce Fajar Collection* yaitu *use case diagram master*, transaksi dan cetak laporan, dengan melibatkan aktor *staff penjualan* dan pelanggan. Pada kegiatan *use case diagram* transaksi terdapat dua aktor, yaitu pelanggan yang melakukan pemesanan dan pembayaran, serta *staff penjualan* untuk konfirmasi pemesanan. Diagram ini dapat terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Use Case Diagram Transaksi Fajar Collection

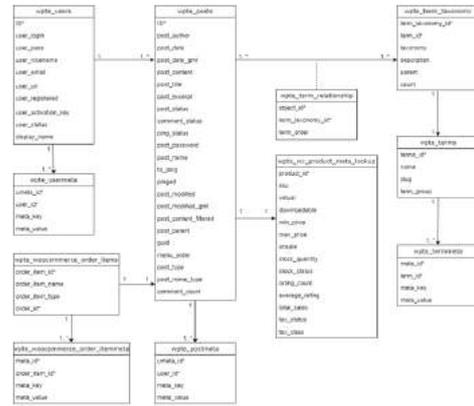
Use case diagram cetak laporan melibatkan *staff penjualan* untuk mencetak berbagai laporan yang dibutuhkan untuk diserahkan kepada pemilik toko. Diagram ini ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Use Case Diagram Laporan Fajar Collection

3.5 Class Diagram

Dasar kegiatan untuk membangun sebuah basis data dari *website*, dapat dilakukan dengan membuat *class diagram*, sehingga data dapat tersimpan baik pada basis data. *Class diagram* sistem *website E-Commerce Fajar Collection* dapat terlihat pada gambar 8.



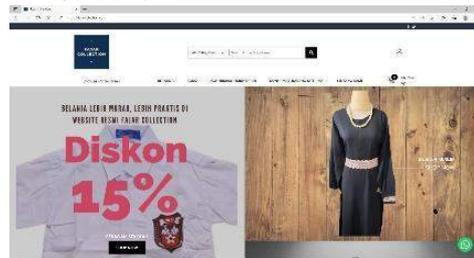
Gambar 8. Class Diagram sistem website E-Commerce Fajar Collection

3.6 Hasil Tampilan Layar

Website e-commerce Fajar Collection, memungkinkan pelanggan bertransaksi pembelian jarak jauh. Sistem *Website e-commerce* terdiri dari tampilan layar *Front end* dan tampilan layar *Back end*.

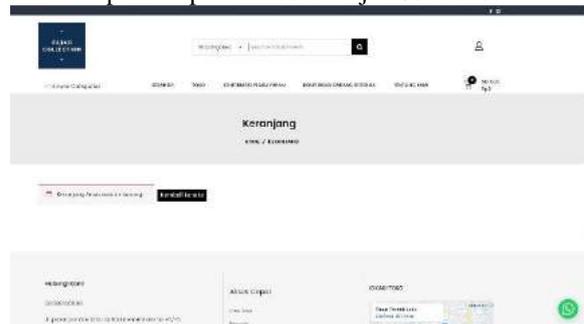
a. Tampilan Layar Front end

1. Gambar 9 akan memperlihatkan halaman muka dari *website e-commerce Fajar Collection*.



Gambar 9. Tampilan Layar Halaman Awal

2. Pada gambar 10 memperlihatkan proses *add to cart* pada saat pelanggan ingin membeli produk pada *website Fajar Collection*.



Gambar 10. Tampilan Layar Add to Cart

3. Pada gambar 11 menampilkan detail Produk ketika pelanggan mengklik produk pada *website Fajar Collection*.



Gambar 11. Tampilan Layar Detail Produk

b. Tampilan Layar *Back end*

1. Pada gambar 12 terlihat tampilan layar *back end* untuk hasil laporan order pada situs Fajar Collection.

Produk	Status	Harga	Jumlah	Total
Setelan SD	Selesai	100000	10	1000000
Setelan SD	Selesai	100000	10	1000000

Gambar 12. Tampilan Layar Laporan Orders

2. Pada gambar 13 terlihat tampilan *backend* hasil laporan rekapitulasi produk terlaris pada *website* Fajar Collection.

Product ID	Product SKU	Product Name	Quantity Sold
248		Baju Koko Pria Dewasa	5
19		Baju Seragam Sekolah SMA	4
197		Baju Koko Anak Laki-laki	3
259		Gamis Abaya Turtleneck Broast	2
129		Baju Seragam Sekolah SD	2
250		Sarung Temun Samarinda Hitam	2
44		Celana Panjang SMA Famatex	1
621		Kopiah Songkok Assagofah Hitam	1
144		Dasi Sekolah SMP	1
240		Jaket Jeans Denim Pria	1

Gambar 13. Tampilan Layar Laporan Produk Terlaris

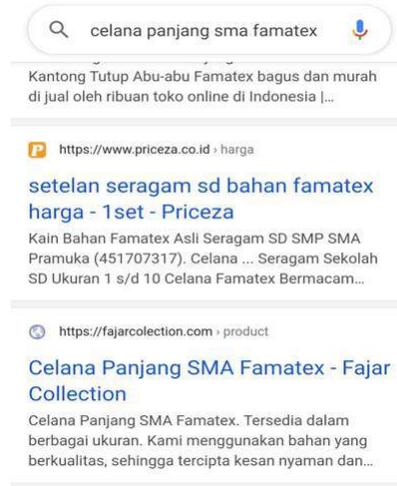
3.7 Search Engine Optimization (SEO)

Penerapan SEO pada *website* <https://fajarcollection.com> dengan menggunakan teknik SEO On Page untuk mengoptimasi halaman dan konten *website* agar terindex oleh mesin pencari Google. Menggunakan *plugin Yoast SEO* untuk mengkonfigurasi *keyphrase* atau kata kunci, *SEO Title*, *Slug/Permalink*, *Meta Description*, *Image Optimization*, dan konten pada *website* tersebut.

3.8 Hasil Pengujian Index Mesin Pencari Google

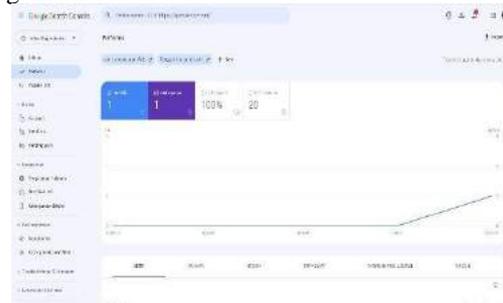
Setelah melakukan optimasi SEO, konfigurasi pada *Google Search Console*, setting XML Sitemaps dan mengindeks *website* di *Google Search Console* langkah selanjutnya diperlukan pengujian indexing pada Google apakah *website* telah terindex atau belum. Pada hasil pengujian SEO dengan kata kunci pencarian “Celana Panjang SMA Famatex” pada mesin pencari Google tampil pada halaman pertama

urutan kedua pada hari Senin, 24 Januari 2022 pukul 16.41 WIB, ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Hasil Pengujian SEO pada Mesin Pencari Google

Hasil pengujian kinerja *website* menggunakan teknik SEO *Onpage* dan *Offpage* yang dilakukan pada tanggal 19 Januari - 23 Januari 2022 pukul 18.00 WIB, ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Kinerja Pada Google Search Console

Dalam strategi marketing Fajar Collection, penulis menggunakan strategi pemasaran teknik marketing 4P (*Product, Price, Place dan Promotion*). Strategi marketing ini digunakan agar bisa meningkatkan proses pemasaran dan penjualan pada toko serta mendapatkan kepercayaan pelanggan dengan aktifnya *website E-Commerce* dan media *social*.

4. KESIMPULAN

Dari langkah-langkah penelitian yang telah dijalankan, dan dirancang sistem *website E-Commerce* pada toko Fajar Collection sehingga dapat disimpulkan dengan adanya *website E-Commerce* pada Fajar Collection, maka pelanggan mudah untuk mendapatkan informasi tentang ketersediaan stok barang. Dengan adanya *website E-Commerce* dan penerapan strategi dengan teknik *Search Engine Optimization (SEO) On Page* dalam pencarian kata kunci, maka calon pelanggan dengan mudah menemukan Fajar Collection sebagai toko *online* yang menjual berbagai produk seperti seragam sekolah, busana muslim dan juga pakaian casual. Lalu

bisa membantu pihak manajemen untuk melakukan promosi produk kepada pelanggan secara online. Dengan adanya *website E-Commerce* dan fasilitas untuk cetak laporan pada sistem *E-Commerce*, sehingga dapat mempermudah staff penjualan dalam melakukan pembuatan data laporan penjualan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. R. Rerung, *E-Commerce, Menciptakan Daya Saing Melalui Teknologi Informasi*. Deepublish, 2018.
- [2] E. Turban, J. Outland, D. King, J. K. Lee, T.-P. Liang, dan D. C. Turban, *Electronic Commerce 2018: a Managerial and Social Networks Perspective*. Springer, 2017.
- [3] V. Vysotska, L. Chyrun, dan L. Chyrun, "Information Technology Of Processing Information Resources In Electronic Content Commerce Systems," in *2016 XIth International Scientific and Technical Conference Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 2016, hal. 212–222.
- [4] H. Stern, D. Damstra, dan B. Williams, *Professional WordPress : Design and Development*. Indianapolis, Indiana: Wiley Publishing, 2010.
- [5] E. Oley, S. R. Sentinuwo, dan A. A. E. Sinsuw, "Sistem Pemesanan Makanan Dan Minuman Berbasis Website (Studi Kasus Taipan Restoran)," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 6, no. 4, hal. 159–170, 2017.
- [6] A. N. Wiatma, G. Gata, dan A. Ratnasari, "Penerapan E-Commerce Content Management System Menggunakan Metode Business Model Canvas Studi Kasus Qorina Garden," *J. BIT (Budi Luhur Inf. Technol.*, vol. 18, no. 2, hal. 55–62, 2022.
- [7] D. D. Kumiawan dan A. Widjaja, "Implementasi E-Commerce Dengan Metode Business Model Canvas Pada Toko Sepatu Rapillo," *J. BIT (Budi Luhur Inf. Technol.*, vol. 18, no. 2, hal. 80–84, 2022.
- [8] B. Cahya Putra, R. S. Wahyuni, dan A. Saputro, "Implementasi E-Commerce Berbasis Content Management System Pada Toko Sepatu Rangkayo Casual Sneakers," *J. BIT (Budi Luhur Inf. Technol.*, vol. 17, no. 2, hal. 14–21, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit>.
- [9] T. L. Saaty dan L. G. Vargas, *Decision making with the analytic network process*, vol. 282. Springer, 2006.
- [10] F. Alfiah, R. Tarmizi, dan A. A. Junidar, "Perancangan Sistem E-Commerce Untuk Penjualan Pakaian Pada Toko a&S," *ICIT J.*, vol. 6, no. 1, hal. 70–81, 2020, doi: 10.33050/icit.v6i1.862.
- [11] A. Osterwalder dan Y. Pigneur, *Business model generation: a handbook for visionaries, game changers, and challengers*. John Wiley & Sons, 2010.

IMPLEMENTASI WEB SERVICE RESTFUL DENGAN AUTENTIKASI JSON WEB TOKEN DAN ALGORITMA KRIPTOGRAFI AES-256 UNTUK APLIKASI PEMINJAMAN LABORATORIUM BERBASIS MOBILE PADA UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Gabriel Yoda Gustiegan¹, Painem^{2*}

^{1,2}Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, Jakarta
Email: ¹yodaegan@gmail.com, ²painem@budiluhur.ac.id

(Naskah masuk: 17 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 17 April 2022)

Abstrak

Peminjaman ruangan laboratorium merupakan salah satu pelayanan yang diberikan oleh LAB ICT Terpadu untuk mahasiswa dan dosen di Universitas Budi Luhur. Saat ini proses peminjaman laboratorium komputer peminjam harus datang langsung ke LAB ICT Terpadu atau memanfaatkan jejaring sosial seperti *Whatsapp* untuk berkomunikasi dua arah dalam melakukan peminjaman lab. Hal tersebut tidaklah cukup efektif untuk melayani pihak peminjam baik dosen atau Unit Kegiatan Mahasiswa. Permasalahan dalam peminjaman lab adalah tumbukan antara jadwal kegiatan perkuliahan dengan unit kegiatan dosen, unit kegiatan mahasiswa serta kegiatan-kegiatan lain yang memerlukan fasilitas lab. Berdasarkan masalah ini diperlukan aplikasi untuk memudahkan peminjaman lab dan koordinasi kepada Asisten LAB ICT berbasis *mobile*. Sementara untuk integrasi dengan sistem yang sudah ada diperlukan *web service* sebagai *backend system* sehingga layanan peminjaman lab dapat diakses oleh berbagai *platform*. Arsitektur yang digunakan pada *web service* menggunakan RESTFUL API, namun masih ada beberapa masalah pada RESTFUL API yaitu mengenai keamanan pada proses otentikasi dan enkripsi data pada data peminjam. Pada arsitektur REST diperlukan metode keamanan yaitu menggunakan *JSON Web Token* dan metode kriptografi *Advanced Encryption Standard-256 (AES-256)*.

Kata kunci: *penjadwalan, web service, API, kriptografi, AES-256, laboratorium*

IMPLEMENTATION OF A RESTFUL WEB SERVICE WITH JSON WEB TOKEN AUTHENTICATION AND AES-256 CRYPTOGRAPHIC ALGORITHM FOR MOBILE-BASED LABORATORY LOAN APPLICATIONS AT UNIVERSITAS BUDI LUHUR

Abstract

The loan of laboratory space is one of the services provided by the Integrated ICT LAB for students and lecturers at Budi Luhur University. Currently, the borrower's computer laboratory loan process must come directly to the Integrated ICT LAB or use social networks such as *Whatsapp* to communicate two-way in conducting laboratory loans. This is not effective enough to serve borrowers, either lecturers or Student Activity Units. The problem with borrowing a lab is the collision between the lecture schedule and the lecturer activity unit, student activity unit and other activities that require lab facilities. Based on this problem, an application is needed to facilitate laboratory lending and coordination to mobile-based ICT LAB Assistants. Meanwhile, for integration with existing systems, a *web service* is needed as a *backend system* so that lab loan services can be accessed by various *platforms*. The architecture used in the *web service* uses the RESTFUL API, but there are still some problems with the RESTFUL API, namely regarding security in the authentication process and data encryption on borrower data. In the REST architecture, a security method is needed, namely using a *JSON Web Token* and the *Advanced Encryption Standard-256 (AES-256)* cryptographic method.

Keywords: *scheduling, web service, API, cryptography, AES-256, laboratory*

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu kegiatan hingga tercapai hasil optimal. Persoalan penjadwalan berkaitan dengan beberapa hal seperti tempat atau ruangan, waktu dan dosen pengajar. Dalam pembuatan jadwal untuk mata kuliah, sering dijumpai berbagai persoalan seperti keterbatasan ruang, kapasitas ruang, spesifikasi atau alat penunjang di setiap ruang, dan tumbukan waktu. Pada saat ini, Lab ICT Terpadu Universitas Budi Luhur masih menggunakan sistem manual dalam pembuatan jadwal sehingga sering kali terjadi *human error*.

Pelayanan peminjaman fasilitas ruang laboratorium pada Lab ICT Terpadu Universitas Budi Luhur saat ini masih secara langsung dengan mendatangi ruang asisten untuk melihat jadwal laboratorium yang kosong atau meminta asisten untuk melihat jadwal dan meminjam ruang lab tersebut. Dalam proses peminjaman fasilitas lab banyak dijumpai permasalahan misalnya adalah tumbukan antara jadwal kegiatan perkuliahan dengan unit kegiatan dosen, unit kegiatan mahasiswa serta kegiatan-kegiatan lain yang memerlukan fasilitas lab. Sulitnya untuk mengetahui kapan waktu kosong lab untuk menyelenggarakan kegiatan atau untuk menentukan jadwal kuliah pengganti serta kurangnya prosedur dan koordinasi antara pihak peminjam dengan asisten Lab ICT Terpadu dalam hal peminjaman fasilitas-fasilitas yang ada pada Lab ICT Terpadu.

Dari permasalahan tersebut maka perlu dibangun Sistem Penjadwalan *Web Service* dengan menggunakan metode Rest API dengan Autentikasi JSON Web Token Dan Algoritma Kriptografi AES-256. REST API berfungsi untuk melakukan *request response* antara sistem penjadwalan berbasis android ke sistem berbasis web. Ketika peminjam akan melakukan transaksi peminjaman *system* akan membaca token yang telah dienkripsi oleh algoritma AES-256 kemudian akan di dekripsi agar bisa melakukan transaksi peminjaman. Alasan pemilihan algoritma AES-256 adalah karena ukuran blok yang besar dan ukuran kunci yang lebih panjang, yang mana akan memberikan keamanan lebih dalam jangka panjang.

Penelitian implementasi *web service* sudah banyak dilakukan, contoh penelitian yang sudah dilakukan Sistem Presensi Pegawai Berbasis Web Service Menggunakan Metode *Restfull* Dengan Keamanan Jwt Dan Algoritma Haversine[1], SON Web Token (JWT) untuk *Authentication* pada Interoperabilitas Arsitektur berbasis RESTful Web Service[2], Keamanan RESTful Web Service Menggunakan JSON Web Token (JWT) HMAC SHA-512 [3], Restful Web Service Untuk Integrasi Sistem Akademik Dan Perpustakaan Universitas Perjuangan[4], Implementasi *Web Service* Pada

Sistem Pengindeksan Dan Pencarian Dokumen Tugas Akhir, Skripsi, Dan Praktik Kerja Lapangan[5].

Sistem berbasis web juga menggunakan keamanan JWT (*JSON Web Token*) guna mengamankan data dari pihak-pihak yang tidak bersangkutan

2. METODE PENELITIAN

2.1 Web Service

Web service adalah salah satu bentuk sistem perangkat lunak yang didesain untuk mendukung interaksi mesin-ke-mesin melalui jaringan. *Web service* memiliki interface yang dideskripsikan dalam format yang dapat dibaca oleh mesin. *Web Services* juga tidak terikat kepada bahasa pemrograman atau sistem operasi tertentu. Sistem-sistem lainnya berinteraksi dengan *web service* menggunakan pesan SOAP yang umumnya dikirim melalui HTTP dalam bentuk XML. Definisi diatas diberikan oleh *World Wide Web Consortium (W3C)* yang merupakan badan yang menciptakan dan mengembangkan standar *web service*. Tetapi secara umum, *web service* tidak terbatas hanya pada standar SOAP saja. Salah satu pustaka yang mengulas lengkap tentang *web service* menyebutkan definisi yang lebih umum: *web service* adalah aplikasi yang diakses melalui internet menggunakan protokol standar internet dan menggunakan XML sebagai format pesannya.[6]

2.2 Representational State Transfer (REST)

Konsep REST pertama kali diperkenalkan oleh Roy Fielding pada tahun 2000. REST merupakan standar arsitektur komunikasi berbasis web yang selalu digunakan terhadap pengembangan layanan berbasis web. Pada umumnya, *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* berperan sebagai protokol untuk melakukan komunikasi data. Sistem yang menggunakan prinsip-prinsip dari REST dapat disebut dengan "RESTful". Penetapan identifikasi terhadap resource dilakukan oleh *Universal Resource Identifiers (URIs)* atau global ID. Resource diperkenalkan dengan format teks, JSON, atau XML. Pada umumnya, format yang digunakan adalah JSON dan XML[3].

Salah satu kriteria desain web services yang paling sering digunakan adalah *restful web services*, *restful* sendiri bekerja dengan cara *resource-oriented*. Pada *restful web services* client (*requester*) mengakses services yang ditawarkan oleh web server, yaitu dengan cara mengakses URL dari resource menggunakan method pada HTTP. Dalam dunia web API, protokolnya adalah HTTP. API client dapat berinteraksi dengan API dengan mengirimkan berbagai jenis pesan HTTP. Standar HTTP mendefinisikan delapan jenis pesan, yaitu:

- GET (Method Get)* mengambil data dari web server dengan menentukan parameter di bagian URL dari permintaan.
- DELETE (Method Delete)* menghapus sumber daya

- c. *POST* (*Method Post* memanfaatkan badan pesan untuk mengirim data ke *server web*)
- d. *PUT* (*Method Put* mirip dengan *post* memanfaatkan badan pesan untuk mentransfer data)
- e. *HEAD* (*Method Head* digunakan untuk mengambil informasi tentang URL dari *web server*)
- f. *OPTION* (*Method Option* berguna untuk mencari tahu mana metode HTTP dapat diakses oleh klien)
- g. *LINK* (*Method Link* dapat digunakan untuk membuat sambungan jaringan ke *server web* melalui HTTP)
- h. *UNLINK* (*Method Unlink* dapat digunakan untuk memutus sambungan jaringan ke server web)

2.3 JSON Web Token (JWT)

JWT ini adalah sebuah *token* berbentuk string JSON yang sangat padat (ukurannya), informasi mandiri yang gunanya sendiri untuk melakukan sistem autentikasi dan pertukaran informasi. Karena bentuknya kecil, *token* JWT dapat dikirim melalui URL, parameter HTTP POST atau di dalam Header HTTP, dan juga karena ukurannya yang kecil maka dapat ditransmisikan dengan lebih cepat. Disebut informasi mandiri karena isi dari token yang dihasilkan memiliki informasi dari pengguna yang dibutuhkan, sehingga tidak perlu query ke basis data lebih dari satu kali. Token tersebut dapat diverifikasi dan dipercaya karena sudah di-sign secara digital. Token JWT dapat di-sign dengan menggunakan secret (algoritma HMAC) atau pasangan *public/private key* (algoritma RSA). Proses login yang dilakukan tidak seperti aplikasi website biasa, tetapi menggunakan *session* untuk mengingat yang sedang melakukan proses login. Namun, API hanya menggunakan konsep JWT yang dapat disebut "jot". JWT tidak bergantung pada bahasa program tertentu. Struktur JWT terdiri atas tiga bagian yang dipisahkan oleh titik ("."), yaitu *header*, *payload*, dan *signature*. [3]

JWT merupakan sebuah token berbentuk string yang terdiri dari tiga bagian yaitu : *header*, *payload* dan *signature* yang digunakan untuk proses otentikasi dan pertukaran informasi. *Token* terdiri dari dua jenis : *token* pembawa dan *token* pemegang kunci. Sedangkan berdasarkan tujuan terdapat dua skema : token identitas dan *token* akses. Cara kerja JWT sama seperti *password*, ketika pengguna berhasil login maka *server* akan memberikan *token* yang disimpan di *local storage* atau *cookies browser* [2].

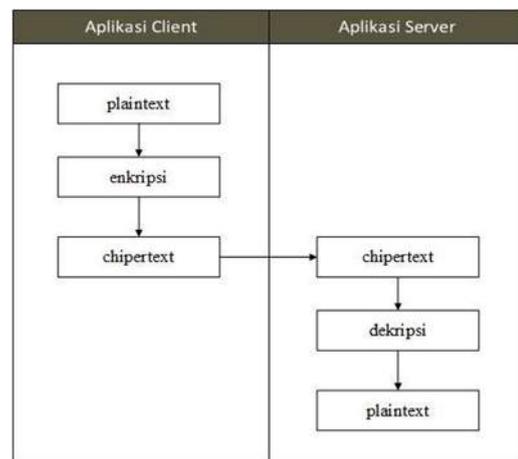
2.4 Algoritma AES-256

Algoritma AES adalah algoritma kriptografi yang dapat mengenkripsi dan mendekripsi data dengan panjang kunci yang bervariasi, yaitu 128 bit, 192 bit, dan 256 bit [7]. AES memiliki kecepatan enkripsi dan deskripsi tertinggi, berikutnya Blowfish, DES dan IDEA [8]. Algoritma kriptografi AES termasuk dalam klasifikasi algoritma kriptografi

kunci simetri, kunci yang digunakan pada enkripsi sama dengan kunci yang digunakan untuk dekripsi [9].

Enkripsi algoritma AES di mulai dengan memasukan XOR plainteks/*state* yang akan di enkripsi dengan *round key*, setelah selesai melakukan XOR plainteks dengan *round key*. Kita lakukan substitusi dengan s-Box, Setelah itu hasil dari substitusi dengan s-Box selesai. Kita lakukan *shiftrow*. Setelah hasil *shiftrow* didapat, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan *Mix Columns* dengan mengalikan matrik Setelah perhitungan *Mix Column* selesai maka kita melakukan *addroundkey* yaitu melakukan XOR *state* dengan *round key*. Lakukan sampai literasi 10, namun pada saat putaran/literasi yang ke 10, setelah *step shiftrow* lompat step *Mix Column* dan langsung lanjut melakukan XOR hasil *state* saat *shift row* dengan *round key* [10].

Penerapan REST *Web Service* memiliki beberapa kekurangan yaitu tidak ada dukungan standar untuk keamanan dan kebijakan pengaksesan data pada sisi server, untuk mengatasi kekurangan tersebut REST *Web Service* diperlukan sistem autentikasi untuk memberi hak akses data pada REST *Server*. JSON Web Token atau JWT merupakan sebuah *token* berbentuk string yang digunakan untuk melakukan autentikasi dan menjamin integritas pesan yang dikirim oleh salah satu pihak. Pada implementasi JWT dibutuhkan suatu metode yang mendefinisikan cara yang simpel dan independen dari transmisi informasi yang aman antar setiap pihak dengan menggunakan format data objek JSON. Algoritma yang digunakan dalam metode ini adalah algoritma AES-256.



Gambar 1. Desain Komunikasi dari Client ke Server Algoritma AES-256

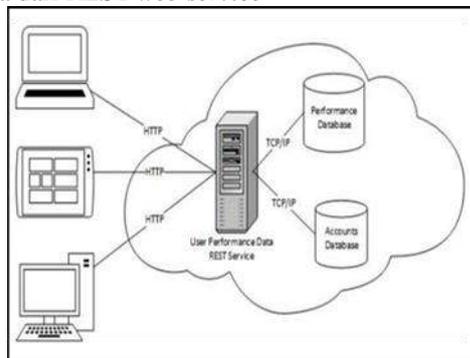
Pada Gambar 1 menjelaskan tentang rancangan proses komunikasi antara aplikasi *client* dengan aplikasi server dalam hal ini REST *Web Service*. Client bermaksud mengirimkan data ke *server* dalam bentuk plaintext. Sebelum dikirimkan, data yang berupa plaintext dienkripsi dahulu dengan algoritma AES-256, kemudian hasil enkripsi berupa *chiphertext*,

dikirimkan ke *server*. *Server* menerima data dalam bentuk *chiphertext*, kemudian didekripsi dengan algoritma AES 256, sehingga diperoleh data *plaintext*. Selanjutnya data *plaintext* tersebut diteruskan ke proses selanjutnya (disimpan/diolah).

2.5 Cara Kerja REST

Untuk membangun sistem peminjaman Lab menggunakan metode Rest agar dapat digunakan antar *platform* baik web dan *mobile*. Metode REST *web service* menerapkan konsep perpindahan antar state. *State* yang dimaksud disini dapat digambarkan apabila browser melakukan permintaan suatu web, maka *server* akan melakukan pengiriman *state* halaman web yang sekarang ke browser.

Gambar 2 adalah diagram yang menjelaskan cara kerja dari REST *web service*



Gambar 2. REST web service[6]

Pada gambar 2, *Service* menerima adanya HTTP request pada berbagai macam URL *endpoints* dengan berbagai jenis HTTP *request* untuk membedakan antara berbagai macam *action*. *Service* ini memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dari aplikasi klien dengan menggunakan operasi-operasi HTTP dengan adanya *performance* data di bagian *body* pada *request*. *Service* kemudian menerima dan memberi otorisasi pada *request*, kemudian menyimpan data dalam database jika diperlukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penerapan Metode

Untuk membangun sistem peminjaman ruang lab menggunakan metode Rest dan algoritma aes-256 dengan autentifikasi JWT sebagai keamanan pertukaran data. Dari metode diatas terdapat beberapa tahapan yang menjadi rancangan utama, rancangan ini sebagai gambaran proses dari enkripsi dan dekripsi yang terdapat pada sistem peminjaman lab.

Pada layanan Web Service terdapat proses enkripsi dan proses dekripsi antara client dan server:

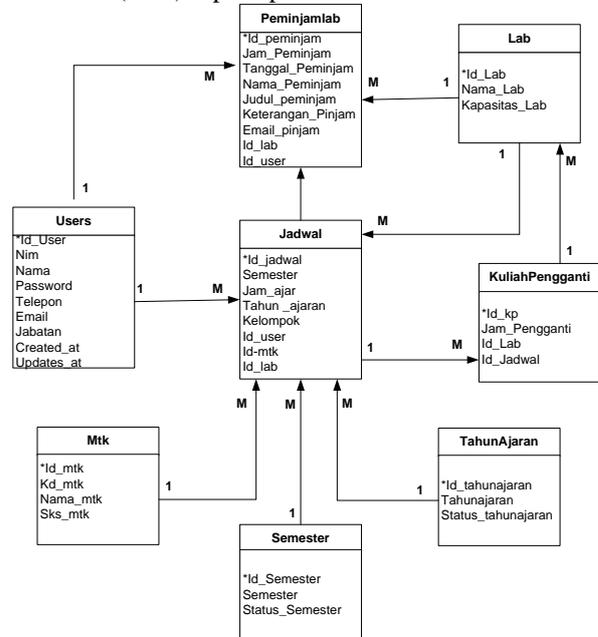
- Proses enkripsi dilakukan pada saat client mengirimkan data API berupa *plaintext*.
- Kemudian data tersebut di enkripsi ke dalam bentuk *chiphertext*.
- Kemudian server menerima data dalam bentuk *chiphertext* dan tersimpan pada database.
- Proses dekripsi dilakukan pada saat server mengirim data API berbentuk *chiphertext*

kemudian data tersebut di dekripsi ke dalam bentuk *plaintext*.

- Sehingga pada web dan mobile menerima data berbentuk *plaintext*

3.2 Rancangan Basis Data

Rancangan basis data Aplikasi Peminjaman Lab digambarkan dengan menggunakan *Logical Record Structure* (LRS) seperti pada Gambar 3.

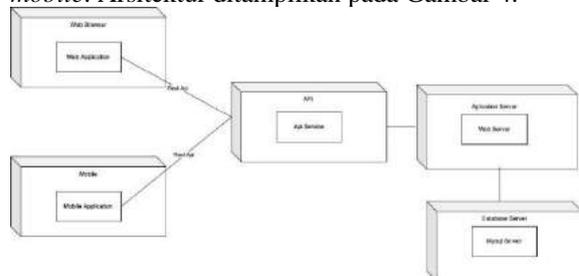


Gambar 3. Logical Record Structure (LRS)

Berdasarkan gambar 3 LRS di atas akan menghasilkan tabel database PeminjamanLab, Lab, User, Jadwal, KuliahPengganti, Mtk, Semester, dan Tahun ajaran.

3.3 Arsitektur Penerapan Web Service

Arsitektur penerapan sistem ini menggunakan model *Three Tier*. *Tier* pertama merupakan arsitektur database, dimana database yang digunakan adalah MySQL. *Tier* kedua merupakan arsitektur aplikasi beserta API. Sedangkan *Tier* ketiga merupakan *client*, yang diakses melalui desktop browser maupun *mobile*. Arsitektur ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Arsitektur Penerapan Web Service

Adapun spesifikasi *Tier* kedua ditampilkan pada Tabel 1 ini terdiri dari PHP frameworks, Programming languages, Operating systems dan UI frameworks yang digunakan.

Tabel 1. Spesifikasi Tier Kedua

No	Spesifikasi	Keterangan
1	PHP frameworks	Laravel
2	Web servers	Apache 2.4.6
3	Web Programming languages	PHP 7.3.28
4	Operating systems	CentOS
5	UI frameworks	Bootstrap 4.5.3
6	Mobile Programming Languages	Java

3.4 Rancangan Layanan Web Service

Pada Tabel 2 adalah rancangan ini berisikan tentang rancangan *web service* yang akan digunakan pada sistem Peminjaman Lab. Berikut adalah *Endpoint* yang digunakan.

Pada tabel 2 merupakan daftar fungsi atau layanan web service yang akan digunakan pada sistem Peminjaman Lab. Fungsi –fungsi yang digunakan adalah login untuk masuk ke sistem, List Lab untuk menampilkan daftar nama-nama lab per tanggal dan hari, List Mata Kuliah untuk menampilkan daftar matakuliah yang menggunakan Lab, List Dosen untuk menampilkan daftar nama dosen yang mengajar di Lab, List Kelompok untuk menampilkan id_dosen dan Id Matkul yang menggunakan Lab, List Jadwal harian untuk menampilkan hari, tanggal penggunaan Lab, List Jadwal Sekarang untuk menampilkan jadwal penggunaan Lab sekarang, Enkripsi Data Kuliah Pengganti untuk mengenkripsi id_dosen, kelompok, lab, tanggal, jam_ajar, Dekripsi Data Kuliah Pengganti untuk mendekripsi, id_dosen, kelompok, lab, tanggal, jam_ajar, Enkripsi Data Peminjaman Lab untuk mengenkripsi token, id_user, nama, judul, keterangan, tanggal, jam_mulai, jam_selesai, lab, email dan fungsi Dekripsi Data Peminjaman Lab untuk melakukan dekripsi id_user, nama, judul, keterangan, tanggal, jam_mulai, jam_selesai, lab, email.

3.1 Tampilan Layar Aplikasi

Pada Gambar 6 merupakan halaman awal yang terdapat 3 menu yaitu jadwal, jadwal sekarang dan login.

Tabel 2. Rancangan Layanan Web Service

No	Nama Layanan	Metode	Endpoint	Parameter	Keluaran
1	Login	POST	/api/login	email, password	Status, Message, Data User Login, Token
2	List Lab	GET	/api/jadwal	tanggal, hari, lab	Success, message, List data Lab
3	List Matakuliah	GET	/api/jadwal/matakuliah	matkul	Success, message, List data Matakuliah
4	List Dosen	GET	/api/jadwal/dosen	id_matkul	Success, message, List data dosen

No	Nama Layanan	Metode	Endpoint	Parameter	Keluaran
5	List Kelompok	GET	/api/jadwal/kelompok	id_matkul, id_dosen	Success, message, List data kelompok
6	List Jadwal Harian	GET	/api/jadwal/harian	tanggal, hari, ini	Success, message, List data jadwal
7	List Jadwal Jam Sekarang	GET	/api/jadwal/jam-sekarang	id_matkul, id_dosen	Success, message, List data jadwal
8	Enkripsi Data Kuliah Pengganti	POST	/api/jadwal/encrypt	token, id_matkul, id_dosen, kelompok, lab, tanggal, jam_ajar	Success, message, id_jadwal
9	Dekripsi Data Kuliah Pengganti	POST	/api/jadwal/decrypt	id_user, id_matkul, id_dosen, tanggal, jam_ajar	Success, message, tanggal, jam_ajar
10	Enkripsi Data Peminjaman Lab	POST	/api/peminjaman/encrypt	token, id_user, nama, judul, id_matkul, id_dosen, keterangan, tanggal, jam_mulai, jam_selesai, lab, email	Success, message, id_peminjaman
11	Dekripsi Data Peminjaman Lab	POST	/api/peminjaman/decrypt	id_user, nama, judul, keterangan, tanggal, jam_mulai, jam_selesai, lab, email	Success, message



Gambar 6. Tampilan Halaman Awal Website

Pada Gambar 6 menu jadwal untuk menampilkan jadwal, kuliah pengganti dan peminjaman berdasarkan jam berlangsung. Untuk Halaman Login ketika User masuk di web untuk melakukan login. User diminta untuk memasukan email dan password untuk dapat masuk ke halaman utama. Setelah email dan password terisi kemudian akan dikirim ke REST API untuk dilakukan validasi. Untuk menu login bisa untuk SPV, asisten dan Dosen.

3.2 Tampilan Aplikasi Mobile

Pada Gambar 7 merupakan tampilan aplikasi mobile untuk login, tambah kuliah pengganti dan tambah peminjaman Lab.



Gambar 7. Tampilan menu Login, tambah kuliah pengganti dan Tambah Peminjaman Lab

Tampilan layar pada gambar 5 untuk menu login dapat dilakukan oleh Dosen, supervisor dan Lab. Setelah melakukan login maka salah satu tampilan pada dosen adalah tambah kuliah pengganti dan tambah peminjaman Lab.

3.3 Pseudocode atau Algoritma AES

Berikut ini Algoritma proses Enkripsi AES-256 menjelaskan alur proses atau cara kerja algoritma AES-256 untuk menghasilkan *Ciphertext*.

```

1. Start
2. Input plaintext dan password
3. AddRoundKey() = plaintext XOR password
4. Rounds = 0
5. Rounds = Rounds + 1
6. Proses SubBytes()
7. Proses ShiftRows()
8. Proses MixColumns()
9. Proses AddRoundKey() = Current State XOR Round Key
10. IF Rounds < 14 THEN
11. Kembali ke baris 5
12. ELSE
13. Proses SubBytes()
14. Proses ShiftRows()
15. Proses AddRoundKey() = Current State XOR

```

```

Round Key
16. Output plaintext
17. END IF
18. END Process

```

Sedangkan Algoritma proses Dekripsi AES-256 menjelaskan alur proses atau cara kerja algoritma AES-256 untuk menghasilkan *Plaintext* sebagai berikut :

```

1. Start
2. Input ciphertext dan password
3. AddRoundKey() = ciphertext XOR password
4. Rounds = 0
5. Rounds = Rounds + 1
6. Proses InvSubBytes()
7. Proses InvShiftRows()
8. Proses InvMixColumns()
9. Proses AddRoundKey() = Current State XOR Round Key
10. IF Rounds < 14 THEN
11. Kembali ke baris 5
12. ELSE
13. Proses InvSubBytes()
14. Proses InvShiftRows()
15. Proses AddRoundKey() = Current State XOR Round Key
16. Output plaintext
17. END IF
18. END Process

```

3.4 Pengujian Layanan Web Service

Pengujian perangkat lunak dari segi spesifikasi fungsional tanpa menguji desain dan kode program untuk mengetahui apakah fungsi, masukan dan keluaran dari perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan [11]. Black Box Testing sendiri merupakan pengujian yang dilakukan hanya mengamati hasil eksekusi melalui data uji dan memeriksa fungsional dari perangkat lunak. Pengujian *black box* ini menitik beratkan pada fungsi system [12].

Pada pengujian *Layanan Web Service*, pengujian dilakukan mencoba semua endpoint web service dan hasil pengujian pada semua layanan web service Rest Api dengan autentikasi JWT dan Algoritma Aes-256 didapatkan persentase 100%. Seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Aplikasi Layanan Webservice Dengan Blackbox

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Banyak pengujian	Ke-simpulan	Hasil Akurasi
1	Menampilkan token setelah login	Pilih method POST Input : Path URL : api/login Request Body : Email: yodaegan@gmail.com Password : 1711500312	Berhasil mendapatkan data user dan mendapatkan token	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
2	Menampilkan data lab dengan method GET	Pilih method GET Input : Path URL : api/jadwal/lab/{hari}{tanggal}	Server akan merespon dengan mengambil data list lab	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
3	Menampilkan data matakuliah dengan method GET	Pilih method GET Input : Path URL : api/jadwal/matkul	Server akan merespon dengan mengambil data list Matakuliah	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
4	Menampilkan data Dosen	Pilih method GET Input : Path URL : api/jadwal/dosen/	Server akan merespon	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %

No	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Banyak pengujian	Ke-simpulan	Hasil Akurasi
5	Menampilkan data Kelompok berdasarkan matakuliah dan dosen dengan method GET	{id_matkul}	dengan menampilkan data list dosen yang sesuai	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
6	Menampilkan Jadwal harian berdasarkan hari dan tanggal dengan method GET	Pilih method GET Input : Path URL : api/jadwal/kelompok/{id_matkul}{id_dosen}	Server akan merespon dengan menampilkan data list kelompok yang sesuai	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
7	Menampilkan Jadwal sekarang dengan method GET	Pilih method GET Input : Path URL : api/jadwal/jam-sekarang	Server akan merespon dengan menampilkan jadwal yang sesuai	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
8	Menkripsi data kuliah pengganti dan cek data kuliah pengganti bentrok dengan jadwal yang sudah ada	Pilih method Post Input : Path URL : api/jadwal/enkripsikp Request Header : Authentication: Bearer token Request Body : data kuliah pengganti	Server akan merespon dengan menampilkan data kuliah pengganti yang telah dienkripsi	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
9	Mendekripsi data kuliah pengganti dan meyimpan ke database	Pilih method Post Input : Path URL : api/jadwal/dekripsikp/{id_user}	Server akan merespon dengan menampilkan data telah disimpan	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
10	Menkripsi data pengajuan peminjaman lab	Pilih method Post Input : Path URL : api/pinjam/enkripsipeminjaman Request Body : data kuliah pengganti	Server akan merespon dengan menampilkan data pengajuan peminjaman yang telah dienkripsi	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %
11	Mendekripsi data peminjaman dan meyimpan ke database	Pilih method Post Input : Path URL : api/pinjam/dekripsipeminjaman/{id_user}	Server akan merespon dengan menampilkan data telah disimpan	Sesuai Harapan	5	Valid	100 %

Pada Tabel 3 skenario pengujian yang dilakukan antara lain : *Login* Memakai *Post* bukan *Get* adalah untuk langsung mengirimkan data username dan password ke action login yang terdapat pada web service. Method POST akan mengirimkan data atau nilai langsung ke *action* untuk ditampung, tanpa menampilkan pada URL. Sedangkan method GET akan menampilkan data/nilai pada URL, kemudian akan ditampung oleh *action*. Menampilkan token setelah login, Menampilkan data lab dengan method GET, Menampilkan data matakuliah dengan method GET, Menampilkan data Dosen berdasarkan mata kuliah yang dosen ajar dengan method GET, Menampilkan data Kelompok berdasarkan matakuliah dan dosen dengan method GET,

Menampilkan Jadwal harian berdasarkan hari dan tanggal dengan method GET, Menampilkan Jadwal sekarang dengan method GET, Mengenkripsi data kuliah pengganti dan cek data kuliah pengganti bentrok dengan jadwal yang sudah ada, Mendekripsi data kuliah pengganti dan menyimpan ke database, Mengenkripsi data pengajuan peminjaman lab, Mendekripsi data peminjaman dan menyimpan ke database, masing-masing dilakukan pengujian sebanyak 5 kali dengan hasil pengujian sesuai harapan dan hasil akurasi 100%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian aplikasi yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan :

- a. Membuat sistem peminjaman dan penggunaan lab untuk mengatur jadwal agar tidak bentrok.
- b. Sistem ini menggunakan pengaman dengan Autentikasi JWT dan Algoritma AES-256 dengan pengujian *black box* testing berdasarkan web service REST API dan Algoritma AES 256 didapatkan persentase sebesar 100%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Painem and H. Soetanto, "Sistem Presensi Pegawai Berbasis Web Service Menggunakan Metode Restfull Dengan Keamanan JWT Dan Algoritma Haversine," *Fountain Informatics J.*, vol. 5, no. 3, p. 6, 2020.
- [2] R. Gunawan and A. Rahmatulloh, "JSON Web Token (JWT) untuk Authentication pada Interoperabilitas Arsitektur berbasis RESTful Web Service," *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, vol. 5, no. 1, p. 74, 2019.
- [3] A. Rahmatulloh, H. Sulastrri, and R. Nugroho, "Keamanan RESTful Web Service Menggunakan JSON Web Token (JWT) HMAC SHA-512," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 7, no. 2, 2018.
- [4] R. Rizal and A. Rahmatulloh, "Restful Web Service Untuk Integrasi Sistem Akademik Dan Perpustakaan Universitas Perjuangan," *J. Ilm. Inform.*, vol. 7, no. 01, p. 54, 2019.
- [5] A. A. G. Y. Paramartha, G. K. Suryaningsih, and K. Y. E. Aryanto, "Implementasi Web Service Pada Sistem Pengindeksan Dan Praktik Kerja Lapangan," *J. Sains dan Teknol.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–8, 2016.
- [6] S. Sibagariang, "Penerapan Web Service Pada Perpustakaan Berbasis Android," *JurnalMaharjana Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 8–11, 2016.
- [7] A. Prameshwari and N. P. Sastra, "Implementasi Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) 128 Untuk Enkripsi dan Dekripsi File Dokumen," *Eksplora Inform.*, vol. 8, no. 1, p. 52, 2018.
- [8] A. P. Nugroho and H. B. Suseno, "Keamanan Data Transaksi Nasabah Pada Aplikasi Bank Sampah Berbasis Web Menggunakan Algoritma AES," vol. 5341, no. April, pp. 9–17, 2020.
- [9] A. Kusyanti and K. Amron, "Analisis Perbandingan Algoritma Advanced Encryption Standard Untuk Enkripsi Short Message Service (SMS) Pada Android," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 10, pp. 4281–4289, 2018.
- [10] A. Pariddudin and F. Syaumi, "Penerapan Algoritma AES pada QR CODE untuk Keamanan Verifikasi Tiket," *Teknois J. Ilm. Teknol. Inf. dan Sains*, vol. 10, no. 2, pp. 43–52, 2020.
- [11] W. N. Cholifah, Y. Yulianingsih, and S. M. Sagita, "Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap," *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 3, no. 2, p. 206, 2018.
- [12] U. Hanifah, R. Alit, and S. Sugiarto, "Penggunaan Metode Black Box Pada Pengujian Sistem Informasi Surat Keluar Masuk," *SCAN - J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 11, no. 2, pp. 33–40, 2016.

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK IDENTIFIKASI AWAL TINGKAT KERENTANAN PENCEMARAN PADA LOKASI FASILITAS PENAMPUNGAN PRODUK MINYAK DAN GAS BUMI

Indah Crystiana¹, Taufan Junaedi²

^{1,2}Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi “Lemigas”
Email: ¹indahcrystiana@gmail.com, ²taufanjunaedi@gmail.com

(Naskah masuk: 18 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 11 April 2022)

Abstrak

Pembangunan fasilitas penampungan produk migas merupakan salah satu kegiatan migas di sektor hilir. Dampak yang umum terjadi pada lingkungan dari adanya kegiatan migas berupa pencemaran baik tanah, air, ataupun udara, untuk itu tujuan studi ini adalah melakukan identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran, agar area yang rentan terhadap pencemaran menjadi perhatian utama bagi pengelola kegiatan. Hasil identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran ditunjukkan dalam peta tingkat kerentanan terhadap pencemaran yang diolah menggunakan sistem informasi geografis dengan menggunakan metode interpolasi, reklasifikasi, pembobotan, dan tumpang susun. Hasil identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran pada lokasi fasilitas penampungan produk minyak dan gas bumi, dibedakan menjadi 3 (tiga) kelas tingkat kerentanan yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Daerah studi berada pada tingkat kerentanan sedang hingga tinggi. Tingkat kerentanan tinggi berada dekat laut. Kondisi tersebut cukup berbahaya kalau terjadi pencemaran maka potensi laut tercemar juga cukup tinggi. Jika polutan sampai laut kondisi tersebut akan sulit dikendalikan, karena akan berdampak pada ekosistem air laut ataupun ekosistem pantai di sekitar area ORF. Berdasar kondisi tersebut perlu perhatian tinggi dalam pengelolaannya.

Kata kunci: sistem informasi geografi, tingkat kerentanan pencemaran, pencemaran

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR EARLY IDENTIFICATION OF POLLUTION VULNERABILITY LEVELS AT THE LOCATION OF OIL AND GAS PRODUCT STORAGE FACILITIES

Abstract

Construction of oil and gas product storage facilities is one of the oil and gas activities in the downstream sector. A common impact on the environment from oil and gas activities is in the form of contamination of soil, water, or air. Therefore, the purpose of this study is to identify the initial level of vulnerability to pollution, so that areas prone to pollution become the main concern for activity managers. The results of the initial identification of the level of vulnerability to pollution are shown in a map of the level of vulnerability to pollution which is processed using a geographic information system using the methods of interpolation, reclassification, weighting, and overlapping. The results of the initial identification of the level of vulnerability to pollution at the location of the oil and gas product storage facilities are divided into 3 (three) classes of vulnerability levels, namely low, medium, and high. The study area is at a moderate to high level of vulnerability. The high level of vulnerability is near the sea. This condition is quite dangerous if there is pollution, the potential for polluted seas is also quite high. If the pollutant reaches the sea, this condition will be difficult to control, because it will have an impact on the marine ecosystem or coastal ecosystem around the ORF area. These conditions need high attention in its management.

Keywords: geographic information system, level of vulnerability to pollution, pollution

1. PENDAHULUAN

Pembangunan fasilitas penampungan produk migas merupakan salah satu kegiatan migas di sektor hilir. Kegiatan migas tersebut mempunyai arti penting dalam usaha untuk mendukung kelancaran lifting, selain itu juga untuk mendukung kelancaran penyaluran dan monetisasi produk. Namun demikian,

kegiatan tersebut bukan berarti tidak memberikan dampak, terutama dampak terhadap lingkungan. Dampak yang umum terjadi terhadap lingkungan adalah adanya pencemaran baik terhadap udara, tanah, ataupun air.

Salah satu usaha yang harus dilakukan oleh badan usaha pengelola fasilitas penampungan produk untuk

mengantisipasi adanya pencemaran adalah dengan melakukan penilaian lingkungan. Proses penilaian lingkungan tersebut biasa dikenal dengan istilah *Environmental Sites Assessment (ESA)*. *Environmental Sites Assessment (ESA)* merupakan proses investigasi dan penilaian jika kontaminasi ke tanah dan air bawah tanah yang telah terjadi di situs atau properti, tingkat dan luasan distribusi dan migrasi bahan kimia; dan penilaian ancaman terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. ESA dalam pengertian umum adalah untuk menentukan dampak dari faktor lingkungan yang berperan dalam mencemari aset dan menentukan implikasi *financial/keuangan* yang terlibat dalam tindakan perbaikan [1][2]. Wilayah pesisir sensitif terhadap interaksi darat-laut dan dapat sangat dipengaruhi oleh polutan dari kegiatan industri. Logam merupakan kontaminan penting di lingkungan laut yang dapat berasal dari aktivitas alam dan antropogenik. Logam umumnya memiliki kelarutan rendah yang mudah diserap dan mengendap menjadi sedimen di lingkungan perairan [3].

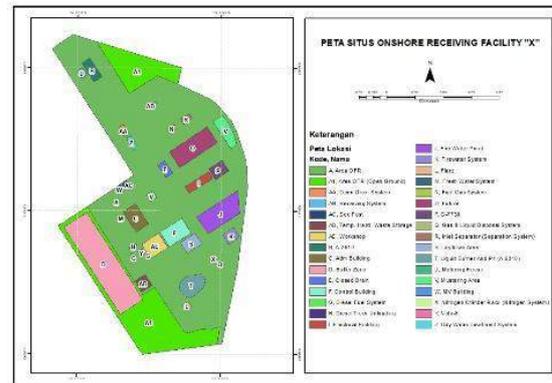
Pada studi ini, melakukan identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran, terutama pencemaran terhadap tanah dan air tanah di lokasi penampungan produk migas menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). SIG adalah sistem informasi yang berbasis data spasial (keruangan). Sistem informasi spasial yang menggabungkan geografi dengan kartografi, penginderaan jauh, dan ilmu komputer. Sistem teknis untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, menganalisis, menampilkan, dan memberikan informasi baru dengan dukungan perangkat keras dan perangkat lunak [4]. Melalui SIG faktor yang mempengaruhi tingkat kerentanan dapat dipetakan dan dianalisis dengan lebih cepat dan baik, karena secara visual dapat menggambarkan kondisi geografis lokasi yang sedang dievaluasi/analisis.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran yang merupakan salah satu bagian dari kegiatan ESA Phase I. Studi identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran pada lokasi fasilitas penampungan hasil produk minyak dan gas bumi diharapkan dapat memberikan gambaran tingkat penyebaran polutan jika pada lokasi penampungan mengalami pencemaran, dan titik-titik lokasi mana yang perlu dijadikan perhatian utama meskipun dalam kondisi aman, apalagi terjadi terjadi kecelakaan yang dapat menimbulkan pencemaran.

2. METODE PENELITIAN

Identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran di fasilitas penampungan produk minyak dan gas bumi, dilakukan di salah satu *Onshore Receiving Facility (ORF)* di Indonesia (ORF “X”). Identifikasi tingkat kerentanan ini dimaksudkan untuk memetakan titik-titik area yang sensitif terhadap polutan atau area paling terdampak jika lokasi studi terjadi kecelakaan yang dapat menimbulkan

pencemaran, sehingga area tersebut menjadi target pengamanan yang pertama. Pada Gambar 1 ditunjukkan peta situs lokasi studi. Pada Gambar 2 ditunjukkan diagram alir studi.



Gambar 1. Peta Situs Onshore Receiving Facility “X” (daerah studi)



Gambar 2. Diagram Alir Studi

2.1 MATERIAL DAN METODE

Titik berat identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran pada studi ini adalah identifikasi kemungkinan terjadinya pencemaran terhadap tanah dan air tanah di lokasi penampungan produk migas. Penentuan tingkat kerentanan pencemaran dilakukan dengan memanfaatkan sistem informasi geografi. Hasil identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran ditunjukkan dalam peta tingkat kerentanan terhadap pencemaran di lokasi studi. Data pengukuran diperoleh dari data pengukuran studi terdahulu. Data yang dipergunakan dalam studi ini yaitu peta situs, data geologi dan tanah, data hasil pengukuran topografi, data tinggi muka air tanah, jenis tanah dan pengukuran infiltrasi, perkolasi, dan permeabilitas. Metode yang digunakan untuk mendapatkan peta tingkat kerentanan pencemaran di lokasi studi yaitu metode interpolasi, metode reklasifikasi dan pembobotan, dan metode tumpang susun.

2.1.1 Interpolasi

Interpolasi spasial adalah metode untuk memperkirakan data di daerah yang berdekatan dan memperkirakan titik-titik yang tidak diketahui (informasinya hilang atau tidak dapat diperoleh) dengan data pengamatan yang tersedia. Teknik interpolasi dapat berupa interpolasi geostatistik dan

interpolasi deterministik. Terdapat beberapa teknik interpolasi geostatistik diantaranya *ordinary Kriging* (OK), *universal Kriging* (UK), *local polynomial interpolation* (LP), *inverse distance weighted* (IDW), Spline, dan lain lain [5][6][7]. Penting untuk diketahui bahwa ketika menggunakan metode interpolasi spasial, tidak mungkin memastikan reproduksi nilai sebenarnya dalam skema output. Untuk alasan ini, hasil harus dipertimbangkan untuk posisi tertentu sebagai nilai yang diharapkan, bukan nilai sebenarnya [8]. Pada studi ini metode IDW yang digunakan untuk interpolasi. IDW menggunakan angka terukur dari titik terdekat, yang diberi bobot per jaraknya dari titik yang diinterpolasi.

2.1.2 Reklasifikasi dan Pembobotan

Analisis untuk pengambilan keputusan multi-kriteria berbasis SIG merupakan proses menggabungkan dan mengubah data spasial untuk menghasilkan suatu keputusan. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode pembobotan. Metode ini merupakan konsep rerata tertimbang yang biasanya untuk merepresentasikan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena spasial. Kriteria distandarisasi ke rentang numerik umum, dan kemudian digabungkan. Pembobotan diberikan untuk semua atribut, total skor keseluruhan tertinggi yang dipilih [9][10]. Pembobotan dapat dilakukan secara obyektif dengan perhitungan statistic atau subyektif penetapannya berdasarkan pertimbangan pemahaman tentang kriteria tertimbang. Sebelum dilakukan pembobotan terhadap atribut yang ditimbang, dilakukan reklasifikasi terhadap semua atribut. Setiap atribut diklaskan menjadi 3 (tiga) klas dengan teknik *equal interval* dengan pertimbangan data yang digunakan pada studi ini merupakan data pengukuran pada saat lingkungan belum terganggu kegiatan ORF

2.1.3 Tumpang Susun

Metode tumpang susun atau biasa disebut dengan *overlay* merupakan teknik menggabungkan beberapa peta yang telah diberi bobot sehingga dihasilkan peta komposit yang memiliki informasi baru. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, pada studi ini digunakan metode *weighted overlay*. Metode *weighted overlay* merupakan pembobotan numerik yang diberikan untuk setiap lapisan kriteria sesuai dengan kepentingan relatifnya dibandingkan dengan semua lapisan lainnya. Setiap raster diberi pengaruh persentase. Nilai sel dikalikan dengan pengaruh persentasenya, dan hasilnya ditambahkan bersama untuk membuat raster keluaran. Total nilai yang tertinggi merupakan lokasi yang perlu diperhatikan [11][12][13].

2.2 ANALISIS DATA

Analisis komponen lingkungan yang perlu diperhatikan saat melakukan identifikasi tingkat kerentanan pencemaran pada lokasi fasilitas

penampungan produk minyak dan gas bumi, yaitu lokasi dan potensi polutan, topografi, muka air tanah, dan faktor pendukung pergerakan air seperti faktor infiltrasi, jenis tanah, perkolasi, dan permeabilitas. Komponen tersebut saling mendukung dan mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Untuk menentukan skala prioritas penanganan hasil penjumlahan atribut tertimbang dikelaskan kembali menjadi 3 (tiga), yaitu kelas 1 rendah, kelas 2 sedang, kelas 3 tinggi. Lokasi yang masuk dalam kategori sensitive maka lokasi tersebut merupakan daerah yang perlu mendapatkan perhatian dibandingkan kategori lainnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran pada daerah studi didasarkan pada beberapa faktor lingkungan yang mempengaruhi cepat lambatnya polutan dapat meresap di dalam tanah. Faktor lingkungan yang mempengaruhi yaitu lokasi dan potensi polutan, topografi, muka air tanah, dan faktor pendukung pergerakan air seperti faktor infiltrasi, jenis tanah, perkolasi, dan permeabilitas. Untuk memudahkan dalam melakukan analisis dan identifikasi setiap faktor lingkungan tersebut dipetakan karena data hasil pengukuran dan uji laboratorium secara spasial kurang memberikan gambaran menyeluruh kondisi lokasi daerah studi. Hal tersebut disebabkan data pengukuran dan uji laboratorium hanya pada titik lokasi terpilih. Berdasarkan hal tersebut maka peran SIG sangat diperlukan, selain dapat menampilkan posisi data di lokasi sesungguhnya, SIG dalam pemodelannya dapat menyebarkan informasi data tersebut di titik atau lokasi yang belum ada datanya. Pemodelan dalam SIG yang sering digunakan dikenal dengan istilah interpolasi. Pada Gambar 3 ditunjukkan pemetaan faktor lingkungan yang digunakan untuk identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran pada lokasi penampungan produk minyak dan gas bumi.

Gambar 3 adalah peta hasil interpolasi data pengukuran faktor lingkungan dalam identifikasi awal tingkat kerentanan pencemaran di lokasi penampungan produk migas. Distribusi nilai ditunjukkan oleh gradasi warna dan garis kontur. Simbol gradasi warna pada peta merupakan salah satu metode choropleth dalam merepresentasikan data agar lebih mudah dianalisis secara visual, demikian juga dengan garis kontur. Gradasi warna secara kualitatif membantu melihat tinggi rendahnya nilai spasial, dan garis kontur secara kuantitatif menunjukkan nilai suatu titik. Selain peta jenis tanah, peta studi ini menggunakan gradasi dalam simbolisasi. Gradasi warna yang digunakan dari merah menuju biru, dimana merah menyimbolkan nilai tertinggi dan biru nilai terendah. Peta jenis tanah warna yang digunakan merupakan warna standar yang umum digunakan dalam simbol warna batuan, dimana warna kuning warna pasir, hijau warna clay

(lempung), dan abu-hitam untuk warna kandungan organik.

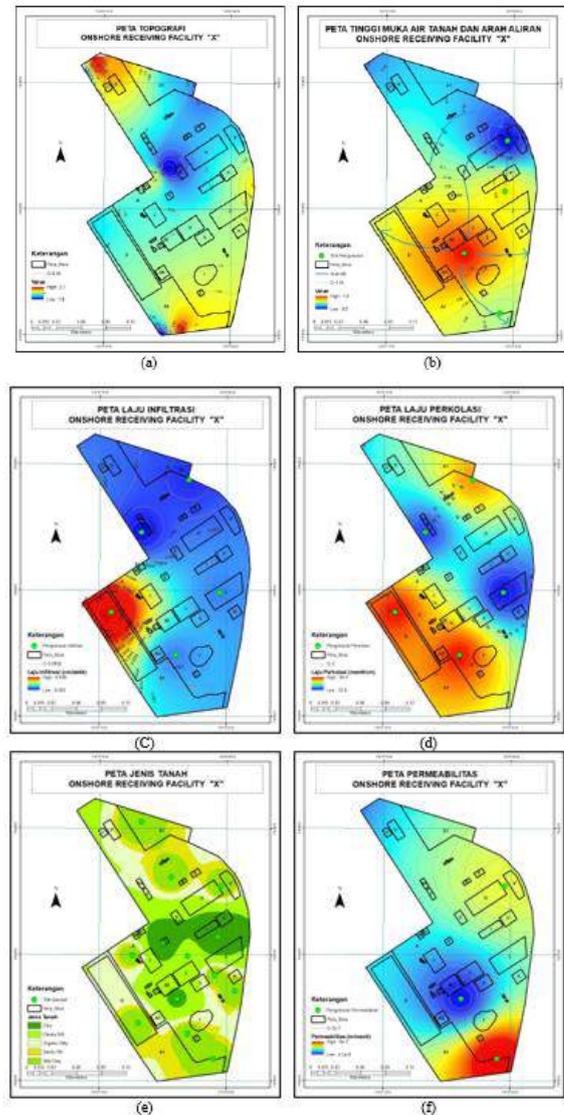
Gambar 3(a) menunjukkan peta topografi permukaan daerah studi. Topografi memperlihatkan relief permukaan yang mempengaruhi sistem pengaliran suatu daerah. Dalam proses pengalirannya, air membawa material atau zat kimia yang dilaluinya dan mengendapkannya di area yang paling rendah. Posisi terendah merupakan daerah yang rentan terhadap pencemaran. Berdasarkan hasil pengukuran dan pemetaan menggunakan metode interpolasi IDW diperoleh nilai topografi area ORF berkisar antara 1 – 2.1 m. Topografi tertinggi ada di bagian selatan dan barat laut (± 2.1 m, berwarna merah), daerah terendah berada di tengah (berwarna biru), dengan tinggi topografi berkisar ± 1 m. Berdasarkan hal tersebut maka potensi daerah sangat rentan terhadap pencemaran adalah di lokasi yang berwarna biru, dan lokasi-lokasi warna kuning sampai dengan biru yang merupakan alur arah pengaliran air permukaan. Untuk mencegah dan meminimalkan kemungkinan terjadinya pencemaran maka aktivitas dan peralatan di bagian selatan untuk selalu mendapat perhatian yang lebih khusus.

Kondisi topografi berkaitan erat dengan tinggi muka air, karena topografi mempengaruhi arah aliran air tanah, dimana arah aliran air tanah dapat digunakan untuk mengetahui pola arah pencemaran. Arah aliran air dipengaruhi oleh tinggi rendahnya muka air tanah, semakin tinggi muka air tanah maka polutan lebih cepat sampai ke badan air. Muka air tanah adalah batas antara zona tak jenuh dan zona jenuh di bawah tanah. Air tanah bergerak dari tempat tinggi ke tempat yang lebih rendah. Arah aliran air diketahui melalui pemetaan kontur air tanah. Pada Gambar 3(b) terlihat bahwa daerah yang rentan terhadap pencemaran berada pada bagian utara ORF (warna biru). Tinggi muka air tanah pada bagian utara $\pm 0,2$ m dan arah aliran berpusat pada bagian tersebut.

Meskipun kondisi topografi dan tinggi muka air tanah mendukung cepat lambatnya pencemaran tanah dan air tanah, namun secara alami faktor geologi merupakan faktor yang paling dominan mempengaruhi kualitas tanah dan air tanah. Air hujan yang masuk melalui pori batuan, sehingga melarutkan zat yang terkandung batuan. Semakin lama air menempati suatu batuan maka semakin tinggi pula kandungan zat atau unsur yang terlarut. Faktor pendukung pergerakan air yang berkaitan erat dengan kondisi geologi yaitu faktor infiltrasi, perkolasi, permeabilitas, dan daya kapileritas yang ditunjukkan oleh jenis tanah pada lokasi studi. Faktor pendukung pergerakan air ditunjukkan pada Gambar 3(c) sampai dengan Gambar 3(f).

Pada Gambar 3(c) ditunjukkan peta laju infiltrasi, yaitu peta yang menampilkan laju masuknya air ke dalam tanah sebagai akibat gaya kapiler dan gravitasi. Laju infiltrasi dipengaruhi oleh jumlah air yang berada di permukaan tanah, sifat permukaan tanah, dan kemampuan tanah dalam

meloloskan air. Tanah yang bertekstur kasar mempunyai infiltrasi yang tinggi; sedangkan tanah yang bertekstur halus mempunyai infiltrasi kecil, sehingga dengan curah hujan yang cukup rendah pun dapat menimbulkan limpasan permukaan. Pada Gambar 3(c) laju infiltrasi paling besar berada pada bagian barat daya area ORF (warna merah).



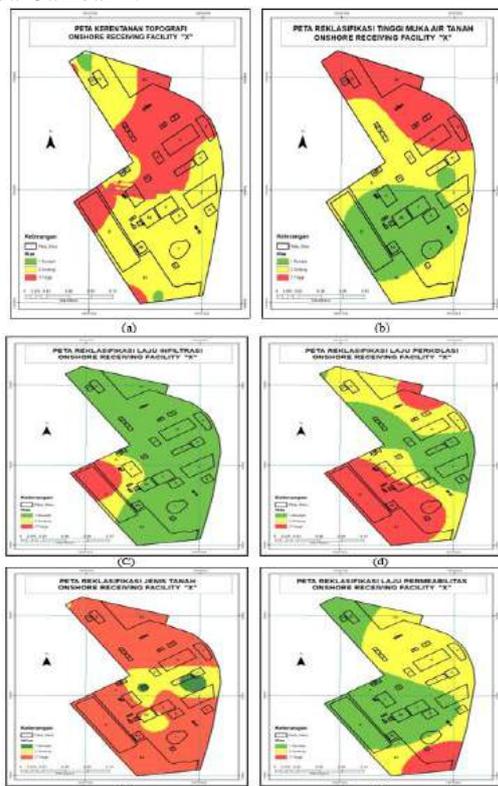
Gambar 3. Peta hasil interpolasi geostatistik

Perkolasi merupakan proses peresapan air melalui profil tanah karena gaya gravitasi, selain dipengaruhi oleh tekstur tanah dan permeabilitas. Air bergerak ke dalam tanah melalui celah atau pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Perkolasi terjadi setelah keadaan jenuh pada lapisan tanah bagian atas terlampaui, sebagian dari air tersebut mengalir ke tanah yang lebih dalam sebagai akibat gaya gravitasi. Pada Gambar 3(d) ditunjukkan laju perkolasi tertinggi terjadi di bagian selatan dan barat daya ORF.

Sejalannya proses infiltrasi dan perkolasi, air meresap ke dalam tanah mengalami proses kapilerisasi. Daya kapiler adalah gerakan air ke arah

lateral. Air tanah mengalir mengikuti daya kapilaritas tanah yang melawan gaya gravitasi. Gerakan molekul cenderung mengisi air tanah pada lapisan permukaan dari masing-masing partikel tanah. Daya kapiler mengisi air pada ruang-ruang kecil diantara partikel-partikel tanah dengan pola mengalir dari daerah dengan daya kapilaritas tinggi ke rendah. Daya kapiler ini sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah. Tekstur tanah menunjukkan kasar halusnya tanah dengan perbandingan antara butir-butir pasir, debu, dan liat. Gerak kapilaritas air paling cepat adalah pada tanah pasir (bertekstur kasar). Daya kapiler dapat dicerminkan oleh jenis tanah yang berkembang. Pada Gambar 3(e) jenis tanah yang bersifat pasiran berkembang pada bagian selatan dan utara ORF. Pada Gambar 3(f) ditunjukkan peta permeabilitas pada area ORF. Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah dan batuan meloloskan zat cair, dimana semakin besar tingkat permeabilitasnya maka semakin mudah untuk meloloskan air/zat cair. Pada daerah studi permeabilitas tertinggi terdapat pada bagian selatan (warna merah) ORF.

Peta-peta pendukung untuk mengidentifikasi tingkat kerentanan pencemaran di area penampungan produksi migas yang telah diinterpolasi sebelum dilakukan tumpang susun maka terlebih dahulu dilakukan reklasifikasi dengan teknik *equal interval*. Setiap peta direklasifikasi menjadi 3 (tiga) kelas, tiap kelas merepresentasikan tingkat kerentanan. Klas 1 berarti rendah, klas 2 berarti sedang, dan kelas 3 berarti tinggi. Hasil reklasifikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta hasil reklasifikasi

Peta hasil reklasifikasi dilakukan tumpang susun untuk mendapatkan hasil identifikasi awal tingkat kerentanan terhadap pencemaran di lokasi penampungan produk minyak dan gas bumi. Metode yang digunakan yaitu metode *weighted overlay*, dimana setiap peta direklasifikasi berdasarkan tingkat kerentanannya kemudian setiap sel dalam kelas dikalikan dengan nilai persentase pengaruh, dan seluruh hasilnya ditambahkan untuk mendapatkan hasil nilai tingkat kerentanan pencemaran di lokasi studi. Adapun prosentase pengaruh tiap kriteria yaitu topografi (25%), muka air tanah (15%), dan faktor pendukung pergerakan air seperti faktor infiltrasi (10%), jenis tanah (30%), perkolasi (10%), dan permeabilitas (10%). Hasil dari tumpang susun ditunjukkan pada Gambar 5.

Hasil identifikasi tingkatan kerentanan pada area studi dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu tingkat kerentanan rendah, tingkat kerentanan sedang, dan tingkat kerentanan tinggi. Pada peta berturut-turut diberi warna hijau, kuning, dan merah. Tingkat kerentanan terhadap pencemaran ini menunjukkan bahwa pada daerah tersebut berpotensi memberikan faktor pendukung akan cepatnya terjadi pencemaran tanah dan air di area lokasi jika di daerah tersebut terdapat polutan. Berdasarkan hasil pengolahan dengan menggunakan metode *weighted overlay* seperti ditampilkan Gambar 5 terlihat bahwa daerah studi masuk dalam kategori tingkat kerentanan sedang hingga tinggi, area dengan tingkat kerentanan rendah teridentifikasi relatif tidak banyak, karena teridentifikasi pada area yang kecil.



Gambar 5. Peta tingkat kerentanan terhadap pencemaran di lokasi studi

Area yang tingkat kerentanan tinggi berada di sisi utara dan sedikit di bagian barat daya, area bagian utara berada cukup dekat dengan laut. Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu perhatian yang cukup tinggi, dengan mengusahakan tidak terjadinya kebocoran terhadap peralatan yang digunakan ataupun memperhatikan tingkat keselamatan kerja dan prosedur Lingkungan Keselamatan dan

Kesehatan Kerja (LK3), karena jika terjadi pencemaran maka polutan tersebut selain mencemari daratan juga dengan cepat masuk ke laut sehingga menimbulkan pencemaran laut. Jika polutan sampai ke laut maka kondisi tersebut akan sulit terkendali, akibatnya akan berdampak pada ekosistem air laut ataupun ekosistem pantai di sekitar area ORF.

4. KESIMPULAN

Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat efektif dimanfaatkan untuk mendistribusikan data pengukuran dalam usaha dan identifikasi awal tingkat kerentanan terhadap pencemaran di lokasi penampungan produksi minyak dan gas bumi. Tingkat kerentanan hasil identifikasi adalah sedang hingga tinggi dan posisi penampungan yang berada dekat pantai. Berdasar hal tersebut maka perlu perhatian yang cukup tinggi dalam pengelolaannya, yaitu dengan mengusahakan tidak terjadi kebocoran terhadap peralatan yang digunakan ataupun memperhatikan tingkat keselamatan kerja dan prosedur Lingkungan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (LK3).

Perlu dilakukan uji perbandingan metode interpolasi geostatistik lainnya untuk mendapatkan hasil interpolasi yang mendekati kebenaran di lapangan, hal tersebut mengingat kondisi dibawah permukaan yang cukup kompleks

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K.N. Sheth, "Envirovision For Valuation Of Contaminated Assets", *Indian Surveyor*, pp. 102 - 105, 2003.
- [2] Envirovision Inc., "Phase I Envirovision (Report)", 2018
- [3] H. Zhang, T.R. Walker, E. Davis, dan G. Ma, "Ecological risk assessment of metals in small craft harbour sediments in Nova Scotia, Canada", *Marine Pollution Bulletin*, Vol. xxx, pp. 1 - 10, 2019
- [4] Yun Xie, Binggeng Xie, Ziwei Wang, R. K. Gupta, M. Baz, dan M. A. Al Zain, "Geological Resource Planning and Environmental Impact Assessments Based on GIS", *Sustainability*, Vol. 906, pp. 1 - 12, 2022
- [5] Mirzaei, R. dan Sakizadeh, M., "Comparison of interpolation methods for the estimation of groundwater contamination in Andimeshk-Shush Plain, Southwest of Iran", *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, pp. 2758-2769, 2016.
- [6] G.S. Bhunia, P. K. Shit, dan R. Maiti, "Comparison of GIS-based interpolation methods for spatial distribution of soil organic carbon (SOC)", *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, Vol. 17, pp. 114 - 126, 2018
- [7] ESRI, "What is empirical Bayesian kriging?", <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.7/help/analysis/geostatistical-analyst/what-is-empirical-bayesian-kriging-.htm> (diakses Januari 2022; tanggal artikel : -)
- [8] H.A. Hussain, S.A. Abdullah¹, dan A.A. Al Maliki, "Using Spatial Analysis Methods to Evaluate the Soil Contamination of Baghdad City, Iraq", *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 2114, pp. 1 - 8, 2021
- [9] S. Drobne and A. Lisec, "Multi-attribute Decision Analysis in GIS: Weighted Linear Combination and Ordered Weighted Averaging", *Informatica*, Vol. 33, pp. 459-474, 2009.
- [10] D.M. Sihotang, "Metode Skoring dan Metode Fuzzy dalam Penentuan Zona Resiko Malaria di Pulau Flores", *JNTETI*, Vol. 5, pp. 302 - 308, 2016.
- [11] ESRI, "Weighted Overlay (Spatial Analyst)", <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/tool-reference/spatial-analyst/weighted-overlay.htm> (diakses Febuari 2022; tanggal artikel : -)
- [12] S. Gyeltshen, T.V. Tran, G.K.T. Gunda, S. Kannaujiya, R.S. Chatterjee dan P. K. Champatiray, "Groundwater potential zones using a combination of geospatial technology and geophysical approach: case study in Dehradun, India", *Hydrological Sciences Journal*, DOI: 10.1080/02626667.2019.1688334, pp. 1 - 14, 2019
- [13] E. Muryani, D.A. Rahmah, dan D.H Santoso, "Analisis Tingkat Kerentanan Pencemaran Air Tanah Pada Wilayah Penambangan dan Pengolahan Emas Rakyat Desa Pancurendang, Kabupaten Banyumas", *ECOTROPHIC*, Vol. 13, pp. 159 - 169, 2019

MODEL MATEMATIKA PANEL SURYA SATELIT KOMUNIKASI ORBIT RENDAH EKUATORIAL MENGGUNAKAN SIMULINK

Desti Ika Suryanti¹, Ahmad Fauzi²

^{1,2}Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
Email: dest004@brin.go.id, ²ahma041@brin.go.id

(Naskah masuk: 18 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 11 April 2022)

Abstrak

Sel surya atau *photovoltaic* merupakan sumber energi terbarukan sebagai pembangkit energi listrik yang memiliki kemampuan mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya yang terdiri dari susunan seri dan paralel membentuk sebuah panel surya. Teknologi panel surya banyak digunakan, salah satunya adalah teknologi antariksa, khususnya teknologi satelit. Sel surya yang digunakan dalam satelit menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk operasi satelit. Untuk merancang panel surya pada mikro-satelit memiliki tantangan karena keterbatasan dimensi, namun satelit harus mampu menyelesaikan setiap misi dari operasi satelit. Untuk merancang susunan sel surya berdasarkan daya yang diharapkan dan atau daya yang diproduksi salah satunya dengan menggunakan metode pemodelan matematika. Tujuan riset ini untuk membuat suatu model yang dapat digunakan untuk langkah awal mengetahui karakteristik sel surya serta sebagai alat untuk mendesain persyaratan sel surya yang diperlukan dalam setiap proyek. Sebuah model matematika dari panel surya dikembangkan dan disajikan dalam tulisan ini menggunakan aplikasi GUI Matlab-Simulink. Metode yang digunakan pada model matematika ini menggunakan persamaan rangkaian dasar dari sel surya termasuk didalamnya efek *solar irradiance* dan perubahan suhu. Berdasarkan pemodelan tersebut hasil diperoleh berupa kurva karakteristik keluaran model sesuai dengan karakteristik setiap panel surya satelit komunikasi orbit rendah ekuatorial. Daya yang dihasilkan panel surya akan bertambah ketika *solar irradiance* mengalami peningkatan pada suhu tetap. Ketika suhu menurun dan *solar irradiance* tetap, daya keluaran dan tegangan meningkat sedikit sedangkan arus keluaran mendekati konstan.

Kata kunci: *Sel surya, photovoltaic, panel surya, teknologi satelit, model matematika*

MATHEMATICAL MODELING OF SOLAR PANEL EQUATORIAL LOW ORBIT COMMUNICATION SATELLITE USING SIMULINK

Abstract

Solar cells or photovoltaic is a renewable energy source as a generator of electrical energy that has the ability to convert sunlight energy into electrical energy. Solar cells consist of series and parallel arrangement form a solar panel. Solar panel technology is widely used, one of which is space technology, especially satellite technology. Solar cells used in the satellites produce the energy needed for the operation of the satellites. To design solar panels on a micro-satellite has challenges due to dimensional limitations, but the satellite must be able to complete every mission of the satellite operation. To design the arrangement of solar cells based on the expected power and or the power produced, one of them is by using mathematical modeling methods. The purpose of this research is to create a model that can be used for the initial step of knowing the characteristics of solar cells and as a tool to design the requirements of solar cells needed in each project. A mathematical model of solar panels was developed and presented in this paper using the Matlab-Simulink GUI application. The method used in this mathematical model uses the basic circuit equations of solar cells including the effects of solar irradiance and temperature changes. Based on the modeling, the results obtained in the form of a model output characteristic curve according to the characteristics of each solar panel of the equatorial low orbit communication satellite. The power generated by the solar panel will increase when the solar irradiance increases at a constant temperature. When the temperature decreases and the solar irradiance remains constant, the output power and voltage increase slightly while the output current approaches a constant.

Keywords: *Solar cells, photovoltaic, solar panels, satellite technology, mathematical models*

1. PENDAHULUAN

Energi surya merupakan sumber energi utama untuk misi luar angkasa. Penelitian yang pernah dilakukan terkait pemodelan panel surya salah satunya adalah penelitian mempelajari, memodelkan, dan mensimulasikan karakteristik listrik sel surya satelit luar angkasa kemudian membuat perbandingan antara efisiensi sel surya untuk menentukan pilihan sel surya terbaik yang akan membawa kinerja yang baik untuk digunakan dalam desain panel surya [1]. Pada penelitian ini pemodelan sel surya digunakan untuk tahap awal mengetahui karakteristik sel surya dan kemudian sebagai alat untuk mendesain panel surya satelit sesuai persyaratan daya yang diperlukan satelit.

Satelit mikro merupakan satelit kecil yang kebanyakan berbentuk kubus serta memiliki berat kurang dari 150 kg. Karena satelit mikro memiliki dimensi yang terbatas, oleh karena itu pemilihan teknologi sel surya memiliki nilai yang sangat penting, mengingat panel surya merupakan satu-satunya sumber energi untuk mensuplai daya ke satelit mikro. Di bawah sinar matahari, panel surya memiliki fungsi seperti generator dan mengubah cahaya (foton) menjadi energi listrik untuk menyediakan energi yang cukup untuk berbagai sub-sistem elektronik *on-board* dari satelit mikro [2][3]. Satelit mikro pada umumnya adalah satelit yang memiliki orbit LEO dengan array surya yang dapat menghasilkan energi listrik maksimum saat kondisi *daylight*, dan energi listrik tersebut digunakan oleh satelit saat kondisi *eclipse*, karena satelit orbit LEO mengalami masa orientasi pergerakan orbit fase kondisi *daylight* dan *eclipse* [4].

Teknologi sel fotovoltaik yang tersedia terdiri dari sel sambungan tunggal (Si) berbasis silikon, sel sambungan ganda GaInP₂/GaAs (Indium gallium phosphide₂/ Gallium arsenide) dan sel sambungan rangkap tiga InGaP/GaAs/Ge (Indium gallium phosphide/ Gallium arsenide / germanium). Salah satu terobosan teknologi sel fotovoltaik yang layak untuk disematkan pada satelit mikro yang mengorbit di LEO (*Low Earth Orbit*) adalah triple-junction, karena alasan berikut [5][6]:

- Nilai efisiensi yang lebih tinggi hingga 30% dibandingkan dengan sel surya yang berbasis silikon yang memiliki efisiensi 17% dengan ukuran sel surya yang sama.
- Ketahanan radiasi dan koefisien suhu yang lebih baik sehingga dapat memastikan pengiriman daya yang lebih besar sampai masa EOL (*End of Life*).
- Tegangan keluaran yang lebih tinggi 2,35 V sedangkan sel surya yang berbasis silikon memiliki tegangan keluaran 0,6 V, hal ini mengakibatkan penggunaan sel surya yang lebih sedikit dalam susunan serial sel untuk mencapai tingkat tegangan yang diinginkan.

Model matematika digunakan untuk memprediksi kinerja dari suatu perangkat. Model matematika digunakan untuk merancang susunan sel surya untuk

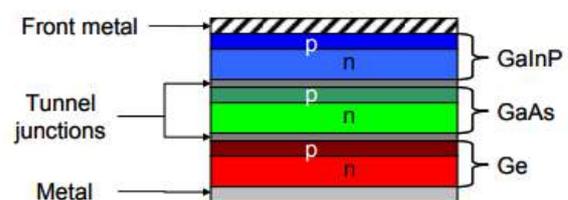
berbagai aplikasi salah satunya aplikasi untuk sistem satelit berdasarkan daya yang diharapkan atau daya yang diproduksi oleh susunan sel surya tersebut. Model matematika juga dapat digunakan untuk memantau kinerja panel surya aktual versus yang diprediksi selama masa pakai sistem fotovoltaik, dan dengan demikian membantu mendiagnosis masalah pada kinerja panel surya. Dalam kegiatan ini, pemodelan dan simulasi panel surya satelit komunikasi orbit rendah ekuatorial menggunakan sel surya *triple-junction* GaInP/GaAs /Ge tipe 3G30A dari AZURSPACE.

Makalah ini disusun sebagai berikut: Pendahuluan dipaparkan pada bagian 1. Sel surya untuk aplikasi ruang angkasa dipaparkan pada bagian 2, kemudian pemodelan panel surya dipaparkan pada bagian 3 dan terakhir beberapa kesimpulan singkat pada bagian 4.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sel Surya Untuk Aplikasi Ruang Angkasa

Sel surya untuk bidang keantariksaan harus memiliki efisiensi yang tinggi serta mampu bertahan ribuan siklus termal di orbit di mana suhunya bervariasi dari -150 °C hingga lebih dari 120 °C. Agar memiliki efisiensi konversi tertinggi, sel surya untuk bidang keantariksaan dikembangkan dari bahan monokristalin. Sebelumnya sel surya berbasis silikon merupakan sel surya yang paling banyak digunakan dan memiliki efisiensi tidak lebih tinggi dari 14%. Munculnya sel surya berbasis GaAs pada dekade terakhir abad ke-20 memiliki efisiensi mencapai 19%, dan saat ini sel surya *triple junction* menunjukkan efisiensi lebih dari 30% [7]. Teknologi sel surya yang efisien untuk sebuah mikrosatelit adalah sel surya *triple junction*, teknologi ini terdiri dari tiga sub-sel yang dipasang di atas satu sama lain, yaitu GaInP, GaAs, dan Ge, masing-masing sub-sel memiliki bentuk PN junction sendiri dan celah yang berbeda, masing-masing sub-sel dipisahkan oleh *tunnel junction* seperti yang ditunjukkan pada Gambar.1. *Tunnel junction* memungkinkan aliran arus antara lapisan [8].



Gambar 1. Struktur triple junction cell

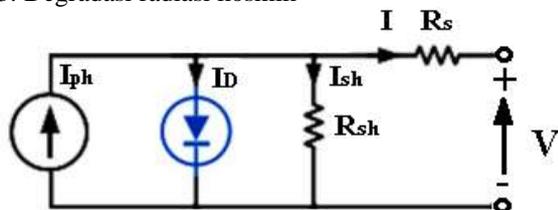
3. PEMODELAN PANEL SURYA

3.1 Rangkaian Ekuivalen Sel Surya

Rangkaian ekuivalen sel surya ditunjukkan pada Gambar 2. Sumber arus I_{ph} mewakili arus foto sel. R_{sh} dan R_s masing-masing adalah resistansi shunt intrinsik dan seri sel [9][10]. Biasanya nilai R_{sh} sangat besar dan nilai R_s sangat kecil, sehingga dapat

diabaikan untuk menyederhanakan analisis [11]. Model matematika sel surya harus memperhitungkan faktor-faktor yang mampu mempengaruhi karakteristik sel surya diantaranya yaitu:

1. Intensitas cahaya datang.
2. Suhu mutlak operasi.
3. Degradasi radiasi kosmik



Gambar 2. Rangkaian ekuivalen sel surya

3.2 Model Panel Surya

Panel surya terdiri dari beberapa sel surya yang dihubungkan secara seri atau paralel, susunan sel surya secara seri akan meningkatkan tegangan, sedangkan susunan sel surya secara paralel (string) akan meningkatkan arus [12]. Persamaan karakteristik tegangan dengan arus sel surya diberikan sebagai modul *photo-current* (I_{ph}) ditunjukkan pada persamaan (1).

$$I_{ph} = [I_{sc} + K_i(T - Tr)] \times I_r / I_{r_0} \dots\dots\dots(1)$$

Di mana I_{ph} adalah *photo-current* (A); I_{sc} adalah arus hubung singkat sel surya pada suhu 28 °C dan 1000 W/m² = 0.4565 A; K_i adalah arus hubung singkat sel pada suhu 28 °C dan penyinaran matahari sebesar 1000 W/m²; T adalah suhu operasi (K); T_r adalah suhu referensi = 298.15 K; I_r adalah penyinaran matahari (W/m²); I_{r_0} = 1000 W/m². Modul *reverse* arus saturasi I_{rs} ditunjukkan pada persamaan (2).

$$I_{rs} = I_{sc} / [exp exp \left(\frac{qV_{oc}}{N_s k n T} \right) - 1] \dots\dots\dots(2)$$

Dimana q adalah muatan elektron = 1.6×10^{-19} C; V_{oc} adalah tegangan rangkaian terbuka sel surya pada suhu 28 °C dan 1000 W/m² = 2.69 V; N_s adalah jumlah sel surya yang dihubungkan secara seri; k adalah Konstanta Boltzmann, = 1.3805×10^{-23} J/K; n adalah faktor idealitas dioda. Arus saturasi modul I_0 bervariasi dengan suhu sel, yang ditunjukkan pada persamaan (3).

$$I_0 = I_{rs} \left[\frac{T}{T_r} \right]^3 exp \left[\frac{q \times E_{g0}}{nk} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_r} \right) \right] \dots\dots\dots(3)$$

Dimana, T_r adalah suhu referensi = 298,15 K; E_{g0} adalah energi celah pita semikonduktor (eV); Output dari panel surya ditunjukkan pada persamaan (4).

$$I = N_p \times I_{ph} - N_p \times I_0 \times \left[exp exp \left(\frac{V + I \times R_s}{N_s \times n \times V_t} \right) - 1 \right] - I_{sh} \dots\dots\dots(4)$$

dengan

$$V_t = \frac{k \times T}{q} \dots\dots\dots(5)$$

dan

$$I_{sh} = \frac{V \times \frac{N_p}{N_s} + I \times R_s}{R_{sh}} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana, N_p adalah jumlah array surya yang terhubung secara paralel; R_s adalah resistansi seri, biasanya nilai resistor ini sangat kecil = 0.0001Ω; R_{sh} adalah resistansi shunt, biasanya nilai resistor ini sangat besar= 1000 Ω; V_t adalah tegangan termal dioda (V).

3.3 Hasil dan Diskusi

Sel surya *triple-junction* GaInP/GaAs/Ge AZURSPACE tipe 3G30A dipilih karena memiliki efisiensi BOL (*Beginning of Life*) mencapai 30%. Selain itu sel surya ini dilengkapi dengan dioda perlindungan terintegrasi Schottky. Satelit mikro dengan daya maksimum 250 W diambil sebagai referensi untuk simulasi dan parameter rinci seperti data elektrik dan data gradien suhu ditunjukkan pada Tabel 1 [13].

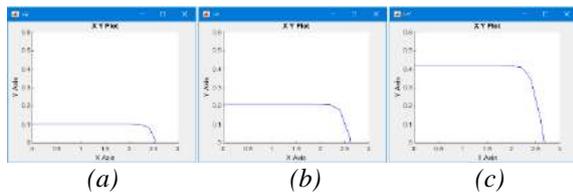
Tabel 1. Data elektrik dan data gradien suhu sel surya

Parameter	Nilai
Average Open Circuit (V_{oc})	2690 mV
Average Short Circuit (I_{sc})	456.5 mA
Voltage at max. Power (V_{mp})	2409 mV
Current at max. Power (I_{mp})	441.5 mA
Average Efficiency η_{bare} (1367 W/m ²)	29.3
Open Circuit Voltage ($\Delta V_{oc} / \Delta T \uparrow$)	-6.2 mV/ °C
Short Circuit Current ($\Delta I_{sc} / \Delta T \uparrow$)	0.32 mA/ °C
Voltage at max. Power ($\Delta V_{mp} / \Delta T \uparrow$)	-6.7 mV/ °C
Current at max. Power ($\Delta I_{mp} / \Delta T \uparrow$)	0.21 mA/ °C
Total number of cells in series (N_s)	16
Total number of cells in parallel (N_p)	4
Range of operation temperature	-40 °C s/d 80 °C

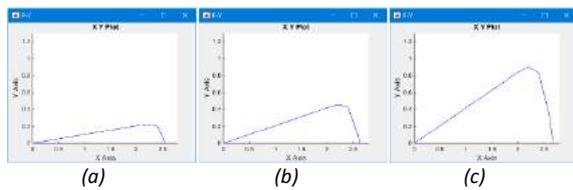
* Standard: CASOLBA 2005 (05-20MV1, etc); Spectrum: AMO WRC = 1367 W/m²; T = 28 °C

Pemodelan matematis panel surya termasuk komponen dasar seperti dioda, sumber arus, resistor seri dan resistor paralel dimodelkan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Matlab Simulink. Simulasi panel surya didasarkan pada persamaan yang telah dipaparkan pada sub bagian sebelumnya. Hasil pemodelan pada kegiatan ini menggunakan beberapa pemodelan seperti berikut:

1. Pemodelan pertama ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Pemodelan ini memperlihatkan karakteristik kurva I-V dan kurva P-V dari sebuah sel surya dengan memberikan variasi input pada *solar irradiance* (250 W/m², 500 W/m², dan 1000 W/m²) dengan suhu 28°C. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan nilai *solar irradiance* mengakibatkan perubahan nilai arus dan tegangan yang semakin besar. Perubahan nilai arus dan tegangan yang semakin besar mengakibatkan perubahan daya yang semakin meningkat, begitu pula sebaliknya. Apabila *solar irradiance* mengalami penurunan, maka arus dan tegangan semakin kecil dan mengakibatkan penurunan daya.

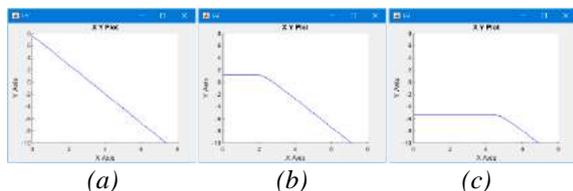


Gambar 3. Kurva I-V dari sebuah sel surya dengan variasi solar irradiance (a) 250 W/m², (b) 500 W/m², dan (c) 1000 W/m² dengan suhu 28°C.



Gambar 4. Kurva P-V dari sebuah sel surya dengan variasi solar irradiance (a) 250 W/m², (b) 500 W/m², dan (c) 1000 W/m² dengan suhu 28°C.

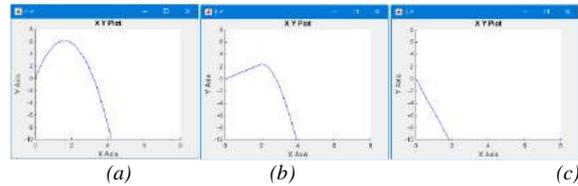
2. Pemodelan kedua ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pemodelan ini memperlihatkan karakteristik kurva I-V dan kurva P-V dari sebuah sel surya dengan memberikan variasi input pada suhu (-25°C, 25°C, dan 50°C) dengan *solar irradiance* 1000 W/m². Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa ketika terjadi penurunan suhu, tegangan keluaran mengalami peningkatan yang mengakibatkan peningkatan daya.



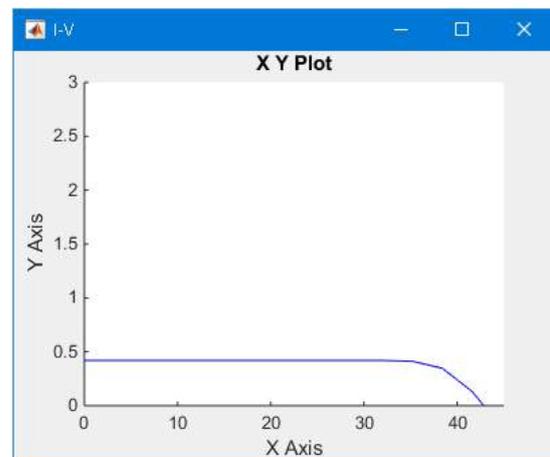
Gambar 5. Kurva I-V dari sebuah sel surya dengan variasi suhu (a) -25°C, (b) 25°C, dan (c) 50°C dengan solar irradiance 1000 W/m².

3. Pemodelan ketiga ditunjukkan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Pemodelan ini memperlihatkan karakteristik kurva I-V dan kurva P-V dengan menggunakan variasi jumlah N_s. Jumlah N_s yang digunakan pada pemodelan ini adalah 16s1p

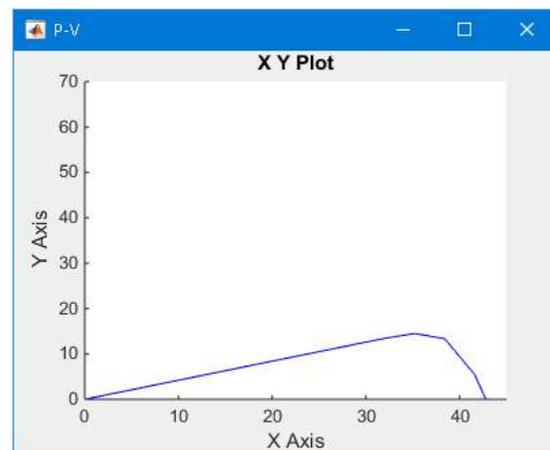
artinya array surya terdiri dari 1 string dan 1 string terdiri dari 16 sel surya yang disusun seri. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai keluaran tegangan merupakan 16 kali dari tegangan keluaran 1 buah sel surya, sedangkan nilai arus keluaran adalah tetap.



Gambar 6: Kurva P-V dari sebuah sel surya dengan variasi suhu (a) -25°C, (b) 25°C, dan (c) 50°C dengan solar irradiance 1000 W/m².



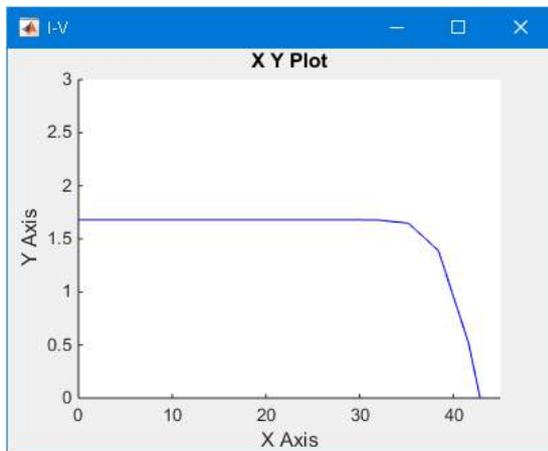
Gambar 7: Kurva I-V arraysurya dengan susunan 16s1p pada suhu 28° dengan solar irradiance 1000 W/m².



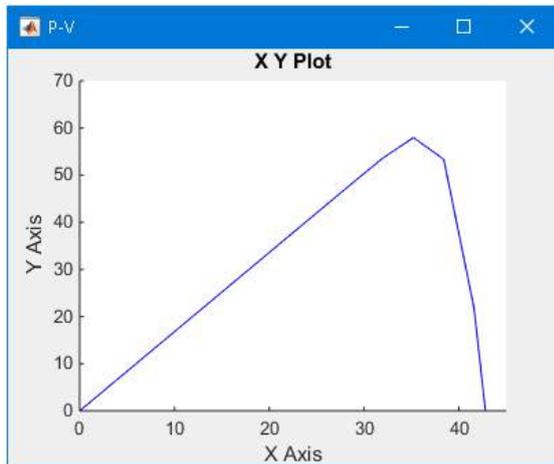
Gambar 8: Kurva P-V arraysurya dengan susunan 16s1p pada suhu 28° dengan solar irradiance 1000 W/m².

4. Pemodelan keempat ditunjukkan pada Gambar 9 dan Gambar 10. Pemodelan ini memperlihatkan karakteristik kurva I-V dan kurva P-V dengan menggunakan variasi jumlah N_s dan jumlah N_p. Jumlah N_s dan jumlah N_p yang digunakan pada pemodelan ini adalah 16s4p artinya panel surya terdiri dari 4 string dan masing-masing string terdiri dari 16 sel surya yang disusun seri. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan

bahwa nilai tegangan keluaran merupakan 16 kali dari nilai tegangan keluaran 1 buah sel surya, sedangkan nilai arus keluaran merupakan 4 kali dari nilai arus keluaran 1 buah sel surya.



Gambar 9: Kurva I-V arraysurya dengan susunan 16s4p pada suhu 28° dengan solar irradiance 1000 W/m².



Gambar 10: Kurva P-V arraysurya dengan susunan 16s4p pada suhu 28° dengan solar irradiance 1000 W/m².

Model yang diusulkan memiliki keunggulan tidak hanya dalam mempelajari pengaruh susunan sel surya tetapi juga dalam melakukan penelitian terkait kondisi lingkungan seperti penyinaran matahari dan suhu yang bervariasi.

4. KESIMPULAN

Pemodelan ini digunakan sebagai alat bantu untuk memprediksi perilaku sel surya, array surya, dan panel surya dalam berbagai kondisi lingkungan (*solar irradiance* dan suhu) dan parameter fisik lainnya seperti resistensi seri, hambatan shunt, faktor idealitas dan sebagainya. Hasil dari pemodelan ini juga memuat informasi terkait kurva operasi I-V dan P-V agar mudah dipahami, sesuai dengan kebutuhan desain yang dibuat

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. H. Dida and M. Bekhti, "Study, modeling

and simulation of the electrical characteristic of space satellite solar cells," *2017 6th Int. Conf. Renew. Energy Res. Appl. ICRERA 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 983–987, 2017, doi: 10.1109/ICRERA.2017.8191205.

- [2] C. Nieto-peroy, "applied sciences CubeSat Mission : From Design to Operation," pp. 1–24, 2019.
- [3] S. Hegedus, *Photovoltaic Science*. 2003.
- [4] H. Park and H. Cha, "Electrical design of a solar array for LEO satellites," *Int. J. Aeronaut. Sp. Sci.*, vol. 17, no. 3, pp. 401–408, 2016, doi: 10.5139/IJASS.2016.17.3.401.
- [5] N. S. Fatemi, H. E. Pollard, H. Q. Hou, and P. R. Sharps, "Solar array trades between very high-efficiency multi-junction and Si space solar cells," *Conf. Rec. IEEE Photovolt. Spec. Conf.*, vol. 2000-Janua, pp. 1083–1086, 2000, doi: 10.1109/PVSC.2000.916075.
- [6] M. Raja Reddy, "Space solar cells-tradeoff analysis," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 77, no. 2, pp. 175–208, 2003, doi: 10.1016/S0927-0248(02)00320-3.
- [7] K. Nishioka, T. Takamoto, T. Agui, M. Kaneiwa, Y. Uraoka, and T. Fuyuki, "Evaluation of InGaP/InGaAs/Ge triple-junction solar cell and optimization of solar cell's structure focusing on series resistance for high-efficiency concentrator photovoltaic systems," *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, vol. 90, no. 9, pp. 1308–1321, 2006, doi: 10.1016/j.solmat.2005.08.003.
- [8] S. Chtita, Y. Chaibi, A. Derouich, and J. Belkadid, "Modeling and Simulation of a Photovoltaic Panel Based on a Triple Junction Cells for a Nanosatellite," *Int. Symp. Adv. Electr. Commun. Technol. ISAECT 2018 - Proc.*, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ISAECT.2018.8618840.
- [9] P. Ri *et al.*, "0\$7/\$% 6lpxolqn prgholqj ri 3krwryrowdlf &hoov iru xqghuvwdqglqj vkdgrz hiihfw," vol. 5, pp. 3–6, 2016.
- [10] E. M. G. Rodrigues, R. Godina, M. Marzband, and E. Pouresmaeil, "Simulation and comparison of mathematical models of PV cells with growing levels of complexity," *Energies*, vol. 11, no. 11, 2018, doi: 10.3390/en11112902.
- [11] N. Pandiarajan and R. Muthu, "Mathematical modeling of photovoltaic module with Simulink Mathematical Modeling of Photovoltaic Module with Simulink," *Electr. Energy Syst. (ICEES), 2011 1st Int. Conf.*, no. October, pp. 3–5, 2015.
- [12] D. L. King, W. E. Boyson, and J. A. Kratochvil, "Photovoltaic array performance model," *Sandia Rep. No. 2004-3535*, vol. 8, no. November, pp. 1–19, 2004, doi: 10.2172/919131.
- [13] Azur Space Solar Power GmbH, "30% Triple Junction GaAs Solar Cell Assembly, Type: TJ

Solar Cell Assembly 3G30A,” 2019, [Online].
Available:
http://www.azurspace.com/images/006050-01-00_DB_3G30C-Advanced.pdf

PREDIKSI CYBERBULLYING SEBAGAI ALAT KONSELING CYBER DENGAN DATA MINING CLASSIFICATION

Agus Pamuji^{1*}, Heri Satria Setiawan²

¹Faculty of Usuluddin, Adab and Da'wa, IAIN Syekh Nurjati Cirebon

² Faculty of Engineering and Computer Science, University of Indraprasta PGRI

Email: ^{1*}agus.pamuji@syekhnurjati.ac.id, ²herisatria@unindra.ac.id

(Naskah masuk: 10 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 31 Maret 2022)

Abstrak

Pertumbuhan data dan informasi semakin pesat sedangkan pengguna perangkat teknologi informasi terus meningkat. Apalagi kemudahan akses informasi didukung dengan hadirnya teknologi komunikasi bergerak yang dimiliki oleh hampir setiap pengguna. Saat ini terjadi peningkatan jumlah pengguna yang signifikan, yang dinilai berpeluang untuk hadirnya kejahatan dunia maya, terutama dalam kasus bullying. Masalah utama adalah sulitnya memprediksi potensi *cyberbullying* karena dunia maya penuh dengan anonimitas. Kasus *cyberbullying* termasuk kejahatan dunia maya di luar keamanan komputer jika dilihat dari perspektif perilaku. Oleh karena itu, *cyberbullying* menganalisis perilaku ketika melakukan tindakan negatif. Dalam studi ini, kami telah menyelidiki dan memprediksi kecenderungan bullying menggunakan pendekatan data mining. Analisis studi kasus yang disajikan dan teknis pelaksanaannya melalui pendekatan data mining. Menggunakan data mining sebagai alat, kami menggunakan beberapa metode klasifikasi dengan tujuan perbandingan dan metode mana yang terbaik untuk analisis. Metode klasifikasi dalam data mining adalah K-NN, *Random Forest*, *Decision Tree*, dan *Naive Bayes*. Dengan perbandingan dari empat metode, ada tiga kelas. Ada tiga kelas, yaitu tidak ada potensi *bullying*, kekerasan dan hinaan. Dengan demikian, tiga kelas terdeteksi berdasarkan hasil investigasi dan beberapa teknik dievaluasi dengan menggunakan perbandingan kinerja masing-masing teknik. Hasil akhir akan menunjukkan teknik *decision tree* berkinerja terbaik dikarenakan selama tahap *preprocessing* tidak membutuhkan waktu lama. tambahannya adalah karena kemampuan membreakdown setiap cabang dari data sehingga waktu yang dibutuhkan pada data cleaning lebih cepat dengan akselerasi 7%.

Kata kunci: *Penindasan dunia maya, Penambangan Data, Konseling Siber, Media Sosial, Teknologi Informasi*

CYBERBULLYING PREDICTION AS CYBER COUNSELING TOOLS WITH DATA MINING CLASSIFICATION

Abstract

The growth of data and information is increasing rapidly while the users of information technology devices continue to increase. Moreover, the ease of access to information is supported by the presence of mobile communication technology which is owned by almost every user. Currently, there is a significant increase in the number of users, who are considered to have the opportunity for the presence of cybercrimes, especially in cases of bullying. The main problem is that it is difficult to predict the potential for cyberbullying because cyberspace is full of anonymity. Cases of cyberbullying include cyber crimes outside of computer security when viewed from a behavioral perspective. Therefore, cyberbullying analyzes behavior when carrying out negative actions. In this study, we have investigated and predicted bullying tendencies using a data mining approach. Analysis of the presented case studies and their technical implementation through a data mining approach. Using data mining as a tool, we use several classification methods with the aim of comparison and which method is best for analysis. Classification methods in data mining are K-NN, *Random Forest*, *Decision Tree*, and *Naive Bayes*. By comparison of the four methods, there are three classes. There are three classes, namely no potential for bullying, violence and insults. Thus, three classes were detected based on the results of the investigations and several techniques were evaluated using a comparison of the performance of each technique. The final result will show the best performing decision tree technique because during the preprocessing stage it does not take long, the addition is because of the ability to break down each branch of the data so that the time required for data cleaning is faster with an acceleration of 7%.

Keywords: *Cyberbullying, Data Mining, Cybercounseling, Social Media, Information Technology*

1. INTRODUCTION

Today, communication is being carried out by humans by utilizing internet technology reinforced through cellular technology, computer hardware and software and telephone networks [1]. Mobile technology seems to have the role of directing information that is considered to have power allowing it to be distributed to others through devices behind the scenes. The reality at this time, the amount of information that contains data is increasing as the number of technology users also increases. An increase in both the phenomenon of information and users has the potential for crime or misconduct in the cyber environment. In the beginning, every user is able to study, deepen, every feature of technology to find weaknesses. With many weaknesses found, users of cyber technology begin to intend and act to carry out malicious actions. One of his immoral actions is cyberbullying. From the start, comes harassment, cyberbullying, hate speech, and online trolling. This phenomenon becomes more and more brutal and can result in extreme losses. In the same sense, cyberbullying is described as an act of intimidation that transpires using technologies behind the scenes. In addition, what underlies the concept of cyberbullying is that traditional bullying includes (a) the intention to cause harm, (b) repetition of behavior from time to time, (c) power imbalance between the victim and the bully [2].

Internet technology is faced with positive impacts and has advantages and is assisted by computer networks spread throughout the world. One of the advantages is that it allows individuals to search, explore all information. The fact must be admitted that bullying is almost done on social media platforms. Social media such as Twitter, Facebook, Instagram and so on. Social media opens up opportunities and freedom for every user to share information ranging from text, photos, videos and so on. Almost all of them are not realized, if there is a possibility or a dangerous action will occur. His concern is that social media is a place and target for finding someone who will be the target of crime, one of which is cyberbullying [3]. Negative actions in cyberspace such as insulting, harassing, ridiculing and even threatening the victim. Since social media is considered trigger-prone, it can connect relationships between individuals, groups and communities.

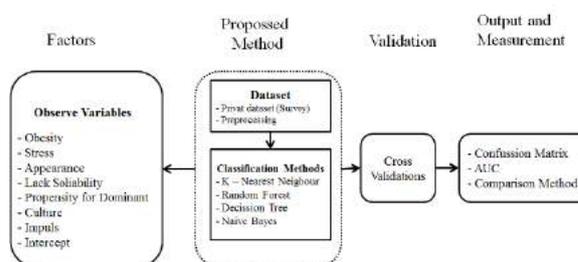
The increase in cyberbullying actions is associated with the study of data mining concepts. Investigation of data and information about cyberbullying is a strength in addition to the tasks and roles of data mining. One of the advantages of data mining is making predictions based on data. Internet user data and related to bullying as modal and object in this analysis. Through data mining, not only as a predicting concept, but also as a way to see patterns of tendencies towards bullying in cyberspace. Cyberbullying actions can be anticipated with user sentiment analysis. The studies that have been carried

out have focused on the issue of sentiment. Sentiment analysis has two types, namely positive sentiment analysis and negative sentiment analysis. Positive sentiment analysis may be harmless compared to negative sentiment analysis albeit in a subtle way. Sentiment analysis is very suitable to be applied to data collection on social media [4]. Thus the concept of data mining with sentiment analysis can be classified into positive and negative sentiments [5].

In this research work, we focus on harassment, where the harasser (bully) sends toxic and harmful communications to the victims. We have presented an automated, data-driven method for identifying harassment. Our approach using data mining can help researchers with the aim of exploring data or extracting knowledge. The results of this knowledge will be a tool in online counseling pursuits or cyber-counselling. Data mining can provide opportunities to effectively predict and detect forms of negative human behavior such as bullying. Because this work deals with data, big data analysis and data mining can reveal knowledge through data mining of raw data. Both data mining and big data analysis can improvise some applications and predict future possibilities[6].

2. METHOD

Almost all forms of cyberbullying are carried out on social media. Bullying in the concept of data mining can be done by prediction, classification, association and so on. The role of data mining in the investigation of negative acts of bullying has also been carried out in the form of modeling. Classification techniques are also widely applied to analyze cyber bullying, one of which is using the Naive Bayes technique. Several analytical techniques in data mining can be compared included in this paper. For example in the classification method, several classification techniques are compared, including K-Nearest Neighbor, Random Forest, Decision Tree, and Naive Bayes. Prediction of cyber bullying is done using the K-Nearest Neighbor technique but focuses on positive comments even though there are potential negative comments [10].



Gambar 1. Proposed Research Framework

Predicting the potential for cyberbullying that occurs in cyberspace requires techniques and data analysis regarding data-based work patterns. In this case, we have identified the factors that can be taken into consideration in addition to the variables. Some

factors are converted to class when using the concept of data mining, namely that there is no potential for bullying, violence and insult (Rosa 2019). Furthermore, there are several features involved in the provided dataset so that feature selection is required. See the picture below [11], a research framework that shows the provision of a specific dataset related to cyberbullying using survey techniques.

Collecting data by observing cyber counseling cases on personal datasets. Although almost all the literature recommends the dataset used is public, especially on social media platforms. Internet users as well as counseling services are given the opportunity to become respondents. We used a quantitative approach in data collection. Likert scale was adopted in completing the needs of data requests and observations. The purpose of the personal dataset is that it is known that the dataset in this cyber counseling study has a high level of sensitivity, which is different from other datasets, only partially based on comments on social media applications. The questionnaire is designed to make it easier for victims of cyberbullying by ensuring a high level of privacy. The identity of the respondents is ensured confidentiality and there is even the option of an anonymous account. This condition becomes more complex, on the other hand, with anonymous data, it will affect the validity of the data. Thus, the survey method is an option to explore information on victims of cyberbullying [12].

Based on the proposed framework, preprocessing data is required prior to the analysis of the case study. There are four tasks in data preprocessing starting at data cleaning. The data in the dataset is cleaned of formats that are not in accordance with the request at the time of observation. The addition is manual data entry if data is found to be incomplete. Next is data reduction, which simplifies complex data into integrated and simple data. Simplifying the meaning of the data in the dataset allows ease of data mining analysis. Another condition is to unify data from various sources because the data is not all in one place and the same container. Thus, this unification process is called data integration. In the data preprocessing phase, it will take a lot of time and resources due to the demands of producing quality data [13].

Because it uses a data mining approach and uses data classification analysis techniques, several steps must be taken. First, entering data and generating a dataset can be used as a pre-processing stage. The selection of this dataset technique is private, although the concept of data mining in general, it uses public datasets. Second, the data analysis process uses algorithms and classification techniques including KNN, RF, DT and NB. Third, the final result of each technique and algorithm will be compared working to the Confusion matrix, and ROC Curve.

2.1 Decision Tree

Classification by extracting decision trees on the movement of data from top to bottom. Labeling with features applies to every node in the decision tree. Classification based on decision trees with expectations produces a model in predicting the value of candidate variables when studying simple decision rules inferred from data features. In addition, the decision tree technique belongs to the supervised machine learning method and the non-parametric category. Iterative Dichotomiser 3 (ID3) algorithm is well known in this type of decision tree algorithm. The ID3 algorithm uses the calculation of the acquisition of entropy information for the selection of attributes to be nodes. The parameterization of an entropy can be done on the magnitude of the value S considered in the item set so that it includes the value, whereas we define n to be how many parts refer to S and pi if the proportion is the case to m in the entity set. Furthermore, the formation of parameter variables on gain can be analyzed through a case set of S. B is the attribute, n is the number of partitions of attribute A, |si| is the case with the notation n as an additional attribute where n denotes the number of parts of attribute A, the proportion of Si to S, |S| is the number of cases in S-i, and entropy(Si) is the entropy of the sample designation that has the -i value.

$$Entropy (S) = \sum_{i=1}^n -P_i * \log \log 2p_i \dots\dots (1)$$

$$Gain (S, A) = Entropy (S) \sum_{i=1}^n \frac{|S_i|}{|S|} * Entropy (S_i) \dots (2)$$

2.2 K-Nearest Neighbour

The classification model in machine learning that uses the nearest neighbor point is K-Nearest Neighbor. Machine learning methods as well as data mining techniques that aim to label previously invisible query objects and distinguish two or more destination classes. Such a classifier, in general, requires some training data with a given label. The K-NN method uses a similarity technique between X1 objects and X2 and Xn objects. Thus using the equation X where d(x,y) is the distance between data x to data y. Xi is the i-th test data and yi is the i-th training data.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \dots\dots\dots (3)$$

2.3 Naïve Bayes

The classification technique in the comparative study of cyberbullying predictions is Naive Bayes. With NB performance through bayesian theory and data-based processing. Bayesian overload predicts how likely the probability of a set of items in a group is. Probability results with posterior P(H|X) using the Bayesian proposed concept. We determined the value of X by describing the data on the group test when it was unknown. The hypothesis based on the data flow generated from X becomes more specific as part of

the value of H. The probability of the hypothesis on x is assumed by selecting the value of H so that it is considered the likelihood of the value of P(X|H). The next consideration is prior probability as an opportunity to become a hypothesis H with a P(H) value. Predictor with probability generalization is part of X . value.

$$P(X) = \frac{P(H).P(H)}{P(X)} \dots\dots\dots (4)$$

2.4 Random Forest

Data mining analysis techniques such as Random Forest is one of the classification techniques. A large amount of data fits this technique very well with its accuracy. Moreover, the Random Forest is an excellent technique when doing predictions and also easy to learn in a variety of academics and professionals [14].

$$mg(X, Y) = h_k(h_k(X) = Y) - \max_{avk} I(h_k(X) = j) \dots\dots (5)$$

2.5 Theoretical Review

Cyberbullying may remain for some time and involve many users of cyberspace. Many researchers do their work with data retrieval platforms. Bullying can result in conditions where participants can be classified as perpetrators or bully-victim even though it is done in cyberspace. For a more point by point, the study of cyberbullying invites a lot of attention from researchers, academics, and practitioners in conducting investigations, analyzing the causative factors, the pattern of delivering messages when bullied by bullies. Data mining is used to extract all data related to the activities of using social media. The implementation of data mining techniques has functionally predicted the presence of intimidation. Data mining techniques can predict with algorithms, namely K-Nearest Neighbor, Naive Bayes, and Decision Tree. In addition to data mining algorithms, a combination of quantitative and qualitative methods is proposed by Elaheh Raisi which uses the concept of machine learning with a weakly supervised approach [7]. Detection of potential cyberbullying actions can still be done using a soft computing approach, although almost all of them are based on data mining. Data mining has also been proposed to predict careers related to counseling services by Yeasin Arafat. The consequences of his research provide predictions about the weaknesses and strengths that students have for a career. There are 9 features proposed to recognise temporary career predictions using classification algorithms . Thus the model obtained is CART with the highest accuracy value. Rizki proposes the use of the support vector machine method when analyzing sentiment related to cyberbullying. In the test results, using as much as 100 data on Twitter. The measurement results show that it is quite effective with the value of the confusion matrix with an accuracy rate of 70% valid [8].

Data mining studies have challenges, which are also applied to predict the factors that cause cyberbullying in Korea [9]. According to the results, victims occupy the most cases compared to perpetrators and observers. The Decision tree method independently succeeded in finding the pattern of factors that influence it. Data mining analysis was also proposed by Bashir with the concept of analyzing different Arabic texts previously in the Korean context. Arabic has a high complexity [10]. The concept that is built is only a protection not to predict. Sultan proposed theoretical methods, namely analysis, synthesis, and empirical. Not only in data mining but adopting machine learning and deep learning. Data mining is different from machine learning, machine learning focuses on strengthening training data so that it can predict the incoming data is considered as testing[11].

The objectivity of this study is to classify the types of cyberbullying, namely perpetrators and victims through sentiment analysis. In this study, we will have examined a dataset related to cyberbullying activities using four data mining classification analysis techniques. In this way, we utilize data mining techniques such as Naive Bayesian, Decision Tree, K-Nearest Neighbor (KNN), and Random Forest to confirm the prediction model on the type of cyberbullying in social media as a cyber counseling tool [9].

3. RESULT AND DISCUSSION

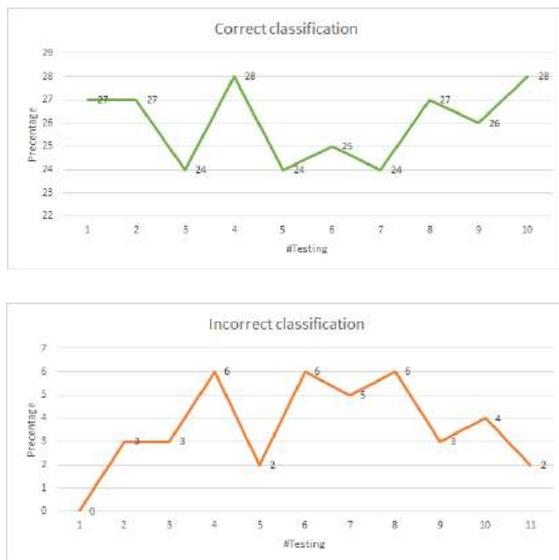
3.1 Preparation of Data

The preparation stage includes the use and processing of datasets. Datasets serve as objects and materials for analysis when there is a potential for excessive users of various files. Furthermore, there are two types of data mining studies when using datasets, namely private datasets and public datasets. Considerations on the dataset there are two types of variants through data mining including private datasets and public datasets [15]. Both datasets are types of data sources that are managed during the analysis. The use of private datasets is a rare activity due to almost all discussion on public datasets. General datasets are readily available on the website, where all users are free to download, extract and experiment. Personal dataset is a collection of data collected specifically by survey methods in addition to quantitative methods. As such, personal datasets are generally applied to and extracted from those of a privacy and institutional nature. In addition, private datasets have characteristics adapted to specific case studies. In contrast to public datasets, data that is already on the website is provided by a certain institution for experimental purposes. In concept, public datasets can be analyzed in terms of comparability.

Data preparation stage, identify the data cleaning. The dataset used shows incomplete (missing) data where data is not available on some records. When data is found to be incomplete, it can

be resolved by filling in the attribute values manually or automatically. The next problem is noise data which contains inappropriate or incorrect attributes. In addition, another problem is the duplication of data as much as 5% of the total dataset. Noisy data can be overcome by grouping and deleting incorrect or invalid values [16].

Data preparation is the first step in generating data mining processing. The dataset will meet the criteria with regularity, not experiencing duplication and so on. In our dataset, we have identified 4% containing duplicate data, 1% empty data and so on. According to the identification results, there are 4% of the data containing duplication, the remaining 2% of the data is empty. Furthermore, the validation process is implemented if after passing the data preparation stage it goes through 10 iterations. The method used is cross-validation as a recommendation by proving reliability in testing the validity of the data. In the concept discussed, the dataset consists of training data and test data in step n as many as 10. The results of the 10-step validation process can be shown in the figure below.



Gambar 2. Correct and Incorrect Classification

3.2 Validation and Model Testing

In order to obtain accurate results for data modeling, the model needs to be validated. The use of the validation technique was tested 10 times. Thus the measurement result is the average value of the 10 tests. This stage will be divided into two parts, namely training data and test data. Tests were carried out 10 times, namely 10 Fold Cross Validation which can be used as recommendations in selecting the best model.

3.3 Comparison of Model

There are several methods with classification capabilities on the concept of data mining. The classification method includes a discussion of excessive users in the case of file sharing.

Classification methods including decision trees, K-Nearest Neighbor, Naive Bayes, and Random Forest are applied to the dataset by conducting experiments to determine which method is considered the best based on the analysis. The selection of this method becomes the basis of the tool when detecting excessive users in managing file sharing. The next explanation shows the comparison according to the quality test of the proposed model. Further backed by private datasets such as redundant file sharing data. Furthermore, the Confusion Matrix is carried out in analyzing the level of accuracy of several classification methods in data mining. In addition, the results achieved according to measurements and analysis with the Confusion Matrix were analyzed using the ROC curve with information expectations of differences between several methods or models that have been tested in the previous stage.

Table 1. Cross validation test results.

Testing	Initial Data	Final Data	Valid	Invalid	Acc True (%)	Acc False (%)
1	256	30	27	3	85,12	14,88
2	256	30	27	3	88,26	11,74
3	256	30	24	6	83,12	16,88
4	256	30	28	2	87,06	12,94
5	256	30	24	6	86,63	13,37
6	256	30	25	5	88,37	11,63
7	256	30	24	6	88,12	11,88
8	256	30	27	3	87,67	12,33
9	256	30	26	4	86,63	13,37
10	256	30	28	2	88,37	11,63

The TP level can be shown on the Y axis while the FP level is determined on the X axis which generalizes the ROC curve. Implementation using the ROC curve method by analyzing the coverage area under the normal value of the curve that refers to the AUC (Area Under the ROC Curve). Furthermore, it is determined by graphically representing the output of determining the best performance when classifying. Next, how to measure performance through predictive outcomes on the probability side of the discriminatory. This is obtained by means of a random sample of the population mean. The main indication is that the AUC value with continuous addition will determine the strength of the classification. The value range between 0.0 and 1.0 is the range of values in the AUC area to be the best determining criterion. Table 3 refers to how to analyze the classification accuracy level through the AUC method.

The data mining work presented in the table, through decision tree techniques and algorithms can be considered the best. The results of the discovery and identification were found in 89.42%. Moreover,

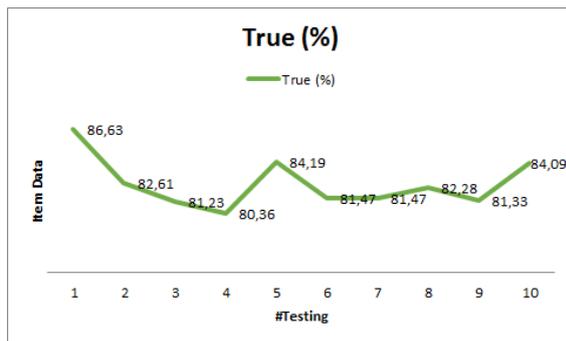
if it is based on another algorithm. The best performance is neighbor detection with performance at 88.07%, then performance based on probability is 85.13% and the last is 72.17%. The results of this measurement use a confusion matrix in the level of model accuracy. The ROC curve test shows that the Naive Bayes Algorithm is the best algorithm with an AUC value of 0.853, K-Nearest Neighbor 0.813, Decision Tree 0.816 and Random Forest 0.811. The measurement results on the level of model accuracy are related to the implementation of the confusion matrix. It must be emphasized that the ROC curve shows and brings the best performance of the Naive Bayes algorithm with an AUC value of 0.853, compared to other algorithms. The main factor is the determination of training data with a large amount but not like a decision tree. even with big data but it can be done quickly because of the breakdown technique.

Table 2. ROC category determination criteria.

Performance	Decision
0,90 – 1,00	Very Strong Classification
0,80 – 0,90	Strong Classification
0,70 – 0,80	Balance Classification
0,60 – 0,70	Less Classification
0,50 – 0,60	Not Identification

Table 3. Performance comparison on model accuracy and AUC.

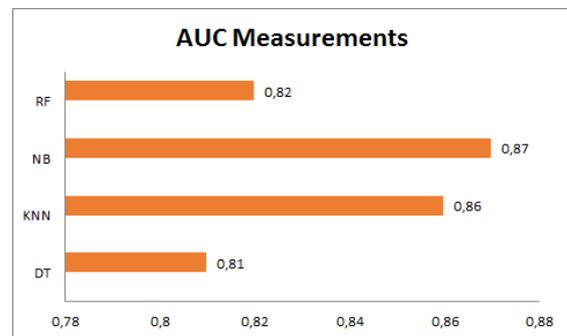
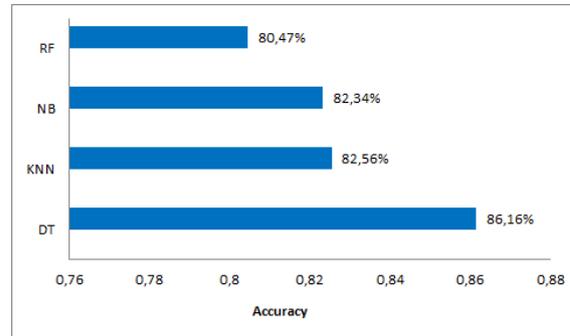
Evaluations	Decision Tree	K-Nearest Neighbour	Naive Bayes	Random Forest
Accuracy	89,42 %	88,07 %	85,13 %	72,17 %
AUC	0,816	0,813	0,853	0,811



Gambar 3. True Data Testing Cross Validation

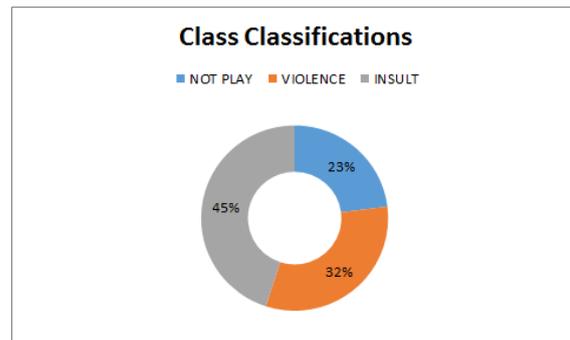
In this case, several data mining classification methods have made the results the best performance value. Evaluation of the model or classification method is carried out in order to see the best assessment. The first criterion consideration is accuracy. Accuracy value data for each model is presented in Figure 4 below. The DT algorithm has a better performance value than KNN et al. Thus, an algorithm based on parsing tree-like data can be

considered to have a stable value when validation is carried out in the previous stage. Others, such as NB, have smaller values than KNN and DT, so DT can be used as a recommendation.



Gambar 4. Model Evaluations

Although NB is considered to have inadequate performance, when tested using AUC, it is much better with a gain value of 0.87, surpassing KNN with a gain value of 0.86 and the DT algorithm with a value of 0.81.



Gambar 5. Class Classifications

The whole series of processes for data mining processes when predicting cyberbullying actions can be presented in the three classes that are candidates for cyberbullying predictions. In general, cyberbullying can be caused by insults and even almost half of the dataset is filled. The potential for insults often appears and becomes a tool to launch action against the victim. Increased insults when bullying is also followed by violence. Most researchers consider it the peak of wanting to do bullying when a sense of dissatisfaction is present in

the perpetrator towards the victim. The Violence and insults when they dominate, then based on the dataset identified the potential for not bullying, even though there are some features that have attribute values, they are said to be of medium and low rank. Thus, every attribute that has been identified and analyzed that has a low attribute value cannot be considered as an act of bullying

4. CONCLUSION

The role of data mining is very large, especially in extracting data for the purposes of conducting analysis. Not only that, data mining which is so super in identifying each data in detail provides an overview of the data that is processed and has its own criteria. For more details, raising the case of cyberbullying in this study is a tool for researchers other than counselors in providing face-to-face or online counseling services. In this way, counselors who carry out activities in cyber counseling need to be provided with additional tools with predictive data mining results. Given that cyberbullying is extreme, data mining has a strong role in supporting cyber counseling services.

Data mining becomes a reliable tool when it is intended for counselors or researchers. Working with data makes results more objective. The advantages of data mining make predictions more accurate than other methods or approaches. However, it should be noted that the dataset should be prioritized at the data preparation stage. The main reason is that the dataset determines the results before they are analyzed and needs to be processed and ready.

REFERENCES

- [1] A. Kumar and N. Sachdeva, "Multi-input integrative learning using deep neural networks and transfer learning for cyberbullying detection in real-time code-mix data," *Multimed. Syst.*, vol. 2, no. 0123456789, 2020, doi: 10.1007/s00530-020-00672-7.
- [2] D. Soni and V. Singh, "See no evil, hear no evil: Audio-visual-textual cyberbullying detection," in *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 2018, vol. 2, no. CSCW, pp. 1–25, doi: 10.1145/3274433.
- [3] A. Akhter, K. A. Uzzal, and M. M. A. Polash, "Cyber Bullying Detection and Classification using Multinomial Naïve Bayes and Fuzzy Logic," *Int. J. Math. Sci. Comput.*, vol. 5, no. 4, pp. 1–12, 2019, doi: 10.5815/ijmsc.2019.04.01.
- [4] H. Rosa *et al.*, "Automatic cyberbullying detection: A systematic review," *Comput. Human Behav.*, vol. 93, no. 3, pp. 333–345, 2019, doi: 10.1016/j.chb.2018.12.021.
- [5] H. Gaffney, D. P. Farrington, D. L. Espelage, and M. M. Ttofi, "Are cyberbullying intervention and prevention programs effective? A systematic and meta-analytical review," *Aggress. Violent Behav.*, vol. 45, no. June, pp. 134–153, 2019, doi: 10.1016/j.avb.2018.07.002.
- [6] R. M. Kowalski, S. P. Limber, and A. McCord, "A developmental approach to cyberbullying: Prevalence and protective factors," *Aggress. Violent Behav.*, vol. 45, no. 2017, pp. 20–32, 2019, doi: 10.1016/j.avb.2018.02.009.
- [7] J. Wang, K. Fu, and C. T. Lu, "SOSNet: A Graph Convolutional Network Approach to Fine-Grained Cyberbullying Detection," *Proc. - 2020 IEEE Int. Conf. Big Data, Big Data 2020*, vol. 3, no. 12, pp. 1699–1708, 2020, doi: 10.1109/BigData50022.2020.9378065.
- [8] A. Bozyigit, S. Utku, and E. Nasibov, "Cyberbullying detection: Utilizing social media features," *Expert Syst. Appl.*, vol. 179, no. April, pp. 1–15, 2021, doi: 10.1016/j.eswa.2021.115001.
- [9] Song, T. M., & Song, J., ". Prediction of risk factors of cyberbullying-related words in Korea: Application of data mining using social big data," *Telematics and Informatics.*, vol. 3, no. 1, pp. 12–28, 2021,
- [10] Bashir, E., & Bouguessa, M. Data Mining for Cyberbullying and Harassment Detection in Arabic Texts," *International Journal of Information Technology and Computer Science.*, vol. 13, no. 5, pp. 41–50, 2021,
- [11] Sultan, D., Suliman, A., Toktarova, A., Omarov, B., Mamikov, S., & Beissenova, G., "Cyberbullying Detection and Prevention: Data Mining in Social Media," In *2021 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 2021, pp. 338–342.
- [12] D. Sultan, A. Suliman, A. Toktarova, B. Omarov, S. Mamikov, and G. Beissenova, "Cyberbullying detection and prevention: Data mining in social media," in *Proceedings of the Confluence 2021: 11th International Conference on Cloud Computing, Data Science and Engineering*, 2021, pp. 338–342, doi: 10.1109/Confluence51648.2021.9377077.
- [13] M. A. Al-Ajlan and M. Ykhlef, "Optimized Twitter Cyberbullying Detection based on Deep Learning," in *21st Saudi Computer Society National Computer Conference, NCC 2018*, 2018, pp. 1–5, doi: 10.1109/NCC.2018.8593146.
- [14] P. S. Raj and G. Silambarasan, "Consumer Behaviour Marketing Analysis Using Data mining Concepts," *Int. J. Comput. Tech.*, vol. 5, no. 2, pp. 40–43, 2018, [Online]. Available: <http://www.ijctjournal.org>.
- [15] L. Cheng, R. Guo, Y. Silva, D. Hall, and H. Liu, "Hierarchical attention networks for cyberbullying detection on the instagram social network," in *SIAM International Conference on Data Mining, SDM 2019*, 2019, pp. 235–243, doi: 10.1137/1.9781611975673.27.
- [16] C. Iwendi, G. Srivastava, S. Khan, and P. K. R.

- Maddikunta, “Cyberbullying detection solutions based on deep learning architectures,” *Multimed. Syst.*, vol. 3, no. 23, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1007/s00530-020-00701-5.
- [17] R. Zhu, W. Guo, and X. Gong, “Short-term photovoltaic power output prediction based on k-fold cross-validation and an ensemble model,” *Energies*, vol. 12, no. 7, 2019, doi: 10.3390/en12071220.
- [18] Z. Y. Algamal, “Shrinkage parameter selection via modified cross-validation approach for ridge regression model,” *Commun. Stat. Simul. Comput.*, vol. 49, no. 7, pp. 1922–1930, 2020, doi: 10.1080/03610918.2018.1508704.
- [19] Q. C. Song, C. Tang, and S. Wee, “Making Sense of Model Generalizability: A Tutorial on Cross-Validation in R and Shiny,” *Adv. Methods Pract. Psychol. Sci.*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.1177/2515245920947067.

SEKURITI TEKS MENGGUNAKAN VIGENERE CIPHER DAN HILL CIPHER

Lekso Budi Handoko^{1*}, Abdussalam²

^{1,2} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro
Email: ¹handoko@dsn.dinus.ac.id, ²grey.salam@dsn.dinus.ac.id

(Naskah masuk: 18 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 3 April 2022)

Abstrak

Keamanan data dalam sistem merupakan problem yang hingga saat ini membuat peneliti terus mengembangkan keilmuan. Kriptografi sebagai salah satu teknik keamanan data, khususnya pada data teks melalui implementasi kriptografi klasik. Pada penelitian ini telah diimplementasikan kombinasi *vigenere* dan *hill cipher*. Kedua algoritma merupakan algoritma yang mudah dalam implementasi, namun masing-masing memiliki kekurangan. *Vigenere* mudah di *brute force*, sedangkan *hill cipher* pada proses dekripsi harus menggunakan kunci yang dapat dibalik sehingga tidak semua kunci cocok untuk digunakan. Kombinasi *Vigenere* dan *hill cipher* telah diimplementasikan dan di uji coba menggunakan *black box testing* serta perhitungan *Avalanche Effect*. Pengujian menggunakan *Avalanche Effect* menghasilkan nilai rata-rata 52,46%.

Kata kunci: Kriptografi, *Vigenere Cipher*, *Hill Cipher*, *Teks*

TEXT SECURITY USING VIGENERE CIPHER AND HILL CIPHER

Abstract

Data security in the system is a problem that until now has made researchers continue to develop science. Cryptography as a data security technique, especially in text data through the implementation of classical cryptography. In this research, a combination of vigenere and hill cipher has been implemented. Both algorithms are algorithms that are easy to implement, but each has its drawbacks. Vigenere is easy to brute force, while hill cipher in the decryption process must use a reversible key so that not all keys are suitable for use. The combination of Vigenere and hill cipher has been implemented and tested using black box testing and the calculation of the Avalanche Effect. Tests using the Avalanche Effect resulted in an average value of 52,46%.

Keywords: *Cryptography, Vigenere Cipher, Hill Cipher, Text*

1. PENDAHULUAN

Seiring perkembangan teknologi komputer saat ini, informasi sudah menjadi suatu kebutuhan dikarenakan perkembangan yang pesat, maka dari itu banyak pekerjaan dapat terselesaikan dengan cepat, akurat, dan efisiensi sehingga semakin mengubah cara masyarakat dalam berkomunikasi. Kemajuan perkembangan teknologi saat ini mempunyai dampak positif seperti komunikasi dan pertukaran informasi semakin terbuka dan cepat dengan adanya internet, akan tetapi memiliki dampak negatifnya seperti adanya penyadapan data, yang merupakan salah satu masalah yang paling ditakuti oleh para pengguna jaringan komunikasi [1]. Dengan adanya kasus penyadapan data maka menjadi salah satu aspek yang terpengaruh adalah pada aspek keamanan. Tidak dapat dipungkiri bahwa penggunaan internet semakin menjadi hal yang wajib di kehidupan sehari-hari.

Dengan maraknya penggunaan internet, keamanan bagi para pengguna internet juga semakin rentan.

Dengan adanya kasus tersebut maka dapat melakukan upaya pencegahan terjadinya serangan sadapan dalam isi file tersebut karena akan dapat sangat mudah untuk diketahui oleh pihak lain yang tidak berkepentingan terhadap file tersebut. keamanan data adalah perlindungan data didalam suatu sistem melawan terhadap kerusakan dan perlindungan sistem komputer terhadap pengguna yang tidak berhak memiliki informasi [2], [3]. Sedangkan, keamanan sistem adalah keamanan pada sistem pengoperasiannya pada lingkup perangkat lunak misalnya dengan menggunakan kriptografi [4], [5]. Maka dari itu, dalam menjaga keamanan data informasi dilakukan tidak hanya pada satu teknik keamanan saja, melainkan bisa dilakukan dengan kombinasi dalam keamanan data informasi. Salah

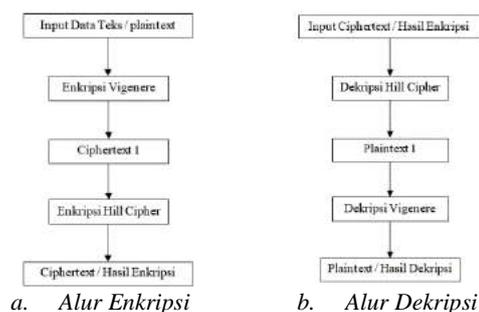
satu contoh data teks yang ada pada bidang teknologi informasi yaitu file ekstensi (.doc, .pdf, .txt, dan .ppt). File tersebut memiliki sekumpulan instruksi yang ditulis dengan bahasa pemrograman Java, PHP, HTML, C++, dan lain sebagainya yang digunakan sebagai instruksi untuk komputer dalam melakukan suatu proses. File ekstensi sangat rentan terhadap pencurian oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, karena itu diperlukan sistem keamanan untuk menghindari file ekstensi tersebut dibaca oleh pihak lain.

Seiring berjalannya waktu, teknik menyembunyikan pesan ini berkembang menjadi sebuah bidang kajian ilmu yang disebut dengan kriptografi. Kriptografi merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengamankan data dalam bentuk file dengan mengenkripsi file sehingga orang lain tidak berhak mengetahui file yang sifatnya pribadi dan rahasia. Kriptografi dikenal menjadi kriptografi klasik dan kriptografi modern [6]. Konsep kriptografi klasik mempunyai prinsip membolak balik kata sehingga tidak mudah untuk ditebak. Sedangkan kriptografi modern memiliki prinsip mengubah karakter menjadi biner untuk di modifikasi agar tidak mudah ditebak. Kriptografi ada 2 teknik yaitu proses enkripsi dan dekripsi. Enkripsi yaitu proses mengubah pesan asli (plainteks) menjadi pesan yang telah disandikan (chiperteks). Berbanding terbalik dengan enkripsi, dekripsi berfungsi untuk mengubah pesan yang telah disandikan (chiperteks) menjadi pesan yang asli (plainteks). Ada banyak metode dalam kriptografi. Pada kriptografi klasik [7]–[9] mengenal algoritma *vigenere cipher*, *autokey cipher*, super enkripsi, dan lain sebagainya. Sedangkan kriptografi modern mengenal algoritma DES, AES, A5, RC4, ECB, CBC, dan lain sebagainya.

Pada penelitian ini, telah diimplementasikan super enkripsi dengan menggabungkan dua algoritma yaitu algoritma *Vigenere Cipher* dan *Hill Cipher* yang diketahui masuk ke dalam jenis kriptografi klasik. Hal ini dilakukan untuk menghasilkan pengamanan file yang lebih baik. Alasan memilih teknik super enkripsi karena teknik super enkripsi sangat mewakili kriptografi klasik dimana inti dari kriptografi klasik adalah substitusi dan transposisi sebagai pembentuk super enkripsi. Sedangkan pada implementasi algoritma *Vigenere Cipher* terlihat bahwa terdapat perulangan kata pada hasil enkripsi dengan peluang terbesar informasi dapat diprediksi sebesar 74,07 %. Maka, akan ditambahkan algoritma *Hill Cipher* karena *Hill cipher* adalah algoritma kriptografi klasik yang sangat kuat dari segi keamanannya dan perhitungan dalam *Hill Cipher* cukup rumit jika dihitung secara manual untuk teks yang panjang agar tidak terjadi perulangan kata pada enkripsi data teks.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Skema Enkripsi dan Dekripsi



Gambar 1. Alur Enkripsi dan Dekripsi

Dalam penelitian ini secara garis besar, metode yang diusulkan adalah data berupa teks yang akan diproses dalam pembentukan enkripsi dan dekripsi dengan menggunakan *Vigenere Cipher* dan *Hill Cipher* seperti pada Gambar 1. Berdasarkan Gambar 1 point a, enkripsi *Vigenere* dan *Hill Cipher* adalah sebagai berikut :

1. Input Data Teks/Plaintext. Proses awal adalah melakukan input data berupa data teks (*plaintext*). Data teks ini nantinya akan diproses pada bagian selanjutnya enkripsi *Vigenere* setelah input dilakukan.
2. Enkripsi *Vigenere*. Memasukkan proses enkripsi *Vigenere*, semua huruf yang ada pada data teks akan di enkripsi menggunakan *Vigenere Cipher*.
3. *Ciphertext 1*. Pada *Ciphertext 1* ini, huruf – huruf pada data teks berubah yang sudah menjalani proses enkripsi *Vigenere Cipher*.
4. Enkripsi *Hill Cipher*. Kemudian pada tahap ini, dari *Ciphertext 1* yaitu hasil enkripsi *Vigenere* akan di enkripsi kembali menggunakan *Hill Cipher*.
5. *Ciphertext / Hasil Enkripsi*. Hasil *chipertext* akan berhasil ketika proses enkripsi *Hill Cipher* sudah berjalan dengan baik.

Berdasarkan Gambar 1 point b, penjelasan dari dekripsi *Vigenere* dan *Hill Cipher* adalah sebagai berikut :

1. Input *Ciphertext*. Proses awal adalah melakukan input data teks (*chipertext*) yang sudah di enkripsi sebelumnya. Data teks ini nantinya akan di proses pada bagian selanjutnya di dekripsi *Hill Cipher* setelah input dilakukan.
2. Dekripsi *Hill Cipher*. Memasukkan proses dekripsi *Hill Cipher*, semua huruf yang ada pada data *chipertext* akan di dekripsi menggunakan *Hill Cipher*.
3. *Plaintext 1*. Pada *Plaintext 1* ini, huruf – huruf pada data teks berubah yang sudah menjalani proses dekripsi *Hill Cipher*.
4. Dekripsi *Vigenere*. Kemudian pada tahap ini, dari *Plaintext 1* yaitu hasil dekripsi *Hill Cipher* akan di dekripsi kembali menggunakan *Vigenere*.

5. *Plaintext*/Hasil Dekripsi. Hasil *plaintext* akan berhasil ketika proses dekripsi *Vigenere* sudah berjalan dengan baik.

2.2 Pengujian Hasil

Dalam sebuah penelitian diperlukannya uji analisis untuk mengetahui object yang kita analisis sesuai atau tidak. Dan tujuan dari diadakannya analisa ini untuk melihat setiap progres penelitian kita. Untuk pengujiannya, proses enkripsi ini menggunakan metode yang sudah diusulkan yaitu Algoritma *Vigenere Cipher* dan *Hill Cipher*. Pengujian *Black Box Testing* sering digunakan dalam pengembangan aplikasi, gunanya sebagai menguji kualitas fungsional dari program atau perangkat lunak yang dirancang. *Black Box Testing* dapat mencari tahu kesalahan dalam beberapa kategori pada perangkat lunak, misalnya: Perilaku atau kinerja perangkat lunak; Fungsi atau kesalahan pada perangkat lunak; Kesalahan pada UI/UX; Akses Eksternal dan lain-lain. Dalam kasus pengujian perangkat lunak atau software, *Black Box Testing* bukanlah sebuah solusi alternatif sebagai pengganti dari *White Box Testing* tetapi merupakan sebuah pelengkap untuk melakukan pengujian antara fungsionalitas pada perangkat lunak dan alur logika pada perangkat lunak. Dalam sebuah penelitian diperlukannya uji analisis untuk mengetahui object yang kita analisis sesuai atau tidak. Untuk pengujiannya, telah digunakan *BlackBox Testing* karena dapat mengetahui apakah object yang kita inginkan itu sesuai dan berjalan dengan apa yang kita inginkan.

2.3 Landasan Teori

a. Penelitian Terkait

Hasil dari pencarian jurnal terkait dengan penerapan Algoritma Kriptografi *Vigenere* dan *Hill Cipher* banyak digunakan diberbagai bidang penelitian. Sebagai referensi atau rujukan dalam penelitian yang dibuat menggunakan Algoritma *Vigenere* dan *Hill Cipher* untuk ekstraksi *character texts* maka rujukan atau referensi penelitian ini bertujuan pada beberapa artikel di bawah ini. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [10], [11], *vigenere cipher* merupakan salah satu contoh kriptografi kunci simetris dengan tingkatan keamanan kunci yang lebih susah dipecahkan. Perihal ini diakibatkan algoritma dari *vigenere cipher* adalah wujud sederhana dari substitusi polialfabetik dengan kunci enkripsi berbentuk huruf. Menurut penelitian yang dilakukan [12], penggunaan metode kriptografi *vigenere* pada kombinasi dua metode ini diharapkan dapat dijadikan sebagai salah satu solusi dalam pengoptimalan pengaman data khususnya data yang sifatnya rahasia, dengan melakukan mengenkripsi data terlebih dahulu berdasarkan algoritma *vigenere cipher*, kemudian *cipher vigenere* enkripsi kembali. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Menurut penelitian yang dilakukan oleh [13], menyimpulkan pada penelitian nya Ketepatan enkripsi dan dekripsi

ini berlaku pada semua tipe teks dengan kunci yang berbeda-beda, namun jika pada teks terdapat karakter yang berada di luar batasan karakter yang digunakan maka karakter tersebut tidak dapat diproses. Karakter yang dipakai yaitu ASCII dengan nomor *index* antara 32 sampai 125 (total 94). Menurut penelitian yang dilakukan oleh [14], dengan menggunakan metode *hill cipher* yang dapat dikategorikan sebagai *block cipher* karena teks yang akan diproses akan dibagi menjadi blok-blok dengan ukuran tertentu. Setiap karakter dalam satu blok akan saling mempengaruhi karakter lainnya dalam proses enkripsi dan dekripsinya, sehingga karakter yang sama tidak dipetakan menjadi karakter yang sama pula. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [15], penggunaan metode *hill cipher* termasuk algoritma kriptografi klasik yang sangat sulit dipecahkan oleh kriptanalis apabila dilakukan hanya dengan mengetahui berkas *ciphertext* saja. Karena *Hill Cipher* tidak mengganti setiap abjad yang sama pada *plaintext* dengan abjad lainnya yang sama pada *ciphertext* karena menggunakan perkalian matriks berukuran $m \times m$ sebagai kunci untuk melakukan enkripsi dan dekripsi, karena dasar yg digunakan matriks *Hill Cipher* antara lain adalah perkalian antara matriks dan melakukan *invers* pada matriks.

b. Kriptografi

Kriptografi adalah seni dengan teknik penyembunyian pesan yang dapat merubah setiap pesan asli menjadi kode yang tidak dapat dibaca secara benar [16]. Dengan menggunakan teknik kriptografi, maka pesan yang disampaikan akan berubah menjadi pesan berkode. Dengan penyembunyian pesan ini, maka setiap isi dari pesan yang akan disampaikan kepada seseorang menjadi lebih aman dan tidak dapat diubah ataupun tidak dapat bocor ke orang lain. Untuk dapat menggunakan teknik penyembunyian pesan ini, dapat dilakukan dengan mempelajari jenis dari metode kriptografi sendiri dan diantaranya yaitu Klasik, Simetri, Asimetri dan *Hybrid*. Kriptografi klasik memiliki beberapa bentuk penyandian, diantaranya yaitu ada *Caesar Cipher*, *Vigenere Cipher*, *Playfair Cipher*, *Affine Cipher*, *Hill Cipher*, *Enigma Cipher* dan *One-Time Pad*. Dan untuk penelitian ini, telah diterapkan *Vigenere Cipher* dan *Hill Cipher* sebagai objeknya.

c. *Vigenere Chiper*

Pada penyandian *vigenere chiper*, setiap huruf *plaintext* di acak dengan huruf lain yang mana memiliki perbedaan pada urutan alfabet. Dalam menyandikan pesan atau istilahnya enkripsi, maka diperlukanlah sebuah tabel, dimana tabel ini membantu dalam menyandikan dan memecah sandi pada *vigenere* yang nantinya dapat dibaca kembali [14][17].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	
C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A		
D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B		
E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C		
F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D		
G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E		
H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F		
I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G		
J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H		
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L		
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M		
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N		
Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O		
R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R		
U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S		
V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T		
W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U		
X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W		
Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		

Gambar 1. Tabula Recta pada Algoritma Vigenere Cipher

Tidak hanya dengan menggunakan tabel, penyandian *vigenere* juga dapat dituliskan secara matematis dengan menggunakan operasi penjumlahan sebagai enkripsinya dengan operasi modulus dan operasi pengurangan sebagai dekripsinya dengan operasi modulus juga. Rumus matematis dari enkripsi dan dekripsi *vigenere* diilustrasikan pada persamaan (1) sampai persamaan (2). Dimana C_i : Nilai Desimal Karakter *Chipertext* Ke i , P_i : Nilai Desimal Karakter *Plaintext* Ke i , K_i : Nilai Desimal Karakter *Key* Ke i , i : Nilai iterasi untuk melakukan perulangan, Mod : Sisa Hasil Bagi.

Enkripsi $\rightarrow C_i = (P_i + K_i) \bmod 26$
 Jika hasil penjumlahan P_i dan K_i lebih kecil dari 26
 $C_i = (P_i + K_i) - 26 \dots\dots\dots(1)$

Dekripsi $\rightarrow P_i = (C_i - K_i) \bmod 26$
 Jika hasil pengurangan P_i dan K_i kurang dari 26
 $P_i = (C_i - K_i) + 26 \dots\dots\dots(2)$

d. Hill Cipher

Hill cipher adalah teknik cipher block simetris yang diinovasi oleh ahli matematika Lester Hill pada tahun 1929. Baik pengirim dan penerima harus berbagi dan menggunakan matriks kunci yang sama untuk penyandian dan penguraian. Algoritma *Hill Cipher* menggunakan matriks berukuran $m \times m$ sebagai kunci untuk enkripsi dan dekripsi. Block cipher tipikal ini yang bergantung terutama pada invers aritmatika modular dari matriks kunci sangat kuat terhadap serangan *brute force*, memiliki ketahanan terhadap analisis frekuensi, kecepatan tinggi dan *throughput* tinggi, dan sulit dipecahkan dengan *ciphertext*-hanya menyerang, tetapi mudah dipatahkan dengan serangan *plaintext* yang diketahui, dengan asumsi musuh telah memperoleh beberapa pasangan *plaintext* dan *ciphertext* [15]. Kemunduran lain adalah bahwa matriks kunci yang dapat dibalik diperlukan untuk dekripsi, jika matriks kunci enkripsi tidak dipilih dengan benar, pembangkitan matriks kunci dekripsi yaitu kebalikan dari matriks enkripsi tidak dimungkinkan [16]. Dengan demikian perlu

adanya kombinasi dengan algoritma lain dengan tujuan optimasi keamanan. Untuk enkripsi, algoritma mengambil m huruf *plaintext* berturut-turut dan sebagai gantinya menggantikan m huruf sandi. Di Hill cipher, setiap karakter diberi nilai numerik seperti $a = 0, b = 1, \dots, z = 25$. Perhitungan hill cipher seperti pada persamaan (3) dan (4), dimana C_i : Nilai Desimal Karakter *Chipertext* Ke- i , P_i : Nilai Desimal Karakter *Plaintext* Ke- i , K_i : Nilai Desimal Karakter *Key* Ke- i , i : Nilai iterasi untuk melakukan perulangan, Mod : Sisa Hasil Bagi.

Enkripsi $\square C_i = K_i \cdot P_i \bmod 26 \dots\dots\dots(3)$

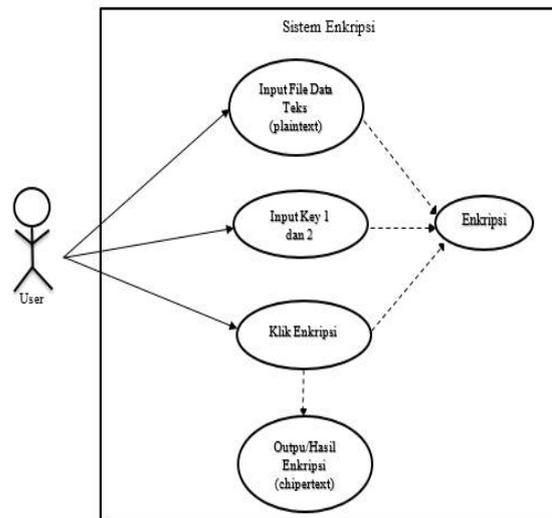
Dekripsi $\square P_i = K_i^{-1} \cdot C_i \bmod 26 \dots\dots\dots(4)$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

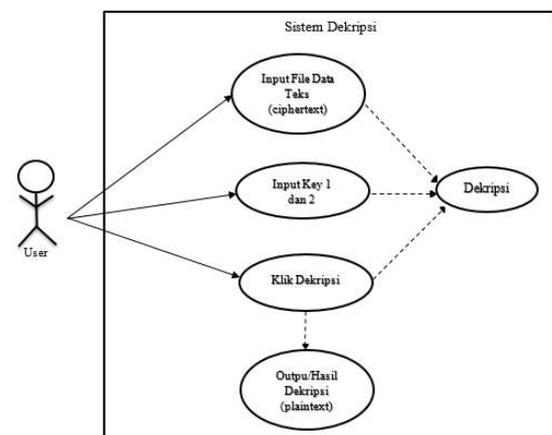
3.1 Perancangan Sistem

a. Use Case Diagram

Use Case merupakan penggambaran suatu interaksi antara Sistem Aplikasi Kriptografi dengan pengguna atau user yang akan menggunakan aplikasi tersebut. Penggambaran diagram *Use Case* pada aplikasi kriptografi seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Use Case Enkripsi



Gambar 3. Use Case Dekripsi

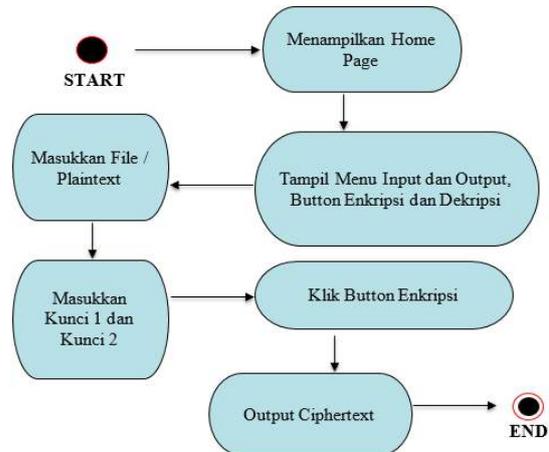
Use Case enkripsi diatas terdapat satu aktor yang diberi nama *User*. Untuk mengoperasikan aplikasi ini hanya butuh satu *user*. Sistem akan melakukan enkripsi text pada *plaintext* yang sudah di input, ketika proses enkripsi selesai maka output berupa *chiphertext* akan muncul. Seperti halnya pada use case enkripsi, terdapat satu aktor yang diberi nama *User*. Dan mengoperasikan aplikasi ini hanya butuh satu *user*. Sistem akan melakukan proses dekripsi text pada *ciphertext* yang sudah di input, ketika proses dekripsi selesai maka output berupa *plaintext* akan muncul dan hasilnya kembali lagi pada data teks awal / data aslinya (*plaintext*)

b. Activity Diagram

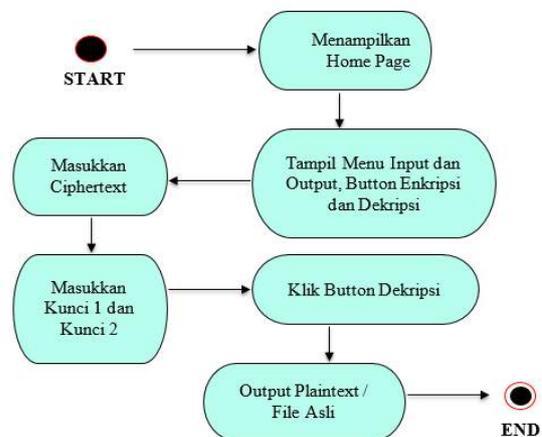
Activity Diagram akan menjelaskan rangkaian aktivitas pada sistem aplikasi Kriptografi yang dilakukan oleh pengguna ketika berada melakukan proses proses yang terjadi pada system. Diagram aktivitas pada sistem aplikasi yang digambar berdasarkan scenario pada *Use Case* sesuai pada Gambar 4. Gambar 4 merupakan alur dari pengguna dan sistem dalam melakukan fungsi utama enkripsi file. Ketika program berjalan, hal yang pertama tampil adalah *Home Page* atau Halaman Awal dari program. Pada halaman awal terdapat beberapa fitur yang bisa digunakan secara langsung oleh user yaitu terdapat Menu Input untuk input file *plaintext* dan Output untuk hasil dari Enkripsi atau Dekripsi. Ada pula untuk kolom input Kunci, input ini berfungsi untuk memberikan kunci dari *vigenere cipher* dan *hill cipher*, karena penyandian *vigenere cipher* dan *hill cipher* sendiri menggunakan kunci untuk enkripsi dan dekripsi. Disaat halaman awal sudah tampil, maka program dapat dijalankan dengan memasukkan file *plaintext* / file asli pada kolom yang sudah disediakan dan setelah itu barulah dapat memasukkan kunci untuk mengenkripsi *plaintext*. Ketika sudah memasukkan *plaintext* dan kunci, maka tahapan selanjutnya dari *Activity Diagram* ini adalah Klik *Button* Enkripsi maka hasilnya akan keluar.

Gambar 5 merupakan alur dari pengguna dan sistem dalam melakukan fungsi utama dekripsi file. Ketika program berjalan, hal yang pertama tampil adalah *Home Page* atau Halaman Awal dari program. Pada halaman awal terdapat beberapa fitur yang bisa digunakan secara langsung oleh user yaitu terdapat Menu Input untuk input file *plaintext* dan Output untuk hasil dari Enkripsi atau Dekripsi. Ada pula untuk kolom input Kunci, input ini berfungsi untuk memberikan kunci dari *vigenere cipher* dan *hill cipher*, karena penyandian *vigenere cipher* dan *hill cipher* sendiri menggunakan kunci untuk enkripsi dan dekripsi. Di saat halaman awal sudah tampil, maka program dapat dijalankan dengan memasukkan file *ciphertext* / file yang sudah terenkripsi pada kolom yang sudah disediakan dan setelah itu barulah dapat memasukkan kunci untuk mengenkripsi *ciphertext*. Ketika sudah memasukkan *ciphertext* dan kunci, maka

tahapannya selanjutnya dari *Activity Diagram* ini adalah Klik *Button* Dekripsi maka hasilnya akan keluar.



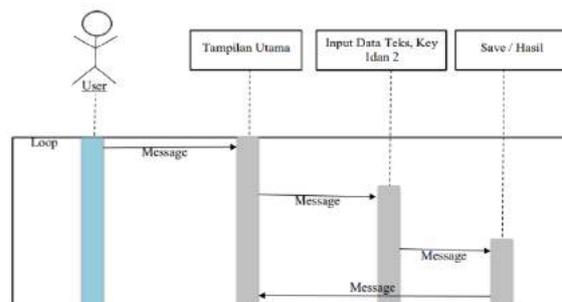
Gambar 4. Activity Diagram Sistem Enkripsi



Gambar 5. Activity Diagram Sistem Dekripsi

c. Sequence Diagram

Sequence Diagram merupakan penggambaran detail interaksi yang terjadi antara tiap komponen yang ada dalam sistem dalam urutan waktu. Pada penelitian ini peneliti menggambarkan Sequential Diagram seperti pada Gambar 6. Pada Gambar 6, interaksi yang terjadi pada aplikasi enkripsi dan deskripsi data teks. Untuk bisa menyimpan data teks harus menginputkan data teks terlebih dahulu, data teks akan tersimpan pada direktori komputer itu sendiri.



Gambar 6. Sequence Diagram Sistem Enkripsi dan Dekripsi

3.2 Perhitungan Manual Enkripsi

Tahapan enkripsi diawali dengan pengguna menginputkan file berupa data teks (*plaintext*), kunci 1 dan kunci 2, dimana kunci 1 menjadi *key* untuk algoritma *vigenere cipher* dan kunci 2 akan menjadi *key* untuk algoritma *hill cipher*. Dalam file tersebut berisikan huruf yang masih dapat dibaca oleh siapapun yang nantinya huruf - huruf tersebut akan di konversikan menjadi huruf ASCII, kemudian dienkripsi menggunakan algoritma *vigenere cipher* dan *hill cipher*. Sebagai contoh pengguna menginputkan kunci kunci seperti di bawah ini.

Plaintext=

MAHASISWAUNIVERSITASDIANNUSWANTO
RO

Kunci 1 = sukses

→ *Key vigenere cipher*

Kunci 2 = [5 6 2 3]

→ *Key 2 hill cipher*

Proses pertama *plaintext* atau file yang sudah dirubah menggunakan ASCII kemudian dimasukkan kedalam rumus enkripsi. Huruf berwarna merah merupakan pengulangan kunci sesuai panjang *plaintext*. Maka perhitungannya akan menjadi seperti berikut.

Plaintext=

MAHASISWAUNIVERSITASDIANNUSWANTO
RO

Key= suksesuksesuksesuksesuksesukses

Tabel 1. Perhitungan Enkripsi Vigenere

M	+	s	=	77	+	115	=	160	mod	128	=	64	=	@
A	+	u	=	65	+	117	=	150	mod	128	=	54	=	6
H	+	k	=	72	+	107	=	147	mod	128	=	51	=	3
A	+	s	=	65	+	115	=	148	mod	128	=	52	=	4
S	+	e	=	83	+	101	=	152	mod	128	=	56	=	8
I	+	s	=	73	+	115	=	156	mod	128	=	60	=	<
S	+	s	=	83	+	115	=	166	mod	128	=	70	=	F
W	+	u	=	87	+	117	=	172	mod	128	=	76	=	L
A	+	k	=	65	+	107	=	140	mod	128	=	44	=	,
U	+	s	=	85	+	115	=	168	mod	128	=	72	=	H
N	+	e	=	78	+	101	=	147	mod	128	=	51	=	3
I	+	s	=	73	+	115	=	156	mod	128	=	60	=	<
V	+	s	=	86	+	115	=	169	mod	128	=	73	=	I
E	+	u	=	69	+	117	=	154	mod	128	=	58	=	:
R	+	k	=	82	+	107	=	157	mod	128	=	61	=	=
S	+	s	=	83	+	115	=	166	mod	128	=	70	=	F
I	+	e	=	73	+	101	=	142	mod	128	=	46	=	.
T	+	s	=	84	+	115	=	167	mod	128	=	71	=	G
A	+	s	=	65	+	115	=	148	mod	128	=	52	=	4
S	+	u	=	83	+	117	=	168	mod	128	=	72	=	H
D	+	k	=	68	+	107	=	143	mod	128	=	47	=	/
I	+	s	=	73	+	115	=	156	mod	128	=	60	=	<
A	+	e	=	65	+	101	=	134	mod	128	=	38	=	&
N	+	s	=	78	+	115	=	161	mod	128	=	65	=	A
N	+	s	=	78	+	115	=	161	mod	128	=	65	=	A
U	+	u	=	85	+	117	=	170	mod	128	=	74	=	J
S	+	k	=	83	+	107	=	158	mod	128	=	62	=	>
W	+	s	=	87	+	115	=	170	mod	128	=	74	=	J
A	+	e	=	65	+	101	=	134	mod	128	=	38	=	&
N	+	s	=	78	+	115	=	161	mod	128	=	65	=	A
T	+	s	=	84	+	115	=	167	mod	128	=	71	=	G
O	+	u	=	79	+	117	=	164	mod	128	=	68	=	D
R	+	k	=	82	+	107	=	157	mod	128	=	61	=	=
O	+	s	=	79	+	115	=	162	mod	128	=	66	=	B

Tabel 2. Hasil Enkripsi Vigenere

<i>Plaintext</i>	<i>Ciphertext</i>
MAHASISWAUNIVERSITASDIANNUSWANTORO	@6348<FL,H3<I:=F.G4H/<&AAJ>J&AGD=B

Hasil *ciphertext* tersebut akan di enkripsi lagi menggunakan algoritma *Hill Cipher* dengan kunci menggunakan matriks 2x2, yaitu [5 6 2 3]. Karena menggunakan ASCII maka di modulo 128 dan perhitungan seperti pada Tabel 3. Setelah *plaintext*

diubah menggunakan ASCII maka selanjutnya dikalikan dengan kunci *Hill Cipher* yang berbentuk matriks seperti pada Tabel 5.

Plaintext=

@6348<FL,H3<I:=F.G4H/<&AAJ>J&AGD=B

Key = [5 6 2 3]

Tabel 3. ASCII Plainteks

@	=	64	G	=	71
6	=	54	4	=	52
3	=	51	H	=	72
4	=	52	/	=	47
8	=	56	<	=	60
<	=	60	&	=	38
F	=	70	A	=	65
L	=	76	A	=	65
.	=	44	J	=	74
H	=	72	>	=	62
3	=	51	J	=	74
<	=	60	&	=	38
I	=	73	A	=	65
:	=	58	G	=	71
=	=	61	D	=	68
F	=	70	=	=	61
.	=	46	B	=	66

Tabel 4. Enkripsi Hill Cipher

5	6	X	64	=	320	+	324	=	644	mod	128	=	4	=	(EOT)
2	3		54	=	128	+	162	=	290	mod	128	=	34	=	"
5	6	X	51	=	255	+	312	=	567	mod	128	=	55	=	7
2	3		52	=	102	+	156	=	258	mod	128	=	2	=	(STX)
5	6	X	56	=	280	+	360	=	640	mod	128	=	0	=	(NULL)
2	3		60	=	112	+	180	=	292	mod	128	=	36	=	\$
5	6	X	70	=	350	+	456	=	806	mod	128	=	38	=	&
2	3		76	=	140	+	228	=	368	mod	128	=	112	=	p
5	6	X	44	=	220	+	432	=	652	mod	128	=	12	=	(FF)
2	3		72	=	88	+	216	=	304	mod	128	=	48	=	0
5	6	X	51	=	255	+	360	=	615	mod	128	=	103	=	g
2	3		60	=	102	+	180	=	282	mod	128	=	26	=	(SUB)
5	6	X	73	=	365	+	348	=	713	mod	128	=	73	=	I
2	3		58	=	146	+	174	=	320	mod	128	=	64	=	@
5	6	X	61	=	305	+	420	=	725	mod	128	=	85	=	U
2	3		70	=	122	+	210	=	332	mod	128	=	76	=	L
5	6	X	46	=	230	+	426	=	656	mod	128	=	16	=	(DLE)
2	3		71	=	92	+	213	=	305	mod	128	=	49	=	1
5	6	X	52	=	260	+	432	=	692	mod	128	=	52	=	4
2	3		72	=	104	+	216	=	320	mod	128	=	64	=	@
5	6	X	47	=	235	+	360	=	595	mod	128	=	83	=	S
2	3		60	=	94	+	180	=	274	mod	128	=	18	=	(DC2)
5	6	X	38	=	190	+	390	=	580	mod	128	=	68	=	D
2	3		65	=	76	+	195	=	271	mod	128	=	15	=	(SI)
5	6	X	65	=	325	+	444	=	769	mod	128	=	1	=	(SOH)
2	3		74	=	130	+	222	=	352	mod	128	=	96	=	'
5	6	X	62	=	310	+	444	=	754	mod	128	=	114	=	r
2	3		74	=	124	+	222	=	346	mod	128	=	90	=	Z
5	6	X	38	=	190	+	390	=	580	mod	128	=	68	=	D
2	3		65	=	76	+	195	=	271	mod	128	=	15	=	(SI)
5	6	X	71	=	355	+	408	=	763	mod	128	=	123	=	{
2	3		68	=	142	+	204	=	346	mod	128	=	90	=	Z
5	6	X	61	=	305	+	396	=	701	mod	128	=	61	=	=
2	3		66	=	122	+	198	=	320	mod	128	=	64	=	@

Tabel 5. Hasil Enkripsi Hill Cipher

Plaintext	Ciphertext
@6348<FL,H3<I:=F.G4H/<&AAJ>J&AGD =B	(EOT)"7(STX)(NULL)\$&p(FF)0g(SUB)I@UL(DLE)14@S(DC2)D(SI)(SOH)'fZD(SI) {Z=@

3.3 Perhitungan Manual Dekripsi

Tahapan enkripsi diawali dengan pengguna menginputkan file yang sudah terenkripsi (*ciphertext*), kunci 1 dan kunci 2, dimana kunci 1 menjadi *key* untuk algoritma *vigenere cipher* dan kunci 2 akan menjadi *key* untuk algoritma *hill cipher*.

Sebagai contoh pengguna menginputkan file, kunci 1 dan kunci 2 seperti dibawah ini.

Ciphertext=

(EOT)"7(STX)(NULL)\$&p(FF)0g(SUB)I@UL(DLE)14@S(DC2)D(SI)(SOH)'fZD(SI){Z=@

Kunci 1= sukses → *Key vigenere cipher*

Kunci 2 = [5 6 2 3] → *Key 2 hill cipher*

Dalam file yang sudah terenkripsi tersebut berisikan huruf yang tidak bisa di baca oleh siapapun yang nantinya huruf - huruf tersebut akan dikonversikan menjadi huruf ASCII pada Tabel 6, kemudian di dekripsi menggunakan algoritma *vigenere cipher* dan *hill cipher*. Proses pertama *ciphertext* atau file yang sudah dirubah menggunakan ASCII kemudian dimasukkan ke dalam rumus dekripsi menggunakan *Hill Cipher*.

Plaintext=
(EOT)"7(STX)(NULL)\$&p(FF)0g(SUB)I@UL(DL
E)14@S(DC2)D(SI)(SOH):fZD(SI){Z=@
Key= [5 6 2 3]

Maka key yang sudah di invers menjadi =
[1 126 42 87]

Tabel 6. Hasil Enkripsi Hill Cipher

(EOT)	=	4
"	=	34
7	=	55
(STX)	=	2
(NULL)	=	0
\$	=	36
&	=	38
p	=	112
(FF)	=	12
0	=	48
g	=	103
(SUB)	=	26
I	=	73
@	=	64
U	=	85
L	=	76
(DLE)	=	16

1	=	49
4	=	52
@	=	64
S	=	83
(DC2)	=	18
D	=	68
(SI)	=	15
(SOH)	=	1
'	=	96
r	=	114
Z	=	90
D	=	68
(SI)	=	15
{	=	123
Z	=	90
=	=	61
@	=	64

Setelah *plaintext* diubah menggunakan ascii maka selanjutnya dikalikan dengan kunci *Hill Cipher* yang berbentuk matriks dan *ciphertext* dari perhitungan Tabel 5 dan Tabel 6, algoritma *Vigenere* diatas menunjukkan hasil seperti Tabel 7. Hasil *ciphertext* tersebut akan di enkripsi lagi

menggunakan algoritma *Vigenere Cipher*, dimana huruf berwarna merah merupakan pengulangan kunci sesuai panjang *plaintext*. Hasil sesuai pada Tabel 9. *Ciphertext* dari perhitungan algoritma *Vigenere* diatas menunjukkan hasil seperti Tabel 10.

Tabel 7. Perhitungan Dekripsi Hill Cipher

1	126	X	4	=	4	+	4284	=	4288	mod	128	=	64	=	@
42	87		34	=	168	+	2958	=	3126	mod	128	=	54	=	6
1	126	X	55	=	55	+	252	=	307	mod	128	=	51	=	3
42	87		2	=	2310	+	174	=	2484	mod	128	=	52	=	4
1	126	X	0	=	0	+	4536	=	4536	mod	128	=	56	=	8
42	87		36	=	0	+	3132	=	3132	mod	128	=	60	=	<
1	126	X	38	=	38	+	14112	=	14150	mod	128	=	70	=	F
42	87		112	=	1596	+	9744	=	11340	mod	128	=	76	=	L
1	126	X	12	=	12	+	6048	=	6060	mod	128	=	44	=	,
42	87		48	=	504	+	4176	=	4680	mod	128	=	72	=	H
1	126	X	103	=	103	+	3276	=	3379	mod	128	=	51	=	3
42	87		26	=	4326	+	2262	=	6588	mod	128	=	60	=	<
1	126	X	73	=	73	+	8064	=	8137	mod	128	=	73	=	I
42	87		64	=	3066	+	5568	=	8634	mod	128	=	58	=	:
1	126	X	85	=	85	+	9576	=	9661	mod	128	=	61	=	=
42	87		76	=	3570	+	6612	=	10182	mod	128	=	70	=	F
1	126	X	16	=	16	+	6174	=	6190	mod	128	=	46	=	.
42	87		49	=	672	+	4263	=	4935	mod	128	=	71	=	G
1	126	X	52	=	52	+	8064	=	8116	mod	128	=	52	=	4
42	87		64	=	2184	+	5568	=	7752	mod	128	=	72	=	H
1	126	X	83	=	83	+	2268	=	2351	mod	128	=	47	=	/
42	87		18	=	3486	+	1566	=	5052	mod	128	=	60	=	<
1	126	X	68	=	68	+	1890	=	1958	mod	128	=	38	=	&
42	87		15	=	2856	+	1305	=	4161	mod	128	=	65	=	A
1	126	X	1	=	1	+	12096	=	12097	mod	128	=	65	=	A
42	87		96	=	42	+	8352	=	8394	mod	128	=	74	=	J
1	126	X	114	=	114	+	11340	=	11454	mod	128	=	62	=	>
42	87		90	=	4788	+	7830	=	12618	mod	128	=	74	=	J
1	126	X	68	=	68	+	1890	=	1958	mod	128	=	38	=	&
42	87		15	=	2856	+	1305	=	4161	mod	128	=	65	=	A

1	126	X	123	=	123	+	11340	=	11463	mod	128	=	71	=	G
42	87		90	=	5166	+	7830	=	12996	mod	128	=	68	=	D
1	126	X	61	=	61	+	8064	=	8125	mod	128	=	61	=	=
42	87		64	=	2562	+	5568	=	8130	mod	128	=	66	=	B

Tabel 8. Hasil Dekripsi Hill Cipher

Ciphertext	Plaintext
(EOT)*7(STX)(NULL)\$&p(FF)0g(SUB)l@UL(DLE)14@S(DC2)D(SI)(SOH)*fZD(SI) {Z=@	@6348<FL,H3<I:=F.G4H/<&AAJ>J&AGD =B

Tabel 9. Perhitungan Dekripsi Vigenere

@	-	s	=	64	-	115	=	-51	mod	128	=	77	=	M
6	-	u	=	54	-	117	=	-63	mod	128	=	65	=	A
3	-	k	=	51	-	107	=	-56	mod	128	=	72	=	H
4	-	s	=	52	-	115	=	-63	mod	128	=	65	=	A
8	-	e	=	56	-	101	=	-45	mod	128	=	83	=	S
<	-	s	=	60	-	115	=	-55	mod	128	=	73	=	I
F	-	s	=	70	-	115	=	-45	mod	128	=	83	=	S
L	-	u	=	76	-	117	=	-41	mod	128	=	87	=	W
,	-	k	=	44	-	107	=	-63	mod	128	=	65	=	A
H	-	s	=	72	-	115	=	-43	mod	128	=	85	=	U
3	-	e	=	51	-	101	=	-50	mod	128	=	78	=	N
<	-	s	=	60	-	115	=	-55	mod	128	=	73	=	I
I	-	s	=	73	-	115	=	-42	mod	128	=	86	=	V
:	-	u	=	58	-	117	=	-59	mod	128	=	69	=	E
=	-	k	=	61	-	107	=	-46	mod	128	=	82	=	R
F	-	s	=	70	-	115	=	-45	mod	128	=	83	=	S
.	-	e	=	46	-	101	=	-55	mod	128	=	73	=	I
G	-	s	=	71	-	115	=	-44	mod	128	=	84	=	T
4	-	s	=	52	-	115	=	-63	mod	128	=	65	=	A
H	-	u	=	72	-	117	=	-45	mod	128	=	83	=	S
/	-	k	=	47	-	107	=	-60	mod	128	=	68	=	D
<	-	s	=	60	-	115	=	-55	mod	128	=	73	=	I
&	-	e	=	38	-	101	=	-63	mod	128	=	65	=	A
A	-	s	=	65	-	115	=	-50	mod	128	=	78	=	N
A	-	s	=	65	-	115	=	-50	mod	128	=	78	=	N
J	-	u	=	74	-	117	=	-43	mod	128	=	85	=	U
>	-	k	=	62	-	107	=	-45	mod	128	=	83	=	S
J	-	s	=	74	-	115	=	-41	mod	128	=	87	=	W
&	-	e	=	38	-	101	=	-63	mod	128	=	65	=	A
A	-	s	=	65	-	115	=	-50	mod	128	=	78	=	N
G	-	s	=	71	-	115	=	-44	mod	128	=	84	=	T
D	-	u	=	68	-	117	=	-49	mod	128	=	79	=	O
=	-	k	=	61	-	107	=	-46	mod	128	=	82	=	R
B	-	s	=	66	-	115	=	-49	mod	128	=	79	=	O

Tabel 10. Hasil Dekripsi Hill Cipher

Ciphertext	Plaintext
@6348<FL,H3<I:=F.G4H/<&AAJ>J&AGD=B	MAHASISWAUNIVERSITASDIANNUSWANTORO

3.4 Pengujian Black Box

Ketika semua implementasi sudah dilakukan, maka tahapan terakhir dalam penelitian ini adalah dengan menguji program. Pengujian ini dilakukan guna melihat kelancaran program yang sudah dibuat dan menganalisa setiap program apabila terjadinya

bug maupun error pada program yang dibuat. Untuk menguji seberapa baik kualitas dan fungsionalitas dari program yang telah di buat, maka hasil penerapan *Black Box Testing* sebagai penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pengujian Black Box Enkripsi

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Input data teks	Input data teks yang diinginkan	Isi data teks sesuai dengan data aslinya	Sesuai harapan	valid
2.	Input Kunci Vigenere untuk enkripsi data teks	Input Key: "sukses"	Input key atau kunci vigenere dapat diinput sendiri	Sesuai harapan	valid
3.	Hasil dari enkripsi Vigenere	Hasil dari enkripsi Vigenere berupa data teks	Hasil akan diolah lagi pada enkripsi Hill Cipher.	Sesuai harapan	valid
4.	Input Kunci Hill Cipher untuk hasil enkripsi Vigenere	Input Key dalam bentuk matrik : " [5 6 2 3] "	Input key atau kunci Hill Cipher dalam sistem dapat dilakukan	Sesuai harapan	valid

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
5.	Hasil dari enkripsi Hill Cipher	Hasil dari enkripsi Hill Cipher berupa data teks	Hasil / Output yang keluar adalah enkripsi dari proses sandi Hill Cipher	Sesuai harapan	valid

Dari hasil pengujian *Black Box Testing* pada Tabel 11, dapat disimpulkan bahwa untuk skenario pertama yaitu “*Input data teks asli / plaintext*” menghasilkan kesimpulan yang sesuai atau valid, karena input *data teks* berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan atau dengan kata lain valid. Skenario kedua yaitu “*Input key vigenere cipher*” menghasilkan kesimpulan yang sesuai atau valid, karena input *key* dengan kata kunci yang berbeda *vigenere cipher* masih tetap berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan atau dengan kata lain valid. Skenario yang ketiga yaitu “*Enkripsi vigenere cipher*” menghasilkan hasil enkripsi yang sesuai atau

valid karena melakukan proses yang sudah dijelaskan diatas dan menghasilkan kesimpulan yang valid atau sesuai yang diinginkan. Skenario keempat yaitu “*Input key hill cipher*” menghasilkan kesimpulan yang sesuai atau valid, karena input *key* dengan kata kunci yang berbeda *hill cipher* masih tetap berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan atau dengan kata lain valid. Skenario kelima yaitu “*Enkripsi hill cipher atau output ciphertext*” menghasilkan ciphertext yang sesuai atau valid karena melakukan proses yang sudah dijelaskan diatas dan menghasilkan kesimpulan yang valid atau sesuai yang diinginkan.

Tabel 12. Pengujian Black Box Dekripsi

No.	Skenario Pengujian	Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1.	Input data teks	Input data teks yang sudah di enkripsi	Isi data teks sesuai dengan data enkripsi	Sesuai harapan	valid
2.	Input Kunci Hill Cipher untuk dekripsi data teks	Input Key dalam bentuk matrik : “ [5 6 2 3] “	Input key atau kunci Hill Cipher dalam sistem dapat dilakukan	Sesuai harapan	valid
3.	Hasil dari dekripsi Hill Cipher	Hasil dari dekripsi Hill Cipher berupa data teks	Hasil akan diolah lagi pada dekripsi Vigenere.	Sesuai harapan	valid
4.	Input Kunci Vigenere untuk hasil dekripsi Hill Cipher	Input Key: “sukses”	Input key atau kunci Vigenere dalam sistem dapat dilakukan	Sesuai harapan	valid
5.	Hasil dari dekripsi Vigenere	Hasil dari dekripsi Vigenere berupa data teks	Hasil / Output yang keluar adalah dekripsi dari proses sandi Vigenere	Sesuai harapan	valid

Dari hasil pengujian *Black Box Testing* pada Tabel 12, dapat disimpulkan bahwa untuk skenario pertama yaitu “*Input data teks asli / ciphertext*” menghasilkan kesimpulan yang sesuai atau valid, karena input *data teks* berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan atau dengan kata lain valid. Skenario kedua yaitu “*Input key hill cipher*” menghasilkan kesimpulan yang sesuai atau valid, karena input *key* dengan kata kunci yang berbeda *hill cipher* masih tetap berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan atau dengan kata lain valid. Skenario yang ketiga yaitu “*Enkripsi hill cipher*” menghasilkan hasil enkripsi yang sesuai atau valid karena melakukan proses yang sudah dijelaskan di

Avalanche Effect (AE) digunakan untuk melihat seberapa besar nilai dari kekuatan enkripsi yang dihasilkan saat proses penyandian dengan menggunakan metode *Vigenere* [16], [18]. Untuk

atas dan menghasilkan kesimpulan yang valid atau sesuai yang diinginkan. Skenario keempat yaitu “*Input key vigenere cipher*” menghasilkan kesimpulan yang sesuai atau valid, karena input *key* dengan kata kunci yang berbeda *vigenere cipher* masih tetap berjalan dengan baik dan sesuai yang diharapkan atau dengan kata lain valid. Skenario kelima yaitu “*Enkripsi vigenere cipher atau output plaintext*” menghasilkan plaintext atau data asli yang sesuai atau valid karena melakukan proses yang sudah dijelaskan diatas dan menghasilkan kesimpulan yang valid atau sesuai yang diinginkan.

3.5 Pengujian Avalanche Effect

menghitung *Avalanche Effect* dari *Vigenere* dapat dilihat pada persamaan (5).

$$Avalanche\ Effect = \frac{jumlah\ perubahan\ bit}{jumlah\ seluruh\ bit} \times 100\% \dots\dots(5)$$

Tabel 13. Perubahan Bit dan Avalanche Effect

No	Jumlah Bit (Bit)	Perubahan Bit (Bit)	Avalanche Effect (%)
1	128	66	51,94 %
2	256	139	54,29 %
3	512	262	51,17 %
Rata - rata			52,46 %

Berdasarkan pada Tabel 13, diketahui bahwa nilai *Avalanche Effect* yang dihasilkan dari seluruh percobaan mendekati 50%. Nilai ini merupakan nilai

yang baik, apabila AE mendekati 50% maka proses enkripsi dan dekripsi yang dilakukan telah berhasil mengamankan pesan rahasia.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah diimplementasikan tiga buah percobaan proses enkripsi dan dekripsi pada data teks berukuran 128bit, 256 bit dan 512 bit. Ukuran teks sebetulnya hanya untuk mempermudah dalam proses perhitungan saja. Pada proses pengujian *black box*, aplikasi dapat berjalan dengan baik dimana proses enkripsi dan dekripsi berjalan lancar. Pada perhitungan *Avalanche Effect* (AE), nilai AE yang diperoleh pada ketiga percobaan menggunakan kunci yang sama dan plainteks yang berbeda, diperoleh nilai AE seluruhnya menghasilkan nilai mendekati 50% dengan nilai AE terbaik yaitu pada percobaan ke-3 dengan perolehan 51,17%. Pada penelitian selanjutnya, untuk memperbaiki hasil AE maka perlu dilakukan kombinasi dengan algoritma kriptografi modern atau menggunakan algoritma transposisi cipher.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. H. Rachmawanto and C. A. Sari, "Keamanan File Menggunakan Teknik Kriptografi Shift Cipher," *Techno.COM*, vol. 14, no. 4, pp. 329–335, 2015.
- [2] M. M. Amin, "Implementasi Kriptografi Klasik Pada Komunikasi Berbasis Teks," *Pseudocode*, vol. 3, no. 2, pp. 129–136, 2017.
- [3] Kurniawan, I. A. Siradjuddin, and A. Muntasa, "Keamanan Citra Dengan Watermarking Menggunakan Pengembangan Algoritma Least Significant Bit," *J. Inform.*, vol. 13, no. 1, pp. 9–14, 2016.
- [4] M. Natsir, "Pengembangan Prototype Sistem Kriptografi Untuk Enkripsi Dan Dekripsi Data Office Menggunakan Metode Blowfish Dengan Bahasa Pemrograman Java," *J. Format*, vol. 6, no. 1, pp. 87–105, 2017.
- [5] C. A. Sari, W. S. Sari, and B. Sugiarto, "IMPERCEPTIBLE KRIPTOGRAFI CITRA BERWARNA MENGGUNAKAN RIVEST SHAMIR ADLEMAN," in *Proceeding SENDIU 2021*, 2021, pp. 978–979.
- [6] C. A. Sari, E. H. Rachmawanto, and E. J. Kusuma, "Good Performance Image Encryption Using Selective Bit T-DES on Inverted LSB Steganography," *J. Ilmu Komput. dan Inf.*, vol. 12, no. 1, pp. 41–29, 2019.
- [7] Jamaludin, "Rancang Bangun Kombinasi Chaisar Cipher dan Vigenere Cipher Dalam Pengembangan Algoritma Kriptografi Klasik," in *Seminar Nasional Teknologi Informasi (Semantika)*, 2017, no. The Future of Computer Vision, pp. 234–243.
- [8] G. A. Pradipta, "Penerapan Kombinasi Metode Enkripsi Vigenere Cipher Dan Transposisi Pada Aplikasi Client Server Chatting," *J. Sist. dan Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 119–127, 2016.
- [9] C. A. Sari, E. H. Rachmawanto, D. W. Utomo, and R. R. Sani, "Penyembunyian Data Untuk Seluruh Ekstensi File Menggunakan Kriptografi Vernam Cipher dan Bit Shifting," *J. Appl. Intell. Syst.*, vol. 1, no. 3, pp. 179–190, 2016.
- [10] A. Susanto, D. R. I. Moses Setiadi, E. H. Rachmawanto, C. A. Sari, R. R. Ali, and I. U. Wahyu Mulyono, "Dual Security Method for Digital Image using HBV Encryption and Least Significant Bit Steganography," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1201, no. 1.
- [11] F. Al Isfahani and F. Nugraha, "Implementasi Steganografi LSB dengan Enkripsi Base64 Pada Citra dengan Ruang Warna CMYK," *Sci. Comput. Sci. Informatics J.*, pp. 1–8, 2019.
- [12] A. Blair, "Learning the Caesar and Vigenere Cipher by hierarchical evolutionary recombination," in *2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 2013, pp. 605–612.
- [13] R. Damara Ardy, O. R. Indriani, C. A. Sari, D. R. I. M. Setiadi, and E. H. Rachmawanto, "Digital image signature using triple protection cryptosystem (RSA, Vigenere, and MD5)," in *Proceeding of 2017 International Conference on Smart Cities, Automation and Intelligent Computing Systems, ICON-SONICS 2017*, 2018, vol. 2018-Janua.
- [14] P. Subhasri and A. Padmapriya, "Enhancing the security of dicom content using modified vigenere cipher," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 10, no. 55, pp. 1951–1956, 2015.
- [15] S. Hraoui, F. Gmira, M. F. Abbou, A. J. Oulidi, and A. Jarjar, "A New Cryptosystem of Color Image Using a Dynamic-Chaos Hill Cipher Algorithm," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 148, pp. 399–408, 2019.
- [16] M. Essaid, I. Akharraz, A. Saaidi, and et A. Mouhib, "Image encryption scheme based on a new secure variant of Hill cipher and 1D chaotic maps," *J. Inf. Secur. Appl.*, vol. 47, pp. 173–187, Aug. 2019.
- [17] O. E. Omolara, A. I. Oludare, and S. E. Abdulahi, "Developing a Modified Hybrid Caesar Cipher and Vigenere Cipher for Secure Data Communication," *Comput. Eng. Intell. Syst.*, vol. 5, no. 5, pp. 2222–1719, 2014.
- [18] P. Witoolkollachit, "The avalanche effect of various hash functions between encrypted raw images versus non-encrypted images: A comparison study," *J. Thai Med. Informatics Assoc.*, vol. 1, pp. 69–82, 2016.

Penggunaan Algoritma A-Star Untuk Strategi Penyebaran Pengunjung pada Pusat Belanja

Lukman Hakim¹, Chyquitha Danuputri^{2*}, Destriana Widvaningrum³

^{1,2,3}Universitas Bunda Mulia, Jakarta Utara, Indonesia

Email: ¹lhakim2710@gmail.com, ^{2*}chyquitha.vivaldy@gmail.com, ³des3ana@gmail.com

(Naskah masuk: 19 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 20 April 2022)

Abstrak

Pusat belanja seperti mall yang memiliki banyak tenant atau toko membuat banyak orang kesulitan dalam pencarian toko yang dituju dan sebaran pengunjung yang tidak merata, adanya sarana peta atau petunjuk memberikan kemudahan dalam mengetahui toko yang dituju, Bay walk mall yang memiliki jumlah toko ± 100 dengan bangunan yang cukup luas, hal tersebut harus diperhatikan bagaimana penyebaran dan navigasi pencarian toko lebih mudah. Penelitian ini menggunakan algoritma A-Star untuk mencari rute terpendek, berdasarkan toko yang dituju. Pengujian aplikasi navigasi dilakukan pada pengunjung Baywalk Mall dengan persentase keberhasilan sebesar 86,6%.

Kata kunci: A*Star, Aplikasi Navigasi, rute terpendek

The A-Star Algorithm for the Strategy of Disseminating Visitors to Shopping Centers

Abstract

Shopping centers such as malls that have many tenants or shops make it difficult for many people to find the intended store and the distribution of visitors is uneven, the existence of maps or instructions makes it easy to find the target shop, Bay walk mall which has ± 100 shops with buildings which is quite broad, it should be noted how the deployment and navigation of store search is easier. This study uses the A-Star algorithm to find the shortest route, based on the destination store. Navigation application testing was conducted on Baywalk Mall visitors with a success percentage of 86.6%.

*Keyword: A*Star, Navigation Application, shortest route*

1. PENDAHULUAN

Pusat perbelanjaan merupakan sekelompok penjual eceran dan usahawan komersial lainnya yang merencanakan, mengembangkan, mendirikan, memiliki dan mengelola sebuah properti tunggal. Biasanya pusat perbelanjaan yang sering dikunjungi sebagai tempat berbelanja suatu produk dan berekreasi dengan keluarga, teman, dan sebagainya adalah mall, banyaknya toko di mall yang memiliki beragam konsep untuk menarik masyarakat, seperti: *restaurant, cafe, salon, bread shops, clothes shop*, dan lainnya[6]. Namun lokasi toko yang tersebar terkadang membingungkan pengunjung. Aplikasi navigasi yang akan dikembangkan, akan berguna bagi pengunjung sebagai petunjuk rute tercepat untuk mencapai tenant atau toko yang diinginkan, menggunakan algoritma A-Star. Algoritma A-Star seringkali digunakan untuk mencari rute terpendek[4] dari lokasi pengunjung ke tenant yang diinginkan. Akan tetapi jika mencari rute terpendek, sistem navigasi ini hanya memberikan keuntungan dan kenyamanan berdasarkan pihak pengunjung

sedangkan berdasarkan analisis bisnis sistem navigasi seperti ini akan memberikan dampak negatif, bagi penyewa tenant mall. Maka dari itu, penulis merancang sistem navigasi yang dapat melakukan penyebaran pengunjung.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi Navigasi Pusat Perbelanjaan dapat menentukan rute toko yang dipilih, dengan algoritma A-Star yang dipadukan untuk strategi penyebaran pengunjung. Aplikasi yang dibuat dapat mengoptimalkan track traffic pada setiap lantai mall agar tidak adanya kesenjangan antara toko satu dengan toko yang lainnya. Selain itu, dapat meningkatkan sebaran pengunjung ke secara merata pada setiap toko, serta membuat pengunjung lebih mudah mendapatkan rute terbaik dalam pencarian toko.

Oleh karena itu perlu diketahui bagaimana hasil dari penerapan algoritma A-Star pada aplikasi Navigasi Pusat Perbelanjaan yang berbasis Indoor Positioning System dan bagaimana aplikasi navigasi pusat perbelanjaan ini dapat menentukan rute

berdasarkan pemilihan toko yang diinginkan oleh pengunjung kemudian dipadukan dengan strategi sebaran pengunjung mall.

Agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan terarah maka diberikan beberapa batasan yaitu Aplikasi hanya dapat mencari rute di GF dan Lantai 1. Aplikasi hanya dapat menentukan lokasi pengunjung ketika pengunjung menekan menu show my location, dan ketika pengunjung sampai di lokasi tujuan. Aplikasi tidak bisa selalu menunjukkan lokasi ter-update user ketika user sedang berjalan. Ketika pengunjung sudah sampai ke lokasi yang diinginkan maka aplikasi hanya mengeluarkan output text bahwa user sudah sampai ke lokasi A.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) adalah sistem yang digunakan untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan (synchronization) sinyal satelit. GPS akan ditentukan berdasarkan titik-titik koordinat derajat lintang dan bujur[17].

Sinyal yang digunakan oleh GPS akan dikirimkan secara terus-menerus kepada perangkat penerima untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu. Semakin lama waktu yang digunakan untuk menyampaikan sinyal, berarti semakin jauh posisi sebuah satelit dari perangkat penerima[16]

2.2 Java

Java merupakan pengembangan dari bahasa pemrograman c++. Saat ini Java merupakan bahasa pemrograman yang paling populer digunakan dan secara luas dimanfaatkan dalam pengembangan berbagai jenis perangkat lunak aplikasi ataupun aplikasi berbasis web [12].

Java memiliki beberapa kelebihan dari bahasa pemrograman yang lain, kelebihan itu antara lain bisa dijalankan di berbagai jenis sistem operasi sehingga java dikenal sebagai bahasa pemrograman multiplatform. Java bersifat pemrograman berorientasi objek (PBO) dan memiliki *library* yang cukup lengkap [12].

2.3 Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses yang membedakan kelas data untuk memprediksi kelas dari objek yang label kelasnya tidak diketahui. Beberapa algoritma klasifikasi yang banyak digunakan, antara lain decision , *Bayesian classifiers* atau Naïve Bayes classifiers, Neural networks, Analisa Statistik, Algoritma Genetika, *Rough sets*, k-nearest neighbor, *Metode Rule Based*, *Memory based Reasoning*, dan *Support Vector Machines* (SVM) [10].

2.4 Route Selection

Route Selection adalah proses untuk memilih rute yang akan ditempuh berdasarkan hasil penghitungan dari sebuah algoritma tertentu. Route Selection akan

dilakukan setelah hasil inputan dari beberapa user sudah berhasil diolah ke dalam algoritma yang digunakan.

2.5 Algoritma A*Star

Algoritma A Star (A*) adalah algoritma pencarian terbaik dalam mencari jalur terpendek dengan perhitungan terkecil pada jalur dengan simpul awal menuju simpul akhir. Algoritma ini pertama kali dideskripsikan pada tahun 1968 oleh Peter Hart, Nils Nilsson, dan Bertram Raphael. Dalam makalah mereka, disebut dengan Algoritma A. Lalu dengan optimasi heuristik, disebut dengan A Star (A *) [4]. Perhitungan pada Algoritma A Star (A*) dapat ditentukan sebagai berikut:

$$f(n) = G(n) + H(n) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

- G(n) adalah nilai pada pergerakan simpul awal menuju simpul berikutnya.
- H(n) adalah perkiraan nilai pergerakan simpul awal menuju tujuan akhir simpul. Fungsi ini seringkali disebut dengan fungsi heuristik, dinamakan heuristik karena perhitungan tersebut berdasarkan perkiraan (*guess*).
- F(n) adalah jumlah nilai dari fungsi G(n) dan H(n). dengan nilai terkecil F(n) adalah jalur terpendek menuju tujuan akhir.

2.6 Flowchart

Flowchart adalah langkah-langkah dan urutan-urutan prosedur dari suatu program yang digambarkan secara grafik. Langkah dan urutan prosedur ini akan sangat membantu dalam memecahkan masalah. Flowchart adalah representasi dalam bentuk grafik dari algoritma atau prosedur untuk menyelesaikan masalah[9].

Flowchart sangat membantu analyst serta programmer dalam menganalisa cara-cara lain dalam pengembangan suatu program [1].

2.7 Use Case

Use case digunakan untuk membantu menggambarkan keperluan dari sistem yang dimana akan memvisualisasikan interaksi aktor dengan sistem. Skenario Use case harus dapat memberikan penjelasan secara deskriptif detail interaksi antar aktor dengan sistem. Maka dari itu baik use case diagram dan use case scenario harus dapat memberikan penjelasan yang lengkap mengenai fungsionalitas dari sistem [20].

3. HASIL DAN PENULISAN

3.1 Tampilan Aplikasi

Pada Gambar 3.1 merupakan tampilan program utama navigasi pencarian tenant pada Baywalk Mall sebagai berikut:



Gambar 1. Tampilan Home Aplikasi Navigasi Baywalk Mall

Dari gambar 1 dapat dilihat ada 2 buah tombol yang dapat digunakan untuk menunjukkan peta yang digunakan serta lokasi yang sudah ditempatkan sebelumnya. Sedangkan tombol yang lainnya akan digunakan untuk memunculkan daftar tenant untuk dipilih.

Gambar 2 tampilan daftar pilihan tenant atau toko yang ada pada mall Baywalk, memberikan kemudahan konsumen untuk menuju lokasi yang diinginkan, untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2 Gambar tampilan List Tenant

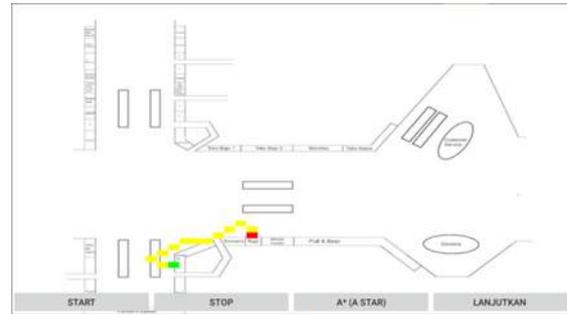
Gambar 2 Menampilkan list tenant yang sudah di data terlebih dahulu, apabila di klik/touch maka akan menentukan titik tujuan.

Gambar 3 tampilan titik lokasi konsumen pada mall baywalk, dengan adanya informasi ini memberikan kemudahan konsumen untuk menelusuri toko yang dituju, dapat dilihat pada gambar berikut:



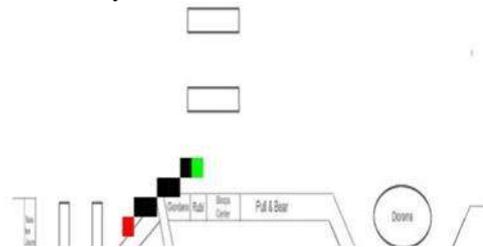
Gambar 3 Gambar tampilan Location and Destination

Gambar 3 menampilkan lokasi awal user, dan tujuan user yang sudah dipilih pada layar daftar tenant/toko.



Gambar 4 Gambar tampilan Route Selection

Pada gambar 4 Aplikasi akan mencari rute dengan algoritma A*Star dan setelah ditemukan, maka user akan mengikuti jalur tersebut. Jika user sudah sampai ke tenant, maka user akan menekan tombol lanjutkan, dan kemudian Rute yang diambil akan di blok sehingga rute tersebut tidak dapat diakses sementara. Dan sistem harus mencarikan jalan lain untuk ke tujuan berikutnya.



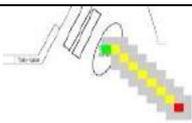
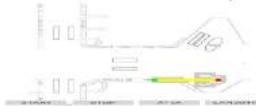
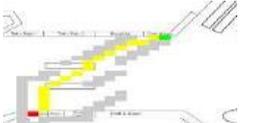
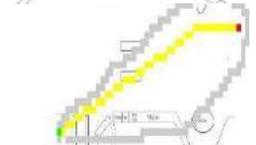
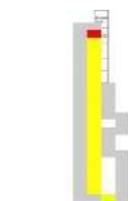
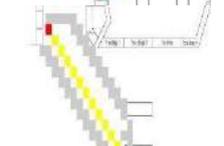
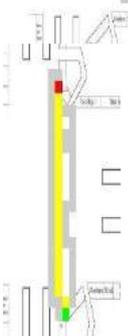
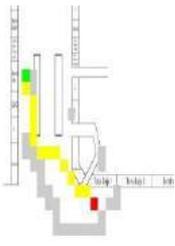
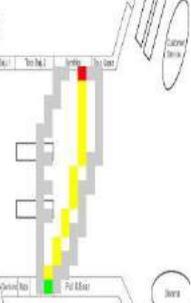
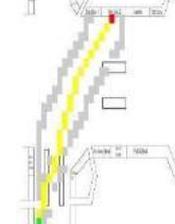
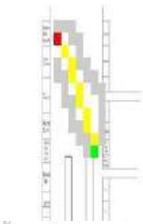
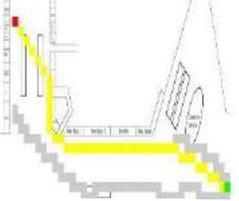
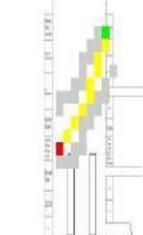
Gambar 5 Gambar Tampilan User Developer

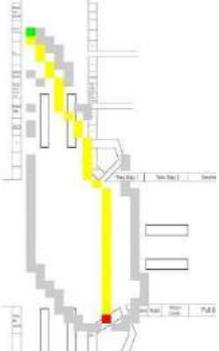
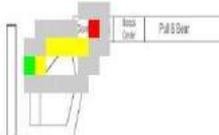
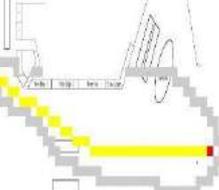
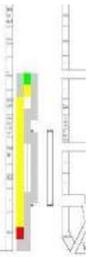
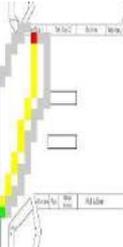
Berdasarkan Gambar 5 dimana *rute* yang sudah dipilih, akan ditandai dengan warna hitam sehingga *block* yang berwarna hitam tidak akan dilewati kembali, akan tetapi demi mengutamakan *estetika* penulis memberi warna *transparan* pada aplikasi sehingga *user* merasa nyaman.

3.2 Implementasi Algoritma A-Star

Pertama-tama akan dilakukan pencarian jarak terdekat yang akan disimpan oleh sistem saat pertama kali menjalankan aplikasi. Kemudian setelah pencarian jarak terdekat dilakukan, maka rute yang telah diambil tersebut akan diberikan syarat bahwa rute yang sudah ditempuh tidak dapat ditempuh dalam beberapa waktu. Rute yang diambil tidak selalu rute terpendek melainkan dipilih secara random berdasarkan waktu pemrosesan tiap-tiap kemungkinan yang membuat rute yang diambil oleh sistem merupakan rute yang acak atau tidak pasti. Tabel 1 merupakan hasil pengujian Algoritma A-Star:

Tabel 1. Hasil Pengujian Algoritma

No	Skenario Test	Hasil Pengujian	Berhasil / Gagal
1	<p><i>Start:</i> Main Lobby</p> <p><i>Finish:</i> Customer Service</p>		Berhasil
2	<p><i>Start:</i> Diorama</p> <p><i>Finish:</i> Customer Service</p>		Berhasil
3	<p><i>Start:</i> Diorama</p> <p><i>Finish:</i> Pull & Bear</p>		Berhasil
4	<p><i>Start:</i> Giordano</p> <p><i>Finish:</i> Toko Kasur</p>		Berhasil
5	<p><i>Start:</i> Main Lobby</p> <p><i>Finish:</i> Tous Les Jours</p>		Berhasil
6	<p><i>Start:</i> JCO</p> <p><i>Finish:</i> Tous Les Jours</p>		Berhasil
7	<p><i>Start:</i> Starbucks</p> <p><i>Finish:</i> Pull & Bear</p>		Berhasil
8	<p><i>Start</i> : Catton On</p> <p><i>Finish</i> : Stardivarius</p>		Berhasil
9	<p><i>Start:</i> Break Talk</p> <p><i>Finish:</i> Toko Baju 1</p>		Berhasil
10	<p><i>Start:</i> Bebek Tepi Sawah</p> <p><i>Finish:</i> Copia</p>		Gagal
11	<p><i>Start:</i> Bershka</p> <p><i>Finish:</i> Sleep Center</p>		Berhasil
12	<p><i>Start:</i> Francisan Bakrey</p> <p><i>Finish:</i> Toko Baju 2</p>		Berhasil
13	<p><i>Start:</i> Bebek Tepi Sawah</p> <p><i>Finish:</i> The Body Shop</p>		Berhasil
14	<p><i>Start:</i> Nama Shusi</p> <p><i>Finish:</i> Main Lobby</p>		Berhasil
15	<p><i>Start:</i> Coffee Beans and Leaf</p> <p><i>Finish:</i> Stacato</p>		Berhasil

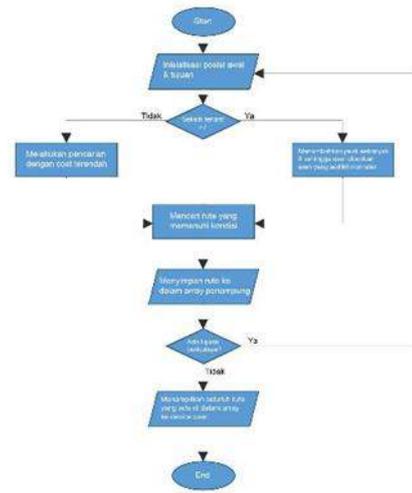
16	<p><i>Start:</i> Catton On</p> <p><i>Finish:</i> Bandar D³Jakarta</p> 	Berhasil
17	<p><i>Start:</i> Giordano</p> <p><i>Finish:</i> Catton On</p> 	Berhasil
18	<p><i>Start:</i> Main Lobby</p> <p><i>Finish:</i> Starbucks</p> 	Berhasil
19	<p><i>Start:</i> Starbucks</p> <p><i>Finish:</i> Pluit Managemen t</p> 	Berhasil
20	<p><i>Start:</i> Toko Baju 1</p> <p><i>Finish:</i> Excalator Go to 1st floor</p> 	Berhasil

Berdasarkan Tabel 3.1, menunjukan bahwa 19 percobaan Algoritma A-Star dinyatakan berhasil dari 20 percobaan yang ada. Sedangkan 1 percobaan gagal.

3.3 Perhitungan Algoritma A*Star

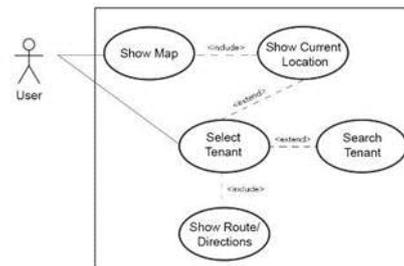
3.3.1 Alur Sistem

Flowchart dan use case yang akan menjelaskan alur dari algoritma, dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 sebagai berikut :



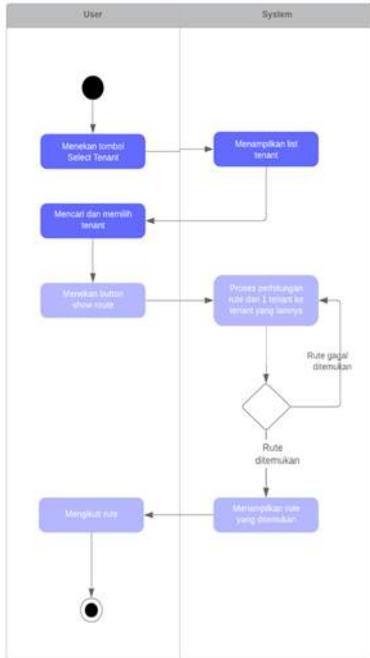
Gambar 6. Flowchart Program

Langkah-langkah dari program ini adalah awal aplikasi dimana user menentukan posisinya dengan memilih titik dimana ia berada, kemudian user akan menentukan tujuannya melalui list tenant yang sudah disediakan, kemudian akan dihitung apakah jarak antar tenant lebih dari tujuh tenant, jika ya, maka jarak akan dilakukan penambahan sebanyak beberapa blok yang ditentukan, pada penelitian kali ini, penulis menggunakan 8 tenant sebagai jaraknya. Jika tidak, maka akan dilakukan pencarian rute terdekat namun tidak sama dengan rute yang sudah diambil sebelumnya. Jika rute sudah ditemukan, maka user akan di perlihatkan rute yang dibuat oleh sistem, jika user sudah sampai di tenant tujuan, maka user akan menekan tombol lanjut untuk menentukan tujuan berikutnya dan memblokir rute sebelumnya dalam beberapa periode tertentu.



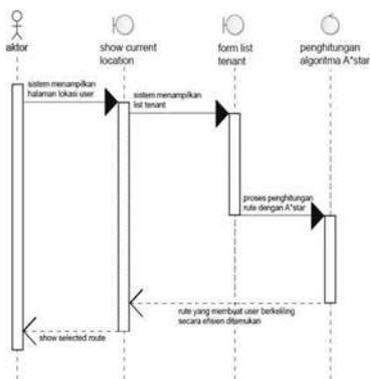
Gambar 7 Use Case Diagram Program navigasi

Gambar 7 menunjukkan use case diagram dari sistem yang dibuat dimana relationship antara user (pengguna) dengan sistem. Dari gambar dapat dilihat bahwa user dapat melihat map atau memilih tenant yang akan dituju dan kemudian setelah tenant tujuan ditentukan, maka sistem akan menunjukan rute kepada user



Gambar 8. Activity Diagram aplikasi navigasi

Gambar adalah activity diagram untuk mencari rute yang akan ditampilkan kepada user, tentunya tetap dengan sudut pandang bisnis marketing. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan adalah, pertama user akan menekan tombol select tenant lalu sistem akan menampilkan list tenant dan user dapat melakukan pencarian berdasarkan nama. Ketika user memilih tenant, maka deskripsi singkat mengenai tenant tersebut akan ditampilkan. Setelah memilih beberapa tenant, maka sistem akan melakukan penghitungan dengan A*Star menggunakan persyaratan minimal cost agar dapat dipraktikkan membantu dari segi bisnis marketing. Setelah rute dipilih, maka rute tersebut akan ditampilkan dan dilihat oleh pengguna.



Gambar 9. Sequence Diagram Program navigasi

Gambar 9 adalah sequence diagram dari pencarian rute dengan menggunakan A*Star pada aplikasi yang sedang dikembangkan. Pengguna akan memilih tenant yang akan dikunjungi, bisa juga melakukan

pencarian. Setelah memilih maka sistem akan melakukan penghitungan rute dengan algoritma A*Star dengan kondisi yang diberikan. Kemudian setelah rute ditemukan, rute akan ditampilkan kepada user.

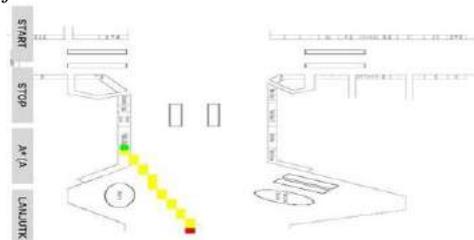
3.4 Hasil

Penelitian ini melakukan uji data sebanyak 30 kali pada tiap satu datanya dengan hasil 86,6% keberhasilan user mencapai jalur dengan jalur penyebaran yang bersifat random. Pengujian dilakukan dengan beberapa orang yang mengunjungi Baywalk Mall. Dimana yang diuji apakah user tersebar saat mengelilingi Baywalk Mall. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2 Hasil Uji

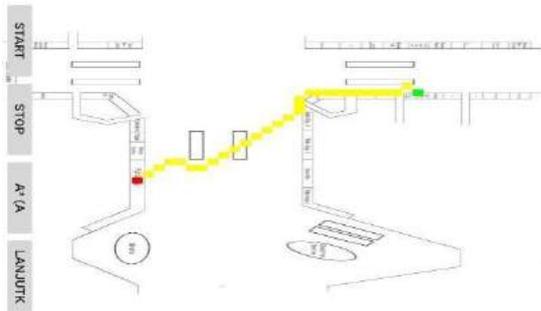
Subjek	Sampai	Tanggapan
1	Ya	Arah berputar
2	Ya	Sudah Baik
3	Ya	Arah berputar
4	Ya	Sudah Baik
5	Ya	Sudah Baik
6	Tidak	Kurang pointer
7	Tidak	Kurang pointer
8	Ya	Sudah Baik
9	Ya	Sudah Baik
10	Ya	Arah berputar
11	Ya	Arah berputar
12	Ya	Sudah Baik
13	Ya	Kurang jelas ketika perpindahan lantai
14	Ya	Tidak ada pilihan ke pintu keluar
15	Ya	Kurang jelas ketika perpindahan lantai
16	Ya	Sudah Baik
17	Ya	Kurang jelas ketika perpindahan lantai
18	Ya	Tidak ada pilihan ke pintu keluar
19	Ya	Kurang Pointer
20	Ya	Sudah Baik
21	Ya	Sudah Baik
22	Tidak	Sudah Baik
23	Ya	Sudah Baik
24	Ya	Sudah Baik
25	Ya	Kurang pointer
26	Ya	Tidak ada pilihan ke pintu keluar
27	Ya	Kurang pointer
28	Tidak	Kurang pointer
29	Ya	Sudah Baik
30	Ya	Sudah Baik

Subject 1:



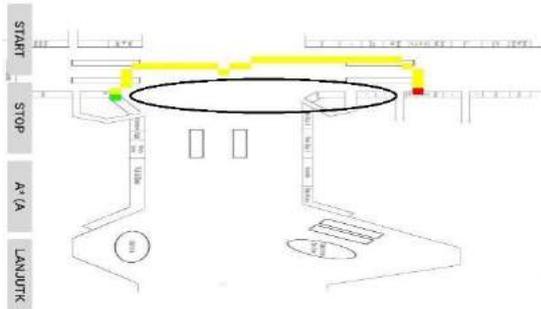
Gambar 10 Uji Coba user 1, lokasi 1

Gambar 10 menunjukkan ketika *user* 1 dari lokasi A ke lokasi B, yaitu: *Main Lobby* ke *Pull & Bear*. Sehingga algoritma *A-Star* akan mencari rute terdekat.



Gambar 11 Uji Coba user 1, lokasi 2

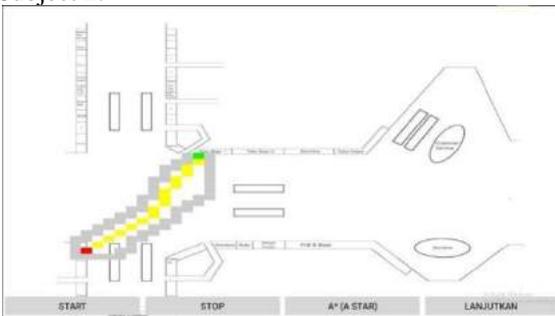
Berikut pada gambar 11 rute yang ditampilkan untuk user dari *Pull & Bear* ke lokasi selanjutnya yaitu *The Body Shop*. Maka user akan ditampilkan rute terdekat.



Gambar 12 Uji Coba user 1, lokasi 3

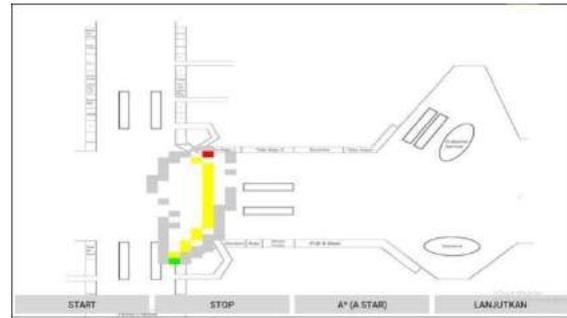
Pada gambar 12 menunjukkan ketika user dari lokasi: *The Body Shop* ke *Cotton On*. Dikarenakan user sudah melewati rute yang hampir sama dengan sebelumnya dan rute sebelumnya sudah diblock, maka algoritma *A-Star* akan mencari rute lain guna pengunjung dapat tersebar.

Subject 2:



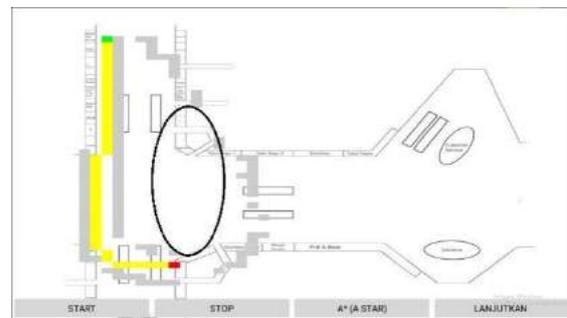
Gambar 13 Uji Coba user 2, lokasi 1

Gambar 13 menunjukkan ketika *user* 2 dari *L'Occitane* menuju *Stradivarius*. Maka algoritma *A-Star* akan mencari rute terdekat, sehingga akan ditampilkan seperti gambar 13.



Gambar 14 Uji Coba user 2, lokasi 2

Kemudian pada gambar 14 menjelaskan ketika user ingin menuju lokasi selanjutnya yaitu *Cotton On* dari *Stradivarius* maka algoritma *A-Star* akan tetap mencari rute terdekat akan tetapi sedikit menyering dikarenakan rute sebelumnya sudah ditutup.



Gambar 15 Uji Coba user 2, lokasi 3

Pada gambar 15 menunjukkan ketika *user* dari lokasi: *Cotton On* ingin menuju lokasi *Bebek Tepi Sawah*. Maka *rute* yang diambil akan sedikit memutar, dikarenakan *rute* yang dilingkari penulis sudah digunakan sehingga algoritma *A-Star* akan mencari rute lain, sehingga pengunjung dapat tersebar dengan baik yang dimana sesuai dengan konsep strategi penyebaran pengunjung yang diteliti oleh penulis

4. KESIMPULAN

Pencarian jalur terpendek menggunakan *A*Star* dalam sebuah mall dapat dengan mudah membantu user mencapai tenant yang dituju sebesar 86,6% dari 30 kali percobaan dengan subjek yang berbeda. Sistem rute yang sama tidak dapat ditempuh sebanyak 2 kali juga sangat membantu dari segi strategi pemasaran dan dapat membuat user berjalan melihat-lihat tenant yang seharusnya tidak ia lewati. Rute yang ditempuh tidak selalu rute yang terdekat dikarenakan adanya *A*Star* bersyarat. Dalam proses penelusuran, Algoritma *A*Star* tidak mengunjungi semua jalur jika titik sudah ditemukan.

Pihak Baywalk Mall menyediakan pendanaan untuk pemanfaatan navigasi dalam mall baik dalam bentuk web maupun aplikasi dikarenakan pemetaan mall dan penempatan eskalator tidak seperti mall pada umumnya dan dapat membuat masyarakat umum bingung. Pihak Baywalk Mall menata kembali peletakkan masing masing tenant untuk mengoptimasi pengalaman berbelanja dan berjalan-

jalan para pengunjungnya dan juga menambah keuntungan bagi para tenant.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adelia, Jimmy Setiawan. 2011. Implementasi Customer Relationship Management (CRM) pada Sistem Reservasi Hotel berbasis Website dan Desktop. *Jurnal Sistem Informasi*. Vol. 6, No. 2.
- [2] Ahmad, ImamdanWahyu Widodo. 2018.Penerapan Algoritma A-Star (A*) pada Game Petualangan Labirin Berbasis Android. *Jurnal Khazanah Informatika*, Vol.3, No.2, Online ISSN: 2477-698X.
- [3] Asade, Andre.2011. Sistem Pencarian Rute Terpendek A* pada Jalan Protokol di Kota Medan Berbasis WeGIS.<http://digilib.its.ac.id/repository/undergraduate>
- [4] Budiman, Vicky., dkk. (2018).Aplikasi Berbasis Android Untuk Mencari Lokasi Puskesmas Terdekat Dengan Algoritma A-Star Di Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal JUST IT*, Vol. 9, No.1, p-ISSN: 2089 – 0265, e-ISSN: 2598-3016.
- [5] Fariani, Rida Indah., dkk. 2015. Pengembangan Aplikasi Mobile Untuk Navigasi di Pusat Perbelanjaan. *Jurnal Unwahas*, Vol. 1, No. 1.
- [6] Harianto, Lany. 2019. “Aplikasi Indoor Positioning System Pada Mall Artha Gading -Menggunakan Algoritma K-Nearest dan Algoritma Flord Warshall Berbasis Android”. Fakultas Teknik Desain, Universitas Bunda Mulia, Jakarta.
- [7] Irsyad, Muhammad. 2015. Aplikasi Pencarian Gedung dan Ruangan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau pada Platform Android menggunakan Algoritma A-Star (A*). *Jurnal CoreIT*, Vol.1, No.2 ISSN: 2460-738X.
- [8] Jonson, Jennifer., dkk. 2017.Aplikasi Sirkulasi Kualitatif pada Interior Pasar Atom Mall di Surabaya. *Jurnal Intra*, Vol. 5, No. 2.
- [9] Lasminiasih, Sandhi P, Ali Akbar, Miftah Andriansyah, Rooswhan B. Utomo. 2016. Perancangan Sistem Informasi Kredit Mikro Mahasiswa Berbasis Web. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*. Vol. 8, No. 1.
- [10] Leidiyana, Henny. 2013. Penerapan algoritma K-Nearest Neighbor untuk Penentuan Resiko Kredit Kepemilikan Kendaraan Bermotor. *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer*, I(1), pp.65-76.
- [11] Mutmainnah,Siti Anwirotul dan Indyah Martiningrum. 2018. Pola Persebaran Pengunjung di Mall Olympic Garden Malang. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, Vol. 6, No.3.
- [12] Nofriadi. 2015. Java Fundamental dengan Netbeans 8.0.2. Yogyakarta: Deepublish.
- [13] Pamungkas, Agung., dkk. 2014. Penerapan Algoritma A* (A Star) Pada Game Edukasi The Maze Island Berbasis Android. *Jurnal IJCCS*. <http://eprints.mdp.ac.id/id/eprint/1191>
- [14] Pugas, Diana Okta., dkk. (2009).Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Dijkstra dan A Star (A*) Pada SIG Berbasis Web Untuk Pemetaan Kota Sawahlunto. *Jurnal Informatika*, 1-2.
- [15] Puspika, Blasius Neri, Antonius Rachmat C., dan Erick Kurniawan. 2012. Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Penentuan Jalur Terpendek di 93 Yogyakarta Menggunakan GPS dan Qt Geolocation. *Jurnal Informatika*, VIII(2), pp.141-149.
- [16] Rifai, Ahmad. 2013. Sistem Informasi Pemantauan Posisi Kendaraan Dinas Unsri Menggunakan Teknologi GPS. *Jurnal Sistem Informasi*, V(2), pp.603-610.
- [17] Santoso, Kartika Imam dan Muhamad Nur Rais. 2015. Implementasi Sistem Informasi Geografis Daerah Pariwisata Kabupaten Temanggung Berbasis Android dengan Global Positioning System (GPS). *Scientific Journal of Informatics*, II(1), pp.29-40.
- [18] Suryanto, Hizkia Juan, Antonius Rachmat C., dan Yuan Lukito. 2016. Indoor Positioning System dengan Algoritma K-Means dan KNN. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, II(3), pp.370-381.
- [19] Syoufa, Ade dan Helen Hapsari. 2014.Pengaruh Pola Sirkulasi Pusat Perbelanjaan Mal Terhadap Pola Penyebaran Pengunjung.*Jurnal Desain Konstruksi*, Vol. 13, No. 2.
- [20] Tri A. Kurniawan. 2018. Pemodelan Use Case (UML): Evaluasi Terhadap Beberapa Kesalahan dalam Praktik. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*. Vol. 5, No. 1.

PENGEMBANGAN KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM UNTUK MENGELOLA PENGETAHUAN PERSONEL PADA LABORATORIUM PENGUJIAN SLID SEAMEO BIOTROP

Zulkarnaen Noor Syarif¹, Mohammad Syafrullah², Devit Setiono^{3*}, Irawan⁴, Hendri Irawan⁵

¹SEAMEO BIOTROP

^{2,3,4,5}Program studi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur

E-mail : ¹zulkarnaen.ns@biotrop.org, ²mohammad.syafrullah@budiluhur.ac.id, ^{3*}devit.setiono@budiluhur.ac.id,
⁴irawan@budiluhur.ac.id, ⁵hendri.irawan@budiluhur.ac.id

(Naskah masuk: 31 Maret 2022, diterima untuk diterbitkan: 18 April 2022)

Abstrak

Pengetahuan tentang SOP, dokumen, regulasi, dan pengalaman tidak terdokumentasi dengan baik di lingkungan SLID SEAMEO BIOTROP untuk mendukung proses penyebaran pengetahuan (*knowledge*) antar karyawan di lingkungan SLID SEAMEO BIOTROP. Pengalaman dan pengetahuan personel hilang ketika personel diganti, dipindahkan, pensiun, atau habisnya masa jabatan personel. Saat ini, pengetahuan dan pengalaman dalam pekerjaan sehari-hari terakumulasi di setiap personel dan tidak didokumentasikan ke dalam dokumen dan sistem, sehingga tergantung pada masing-masing personel. Penelitian ini menggunakan metodologi yang dikembangkan oleh Fernandez dan Sabherwal. Hasil penelitian ini berada di garis depan pengembangan proses manajemen pengetahuan. Proses *knowledge management* yang dikembangkan di SLID SEAMEO BIOTROP adalah eksternalisasi, internalisasi, sosialisasi untuk berbagi pengetahuan, arahan, rutinitas, kombinasi, sosialisasi untuk penemuan dan berbagi pengetahuan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan model dan prototipe *knowledge management system*, yang dapat mendokumentasikan, mendiskusikan dan berbagi pengetahuan di SLID SEAMEO BIOTROP. Fitur-fitur yang dibuat oleh sistem manajemen pengetahuan untuk mendukung proses manajemen pengetahuan terdiri dari manajemen dokumen, manajemen pengetahuan, forum diskusi, dan kemampuan pencarian. Prototipe sistem manajemen pengetahuan telah diuji oleh personel SLID SEAMEO BIOTROP menggunakan *user acceptance testing* dan hasil keseluruhan termasuk dalam kriteria evaluasi sangat baik pada tingkat 84,51%.

Kata kunci: *knowledge, knowledge management, knowledge management system, prototipe, user acceptance testing*

KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM DEVELOPMENT TO MANAGE PERSONNEL KNOWLEDGE IN THE TESTING LABORATORY SLID SEAMEO BIOTROP

Abstract

Knowledge of SOP, documents, rules and experience are not well documented in the slid SEAMEO BIOTROP environment to support the process of knowledge dissemination between employees in the slid SEAMEO BIOTROP environment. The experience and knowledge of the staff is lost during the replacement, removal, dismissal of the staff or the expiration of the term of service of the staff. Today, knowledge and experience of daily work accumulate in each staff and are not documented in documents and systems, so it depends on each employee. The study used a methodology developed by Fernandez and Sabherwal. The results of this study are at the forefront in developing knowledge management processes. The knowledge management processes developed in SLIDEMEO BIOTROP are externalization, internalization, socialization for knowledge sharing, direction, routines, combinations, socialization for knowledge discovery and sharing. The purpose of this study is to create project models and prototypes of knowledge management systems that can document, discuss and share knowledge in SLIDEMEO BIOTROP. Features created by the knowledge management system to support the knowledge management process include Document Management, Knowledge Management, Discussion forums, and search capabilities. The prototype of the knowledge management system was tested by SLIDEMEO BIOTROP staff using User Acceptance Testing, and the overall result was very well included in the evaluation criteria at the level of 84.51%.

Keywords: knowledge, knowledge management, knowledge management system, prototype, user acceptance testing

1. PENDAHULUAN

Pengetahuan merupakan hal yang paling penting untuk organisasi. Semakin banyak nya pengetahuan yang dimiliki oleh setiap personel, maka akan memberikan dampak yang baik bagi perusahaan. Manajemen pengetahuan dapat membantu perusahaan untuk berbagi pengetahuan terkait proses bisnis, permasalahan yang sering terjadi pada setiap unit kerja, sampai dengan berbagi pengalaman terkait pengetahuan di luar pekerjaan yang bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan setiap personel. Keberhasilan suatu organisasi semakin bergantung pada kemampuannya dalam menciptakan lingkungan yang efektif untuk penciptaan dan penerapan pengetahuan serta pada pengetahuan dan bakat yang dapat direkrut, dikembangkan, dan dipertahankan untuk memberikan nilai inovasi daripada faktor produksi yang bersifat konvensional[1].

Pada saat ini telah banyak organisasi mulai mengelola pengetahuan karena dianggap sebagai kekuatan yang sangat penting untuk mencapai keunggulan kompetitif organisasi yang berkelanjutan[2]. Adopsi manajemen pengetahuan penting dalam untuk mengembangkan kapabilitas organisasi agar dapat bersaing dengan sukses dalam bisnis yang ada. Untuk dapat meraih keuntungan maksimal dari pengetahuan sebagai sumber keunggulan kompetitif, pengetahuan harus dikelola melalui manajemen pengetahuan yang memfokuskan pada akuisisi dan komunikasi terkait pengetahuan serta menjadi pondasi bagi organisasi.

Di era pengetahuan, organisasi perlu mengubah perspektif mereka dari ekonomi ke "mengalir." [3] Organisasi yang berwawasan ekonomi memiliki misi untuk mencapai keuntungan maksimal dengan menghasilkan keuntungan maksimal dengan penggunaan sumber daya yang minimal. Pekerja dianggap sebagai alat produksi, sehingga biaya investasi untuk pelatihan personel dan pendidikan lanjutan tetap rendah. Di sisi lain, organisasi yang memiliki gagasan "sungai" memiliki prinsip yang mirip dengan filosofi sungai yang mengalir sesuai dengan suplai sungai dan dapat bertahan lama dengan terus menerus menuangkan air ke muara. ... Menjadi organisasi dengan paradigma flow, belajar, beradaptasi, memiliki kekuatan diri, toleran membangun hubungan konstruktif dengan entitas yang berbeda, dan mengambil tindakan rasional. Karena itu perlu memperhatikan kepekaan terhadap perubahan lingkungan dalam pengelolaan aset. Hambatan umum adalah kenyataan bahwa pengetahuan dan pengalaman dalam suatu organisasi tersebar, tidak terdokumentasi, dan masih ada di benak setiap orang dalam suatu organisasi [4] [5].

Knowledge management dipandang penting, karena implementasinya memberikan manfaat terhadap kinerja dan pelayanan perusahaan serta bertambahnya kompetensi setiap individu, serta pengembangan produk[6]. Pentingnya peran *knowledge management* bagi organisasi apabila menghadapi kasus pengunduran diri dari personel yang memiliki pengetahuan lebih banyak, sementara pada saat itu belum ada transfer pengetahuan bagi penggantinya. *Knowledge management* telah memberikan dampak nilai yang positif dan signifikan terhadap kinerja personel dalam organisasi[7][8]. Diharapkan dengan adanya *knowledge management* memiliki pengaruh yang sangat berarti terhadap kinerja personel dalam organisasi, dan semakin baik *knowledge management* semakin tinggi pula kinerja personennel.

Service Lab Innovation Division (SLID) merupakan salah satu lab uji yang berada di bawah naungan Southeast Asian Tropical Biology Regional Center (SEAMEO BIOTROP). SLID SEAMEO BIOTROP memiliki tiga laboratorium: laboratorium tanah dan tanaman, air dan udara, pakan dan makanan. Sebagai lab uji SLID SEAMEO BIOTROP adalah tempat kegiatan penilaian kesesuaian, termasuk pengujian, inspeksi, dan sertifikasi, dilakukan untuk memberikan data analitis tentang kualitas suatu produk atau layanan. Hasil pengujian yang dilakukan harus objektif dan pengukuran yang dilakukan harus dapat dilacak ke referensi yang disepakati secara internasional, baik pada perangkat maupun metode. Setiap organisasi di Indonesia yang memiliki laboratorium dan laboratorium kalibrasi wajib membuat laporan hasil pengujian dan kalibrasi laboratorium dalam rangka penerapan persyaratan umum mengenai kapasitas laboratorium dan laboratorium kalibrasi (SNI ISO/IEC 17025:2017). Akreditasi dilakukan oleh Badan Akreditasi Nasional.

Kegiatan rutin SLID SEAMEO BIOTROP sebagai lab uji adalah menguji sampel air, udara, tanah dan makanan berdasarkan pesanan pelanggan. Setiap pesanan berisi parameter pengujian dan spesifikasi metode pengujian. Hasil uji sampel dilaporkan dalam laporan yang disebut Laporan Hasil Uji. Setiap anggota personel harus memiliki pengetahuan yang cukup untuk melaksanakan pekerjaan sehari-hari mereka. Tentu saja, personel yang telah menjalankan tugas dan tugasnya selama bertahun-tahun memiliki pengetahuan yang cukup. Kendala yang umum adalah kenyataan bahwa pengetahuan dan pengalaman organisasi sering tersebar dan tidak terdokumentasi dan mungkin masih ada di benak semua personil SEAMEOBIOTROPSLID yang belum dituangkan ke

dalam dokumen atau sistem. Proses pembelajaran bagi karyawan baru sebagian besar bersifat verbal dan melalui praktik langsung yang dipimpin oleh manajer yang berpengalaman. Karyawan yang diberhentikan di SLID SEAMEO BIOTROP menerapkan lebih banyak proses transfer pengetahuan dengan cara yang sama. Jarang dilakukan untuk mendokumentasikan pengetahuan yang baru diperoleh.

SLID SEAMEO BIOTROP sangat menyadari akan pentingnya sebuah pendokumentasian data dan informasi bagi keberlangsungan rutinitasnya dalam melakukan kegiatan pelayanan pengujian sample tanah, air, udara dan pangan. Hal ini disebabkan karena banyak pengetahuan yang dimiliki personel hilang begitu saja pada saat tidak bekerja lagi di SLID SEAMEO BIOTROP, sehingga masih terjadinya kesalahan-kesalahan yang berulang. *Knowledge management* terasa sangat dibutuhkan untuk memfasilitasi masalah pendokumentasian serta meningkatkan kualitas kerja personel. Upaya ini dilakukan untuk keberlangsungan organisasi SLID SEAMEO BIOTROP dan meningkatkan kepercayaan pelanggan kepada SLID SEAMEO BIOTROP sebagai laboratorium pengujian yang kompeten. Untuk mengoptimalkan pengetahuan yang berada pada SLID SEAMEO BIOTROP maka dipandang perlu adanya suatu *knowledge management system*. Melalui *knowledge management system*, personel SLID SEAMEO BIOTROP akan belajar dan saling bertukar pengetahuan sehingga hal ini akan membantu pegawai dalam memperoleh pengetahuan baru sehingga bisa menghasilkan inovasi untuk meningkatkan kinerja organisasi.

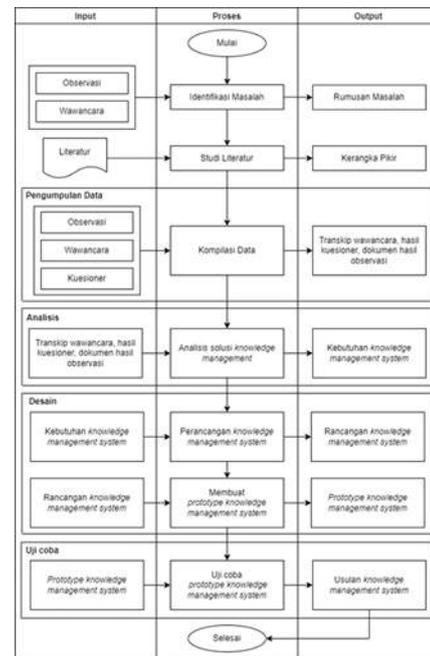
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini memakai metode kualitatif menggunakan pendekatan studi masalah. Metode kualitatif memfokuskan pada makna, penalaran, definisi atas suatu situasi tertentu, lebih meneliti hal-hal yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Sedangkan pendekatan menggunakan studi masalah adalah eksplorasi mendalam terhadap program, kejadian, proses, aktifitas, terhadap satu atau lebih. Dengan metode kualitatif akan digambarkan syarat *knowledge management* dalam SLID SEAMEO BIOTROP waktu ini & dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yg mensugesti terbentuknya manajemen pengetahuan.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan yaitu wawancara terhadap narasumber dan membuat survei berupa kuesioner yang akan dibagikan kepada responden secara daring, setelah itu akan dipetakan dengan solusi *knowledge management* untuk membuat *knowledge management system* yang sesuai dengan kebutuhan SLID SEAMEO BIOTROP.

Dalam penelitian ini akan dijelaskan detail langkah-langkah yang dilakukan peneliti dalam menentukan model solusi *knowledge management* dan prototipe *knowledge management system* yang sesuai untuk menunjang proses pengelolaan

pengetahuan di lingkungan SLID SEAMEO BIOTROP. Tahapan penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pada tahap ini berisi tahapan-tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam melakukan analisis kebutuhan, mulai dari metode analisis data, analisis proses-proses *knowledge management* (KM) berdasarkan metode Fernandez dan Sabherwal (2015), model KMS analisis kebutuhan sistem.

Data hasil kuesioner dianalisis menggunakan metode pendekatan kuantitatif dan deskripsi kualitatif. Pertanyaan kuesioner dibagi dalam enam bagian yaitu bagian I mengenai infrastruktur KM, bagian II mengenai faktor kontingensi, bagian III tentang teknologi KM, bagian IV mengenai proses KM, bagian V mengenai fasilitas KM dan bagian VI mengenai peran serta dalam forum komunikasi. Kuesioner diawali dengan pertanyaan tentang identitas responden untuk mendapatkan profil responden.

Pada bagian I (infrastruktur KM) dan bagian II (faktor kontingensi) responden memilih salah satu dari dua jawaban, kemudian dihitung jumlahnya dan dilakukan persentase untuk masing-masing jawaban. Bagian III (teknologi KM) responden diperkenankan untuk memilih lebih dari satu jawaban, dan hasil setiap jawaban dihitung jumlahnya dan dilakukan persentase untuk masing-masing jawaban. Bagian IV (proses KM) menggunakan skala likert, dimana nilai untuk masing-masing jawaban dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pembobotan Nilai Skala Likert

Skala Linkert	Bobot Nilai
Sangat Setuju	5
Setuju	4
Ragu-ragu	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

3. HASIL DAN PENULISAN

3.1 Analisis Kebutuhan

Pemetaan teknologi *knowledge management system* untuk SLID SEAMEO BIOTROP diperoleh dari pengamatan yang telah dilakukan di SLID dan studi literatur, kemudian disesuaikan dengan prioritas proses pengembangan *knowledge management*. Kebutuhan fungsional dari KMS SLID SEAMEO BIOTROP adalah:

3.1.1 Manajemen Dokumen

Manajemen dokumen berfungsi untuk menyimpan dokumen yang berkaitan dengan pekerjaan, peraturan, pedoman mutu, prosedur kerja, instruksi kerja dan formulir. Dokumen-dokumen tersebut akan tersimpan di dalam repositori. Personel dapat mencari semua koleksi dokumen yang telah tersimpan di dalam basis data atau database. Sistem KM menyediakan tampilan *interface* yang tepat untuk personel yang dapat dibaca secara online. Selain itu personel dapat mengunggah, mendownload, menghapus dan mengubah dokumen yang telah di dokumentasi pada *repository*.

3.1.2 Dokumentasi Pengetahuan

Aktivitas merekam dan mendokumentasikan pengetahuan yang dimiliki, personel SLID dapat menambahkan artikel, pengalaman, dalam menyelesaikan kasus permasalahan terkait dengan pekerjaan. Personel dapat mencari semua kompilasi pengetahuan yang telah tersimpan di dalam basis data atau database. Sistem KM menyediakan tampilan *interface* yang tepat untuk personel yang dapat dibaca secara online. Selain dapat mendokumentasikan pengetahuan, personel dapat mengedit dan menghapus pengetahuan yang telah didokumentasikan.

3.1.3 Mengikuti Forum Diskusi

Forum diskusi digunakan untuk berbagi pengetahuan diantara personel SLID, pengetahuan yang dimiliki oleh personel dituangkan di ruang diskusi ini. Setiap personel dapat menambahkan atau membuat topik diskusi dan memberikan komentar. Semua personel SLID dapat berpartisipasi mengikuti forum diskusi dimana topik yang didiskusikan bersifat umum dan bersifat khusus. Sistem KM menampilkan topik-topik diskusi dan komentar yang tersimpan sesuai dengan inputan dari personel.

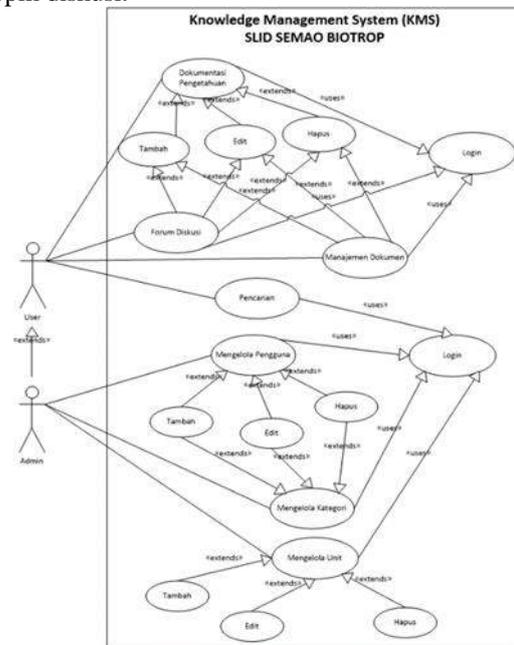
3.1.4 Melakukan Pencarian

Pencarian informasi berupa dokumen, pengetahuan maupun topik dalam ruang forum

diskusi, personel SLID dapat melakukan pencarian pada kotak pencarian berdasarkan kata kunci yang dimasukkan oleh personel, sehingga personel dapat membaca dan menemukan kembali informasi, dokumen, pengetahuan dan topik diskusi yang telah terdokumentasi pada database.

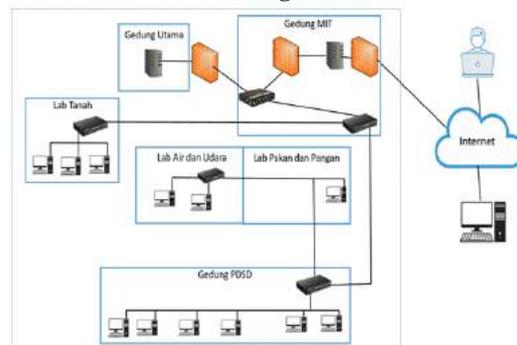
3.2 Use Case Diagram

Hasil dari identifikasi kebutuhan fungsional yang telah dibahas sebelumnya tentang kebutuhan sistem KMS SLID SEAMEO BIOTROP, selanjutnya dimodelkan dengan menggunakan *use case* diagram kebutuhan-kebutuhan tersebut seperti terlihat pada gambar 2. Pada *use case* gambar 2 terlihat terdapat 2 pengguna dalam sistem, yaitu *User* atau pengguna KMS dan *Admin KMS*. Hak akses sebagai *Admin KMS* melakukan pengelolaan terhadap sistem yaitu pengelolaan *User*, pengelolaan *Kategori*, dan pengelolaan *Unit*. Sedangkan untuk hak akses *user* atau pengguna KMS dapat melakukan manajemen dokumen, mengikuti forum diskusi, dan melakukan pencarian atau searching dokumen, pengetahuan dan topik diskusi.



Gambar 2. Use Case Diagram

3.3 Infrastruktur Teknologi Informasi

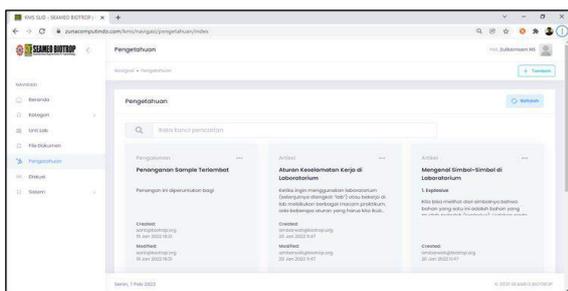


Gambar 3 : Infrastruktur Teknologi Informasi

Pada langkah ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai atribut-atribut infrastruktur teknologi informasi yang memiliki keterkaitan dengan sistem informasi pengetahuan. Informasi mengenai infrastruktur teknologi informasi didapatkan dengan observasi dan wawancara untuk atribut yang dianalisa adalah *reach*, *depth*, *richness*, dan *aggregation*.

3.3 Rancangan Layar

Pada halaman manajemen pengetahuan, pengguna dapat mendokumentasikan pengetahuan berupa pengalaman mengenai kasus-kasus terkait pekerjaan dan artikel. Untuk memudahkan pengelolaan pengetahuan terlebih dahulu membuat kategori pengetahuan. Pengguna dapat membuat kategori pengetahuan sesuai dengan yang diinginkan. Selain itu di dalam manajemen pengetahuan pengguna dapat melakukan pencarian, menambahkan pengetahuan, dan juga bisa menghapus ataupun mengubah pengetahuan yang telah direkam atau didokumentasikan pada KMS. Prototipe halaman manajemen pengetahuan dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Rancangan Layar

3.4 Hasil Pengujian

Pada tahapan pengujian sistem ini dilakukan untuk memastikan prototipe KMS yang telah dibuat sesuai dengan kebutuhan organisasi SLID SEAMEO BIOTROP. Selain itu juga untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini. Pengujian sistem dilakukan dengan menguji prototipe KMS dengan pendekatan *User Acceptance Test* (UAT). Hasil dari pengujian dari responden diberikan bobot dan dihitung sesuai dengan ketentuan pada table 2.

Tabel 2. Pilihan Jawaban

Jawaban	Bobot
Sangat Tidak Setuju (STS)	1
Tidak Setuju (TS)	2
Ragu-Ragu (RR)	3
Setuju (S)	4
Sangat Setuju (SS)	5

Kemudian dari hasil tersebut diolah dengan kriteria yang telah ditetapkan pada tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Persentase Tanggapan Responden Terhadap Skor Ideal

Jumlah Skor (%)	Kriteria
20,00 – 36,00	Tidak Baik
36,01 – 52,00	Kurang Baik
52,01 – 68,00	Cukup
68,01 – 84,00	Baik
84,01 – 100	Sangat Baik

Berdasarkan rekapan hasil pengujian UAT pada tabel 4.37 tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan masuk dalam kriteria nilai **Sangat Baik dengan persentase 84,51%**.

4. KESIMPULAN

Knowledge management system yang sesuai untuk SLID SEAMEO BIOTROP adalah sebuah sistem yang saling terintegrasi secara menyeluruh yang dapat memenuhi kebutuhan proses *knowledge management*. Proses *knowledge management* yang perlu dikembangkan di SLID SEAMEO BIOTROP adalah *socialization for knowledge sharing, externalization, internalization, direction, routines, combination, socialization for knowledge discovery, dan exchange*. Fitur-fitur pada sistem yang dihasilkan untuk mendukung proses *knowledge management* tersebut terdiri dari fitur manajemen dokumen, manajemen pengetahuan, forum diskusi, dan pencarian. Uji coba terhadap fitur-fitur pada *knowledge management system* dengan pendekatan *User Acceptance Test* (UAT) secara keseluruhan mendapatkan persentase 84,51% dengan kriteria nilai sangat baik, sehingga perancangan *knowledge management system* yang dilakukan peneliti dapat diterima oleh pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Thomas and Y. Nataliani, "Analisis dan Penerapan Knowledge Management System (KMS) Berbasis Web (Studi Kasus Proses Bisnis PT. Bintang Selatan Agung)," *J. Inf. Syst. Informatics*, vol. 3, no. 2, pp. 253–267, 2021, doi: 10.33557/journalisi.v3i2.120
- [2] E. N. Hermansyah, D. Manongga, and A. Iriani, "Perancangan Aplikasi Knowledge Management di Instansi Kearsipan Berbasis Model Choo-Sense Making," p. 2451, 2020.
- [3] S. Sedarmayanti, T. Listiani, and M. Mulyaningsih, *Inovasi dan Manajemen Pengetahuan untuk Mewujudkan Sumber Daya Manusia Unggul*, 1st ed. Bandung: Refika, 2020.
- [4] D. Setiono and D. Mahdiana, "Penerapan Model Socialization , Externalization , Combination and Internalization untuk Pengembangan Knowledge Management System," pp. 102–107, 2019.
- [5] A. R. Handoko and D. R. Utari, "Perancangan Knowledge Management System Model Choo Sense Making pada Pusat Teknologi Informasi," *Pros. SISFOTEK*, vol. 3, no. 1, pp. 92–101, 2019.
- [6] N. Probosari and Y. Siswanti, *Manajemen Pengetahuan: Pendekatan Konsep dan Aplikasi Riset*, 1st ed. Yogyakarta, 2017.

[7] Masduki and P. Sopiyan, "Peningkatan Kinerja Karyawan Berbasis Talent Management dan Knowledge Management," *Coopetition J. Ilm. Manaj.*, vol. 12, no. 2, pp. 151–162, 2021, doi: 10.32670/coopetition.v12i2.410.

[8] D. Setiono, "Penerapan Model Choo Sense Making Untuk Meningkatkan Sharing Knowledge Pada Laboratorium Media Komunikasi," *J. Media Inform. ...*, vol. 4, pp. 1079–1085, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i4.2360.

PENGEMBANGAN KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM BERBASIS CLOUD PADA KELAS KARYAWAN UNIVERSITAS PRAMITA INDONESIA

Hadidtyo Wisnu Wardani^{1*}, Arief Wibowo²

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur
Email: ¹hadidtyo.wardani@budiluhur.ac.id, ² arief.wibowo@budiluhur.ac.id

(Naskah masuk: 5 April 2022, diterima untuk diterbitkan: 13 Juni 2022)

Abstrak

Knowledge Management System (KMS) sangat penting untuk mengelola pengetahuan dan *tacit* agar memiliki nilai tambah bagi organisasi khususnya Kelas Karyawan Pramita Indonesia, terkait dengan rutinitas seluruh karyawan pada unit kerja tersebut diharapkan dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Dengan keadaan yang sering terjadi saat ini belum terdokumentasinya pengetahuan dan pengalaman, dan sosialisasi prosedur standar operasi berjalan tidak semestinya serta tidak diketahuinya masa jabatan pegawai sehingga saat terjadinya pergantian pegawai dalam struktur organisasi, maka akan mengakibatkan hilangnya pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki oleh seorang pegawai, adanya kerancuan atau kurang lengkapnya informasi yang diterima sehingga membuat salah pengertian antar pegawai dalam berkomunikasi. Berdasarkan dari hasil penelitian yang sesuai dengan kondisi yang ada pada unit kerja kelas karyawan Pramita Indonesia, Penulis mencoba mengembangkan model KMS dengan menggunakan kerangka kerja model Tiwana, dan Metodologi penelitian struktur kemajuan Becerra-Fernandez, serta menggunakan pengembangan model SECI Nonaka, untuk menguji model kerangka kerja menggunakan strategi *Gathering Conversation (FGD)* dan *Black Box Testing*, serta menggunakan skala *Likert* untuk metode skoring hasil pengujian sistem, dan kualitas prototipe perangkat lunak KMS adalah sebesar 72% dengan kategori Sangat Sesuai, maka didapatkan hasil bahwa secara keseluruhan prototipe KMS sudah berjalan dengan baik sehingga sistem yang diusulkan bisa digunakan dalam mengelola *knowledge* untuk memberikan solusi pelayanan yang maksimal secara efisien dan efektif.

Kata kunci: *Asset Management, Knowledge Sharing, Model Tiwana, Model SECI Nonaka, Skala Likert*

CLOUD-BASED KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM DEVELOPMENT FOR PRAMITA INDONESIA UNIVERSITY EXECUTIVE CLASS

Abstract

Knowledge Management System (KMS) is very important to manage knowledge and *tacit* to have added value for the organization, especially the Pramita Indonesia Employee Class, related to the routines of all employees in the work unit who are expected to provide solutions in solving problems that occur. With conditions that often occur at this time, knowledge and experience have not been documented, the socialization of standard operating procedures is not running properly and the tenure of employees is unknown so when there is a change of employees in the organizational structure, it will result in the loss of knowledge and experience possessed by an employee, confusion or incomplete information received to create misunderstandings between employees in communicating. Based on the results of research that are following the conditions that exist in the class work unit of Pramita Indonesia employees, the author tries to develop a KMS model. By using the Tiwana model framework, and the Becerra-Fernandez progress structure research methodology, as well as using the SECI Nonaka model development, to test the framework model using the *Gathering Conversation (FGD)* and *Black Box Testing* strategies, and using a *Likert* scale for scoring the system test results. , and the quality of the KMS software prototype is 72% with the *Very Appropriate* category, so the results show that the overall KMS prototype has been running well so that the proposed system can be used in managing knowledge to provide maximum service solutions efficiently and effectively

Keywords: *Asset Management, Knowledge Sharing, Tiwana Model, SECI Nonaka Model, Likert Scale*

1. PENDAHULUAN

Dalam memberi pelayanan yang maksimal harus bisa bertindak cepat di segala aspek, manusia sebagai pengguna ilmu pengetahuan dan teknologi, dapat memanfaatkannya. Baik lembaga yang bersifat profit maupun nonprofit di dalam melaksanakan kegiatan usaha sangat mengandalkan alat bantu atau fasilitas dalam menyelesaikan masalah secara cepat dan tepat dalam menggunakan waktu, serta dengan hasil kerja optimal. Kelas karyawan Pramita Indonesia atau UNPRI adalah salah satu unit di Yayasan Citra Pramita yang bergerak di bidang pendidikan dan berfungsi menangani pelayanan kemahasiswaan. Harus bisa memberikan pelayanan prima yang bergerak di bidang kemahasiswaan dan bidang akademik untuk pengguna diantaranya adalah pegawai internal, dosen, mahasiswa dan pengguna lainnya. Sebagai pusat *knowledge* dalam mencapai keunggulan kompetitif dalam perannya pada lembaga pendidikan maka harus mempertahankan *knowledge sharing*, dengan budaya *sharing knowledge* bisa meningkatkan kinerja karyawan maka dapat memberi solusi pelayanan yang maksimal secara efisien dan efektif.

Terkait dengan rutinitas seluruh karyawan unit kerja Kelas karyawan Universitas Pramita Indonesia diharapkan dapat memberikan solusi dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Namun keadaan yang terjadi saat ini belum terdokumentasinya pengetahuan dan pengalaman, tidak diketahuinya masa jabatan seseorang sehingga perubahan orang dalam struktur organisasi berdampak potensi hilangnya pengetahuan dan pengalaman, Sosialisasi prosedur standar operasi berjalan tidak semestinya sehingga ada potensi pengetahuan dan pengalaman yang hilang dan rancu juga kurang lengkapnya informasi yang diterima membuat salah pengertian antar pegawai dalam berkomunikasi.

Pada penelitian ini membuat analisa tentang *knowledge* yang sesuai dengan kondisi yang terjadi pada unit kelas karyawan UNPRI, membuat analisa skenario KMS serta membuat model KMS pada unit kelas karyawan UNPRI. "Bagaimanakah model *knowledge management system* yang sesuai untuk mengelola pengetahuan dan *tacit* agar memiliki nilai tambah bagi organisasi khususnya Kelas Karyawan Pramita Indonesia?" yaitu merupakan, rumusan masalah yang harus dijawab. Terkait dengan Permasalahan tersebut penulis mencoba mengembangkan model *knowledge management system* yang sesuai dengan kondisi yang ada pada unit kerja kelas karyawan Pramita Indonesia. kerangka kerja model Tiwana digunakan sebagai Metodologi penelitian, Struktur kemajuan Becerra-Fernandez, pengembangan model SECI Nonaka.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian Deskriptif Kualitatif dengan metode studi kasus maka didapatkan gambaran yang lebih mendalam dan lengkap tentang obyeknya yakni kelas karyawan UNPRI yang akan diteliti. Model Tiwana kerangka kerja yang digunakan, kerangka pengembangan menggunakan Becerra-Fernandez, dan pembentukan *knowledge* menggunakan model SECI Nonaka.

Hasil pengembangan model KMS akan diimplementasi dalam bentuk *prototype* berbasis *cloud*. Pengujian *prototipe knowledge*. Hasil pengembangan model KMS akan diimplementasi dalam bentuk *prototype* berbasis *cloud*. Menguji model kerangka kerja menggunakan strategi *Gathering Conversation* (FGD) dan *Black Box Testing* dan instrumen kuesioner digunakan untuk skala *Likert* pengukuran nilai.

2.1 Metode Pemilihan Sampel

Dengan cara menggunakan purposive sampling dari metode *Non-Probabilitas* (Non-Acak) yaitu pemilihan sampel berdasarkan karakteristik tertentu yang masih ada hubungan dengan karakteristik perkumpulan yang sudah diketahui sebelumnya [6].

2.2 Metode Pengumpulan Data

Informasi dan data diperoleh dari dua sumber yaitu data primer serta data sekunder. Dengan teknik wawancara serta mengamati keadaan lapangan untuk melakukan pengumpulan data maka akan diperoleh Data Primer. Sedangkan data yang bersifat sekunder diperoleh melalui studi pustaka, data tersebut dapat diperoleh melalui literature, tulisan ilmiah tentang *knowledge management system* dan tinjauan studi.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dikumpulkan melalui :

1. Wawancara

Wawancara adalah proses tanya jawab secara langsung yang terencana dengan tujuan tertentu, adapun *key person* yang diwawancarai pada penelitian ini adalah:

- a. Wakil Rektor UNPRI
- b. Kepala Bagian Administrasi dan Akademik
- c. Kepala Bagian Umum Dan Keuangan,
- d. Kepala Sub Bagian Bagian Penerimaan Mahasiswa Baru dan
- e. Dosen kelas karyawan Universitas

2. Observasi

Dilakukan dengan metode mengumpulkan data melalui pengamatan terhadap profil organisasi dan objek penelitian akan terhimpun data penelitian.

3. Mengumpulkan Dokumen

Dokumen yang ada dan dipakai di unit Kelas karyawan Pramita Indonesia dipelajari untuk memperoleh data dan informasi. Dokumen dapat berupa laporan, surat-menyurat, memo, arsip dan

dokumen dalam bentuk gambar atau pun hasil cetakan ke dalam bentuk data elektronik.

4. Menyebarkan Kuesioner

2.3 Instrumentasi

Adapun instrumen penelitian untuk mengumpulkan *variabel* yang sedang diteliti, yaitu:

1. Untuk memperoleh data yang sesuai dalam penelitian ini juga dilakukan dengan wawancara dan memberikan angket pertanyaan terhadap pihak yang berkompeten.
2. Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisa adalah Windows 7 64 bit, metodologi kerangka kerja yang digunakan model Tiwana, kerangka pengembangan Becerra-Fernandez, serta model SECI Nonaka digunakan untuk pembentukan *knowledge*, metode *Forum Group Discussion* (FGD) dan *Black Box Testing* digunakan untuk pengujian prototipe sistem, serta skala pengukuran *Likert* dan *Graphical User Interface* (GUI) digunakan sebagai metode skoring hasil pengujian sistem
3. Hardware untuk menjalankan aplikasi adalah laptop dengan spesifikasi prosesor intel core i3, memory 4GB.

2.4 Teknik Analisa, Perancangan, Pengujian

1. Teknik Analisa

Dalam penelitian ini teknik analisis Studi Kasus, sebagai berikut:

- 1) Mengorganisir data dan informasi.
- 2) Membaca keseluruhan data dan informasi, kemudian memberikan kode.
- 3) Membuat uraian mengenai kasus secara rinci dan konteksnya.
- 4) Dari beberapa kategori dicari yang berhubungan untuk menentukan pola.
- 5) Memberikan pendapat dan fakta
- 6) Menyajikannya secara naratif.

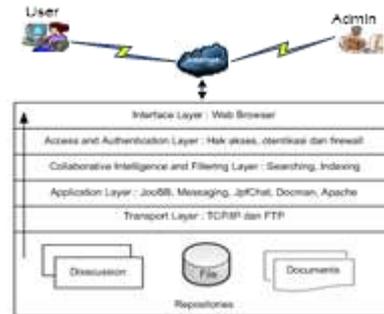
2. Teknik Perancangan

Aplikasi *Knowledge Management System* pada tahap perancangan sistem menggunakan perancangan berbasis objek atau istilah lainnya pendekatan desain dan analisis berorientasi objek dengan menggunakan notasi *Unified Modeling Language* (UML). UML adalah sebuah bahasa untuk menggambarkan serta menspesifikasikan dan membangun sebuah sistem pengembangan perangkat lunak berorientasi objek. Metodologi dalam penelitian ini menggunakan kerangka kerja model Tiwana, kerangka pengembangan Becerra-Fernandez, model SECI Nonaka untuk pembentukan *knowledge*nya

Menurut [7]. Pengembangan Prototipe KMS akan menggunakan basis *cloud* untuk memperoleh efisiensi dan efektifitas penyimpanan data dan transaksi sesuai dengan pemanfaatan *cloud computing*

3. Rancangan Arsitektur Prototipe KMS

Adapun arsitektur yang dapat dipergunakan untuk penerapan *knowledge management system* terdiri atas tujuh layer yaitu: *interface*, *access and authentication*, *collaborative*, *filtering and integration*, *application*, *transport*, *middleware and legacy integration dan repository* [5].



Gambar 1. Rancangan Arsitektur prototipe

4. Teknik Pengujian

Penulis memilih metode yang diuji menggunakan *black box* dan penilaian dengan menggunakan kuesioner untuk pengujiannya. Metode *black box* digunakan dengan tujuan mencari kesalahan setiap fungsi. Selain *black box* yang diuji juga menggunakan kuesioner.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Prototipe KMS

Untuk mendapatkan sebuah *prototype* langkah-langkah selanjutnya yaitu:

1. Analisis Aktivitas Organisasi

Adapun aktivitas yang ada di kelas karyawan adalah sebagai berikut:

- a. Bagian Administrasi Akademik, Adapun layanan yang diberikan, antara lain:
 - 1) Membantu Kepala Pengelola kelas karyawan dalam memimpin pelaksanaan pendidikan, administrasi dan di bidang pembinaan, serta pelayanan kesejahteraan mahasiswa.
 - 2) Membuat penjadwalan akademik setiap semester.
 - 3) Melakukan pembinaan kepada dosen, mahasiswa dan staf.
 - 4) Membuat jadwal penginputan kartu rencana studi.
 - 5) Membuat jadwal pengentrian kartu perubahan rencana studi.
 - 6) Mengkonversi nilai pada Hasil Studi Kumulatif.
 - 7) Membuat honorarium bagi dosen.
 - 8) Melaporkan setiap kegiatan akademik kepada Kepala Pengelola Kelas Karyawan Pramita Indonesia

- b. Dosen, Adapun layanan yang diberikan:
- 1) Melaksanakan pengajaran, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat setiap semester.
 - 2) Membimbing mahasiswa dalam melaksanakan kuliah kerja praktek (KKP) dan tugas akhir.
 - 3) Melaksanakan tugas untuk menguji mahasiswa dalam sidang Kuliah Kerja Praktek (KKP) maupun tugas akhir.
- c. Bagian Kemahasiswaan, layanan yang diberikan:
- 1) Pendaftaran mahasiswa baru.
 - 2) Pembinaan kepada mahasiswa baru.
 - 3) Ikut terlibat dalam pelaksanaan briefing penerimaan mahasiswa baru.
- a. Bagian Pengajaran, layanan yang diberikan, antara lain:
- 1) Membuat penjadwalan kuliah dan monitoring dosen yang mengajar.
 - 2) Menyediakan sarana, prasarana ngajar.
 - 3) Melakukan administrasi kegiatan pengajaran setiap dosen.

2. Analisis Kebutuhan KM

Untuk mengetahui kebutuhan *knowledge* yang ada di kelas karyawan Pramita Indonesia, maka yang harus dilakukan adalah mengetahui kebutuhan data, juga informasi pada tiap bidang kerja. Adapun kebutuhan data, informasi dan *knowledge* dijelaskan pada Tabel 1.

3. Analisa Faktor Kontigensi

Faktor kontijensinya yaitu:

- a) Analisis Karakteristik *Knowledge* Organisasi
- b) Analisis Karakteristik Task Organisasi
- c) Analisis Karakteristik Organisasi

4. Analisis Infrastruktur Organisasi

Infrastruktur teknologi sistem informasi pada kelas karyawan Universitas Pramita Indonesia meliputi perangkat keras, *software*, topologi dan aplikasi yang dibutuhkan oleh karyawan dalam menjalankan rutinitas.

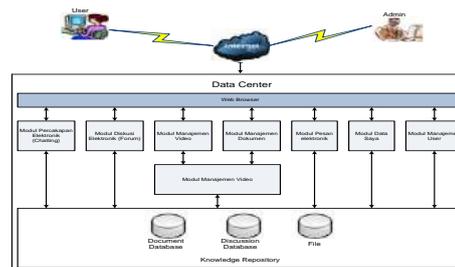
5. Analisis Skenario Organisasi

Setiap kegiatan yang ada di kelas karyawan Universitas Pramita Indonesia dapat dibuat dan dirumuskan skenario KMS dimana proses *knowledge management* mengadopsi dari empat tahapan yang sesuai model SECI Nonaka.

Hasil analisis membuktikan proses manajemen serta teknologi yang akan didapatkan maka langkah berikutnya adalah membuat rancangan model KMS pada kelas karyawan UNPRI. Gambar dibawah ini adalah Prototipe KMS Pada Kelas Karyawan Pramita Indonesia

Tabel 1. Kebutuhan Data, Informasi dan *Knowledge*

No	Data	Informasi	<i>Knowledge</i>
1	Data staf	Informasi tentang biodata staf kelas karyawan, Informasi tentang jabatan dan tempat bekerja, Informasi tentang gaji setiap staf kelas karyawan.	<i>Knowledge</i> untuk mengelola data staf kelas karyawan, <i>filling document</i>
2	Data dosen	Informasi tentang biodata dosen, informasi tentang kepangkatan akademik dosen, informasi tentang gaji dosen.	<i>Knowledge</i> untuk mengelola data dosen, <i>filling document</i>
3	Data mahasiswa	Informasi tentang biodata mahasiswa, informasi tentang kegiatan akademik mahasiswa, informasi jumlah penerimaan mahasiswa baru.	<i>Knowledge</i> untuk mengelola data mahasiswa, <i>Filling document.</i>
4	Data Kalender Akademik	Informasi tentang pendaftaran dan pelaksanaan briefing mahasiswa baru, awal dan akhir perkuliahan, jadwal akhir perkuliahan, jadwal pengisian KRS, pengisian kelompok kuliah.	<i>Knowledge</i> untuk mengelola data kalender akademik, data pendaftaran mahasiswa baru, data pengisian KRS data pengisian kelompok kuliah.
5	Data mahasiswa cuti kuliah	Informasi tentang mahasiswa yang mengambil cuti kuliah.	<i>Knowledge</i> untuk mengelola data cuti kuliah.

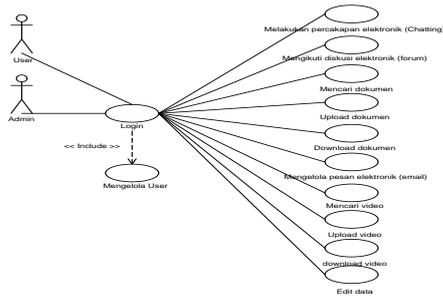


Gambar 2. Prototipe KMS Kelas Karyawan UNPRI

3.2 Perancangan dan Implementasi KMS

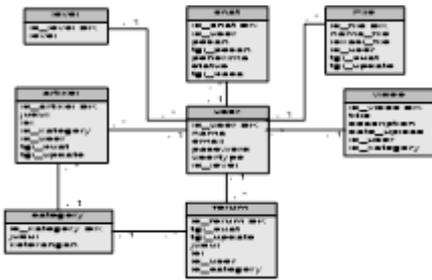
1. Analisis Kebutuhan Sistem

Dalam pembuatan *knowledge management system* terdapat beberapa kebutuhan sistem yang harus dipenuhi. Analisa kebutuhan sistem digambarkan dengan menggunakan diagram *use case* yang terdapat pada gambar 3.



Gambar 3. Use Case Diagram KMS UNPRI

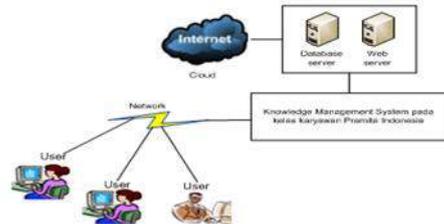
2. Perancangan Basis Data



Gambar 4. Class Diagram KMS Kelas Karyawan UNPRI

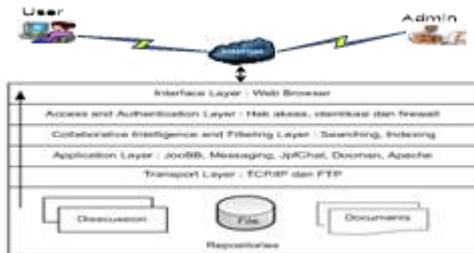
Perancangan basis data digambarkan dengan menggunakan *class diagram* pada gambar 4.

3. Infrastruktur KMS



Gambar 5. Perancangan Infrastruktur KMS Kelas Karyawan Universitas Pramita Indonesia

4. Aksitektur KMS



Gambar 6. Desain Arsitektur KMS Kelas Karyawan UNPRI

5. Tampilan KMS

Knowledge management system pada Kelas Karyawan Universitas Pramita Indonesia pertama kali dibuka maka yang akan muncul adalah halaman login, diwajibkan login setiap pengguna. Sistem ini hanya bisa diakses oleh orang yang berhak menggunakannya dan keamanan lebih terjaga, yaitu administrator dan pengguna *system* ini.

Jika ingin mengakses prototipe *knowledge management system* terlebih dahulu pengguna yang

terdiri dari dosen, mahasiswa dan staf harus *login* seperti pada gambar 7 sebagai berikut



Gambar 7. Tampilan Halaman Login

Untuk mendownload dokumen, user dapat memilih menu *Search Download*, kemudian user memilih kategori *download*



Gambar 8. Tampilan Halaman Download Dokumen

Untuk mengikuti diskusi (forum), user dapat memilih menu forum, lalu user dapat mengikuti diskusi dari topik yang sudah ada dengan kirim pesan maupun komentar



Gambar 9. Tampilan Halaman Forum

Untuk melihat video, user dapat memilih menu *video*, lalu user melihat *video* mana yang akan dilihat dan menekan tombol Play yang ada di *video* tersebut dan jika ingin menyimpan *video* tersebut, maka *user* dapat menekan tombol *Save*



Gambar 10. Tampilan Halaman Video

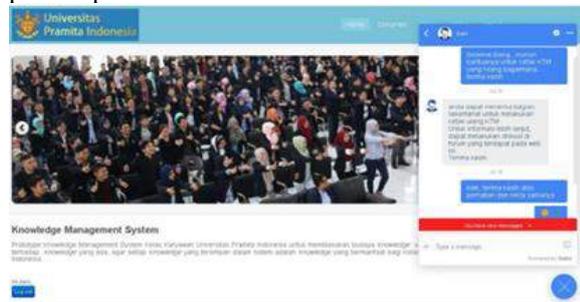
Artikel *knowledge* dapat diakses oleh pengguna dengan memilih menu artikel *knowledge*, dan telah

disediakan artikel terbaru, informasi artikel yang terpopuler



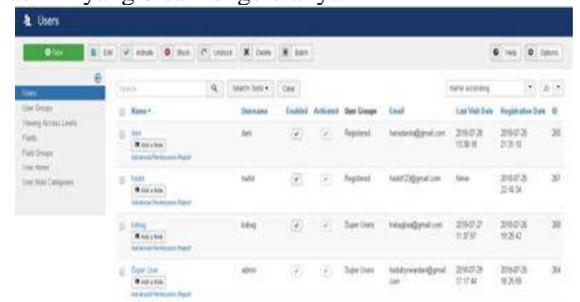
Gambar 11. Tampilan Halaman Artikel

Untuk mengikuti percakapan *Chatting*, user dapat memilih menu *Chatting* pada *icon* di pojok kanan bawah, kemudian memilih *user* untuk memulai percakapan



Gambar 12. Tampilan Chatting

Untuk melihat halaman manajemen *user* hanya admin yang bisa mengelolanya



Gambar 13. Tampilan Halaman Manajemen User

Untuk mengupload *video user* dapat memilih *video* mana yang ingin di *upload* dan bisa memberikan deskripsi tentang *video* tersebut



Gambar 14. Tampilan Halaman Upload Video

6. Pengujian KMS

a. Pengujian dengan Metode *Black Box*

Mengamati modul yang dijalankan atau dieksekusi merupakan cara pengujian metode *black box* apakah hasil dari fungsi atau modul sudah sama seperti yang dibutuhkan. Dengan kata lain user *testing* merupakan *blackbox*, yang melibatkan user pada saat pengujiannya maka perangkat lunak dapat disesuaikan dengan keinginan user. Dari hasil pengujian dengan metode *blackbox* disimpulkan bahwa kegunaan modul tersebut dapat berfungsi pada aplikasi *knowledge management system*

b. Pengujian dengan Penilaian Kuesioner

Dilakukan pengujian dengan memberikan kuesioner penilaian kepada pengguna, untuk mendukung hasil pengujian *knowledge management system*, selain dengan metode *black box* maka dengan hasil seperti yaitu:

- 1) Menurut anda, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan untuk fasilitas (forum)?
- 2) Menurut anda, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan untuk fasilitas pesan elektronik (*email*)?
- 3) Menurut anda, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan untuk fasilitas manajemen dokumen?
- 4) Menurut anda, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan untuk fasilitas manajemen *video*?
- 5) Menurut anda, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan untuk fasilitas percakapan elektronik (*chatting*)?
- 6) Menurut anda, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan untuk fasilitas manajemen user?
- 7) Setujukah anda, apabila *prototype knowledge management system* yang diusulkan ini diterapkan untuk mendukung proses *capturing knowledge* yang ada pada Kelas Karyawan Pramita Indonesia?

Tabel 2. Data Perhitungan Kuesioner

Kode Jawaban	STS	TS	RG	SS	SSS
Skor	0x1=0	0x2=0	4x3=12	2x4=8	0x5=0
Frekuensi Jawaban	0	0	4	2	
Jumlah Skor	20				
Presentasi	20/30x100%=60.00%				

	STS	TS	RG	SS	SSS
Skor	6	12	18	24	20

Gambar 15. Garis Kontinum Kuesioner No. 7

Hasilnya bisa atau tidaknya penerapan prototipe *knowledge management system* pada tabel 3

Metode skoring hasil pengujian sistem menggunakan skala pengukuran Likert. dengan persentase kualitas prototipe perangkat lunak KMS adalah sebesar 72% dengan kategori Sangat Sesuai, sehingga sistem yang diusulkan ini dapat diterapkan

untuk mengelola *knowledge* serta dapat memberi pelayanan yang prima dan dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien.

Tabel 3. Hasil Persentase Jawaban Kuesioner

Pertanyaan	Hasil Persentase (%)	Keterangan
1	73.33%	Sudah Sesuai
2	80.00%	Sudah Sesuai
3	76.66%	Sudah Sesuai
4	73.33%	Sudah Sesuai
5	76.66%	Sudah Sesuai
6	63.33%	Sudah Sesuai
7	60.00%	Sudah Sesuai

4. KESIMPULAN

1. Pengetahuan dan pengalaman menjadi terdokumentasi
2. Untuk mempermudah proses transfer *knowledge*, di dalam sistem Prototipe KMS terdapat manajemen dokumen, pesan elektronik, manajemen *user* dan manajemen *video*, forum, *Chatting*.
3. Prototipe KMS ini dibangun dengan harapan agar mampu mempersingkat dan mempermudah

pencarian dokumen, serta mengurangi kehilangan dokumen.

4. Diharapkan dapat meningkatkan produktivitas pegawai dalam bekerja, lebih efektif dan efisien menyelesaikan sesuatu pekerjaan, karena di dalam sistem ini panduan dan petunjuk dalam menyelesaikan suatu pekerjaan sudah tersedia

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bernard A., & Tichkiewitch S. (2008). *Methods and Tools for Effective Knowledge Life Cycle-Management*. Berlin: Springer.
- [2] Widayana L., 2005, *Knowledge Management: Meningkatkan Daya Saing Bisnis*, Bayumedia, Malang.
- [3] Nonaka, Ikujiro and Takeuchi, Hirotaka (1995). *The Knowledge - Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- [4] Becerra, F., Irma, G. & Rajiv, 2004. *Knowledge Management: Challenges, Solutions and Technologies*. In: s.l.: Pearson/Prentice Hal.
- [5] Tiwana, Amrit, *The Knowledge Management Toolkit*, Prentice all PTR, Upper Saddle River, NJ07456, 2000.
- [6] Umar Husein, *Riset Pemasaran & Perilaku Konsumen*. PT. Gramedia Pusaka Utama, Jakarta, 2002.
- [7] Peter mell dan timothy grance, 2012. *The NIST Definition of Cloud Computing*. Gaitherburg.

INDEKS NAMA PENULIS

A	
Abdussalam	37-47
Agus Pamuji	29-36
Ahmad Fauzi	23-28
Anita Diana	1-8
Arief Wibowo	62-68
C	
Chyquitha Danuputri	48-55
D	
Desti Ika Suryanti	23-28
Destriana Widvaningrum	48-55
Devit Setiono	56-61
Dwi Achadiani	1-8
G	
Gabriel Yoda Gustiegan	9-16
H	
Hadidtyo Wisnu Wardani	62-68
Hendri Irawan	56-61
Heri Satria Setiawan	29-36
I	
Indah Crystiana	17-22
Irawan	56-61
L	
Lekso Budi Handoko	37-47
Lukman Hakim	48-55
M	
Mohammad Syafrullah	56-61
Muhammad Irham Zamroni	1-8
P	
Painem	9-16
T	
Taufan Juanedi	17-22
Z	
Zulkarnaen Noor Syarif	56-61

INDEKS KATA KUNCI

A	
A*Star	48-55
AES-256	9-16
API	9-16
Aplikasi Navigasi	48-55
<i>Asset Management</i>	62-68
B	
BMC	1-8
C	
CMS	1-8
E	
<i>E-Commerce</i>	1-8
H	
<i>Hill Cipher</i>	37-47
K	
Konseling Siber	29-36
Kriptografi	9-16, 37-47
<i>Knowledge</i>	56-61
<i>Knowledge Management</i>	56-61
<i>Knowledge Management System</i>	56-61
<i>Knowledge Sharing</i>	62-68
L	
Laboratorium	9-16
M	
Media Sosial	29-36
Model Matematika	23-28
Model SECI Nonaka	62-68
Model Tiwana	62-68
P	
Pakaian	1-8
Panel Surya	23-28
Penambangan Data	29-36
Pencemaran	17-22
Penindasan Dunia Maya	29-36
Penjadwalan	9-16
<i>Photovoltaic</i>	23-28
Prototipe	56-61
R	
Rute Terpendek	48-55
S	

Sel surya	23-28
Sistem Informasi Geografi	17-22
Skala Likert	62-68
T	
Teknologi Informasi	29-36
Teknologi Satelit	23-28
Tingkat Kerentanan Pencemaran	17-22
<i>Text</i>	37-47
U	
<i>User Acceptance Testing</i>	56-61
V	
<i>Vigenere Cipher</i>	37-47
W	
<i>Web Service</i>	9-16

JUDUL ARTIKEL BAHASA INDONESIA (maksimal 12 kata, huruf besar, times new roman, 14pt, tebal, dan rata tengah)

Penulis Satu^{1*}, **Penulis Dua**² (10pt, tebal, dan rata tengah)

¹Afiliasi Penulis Satu (10pt)

²Afiliasi Penulis Dua (10pt)

Email: ¹penulis.satu@email.ac.id, ²penulis.dua@email.ac.id (10pt)

(Naskah masuk: dd mmm yyyy, diterima untuk diterbitkan: dd mmm yyyy)

Abstrak (10pt, tebal, dan di tengah)

Tempatkan abstrak berbahasa Indonesia pada bagian ini. Abstrak memberikan gambaran umum tentang isi makalah dan harus ditulis dengan *Times New Roman* 10pt dalam format satu kolom. Panjang ideal sebuah abstrak adalah 150 sampai 250 kata. Jika terdapat istilah-istilah asing yang belum dibakukan ditulis *italic*.

Kata kunci: kata kunci sedapat mungkin menjelaskan isi tulisan, ditulis dengan huruf kecil kecuali singkatan, maksimum enam kata, masing-masing dipisahkan dengan koma, *Times New Roman 10pt, italic*

JUDUL ARTIKEL BAHASA INGGRIS (huruf besar, times new roman, 14pt, tebal, dan rata tengah)

Abstract (10pt, italic, tebal, dan di tengah)

Place the Indonesian abstract in this section. Abstracts provide an overview of the content of the paper and should be written in Times New Roman 10pt in a one-column format. The ideal length of an abstract is 150 to 250 words. All abstracts are written in italics.

Keywords: kata kunci sedapat mungkin menjelaskan isi tulisan, ditulis dengan huruf kecil kecuali singkatan, maksimum enam kata, masing-masing dipisahkan dengan koma, *Times New Roman 10, italic*

1. PENDAHULUAN [HEADING LEVEL 1: KAPITAL, TIMES NEW ROMAN, 11, BOLD]

Berikut ini adalah petunjuk penulisan makalah **JURNAL BIT Vol 19. No.1 Bulan APRIL 2022**, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Budi Luhur. Paper bersifat terbuka bagi masyarakat ilmiah di bidang TIK. Naskah yang ditulis untuk paper ini adalah publikasi ilmiah di bidang Teknologi Informasi dan Komputer serta aplikasinya dalam industri TIK.

Naskah yang diusulkan harus merupakan hasil pemikiran, hasil penelitian dan atau pengembangan yang bersifat asli, Naskah paper dapat ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris.

Seluruh makalah yang telah lulus akan diterbitkan sesuai dengan yang dikirim oleh penulis. **Penulis bertanggung jawab sepenuhnya** terhadap isi naskah yang ditulis dan naskah merupakan tulisan yang **belum pernah dipublikasikan**. Peserta yang akan memasukkan papernya bisa mengirimkan papernya sesuai format template ini melalui laman web <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/bit>.

dengan register terlebih dahulu dan submission online lewat OJS situs jurnal bit. Seluruh makalah yang telah lulus dari dewan redaksi BIT akan dipublikasikan dalam bentuk *online OJS*.

2. FORMAT NASKAH

2.1 Panjang Naskah [Heading Level 2: Times New Roman 10 bold]

Naskah paper ditulis pada ukuran kertas kertas A4 (21 cm x 29,7 cm) dengan total halaman 6 hingga 10 halaman termasuk tabel dan gambar. Ketika diajukan kepada Penyunting, naskah tidak perlu diberi nomor halaman, *header* dan *footer*.

Penulisan naskah menggunakan huruf Times New Roman, berukuran 10 pt, dengan batas atas, bawah, kiri dan kanan masing-masing berukuran 2,5 cm. Naskah dibuat dengan menggunakan *Microsoft Word*.

Judul, identitas penulis, abstrak dan kata kunci dibuat dalam *layout* satu kolom. Bagian utama naskah disajikan dalam *layout* dua kolom, dengan lebar setiap kolom 7,5 cm dan jarak antar kolom 1 cm. Naskah ditulis dalam spasi satu. Tambahkan satu

spasi untuk setiap antar item, yaitu: antara judul dengan penulis, antara penulis dengan abstrak, antara abstrak dengan kata kunci, antara gambar dengan isi, antara tabel dengan isi, antara persamaan matematika dengan isi.

Kecuali untuk abstrak, awal paragraf isi tulisan ditulis menjorok ke dalam (*first line indent*) sejauh 7,5 mm. tata cara penulisan telah disusun pada tulisan ini.

3. PENULISAN NASKAH

Judul harus jelas dan singkat. Nama penulis dan afiliasinya seperti yang tertulis diatas. Nama penulis ditulis secara jelas tanpa gelar. Penomoran heading dengan system Arabic dengan *sub-heading* maksimal hingga 3 tingkat.

3.1 Persamaan Matematika

Persamaan matematika dinomori dengan Angka Arab dalam kurung pada sisi kanan (rata kanan) kolom. Persamaan (1) ditulis menjorok ke dalam sejauh 7,5 mm.

Penulisan simbol matematika di dalam paragraf isi tulisan hendaknya tidak menggunakan *equation editor*, tetapi menggunakan *insert symbol*.

$$p(x_t | y_{1:t}) = \frac{p(y_t | x_t)p(x_t | y_{1:t-1})}{p(y_t | y_{1:t-1})} \dots\dots\dots(1)$$

3.2 Tabel

Tabel-tabel, dan juga grafik-grafik, harus dibuat dalam mode hitam-putih (bukan color maupun grayscale). Jika diperlukan, gambar citra dapat disajikan secara grayscale, tetapi bukan color.

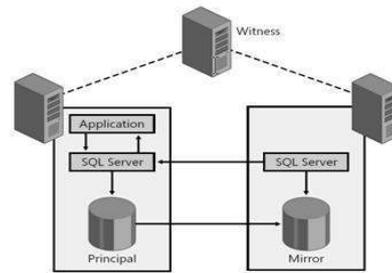
Tabel harus diberi nomor sesuai urutan presentasi (Tabel 1, dst.). Judul tabel ditulis diatas tabel dengan posisi rata kiri (*left justified*).

Tabel 1. Tabel Software dan Hardware Pendukung
[Times New Roman 9 normal center]

Product	Server	Client	Oracle Connect
Clementine	Solaris 2.X	X Windows	Server Side ODBC
Darwin	Solaris 2.X	Windows NT	Server Side ODBC
PRW	Data only	Windows NT	Client Side ODBC

3.3 Gambar

Gambar diberi nomor sesuai urutan presentasi (Gambar 1, dst.). Judul gambar yang diletakkan dibawah gambar dengan posisi tengah (*centre justified*).



Gambar 1. Database Mirroring Architecture [Judul Gambar: Times New Roman 8 italic center]

3.4 Sumber Pustaka

Sumber pustaka/rujukan sedapat mungkin merupakan pustaka-pustaka terbitan 5 tahun terakhir. Pustaka yang diutamakan adalah naskah-naskah penelitian dalam jurnal, konferensi dan/atau majalah ilmiah. Pustaka lain dapat berupa buku teks atau laporan penelitian (termasuk Skripsi/Tugas Akhir, Tesis, dan Disertasi), akan tetapi diusahakan tidak melebihi 20% dari seluruh jumlah sumber pustaka [1], [2].

Penulisan sumber pustaka dan cara mengacu menggunakan aturan IEEE. Beberapa aturan tentang penulisan sumber pustaka, yaitu: sumber pustaka yang ditulis dalam daftar pustaka sebelumnya harus pernah diacu dalam naskah, ditulis berurutan berdasarkan urutan sitasi di naskah.

Petunjuk lebih lengkap mengenai aturan penulisan sitasi dan daftar pustaka gaya IEEE dapat dibaca pada <https://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf> . Sangat disarankan penggunaan perangkat lunak manajemen referensi seperti Mendeley Desktop dan Zotero. Contoh penulisan sitasi dan daftar pustaka dapat dilihat pada naskah template ini [3]–[5].

4. KESIMPULAN

Dalam kesimpulan tidak boleh ada referensi. Kesimpulan berisi fakta yang didapatkan, cukup menjawab permasalahan atau tujuan penelitian (jangan merupakan pembahasan lagi); Nyatakan kemungkinan aplikasi, implikasi dan spekulasi yang sesuai. Jika diperlukan, berikan saran untuk penelitian selanjutnya. Panduan ini telah menjelaskan bagaimana naskah Jurnal BIT Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur di buat.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dapat menambahkan ucapan terima kasih untuk pihak-pihak yang mendukung kegiatan penelitian yang penulis lakukan.

1. DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Solichin, A. Harjoko, and A. E. Putra, “Grid-based Histogram of Oriented Optical Flow for Analyzing Movements on Video Data,” in *2015 International Conference on Data and Software Engineering*, 2015, pp. 114–119.

- [2] R. Maulunida and A. Solichin, "Optimization of LZW Compression Algorithm With Modification of Dictionary Formation," *IJCCS (Indonesian J. Comput. Cybern. Syst.*, vol. 12, no. 1, p. 73, 2018.
- [3] A. Solichin, *Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL*. Budi Luhur Press, 2016.
- [4] M. A. Romli and A. Solichin, "Pemrosesan Sinyal Digital Untuk Mengidentifikasi Akord Dasar Penyanyi Dengan Metode Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC) Dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Digital Signal Processing To Identify chords Singer Using Mel Frequency Cepstral Coef," in *Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu (SENMI) 2017*, 2017, no. April, pp. 235–244.
- [5] A. Solichin, "Mengukur Kualitas Citra Hasil Steganografi," *Achmatim.Net*, 2015. [Online]. Available: <http://achmatim.net/2015/04/16/mengukur-kualitas-citra-hasil-steganografi/>. [Accessed: 20-Jun-2016].

Peringatan

Kami sangat menghargai naskah yang dikirimkan, namun banyak kesalahan fatal dari Author adalah tidak membaca dengan baik panduan di TEMPLATE ini, sehingga naskah yang dikirim tidak sesuai aturan template. Untuk beberapa alasan, naskah yang tidak sesuai template terkadang **langsung di REJECT** dan/atau minta di perbaiki jika kesalahannya minor. Untuk itu, lebih baik dibaca berulang kali, cek dan ricek sebelum submit naskah. Tujuannya untuk mempercepat proses naskah di Jurnal BIT dan secara tidak langsung Anda telah ikut membantu pengelola Jurnal.

