Vol. 5 No. 2 (2023)

p-ISSN 2655-867X
e-ISSN 2655-8661

SisInfo

Jurnal Sistem Informasi dan Informatika

Virtual Tour 360 Degree Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website
I Putu Dimas Agastya, I Gede Suardika, Ni Nyoman Wulan Antari

Implementasi Augmented Reality untuk Pengenalan Hewan Berbasis Android bagi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD)
Arfita Asryani Tobo, Darsono Nababan, Risald Risald

Rancang Bangun Aplikasi Management System "Digihelp" pada PT. Swamedia Informatika
Arnold Ropen Sinaga, Kevin Pratama

Peramalan Data Univariat Menggunakan Metode Long Short Term Memory
Helma Syifa Izzadiana, Herlina Napitupulu, Firdaniza Firdaniza

Analisis Sentimen Menggunakan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dan Seleksi Fitur Chi-Square
Ewen Hokijuliandy, Herlina Napitupulu, Firdaniza Firdaniza

Sistem Rekomendasi Menggunakan Item-Based Collaborative Filtering Berbasis Mobile iOS
Bagas Ilham Rabbani, Herlina Napitupulu, Elis Hertini

Digitalisasi Rantai Pasok Sampah di Indonesia
Ivan Michael Siregar

UNIBI
Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia

Diterbitkan oleh:
LPPM Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

DEWAN REDAKSI

Pelindung
Dr. Ir. Bob Foster, M.M.

Pengarah
Drs. Muh. Deni Johansyah, M.M.

Pemimpin Redaksi
Budiman, S.T., M.Kom.

Penanggung Jawab
Graha Prakarsa, S.T., M.T.

Anggota Redaksi
- R. Yadi Rakhman Alamsyah, S.T., M.Kom.
- Vani Maharani Nasution, S.Kom., M.Kom.
- Reni Nursyanti, S.Kom., M.Kom.
- Deden Pradeka, S.T., M.Kom.

Editor
- Aggi Panigoro, S.E, M.M.
- G. Guci Derry Midaya P, S.Kom.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

DAFTAR ISI

Virtual Tour 360 Degree Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website 1-13
I Putu Dimas Agastya, I Gede Suardika, Ni Nyoman Wulan Antari

Implementasi Augmented Reality untuk Pengenalan Hewan Berbasis Android bagi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) 14-23
Arfita Asryani Tobo, Darsono Nababan, Risald Risald

Rancang Bangun Aplikasi Management System "Digihelp" pada PT. Swamedia Informatika 24-28
Arnold Ropen Sinaga, Kevin Pratama

Peramalan Data Univariat Menggunakan Metode Long Short Term Memory 29-39
Helma Syifa Izzadiana, Herlina Napitupulu, Firdaniza Firdaniza

Analisis Sentimen Menggunakan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dan Seleksi Fitur Chi-Square 40-49
Ewen Hokijuliandy, Herlina Napitupulu, Firdaniza Firdaniza

Sistem Rekomendasi Menggunakan Item-Based Collaborative Filtering Berbasis Mobile iOS 50-56
Bagas Ilham Rabbani, Herlina Napitupulu, Elis Hertini

Digitalisasi Rantai Pasok Sampah di Indonesia 57-64
Ivan Michael Siregar

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Virtual Tour 360 Degree Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website

I Putu Dimas Agastya, I Gede Suardika, Ni Nyoman Wulan Antari
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Informatika dan Komputer,
Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali
Email: suardika@stikom-bali.ac.id

Abstrak

Pura Luhur Giri Kusuma merupakan salah satu Pura Kahyangan Jagat di Bali yang berlokasi di Desa Pakraman Blahkiuh, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung. Pura ini memiliki daya tarik tersendiri yaitu termasuk pura bersejarah yang dilindungi, termasuk ke dalam cagar budaya, sebagai peninggalan pada masa Kerajaan Singasari, memiliki tradisi *Ngerebeg*. Keunikan lainnya adalah pantangan bagi pasangan pengantin dan pengusung jenazah untuk melintas di depan pura. Keberadaan pura ini belum banyak masyarakat yang mengetahui. sehingga seiring dengan perkembangan zaman, pura ini akan dilupakan oleh masyarakat. Salah satu solusi memperkenalkan pura ini kepada masyarakat adalah dengan Virtual Tour yang merupakan teknologi digital yang mampu memberikan sensasi berada disuatu tempat hanya dengan melihat layar monitor. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website dengan menggunakan metode MDLC (*Multimedia Development Life Cycle*). Hasil penelitian ini yaitu telah dibuatnya Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website yang tekah diuji dengan menggunakan metode *Blackbox Testing* yang sudah mendapatkan hasil sesuai, dan juga menggunakan metode pengujian SUS (*System Usability Scale*) yang mendapatkan hasil dengan rata-rata skor akhir yaitu 72 yang masuk ke dalam kategori baik.

Kata Kunci: Pura Luhur Giri Kusuma, *Virtual Tour*, MDLC

Abstract

Luhur Giri Kusuma Temple is one of the Kahyangan Jagat Temples in Bali which is located in Pakraman Blahkiuh Village, Abiansemal District, Badung Regency. This temple has its own charm, namely it is a protected historical temple, included in the cultural heritage, as a relic from the Singasari Kingdom, and has the Ngerebeg tradition. Another uniqueness is the taboo for the bridal couple and pallbearers to pass in front of the temple. Not many people know about the existence of this temple. so that along with the times, this temple will be forgotten by the community. One of the solutions to introduce this temple to the public is with a Virtual Tour which is a digital technology that is able to give the sensation of being somewhere just by looking at the monitor screen. The purpose of this research is to design and build a Website-Based Virtual Tour 360 Degree Application for Pura Luhur Giri Kusuma using the MDLC (Multimedia Development Life Cycle) method. The results of this study are that a Website-Based Virtual Tour Application 360 Degree Introduction to Pura Luhur Giri Kusuma has been tested using the Blackbox Testing method which has obtained appropriate results, and also used the SUS (System Usability Scale) testing method which obtained average results. the final score is 72 which is included in the good category.

Keywords: *Luhur Giri Kusuma Temple, Virtual Tour, MDLC*

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

1 PENDAHULUAN

Pulau Bali dikenal dengan nama pulau dewata atau pulau seribu pura. Nama tersebut sangat beralasan karena keyakinan masyarakat di Bali adalah mayoritas beragama Hindu dan mengenal adanya banyak dewa sebagai manifestasi Tuhan dan masyarakat beragama Hindu bersembahyang di tempat yang dinamakan dengan Pura. Pulau dewata Bali sebagai tujuan dan destinasi wisata dunia karena memiliki keunikan budaya dan tradisi, peninggalan-peninggalan bersejarah, beragam hasil karya seni dan tentunya berbagai objek wisata yang mengelilinginya. Bali memiliki banyak jenis keindahan alam, seperti destinasi wisata pantai, sawah berundak, air terjun, danau pegunungan, sehingga warga mancanegara memilih Bali sebagai tujuan karena keindahan Bali yang cukup diakui oleh warga mancanegara (Tunjungsari, 2018). Bagi wisatawan, Bali sebagai pulau dewata atau pulau seribu Pura, karena keyakinan umat Hindu akan manifestasi Tuhan dalam wujud Dewa yang diistanakan di sejumlah Pura di Bali.

Pura sebagai tempat berlindung karena umat hindu merasa wajib untuk melakukan pemujaan di Pura, untuk dapat memohon perlindungan dan keselamatan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa/*Ida Sang Hyang Widhi Wasa*. Pura yang sudah terbagi menjadi beberapa jenis sesuai dengan karakteristiknya, memiliki tata ruang atau tata letak yang mempunyai keunikan tersendiri yang sudah diwariskan oleh para leluhur terdahulu. Tata ruang atau tata letak Pura di Bali dibagi menjadi tiga bagian atau bisa disebut sebagai *Tri Mandala* yaitu *nista mandala* atau yang disebut sebagai *jaba sisi* merupakan area terluar atau area kulit Pura sebelum menuju ke tengah Pura, *madya mandala* atau yang disebut sebagai *jaba tengah* merupakan area peralihan atau area transisi Pura menuju area utama, *utama mandala* atau disebut sebagai *jeroan* merupakan bagian terdalam Pura atau bisa di sebut area dalam Pura. Semua Pura atau tempat bersejarah yang berada di Bali sangat disucikan dan disakralkan termasuk Pura yang dinamakan Pura Luhur Giri Kusuma, yang berletak di Desa Pakraman Blahkiuh, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung, dimana Pura ini merupakan salah satu Pura Kahyangan Jagat di Kabupaten Badung.

Pura Luhur Giri Kusuma merupakan Pura yang berlokasi di Desa Pakraman Blahkiuh, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung, tepat berada di tengah-tengah wilayah desa. Kedudukan Pura berdampingan dengan pusat aktivitas sosial ekonomi masyarakat, terdapat di areal *catus pata* sehingga mudah diakses dari segala arah. Melalui jalan raya Denpasar-Plaga, Pura ini dapat dicapai hanya berjarak 14 km dari Kota Denpasar. Pura Luhur Giri Kusuma diperkirakan berdiri pada tahun saka 1283 atau 1360 masehi, dimana pada masa itu merupakan zaman Kerajaan Singasari yang dipimpin oleh Raja Kertanagara. Singasari merupakan tanah perdikan yang berada dibawah Kerajaan Mengwi, dimana sekitar abad ke 17 Mengwi merupakan salah satu Kerajaan penting di Bali selatan. Ki Gusti Pacung yang seorang patih di Kerajaan Mengwi ditempatkan serta ditugaskan untuk memimpin Singasari pada tahun saka 1556 atau 1634 masehi. Pada masa pemerintahan beliau, penataan serta perbaikan terhadap Pura Luhur Giri Kusuma dilaksanakan selama kurang lebih 4 tahun. Pada tahun saka 1560 atau 1638 masehi, renovasi Pura selesai sesuai kondisi saat itu (Sudaratmaja, 2007). Demikian seterusnya seiring bergantinya pemerintahan Singasari, keberadaan Pura Luhur Giri Kusuma terus mengalami perkembangan dengan segala dinamika, situasi serta kondisi masyarakat.

Pura Luhur Giri Kusuma memiliki daya tarik tersendiri karena Pura ini termasuk cagar budaya dan merupakan peninggalan pada masa Kerajaan Singasari. Jika dilihat dari struktur bangunan, komposisi dan proporsi tata ruang, sangat kuno dan wujud Pura memberikan gambaran yang sangat penuh makna. Makna perwujudan *Lingga-Yoni* diterjemahkan dalam bentuk bangunan utama, sedangkan makna pemutaran *Giri Mandara* tatkala para dewa berusaha untuk

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

mendapatkan Tirta Amerta, tertuang dalam bentuk konsep tata ruangnya. Perwujudan gunung terlihat dalam bentuk *Pelinggih* yang terletak di *Utama Mandala*, yang dikelilingi oleh samudera yang direfleksikan dalam bentuk kolam berhias bunga teratai warna-warni. Selain sebagai Pura yang di cagar budayakan dan sebagai peninggalan pada masa Kerajaan Singasari di Pura ini juga terdapat tradisi yang unik yaitu *Ngerebeg*. Tradisi *Ngerebeg* merupakan perayaan seperti parade pasukan oleh Kerajaan Singasari yang sudah dilaksanakan sejak abad ke 16-17. Tradisi *Ngerebeg* di Pura Luhur Giri Kusuma dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan wilayah desa dari pengaruh yang negatif. *Ngerebeg* dilakukan hanya mengelilingi sekitar areal Pura Luhur Giri Kusuma sebanyak tiga kali, *Ngerebeg* dilaksanakan sehari setelah hari raya kuningan atau setiap 210 hari sekali, tepatnya pada *redite, umanis wuku langkir*. Keunikan lainnya adalah menurut hasil wawancara dengan Jero Bendesa Adat Blahkiuh I Gusti Agung Ketut Sudaratmaja bahwa pantangan bagi pasangan pengantin dan pengusung jenazah untuk melintas di depan Pura Luhur Giri Kusuma (Sudaratmaja, 2007).

Keberadaan Pura Luhur Giri Kusuma belum banyak masyarakat yang mengetahui, dampaknya jika sedikit masyarakat yang mengetahui Pura ini maka seiring dengan perkembangan zaman Pura ini akan dilupakan oleh masyarakat, bahwa Pura Luhur Giri Kusuma merupakan Pura yang bersejarah dan dilindungi, masyarakat luas harus mengetahui tentang Pura ini (Sudaratmaja, 2007). Selain dijadikan sebagai tempat suci, Pura Luhur Giri Kusuma termasuk Pura yang dilindungi juga karena Pura ini sudah dibangun dari sejak zaman Kerajaan Singasari dan terdapat tradisi yang unik di dalamnya, maka dari itu pengenalan tentang Pura Luhur Giri Kusuma perlu diperluas agar nantinya masyarakat di luar Desa Pakraman Blahkiuh dapat mengenal lebih dalam dan juga agar masyarakat luar lebih mengetahui bahwa di Bali kaya akan tempat bersejarah khususnya Pura Luhur Giri Kusuma. Dari permasalahan tersebut maka diperlukan media pengenalan yang dapat memperkenalkan serta memberikan informasi keberadaan Pura Luhur Giri Kusuma berdasarkan bentuk, fungsi dan maknanya. Hal ini dilakukan agar warisan peninggalan dari nenek moyang kita terdahulu tidak lenyap hilang begitu saja seiring dengan berjalannya waktu.

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi semakin berkembang pesat juga. Peranan teknologi informasi di era yang sudah berkembang saat ini sangat penting, teknologi informasi menjadi hal utama untuk kita terus berkembang di dalam kehidupan. Saat ini terdapat teknologi dimana pengguna dapat merasakan berada di suatu tempat tanpa pengguna harus pergi ke tempat tersebut. *Virtual Tour* merupakan suatu teknologi menjelajah suatu tempat tanpa harus datang ke tempat tersebut. Pengguna *Virtual Tour* akan merasakan berada di suatu tempat secara nyata hanya dengan menggunakan layar monitor (Baura, Tulenan, & Najoan, 2018). *Virtual Tour* dapat dilakukan dengan penyajian gambar, foto, video maupun model animasi sekalipun. Dalam bidang bisnis *Virtual Tour* sangat banyak membantu pengelola untuk mempromosikan bisnisnya sekaligus memperkenalkan bisnisnya, dan mempermudah mengetahui tempat yang dikunjungi tanpa harus pergi ke tempat tersebut. *Virtual Tour* merupakan solusi sebagai media memperkenalkan suatu tempat, terlebih jika yang dibuatkan *Virtual Tour* mengenai kebudayaan. Menggabungkan teknologi *Virtual Tour* dengan budaya, secara tidak langsung akan melestarikan kebudayaan tersebut, melalui *Virtual Tour* sebagai media penghubung untuk memperkenalkan dan melestarikan kebudayaan tersebut.

Berdasarkan penelitian sebelumnya mengenai *Virtual Tour* yang mengangkat topik budaya dengan objek Pura Campuhan Windhu Segara (Yoga, Harsemadi, & Julyantari, 2021), *Virtual Tour* mengenai Pura Kehen Kabupaten Bangli (Dharma, Harsemadi, & Yasa, 2022), serta *Virtual Tour* mengenai Pura Ulun Kulkul Kabupaten Karangasem (Hadi *et al*., 2022) yang telah menghasilkan aplikasi berbasis website tujuan dibuatnya sistem ini untuk memperkenalkan

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

dan menjelaskan detail mengenai objek-objek yang terdapat di lokasi, serta aplikasi ini dilengkapi dengan *Virtual Tour 360 Degree*. Berdasarkan dari hal tersebut, maka penulis berkeinginan untuk membuat sebuah Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree*. Virtual Tour memiliki perbedaan dengan teknologi lainnya yaitu memungkinkan pengguna yang melihatnya seolah-olah berada di tempat yang mereka lihat. Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Web sebagai media digital yang di dalamnya memuat penjelasan dan fungsi secara rinci tentang *Pelinggih-Pelinggih* dan peninggalan lainnya yang ada di area Pura Luhur Giri Kusuma. Dengan dibuatkan aplikasi ini, diharapkan dapat membantu memperkenalkan dan menyebarluaskan kepada masyarakat mengenai tempat bersejarah yang dilindungi.

2 KAJIAN PUSTAKA

Virtual Tour merupakan salah satu teknologi digital yang memberikan pengalaman, dimana pengguna akan merasakan sensasi "pernah berada" di suatu tempat hanya dengan melihat layar monitor dan tanpa perlu berkunjung secara langsung. *Virtual tour* sendiri adalah sebuah simulasi dari suatu lingkungan nyata, biasanya terdiri dari kumpulan foto-foto panorama. Pengguna nantinya dapat melihat informasi lokasi tersebut secara keseluruhan atau 360 derajat. Oleh karena itu, *Virtual Tour* diharapkan dapat menjadi sebuah media digital yang mampu memperkenalkan suatu tempat kepada masyarakat luas. Penyajian *Virtual Tour* dapat dilakukan dengan cara memanfaatkan gambar, foto ataupun video, selain itu juga dapat menggunakan model 3 dimensi. *Virtual Tour* sendiri kini banyak dimanfaatkan terutama bidang bisnis dan akademik. Pada bidang bisnis *Virtual Tour* sangat membantu dalam publikasi dan pemasaran suatu bangunan atau tempat wisata kepada client dengan menampilkan keadaan dari suatu tempat yang akan di publikasi tersebut. Sedangkan, pada bidang akademik *Virtual Tour* dapat membantu dalam memperkenalkan denah dari suatu instansi pendidikan guna mempermudah pengunjung untuk mengetahui letak gedung dan bangunan yang akan mereka tuju (Thomas, Sompie, & Sugiarso, 2018).

3DVista merupakan sebuah *software* yang digunakan untuk menciptakan suatu perjalanan wisata pada dunia maya dengan menggunakan panorama 360, dimana software ini dapat membantu dalam pembuatan sebuah panorama gambar yang memiliki jangkauan tak terbatas dengan sudut 360 derajat. 3DVista sendiri sudah ada sejak tahun 1999 yang saat itu dipimpin oleh Jose Ruis dan hingga saat ini sudah banyak produk yang membantu dalam dunia Photography (Fauzan, Eka, Akbar, & Fathoni, 2021).

Storyboard atau yang disebut dengan papan cerita adalah sebuah media alternatif yang dapat digunakan untuk membuat sketsa dalam tahap perencanaan. *Storyboard* dapat membantu kita untuk merancang sebuah cerita seperti halnya membuat gambaran kasar sebelum kita membuat objek aslinya. *Storyboard* menggabungkan alat bantu narasi dan visualisasi pada selembar kertas sehingga naskah dan visual dapat terkoordinasi dengan baik. Dengan demikian, kita dapat lebih mudak menyampaikan ide cerita yang kita miliki ke orang lain, karena kita dapat membuat orang berkhayal mengenai apa yang kita sedang kerjakan. Belakangan ini, pengembangan web dan pengembangan perangkat lunak lainnya juga sering kali memanfaatkan papan cerita untuk mempresentasikan alur dari antarmuka, maupun halaman elektroniknya setelah dibuatnya papan cerita tersebut maka hal itu dapat dijadikan panduan dalam mengambil Tindakan (Novita, 2020).

Blackbox Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang berfokus pada pengujian fungsionalnya. Blackbox Testing dilakukan dengan memberi masukan sistem dan mencari letak kesalahan dari sistem tanpa mengetahui kode program. Dengan

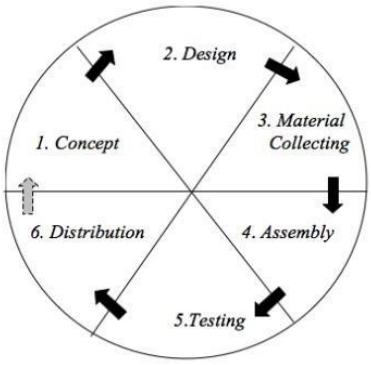
e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

melakukan pengujian ini, maka pembuat program dapat menyempurnakan program yang dibuat dengan memperbaiki kesalahan-kesalahan ataupun kekurangan yang ada pada program tersebut. *Tester* dapat mendefinisikan kumpulan kondisi input dari program dan melakukan pengetesan pada fungsional program. Pada pengujian ini, semua hasil pengujian berada di tangan pengguna agar pembuut program dapat mengetahui apakah sistem telah memenuhi harapan dan bekerja sesuai apa yang diharapkan (Jaya, 2018).

SUS (*System Usability Scale*) merupakan sebuah pengujian untuk mengukur persepsi pengguna terhadap sebuah sistem, metode ini memilki keunggulan yaitu mudah untuk digunakan terhadap responden karena pilihan skala yang diberikan, dapat dipergunakan dalam sample yang berukuran kecil dengan hasil yang *reliable*, dan dapat menghasilkan temuan mana saja yang disebut *Usable* dan mana yang *Unusable* dalam sebuah sistem. Berikut merupakan pernyataan yang digunakan untuk pengujian dengan jumlah 10 pernyataan menggunakan metode pengujian SUS *(System Usability Scale*) dengan skala 5 yaitu dari skala 1 untuk penilaian sangat tidak setuju sampai dengan skala 5 untuk penilaian sangat setuju (H N, Nugroho, & Ferdiana, 2015).

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujan untuk mengembangkan sebuah apliaksi sebagai media informasi pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma dengan menggunakan media teknologi *Virtual Tour* 360 derajat dalam bentuk website. Pada aplikasi ini, metode yang di gunakan untuk pembangunan system adalah *Multimedia Development Life Cycle*. Pada metode ini, *Multimedia Development Life Cycle* memiliki 6 tahapan seperti yang terlihat pada gambar 1 yaitu konsep (*Concept*), perancangan (Desain), pengumpulan bahan (*Material Collecting*), pembuatan (*Assembly*), pengujian (*Testing*), dan distribusi (*Distribution*) (Nata, 2017).



Sumber: Nata (2017)
Gambar 1. Metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC).

Tahapan *concept* adalah tahapan dalam menentukan sebuah ide atau konsep yang akan dibangun. Seperti contohnya, Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis *Website* akan di bangun menggunakan aplikasi sublime text dengan bahasa perograman HTML. Nantinya, aplikasi ini akan mudah di akses karena berbasis website. Di dalam aplikasi tersebut terdapat segala informasi mengenai Pura Luhur Giri Kusuma seperti sejarah, tata letak, dan *Pelinggih-Pelinggih* yang ada. Nantinya, aplikasi tersebut akan ditujukan kepada masyarakat luas. Untuk lebih mematangakan konsep dan dapat melanjutkan ke tahap selanjutnya perlu melakukan analisa 5W+1H dan SWOT.

Tahap desain adalah tahap pembuatan arsitektur pada Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis *Website*. Desain pada aplikasi tersebut akan di kembangkan pada tahap ini. Selain itu, dilakukan juga pembahasan mengenai kebutuhan arsitektur program, tampilan, bentuk serta bahan-bahan untuk pembuatan program secara lengkap. Pada tahap desain penelitian ini terdapat kebutuhan dari pembuatan arsitektur program yaitu perangkat lunak (*software*), perangkat keras (*hardware*), dan perangkat *Photography* dan *Videography*. Terdapat juga pembahasan mengenai bagaimana gambaran umum dari sistem yang akan dibuat, struktur menu, dan juga *storyboard*.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Tahapan *Material Collecting* merupakan tahap pengumpulan bahan-bahan berupa data yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Pengumpulan data sangatlah penting karena data-data yang telah didapat atau dikumpulkan tersebut nantinya akan digunakan untuk memecahkan masalah dari rumusan masalah yang telah ditentukan. Terdapat beberapa langkah-langkah yang digunakan dalam pengumpulan bahan pada penelitian ini yaitu: observasi, wawancara, dan studi literatur.

Observasi merupakan langkah dalam pengumpulan data, dimana penulis melakukan kunjungan serta pengamatan secara langsung ke objek yang akan diteliti. Pada tahap ini, penulis melakukan pengamatan secara langsung ke Pura Luhur Giri Kusuma yang terletak di Desa Pakraman Blahkiuh, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung dengan didukung alat penunjang kegiatan observasi seperti kamera untuk melakukan pengambilan gambar, alat perekam untuk menyimpan informasi secara lisan, serta buku. Selain melakukan observasi, penulis juga melakukan persembahyangan serta meminta izin kepada Jero Mangku I Made Suarjana Pura Luhur Giri Kusuma dan kepada Bapak I Gusti Agung Ketut Sudaratmaja selaku Bendesa Adat Blahkiuh untuk menjadikan Pura Luhur Giri Kusuma sebagai objek penelitian.

Wawancara merupakan langkah pengumpulan data yang dilakukan setelah langkah observasi. Wawancara merupakan sebuah proses untuk mendapatkan keterangan atau informasi dengan cara melakukan tanya jawab bersama tokoh ahli dibidangnya. Ketika melakukan observasi, penulis berkesempatan melakukan wawancara langsung dengan Jero Mangku I Made Suarjana Pura Luhur Giri Kusuma dan Bendesa Adat Blahkiuh Bapak I Gusti Ketut Sudaratmaja, sehingga mendapatkan informasi secara lengkap mengenai Pura Luhur Giri Kusuma.

Studi literatur merupakan salah satu tahapan yang dilakukan untuk mengumpulkan data, dimana data yang diperoleh berasal dari jurnal, dan juga buku literatur yang berkaitan dengan objek dalam penelitian yang akan dibuat, serta dapat dijadikan sebagai pedoman dalam pembuatan aplikasi *Virtual Tour 360*. Buku yang digunakan pada penelitian ini merupakan buku yang membahas mengenai Pura Luhur Giri Kusuma yang di susun oleh Bapak I Gusti Agung Ketut Sudaratmaja selaku Bendesa Adat Blahkiuh, dimana pada kesempatan kali ini penulis mendapatkan buku tersebut ketika melakukan observasi ke Pura Luhur Giri Kusuma. Selain buku, penulis juga mendapatkan informasi dan data melalui jurnal-jurnal dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Pada tahap *Assembly*, semua bahan-bahan yang telah dikumpulkan sebelumnya diolah menjadi sebuah aplikasi yang nantinya dapat bermanfaat bagi Pura Luhur Giri Kusuma dan juga masyarakat umum. Pembuatan aplikasi tersebut menggunakan beberapa aplikasi pendukung seperti *Sublime Text, 3D Vista, Adobe Lightroom, Adobe Pemiere Pro CC 2019, Adobe Photoshop CS6.*

Tahap testing atau pengujian sistem merupakan tahap yang dilakukan oleh pembuatnya atau peneliti dengan tujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang telah selesai dibangun dapat berjalan dengan baik dan dapat digunakan atau masih ada kekurangan pada sistem aplikasi tersebut. Tahap pengujian pada sebuah Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis *Website* ini menggunakan dua metode yaitu: *Blacbox Testing* dan *System Usability Scale* (SUS).

Tahap distribution merupakan proses penyebarluasan dari sistem yang telah dibuat. Proses pendistribusian ini dilakukan setelah melawati proses pengujian. Agar pengguna dapat mengetahui sistem atau aplikasi yang telah dibuat maka proses pendistribusian sangatlah diperlukan. Terdapat beberapa cara yang dilakukan dalam proses pendistribusian yaitu *Instagram, Youtube,* dan juga Hosting pada *Website*.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website merupakan sebuah gagasan yang

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

memberikan sensasi berada di Pura Luhur Giri Kusuma kepada para pengguna hanya dengan melihat layar monitor. Proses pembuatan Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website ini menggunakan metode pengembangan sistem yaitu MDLC (*Multimedia Development life cycle*) guna memudahkan untuk merealisasikan sistem agar hasilnya sesuai dengan apa yang ada pada perancangannya.

4.1 Concept

4.1.1 Analisa 5W + 1H

1. *What* (Aplikasi seperti apa yang dibangun?)
   Aplikasi yang akan dibangun adalah sebuah aplikasi berbasis website yang nantinya dapat dijadikan sebagai media pengenalan digital mengenai Pura Luhur Giri Kusuma yang memiliki teknologi *Virtual Tour 360*.
2. *Where* (Dimana aplikasi ini akan diimplementasikan?)
   Aplikasi ini nantinya akan diimplementasikan pada platform website.
3. *When* (Kapan aplikasi ini digunakan?)
   Aplikasi ini dapat digunakan kapan dan dimana saja oleh pengguna, melalui browser yang dimiliki pengguna dan juga wajib terhubung ke jaringan internet.
4. *Why* (Mengapa merancang dan membangun aplikasi ini?)
   Alasan mengapa penulis merancang dan membangun Aplikasi *Virtual Tour* pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma ini bertujuan media pengenalan digital yang mampu memberikan informasi secara lengkap mengenai Pura Luhur Giri Kusuma mulai dari sejarah, tata ruang dan tata letak, serta *Pelinggih-Pelinggih* yang ada, dan juga peninggalan bersejarah yang masih utuh sampai saat ini di Pura Luhur Giri Kusuma.
5. *Who* (Siapa yang menjadi target pengguna dari aplikasi ini?)
   Target pengguna dari aplikasi ini nantinya adalah seluruh golongan masyarakat yang ingin mengetahui informasi mengenai Pura Luhur Giri Kusuma.
6. *How* (Bagaimana cara untuk merealisasikan aplikasi ini?)
   Merealisasikan aplikasi ini adalah dengan cara mengolah data yang menjadi acuan dalam pembangunan aplikasi ini. Data-data tersebut diperoleh dengan cara melakukan observasi secara langsung ke objek penelitian yang dalam hal ini Pura Luhur Giri Kusuma, selanjutnya melakukan wawancara dengan narasumber yang terkait dengan objek penelitian, dan data yang terakhir yakni dengan melakukan studi literasi berupa membaca maupun jurnal dari penelitian sebelumnya.

4.1.2 Analisa SWOT

1. *Strength* (Keunggulan)
   Apa keunggulan dari aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma? Keunggulan dari aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma ini adalah dapat membuat masyarakat yang belum pernah berkunjung ke Pura Luhur Giri Kusuma merasakan seakan-akan berada di Pura Luhur Giri Kusuma hanya dengan melihat layar monitor tanpa perlu berkunjung secara langsung, karena adanya dukungan teknologi *Virtual Tour*. Dengan adanya aplikasi *Virtual Tour* berbasis *website*, diharapkan mampu menarik minat masyarakat serta menjadi media pengenalan digital untuk Pura Luhur Giri Kusuma dan dapat menjadi suati kelebihan pada aplikasi ini.
2. *Weakness* (Kelemahan)
   Apa kelemahan dari aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma? Kelamahan dari aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma adalah pada sisi perangkat yang digunakan untuk mengakses, karena tidak semua perangkat dapat mendukung (*support*) dalam menjalankan aplikasi *Virtual Tour* ini,

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

dibutuhkan perangkat yang memiliki spesifikasi tertentu agar aplikasi ini dapat berjalan dengan optimal.

3. *Opportunity* (Kesempatan)
   Kesempatan seperti apa yang akan diperoleh pengguna setelah menggunakan aplikasi ini? Kesempatan yang diperoleh pengguna setelah menggunakan aplikasi ini adalah pengalaman merasakan seakan-akan berada di Pura Luhur Giri Kusuma hanya dengan melihat layar monitor tanpa berkunjung secara langsung, serta dapat berkeliling secara *virtual* mengenal apa saja yang di Pura Luhur Giri Kusuma. Sehingga membuat aplikasi ini menjadi media pengenalan digital yang menarik serta mudah disukai oleh segala kalangan masyarakat yang ingin mengetahui tentang Pura Luhur Giri Kusuma.
4. *Threats* (Ancaman)
   Apa yang akan menjadi ancaman apabila aplikasi ini dikembangkan? Ancaman yang akan datang apabila aplikasi ini dikembangkan adalah munculnya para peneliti berupa aplikasi-aplikasi baru yang sejenis dengan *Virtual Tour* yang bahkan dapat memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik.

4.2 Design

4.2.1 Kebutuhan Arsitektur Program

Dalam membangun Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma, diperlukan perangkat lunak (*software*), dan perangkat keras (*hardware*) sebagai pendukung proses perancangan dan pembuatan aplikasi, dimana kegunaan kedua perangkat tersebut nantinya akan saling melengkapi satu sama lain. Berikut merupakan perangkat lunak (*software*). Berikut merupakan perangkat lunak (software) yang dibutuhkan dalam membangun Aplikasi *Virtual Tour* pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma.

1. 3D Vista *Virtual Tour*
2. Adobe Lightroom Classic 2020
3. Adobe Illustrator CC 2020
4. Adobe Premiere CC 2020
5. Sublime Text 3

Perangkat Keras (*hardware*) adalah sebagai pendukung proses perancangan dan pembuatan Aplikasi Virtual Tour Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma. Adapun perangkat keras (*hardware*) yang diperlukan berupa sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. *Type*: ASUS A442U
2. *Processor*: Intel Core i7-8550U 1.80 Ghz
3. RAM: 8 GB
4. VGA: Nvidia Geforce MX130
5. *System type*: Windows 10 64-bit operating system

Dalam pengambilan gambar dan video yang digunakan pada pembuatan aplikasi Virtual Tour pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma, diperlukan beberapa perangkat pendukung untuk mendapatkan hasil gambar dan video yang optimal. Berikut merupakan perangkat *Photography* dan *Videography* yang dibutuhkan dalam membangun Aplikasi Virtual Tour Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma:

1. Samsung Gear 360.
2. Sony A7 Mirrorless.
3. Microphone.
4. Monopod.
5. Tripod.

4.2.2 Struktur Menu

Struktur menu adalah suatu penggambaran umum dari menu-menu yang ditampilkan pada sebuah aplikasi. Menu-menu yang ada pada tahapan ini dibagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan aplikasi ini. Gambaran struktur menu pada Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma dapat dilihat pada Gambar 2:

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

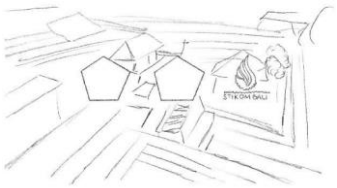
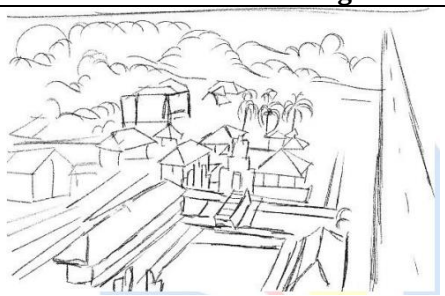
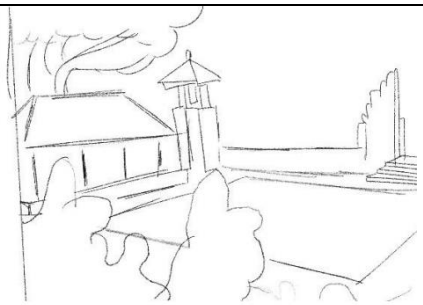


Sumber: Penelitian (2023)
Gambar 2. Struktur Menu.

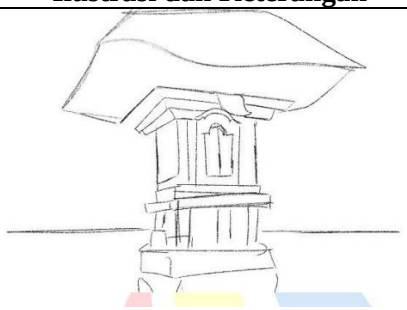
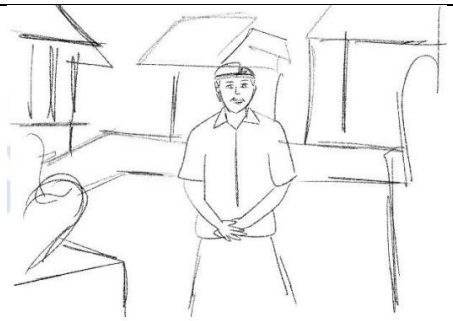
4.2.3 *Storyboard*

Storyboard atau yang disebut dengan papan cerita adalah sebuah media alternatif yang dapat digunakan untuk membuat sketsa dalam tahap perencanaan. *Storyboard* dapat membantu kita untuk merancang sebuah ide cerita seperti halnya membuat kasar sebelum kita membuat objek aslinya. Sketsa-sketsa yang dibuat merupakan gambaran umum dan inti dari alur cerita yang nantinya akan dituangkan ke dalam sebuah video pengenalan. Berikut merupakan *storyboard* atau papan cerita untuk Video Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma pada website Virtual Tour Pura Luhur Giri Kusuma.

Tabel 1. *Storyboard*.

No	Ilustrasi dan Keterangan
1	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *High Angle* **Deskripsi:** Menampilkan *opening* video logo Kabupaten Badung, Desa Blahkiuh, dan ITB STIKOM Bali.
2	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *High Angle* **Deskripsi:** Menampilkan keindahan Pura Luhur Giri Kusuma menggunakan *drone.*
3	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *Low Angle* **Deskripsi:** Menampilkan kemegahan *Patung Raksasa Dwarapala* yang berada di *Nista Mandala*.
4	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *Straight Angle* **Deskripsi:** Menampilkan areal *Madya Mandala* dan berisi pengisi suara.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

No	Ilustrasi dan Keterangan
5	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *Low Angle* **Deskripsi:** Menampilkan *Pelinggih* yang berada di *Utama Mandala*
6	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *Straight Angle* **Deskripsi:** Menampilkan tayangan wawancara yang dilakukan oleh Bendesa Adat Blahkiuh mengenai Pura Luhur Giri Kusuma
7	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *Straight Angle* **Deskripsi:** Menampilkan gambar mengenai Tradisi *Ngerebeg*
8	 **Audio:** *Balinese Music* (Sugi Art) **Kamera:** *Low Angle* **Deskripsi:** Menampilkan *Pelinggih Samuan Tiga* yang berada di areal *Utama Mandala*

Sumber: Penelitian (2023)

4.3 *Assembly*

Dalam pembuatan Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma menggunakan kamera Insta 360 One X2 yang dibantu menggunakan tripod agar lebih stabil dalam pengambilan gambar panorama 360 derajat, selain itu juga menggunakan beberapa software pendukung untuk pengolahan hasil gambar panorama 360 derajat menjadi sebuah Aplikasi *Virtual Tour*.

Tahap implementasi sistem merupakan tahap penggabungan dari setiap data-data yang sebelumnya telah dikumpulkan dan telah diolah menyesuaikan seperti apa yang dimuat pada tahap perancangan. Gambar 3 merupakan hasil implementasi sistem dari *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis Website dibuat sesuai dengan rancangan antarmuka yang telah ditentukan sebelumnya.

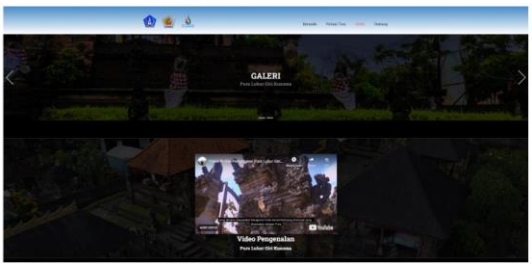


Sumber: Penelitian (2023)

Gambar 3. Implementasi Aplikasi *Virtual Tour.*

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Gambar 3 di atas menunjukkan tampilan pada aplikasi *Virtual Tour* di mana terdapat rangkaian gambar-gambar panorama 360 derajat beserta penjelasan dari tiap-tiap pelinggih yang ada pada Pura Luhur Giri Kusuma. Aplikasi *Virtual Tour* telah dilengkapi beberapa tombol yang memiliki fungsinya masing-masing guna mempermudah pengguna dalam mengoperasikannya. Pada denah yang terdapat di aplikasi *Virtual Tour*, juga telah dilengkapi dengan radar yang mempermudah pengguna untuk mengetahui pandangan saat ini.



Sumber: Penelitian (2023)
Gambar 4. Implementasi Halaman Galeri.

Gambar 4 di atas merupakan implementasi Halaman Galeri pada website *Virtual Tour* Pura Luhur Giri Kusuma. Pada halaman ini menampilkan foto-foto setiap pelinggih di Pura Luhur Giri Kusuma dan juga terdapat video pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma.

4.4 *Testing*

Tahapan Pengujian Sistem (*testing*) dilaksanakan Ketika tahap pembuatan (*assembly*) telah selesai dilakukan. Dengan menjalankan aplikasi atau program yang telah selesai dibuat maka nantinya kita dapat melihat apakah masih terdapat kesalahan atau tidak. Pada pengujian sistem kali ini menggunakan metode *Blackbox Testing* dan SUS (*System Usability Scale*).

BlackBox Testing merupakan salah satu metode pengujian sistem yang digunakan mengevaluasi kesalahan-kesalahan fungsi yang ada pada sistem. Pengujian ini dilakukan dengan *Teknik State Diagram (STD),* yaitu teknik yang dilakukan dengan berurutan sesuai dengan transisi, keadaan dan juga kejadian diantara inputan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua transisi sudah berjalan sesuai dengan harapan.

SUS (System Usability Scale) merupakan pengujian yang dilakukan secara objektif yang melibatkan beberapa orang responden dengan mempersilahkan responden untuk mencoba Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* untuk kemudian memberikan penilaian terhadap uji coba dari aplikasi. Pengujian ini dilakukan dengan 45 orang responden. Penggunaan *SUS* dalam melakukan pengujian lebih menekan perspektif pengguna akhir sehingga hasil evaluasi akan lebih sesuai dengan keadaan nyata. Pengujian *SUS* memiliki 10 pertanyaan sebagai alat pengujian. Data dari hasil hitung responden, diperoleh total skor nilai rata-rata dari 45 orang responden yaitu sebesar 72 skor. Jadi dapat disimpulkan bahwa dari hasil pengujian kuisioner yang telah dilakukan kepada 45 orang responden mengenai pengujian Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma Berbasis *Website* ini berada di ***Grade C*** atau bisa dikatakan aplikasi ini berada dikategori ***good*** dan sudah termasuk ***acceptable*** atau sudah bisa diterima.

4.5 *Distribution*

Pendistribusian merupakan sebuah proses penyebarluasan dari sistem yang telah dibuat setelah melewati proses pengujian. Proses ini bertujuan untuk membuat para pengguna agar dapat mengetahui dan menggunakan sistem atau aplikasi yang telah dibuat tersebut. Adapun beberapa cara yang dilakukan dalam proses pendistribusian ini, yaitu: *Youtube*, Media Sosial, dan *Google Drive*.

Youtube merupakan salah satu platform yang sangat powerfull dan kini banyak diminati masyarakat. Bukan hanya sekedar untuk menonton hiburan saja, namun juga dapat menjadi suatu media

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

promosi terhadap aplikasi yang kita buat karena memiliki cakupan penonton videonya yang sangat luas. Berikut merupakan tautan dari *Video Profile* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma yang sudah diunggah ke platform *Youtube* serta dapat diakses oleh masyarakat luas : *https://youtu.be/IDURsa5DjSg* atau pun dapat dicari pada opsi pencarian *Youtube* dengan menuliskan judul video yakni "Video Profile Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma".

Media sosial merupakan salah satu platform yang hamper setiap saat masyarakat gunakan, baik itu untuk urusan pribadi, hingga urusan pekerjaannya. Salah satu media sosial yang sati ini kerap dijadikan media promosi produk maupun jasa yang mana dapat dilihat oleh masyarakat luas. Berikut merupakan unggahan pada *Feeds* Instagram guna mempromosikan Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma.

Google Drive merupakan sebuah media penyimpanan berbasis *Cloud* yang Sebagian besar kini masyarakat gunakan Sebagai media penyimpanan. Dengan mengunggah Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma ke *Google Drive* merupakan suatu kesempatan untuk kita memperkenalkan aplikasi yang dibuat kepada para calon pengguna dengan hanya memberikan link akses tanpa membutuhkan banyak biaya.

5 SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dirumuskan kesimpulkan sebagai berikut. Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma merupakan aplikasi jelajah *virtual* dengan menekan setiap tombol yang berada dalam aplikasi *Virtual Tour.* Sebagai referensi dan sebagi jejak digital di Pura Luhur Giri Kusuma. Aplikasi *Virtual Tour 360 Degree* Pengenalan Pura Luhur Giri Kusuma menggunakan metode *MDLC (Multimedia Development Life Cycle)* sebagai acuan dalam proses pembuatan aplikasi. Berdasarkan hasil pengujian aplikasi menggunakan metode *Black Box Testing* yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa setiap fitur aplikasi telah berjalan lancar dan sesuai dengan apa yang dikonsepkan dan direncanakan. Berdasarkan pengujian kuesioner yang telah dilakukan, terdapat hasil 72 skor yang mana dapat diartikan bahwa aplikasi ini dapat membantu memperkenalkan keberadaan Pura Luhur Giri Kusuma kepada masyarakat dan sudah *acceptable* atau sudah bisa diterima. Kekurangan dari penelitian ini adalah platform yang digunakan hanya terbatas pada website, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih jauh lagi terkait pengalaman penggunaan aplikasi ini dalam segi *User Experience*.

DAFTAR PUSTAKA

Baura, E. A., Tulenan, V., & Najoan, X. B. (2018). Virtual Tour Panorama 360 Derajat Tempat Wisata Kota Tobelo. *J. Tdek. Inform., 13*(3).

Dharma, K. A., Harsemadi, I. G., & Yasa, I. W. (2022). Aplikasi Virtual Tour 360 Degrees Pengenalan Pura Kehen Bangli Berbasis Multimedia. *Seminar Nasional CORISINDO* (p. 364). Denpasar: STIKOM Bali.

Fauzan, A., Eka, Z. M., Akbar, Z. F., & Fathoni, K. (2021). Pengembangan Aplikasi Virtual Tour sebagai Media Pengenalan Lingkungan Kampus. *Jurnal Teknologi Terpadu, 7*(1), 23-30.

H N, I. A., Nugroho, P. I., & Ferdiana, R. (2015). Pengujian Usability Website Menggunakan System Usability Scale. *JURNAL IPTEKKOM (Jurnal Ilmu Pengetahuan & Teknologi Informasi), 17*(1), 31.

Hadi, R., Sidhiantari, I. G., Lamopia, I. W., Suwirmayanti, N. L., Ciptahadi, K. G., & Saryanti, I. G. (2022). VIRTUAL TOUR 360 DEGREE PENGENALAN PURA ULUN KULKUL SEBAGAI

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

HULUNING KULKUL RING BALI. *NARATIF : Jurnal Ilmiah Nasional Riset Aplikasi dan Teknik Informatika, 4*(2), 129-137.

Jaya, T. S. (2018). Pengujian Aplikasi dengan Metode Blackbox Testing Boundary Value Analysis. *J. Inform. Pengemb. IT, 3*(2), 45-46.

Nata, G. N. (2017). Aplikasi Virtual Tour Guide Sebagai Media Promosi Pariwisata Di Bali.

Novita, I. (2020). Pengembangan Bahan Ajar Menulis Teks Cerpen Berdasarkan. *J. Kaji. Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, *3*(1), 46-52.

Sudaratmaja, I. G. (2007). Purana Pura Luhur Giri Kusuma.

Thomas, D. G., Sompie, S. R., & Sugiarso, B. A. (2018). Virtual Tour Sebagai Media Promosi Interaktif Penginapan Di Kepulauan Bunaken. *J. Tek. Inform.*, *13*(1), 14-22.

Tunjungsari, K. R. (2018). Karakteristik dan Persepsi Wisatawan Mancanegara di Kawasan Sanur dan Canggu, Bali. *J. Pariwisata Terap.*, *2*(2), 108.

Yoga, I. P., Harsemadi, I. G., & Julyantari, N. K. (2021). Virtual Tour 360 Degree Pengenalan Pura Campuhan Windhu Segara Berbasis Website. *Seminar Nasional CORISINDO*. Banten: UNIVERSITAS RAHARJA.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Implementasi *Augmented Reality* untuk Pengenalan Hewan Berbasis Android bagi Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD)

Arfita Asryani Tobo, Darsono Nababan, Risald
Teknologi Informasi, Universitas Timor
Email: arfitatobo2@gmail.com, darsono.nababan@unimor.ac.id, risaldsyarifuddin@gmail.com

Abstrak

Saat ini untuk mempelajari berbagai jenis hewan pada pendidikan anak usia dini hanya dapat dipelajari dalam bentuk buku-buku atau *flash card*. Sehingga media-media tersebut masih belum memiliki ketertarikan sendiri ataupun menarik minat dari anak-anak untuk mengenali berbagai jenis hewan. Berdasarkan jenis makanan hewan di bagi kedalam tiga kategori yaitu herbivora, karnivora, dan omnivora. Pada penelitian ini dibangun sebuah aplikasi *augmented reality* pengenalan hewan berbasis Android dengan tujuan menghasilkan *augmented reality* yang dapat menarik minat belajar bagi pendidikan anak usia dini. Aplikasi AR Hewan ini menggunakan teknologi *marker based augmented reality* yang memanfaatkan *marker* sebagai penanda yang akan dideteksi oleh kamera *smartphone* untuk menampilkan objek hewan 3D secara virtual. Berdasarkan pada hasil pengujian, aplikasi AR Hewan dapat mendeteksi *marker* dengan jarak 10 cm sampai 50 cm, pada sudut kemiringan 30^0 sampai 90^0 dan objek 3D masih dapat terdeteksi dalam keadaan *marker* terhalang benda lain hingga 70%.

Kata kunci: *Android, Augmented Reality,* Pengenalan Hewan

Abstract

Currently studying various types of animals in early childhood education can only be studied in the form of books or flash cards. So that these media still do not have their own interest or even attract interest from children to recognize various types of animals. Based on the type of food animals, are divided into three categories namely herbivores, carnivores and omnivores. In this study, an Android-based animal recognition augmented reality application was built with the aim of producing augmented reality that can attract interest in learning for early childhood education. This AR Animal application uses marker based augmented reality technology that utilizes markers as markers that will be detected by smartphone cameras to display 3D animal objects virtually. Based on the test results, the AR Animal application can detect markers with a distance of 10 cm to 50 cm, at an angle of 30° to 90° and 3D objects can still be detected when the marker is blocked by other objects up to 70%.

Keywords: *Android, Augmented Reality, Animal Recognition*

1 PENDAHULUAN

Pada era globalisasi seperti ini, pemanfaatan teknologi informasi tidak dapat diabaikan, karena cenderung mempengaruhi cara berpikir maupun berperilaku. Seiring berjalannya waktu *augmented reality* berkembang dengan pesat sehingga memungkinkan pengembangan aplikasi ini diberbagai bidang salah satunya dalam bidang pendidikan seperti Penerapan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran Sistem Pencernaan Pada Manusia Dalam Mata

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Pelajaran Biologi (Mauludin *et al*, 2017). Teknologi *AR* dapat diterapkan dalam dunia pendidikan, karena dapat memberikan informasi yang praktis, mudah dipahami dan dapat menggambarkan ilustrasi dari informasi yang disajikan. Hal seperti ini, didukung karena penggunaan teknologi pada bidang pendidikan di Indonesia belum memadai yang disebabkan beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah pengadaan fasilitas dalam proses belajar dan mengajar yang sampai dengan saat ini belum diterapkan dengan menggunakan teknologi *augmented reality* terkhususnya dalam hal mengenal objek-objek yang harus dipelajari oleh anak-anak (Mubaraq *et al*., 2018). Hingga saat ini, media-media pembelajaran yang ditawarkan ternyata selalu mengikuti arus perkembangan teknologi yang ada, berawal dari teknologi cetak, audio dan visual, komputer hingga teknologi gabungan diantaranya teknologi cetak dengan komputer yang dapat memberikan inovasi baru dalam pembelajaran dengan mengutamakan konsep pembelajaran yang menarik, dinamis dan inovatif (Munawaroh & Ratama, 2019). *Augmented Reality* (*AR*) merupakan teknologi yang memadukan benda bersifat maya 2D atau 3D ke dalam lingkungan nyata yang bersifat tiga dimensi kemudian benda maya tersebut tampil dalam suatu realitas berupa informasi (Vallino & Brown, 1998). Dengan adanya perkembangan teknologi *Augmented Reality* berupa penggabungan antara dunia nyata dengan benda maya dalam waktu yang sama, penerapan teknologi tersebut dapat diaplikasikan dan diimplementasikan dalam *Smartphone* berbasis Android dengan menggunakan kamera sehingga aplikasi yang dirancang memberikan manfaat berupa interaksi dalam memudahkan anak-anak mengenal objek hewan.

Jenis makanan hewan ada tiga yaitu herbivora, karnivora, dan omnivora. Semakin banyak media pembelajaran yang mengangkat tema pengenalan hewan untuk anak-anak usia dini, seperti buku-buku ensiklopedia, poster hewan, *flashcard* hewan, dan lain sebagainya. Namun banyak media-media tersebut masih belum memiliki ketertarikan tersendiri ataupun menarik minat dari anak-anak untuk mengenali berbagai jenis hewan. Ketika ingin tahu semakin tinggi, maka anak-anak membutuhkan sesuatu yang lebih menarik dari pada sekedar buku bergambar karena setiap anak tidak dapat merasakan atau melihat bentuk maupun keaslian dari gambar tersebut. Untuk itu diterapkan teknologi berbasis *Augmented Reality* yang diharapkan dapat memberikan kemudahan untuk menunjang sistem belajar dan mengajar supaya lebih baik secara kualitas terhadap Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) dalam mengenal, mengetahui, dan memahami berbagai jenis hewan.

2 KAJIAN PUSTAKA

Sebagai bahan acuan penelitian ini, dicantumkan beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan acuan:

1) Penelitian yang dilakukan oleh Budi Anandita Nugraha yang berjudul "Penerapan *Augmented Reality* Pada Pengenalan Hewan Nokturnal". Aplikasi pengenalan hewan nokturnal yang dibuat dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* dapat membantu menstimulasi cara berpikir anak-anak secara konseptual dan merasakan suasana belajar secara interaktif dan atraktif serta lebih menyenangkan (Nugraha *et al*., 2019).
2) Penelitian yang dilakukan oleh Sri Rahayu yang berjudul "Aplikasi Pengenalan Hewan Untuk Anak Berbasis Android Menggunakan Teknologi *Augmented Reality*". Aplikasi pengenalan hewan ini dibangun menyajikan objek animasi 3D hewan ketika gambar target berhasil terdeteksi oleh kamera, sehingga anak-anak dengan mudah memproyeksikan pemodelan animasi hewan 3D (Rahayu *et al*., 2021).

2.1 *Augmented Reality*

Augmented Reality adalah sebuah teknologi yang menggabungkan benda-benda nyata dan maya di lingkungan nyata, sehingga

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

memungkinkan penggunanya untuk mengalami dunia dalam waktu nyata dengan penambahan efek dari dunia virtual. Dengan kamera kita dapat mendeteksi gambar mati menjadi bergerak misalnya pada tulisan bisa terlihat hidup dengan adanya dukungan efek visual dan penambahan audio pada objek yang ada di hadapan kamera. Melalui perangkat-perangkat *input* tertentu dapatdiintegrasikan secara efektif (Azuma, 1997).

2.2 *Blender*

Blender adalah *software* untuk membuat kreasi model 3D, selain itu untuk pemodelan 3D *Blender* juga digunakan untuk membuat tekstur untuk model 3, *lightning* (pencahayaan) pada model 3 dimensi dan visualisasi, *Blender* mempunyai fitur untuk membuat simulasi pergerakan manusia berupa simulasi 3 dimensi. *Blender*digunakan untuk membuat objek atau konten multimedia khususnya 3 dimensi, ada kelemahan dan beberapa kelebihan yang dimiliki *Blender* dibandingkan *software* sejenis. *Blender* merupakan *software*gratis yang bisa dengan mudah kita memodifikasi *source code*nya secara bebas untuk penggunaan pribadi atau komersial, selama tidak melanggar GNU *General Public License* yang digunakan oleh *Blender* (Muhammad Alfiansyah, 2018).

2.3 *Vuforia SDK (Software Development Kit)*

Vuforia adalah pengembangan perangkat lunak *Augmented Reality* (SDK) untuk perangkat seluler yang memungkinkan pembuatan aplikasi *AR*. *Vuforia* SDK dapat digabungkan dengan *Unity* khususnya ekstensi *Vuforia AR* untuk *Unity*. *Vuforia* didukung oleh *Qualcomm* untuk membantu pengambang membuat dan mengembangkan aplikasi *augmented reality* di *smartphone* dengan sistem opererasi Android dan iOS. *ARVuforia* menyediakan mode interaktif yang menggunakan kamera ponsel sebagai perangkat input, seperti mata elektronik yang mendeteksi sebuah *marker* atau penanda tertentu, sehingga kombinasi pada layar*smartphone* dapat ditampilkan perpaduan antara dunia yang digambar oleh aplikasi dan dunia nyata. Dengan demikian, *Vuforia* merupakan SDK yang menggunakan teknologi *computer vision based AR* untuk megenali dan melacak gambar planar (target *image*) dan objek 3D sederhana, seperti kotak, secara *real time*. Jenis aplikasi *AR* lainnya adalah AR berbasis GPS (Simanjuntak, 2016).

2.4 *Unity 3D*

Unity merupakan *game developing software.* Aplikasi ini menggunakan *game engine unity* 3D karena unity 3D mendukung Bahasa pemrograman C#. Unity 3D juga lebih fokus pada konten dari pada kode, di mana fokusnya adalah bagaimana meletakkan asset dalam ruang 3D atau 2D*Game developer* ini sangat mudah digunakan, dengan antar muka grafis yang memungkinkan kita dengan mudah melakukan perubahan dan menghasilkan skrip untuk membuat *game* 3D. Selain bisa untuk membuat *game* PC, *unity* juga bisa digunakan untuk membuat konsol *game* seperti *Nintendo Wii*, PS3, *Xbox* 360, juga *iOs*, dan *Android*. *Unity* kurang lebih mirip dengan mesin *game blender* sedangkan *unity* lebih ringan dan lebih terintegrasi dalam suasana grafik (Maleh *et al*, 2021).

3 METODE PENELITIAN

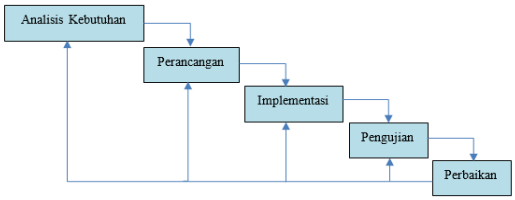
Dalam penelitian ini, menggunakan tipe penelitian terapan yang berfungsi untuk mencari solusi dalam memecahkan masalah-masalah dalam bidang tertentu seperti penggunaan teknologi *augmented reality* yang masih terbatas pada saat ini.

3.1 Tahapan Penelitian

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah metode *waterfall*. Metode *waterfall* memiliki lankah-langkah utama dari model *waterfall* yang mencerminkan kegiatan pengembangan dasar. Terdapat 5 (lima) langkah dalam pendekatan *waterfall*, yaitu analisis dan definisi kebutuhan, perancangan sistem dan perangkat lunak, implementasi dan

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

pengujian unit, integrasi dan pengujian sistem, serta operasi dan pemeliharaan.



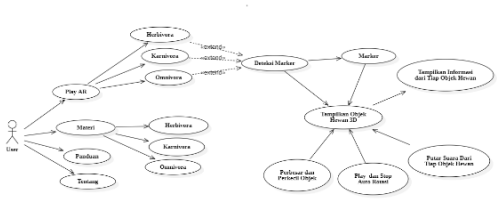
Gambar 1. *Flowchart Model Waterfall*

Berikut adalah tahapan pengembangan sistem yang digunakan dengan menerapkan metode *waterfall*.

1. Analisis Kebutuhan (*Requirement Analysis*)
   Merancang persyaratan minimum perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat aplikasi. Pengumpulan kebutuhan dilakukan secara intensif untuk menspesifikasikan kebutuhan agar dapat dipahami perangkat keras dan perangkat lunak apa yang dibutuhkan oleh *user*.
2. Perancangan (*Design*)
   Perancangan dilakukan proses multi-langkah yang berfokus pada desain dan pembuatan program aplikasi AR Hewan termasuk struktur data, arsitektur perangkat lunak, representasi antarmuka, dan proses pengkodean. Langkah ini mengubah persyaratan perangkat lunak dari langkah analisis kebutuhan menjadi representasi desain sehingga dapat diimplementasikan menjadi program pada tahap selanjutnya.
3. Implementasi Sistem (*Implementation*)
   Implementasi dilakukan dengan mengkonversi bahasa manusia ke dalam sebuah bahasa pemrograman berdasarkan desain yang sudah dirancang dan dianalisa pada tahap sebelumnya, dengan menggunakan bahasa pemrograman C# (C *sharp*) hingga menghasilkan sebuah aplikasi *augmented reality* berbasis Android. Selanjutnya menerapkan aplikasi yang telah dibangun dengan menggunakan data untuk mengetahui apakah aplikasi berjalan optimal sesuai dengan yang diharapkan.
4. Pengujian (*Verification*)
   Pengujian sistem untuk memastikan persyaratan perangkat lunak dan perangkat keras pada aplikasi *augmented reality* berbasis Android telah terpenuhi. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kelemahan atau kesalahan dari sistem yang dibangun sehingga dapat dikembangkan untuk menjadi sebuah aplikasi yang cocok digunakan pada *smartphone* yang menjalankan sistem operasi Android.
5. Perbaikan (*Maintenance*)
   Pada tahap terakhir dalam metode *waterfall*, setelah selesai diuji coba maka perangkat lunak akan dilakukan perbaikan dan perawatan jika terdapat masalah fungsionalitas pada sistem, kerena kemungkinan untuk terjadi suatu kesalahan pada perangkat lunak sehingga membutuhkan proses perbaikan dari waktu ke waktu.

3.2 *Use Case Diagram*

Use case menggambarkan skenario atau alur dari interaksi antara pengguna dan sistem yang dirancang. Diagram *use case* mendeskripsikan relasi antara aktor dengan aktivitas yang dilakukan pada aplikasi AR Hewan.



Gambar 2. *Use Case Diagram*

Pada Gambar 2 menjelaskan rancangan sistem *use case* dimana terdapat *user* sebagai pengguna aplikasi. Adapun *user* dapat menggunakan dan mengoperasikan aplikasi, membuka menu *home*, melihat menu *play* AR yang dibagi ke dalam tiga kategori herbivora, karnivora, dan omnivora lalu mendeteksi *marker* yang

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

diarahkan ke hadapan kamera selanjutnya sistem akan menampilkan 3D hewan beserta deskripsi lengkap dari objek hewan tersebut. Selain itu *user* dapat melihat menu materi, panduan dan tentang dari aplikasi AR Hewan.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

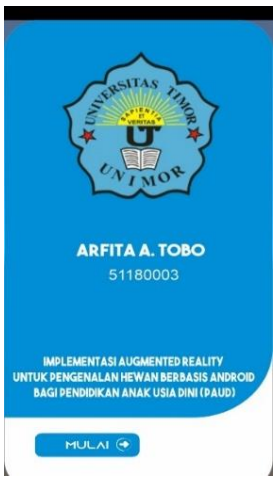
4.1 Implementasi

Aplikasi implementasi pengenalan hewan *augmented reality* yang dirancang adalah sebuah aplikasi yang di bangun untuk membantu pengguna (anak-anak) mengetahui tentang berbagai jenis hewan yang ada dengan memanfaatakan *smartphone* Android sebagai media pengenalan hewan.

Aplikasi AR Hewan di bangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C# dengan menggunakan editor *Unity* 3D, serta dapat berjalan di *smartphone* Android dengan minimal versi Android 8 (*Oreo*). Agar dapat dioperasikan dengan mudah, anak-anak dapat menggunakan layar sentuh untuk memilih menu-menu yang disertakan dalam aplikasi AR Hewan. Aplikasi AR Hewan di rancang dengan *user interface* yang menarik dan mudah dipahami, sehingga pengguna tidak kebingungan saat menggunakannya.

1. Menu Awal

Pada menu awal aplikasi ini terdapat satu *button*mulai yang berfungsi untuk mengarahkan kita ke menu utama dari aplikasi AR Hewan.



Gambar 3. Tampilan Menu Awal

2. Menu Utama

Halaman menu utama memiliki lima menu, yaitu menu *Play* AR, Materi, Panduan, Tentang dan *Exit*. *User* dapat menekan salah satu tombol untuk mengakses fungsi dari tombol tersebut dan halaman yang ada pada aplikasi AR Hewan.



Gambar 4. Tampilan Halaman Menu Utama

3. Menu *Play*AR

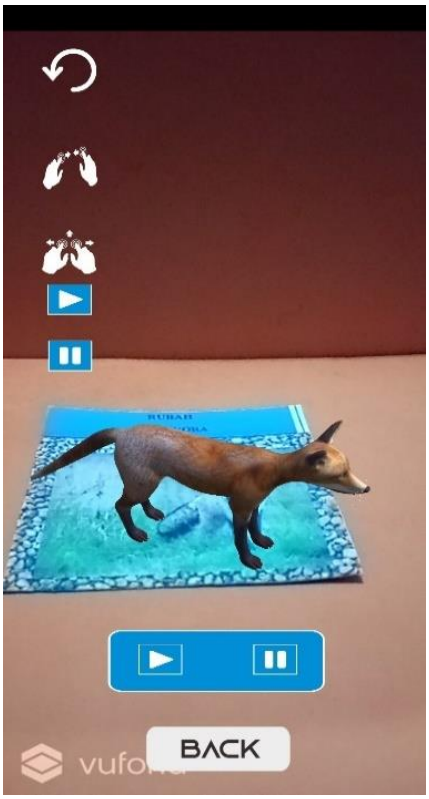
Halaman *Play*AR kamera akan terbuka ketika *user* menekan tombol *Play* AR pada menu utama dan akan masuk ke halaman tombol ketegori berdasarkan jenis makanan hewan yaitu herbivora, karnivora dan omnivora. Apabila *user* ingin mendeteksi objek hewan karnivora, *user* dapat menekan tombol karnivora.



Gambar 5. Tampilan Halaman *Play* AR

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

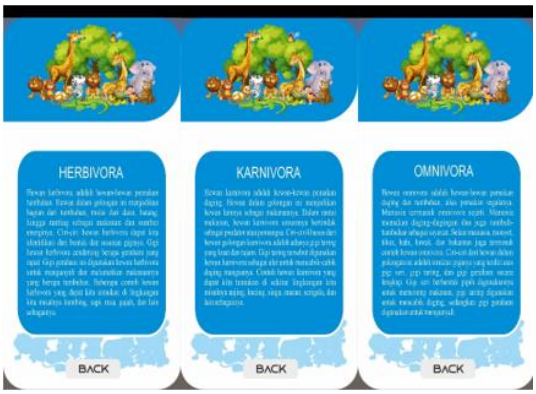
Ketika *user* menekan *button*karnivora maka kamera pada *smartphone* dengan sendirinya akan aktif, kemudian *user* akan memposisikan kamera ke *marker* yang telah disediakan dan kamera akan melakukan proses pendeteksian terhadap *marker*, bila berhasil maka sistem akan lansung menampilkan gambar objek 3D hewan sesuai dengan *marker* yang ditelah diidentifikasi. Jika objek berhasil ditampilkan makaakan muncul *button*audio putar suara hewan, *button* rotasi, *button zoom in* dan *zoom out*, serta*button play* penjelasan deskripsi hewan.



Gambar 6. Tampilan Halaman AR Kamera

4. Menu Materi

Tampilan halaman materi berisi materi tentang penggolongan hewan berdasarkan jenis makanannya. *User* dapat belajar membedakan tiap jenis hewan berdasarkan makanan dan ciri-cirinya.



Gambar 7. Tampilan Halaman Menu Materi

5. Menu Panduan

Tampilan halaman panduan akan menampilkan langkah-langkah dan fungsi tombol yang digunakan dalam aplikasi. Halaman panduan dapat mempermudah *user* untuk mengoperasikan aplikasi AR Hewan.



Gambar 8. Tampilan Halaman Manu Panduan

6. Menu Tentang

Pada halaman ini, menampilkan halaman tentang yang berisikan informasi tentang pembuatan aplikasi dan *user* dapat mengetahui tujuan serta profil dari pembuat aplikasi AR Hewan.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023



Gambar 9. Tampilan Halaman Menu Tentang

7. Menu *Exit*

Pada halaman ini, menampilkan menu *exit* dari aplikasi. Di dalam menu ini *user* dapat memilih tombol "YA" maka akan keluar dari aplikasi, sebaliknya jika tekan tombol "TIDAK" maka akan kembali ke menu utama.



Gambar 10. Tampilan Halaman Menu *Exit*

4.2 Pengujian Sistem

Pada tahap ini merupakan pengujian hasil yang dilakukan dari aplikasi AR Hewan. Tujuan yang di lakukan pada tahap ini adalah untuk mengetahui sejauh mana keberhasilan sistem yang dibangun, dan beroperasi dengan baik atau tidak. Pengujian sistem ini terbagi dalam tiga bagian pengujian yaitu pengujian *black box*, pengujian *marker*, pengujian usabilitas dengan metode kuesioner.

Pengujian *black box* dilakukan dan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *Black Box Scene* AR Kamera

Skenario Uji	Tindakan Pengujian	Fungsi Sistem	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Button Back	Klik *button back*	Untuk kembali ke halaman *scene Play* AR	Kembali ke halaman *scene Play* AR	Berhasil
Button Zoom In	Klik *button zoom in*	Untuk memperbesar objek 3D hewan	Menampilkan objek 3D hewan yang diperbesar	Berhasil
Button Zoom Out	Klik *button zoom out*	Untuk memperkecil objek 3D hewan	Menampilkan objek 3D hewan yang diperkecil	Berhasil
Button Rotasi	Klik *button* rotasi	Untuk memutar atau merotasi objek 3D hewan	Memutar atau merotasi objek 3D hewan	Berhasil
Button Putar Suara	Klik *button* Putar Suara	Untuk mendengarkan penjelasan dan suara dari tiap objek hewan	Mendengar penjelasan dan suara dari tiap objek hewan	Berhasil
Button Stop Putar Suara	Klik *button stop* putar suara	Untuk memberhenti-kan pemutar penjelasan dan suara hewan	Memberhenti-kan pemutar penjelasan dan suara hewan	Berhasil

Pengujian *marker* berdasarkan jarak, sudut dan ukuran ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian *Marker* Ukuran 3x3

Data Masukan	Jarak	Sudut	Pengamatan	Hasil Pengujian
Marker	5cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	10cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	20cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	30cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	40cm	30°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		60°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		90°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
Marker	50cm	30°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		60°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Data Masukan	Jarak	Sudut	Pengamatan	Hasil Pengujian
		90°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
Marker	60cm	30°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		60°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		90°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak

Tabel 3. Pengujian *Marker* Ukuran 9x9

Data Masukan	Jarak	Sudut	Pengamatan	Hasil Pengujian
Marker	5cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	10cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	20cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	30cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	40cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	50cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	60cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya

Tabel 4. Pengujian Marker Ukuran 15x15

Data Masukan	Jarak	Sudut	Pengamatan	Hasil Pengujian
Marker	5cm	30°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		60°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
		90°	Tidak Muncul Objek 3D	Tidak
Marker	10cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	20cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	30cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	40cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	50cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
Marker	60cm	30°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		60°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya
		90°	Muncul Objek 3D Hewan	Ya

Berdasarkan pada hasil pengujian *marker* jarak, sudut, dan ukuran, objek 3D masih bisa terdeteksi pada jarak 5 cm sampai 30 cm pada ukuran *marker* 3x3, pada jarak 5 cm sampai 60 cm dapat terdeteksi pada ukuran *marker* 9x9, dan pada ukuran *marker* 15x15 minimal jarak 10 cm sampai 60 cm dengan sudut 30º, 60º, dan 90º. Pada pengujian ini di ambil lima *marker* secara acak dari 18 *marker* yang tersedia untuk dilakukan *testing*.

Tabel 5. Pengujian Area *Marker* Terhalang

Area *marker* yang terhalang (%)	*Sample marker* yang diuji				
	1	2	3	4	5
0-10%	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
10-20%	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
20-30%	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
30-40%	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
50-60%	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
60-70%	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
70-80%	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
80-90%	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
90-100%	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Berdasarkan pengujian *marker* yang terhalang, objek 3D masih bisa terdeteksi walaupun sebagian dari *marker* terhalang oleh objek lain, area yang terhalang maksimal sebesar 70%.

Pengujian ini bertujuan untuk menguji ketika kontras terhadap *marker* berkurang, akan dilakukan pengujian *scanmarker* ketika kontras *marker* dikurangi sebesar 30%, 60%, hingga 100%, dalam hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah objek 3D masih dapat terdeteksi ketika kontras *marker* dikurangi.

Tabel 6. Pengujian Kontras *Marker*

Gambar Asli	Pengurangan Kontras 30%	Pengurangan Kontras 60%	Pengurangan Kontras 100%
			
Tampil	Tampil	Tampil	Tidak

Berdasarkan pengujian kontras *marker* ketika kontras *marker* dikurangi 30% hingga 60%, *marker* masih dapat dideteksi dan objek 3D masih dapat tampil di atas *marker*. Namun ketika kontras *marker* berkurang hingga 100%, maka *marker* tidak dapat dikenali oleh kamera dan model 3D tidak akan tampil.

Pengujian resolusi dilakukan untuk mengetahui setiap perangkat *smartphone*yang memiliki resolusi kamera yang berbeda. Pada Tabel 7 menampilkan hasil pengujian resolusi kamera dari resolusi kamera 11mp sampai resolusi kamera 50mp di dapatkan hasil bahwa kamera dengan resolusi kualitas yang bagus berhasil mendeteksi *marker* dan menampilkan objek

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

3D tanpa membutuhkan waktu yang lama.

Tabel 7. Pengujian Resolusi Kamera

Proses	Hasil *Screenshoot*		
	Galaxy A03 Core Android 11 12 MP	Redmi 9 Android 11 13 MP	Samsung A13 Android 12 50 MP
Halaman AR Kamera			

Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian terhadap *smartphone* android dengan versi android yang berbeda sehingga dapat diketahui apakah aplikasi AR Hewan ini dapat berjalan dengan baik pada berbagai *smartphone* atau tidak.

Tabel 8. Pengujian Pada *Smartphone*

Mobile Android	Versi Android	Kamera (MP)	Keterangan
Samsung J1 Ace	4.4.4	5 mp	Tidak
Xiaomi Redmi 3 Pro	5.1	5 mp	Tidak
Samsung Galaxy S5	4.4.2	16 mp	Tidak
Redmi Not 4	6.0	13 mp	Tidak
Samsung J2 Pro	7.1	8 mp	Tidak
Galaxy A03 Core	11	12 mp	Tidak
Redmi 9	11	13 mp	Berhasil
Oppo A7	8.1	13 mp	Berhasil
Samsung A10	9.0	13 mp	Berhasil
Samsung A12	12	48 mp	Berhasil
Samsung A13	12	50 mp	Berhasil

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi AR Hewan ini hanya dapat di instal pada *smartphone* android minimal versi android 8 (*Oreo*) ke atas, sedangkan pada *smartphone* android di bawah versi android 8 maka aplikasi ini tidak dapat di instal atau dijalankan

5 SIMPULAN

Aplikasi AR Hewan dapat mendeteksi *marker* pada jarak antara 10 cm hingga 50 cm, dengan sudut kemiringan 30º sampai 90º, dengan keadaan area *marker* yang ditandai terhalang hingga 70%. Aplikasi AR Hewan juga telah menyelesaikan tujuan dari penelitian ini untuk membuat teknologi *augmented reality* untuk pengenalan hewan serta berhasil merender objek hewan 3D dengan deskripsi lengkap menggunakan *smartphone* Android.

DAFTAR PUSTAKA

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends in Human-Computer Interaction*, *8*(2–3), 73–272. https://doi.org/10.1561/1100000049

Atmajaya, D. (2017). *Implementasi Augmented Reality Untuk Pembelajaran Interaktif*. *9*, 227–232.

Fransiska, E. D., Akhriza, T. M., Informasi, S., Informatika, T., & Informatika, M. (2017). *Implementasi Teknologi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Informatif Dan Interaktif Untuk Pengenalan Hewan*. *September*, 636–645.

Ghozali, M. F., Setiawan, H. S., & Tama, B. J. (2021). *Perancangan Aplikasi Edukasi Pengenalan Fauna*. *02*(04), 628–635.

Irfansyah, J. (2017). *Media Pembelajaran Pengenalan Hewan Untuk Siswa Sekolah Dasar Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android*. *01*, 9–17.

Maleh, I. M. D., Pransisko, J., Shinta, N. E., Ardento, R., & Ramadani, A. (2021). *Aplikasi Mobile Pengenalan Hewan Menggunakan Augmented Reality*. *July*.

Mauludin, R., Sukamto, A. S., & Muhardi, H. (2017). *Penerapan Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Sistem Pencernaan pada Manusia dalam Mata Pelajaran Biologi*. *3*(2), 117–123.

Mubaraq, M. R., Kurniawan, H., Saleh, A., Teknik, J., Universitas, I., Utama, P., Jurusan, D., Informatika, T., Potensi, U., Utama, U. P., & Reality, A. (2018). *Implementasi Augmented Reality Pada Media Pembelajaran Buah-buahan Berbasis Android*. 89–98.

Muhammad Alfiansyah. (2018). Perancangan Augmented Reality Pengenalan Hewan Sebagai Media Pembelajaran Untuk

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Anak Usia Dini. *Repository Universitas Esa Unggul*, *6*, 14. https://digilib.esaunggul.ac.id/public/UEU-Undergraduate-12193-jurnal.Image.Marked.pdf

Munawaroh, N. R. (2019). *Penerapan Teknologi Augmented reality Pada Matakuliah Pengantar Teknologi Informasi Di Universitas Pamulang Berbasis Android*. *5*(2).

Nugraha, B. A., El Akbar, R. R., & Gunawan, R. (2019). *Penerapan Augmented Reality pada Pengenalan Hewan Nokturnal*. *3*(2), 19–30.

Rahayu, S., Pratama, A., & Setya, P. (2021). *Aplikasi Pengenalan Hewan untuk Anak Berbasis Android Menggunakan Teknologi Augmented Reality*. 106–112.

Simanjuntak, R. R. P. (2016). *Implementasi Augmented Reality (Ar) Untuk Pembelajaran Jenis Virus Dan Bakteri Penyebab Penyakit Pada Manusia Berbasis Android*.

Suharyanto, E., & Kom, M. (2021). *Pengembangan Aplikasi Augmented Reality Berbasis Android Untuk Pengenalan Hewan Endemik*. *IV*(11), 33–37.

Vallino, J. R., & Brown, C. M. (1998). Interactive Augmented Reality.pdf. *Department of Computer Science*.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Rancang Bangun Aplikasi *Management System* "*Digihelp*" pada PT. Swamedia Informatika

Arnold Ropen Sinaga, Kevin Pratama
Fakultas Teknologi Informatika, Universitas Informatika dan Bisnis Indonesia
Email: arnoldropen@unibi.ac.id, kevin.10119080@mahasiswa.unikom.ac.id

Abstrak

Informasi merupakan suatu tuntutan dalam memenuhi kebutuhan sehingga mendorong untuk membentuk suatu aplikasi sebagai sarana penunjang kebutuhan informasi tersebut. Aplikasi yang relevan dengan hal itu salah satunya adalah digihelp. Masalah yang dihadapi oleh Telkom *Corporate University* (Telkom Corpu) salah satunya adalah pada sistem manajemen belum mempunyai antarmuka serta *front-end website*. Aplikasi sistem digihelp ini merupakan solusi dari permasalahan yang ada. Pembangunan suatu sistem informasi yang dapat berjalan seperti apa yang diharapkan dapat menggunakan SDLC (*Systems Development Life Cycle atau Systems Life Cycle*) yang melalui tahapan: perencanaan, analisa, desain dan yang terakhir adalah tahap implementasi, setelah itu proses uji coba. Pengelolaan juga harus dilakukan sebagai perawatan dari system. Penelitian ini dimulai dengan melakukan perancangan kebutuhan sistem, kemudian membuat desain sistem yang terdiri dari pemilihan typography, system color, button size dan grid & spacing, lalu dilanjutkan dengan design wireframe dan design component yang digunakan dalam aplikasi sampai akhirnya dibuatlah design final dari aplikasi itu yang nantinya digunakan sebagai acuan oleh programmer dalam melakukan pengkodean secara *front-end* dari aplikasi yang dirancang, dan yang terakhir adalah membuat *front-end* dari User Interface dengan acuan desain sebelumnya yang telah dibuat.

Kata Kunci: *Front-end, Digihelp, SDLC.*

Abstract

Information is a demand in meeting the needs so as to encourage to form an application as a means of supporting the information needs. One of the relevant applications is digihelp. One of the problems faced by Telkom Corporate University (Telkom Corpu) is that the management system does not yet have an interface and a front-end website. This digihelp system application is a solution to existing problems. Development of an information system that can run as expected can use the SDLC (Systems Development Life Cycle or Systems Life Cycle) which goes through the stages: planning, analysis, design and the last is the implementation stage, after which the trial process. Management must also be done as maintenance of the system. This research begins by designing system requirements, then creating a system design consisting of selecting typography, system color, button size and grid & spacing, then proceed with wireframe design and component design used in the application until finally the final design of the application is made, later used as a reference by programmers in coding the front-end of the designed application, and the last is making the front-end of the User Interface with reference to the previous design that has been made.

Keywords*: Front-end, Digihelp, SDLC.*

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

1 PENDAHULUAN

Melakukan analisis serta perancangan antarmuka dan perancangan *front-end website* terhadap sistem management "DIGIHELP" milik Telkom Corporate University (Telkom Corpu). Masalah yang terjadi di Telkom Corporate University yaitu, belum terciptanya antarmuka serta *front-end website* untuk aplikasi sistem manajemen yang bernama "DIGIHELP", maka permasalahan tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut: mengimplementasikan desain menjadi tampilan antarmuka, membangun antarmuka dari desain yang sudah ada dan membangun *front-end website* berdasarkan antarmuka dari desain yang sudah dibuat.

2 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian ini dalam melakukan rekayasa sistem, sistem informasi, dan rekayasa perangkat lunak, menggunakan metode *Systems Development Life Cycle* (SDLC) dimana pembuatan dan pengubahan sistem serta model dan metodologi yang digunakan untuk mengembangkan sistem-sistem tersebut adapun landasan teori yang kami gunakan diantaranya:

a. UI (Antarmuka), antarmuka Pengguna atau rekayasa antarmuka pengguna adalah desain untuk komputer, peralatan, mesin, perangkat komunikasi mobile, aplikasi perangkat lunak, dan situs web yang berfokus pada pengalaman pengguna dan interaksi.
b. *Wireframe*, merupakan cetak biru untuk para *designer* UX/UI. Mereka adalah skema atau kerangka yang dapat memberikan gambaran kasar (*low-fidelity*) setiap halaman yang terdapat dalam sebuah *website*/aplikasi sebelum memasuki tahapan visual *mockup*.
c. *Mockup*, *mockup* adalah tampilan visual yang secara detail mengenai bagaimana konsep produknya, disertai dengan aspek-aspek visual seperti gambar, warna, tipografi, layout, dan lainnya.
d. Tipografi, tipografi, seni cetak atau tata huruf adalah suatu kesenian dan teknik memilih dan menata huruf dengan pengaturan penyebarannya pada ruang yang tersedia, untuk menciptakan kesan tertentu, guna kenyamanan membaca semaksimal mungkin.
e. Figma, merupakan alat merancang berupa halaman web yang terkoneksi dengan cloud sehingga dalam pemakaian dan pemanfaatnya dapat digunakan kapamn dan dimana saja. Tool ini berbasis vector, sehingga akan lebih cocok untuk mendesain UI *website* atau mobile dan aset ilustrasi.
f. Saas, adalah suatu model penyampaian aplikasi perangkat lunak oleh suatu vendor perangkat lunak dalam pengembangan aplikasi web. Pelanggan tidak mengeluarkan uang untuk memiliki perangkat lunak tersebut melainkan hanya untuk menggunakan.
g. *Front-end*, merupakan salah satu bagian dari *website* yang menampilkan tampilan untuk para pengguna. Pada bagian ini dibuat dengan menggunakan 3 bahasa pemrograman web yaitu *HyperText Markup Language* (HTTP), *Cascading Style Sheets* (CSS), dan JavaScript.
h. CSS, merupakan bahasa *Cascading Style Sheet* dan biasanya digunakan untuk mengatur tampilan elemen yang tertulis dalam bahasa markup, seperti HTML yang berguna untuk memisahkan isi dengan tampilan visualnya di situs.
i. JavaScript, merupakan salah satu bahasa pemrograman tingkat tinggi dan dinamis. JavaScript populer di internet dan dapat bekerja di sebagian besar penjelajah web populer seperti *Google Chrome*, *Internet Explorer*, *Mozilla Firefox*, *Netscape* dan *Opera*. Kode JavaScript dapat disisipkan dalam halaman web menggunakan tag script.
j. *Library* Program, merupakan tempat penyimpanan, tapi bukan untuk buku, melainkan kumpulan kode yang sebelumnya sudah dikompilasi. Kumpulan kode ini nantinya bisa digunakan dalam sebuah program.
k. *Framework*, *Framework* adalah struktur yang tersusun dari serangkaian kode generik dan berfungsi untuk

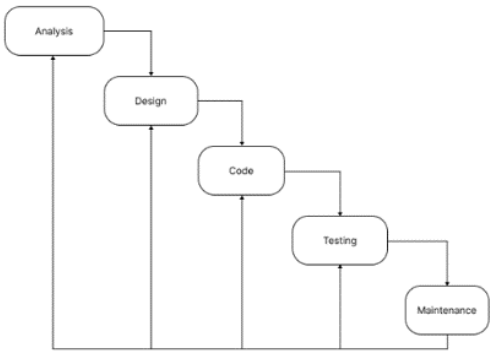
e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

mengembangkan sistem dan aplikasi. Kerangka kerja ini berperan sebagai template atau model yang menyediakan fungsi cerdas dan elemen struktur standar untuk memudahkan pekerjaan developer.

3 METODE PENELITIAN

Tahapan dalam metode penelitian ini terdiri dari 2 tahap, yaitu: pengumpulan data dan pembangunan perangkat lunak. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

a. Wawancara, merupakan teknik mengumpulkan data dengan cara tanya jawab terhadap responden secara langsung baik secara lisan maupun tidak langsung (menggunakan daftar pertanyaan dalam bentuk kertas maupun digital.
b. Pembangunan perangkat lunak, metode yang digunakan dalam merancang dan menggunakan metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) (Respati, 2022) yaitu metode dimana dalam pembangunan aplikasi tersebut hal ini dipilih karena pada metode ini tahap demi tahap yang harus dilalui perlu menunggu selesainya tahapan sebelumnya (*step by step*) dan berjalan secara berurutan. Adapun tahapan-tahapan dalam metode *waterfall* diberikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Waterfall*

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

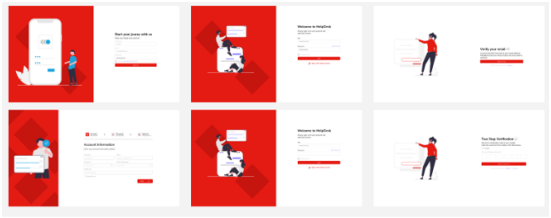
Perancangan kebutuhan sistem lalu membuat *design system* yang terdiri dari pemilihan *typography*, *system color*, *button size* dan grid and spacing lalu dilanjutkan dengan design wireframe, dan design component yang digunakan dalam aplikasi sampai akhirnya dibuatlah design final dari aplikasi itu yang nantinya digunakan sebagai acuan oleh programmer dalam melakukan pengkodean secara *front-end* dari aplikasi yang dirancang, adapun tahapan-tahapan nya bisa dilihat sebagai berikut:

1. *Design System* Aplikasi
   a. Typography, teknik dalam memilih teks dalam proses desain grafis yang terdiri dari penyusunan huruf dan teks di dalam suatu pembuatan visual.
   b. *System Color*, *System Color* adalah proses pemilihan skema warna antarmuka operasi pada aplikasi yang dirancang.
   c. *Button Size*, proses dimana kita mendesain ukuran button / tombol sesuai dengan kebutuhan sistem yang akan dibangun.
   d. *Grid Spacing*, proses dimana kita mendesain ukuran spasi dalam menempatkan berbagai komponen sistem dalam aplikasi yang akan kita bangun.
2. *Design Wireframe* Aplikasi, dimulai dengan mendesain aplikasi dari Wireframe dimana hal ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran kerangka aplikasi yang akan dibangun nantinya.
3. *Design Component* Aplikasi, yaitu proses membuat berbagai component yang nantinya akan mempermudah dalam proses pembuatan final design dan mempermudah kerja para programmer.

Penelitian ini menghasilkan sebagai berikut:

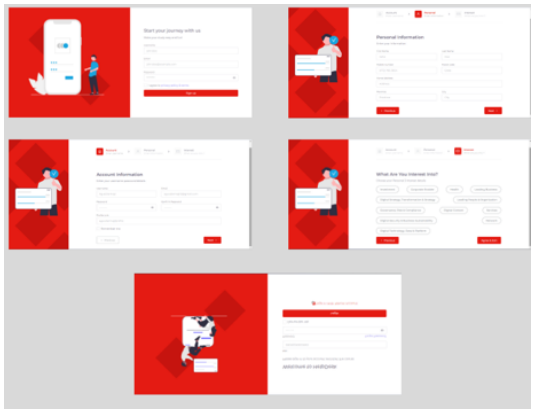
1. Final Design Aplikasi
   Adapun hasil akhir dari design yang dirancang dari proses perancangan design system aplikasi sampai ke Final Design pada Gambar 2.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023



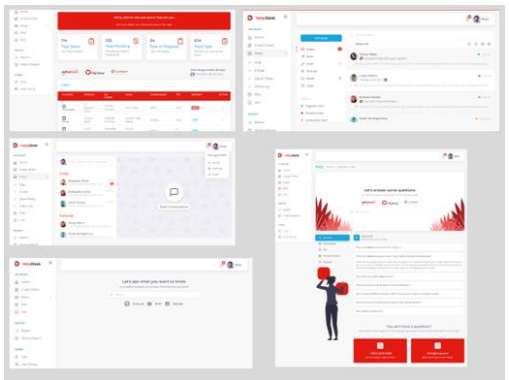
Gambar 2. *Final Design* Aplikasi-1

2. Slicing *front-end Website* Tampilan Aplikasi
   Adapun hasil akhir dari implementasi design yang dirancang dari proses perancangan Final Design aplikasi sampai ke Slicing *front-end Website* Tampilan Aplikasi adalah sebagai berikut:
   a. Halaman-halaman Pada Sistem Autentikasi



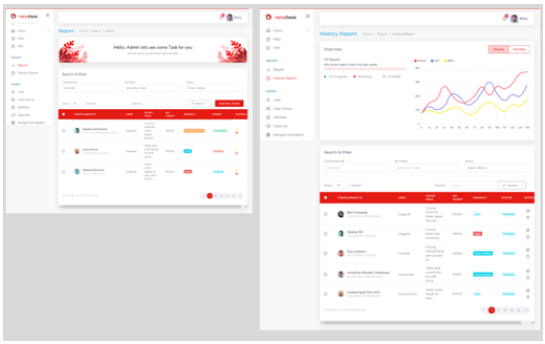
Gambar 3. Hasil *Slicing Final Design*-1

   b. Halaman-halaman Pada Menu Kategori HelpDesk



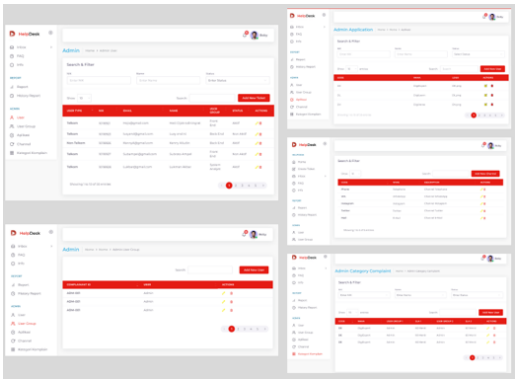
Gambar 4. Hasil *Slicing Final Design*-3

   c. Halaman-halaman Pada Menu Kategori Report



Gambar 5. Hasil *Slicing Final Design*-4

   d. Halaman-halaman Pada Menu Kategori Admin



Gambar 6. Hasil *Slicing Final Design*-5

5 SIMPULAN

Saat ini rancang bangun Aplikasi Management System "Digihelp" pada PT. Swamedia Informatika sudah mampu untuk memberikan solusi terhadap masalah yang dialami sebelumnya yaitu belum mempunyai antar muka dan *Front-end website*.

DAFTA PUSTAKA

Alpina, D., & Witriyono, H. (2022). Pemanfaatan Framework Laravel Dan Framework Bootstrap Pada Pembangunan Aplikasi Penjualan Hijab Berbasis Web. *Jurnal Media Infotama*, *18*(1), 36-42.

Mediana, D., & Nurhidayat, A. I. (2018). Rancang bangun aplikasi helpdesk (a-desk) berbasis web menggunakan

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

framework laravel (studi kasus di pdam surya sembada Kota Surabaya). *Jurnal Manajemen Informatika*, *8*(2), 75-81.

Riana, D., Sanjaya, R., & Kalsoem, O. (2018). Sistem Informasi Manajemen Laboratorium Patologi Anatomi Menggunakan Model MVC Berbasis Laravel Framework. *Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2018*.

Tas'a, S. M., & Suwarni, S. (2022). Rancang Bangun Program Aplikasi Pemesanan Makanan Daring Berbasis Android Sebagai System As Self Service (SASS). *Jurnal Teknologi Informasi*, *8*(1), 39-46.

SisInfo

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Peramalan Data Univariat Menggunakan Metode *Long Short Term Memory*

Helma Syifa Izzadiana, Herlina Napitupulu, Firdaniza Firdaniza
Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Email: helma19001@mail.unpad.ac.id, herlina@unpad.ac.id, firdaniza@unpad.ac.id

Abstrak

Peramalan data univariat mengacu pada kegiatan meramalkan nilai pada data dengan satu variabel independen yang mungkin muncul di masa depan berdasarkan nilai-nilai yang ada di masa lalu. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model yang dibangun menggunakan pendekatan *deep learning* jenis *supervised learning* yaitu metode *Long Short Term Memory* (LSTM) yang diterapkan pada data univariat. Metode LSTM merupakan pengembangan dari metode *Recurrent Neural Network* (RNN) dengan menambahkan 3 *gate* yang mampu memilih informasi yang dibutuhkan untuk pelatihan sel sehingga mampu mengurangi kemungkinan *exploding gradients* dan *vanishing gradients*. Model dibangun dengan *input layer* LSTM dengan unit sel dan *output dense layer* dengan tambahan *hyperparameter tuning* yang diset menggunakan *optimizer*, fungsi aktivasi sigmoid dan tanh, dan nilai *epoch*. Performa model peramalan diuji menggunakan *mean absolute percentage error* (MAPE).

Kata kunci: Peramalan, *machine learning*, *long short term memory.*

Abstract

Univariate data forecasting refers to the activity of forecasting data with one independent variable that may appear in the future based on values that existed in the past. This study aims to obtain a model built using a supervised learning type deep learning approach, namely the Long Short Term Memory (LSTM) method applied to univariate data. The LSTM method is a development of the Recurrent Neural Network (RNN) method by adding three gates that can select the information needed for cell training to reduce the possibility of exploding gradients and vanishing gradients. The model is built using LSTM layer with cell units and dense layer with an additional hyperparameter tuning set using optimizer, sigmoid *and* tanh *activation function, and number of epochs. The forecasting performance tested using mean absolute percentage error (MAPE).*

Keywords: *Forecasting, machine learning, long short term memory.*

1 PENDAHULUAN

Peramalan data univariat mengacu pada kegiatan meramalkan nilai pada suatu data yang mungkin muncul di masa depan berdasarkan nilai-nilai yang ada di masa lalu. Pada peramalan data univariat hanya terdapat satu variabel independen atau variabel yang tidak bergantung pada variabel lain (Hewamalage *et al.*, 2021).

Peramalan data univariat klasik bekerja sangat baik untuk data yang sedikit (Bandara *et al.*, 2019). Kekurangan peramalan data univariat klasik adalah metode ini tidak memiliki kemampuan untuk dapat menyelesaikan masalah peramalan yang kompleks dengan data yang memiliki jangka

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

waktu panjang. Alasan kekurangan ini adalah karena peramalan data univariat klasik hanya memperhitungkan fitur dan pola yang ada pada data dalam rentang waktu yang terbatas (Hewamalage *et al.*, 2021). Secara umum, teori peramalan univariat klasik telah membantu mengembangkan banyak metode *machine learning* dalam bidang peramalan salah satunya adalah metode *neural network*. (Crone *et al.*, 2011).

Pendekatan *machine learning* atau pembelajaran mesin dapat digunakan untuk meramalkan data univariat. *Machine learning* merupakan alat yang digunakan untuk membuat mesin mempelajari cara menangani data dengan lebih efisien (Batta, 2018). Metode dalam *machine learning* dapat dibagi menjadi *shallow model* dan *deep learning*. *Shallow model* merupakan metode *machine learning* sederhana yang menggunakan *feature engineering* untuk mengubah data mentah menjadi *feature vector* atau sekumpulan data representatif dari data mentah yang dibuat dalam bentuk vektor. Metode *deep learning* dapat belajar melalui fitur yang ada pada data mentah sehingga tidak memerlukan *feature engineering* (Liu & Lang, 2019).

Struktur *deep learning* sangat kompleks dan mengandung sejumlah besar parameter sehingga metode *deep learning* memiliki kemampuan yang lebih kuat daripada *shallow model* dalam mempelajari sifat data. Pada *machine learning* terdapat 2 tipe pembelajaran yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning*. *Supervised learning* merupakan tipe pembelajaran yang menghasilkan fungsi pemetaan *input* ke *output* yang diinginkan, sedangkan *unsupervised learning* merupakan tipe pembelajaran yang mengekstrak fitur dari informasi yang ada pada data tidak berlabel (Nasteski, 2017).

Salah satu metode pada *shallow model* tipe *supervised learning* yang menggunakan serangkaian algoritme dalam mengenali hubungan sekumpulan data dengan meniru cara otak manusia beroperasi adalah *Artificial Neural Network* (ANN) (Batta, 2018). Keuntungan penggunaan ANN adalah metode ini dapat meminimalkan galat menggunakan berbagai algoritme dan memberikan nilai peramalan yang mendekati nilai nyata (Abhishek *et al.*, 2012). Akan tetapi, penggunaan ANN cenderung memakan waktu yang cukup lama dalam pelatihan model, metode ini juga kurang baik digunakan karena cenderung terjebak dalam optimalisasi lokal. Metode ANN menggunakan algoritme *backpropagation through time* (BPTT) dimana metode ini memungkinkan terjadinya *vanishing gradients* dan *exploding gradients*.

Menurut Liu dan Lang (2019), *deep learning* bekerja lebih baik untuk mengolah data dengan jumlah besar. Pada *deep learning*, penekanan utama yang dilakukan adalah arsitektur jaringan, pemilihan *hyperparameter*, dan strategi optimasi. Selain itu, metode *deep learning* dapat secara otomatis mempelajari representasi fitur data mentah dan kemudian hasil keluarannya beroperasi dengan cara *end-to-end* dan praktis. Salah satu metode adaptasi dari ANN yang dikategorikan sebagai *deep learning* tipe *supervised learning* adalah metode *Recurrent Neural Network* (RNN) dan salah satu pengembangan metode RNN yang mengganti algoritme BPTT menjadi mekanisme *gate* adalah *Long Short Term Memory* (LSTM). Hewamalage *et al.* (2021) membandingkan metode RNN, *Gated Recurrent Unit* (GRU) dan metode *Long Short Term Memory* (LSTM). Metode LSTM merupakan metode pengembangan dari metode RNN dengan menambahkan 3 *gate* untuk memodifikasi struktur sel yang ada pada metode RNN. Mengacu pada Hewamalage *et al.* (2021), tambahan 3 *gate* pada metode LSTM mampu menyaring informasi yang dibutuhkan untuk pelatihan sel, sehingga metode LSTM mampu mengurangi kemungkinan terjadinya *vanishing gradients* dan *exploding gradients*. Hewamalage *et al.* (2021) menggunakan metode RNN dan LSTM dengan menambahkan *hyperparameter tuning* yang sesuai untuk mendapatkan performa model yang optimal. Keempat metode ini digunakan

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

untuk meramalkan data *CIF 2016 forecasting competition dataset, NN5 forecasting competition dataset, M3 forecasting competition dataset, M4 forecasting competition dataset, Wikipedia web traffic time series forecasting competition dataset*, dan *tourism forecasting competition dataset*. Pada penelitian Hewamalage *et al.* (2021) ini dihasilkan metode LSTM memberikan akurasi yang lebih baik dibanding metode lainnya yaitu metode RNN dan GRU. Perhitungan akurasi dilakukan menggunakan *The Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (SMAPE).

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Data Preprocessing*

Mengacu pada Fan *et al.* (2021), *data preprocessing* atau pra-pemrosesan data merupakan kegiatan untuk menyiapkan data sebelum dapat digunakan. *Data preprocessing* mengacu pada teknik-teknik yang dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas data mentah atau *raw data*. Proses yang dilakukan pada *data preprocessing* adalah *cleaning data* atau pembersihan data, *scaling data* atau menskalakan data, dan *partitioning data* atau mempartisi data.

1. *Cleaning data* atau pembersihan data merupakan kegiatan yang bertujuan untuk menghapus data *outliers* dan mengubah data NaN atau data kosong. Penghapusan *outliers* menggunakan metode perhitungan untuk mendapatkan nilai *outliers* dari keseluruhan dataset, lalu nilai yang memenuhi syarat perhitungan *outliers* akan dihapus (Lou *et al.*, 2022). Data yang hilang atau kosong diisi menggunakan data pembobotan yang dihitung dengan mempertimbangkan perhitungan data yang tidak hilang, imputer KNN (*K-Nearest Neighbour*) membantu dalam imputasi nilai yang hilang (Juna *et al.*, 2022).
2. *Partitioning data* atau partisi data merupakan kegiatan yang bertujuan untuk membagi keseluruhan data menjadi beberapa kelompok data dengan fungsi dan karakteristik yang berbeda. Terdapat beberapa jenis data yang telah dipartisi yaitu data *training*, data *validation*, dan data *testing*. Data *training* digunakan untuk *training* model, data *validation* digunakan untuk validasi performa model, sedangkan data *testing* digunakan untuk meramalkan data pada tahap waktu selanjutnya. Beberapa penelitian hanya menggunakan 2 data partisi, contohnya (Pontoh *et al.*, 2022) yang mempartisi data menjadi data *training* dan *testing* dimana data *testing* memiliki 2 fungsi yaitu sebagai data *validation* dan sebagai data *testing*.
3. *Scaling data* adalah kegiatan untuk mengubah nilai data yang digunakan menjadi nilai interval untuk model peramalan. Terdapat beberapa jenis kegiatan *scaling data*, salah satunya dilakukan dengan bantuan modul MinMaxScaler dari *library* sklearn.preprocessing sehingga data memiliki nilai interval [0,1]. *Scaling data* digunakan agar nilai *input* memiliki interval nilai yang sama dengan nilai *output* karena sifat fungsi sigmoid yang mengeluarkan nilai dalam interval (0,1). Secara matematis, *scaling data* menjadi interval [0,1] dapat dinyatakan dalam Persamaan (1) (Scikit-learn Developers, 2023):

$$x' = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}, \quad (1)$$

dengan x adalah data aktual yang digunakan, x' adalah data hasil *scaling*, x_{max} adalah data maksimum dari keseluruhan data yang digunakan, dan x_{min} adalah data minimun dari keseluruhan data yang digunakan. Adapun persamaan invers untuk mengembalikan nilai hasil *scaling* setelah peramalan selesai dilakukan baik untuk data aktual yang digunakan maupun data yang dihasilkan dari peramalan dinyatakan dalam Persamaan (2),

$$x = x'(x_{max} - x_{min}) + x_{min} \quad (2)$$

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

2.2 Metode *Long Short Term Memory*

Metode *Long Short Term Memory* (LSTM) diperkenalkan oleh Hochreiter dan Schmidhuber pada tahun 1997 (Falah & Rachmaniah, 2022). Sebagai perbaikan dari metode RNN, LSTM dapat menggambarkan ketergantungan atau *dependencies* dalam data sekuensial sembari mengurangi masalah *vanishing gradients* dan *exploding gradients* (Hewamalage *et al.*, 2021).

Mengacu pada Hewamalage *et al.* (2021), sel pada LSTM memiliki 2 komponen yaitu *the hidden state* dan *internal cell state*. *The hidden state* menyatakan komponen *short term memory* sedangkan *internal cell state* menyatakan *long term memory*. Terdapat 3 mekanisme *gate* dalam LSTM yang berfungsi untuk mengatur konten dalam memori, yaitu *input gate* dan *forget gate* yang mengatur *internal cell state* dan *output gate* yang menghasilkan *output vector* atau *the hidden state*. Mekanisme *gate* ini membantu unit sel memori untuk menyimpan informasi dalam jangka waktu panjang yang membuat gradien kesalahan memiliki nilai yang independen dari perhitungan untuk setiap tahap waktu (Lillicrap dan Santoro, 2019).

Vektor yang dinyatakan sebagai *the hidden state* dari sel dinyatakan sebagai $\boldsymbol{h_t} \in \mathbb{R}^d$ dengan d adalah ukuran atau jumlah unit sel. Simbol $\widetilde{\boldsymbol{C_t}} \in \mathbb{R}^d$ menyatakan vektor *candidate cell state* pada setiap langkah waktu t yang menggambarkan informasi penting yang bertahan untuk meramalkan *cell state* pada interval waktu selanjutnya dan $\boldsymbol{C_t} \in \mathbb{R}^{\boldsymbol{d}}$ menyatakan *cell state* pada setiap langkah waktu t. Vektor *input gate* dinyatakan sebagai $\boldsymbol{i_t} \in \mathbb{R}^d$, vektor *output gate* dinyatakan sebagai $\boldsymbol{o_t} \in \mathbb{R}^d$, dan vektor *forget gate* dinyatakan sebagai $\mathbf{f_t} \in \mathbb{R}^d$, sedangkan simbol $x_t \in \mathbb{R}^m$ dan $\mathbf{z_t} \in \mathbb{R}^d$ adalah *input* dan *output* dari sel untuk setiap langkah waktu *t*. Secara matematis vektor *forget gate*, vektor *input gate*, vektor *candidate cell state*, vektor *output gate*, vektor *cell state*, *the hidden state*, dan *output* sel dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{f_t} = \sigma(\mathbf{W_f h_{t-1}} + \mathbf{V_f} x_t + \mathbf{b_f}), \quad (3)$$

dengan $\mathbf{W_f} \in \mathbb{R}^{d \times d}$ dan $\mathbf{V_f} \in \mathbb{R}^{d \times m}$ menyatakan matriks bobot *forget gate* dan $\mathbf{b_f} \in \mathbb{R}^d$ menyatakan *bias vector forget gate*.

$$\mathbf{i_t} = \sigma(\mathbf{W_i h_{t-1}} + \mathbf{V_i} x_t + \mathbf{b_i}), \quad (4)$$

dengan $\mathbf{W_i} \in \mathbb{R}^{d \times d}$ dan $\mathbf{V_i} \in \mathbb{R}^{d \times m}$ menyatakan matriks bobot *input gate* dan $\mathbf{b_i} \in \mathbb{R}^d$ menyatakan *bias vector input gate*.

$$\widetilde{\mathbf{C_t}} = \tanh(\mathbf{W_c h_{t-1}} + \mathbf{V_c} x_t + \mathbf{b_c}), \quad (5)$$

dengan $\mathbf{W_c} \in \mathbb{R}^{d \times d}$ dan $\mathbf{V_c} \in \mathbb{R}^{d \times m}$ menyatakan matriks bobot *internal cell states* dan $\mathbf{b_c} \in \mathbb{R}^d$ menyatakan *bias vector internal cell states*.

$$\mathbf{o_t} = \sigma(\mathbf{W_o h_{t-1}} + \mathbf{V_o} x_t + \mathbf{b_o}), \quad (6)$$

dengan $\mathbf{W_o} \in \mathbb{R}^{d \times d}$ dan $\mathbf{V_o} \in \mathbb{R}^{d \times m}$ menyatakan matriks bobot *output gate* dan $\mathbf{b_o} \in \mathbb{R}^d$ menyatakan *bias vector output gate*.

Fungsi aktivasi yang digunakan dalam metode LSTM adalah fungsi sigmoid yang dinyatakan dengan $\sigma(x)$ dan $\tanh(x)$ digunakan sebagai fungsi aktivasi *output*. Fungsi aktivasi $\tanh(x)$ digunakan untuk mengatur nilai yang melalui jaringan selalu bernilai (-1,1). Fungsi aktivasi tanh dinyatakan dalam Persamaan (7) (Yang *et al.*, 2020).

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}. \quad (7)$$

Fungsi aktivasi sigmoid digunakan untuk menskalakan nilai *output* $\tanh(x)$ menjadi nilai dengan interval $(0,1)$ dengan nilai *output* tunggal sebagai nilai hasil peramalan. Fungsi aktivasi sigmoid dinyatakan dalam Persamaan (8) (Juna *et al.*, 2022).

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}. \quad (8)$$

Pada Persamaan (3) dan (4), *forget gate* ($\mathbf{f_t}$) dan *input gate* ($\mathbf{i_t}$) menentukan berapa banyak informasi masa lalu yang dapat digunakan dalam *cell state* ($\mathbf{C_t}$) saat ini dan

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

berapa banyak informasi saat ini yang dapat disebarkan untuk peramalan dalam interval waktu selanjutnya.

Nilai 0 pada *forget gate* ($\mathbf{f_t}$) menunjukkan bahwa tidak ada informasi yang dibawa ke sel saat ini dari sel sebelumnya atau keadaan sel sebelumnya harus benar-benar dilupakan untuk keadaan sel saat ini, sedangkan nilai 1 berarti status sel sebelumnya harus dipertahankan sepenuhnya. Konsep ini diterapkan juga untuk *gate* lainnya yaitu *input gate* ($\mathbf{i_t}$) dan *output gate* ($\mathbf{o_t}$). Nilai diantara 0 dan 1 menyatakan *input gate* ($\mathbf{i_t}$), *forget gate* ($\mathbf{f_t}$), dan *output gate* ($\mathbf{o_t}$) dapat mengontrol nilai status sel saat ini atau dapat menggunakan informasi penting dari status sel sebelumnya untuk meramalkan *candidate cell state* saat ini.

$$\mathbf{C_t} = \mathbf{i_t} \circ \widetilde{\mathbf{C_t}} + \mathbf{f_t} \circ \mathbf{C_{t-1}}, \quad (9)$$

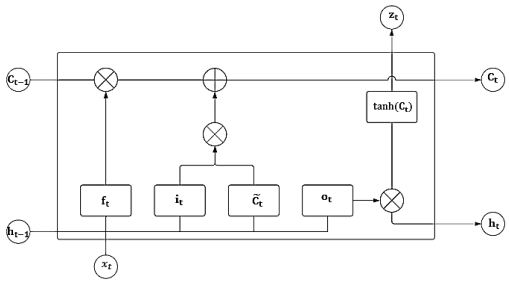
$$\mathbf{h_t} = \mathbf{o_t} \circ \tanh(\mathbf{C_t}), \quad (10)$$

$$\mathbf{z_t} = \mathbf{h_t}, \quad (11)$$

dengan symbol $\circ$ menyatakan Hadamart Product matriks **A** dan **B** dengan ordo m × n untuk seluruh $1 \leq i \leq m$ dan $1 \leq j \leq n$ yang secara matematika dinyatakan dalam Persamaan (12).

$$[\mathbf{A} \circ \mathbf{B}]_{ij} = [\mathbf{A}]_{ij}[\mathbf{B}]_{ij}. \quad (12)$$

Cell state ($\mathbf{C_t}$) dihitung menggunakan *gate* yang telah didapatkan dan *cell state* tahap waktu sebelumnya ($\mathbf{C_{t-1}}$). Selanjutnya, untuk menghitung *the hidden state* ($\mathbf{h_t}$) tahap waktu selanjutnya, fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi $\tanh(x)$ yang didefinisikan dalam Persamaan (7) dan menghasilkan nilai dalam interval (-1,1). Perbedaan penting antara sel LSTM dan sel RNN sederhana adalah dalam LSTM *output* $\mathbf{z_t}$ sama dengan nilai pada *the hidden state* $\mathbf{h_t}$ dengan simbol $\circ$ menyatakan perkalian elemen untuk *Hadamart product* dan struktur sel LSTM diperlihatkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Struktur sel LSTM.

2.3 *Dense Layer*

Hasil kalkulasi pada sel LSTM menghasilkan matriks dengan ordo $d \times 1$, sehingga untuk membuat *output* memiliki satu nilai hasil peramalan perlu menyatukan semua nilai pada matriks hasil kalkulasi sel LSTM menggunakan *dense layer*. *Dense layer* merupakan perkalian matriks bobot dan *input* dengan tambahan vektor bias yang nantinya dapat dilatih ke *output* (Karim *et al.*, 2019). Secara matematis *output* setiap lapisan *dense layer* didefinisikan dalam Persamaan (13),

$$y = \sigma(\mathbf{W}\mathbf{z_t} + \mathbf{b}) \quad (13)$$

dengan **W** adalah matriks bobot, **b** adalah vektor bias, $\mathbf{z_t}$ merupakan nilai *output* dari proses kalkulasi dalam sel LSTM, dan $\sigma(x)$ merupakan fungsi aktivasi yang didefinisikan dalam Persamaan (8).

2.4 *Hyperparameter Tuning*

Performa model *machine learning* bergantung pada beberapa parameter yang disebut *hyperparameter*. *Hyperparameter* ditetapkan secara manual sebelum *training* model dilakukan guna mendapatkan performa model yang optimal (Hewamalage *et al.*, 2021). Pada metode LSTM, *hyperparameter* yang penting adalah fungsi aktivasi yaitu $\sigma(x)$ dan $\tanh(x)$, jumlah *epoch*, jumlah *hidden layer*, dan *optimizer*. *Optimizer* yang umum digunakan adalah *adaptive moment estimation* (Adam) karena efisien secara komputasi, hanya membutuhkan gradien orde pertama, membutuhkan memori yang kecil, mengubah skala diagonal gradien, dan cocok untuk

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

masalah data atau parameter yang besar (Chang *et al.*, 2019).

2.5 *Mean Absolute Percentage Error*

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) merupakan galat yang dihitung berdasarkan nilai absolut kesalahan atau selisih nilai ramalan dan nilai aktual yang dibagi dengan nilai aktual pada periode tersebut dan nilai yang didapat dibagi jumlah data (Krisma *et al.*, 2019). Secara matematis, MAPE didefinisikan dalam Persamaan (14).

$$\text{MAPE} = \frac{100\%}{N}\sum_{t=1}^{N}\frac{|y_t - x_t|}{x_t}, \qquad (14)$$

dengan N menyatakan banyaknya data, y_t menyatakan nilai yang didapat dari hasil peramalan, dan x_t adalah nilai aktual dengan waktu t.

MAPE memiliki interval nilai yang dapat dijadikan dasar pengukuran atau pengambilan keputusan mengenai kemampuan suatu model peramalan, interval nilai tersebut tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Penerimaan nilai MAPE.

Interval nilai MAPE	**Keterangan**
$\leq 10\%$	Model peramalan sangat baik
$10\% < \text{MAPE} \leq 20\%$	Model peramalan baik
$20\% < \text{MAPE} \leq 50\%$	Model peramalan layak
$> 50\%$	Model peramalan buruk

Sumber: (Lewis, 1982)

MAPE memberikan interval galat yang dihasilkan dari peramalan. Semakin rendah nilai MAPE, kemampuan model peramalan yang digunakan semakin baik dan begitupun sebaliknya.

3 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode LSTM dengan diagram alir penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

Sebelum diteliti, data yang digunakan melewati 3 tahap data *preprocessing* yaitu *cleaning data*, partisi data, dan *scaling data*. Setelah proses data *preprocessing* selesai, data *training* dan data *testing* akan diramalkan menggunakan model yang telah dibuat dengan metode LSTM dan hasil peramalan tersebut akan diubah nilainya menggunakan invers *scaling* agar data peramalan yang didapatkan memiliki rentang nilai data yang digunakan. Jika nilai MAPE yang dihasilkan sudah memiliki nilai kurang dari 20% atau model peramalan baik, maka proses dilanjutkan dengan meramalkan data *testing* dan

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

dilakukan invers *scaling* agar didapatkan data hasil peramalan untuk waktu yang akan datang.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Data Preprocessing*

Sebelum dilakukan peramalan meggunakan metode LSTM, perlu dilakukan langkah *data preprocessing* terlebih dahulu. Pada penelitian ini digunakan 3 metode *data preprocessing* yaitu *cleaning data*, *partitioning data*, dan *scaling data*.

1. Data *outliers* dihilangkan menggunakan metode perhitungan untuk mendapatkan nilai *outliers* dari keseluruhan dataset. *Code program* penghapusan data *outliers* adalah sebagai berikut:

```
def Remove_Outlier_Indices(df):
    Q1 = df.quantile(0.25)
    Q3 = df.quantile(0.75)
    IQR = Q3 - Q1
    trueList = ~((df < (Q1 - 1.5 * IQR
)) |(df > (Q3 + 1.5 * IQR)))
    return trueList
df1 = pd.DataFrame(df1)
nonOutlierList = Remove_Outlier_Indice
s(df1)
df1 = df1[nonOutlierList]
```

   Selanjutnya, data yang hilang atau kosong diubah nilainya menggunakan data pembobotan yang dihitung dengan mempertimbangkan perhitungan data yang tidak hilang dibantu modul KNNImputer. *Code program* pengisian data kosong adalah sebagai berikut:

```
imputer = KNNImputer(n_neighbors=1000,
weights='distance')
df = imputer.fit_transform(df1)
```

2. Data yang digunakan dipartisi menjadi 2 atau 3 dataset yang berbeda. Partisi data dilakukan sesuai kebutuhan penelitian. *Code program* partisi data adalah sebagai berikut:

```
train_size = int(0.80*len(df))
train_data = df.iloc[0:train_size]
test_data = df.iloc[train_size:]
```

3. *Scaling* data bertujuan untuk mengubah data menjadi bernilai [0,1]. *Scaling data* digunakan agar nilai *input* dan *output* bernilai [0,1] mengikuti sifat fungsi sigmoid yang mengeluarkan nilai *output* (0,1). *Code program scaling* data adalah sebagai berikut:

```
scaler = MinMaxScaler(feature_range = (
0, 1)).fit(train_data)
train_scaled = scaler.transform(train_d
ata)
test_scaled = scaler.transform(test_dat
a)
def create_dataset (X, look_back = 1):
    Xs, ys = [], []
    for i in range(len(X)-look_back):
        v = X[i:i+look_back]
        Xs.append(v)
        ys.append(X[i+look_back])
    return np.array(Xs), np.array(ys)
X_train, y_train = create_dataset(train
_scaled,14)
X_test, y_test = create_dataset(test_sc
aled,14)
```

4.2 Pembuatan Model

Pembuatan model dilakukan dengan bantuan *library* TensorFlow dengan modul keras yang ditambahkan dengan *layer* LSTM layer dan *Dense* layer. Model dibuat menggunakan kombinasi *hyperparameter tuning* yang diset menggunakan *optimizer*, epoch dan unit sel. Setelah melalui pelatihan model, selanjutnya dilakukan kegiatan peramalan data menggunakan model yang telah diperoleh. Untuk mendapatkan hasil peramalan data maka perlu dilakukan rangkaian kalkulasi yang terjadi dalam satu struktur sel LSTM, lalu *output* sel LSTM dihitung menggunakan fungsi sigmoid dalam *dense layer*. Langkah selanjutnya adalah menghitung hasil yang didapat dari *dense layer* menggunakan invers MinMaxScaler agar didapatkan hasil akhir peramalan. *Code program* model peramalan menggunakan metode LSTM dengan tambahan *dense layer* adalah sebagai berikut:

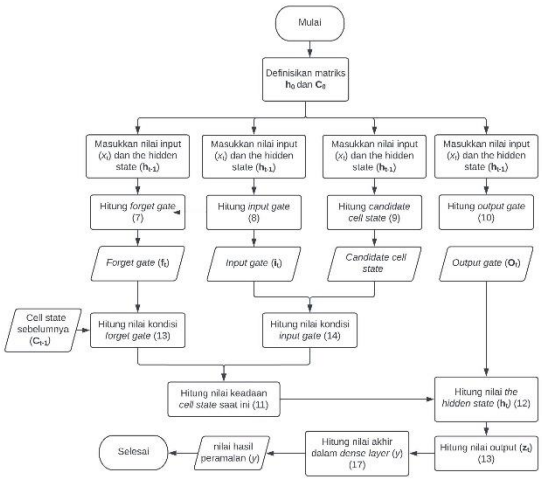
```
hunits = 1000
model = tf.keras.models.Sequential()
model.add(LSTM(hunits, input_shape = [X_tr
ain.shape[1], X_train.shape[2]]))
model.add(Dense(1, activation='sigmoid'))
```

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

```
model.compile(optimizer=tf.keras.optimizer
s.Adam(), loss=tf.keras.losses.Huber(), me
trics="mae")
history = model.fit(X_train, y_train, vali
dation_data=(X_test, y_test), shuffle = Fa
lse, verbose = 2, epochs = 700, batch_size
=500)
```

4.3 Komputasi Matematika dalam Sel *Long Short Term Memory*

Proses kalkulasi yang terjadi dalam satu struktur sel LSTM diperlihatkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Proses perhitungan peramalan menggunakan metode LSTM.

1. Langkah pertama adalah mendefinisikan vektor *the hidden state* ($\mathbf{h_0}$) dan *cell state* ($\mathbf{C_0}$). Pada pendefinisian awal, seluruh elemen dari kedua vektor ini bernilai nol.
2. Data x_t masuk sebagai *input* data dan $\mathbf{h_{t-1}}$ masuk sebagai *the hidden state*, data tersebut diolah dalam *forget gate* menggunakan fungsi sigmoid dengan vektor $\mathbf{W_f}, \mathbf{V_f}$, dan $\mathbf{b_f}$. Matriks-matriks tersebut memiliki ordo yang sesuai dengan jumlah unit (d) yang digunakan selama pelatihan model. Secara matematis keadaan dalam *forget gate* diperlihatkan dalam Persamaan (3), didapat

$$\mathbf{f_t} = \sigma(\mathbf{W_f h_{t-1}} + \mathbf{V_f} x_t + \mathbf{b_f})$$

dengan

$$\mathbf{V_f} = \begin{bmatrix} v_{f_{11}} \\ v_{f_{21}} \\ \vdots \\ v_{f_{d1}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W_f} = \begin{bmatrix} w_{f_{11}} & w_{f_{12}} & \dots & w_{f_{1d}} \\ w_{f_{21}} & w_{f_{22}} & \dots & w_{f_{2d}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{f_{d1}} & w_{f_{d2}} & \dots & w_{f_{dd}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b_f} = \begin{bmatrix} b_{f_1} \\ b_{f_2} \\ \vdots \\ b_{f_d} \end{bmatrix}$$

3. Setelah didapatkan hasil *forget gate*, nilai *forget gate* dikalikan dengan kondisi sel sebelumnya ($\mathbf{C_{t-1}}$), sehingga didapatkan

$$\mathbf{C_t^f} = \mathbf{f_t} \circ \mathbf{C_{t-1}}. \qquad (15)$$

4. Data x_t masuk kembali sebagai *input* data dan $\mathbf{h_{t-1}}$ masuk sebagai *the hidden state*, data tersebut diolah dalam *input gate* menggunakan fungsi sigmoid dengan vektor $\mathbf{W_i}, \mathbf{V_i}$, dan $\mathbf{b_i}$. Matriks-matriks tersebut memiliki ordo yang sesuai dengan jumlah unit (d) yang digunakan selama pelatihan model. Secara matematis keadaan dalam *input gate* diperlihatkan dalam Persamaan (4), didapat

$$\mathbf{i_t} = \sigma(\mathbf{W_i h_{t-1}} + \mathbf{V_i} x_t + \mathbf{b_i})$$

dengan

$$\mathbf{V_i} = \begin{bmatrix} v_{i_{11}} \\ v_{i_{21}} \\ \vdots \\ v_{i_{d1}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W_i} = \begin{bmatrix} w_{i_{11}} & w_{i_{12}} & \dots & w_{i_{1d}} \\ V_{i_{21}} & w_{i_{22}} & \dots & w_{i_{2d}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i_{d1}} & w_{i_{d2}} & \dots & w_{i_{dd}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b_i} = \begin{bmatrix} b_{i_1} \\ b_{i_2} \\ \vdots \\ b_{i_d} \end{bmatrix}$$

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

5. Data x_t masuk kembali sebagai *input* data dan $\mathbf{h_{t-1}}$ masuk sebagai *the hidden state*, data tersebut diolah dalam *candidate cell* menggunakan fungsi tanh dan vektor $\mathbf{W_c}, \mathbf{V_c}$, dan $\mathbf{b_c}$. Matriks-matriks tersebut memiliki ordo yang sesuai dengan jumlah unit (d) yang digunakan selama pelatihan model. Secara matematis keadaan dalam *candidate cell* diperlihatkan dalam Persamaan (5), didapat

$$\widetilde{\mathbf{C_t}} = \tanh(\mathbf{W_c h_{t-1}} + \mathbf{V_c} x_t + \mathbf{b_c})$$

dengan

$$\mathbf{V_c} = \begin{bmatrix} v_{c_{11}} \\ v_{c_{21}} \\ \vdots \\ v_{c_{d1}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W_c} = \begin{bmatrix} w_{c_{11}} & w_{c_{12}} & \dots & w_{c_{1d}} \\ w_{c_{21}} & w_{c_{22}} & \dots & w_{c_{2d}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{c_{d1}} & w_{c_{d2}} & \dots & w_{c_{dd}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b_c} = \begin{bmatrix} b_{c_1} \\ b_{c_2} \\ \vdots \\ b_{c_d} \end{bmatrix}$$

6. Kalikan nilai *input gate* (i_t) dan *candidate cell state* $(\widetilde{\mathbf{C_t}})$ sehingga didapatkan

$$\mathbf{C_t^i} = \mathbf{i_t} \circ \widetilde{\mathbf{C_t}}. \quad (16)$$

7. Jumlahkan Persamaan (15) dan (16) yang sudah didapatkan untuk mendapatkan *cell state* atau dapat menggunakan Persamaan (9) sebagai berikut:

$$\mathbf{C_t} = \mathbf{C_t^f} + \mathbf{C_t^i}$$
$$\mathbf{C_t} = (\mathbf{f_t} \circ \mathbf{C_{t-1}}) + (\mathbf{i_t} \circ \widetilde{\mathbf{C_t}})$$

8. Data x_t masuk kembali sebagai *input* data dan $\boldsymbol{h_{t-1}}$ masuk sebagai *the hidden state*, data tersebut diolah dalam *output gate* menggunakan fungsi sigmoid dan vektor $\mathbf{W_o}, \mathbf{V_o}$, dan $\mathbf{b_o}$. Matriks-matriks tersebut memiliki ordo yang sesuai dengan jumlah unit (d) yang digunakan selama pelatihan model. Secara matematis keadaan dalam *output gate* diperlihatkan dalam Persamaan (6), didapat

$$\mathbf{o_t} = \sigma(\mathbf{W_o h_{t-1}} + \mathbf{V_o} x_t + \mathbf{b_o}),$$

dengan

$$\mathbf{V_o} = \begin{bmatrix} v_{o_{11}} \\ v_{o_{21}} \\ \vdots \\ v_{o_{d1}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W_o} = \begin{bmatrix} w_{o_{11}} & w_{o_{12}} & \dots & w_{o_{1d}} \\ w_{o_{21}} & w_{o_{22}} & \dots & w_{o_{2d}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{o_{d1}} & w_{o_{d2}} & \dots & w_{o_{dd}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{b_o} = \begin{bmatrix} b_{o_1} \\ b_{o_2} \\ \vdots \\ b_{o_d} \end{bmatrix}$$

9. Nilai *output* dari Persamaan (6) dan (9) diolah dalam Persamaan (10) untuk akhirnya didapat nilai *output* yang digunakan untuk perhitungan pada sel selanjutnya dan perhitungan pada *dense layer*, didapat:

$$\mathbf{h_t} = \mathbf{o_t} \circ \tanh(\mathbf{C_t})$$
$$\mathbf{z_t} = \mathbf{h_t}$$

10. Hasil peramalan akhir didapatkan dari menyatukan semua nilai *output* pada unit LSTM menggunakan *dense layer* pada Persamaan (13):

$$y = \sigma(\mathbf{W z_t} + \mathbf{b}).$$

4.4 Peramalan Data Menggunakan Model yang Telah Dibangun

Setelah dilakukan *training* model menggunakan metode LSTM, maka data akan diramalkan. Selanjutnya untuk mendapatkan interval nilai pada data yang digunakan perlu dilakukan invers fungsi MinMaxScaler

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

menggunakan Persamaan (2). *Code program invers scaling* data setelah data selesai diramalkan adalah sebagai berikut:

```
y_train=scaler.inverse_transform(y_train)
y_test=scaler.inverse_transform(y_test)
train_predictions=model.predict(X_train)
train_predictions=scaler.inverse_transform
(train_predictions)

test_predictions=model.predict(X_test)
test_predictions=scaler.inverse_transform(
test_predictions)
```

Data aktual dan data peramalan yang telah didapatkan akan digunakan untuk menghitung nilai MAPE menggunakan Persamaan (14) untuk selanjutnya akan dianalisis performa model yang telah dibuat. *Code program* perhitungan nilai MAPE adalah sebagai berikut:

```
def evaluate_prediction(predictions, actua
l, model_name):
    print(model_name + ':')
    print('Mean Absolute Percentage Error:
 {:.4f}'.format(np.mean(np.abs((actual - p
redictions) / actual)) * 100, 2))
    return('')

print(evaluate_prediction(train_prediction
s, y_train, 'LSTM for training data'))
print(evaluate_prediction(test_predictions
, y_test, 'LSTM for testing data'))
```

Selanjutnya dilakukan peramalan untuk data pada tahap selanjutnya. *Code program* persamalan data pada tahap selanjutnya adalah sebagai berikut:

```
def insert_end(Xin,new_input):
    for i in range(timestep-1):
        Xin[:,i,:] = Xin[:,i+1,:]
    Xin[:,timestep-1,:] = new_input
    return Xin
from datetime import timedelta
timestep = 14
future = 31
forecast = []
Xin = X_test[-1:,:,:]
for i in range(future):
    out = model.predict(Xin, batch_size=1)
    forecast.append(out[0,0])
    Xin2 = insert_end(X_test,out[0,0])
forecasted_output=np.asanyarray(forecast)

forecasted_output=forecasted_output.reshap
e(-1,1)
forecasted_output = scaler.inverse_transfo
rm(forecasted_output)
forecasted_output = pd.DataFrame(forecaste
d_output)
```

5 SIMPULAN

Berdasarkan tahapan penelitian yang telah dilakukan, maka disimpulkan bahwa peramalan data univariat dapat dilakukan menggunakan pendekatan *deep learning* jenis *supervised learning* yaitu metode LSTM dengan bantuan bahasa pemrograman Python. Dalam penelitian yang telah dilakukan penulis menggunakan data univariat. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan data multivariat dengan tambahan variabel lain yang dapat memengaruhi hasil peramalan. Peramalan menggunakan metode LSTM pada data multivariat sudah dilakukan oleh Hewamalage *et al.* (2021).

DAFTAR PUSTAKA

Abhishek, K., Singh, M. P., Ghosh, S., & Anand, A. (2012). Weather Forecasting Model using Artificial Neural Network. *Procedia Technology*, *4*, 311–318. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.05.047

Bandara, Kasun, Shi, P., Bergmeir, C., Hewamalage, H., Quoc Tran, & Seaman, B. (2019). Sales demand forecast in e-commerce using a long short-term memory neural network methodology. Dalam *Neural Information Processing: 26th International Conference, ICONIP 2019*, *III*(26), 462–474.

Batta, M. (2018). Machine Learning Algorithms - A Review. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, *18*(8), 381–386. https://doi.org/10.21275/ART20203995

Chang, Z., Zhang, Y., & Chen, W. (2019). Electricity price prediction based on hybrid model of adam optimized LSTM neural network and wavelet transform. *Energy*, *187*, 115804. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.07.134

Crone, S. F., Hibon, M., & Nikolopoulos, K.

(2011). Advances in forecasting with neural networks? Empirical evidence from the NN3 competition on time series prediction. *International Journal of Forecasting*, *27*(3), 635–660. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.04.001

Falah, R. A., & Rachmaniah, M. (2022). Price Prediction Model for Red and Curly Red Chilies using Long Short Term Memory Method. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, *6*(1), 143–160. https://doi.org/10.29244/ijsa.v6i1p143-160

Fan, C., Chen, M., Wang, X., Wang, J., & Huang, B. (2021). A Review on Data Preprocessing Techniques Toward Efficient and Reliable Knowledge Discovery From Building Operational Data. *Frontiers in Energy Research*, *9*(March), 1–17. https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.652801

Hewamalage, H., Bergmeir, C., & Bandara, K. (2021). Recurrent Neural Networks for Time Series Forecasting: Current status and future directions. *International Journal of Forecasting*, *37*(1), 388–427. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2020.06.008

Juna, A., Umer, M., Sadiq, S., Karamti, H., Eshmawi, A. A., Mohamed, A., & Ashraf, I. (2022). Water Quality Prediction Using KNN Imputer and Multilayer Perceptron. *Water (Switzerland)*, *14*(17), 1–19. https://doi.org/10.3390/w14172592

Karim, F., Majumdar, S., & Darabi, H. (2019). Insights into lstm fully convolutional networks for time series classification. *IEEE Access*, *7*, 67718–67725. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2916828

Krisma, A., Azhari, M., & Widagdo, P. P. (2019). Perbandingan Metode Double Exponential Smoothing Dan Triple Exponential Smoothing Dalam Parameter Tingkat Error Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan Means Absolute Deviation (MAD) Alviani Krisma Putut Pamilih Widagdo Kata kunci-forecasting, Double Ex. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*, *4*(2).

Lewis, C. D. (1982). Industrial and Business Forecasting Method. In *Butter-worth-Heinemann*.

Lillicrap, T. P., & Santoro, A. (2019). ScienceDirect Backpropagation through time and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, *55*, 82–89. https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.01.011

Liu, H., & Lang, B. (2019). Machine learning and deep learning methods for intrusion detection systems: A survey. *Applied Sciences (Switzerland)*, *9*(20). https://doi.org/10.3390/app9204396

Lou, H. H., Fang, J., Gai, H., Xu, R., & Lin, S. (2022). A novel zone-based machine learning approach for the prediction of the performance of industrial flares. *Computers and Chemical Engineering*, *162*, 107795. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2022.107795

Nasteski, V. (2017). An overview of the supervised machine learning methods. *Horizons.B*, *4*(December), 51–62. https://doi.org/10.20544/horizons.b.04.1.17.p05

Pontoh, R. S., Toharudin, T., Ruchjana, B. N., Gumelar, F., Putri, F. A., Agisya, M. N., & Caraka, R. E. (2022). Jakarta Pandemic to Endemic Transition: Forecasting COVID-19 Using NNAR and LSTM. *Applied Sciences (Switzerland)*, *12*(12). https://doi.org/10.3390/app12125771

Scikit-learn Developers. (2022). *sklearn.preprocessing.MinMaxScaler*. https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.preprocessing.MinMaxScaler.html#sklearn-preprocessing-minmaxscaler

Yang, Y., Wang, J., & Wang, B. (2020). Prediction model of energy market by long short term memory with random system and complexity evaluation.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Applied Soft Computing, *95*(106579).

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Analisis Sentimen Menggunakan Metode Klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) dan Seleksi Fitur *Chi-Square*

Ewen Hokijuliandy, Herlina Napitupulu, Firdaniza Firdaniza
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran
Email: ewen19001@mail.unpad.ac.id, herlina@unpad.ac.id, firdaniza@unpad.ac.id

Abstrak

Analisis sentimen adalah teknik komputasi untuk mengidentifikasi opini, sikap, emosi, dan maksud seseorang terhadap suatu subjek melalui ulasan yang diberikan. Studi sebelumnya menunjukkan teknik analisis sentimen menggunakan *machine learning*, seperti metode klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) telah terbukti efektif dalam mengklasifikasi opini. Penerapan metode seleksi fitur dapat meningkatkan performa model dan efisiensi model. Salah satu metode yang sering digunakan untuk seleksi fitur adalah metode *Chi-Square*. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model SVM dari data teks yang telah melewati tahap seleksi fitur *Chi-Square*. Analisis sentimen dilakukan dengan kerangka kerja yang terdiri dari *text preprocessing*, representasi kata *Term Frequency Inverse Document Frequency* (TF-IDF), seleksi fitur *Chi-Square*, klasifikasi menggunakan metode SVM, evaluasi performa model, dan *hyperparameter tuning*.

Kata Kunci: Analisis sentiment, *machine learning*, SVM, *Chi-Square*, *hyperparameter tuning*.

Abstract

Sentiment analysis is a computational technique to identify opinions, attitudes, emotions, and intentions of an individual towards a subject through the provided reviews. Previous studies have shown that sentiment analysis techniques using machine learning, such as the Support Vector Machine (SVM) classification method, have proven effective in classifying opinions. The application of feature selection methods can improve the performance and efficiency of the model. One commonly used method for feature selection is the Chi-Square method. This research aims to obtain an SVM model from text data that has undergone the Chi-Square feature selection stage. Sentiment analysis is conducted within a framework consisting of text preprocessing, Term Frequency Inverse Document Frequency (TF-IDF) word representation, Chi-Square feature selection, classification using the SVM method, model performance evaluation, and hyperparameter tuning.

Keywords: *Sentiment analysis, machine learning, SVM, Chi-Square, hyperparameter tuning.*

1 PENDAHULUAN

Analisis sentimen adalah sebuah teknik untuk mendeteksi pendapat yang menguntungkan dan tidak menguntungkan terhadap subjek tertentu (seperti organisasi dan produk mereka) yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan (Nasukawa dan Yi, 2003). Menurut Medhat *et al*. (2014), analisis sentimen atau *opinion mining* adalah studi komputasi opini, sikap, dan emosi orang terhadap suatu entitas. Sedangkan Shaik *et al*. (2022) menyatakan analisis sentimen adalah salah satu aplikasi *Natural Language*

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Processing (NLP) yang paling banyak digunakan untuk mengidentifikasi maksud seseorang dari ulasan mereka. Analisis sentimen dilakukan menggunakan *machine learning* untuk mengklasifikasikan teks ulasan sebagai positif, netral, atau negatif.

Menurut Uysal dan Gunal (2014), tahapan kerangka kerja untuk klasifikasi teks terdiri dari *preprocessing*, representasi kata, seleksi fitur, klasifikasi, dan evaluasi performa model. Selanjutnya, performa model dapat ditingkatkan dengan *hyperparameter tuning*. *Hyperparameter tuning* merupakan proses mencari *hyperparameter* model yang lebih optimal. Setiap tahap kerangka kerja memengaruhi hasil performa model klasifikasi yang dibuat. Evaluasi hasil performa model dapat dilakukan dengan mengukur metrik *Accuracy, Precision, Recall,* dan *F1-Score*. Pemilihan metrik evaluasi yang digunakan bergantung pada kompleksitas dan distribusi data yang dimiliki. Şahin dan Klç (2019) menggunakan metrik *F1-Score* untuk mengevaluasi model klasifikasi untuk *imbalanced dataset* pada *Reuters*-21578 *dataset*. Pada kasus *imbalanced dataset, F1-Score* umum digunakan karena menggabungkan *precision* dan *recall* secara merata untuk kelas mayoritas dan minoritas. Metrik performa model ini menjadi acuan dalam melakukan *hyperparameter tuning*.

Pada tahap klasifikasi dengan *machine learning*, Mantovani *et al*. (2019) menyatakan bahwa kebanyakan algoritma *machine learning* sensitif terhadap nilai *hyperparameter* yang langsung berpengaruh terhadap performa model yang dimiliki. Salah satu algoritma *machine learning* yang sering digunakan untuk berbagai masalah adalah *Support Vector Machine* (SVM).

Penelitian analisis sentimen sudah dilakukan sebelumnya pada layanan perbankan oleh Sari dan Irhamah (2020). Penelitian tersebut mengklasifikasi data *Twitter* menjadi sentimen positif dan negatif menggunakan representasi kata *Term Frequency Inverse Document Frequency* (TF-IDF) sebagai input algoritma *Naïve Bayes Classifier* (NBC) dan *Support Vector Machine* (SVM) dengan *SMOTE*. Dalam penelitiannya, Mahendrajaya (2019) melakukan analisis sentimen terhadap data *tweet* opini pengguna layanan *Gopay*. Penelitian tersebut menggunakan metode *lexicon based* untuk memberikan label sentimen positif dan negatif pada data. Representasi kata yang digunakan adalah TF-IDF sebagai input algoritma SVM dengan *kernel linear* dan *polinomial* untuk klasifikasinya.

Penerapan metode seleksi fitur dapat dilakukan pada metode klasifikasi untuk meningkatkan performa model dengan mengurangi jumlah fitur yang digunakan. Cahyono (2017) menyatakan bahwa seleksi fitur digunakan untuk mengurangi *set* fitur yang besar menjadi *subset* fitur yang lebih kecil. Seleksi fitur akan mengurangi waktu komputasi dan meningkatkan efisiensi model karena hanya menggunakan fitur yang dianggap relevan atau paling berdampak pada model. Penelitian analisis sentimen menggunakan *Naïve Bayes Classifier* dengan seleksi fitur *Chi-Square* dan *Particle Swarm Optimization* untuk klasifikasi sentimen menjadi positif, netral, dan negatif telah dilakukan oleh Septiana *et al*. (2021) dan memperoleh hasil seleksi fitur *Chi-Square* sebagai metode seleksi fitur terbaik dengan meningkatkan akurasi model dari 63,69% menjadi 69,13%. Kemudian Luthfiana *et al*. (2020) melakukan analisis sentimen untuk tiga kelas yaitu sentimen positif, netral, dan negatif menggunakan metode SVM dan seleksi fitur *Chi-Square*. Penelitian tersebut memperoleh hasil performa model tanpa seleksi fitur dengan akurasi sebesar 69%, *precision* sebesar 48%, *recall* sebesar 53%, dan *F1-Score* sebesar 50%. Setelah diterapkan seleksi fitur, performa model meningkat dengan akurasi sebesar 77%, *precision* sebesar 50%, *recall* sebesar 55%, dan *F1-Score* sebesar 73%.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Analisis Sentimen

Menurut Rosdiana *et al*. (2019) analisis sentimen merupakan proses memahami, mengekstrak, dan mengolah data tekstual secara otomatis untuk mendapatkan informasi

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

sentimen yang terkandung dalam suatu kalimat opini. Kemudian, Aditama *et al*. (2022) menyatakan informasi sentimen yang terkandung dalam suatu kalimat opini dapat diklasifikasi menjadi sentimen positif, negatif, dan netral berdasarkan polaritas sebuah teks. Banyak penelitian membatasi pengklasifikasian kalimat opini menjadi sentimen positif dan negatif karena sulit menentukan polaritas teks untuk sentimen netral. Analisis sentimen dapat digunakan untuk melakukan analisis pasar oleh perusahaan, mengetahui opini masyarakat terhadap isu politik, dan perbaikan suatu layanan publik berdasarkan ulasan masyarakat. Analisis sentimen memudahkan klasifikasi sentimen data teks dalam jumlah besar dengan menerapkan metode klasifikasi secara otomatis.

Menurut Ligthart *et al*. (2021), klasifikasi teks untuk analisis sentimen dapat dilakukan dengan pendekatan *machine learning*, *deep learning*, *lexicon-based*, dan *hybrid*. Analisis sentimen dengan pendekatan *machine learning* membutuhkan data latih yang sudah diberi label untuk melatih model.

2.2 *Machine Learning*

Machine learning adalah kategori *Artificial Intelligence* (AI) yang memungkinkan komputer berpikir dan belajar sendiri (Alzubi *et al*., 2018). *Machine learning* bertujuan untuk menangani data lebih efisien. Sering kali, orang dihadapkan pada data dengan jumlah yang besar dan kesulitan menginterpretasi hasil ekstrak dari data yang dimiliki. Oleh karena itu, menggunakan *machine learning* adalah solusi yang tepat untuk permasalahan tersebut. *Machine learning* akan belajar dari data untuk mendapatkan performa model yang maksimal tanpa diprogram secara manual.

Machine learning dapat diklasifikasikan menjadi *supervised learning* dan *unsupervised learning* (Khan *et al*., 2018). *Supervised learning* adalah jenis *machine learning* dimana komputer dilatih menggunakan dataset dengan *input* dan *output* yang telah diketahui, sedangkan *unsupervised learning* adalah jenis *machine learning* dimana komputer dilatih menggunakan *dataset* dengan *output* yang tidak diketahui. Pada penelitian analisis sentimen, jenis *machine learning* yang digunakan adalah *supervised learning* karena *output* dari dataset sudah diketahui berupa label sentimen positif atau negatif. Khan *et al*. (2018) menyatakan bahwa metode *supervised learning* yang paling efisien dan sering digunakan adalah *K-Nearest Neighbors* (KNN), *Support Vector Machine* (SVM), *Large Margin Nearest Neighbor* (LMNN), dan *Extended Nearest Neighbor* (ENN). Mantovani *et al*. (2019) menyatakan bahwa tahap analisis sentimen dengan *machine learning* terdiri dari *text preprocessing*, representasi kata, seleksi fitur, dan tahap klasifikasi.

2.3 *Text Preprocessing*

Text Preprocessing dilakukan dengan menghilangkan *noise* pada teks untuk meningkatkan akurasi dari model *machine learning* (Alam dan Yao, 2019). Penerapan *text preprocessing* yang baik dapat meningkatkan performa model. Putra *et al*. (2020) menyatakan secara umum *text preprocessing* terdiri dari empat tahap berikut:

1. *Case folding* merupakan proses untuk mengubah semua huruf menjadi huruf kecil.
2. *Stopword filtering* merupakan proses untuk menghilangkan kata tanpa makna. Misalnya kata “malah”, “adalah”, “di”, “ke”, dan “yang” akan dihilangkan pada tahap ini.
3. *Tokenizing* merupakan proses untuk memisahkan kalimat menjadi beberapa kata. Biasanya setiap kata akan dipisahkan oleh spasi sehingga pada kasus ini akan digunakan *space delimiter*.
4. *Stemming* merupakan proses untuk mengekstrak atau mengurangi imbuhan dengan tujuan mendapatkan bentuk kata dasar.

HaCohen-Kerner *et al*. (2020) menyatakan bahwa *text preprocessing* yang lebih mutakhir dapat dilakukan dengan mengubah kata singkatan atau kata gaul menjadi kata baku yang memiliki makna yang sama. Tahap *text preprocessing* berkaitan erat

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

dengan seleksi fitur. Tahap ini memastikan data latih ulasan yang dimiliki hanya berisi fitur atau kata yang relevan sebelum masuk ke tahap seleksi fitur.

2.4 Seleksi Fitur *Chi-Square*

Seleksi fitur digunakan untuk meningkatkan performa model dengan mengurangi jumlah fitur yang digunakan agar komputasi yang dilakukan lebih efisien. Salah satu metode seleksi fitur yang sering digunakan adalah metode *Chi-Square*. Seleksi fitur *Chi-Square* bertujuan memilih fitur menggunakan nilai statistika *Chi-Square* untuk mengukur ketergantungan term dengan kelasnya (Thaseen *et al*., 2019). Nilai uji *Chi-Square* setiap *term* akan diurutkan dari yang tertinggi untuk menentukan *term* atau kata yang akan digunakan sebagai fitur. Fungsi dari uji *Chi-Square* sebuah kata terhadap suatu kategori diperoleh dari Persamaan (1) (Suharno *et al*., 2017)

$$\chi^2(t) = \frac{N(AD-CB)^2}{(A+C)(B+D)(A+B)(C+D)} \quad (1)$$

dengan t adalah kata, c adalah kelas atau kategori, N adalah banyaknya dokumen latih, A adalah banyaknya dokumen pada kelas positif yang memuat t, B adalah banyaknya dokumen bukan kelas positif yang memuat t, C adalah banyaknya dokumen pada kelas positif yang tidak memuat t, dan D adalah banyaknya dokumen bukan kelas positif yang tidak memuat t.

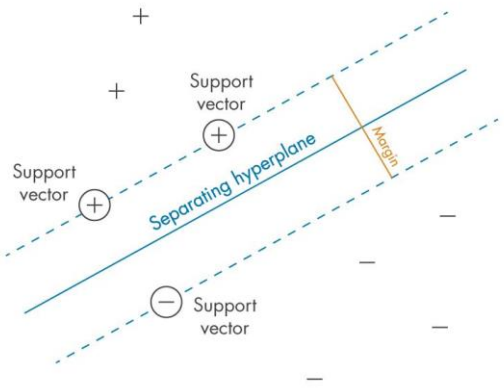
Pemilihan fitur dilakukan dengan mengurutkan nilai statistik $\chi^2(t)$ dan mengambil fitur dengan nilai yang tertinggi. Seleksi fitur *Chi-Square* akan menentukan fitur atau kata yang paling signifikan sebelum tahap representasi kata.

2.5 Representasi Kata

Representasi kata adalah salah satu faktor penting dalam klasifikasi teks. Proses ini dilakukan dengan mentransformasikan data teks menjadi vektor agar dapat diproses oleh mesin. Ada beberapa teknik yang dapat digunakan untuk melakukan proses representasi kata seperti *Bag-of-Words* (BoW), *Term Frequency Inverse Document Frequency* (TF-IDF), dan *N-Grams* (Putra *et al*., 2020). Pada penelitian ini, TF-IDF digunakan untuk representasi kata. Arifin *et al*. (2021) menyatakan bahwa TF-IDF adalah metode yang umumnya dipakai untuk menentukan hubungan kata terhadap dokumen atau kalimat dengan memberikan bobot atau nilai pada masing-masing kata. Vektor TF-IDF yang diperoleh menjadi *input* pada metode klasifikasi SVM.

2.6 *Support Vector Machine* (SVM)

Saraswati (2011) menyatakan bahwa *Support Vector Machine* (SVM) adalah seperangkat metode *supervised learning* yang menganalisis data dan mengenali pola, digunakan untuk klasifikasi dan analisis regresi. Klasifikasi SVM dilakukan dengan mencari *hyperplane* atau garis pembatas (*decision boundary*) yang memisahkan antara satu kelas dengan kelas yang lain. *Hyperplane* terbaik dapat ditentukan dengan mengukur margin *hyperplane* dan mencari titik maksimum (Ariyanto dan Chamidah, 2021). Margin adalah jarak antara *hyperplane* dengan pola terdekat (*support vector*) dari masing-masing kelas. Komponen SVM terdiri atas *optimal hyperplane*, *hyperplane* kelas positif, *hyperplane* kelas negatif, dan *margin*. Ilustrasi SVM dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: *towardsdatascience.com*
Gambar 1 Ilustrasi SVM

Penerapan metode SVM menghasilkan nilai $\mathbf{w}$ dan b dan dapat dibentuk fungsi $f(x)$

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

dan $sign(f(x))$ untuk menentukan kelas data *input* dengan Persamaan (2) dan (3).

$$f(\mathbf{x}) = \mathbf{w} \cdot \mathbf{x} + b, \quad (2)$$

$$sign(f(\mathbf{x})) = \begin{cases} +1, & f(\mathbf{x}) \geq 0 \\ -1, & f(\mathbf{x}) < 0 \end{cases}. \quad (3)$$

2.7 *Confusion Matrix*

Evaluasi dari suatu model klasifikasi diperoleh dari tingkat kebenaran dengan menghitung ukuran statistik yaitu *True Positives* (TP), *True Negatives* (TN), *False Positives* (FP), dan *False Negatives* (FN). Komponen ini akan membentuk suatu *Confusion Matrix* pada Tabel (2.1) (Sari dan Irhamah, 2020). *Confusion Matrix* dapat dibentuk untuk model klasifikasi data biner dengan tujuan menggambarkan performa model.

Tabel 1. *Confusion Matrix.*

	Prediksi: Positif	Prediksi: Negatif
Aktual: Positif	TP	FN
Aktual: Negatif	FP	TN

Empat istilah pada Tabel 1 dijelaskan sebagai berikut:

1. *True Positives* (TP) adalah jumlah data kelas positif yang tepat diprediksi sebagai kelas positif.
2. *True Negatives* (TN) adalah jumlah data kelas negatif yang tepat diprediksi sebagai kelas negatif.
3. *False Positives* (FP) adalah jumlah data kelas negatif yang salah diprediksi menjadi kelas positif.
4. *False Negatives* (FN) adalah jumlah data kelas positif yang salah diprediksi menjadi kelas negatif.

2.8 *Performance Metrics*

Setelah menyelesaikan suatu model klasifikasi, perlu dilakukan pengujian dan evaluasi untuk mengetahui performa model klasifikasi. Hasil evaluasi akan menentukan pengembangan model selanjutnya untuk meningkatkan performa model. Arifin *et al*. (2021) menyatakan bahwa metode pengujian *data mining* yang paling banyak digunakan adalah mencari nilai *precision*, *recall*, *F1-Score* dan *accuracy*. Penjelasan dari masing-masing metrik tersebut sebagai berikut:

1. *Precision*
   Precision adalah rasio perbandingan jumlah data prediksi benar positif dengan keseluruhan data prediksi positif atau dapat dituliskan pada Persamaan (4).

   $$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4)$$

2. *Recall*
   Recall adalah rasio perbandingan jumlah data prediksi benar positif dengan jumlah data benar positif dan data salah negatif atau dapat dituliskan pada Persamaan (5).

   $$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (5)$$

3. *F1-Score*
   F1-Score adalah parameter ukuran keberhasilan *retrieval* yang menggabungkan *precision* dan *recall*. Perhitungan metrik *F1-Score* melibatkan informasi FP dan FN sehingga membuat metrik ini cocok digunakan untuk kasus *imbalanced data*. Nilai dari *F1-Score* diperoleh dari Persamaan (6).

   $$F1\text{-}Score = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (6)$$

4. *Accuracy*
   Accuracy adalah rasio prediksi benar dengan keseluruhan data. Perhitungan accuracy diperoleh dari Persamaan (7).

   $$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (7)$$

2.9 *Hyperparameter Tuning*

Elgeldawi *et al.* (2021) menyatakan bahwa model *machine learning* akan otomatis mempelajari dan menyesuaikan parameter internalnya berdasarkan data latih. Parameter ini disebut "*model parameters*" atau dapat disebut juga secara singkat sebagai "*parameters*". Namun, ada parameter lain yang harus dikonfigurasi terlebih dahulu

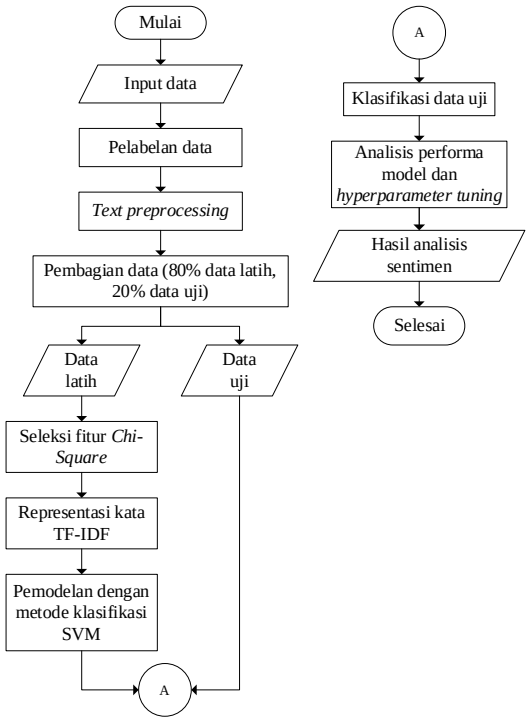
e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

sebelum proses pembelajaran model dimulai dan tidak berubah selama proses pembelajaran model. Parameter ini disebut sebagai "*hyperparameters*". *Model parameters* menunjukkan bagaimana data input diubah menjadi output yang diinginkan, sedangkan *hyperparameters* menunjukkan bagaimana model disusun. Semua *hyperparameter* model klasifikasi akan memengaruhi hasil performa model.

Hyperparameter tuning adalah proses penyesuaian *hyperparameters* dari sebuah model *machine learning* untuk menghasilkan model dengan performa yang lebih baik. Proses ini akan mengambil hasil performa model pada saat ini dengan nilai *hyperparameter* yang sudah diubah dan membandingkannya dengan hasil performa model sebelumnya.

3 METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode klasifikasi SVM dan seleksi fitur *Chi-Square* dengan diagram alir penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2 Diagram alir penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Import Library*

Proses penerapan metode SVM dan seleksi fitur *Chi-Square* dengan *Python* memerlukan beberapa *library*. Berikut adalah *script library* yang digunakan.

```
import pandas as pd
import numpy as np
import nltk
import re
import json
from Sastrawi.Stemmer.StemmerFactory
import StemmerFactory
from sklearn.preprocessing import
LabelEncoder
from sklearn.feature_extraction.text
import CountVectorizer, TfidfVectorizer
from sklearn import model_selection, svm
from sklearn.metrics import
confusion_matrix, accuracy_score,
precision_score, recall_score, f1_score
import random
random.seed(42)
```

4.2 *Text Preprocessing*

Data yang telah memiliki label dimasukkan ke *interpreter Python* dengan *script* sebagai berikut.

```
df = pd.read_excel('Data.xlsx')
```

Text preprocessing dilakukan pada data yang telah diberi label. Proses ini melibatkan beberapa langkah, antara lain *case folding* untuk mengubah semua huruf menjadi huruf kecil, *stopword filtering* untuk menghapus kata-kata tidak bermakna, *tokenizing* untuk memisahkan kalimat menjadi kata-kata individual, dan *stemming* untuk mengambil kata dasar dari kata-kata yang memiliki imbuhan. Selain itu, dilakukan juga penggantian singkatan menjadi kepanjangan kata yang relevan serta penghapusan karakter spesial seperti tanda baca atau emoji. Tahap ini juga mencakup penghapusan angka yang terletak di belakang kata, seperti contohnya kata 'masing2' menjadi 'masing'.

Proses penggantian singkatan menjadi kepanjangan kata yang relevan memerlukan *set* kamus kata singkatan yang dapat diperoleh dari internet. Diperukan *user defined function* sebagai berikut untuk proses tersebut.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

```
def load_slang_words(file_path):
    with open(file_path, 'r') as file:
        slang_data = json.load(file)
    return slang_data

def replace_slang(text, slang_words):
    words = text.split()
    for i in range(len(words)):
        if words[i] in slang_words:
            words[i] =
slang_words[words[i]]
    cleaned_text = ' '.join(words)
    return cleaned_text
```

Setelah itu *text preprocessing* dilakukan dengan *script* sebagai berikut.

```
final data = []
tokenize_text = []

factory = StemmerFactory()
stemmer = factory.create_stemmer()

with open('stop_words.txt', 'r') as file:
    stop_words = [line.strip() for line in
file]

slang_file_path = 'slang_words.json'
slang_words =
load_slang_words(slang_file_path)

for text in df['content']:
    text = re.sub("[^a-zA-Z]"," ",text)
    text = replace_slang(text.lower(),
slang_words)
    text =
nltk.word_tokenize(text.lower())
    text = [stemmer.stem(word) for word in
text]
    text = [word for word in text if word
not in stop_words]
    text = [re.sub(r'(?<=[a-z])\d+\b', '',
word) for word in text]
    tokenize_text.append(str(text))
    text = " ".join(text)
    final_data.append(text)

df_cleaned =
pd.DataFrame(list(zip(df['content'],final_
data,tokenize_text,df['Sentiment'])),colum
ns=['original_content','content','final_te
xt','label'])
```

Data yang telah melewati tahap *text preprocessing* akan dibagi menjadi data latih dan data uji serta dilakukan *label encoding* dengan *script* sebagai berikut.

```
Train_X, Test_X, Train_Y, Test_Y =
model_selection.train_test_split(df_cleane
d['final_text'],df_cleaned['label'],
random_state=42,test_size=0.2)

Encoder = LabelEncoder()
Train_Y = Encoder.fit_transform(Train_Y)
Test_Y = Encoder.fit_transform(Test_Y)
```

4.3 Seleksi Fitur *Chi-Square*

Proses seleksi fitur *Chi-Square* dilakukan dengan menghitung nilai *Chi-Square* semua kata unik pada data latih dan dipilih sebanyak *k* kata dengan nilai *Chi-Square* tertinggi. Pada penelitian ini dipilih *k* sebanyak 1000 kata. Fitur atau kata yang terpilih diaplikasikan juga pada data uji. Proses ini dilakukan dengan *script* berikut.

```
def calculate_chi2(word, Train_X, Train_Y,
count_vect):
    X_train_counts =
count_vect.transform(Train_X)
    word_index =
count_vect.vocabulary_.get(word)
    b = np.sum((X_train_counts[Train_Y ==
1][:, word_index] > 0), dtype=np.float64)
    a = np.sum((X_train_counts[Train_Y ==
0][:, word_index] > 0), dtype=np.float64)
    d = np.sum((X_train_counts[Train_Y ==
1][:, word_index] == 0), dtype=np.float64)
    c = np.sum((X_train_counts[Train_Y ==
0][:, word_index] == 0), dtype=np.float64)
    n = len(Train_Y)
    chi2 = (n * (a * d - b * c)**2) / ((a
+ b) * (c + d) * (a + c) * (b + d))
    return a, b, c, d, chi2

count_vect = CountVectorizer()
X_train_counts =
count_vect.fit_transform(Train_X)
word_list = count_vect.get_feature_names()

results = []
for word in word_list:
    result = calculate_chi2(word, Train_X,
Train_Y, count_vect)
    results.append(result)

columns = ["A", "B", "C", "D", "Chi2"]
df_chi2 = pd.DataFrame(results,
columns=columns)
df_chi2.insert(0, "word", word_list)
df_chi2 = df_chi2.sort_values(by='Chi2',
ascending=False)

k = 1000
top_k_words = df_chi2['word'][:k].tolist()
vocabulary = {}
for i, word in enumerate(top_k_words):
    vocabulary[word] = i

count_vect_selected =
CountVectorizer(vocabulary=top_k_words)
X_train_selected =
count_vect_selected.fit_transform(Train_X)
df_train_selected =
pd.DataFrame(X_train_selected.toarray(),
columns=top_k_words)
X_test_selected =
count_vect_selected.transform(Test_X)
df_test_selected =
pd.DataFrame(X_test_selected.toarray(),
columns=top_k_words)
```

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

4.4 Representasi Kata

Fitur atau kata yang telah dipilih dari tahap seleksi fitur digunakan sebagai parameter representasi kata TF-IDF. Elemen vektor TF-IDF yang dihasilkan sama dengan banyaknya fitur yang dipilih atau sebanyak *k* elemen. Penerapan representasi kata TF-IDF dilakukan dengan *script* berikut.

```
vectorizer =
TfidfVectorizer(vocabulary=vocabulary)
X_train_tfidf =
vectorizer.fit_transform(Train_X)
X test tfidf =
vectorizer.transform(Test_X)
```

4.5 Klasifikasi dengan SVM

Vektor TF-IDF yang diperoleh menjadi vektor input **x** pada metode klasifikasi SVM. Pemodelan dengan metode SVM dilakukan dengan *script* berikut.

```
SVM = svm.SVC(kernel='linear')
SVM.fit(X_train_tfidf, Train_Y)
```

Parameter pada fungsi svm.SVC() disebut dengan *hyperparameter*. Jika *hyperparameter* tidak dideklarasikan, maka nilai yang digunakan adalah nilai *default*. Setelah memperoleh model SVM, dapat dilakukan klasifikasi data uji dengan *script* berikut.

```
SVM = svm.SVC(kernel='linear')
SVM.fit(X_train_tfidf, Train_Y)

predictions_SVM =
SVM.predict(X_test_tfidf)
result_predict = pd.DataFrame(Test_X)
result_predict['actual_label'] = Test_Y
result_predict['predict_label'] =
predictions_SVM
```

4.6 Evaluasi dan *Hyperparameter Tuning*

Performa model dapat ditingkatkan dengan melakukan *hyperparameter tuning*. Sebelum melakukan *hyperparameter tuning*, perlu dilakukan pemilihan *performance metric* yang dijadikan acuan. Sebagai ilustrasi, jika dataset yang digunakan *imbalance* maka *performance metric* yang cocok digunakan adalah *F1-Score*. Pencarian semua nilai *performance metrics* tetap perlu dilakukan untuk mendapatkan gambaran kinerja model. Proses *hyperparameter tuning* dilakukan dengan *script* berikut.

```
results_df = pd.DataFrame(columns=['C',
'kernel', 'TP', 'TN', 'FP', 'FN',
'Accuracy', 'Precision', 'Recall', 'F1-
Score'])

C_values = [0.1, 1, 10, 100]

for C in C_values:
    SVM = svm.SVC(C=C, kernel='linear')
    SVM.fit(X_train_tfidf, Train_Y)
    predictions =
SVM.predict(X_test_tfidf)

    tn, fp, fn, tp =
confusion_matrix(Test_Y,
predictions).ravel()
    accuracy = accuracy_score(Test_Y,
predictions)
    precision = precision_score(Test_Y,
predictions)
    recall = recall_score(Test_Y,
predictions)
    f1 = f1_score(Test_Y, predictions)

    results_df = results_df.append({
        'C': C,
        'kernel': 'linear',
        'TP': tp,
        'TN': tn,
        'FP': fp,
        'FN': fn,
        'Accuracy': accuracy,
        'Precision': precision,
        'Recall': recall,
        'F1-Score': f1
    }, ignore_index=True)
```

Script diatas menghasilkan tabel yang berisi nilai *hyperparameter* yang diubah dan *performance metrics* yang diperoleh. Pemilihan model terbaik dilakukan dengan melihat *hyperparameter* acuan tertinggi.

5 SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa analisis sentimen dapat dilakukan melalui klasifikasi teks menggunakan metode *machine learning* yaitu *supervised learning*, khususnya SVM, yang dipadukan dengan seleksi fitur *Chi-Square* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python*. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan lebih banyak kombinasi *hyperparameter tuning*.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

DAFTAR PUSTAKA

Aditama, M. I., Pratama, R. I., Wiwaha, K. H. U., & Rakhmawati, N. A. (2022). Analisis Klasifikasi Sentimen Pengguna Media Sosial Twitter Terhadap Pengadaan Vaksin COVID-19. *Journal Information Engineering and Educational Technology) ISSN*, *2549*, 869X.

Alam, S., & Yao, N. (2019). The impact of preprocessing steps on the accuracy of machine learning algorithms in sentiment analysis. *Computational and Mathematical Organization Theory*, *25*, 319–335.

Alzubi, J., Nayyar, A., & Kumar, A. (2018). Machine learning from theory to algorithms: an overview. *Journal of Physics: Conference Series*, *1142*(1), 12012.

Arifin, N., Enri, U., & Sulistiyowati, N. (2021). Penerapan Algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan TF-IDF *N-Gram* untuk *Text Classification*. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, *6*(2), 129–136.

Ariyanto, R. A., & Chamidah, N. (2021). Sentiment Analysis for Zoning System Admission Policy Using Support Vector Machine and Naive Bayes Methods. *Journal of Physics: Conference Series*, *1776*(1), 12058.

Cahyono, Y., & UNPAM, T. I. (2017). Analisis Sentiment pada Sosial Media *Twitter* Menggunakan *Naïve Bayes Classifier* dengan *Feature Selection Particle Swarm Optimization* dan *Term Frequency*. *METODE*, *81*, 67.

Elgeldawi, E., Sayed, A., Galal, A. R., & Zaki, A. M. (2021). Hyperparameter tuning for machine learning algorithms used for arabic sentiment analysis. *Informatics*, *8*(4), 79.

HaCohen-Kerner, Y., Miller, D., & Yigal, Y. (2020). The influence of preprocessing on text classification using a bag-of-words representation. *PloS One*, *15*(5), e0232525.

Khan, M. M. R., Arif, R. B., Siddique, M. A. B., & Oishe, M. R. (2018). Study and observation of the variation of accuracies of KNN, SVM, LMNN, ENN algorithms on eleven different datasets from UCI machine learning repository. *2018 4th International Conference on Electrical Engineering and Information & Communication Technology (ICEEiCT)*, 124–129.

Ligthart, A., Catal, C., & Tekinerdogan, B. (2021). Systematic reviews in sentiment analysis: a tertiary study. *Artificial Intelligence Review*, 1–57.

Luthfiana, L., Young, J. C., & Rusli, A. (2020). Implementasi Algoritma *Support Vector Machine* dan *Chi Squar*e untuk Analisis Sentimen *User Feedback* Aplikasi. *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika*, *12*(2), 125–126.

Mahendrajaya, R., Buntoro, G. A., & Setyawan, M. B. (2019). Analisis Sentimen Pengguna Gopay Menggunakan Metode *Lexicon Based* Dan *Support Vector Machine*. *KOMPUTEK*, *3*(2), 52–63.

Mantovani, R. G., Rossi, A. L. D., Alcobaça, E., Vanschoren, J., & de Carvalho, A. C. (2019). A meta-learning recommender system for hyperparameter tuning: Predicting when tuning improves SVM classifiers. *Information Sciences*, *501*, 193–221.

Medhat, W., Hassan, A., & Korashy, H. (2014). Sentiment analysis algorithms and applications: A survey. *Ain Shams Engineering Journal*, *5*(4), 1093–1113.

Nasukawa, T., & Yi, J. (2003). Sentiment analysis: Capturing favorability using natural language processing. *Proceedings of the 2nd International Conference on Knowledge Capture*, 70–77.

Putra, O. V., Wasmanson, F. M., Harmini, T., & Utama, S. N. (2020). Sundanese twitter dataset for emotion classification. *2020 International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia (CENIM)*, 391–395.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Rosdiana, R., Eddy, T., Zawiyah, S., & Muhammad, N. Y. U. (2019). Analisis Sentimen pada Twitter terhadap Pelayanan Pemerintah Kota Makassar. *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika*, 87–93.

Şahin, D. Ö., & Klç, E. (2019). Two new feature selection metrics for text classification. *Automatika: Časopis Za Automatiku, Mjerenje, Elektroniku, Računarstvo i Komunikacije*, *60*(2), 162–171.

Saraswati, N. W. S. (2011). Text mining dengan metode na\"\ive bayes classifier dan support vector machines untuk sentiment analysis. *Universitas UDAYANA, Teknik Elektro. Denpasar: Universitas UDAYANA*.

Sari, E. D. N., & Irhamah, I. (2020). Analisis Sentimen Nasabah Pada Layanan Perbankan Menggunakan Metode Regresi Logistik Biner, Na\"\ive Bayes Classifier (NBC), dan Support Vector Machine (SVM). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *8*(2), D177–D184.

Septiana, R. D., Susanto, A. B., & Tukiyat, T. (2021). Analisis Sentimen Vaksinasi Covid-19 Pada Twitter Menggunakan Naive Bayes Classifier Dengan Feature Selection Chi-Squared Statistic dan Particle Swarm Optimization. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, *5*(1), 49–56.

Shaik, T., Tao, X., Dann, C., Xie, H., Li, Y., & Galligan, L. (2022). Sentiment analysis and opinion mining on educational data: A survey. *Natural Language Processing Journal*, 100003.

Suharno, C. F., Fauzi, M. A., & Perdana, R. S. (2017). Klasifikasi Teks Bahasa Indonesia Pada Dokumen Pengaduan Sambat Online Menggunakan Metode K-Nearest Neighbors Dan Chi-square. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer E-ISSN*, *2548*, 964X.

Thaseen, I. S., Kumar, C. A., & Ahmad, A. (2019). Integrated intrusion detection model using chi-square feature selection and ensemble of classifiers. *Arabian Journal for Science and Engineering*, *44*, 3357–3368.

Uysal, A. K., & Gunal, S. (2014). The impact of preprocessing on text classification. *Information Processing & Management*, *50*(1), 104–112.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Sistem Rekomendasi Menggunakan *Item-Based Collaborative Filtering* Berbasis *Mobile* iOS

Bagas Ilham Rabbani, Herlina Napitupulu, Elis Hertini
Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Padjadjaran
Email: bagas19006@mail.unpad.ac.id, herlina@unpad.ac.id, elis.hertini@unpad.ac.id

Abstrak

Kecerdasan buatan menjadi topik yang sering diperbincangkan dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu implementasi kecerdasan buatan adalah pembuatan sistem yang dapat memberikan rekomendasi. Adanya sistem rekomendasi yang bisa memberikan saran seperti pada rekomendasi restoran, kursus daring, mata kuliah, dan lain sebagainya. Pilihan-pilihan yang direkomendasikan tersebut akan membantu *user* terutama untuk cakupan pilihan yang sangat banyak. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan perhitungan nilai kemiripan antar *item* dalam bahasa pemrograman Swift, perhitungan prediksi nilai *rating* dalam bahasa pemrograman Swift, dan implementasi sistem rekomendasi dalam aplikasi mobile iOS.

Kata Kunci: Sistem Rekomendasi, *Item-Based Collaborative Filtering*, Aplikasi *Mobile* iOS, *k-Nearest Neighbors*

Abstract

Artificial intelligence has become a topic that is often discussed in recent years. One of the implementations of artificial intelligence is the creation of a system that can provide recommendations. Recommender system can provide suggestions such as restaurant recommendations, online courses, and so on. The recommended options will help the user, especially for the wide range of choices. This study aims to discuss the creation of an item-based collaborative filtering recommendation system application that can calculate the similarity value between objects which is then used to provide recommendations to users based on rating values from other users. This paper also discusses the program code for making a recommendation system for iOS mobile applications.

Keywords: *Recommender System, Item-Based Collaborative Filtering, Mobile iOS Application, k-Nearest Neighbors*

1 PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan (*artificial intelligence* atau AI) semakin banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Pesatnya perkembangan teknik komputasi dan pemrosesan informasi telah mempercepat kemajuan dan aplikasi AI, yang bertujuan untuk memungkinkan komputer melakukan berbagai tugas dengan mensimulasikan kecerdasan manusia (Duan *et al*., 2019). Saat ini, AI telah diterapkan di berbagai bidang, seperti pengenalan gambar dan ucapan, pengambilan keputusan, dan pemrosesan bahasa alami serta penerjemahan antar bahasa (Hwang *et al*., 2020). Salah satu cabang AI di

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

bidang pengambilan keputusan adalah sistem rekomendasi.

Sistem rekomendasi adalah perangkat lunak atau teknik yang memberikan saran atau rekomendasi item yang akan digunakan oleh pengguna (Ricci *et al*., 2015). Salah satu metode dari sistem rekomendasi adalah *collaborative filtering*, yaitu memberikan rekomendasi item kepada pengguna berdasarkan preferensi pengguna lain sebelumnya. *Item-based collaborative filtering* adalah sistem rekomendasi yang mengacu pada item yang mirip dengan item lain yang sebelumnya disukai oleh pengguna lain (Sarwar *et al*., 2001).

Item-based collaborative filtering telah banyak digunakan dalam penelitian pembuatan algoritma sistem rekomendasi, beberapa di antaranya adalah: Jepriana & Hanief (2020) dengan studi kasus konsentrasi jurusan di STMIK STIKOM Bali; Pangestu (2022) dengan studi kasus materi kursus online Coursera, dan Yusmar dkk. (2021) dengan studi kasus restoran.

Pembuatan aplikasi *mobile* iOS sistem rekomendasi *item-based collaborative filtering* menggunakan bahasa pemrograman Swift dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem rekomendasi yang dapat berjalan secara *native* pada perangkat iOS dan untuk digunakan pada berbagai kasus sesuai kebutuhan.

Pada penelitian ini dibahas bagaimana perhitungan nilai kemiripan antar item dalam bahasa pemrograman Swift, bagaimana perhitungan prediksi nilai rating dalam bahasa pemrograman Swift, dan implementasi sistem rekomendasi dalam aplikasi mobile iOS.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Sistem Rekomedasi

Sistem Rekomendasi adalah alat dan teknik perangkat lunak yang memberikan saran untuk *item* yang berguna bagi *user*. Saran yang diberikan kepada *user* berkaitan dengan berbagai macam proses pengambilan keputusan seperti mengenai barang apa yang harus dibeli, lagu apa yang harus didengar, atau berita daring apa yang harus dibaca. Sistem rekomendasi sangat bermanfaat ketika *user* dihadapkan dengan banyaknya pilihan yang ditawarkan oleh sebuah layanan (Ricci *et al*., 2015)

2.2 Item-Based Collaborative Filtering

Collaborative filtering adalah metode sistem rekomendasi yang membandingkan preferensi dari tiap *user* yang telah menilai produk dengan cara yang sama terhadap *user* aktif lainnya (Jannach *et al*., 2012). Algoritma *collaborative filtering* bertujuan memberikan saran item baru atau memprediksi kegunaan dari suatu item untuk *user* tertentu berdasarkan apa yang disukai sebelumnya oleh *user* atau pendapat pengguna lain yang berpikiran sama (Sarwar *et al*., 2001).

Item-based collaborative filtering berfokus pada kumpulan item-item yang sudah diberi rating oleh *user* aktif, dan menghitung seberapa mirip *item-item* tersebut dengan item i yang dituju. Kemudian diambil sebanyak *k item* yang paling mirip $\{i_1, i_2, \dots, i_k\}$. Ketika *item-item* yang paling mirip sudah ditemukan, prediksi rating dihitung berdasarkan nilai *rating* yang telah diberikan *user* terhadap item dengan *k item* yang paling mirip dengan item tersebut (Sarwar *et al.*, 2001).

2.3 K-Nearest Neighbor

Algoritma *k-nearest neighbor*, juga dikenal sebagai kNN, adalah sebuah *classifier* pembelajaran non-parametrik yang diawasi, yang menggunakan kedekatan (*proximity*) untuk membuat klasifikasi atau prediksi tentang pengelompokan titik data individu. Meskipun dapat digunakan untuk masalah regresi atau klasifikasi, ini biasanya digunakan sebagai algoritma klasifikasi, yang bekerja dengan mengasumsikan bahwa titik serupa dapat ditemukan di dekat satu sama lain (IBM, 2022). Dalam sistem rekomendasi, algoritma kNN digunakan untuk menentukan berapa banyak nilai kemiripan tertinggi yang digunakan untuk menghitung prediksi nilai rating untuk suatu item yang belum diberi

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

rating oleh *user*. Algoritma kNN dijelaskan sebagai berikut (Christopher, 2021):

a. Tentukan nilai k dari banyaknya tetangga.
b. Hitung nilai jarak antara titik data dengan semua tetangga.
c. Ambil sebanyak k tetangga terdekat berdasarkan jarak terdekat.
d. Dari k tetangga terdekat tersebut, hitung banyaknya titik data untuk tiap kategori.
e. Tentukan kategori titik data berdasarkan kategori dengan banyak anggota maksimum.

2.4 *Adjusted Cosine Similarity*

Cosine similarity digunakan untuk menghitung kemiripan antara *item-item*, yaitu dengan menganggap *rating-rating* untuk item adalah vektor-vektor dalam ruang berdimensi m (banyaknya baris pada matriks rating $m \times n$) dan mengukur kemiripan antar *item* dengan menghitung *cosinus* antara vektor-vektor tersebut (Sarwar *et al*., 2001).Perhitungan nilai *cosine similarity* antara item i dan item j $sim(i,j)$ ditunjukkan pada persamaan

$$sim(i,j) = \cos(\vec{\imath},\vec{\jmath}) = \frac{\vec{\imath} \cdot \vec{\jmath}}{\|\vec{\imath}\| * \|\vec{\jmath}\|} \qquad (1)$$

di mana:

$\vec{\imath}$: vektor *item i*
$\vec{\jmath}$: vektor *item j*
$\cos(\vec{\imath},\vec{\jmath})$: nilai *cosinus* antara $\vec{\imath}$ dan $\vec{\jmath}$.

Vektor $\vec{\imath}$ dan $\vec{\jmath}$ merupakan vektor kolom dengan anggota nilai *rating* pada *item i* dan *item j*. Nilai $\cos(\vec{\imath},\vec{\jmath})$ merupakan nilai *cosinus* sudut yang dibentuk antara $\vec{\imath}$ dan $\vec{\jmath}$. Nilai $sim(i,j)$ berkisar antara 0 sampai 1. Semakin besar nilainya, semakin mirip *item* i dan *item* j.

Adjusted cosine similarity digunakan untuk memperbaiki kekurangan dari perhitungan *cosine similarity*, yaitu perbedaan pada skala *rating* antar *user* yang tidak diperhitungkan sebelumnya. Perbaikan oleh *adjusted cosine similarity* dilakukan dengan melakukan pengurangan nilai *rating* dengan rata - rata *rating* yang diberikan oleh setiap *user* pada kasus *co–rated* (Jepriana dan Hanief, 2020). Perhitungan nilai kemiripan *item i* dan *item j* menggunakan *adjusted cosine similarity* $sim_{adj}(i,j)$ ditunjukkan pada persamaan

$$sim_{adj}(i,j) = \frac{\sum_{u \in U}(R_{u,i} - \bar{R}_u)(R_{u,j} - \bar{R}_u)}{\sqrt{\sum_{u \in U}(R_{u,i} - \bar{R}_u)^2}\sqrt{\sum_{u \in U}(R_{u,j} - \bar{R}_u)^2}} \qquad (2)$$

di mana

$\bar{R}_u$: rata-rata *rating* dari *user* ke-*u*
$R_{u,i}$: *rating user* ke-*u* untuk *item* ke-*i*
$R_{u,j}$: *rating user* ke-*u* untuk *item* ke- *j*.

Nilai $sim_{adj}(i,j)$ berkisar antara -1 sampai 1. Semakin besar nilainya, semakin mirip *item* i dan *item* j.

2.5 Adjusted Weighted Sum

Weighted sum (jumlah pembobotan) digunakan untuk menghitung prediksi dari *item j* terhadap *user u* dengan menghitung jumlah dari *rating* yang diberikan oleh *user* dengan *item* yang mirip dengan *item i*. Setiap *rating* dibobotkan sesuai dengan nilai kemiripannya pada $sim(i,j)$ (Sarwar *et al*., 2001). *Weighted sum* ditunjukkan pada persamaan

$$P_{u,j} = \frac{\sum_{i \in I(u)} sim(i,j) * R_{u,i}}{\sum_{i \in I(u)} sim(i,j)} \qquad (3)$$

di mana $P_{u,j}$ adalah prediksi untuk *user u* terhadap *item j*, $sim(i,j)$ menyatakan nilai kemiripan *cosine similarity* antara *item i* dan *item j*, dan $I(u)$ menyatakan himpunan *item* yang telah diberikan *rating* oleh *user u*.

Secara umum, pendekatan ini mencoba mempelajari bagaimana *user* memberikan *rating* terhadap *item* yang mirip. Perhitungan ini diskalakan dengan jumlah nilai kemiripan untuk memastikan prediksi berada dalam rentang yang telah ditentukan.

Perhitungan prediksi dengan menggunakan *weighted sum* tidak dapat digeneralisasi untuk kumpulan data yang memiliki nilai *sparse* yang tinggi. Hasil perhitungan nilai menjadi kurang tepat jika pada hasil dari *item–item similarity* terdapat nilai negatif, lalu diperkirakan membuat hasil prediksi *rating* yang nilainya negatif juga (Ghazanfar & Prugel-Bennett, 2010).

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Perhitungan *adjusted weighted sum* ditunjukkan pada persamaan

$$P_{u,j} = \bar{R}_j + \frac{\sum_{i=1}^{n}(R_{u,i} - \bar{R}_i)\, sim_{adj}(i,j)}{\sum_{i=1}^{n}|sim_{adj}(i,j)|} \quad (4)$$

di mana

$P_{u,j}$: prediksi untuk *user u* terhadap *item j*
$sim_{adj}(i,j)$: nilai kemiripan *adjusted cosine* antara *item i* dan *item j*
$\bar{R}_j$: rata-rata *rating* untuk *item j*
$R_{u,i}$: *rating* dari *user u* untuk *item i*
$\bar{R}_i$: rata-rata *rating* untuk *item i.*

2.6 Swift

Swift adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Apple Inc. dan komunitas *open source* pada tahun 2014 untuk menggantikan bahasa Objective-C yang digunakan Apple secara luas sebelumnya. Swift merupakan bahasa yang ringkas namun tetap ekspresif, mendukung banyak fitur modern, dan diperbarui secara berkala (Apple Inc, 2020).

2.7 Xcode

Xcode adalah aplikasi perangkat lunak yang dikembangkan oleh Apple Inc. yang menyediakan fasilitas komprehensif untuk pengembangan perangkat lunak. Xcode digunakan untuk mengembangkan perangkat lunak atau aplikasi untuk perangkat yang menjalankan sistem operasi macOS, iOS, iPadOS, watchOS, dan tvOS (Apple Inc., 2018). Pengembang dapat menggunakan perangkat asli atau menggunakan *simulator* yang sudah terintegrasi dengan Xcode untuk menjalankan aplikasi yang dibangun.

2.8 iOS

iOS adalah sistem operasi eksklusif untuk perangkat iPhone dan iPod yang dikembangkan oleh Apple Inc. pada tahun 2007, dan diperbarui secara *major* setiap tahun. Pengembangan aplikasi iOS dapat memanfaatkan kelebihan yang dimiliki oleh bahasa pemrograman Swift, dan lebih optimal jika dibangun dengan menggunakan Xcode, walaupun pengembangan dapat menggunakan bahasa lain seperti *framework* React Native dan perangkat lunak Visual Studio Code. Aplikasi yang dibangun menggunakan bahasa Swift (*native*) dan didesain untuk dijalankan pada perangkat iOS hanya bisa dibangun dengan menggunakan Xcode.

3 METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian dalam penelitian ini adalah sistem rekomendasi *item-based collaborative filtering* yang diimplementasikan dalam bahasa Swift untuk dijalankan pada perangkat iPhone.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, dibuat sistem rekomendasi menggunakan metode *item-based collaborative filtering* menggunakan bahasa pemrograman Swift. Sistem rekomendasi yang dibuat memiliki kemampuan menghitung nilai kemiripan antar *item* dan menghitung prediksi nilai *rating*.

Langkah awal dalam proses rekomendasi berdasarkan nilai *rating* yang diberikan oleh *user* adalah menghitung nilai kemiripan antara *item*. Perhitungan dilakukan menggunakan *adjusted cosine similarity* yang menghasilkan nilai antara -1 hingga 1, dengan nilai 1 menunjukkan kedua *item* memiliki nilai *rating* yang sama persis dan nilai -1 menunjukkan adanya perbedaan rating yang maksimum. Perhitungan nilai *adjusted cosine similarity* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2). Setelah mendapatkan nilai kemiripan *adjusted cosine similarity*, nilai-nilai tersebut dapat diurutkan berdasarkan kedekatannya dan digunakan dengan jumlah data yang ditentukan berdasarkan nilai kNN yang dipilih.

Langkah selanjutnya adalah menghitung prediksi nilai *rating* untuk mata kuliah yang belum pernah diberi *rating* oleh *user*. Pada tahap ini, perhitungan prediksi dilakukan menggunakan *adjusted weighted sum* berdasarkan nilai kemiripan dari

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

perhitungan *adjusted cosine similarity*. Perhitungan *adjusted weighted sum* dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembentukan Objek Data

Sebelum membuat matriks *user-item* untuk perhitungan nilai kemiripan dan prediksi, langkah awal yang dilakukan adalah mempersiapkan objek-objek yang merepresentasikan data yang telah dikumpulkan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penggunaan data secara tepat dan efektif pada proses perhitungan berikutnya. Sebagai contoh, sistem rekomendasi yang dibuat adalah sistem yang memberikan rekomendasi suatu produk barang. Maka akan dibentuk objek produk, objek *user*, dan objek *rating*.

Objek pertama dan kedua adalah objek produk dan objek *user*, dan masing-masing objek memiliki atribut ID dan nama, dengan tipe data String. Objek ketiga adalah objek *rating*, dengan atribut ID *user* bertipe data String, ID *item* bertipe data String, dan nilai *rating* bertipe data Double.

```
struct Product {
var id: String?
var name: String?
}

struct User {
var id: String?
var name: String?
}

struct Rating {
var userId: String?
var itemId: String?
var value: Double?
}
```

Gambar 1. Pembentukan objek data produk, *user*, dan *rating*.

4.2 Perhitungan Nilai Kemiripan

Perhitungan nilai kemiripan antar *item* dilakukan untuk menentukan seberapa mirip suatu *item* dengan *item* lainnya berdasarkan data *rating* yang diberikan oleh *user*. Nilai kemiripan dihitung dengan menggunakan *adjusted cosine similarity* sesuai dengan persamaan 2.2. Berikut adalah kode fungsi menghitung nilai kemiripan, dengan parameter masukan kumpulan semua *rating* dan ID dari dua *item* yang akan dihitung nilai kemiripannya.

```
func cosineSimilarity(
    ratings: [Rating],
    item1: String?,
    item2: String?,
    isAdjusted: Bool
) -> Double {

let adjustedPrefix = isAdjusted ? "Adjusted " : ""
let ratingAverage = ratingAverage(by: .user)
let item1Ratings = ratings.filter({ $0.itemId ?? "0" ==
item1 })
let item2Ratings = ratings.filter({ $0.itemId ?? "0" ==
item2 })
var numerator = 0.0 // pembilang
var item1Denominator = 0.0 // penyebut (kiri)
var item2Denominator = 0.0 // penyebut (kanan)
for rating1 in item1Ratings {
for rating2 in item2Ratings {
if let firstRatingValue = rating1.value,
let secondRatingValue = rating2.value,
rating1.userId == rating2.userId {
let averageRatingUser1 = isAdjusted ?
ratingAverage[rating1.userId ?? "0"] ?? 0.0 : 0.0
let averageRatingUser2 = isAdjusted ?
ratingAverage[rating2.userId ?? "0"] ?? 0.0 : 0.0
let ratingValue1 = firstRatingValue -
averageRatingUser1
let ratingValue2 = secondRatingValue -
averageRatingUser2
numerator += ratingValue1 * ratingValue2
item1Denominator += pow(ratingValue1, 2)
item2Denominator += pow(ratingValue2, 2)}}}
if item1Denominator == 0.0 || item2Denominator ==
0.0 { return 0.0 }
let similarityValue = numerator /
(sqrt(item1Denominator) * sqrt(item2Denominator))
return similarityValue
}
```

Gambar 3. Kode fungsi perhitungan nilai kemiripan antar *item*.

4.3 Penentuan Nilai kNN

Tahap penentuan kNN dilakukan untuk menentukan berapa banyak nilai kemiripan yang akan digunakan untuk perhitungan prediksi nilai *rating* untuk setiap *item*.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

4.4 Perhitungan Prediksi Nilai *Rating*

```
func weightedSum(
        ratings: [FBRating],
        userId: String?,
        itemId: String?,
        isAdjusted: Bool,
        k: Int,
        similarityValues: [SimilarityValue]? = nil,
        _ completion: @escaping ([SimilarityValue]) ->
Void
    ) -> Double {
        let allCourse = FBCourse.allCourses()
        let adjustedPrefix = isAdjusted ? "Adjusted " : ""
        let ratingAverage = ratingAverage(by: .item)
        var sum = 0.0
        var similaritySum = 0.0
        var averageUnratedItem = 0.0
        var neighborRatings: [(rating: FBRating, similarity:
Double)] = []
        var newSimilarityValues = similarityValues == nil ?
[SimilarityValue]() : similarityValues!
for rating in ratings {
if rating.userId == userId && rating.itemId != itemId {
let averageRatingItem = isAdjusted ?
(ratingAverage[rating.itemId ?? ""] ?? 0.0) : 0.0
averageUnratedItem = isAdjusted ?
(ratingAverage[itemId ?? ""] ?? 0.0) : 0.0
let ratingValue = (rating.value ?? 0) - averageRatingItem
let similarity = newSimilarityValues.first(where: {
($0.course.id == itemId && $0.similarToCourse.id ==
rating.itemId)
|| ($0.course.id == rating.itemId &&
$0.similarToCourse.id == itemId) })?.similarityValue ??
cosineSimilarity(ratings: ratings, item1: itemId, item2:
rating.itemId, isAdjusted: isAdjusted)
neighborRatings.append((rating: rating, similarity:
similarity))
if !newSimilarityValues.contains(where: { $0.course.id ==
itemId && $0.similarToCourse.id == rating.itemId }) {
newSimilarityValues.append(SimilarityValue(course:
allCourse.first(where: { $0.id == itemId })!,
similarToCourse: allCourse.first(where: { $0.id ==
rating.itemId })!,                similarityValue:
similarity))}
sum += similarity * ratingValue

similaritySum += abs(similarity)
        } else if rating.userId == userId && rating.itemId
== itemId {
            return rating.value ?? 0
        }
    }
```

Gambar 3. Kode fungsi perhitungan prediksi nilai *rating*.

Perhitungan prediksi rating dilakukan untuk memperkirakan nilai *rating* yang akan diberikan mahasiswa terhadap suatu mata kuliah yang belum diberikan *rating*. Nilai kemiripan antar mata kuliah dihitung dengan menggunakan *adjusted weighted sum* sesuai dengan Persamaan (4). Berikut adalah kode fungsi menghitung prediksi nilai *rating*, dengan parameter masukan kumpulan semua nilai *rating*, ID *user*, ID *item*, dan nilai kNN sebagai penentuan nilai kNN itu sendiri.

4.5 Implementasi Sistem Rekomendasi Pada Aplikasi iOS

Fungsi-fungsi sistem rekomendasi yang telah dibuat kemudian dikumpulkan dalam satu objek *class*. Berikut adalah kode deklarasi *class* sistem rekomendasi dengan fungsi-fungsinya.

```
final class IBCFRecommenderSystem {
func cosineSimilarity(
        ratings: [Rating],
        item1: String?,
        item2: String?,
        isAdjusted: Bool
    ) -> Double {
        let ratingAverage = ratingAverage(by: .user)
        let item1Ratings = ratings.filter({ $0.itemId ?? "0" ==
item1 })
...
```

Gambar 4. Deklarasi *class* objek sistem rekomendasi.

Sebagai contoh, dideklarasikan sebuah konstanta *class* sistem rekomendasi di dalam sebuah *view controller*. Untuk menghitung nilai kemiripan dan prediksi nilai *rating* bagi suatu *user*, cukup dengan memanggil fungsi-fungsi yang telah dibuat dengan memasukkan parameter masukan yang telah ditentukan sebelumnya.

Kode tersebut akan mencetak pada konsol nilai kemiripan antar *item* dan nilai prediksi *rating* untuk suatu *item* sesuai dengan parameter masukan yang disediakan. Implementasi sistem rekomendasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan, cukup dengan mengganti parameter masukan dari tiap fungsi seperti: siapa *user* yang akan diberi nilai prediksi *rating*, *item* mana yang akan dihitung nilai kemiripannya dibanding *item* lain, dan lain sebagainya.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

```
final class HomeViewController {
let recommenderSystem = IBCFRecommenderSystem()
...
override func viewDidLoad() {
...
print(recommenderSystem.cosineSimilarity(
      ratings: [...],
      item1: "1",
      item2: "2",
      isAdjusted: true
  )) // prints similarity value to console
print(recommenderSystem.weightedSum(
      ratings: [...],
      userId: "1",
      itemId: "3",
      isAdjusted: true,
      k: 50
     ) { _ in } )
// prints weighted sum value to console
...
}
```

Gambar 5. Kode contoh implementasi sistem rekomendasi pada suatu halaman *home* aplikasi iOS.

5 SIMPULAN

Perhitungan nilai kemiripan antar *item* dapat dilakukan menggunakan metode *adjusted cosine similarity*, dan dapat dituliskan dalam bahasa pemrograman Swift dengan kode yang telah ditunjukkan pada pembahasan. Perhitungan nilai kemiripan antar *item* dapat dilakukan menggunakan metode *adjusted weighted sum*, dan dapat dituliskan dalam bahasa pemrograman Swift dengan kode yang telah ditunjukkan pada pembahasan.

Sistem rekomendasi dapat diimplementasikan dalam aplikasi mobile iOS sesuai dengan kebutuhan, seperti pada contoh yang telah ditunjukkan pada pembahasan. Sistem dibuat dalam bentuk objek *class.*

DAFTAR PUSTAKA

Apple Inc. (2018). *Xcode - Apple Developer*. Apple.

Apple Inc. (2020). Swift - Apple Developer. In *Swift: The powerful programming language that is also easy to learn.*

Duan, Y., Edwards, J. S., & Dwivedi, Y. K. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of Big Data – evolution, challenges and research agenda. *International Journal of Information Management*, *48*. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.021

Ghazanfar, M., & Prugel-Bennett, A. (2010). Novel Significance Weighting Schemes for Collaborative Filtering: Generating Improved Recommendations in Sparse Environments. *DMIN'10, the 2010 International Conference on Data Mining!*

Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. In *Computers and Education: Artificial Intelligence* (Vol. 1). https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

Jannach, D., Zanker, M., Ge, M., & Gröning, M. (2012). Recommender systems in computer science and information systems - A landscape of research. *Lecture Notes in Business Information Processing*, *123 LNBIP*. https://doi.org/10.1007/978-3-642-32273-0_7

Jepriana, I. W., & Hanief, S. (2020). Metode Item-Based Collaborative Filtering Untuk Model Sistem Rekomendasi Konsentrasi Penjurusan Di Stmik Stikom Bali. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*, *6*(1).

Ricci, F., Shapira, B., & Rokach, L. (2015). Recommender systems handbook, Second edition. In *Recommender Systems Handbook, Second Edition*. Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7637-6

Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J., & Riedl, J. (2001). Item-based collaborative filtering recommendation algorithms. *Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web, WWW 2001*. https://doi.org/10.1145/371920.372071

SisInfo

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Digitalisasi Rantai Pasok Sampah d Indonesia

Ivan Michael Siregar
Program Studi Sistem Informasi, Institut Teknologi Harapan Bangsa
Email: ivan@ithb.ac.id

Abstrak

Pengelolaan sampah hingga saat ini masih menjadi permasalahan yang serius di kota-kota besar di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk berdampak peda bertambahnya volume sampah sedangkan mekanisma pengelolaan sampah tidak banyak mengalami perbaikan, menambah panjang rantai masalahnya. Meskipun telah banyak upaya dilakukan oleh pemerintah dan swasta, namun hasilnya belum memberikan perubahan signifikan, karena tidak mengintegrasikan seluruh stake holder pata rantai proses pengelolaan sampah. Khusus untuk sampah daur ulang, pemulung menjadi pemain kunci yang memiliki kontribusi terbesar dalam memilah dan mengumpulkan sampah yang bisa didaur ulang dan dimanfaatkan kembali. Dengan metoda analisis dapat diketahui bahwa jumlah pemulung yang sangat banyak dan tersebar di seluruh kota besar menjadi faktor penentu keberhasilan ketika ada platform digital yang hadir dan mampu mengintegrasikan pengelolaan sampah mulai dari tempat penghasil sampah, lapak, hingga pabrik daur ulang untuk mengefisiensikan proses transportasi sampah daur ulang. Platform digital menjadi salah satu platform digital yang mengintegrasikan dan memberdayakan peran seluruh pemangku kepentingan dalam mengefisienkan proses transportasi sampah dan meningkatkan valuasi sampah di Indonesia, sekaligus meningkatkan kesejahteraan pemulung.

Kata Kunci: Rantai pasok pengelolaan sampah, platform digital, valuasi sampah, pabrik daur ulang.

Abstract

Waste management is still a serious problem in major cities in Indonesia. The increase in population has an impact on the increasing volume of waste while the waste management mechanism has not improved much, adding to the length of the problem chain. Although many efforts have been made by the government and private sector, the results have not provided significant changes, because it does not integrate the entire stakeholder in the chain of waste management processes. Especially for recycled waste, scavengers become key players who have the greatest contribution in sorting and collecting waste that can be recycled and reused. Based on the analysis method, the large number of scavengers scattered throughout major cities becomes a determining factor of success when there are digital platforms that are present and able to integrate waste management ranging from waste generators, and stalls, to recycling plants to streamline the process of recycling waste transportation. The digital platform becomes one of the digital platforms that integrate and empower the role of all stakeholders in efficiently transporting waste increasing waste valuation in Indonesia and automatically increasing the prosperity of scavengers.

Keywords: *Waste management supply chain, digital platform, waste valuation, recycling plant*.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai sebuah negara kepulauan, Indonesia terdiri dari 17,504 pulau dengan luas keseluruhan sebesar 1.890.000 km2 dan dibagi menjadi 33 provinsi. Di antaranya ada 14 kota metropolitan dengan penduduk sekitar satu juta, 15 kota besar dengan penduduk hampir mencapai satu juga, 56 kota sedang dengan penduduk sekitar 500.000 jiwa, dan 380 kota kecil dengan penduduk sekitar 100.000 jiwa. Menurut Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (2023), dengan jumlah penduduk Indonesia secara keseluruhan sebesar 246.533.673 jiwa, maka secara rata-rata setiap penduduk Indonesia menghasilkan sampah padat sebesar 0,76 kg / hari, dan jika diakumulasikan setara dengan 187.366 ton per hari sampah nasional. Berdasarkan jenisnya, 39,8 persen sampah tersebut terdiri dari sisa makanan, 17 persen plastik, 14,01 persen kayu atau ranting, dan 12,02 persen kertas atau karton. Kemudian, sisanya merupakan sampah logam, kain, kaca, karet, kulit, dan jenis lain. Dari jumlah tersebut yang berhasil dikelola adalah sebasar 63,44% sedangkan yang gagal dikelola adalah sebesar 36.56%. Secara keseluruhan pengurangan sampah sebesar 13,01% dan yang berhasil ditangani adalah sebesar 50.42%. Data tersebut membuktikan bahwa meskipun ada pengurangan sampah sebesar 13,01%, namun kemampuan untuk menangani sampah hanya 50,42% yang artinya hanya setengah dari keseluruhan sampah nasional. Selain itu, sampah yang tidak terkelola ada sebesar 36,56% yang menunjukkan masih banyak pekerjaan dan perbaikan yang harus dilakukan agar sampah yang tidak terkelola menjadi bisa dikelola. Khusus untuk sampah plastik, dalam penelitian yang dilakukan Jenna Jambeck dari Universitas Georgia, Amerika Serikat, pada 2016, Indonesia menjadi negara penghasil sampah plastik terbanyak kedua setelah China.

1.2 Permasalahan Sampah di Indonesia

Bahwa sampah merupakan permasalahan yang sangat penting khususnya bagi masyarakat perkotaan, dan hal ini dapat terjadi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Faktor manusia *(people)*, kesadaran masyarakat dalam mengurangi dan membatasi penggunaan bahan yang berpotensi menghasilksan limbah seperti penggunaan kantong plastik, budaya dan kebiasaan yang kurang tertanam untuk menggunakan kembali barang yang masih bisa digunakan lagi. Selain itu, meskipun sudah ada ajakan dari pemerintah untuk memisahkan sampah organik dan non organik, namun hal ini belum memberikan dampak yang signifikan pada pengelolaan sampah.
2. Faktor proses *(process)*: sampah selalu dihasilkan setiap saat dengan volume yang sangat besar, melebihi jumlah dan kemamapuan fasilitas penampungan sampah lokal, TPS dan TPA yang sangat terbatas. Selain itu fasilitas dan kecepatan transportasi untuk mengangkut sampah dari tempat penghasil sampah menuju TPS dan TPA belum memadai, sehingga masih banyak sampah yang tidak bisa diambil, dan banyak orang membuang sampah sembarangan tempat seperti sungai dan selokan.
3. Faktor teknologi *(technology)*, bisa dibagi menjadi teknologi untuk mengontrol timbulan *(generation)*, pengumpulan *(collection)*, pemindahan *(transfer)*, pengangkutan *(transportaion)*, pemrosesan *(processing)*, penyingkiran akhir *(final disposal)*, hal ini sesuai dengan tulisan Damanhuri dan Padmi (2018). Untuk penyingkiran akhir *(final disposal)* sampah dapat digolongkan dengan cara pengomposan untuk jenis sampah organik, pembakaran suhu tinggi untuk mengurangi massa sampah hingga 90%, konversi menjadi energi (waste to energy) misal biogasifikasi, dan juga

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

daur ulang untuk jenis sampah non organik.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memfokuskan pada faktor teknologi pengangkutan sampah dengan cara memaksimalkan peran pemain utama yaitu pemulung, mengefisiensikan waktu dan jarak tempuh, dan cara kerja pemulung ketika melakukan pengambilan sampah *door to door*, dengan bantuan teknologi informasi.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang Lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model rantai pasok sampah yang sesuai dengan kondisi pelaku (penghasil sampah, pemulung, dan lapak), untuk mempermudah dan mempersingkat proses transportasi sampah di Indonesia
2. Platform digital transportasi sampah ini menyediakan proses pengambilan sampah. Penjadwalan pengambilan, pengangkutan, hingga penyetoran sampah kepada lapak.

2 KAJIAN PUSTAKA

2.1 Peraturan Pemerintah Terkait Sampah

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 pasal 2,3,4 (2008) pengelolaan sampah berdasarkan dinyatakan sebagai usaha dan kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang yang terdiri dari dua bagian yaitu pengurangan dan penanganan sampah. Berdasarkan undang-undang ini pula diketahui bahwa sampah yang dikelola adalah sampah yang digolongkan ke dalam tiga golongan yaitu: sampah rumah tangga, sampah sejenis rumah tangga maupun sampah spesifik.

Adapun asas pengelolaan sampah berdasarkan undang-undang adalah: Pengelolaan sampah diselenggarakan berdasarkan asas tanggung jawab, asas berkelanjutan, asas manfaat, asas keadilan, asas kesadaran, asas kebersamaan, asas keselamatan, asas keamanan, dan asas nilai ekonomi. Sementara pengelolaannya fokus pada peningkatan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya.

2.1.1 Karakteristik Sampah di Indonesia

Agar lebih jelas berikut definisi pengelolaan sampah, pengurangan sampah, dan penangangan sampah menurut Undang-undang nomor 18 tahun 2008 (UU-18/2008) tentang Pengelolaan Sampah. Pengelolaan sampah, berdasarkan Undang-undang Nomor 18 tahun 2008 dinyatakan sebagai usaha dan kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang yang terdiri dari dua bagian yaitu pengurangan dan penanganan sampah. Berdasarkan undang-undang ini pula diketahui bahwa sampah yang dikelola adalah sampah yang digolongkan ke dalam tiga golongan yaitu; sampah rumah tangga, sampah sejenis rumah tangga maupun sampah spesifik. Pengelolan sampah pada umumnya dimulai dari rumah tangga yaitu dengan memisahkan sampah organik dan anorganik dengan menggunakan wadah terpisah (biasanya ditandai dengan menggunakan simbol-simbol atau warna tertentu), adapun wadah/tempat yang digunakan adalah yang bisa didaur ulang.

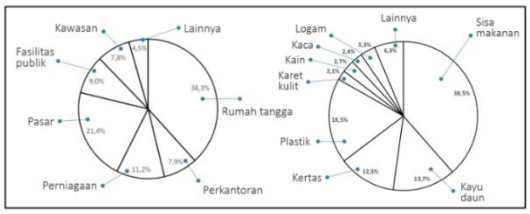
Pengurangan sampah, sesuai dengan pasal 20 ayat (1) dimaksudkan sebagai rangkaian kegiatan yang meliputi pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang sampah; dan/atau pemanfaatan kembali sampah yang ada.

Penanganan sampah, dimaksudkan sebagai usaha yang terkait dengan:

1. Pemilahan dalam bentuk pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah;
2. Pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu;
3. Pengangkutan dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir;
4. Pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah;
5. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.



Gambar 1. Komposisi sampah: (kiri) sumber (kanan) jenis.

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Kementerian LHK), pada tahun 2021, sebaran sumber sampah adalah sebagai berikut: rumah tangga yaitu sebesar 38,3% lalu diikuti oleh pasar 21,4%, perniagaan 11,2%, fasilitas umum 9%, perkantoran 7,9%, kawasan 7,8%, dan lainnya 4,5%. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa rumah tangga adalah penghasil sampah terbesar, lalu diikuti oleh pasar, kemudian oleh perniagaan. Sedangkan berdasarakan jenis sampah, sisa makanan (sampah organik) sebesar 38,5%, plastik 18,5%, kayu/daun 13,7%, kertas 12,5%, logam 3,3%, kain 2,7%, kaca 2,4%, karet 2,1%.

2.1.2 Manfaat Platform Digital

Platform digital mengacu pada perangkat lunak atau aplikasi online yang memfasilitasi interaksi antara beberapa pengguna atau partisipan. Platform digital dirancang untuk menghubungkan orang, organisasi, dan sumber daya dalam lingkungan jaringan. Menurut Jackson Nyarko *et al.* (2020), platform digital memberikan cara untuk mengakses dan berbagi data, produk, layanan, dan konten dengan cara yang mudah dan nyaman. Biasanya mereka beroperasi di internet dan menggunakan berbagai bentuk teknologi, seperti komputasi awan, perangkat seluler, dan API, untuk memungkinkan interaksi tersebut.

Menurut Bintoro Agung (2023), platform digital menjadi semakin penting dalam ekonomi saat ini karena mereka memfasilitasi penciptaan pasar baru, munculnya model bisnis baru, dan pertumbuhan industri baru. Mereka juga memberikan peluang untuk inovasi, kolaborasi, dan kewirausahaan. Namun, mereka juga menimbulkan tantangan dalam hal privasi, keamanan, dan kepatuhan regulasi, yang memerlukan pertimbangan dan pengelolaan yang hati-hati.

2.2 Platform Digital Pemrosesan Sampah

Platform digital dalam pengelolaan sampah merujuk pada aplikasi atau sistem online yang memfasilitasi pengumpulan, pemrosesan, dan manajemen sampah secara efisien dan berkelanjutan.

Platform digital ini dapat mencakup berbagai elemen, seperti:

1. Aplikasi pengumpulan sampah: Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memesan pengambilan sampah dari lokasi mereka dan memberikan informasi tentang jenis sampah dan volume yang akan diambil.
2. Sistem pemilahan dan pengolahan sampah: Sistem ini menggunakan teknologi otomatis atau manual untuk memilah dan mengolah sampah yang dikumpulkan menjadi bahan yang dapat didaur ulang atau dibuang dengan aman.
3. Platform manajemen data: Platform ini memungkinkan pengumpulan, pemrosesan, dan analisis data terkait pengelolaan sampah, termasuk jenis dan volume sampah yang dihasilkan, pemilahan dan pengolahan sampah, dan penggunaan sumber daya.
4. Sistem informasi geografis: Sistem ini memberikan informasi tentang lokasi dan kepadatan sampah di suatu wilayah, memudahkan perencanaan pengumpulan sampah dan manajemen infrastruktur.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

Dalam pengelolaan sampah, platform digital dapat membantu meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam manajemen sampah, meminimalkan dampak negatif pada lingkungan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

3 METODE PENELITIAN

Analisa adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data yang akan digunakan sebagai informasi pengembangan sistem. Penelitian ini menggunakan metode analisa data dengan menggunakan beberapa cara yaitu *studi literature*, dan *interview*. *Studi literature* dilakukan dengan mengumpulkan sebanyak mungkin data dan informasi dari berbagai sumber diantaranya adalah perpustakaan dan internet.

3.1 Pengumpulan Data dari Studi Literatur

Analisa Data yang dilakukan dalam tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan data tentang proses transportasi sampah di Provinsi Jawa Barat.

3.2 Pengumpulan Data Wawancara

Pengumpulan data dilakukan secara langsung lewat observasi lapangan seperti yang terlihatp pada gambar 2, kemudian melakukan interview terhadap rumah tangga, pemulung, dan lapak.



Gambar 2. Suasana di sebuah lapak

3.3 Perangkat Lunak dan Perangkat Keras yang Digunakan

Peneliti mengimplementasikan *platform digital* dengan menggunakan script PHP dan berjalan pada web server Apache, dengan menggunakan basis data MySQL. Aplikasi yang dibuat harus bisa berjalan dengan *multi operating system* menggunakan *web browser* dan dalam hal ini digunakan.

3.4 Rancangan Tampilan Aplikasi

Pembuatan rancangan hirarki program pada aplikasi bertujuan untuk menggambarkan secara garis besar isi dari aplikasi.



Gambar 3. Halaman Menu Utama

Melalui hirarki program ini dapat dilihat secara menyeluruh isi dan susunan dari aplikasi ini. Rancangan menu utama aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.

3.5 Implementasi dan Pengujian Aplikasi

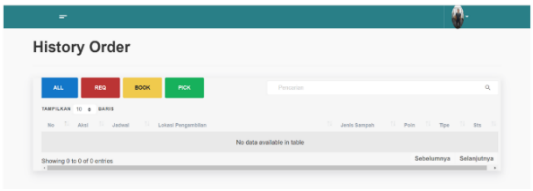
Dalam tahap implementasi aplikasi mencakup:

a. Pengkodean
   Pada tahap pengkodean ini, yang dilakukan adalah pengembangan aplikasi dengan pemrograman *script* disertai dengan penulisan kode program (*list* program).

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023

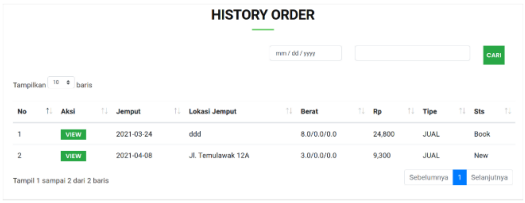
b. Pengujian Program

Pengujian dilakukan dengan pengujian perangkat lunak secara langsung dan menuangkan deskripsi dan hasil ujinya dalam sebuah tabel. Teknik yang digunakan dari sekian banyak metoda pengujian salah satunya adalah teknik pengujian *black box*. Teknik ini akan digunakan pada suatu kasus uji untuk menangani beberapa kebutuhan sehingga isi dari keterurutan ini harus dapat menunjukkan suatu langkah pengujian yang khusus menangani setiap kebutuhan.

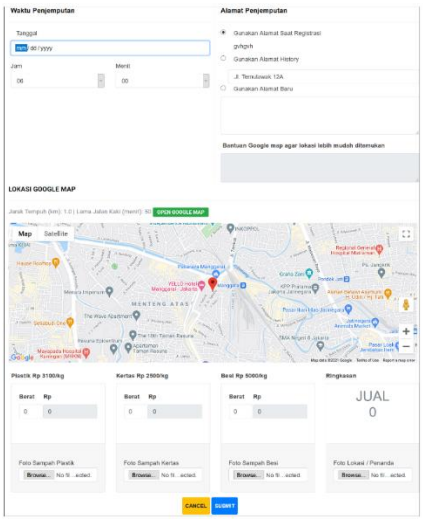


Gambar 4. History Order pada Customer

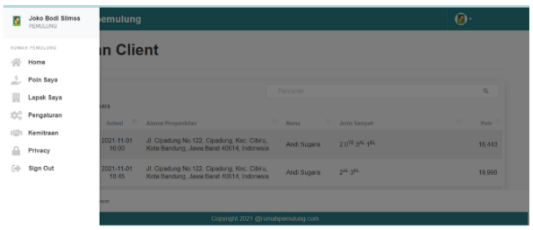
Pengujian permintaan jemput sampah berhasil mencatat transaksi seperti pada Gambar 4 dan 5, melihat kembali riwayat transaksi seperti pada Gambar 6.



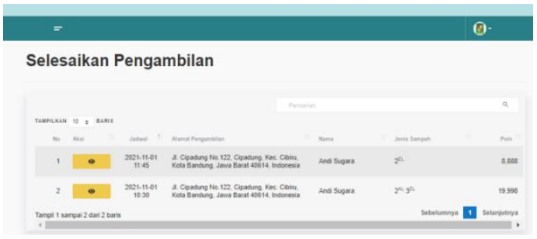
Gambar 5. History Order pada Customer



Gambar 6. Entry Order pada Customer

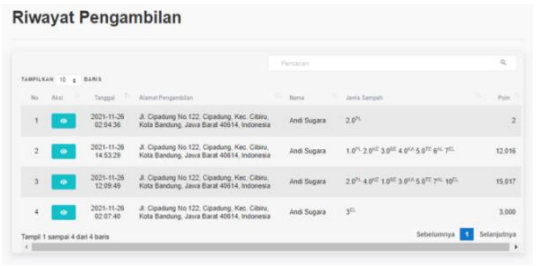


Gambar 7. Fitur pada Pemulung



Gambar 8. Daftar pengambilan pada Pemulung

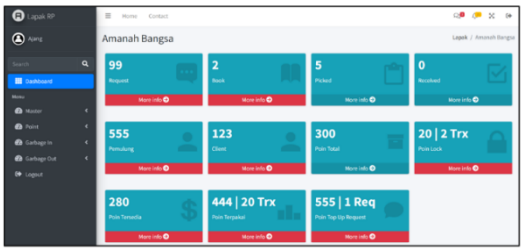
Permintaan jemput sampah yang sudah tersimpan selanjutnya akan ditinjaklanjuti oleh pemulung seperti pada gambar 7 dan 8. Pemulung juga dapat melihat daftar penjemputan dan riwayat transaksi seperti pada Gambar 9.



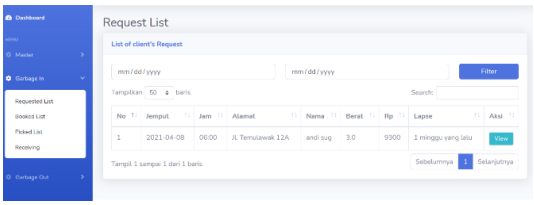
Gambar 9. Riwayat pengambilan pada Pemulung

Admin dapat melihat laporan keseluruhan transaksi meliputi daftar pelanggan, daftar pemulung, daftar penjemputan, jumlah sampah terkumpul seperti pada Gambar 9. Selain itu admin juga dapat melakukan manajerial terhadap data pelanggan dan pemulung serta penugasan penjemputan sampah kepada pemulung seperti pada Gambar 10.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023



Gambar 10. Dashboard pada Admin



Gambar 11. Request List pada Admin

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

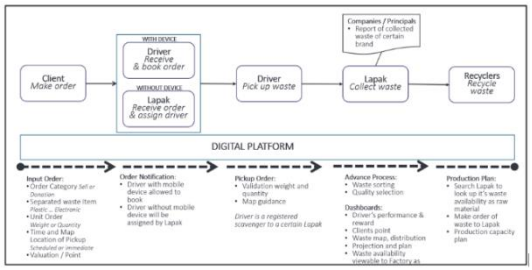
4.1 Analisis Sistem Yang Berjalan

Analisis sistem merupakan suatu langkah penguraian sistem yang utuh dan telah ada dengan tujuan mencari permasalahan dan kekurangan yang terjadi di sistem yang berjalan dengan tujuan mengevaluasi permasalahan yang ada dan menganalisis kebutuhan sistem yang akan dibangun sehingga mampu menyelesaikan permasalahan yang ada. Berikut Gambar 2 yang menjelaskan *flowmap* dari proses transportasi sampah yang diimplementasikan.

4.2 Solusi Platform Digital Rantai Pasok Sampah

Beberapa perusahaan telah mencoba melakukan digitalasi pengelola sampah lewat aplikasi, namun banyak diantaranya mengandalkan inhouse resource untuk melakukan pengambilan sampah. In house resource sudah tentu sangat terbatas jumlahnya, sehingga dampak efisiensi transportasi sampah tidak maksimal, karena dalam rantai proses pengelolaan sampah pada fase transportasi justru pemain kunci adalah pemulung. Menurut Yusfi dan Damanhuri (2019) berdasarkan data IPI tahun 2018 menunjukkan bahwa kontribusi pemulung di TPA Bantar Gebang Bekasi dalam pengambilan kembali sampah yang dapat di daur ulang mencapai 420 ton per hari. Ini merupakan potensi yang cukup besar melibatkan pemulung dalam proes daur ulang sampah

Untuk itu penelitian ini menciptakan suatu platform digitial berbasis rantai pasok yang memberdayakan seluruh pemangku kepentingan untuk berinteraksi lewat platform digital.



Gambar 12. *Flowmap* platform yang diimplementasikan

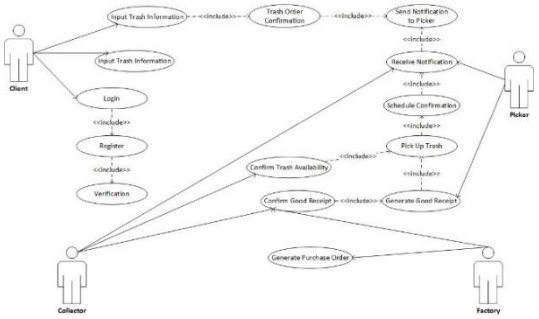
Sebagai sebuah platorm berbasis spply chain, platform akan mempersingkat proses transportasi sampah dengan cara mengurangi entity yang terlibat menjadi lebih sedikit dengan cara meniadakan entity Agent yang sebelumnya berada di antara lapak dan recycler. Hal ini bisa dilakukan karena peran agent dianggap tidak signifikan lagi untuk kategori sampah recycleable, karena jumlah stok sampah pada suapa lapak dari waktu ke waktu sudah dapat diakses secara langsung oleh recycler, sehingga recycler bisa merencanakan demand berdasarkan supply yang ada pada lapak. Sebagai gantinya, driver dan lapak disebut sebagai agent, sebab driver dan lapak adalah pelaku yang berinteraksi langsung dan paling intens dengan platform digital.

4.3 Perencanaan

Setelah menganalisa dan mempelajari sistem yang ada, maka gambaran tentang aplikasi dari sistem tersebut yaitu sebagai berikut.

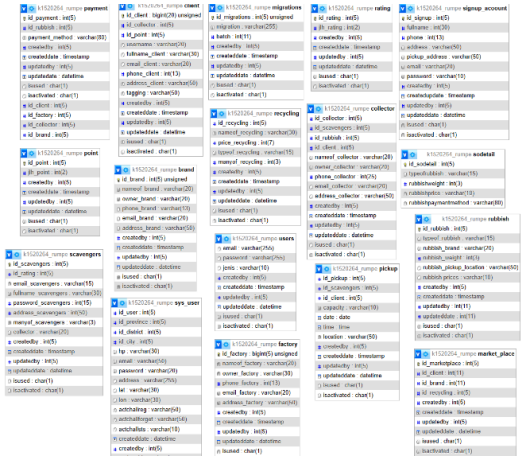
Berikut ini adalah use case diagram yang menjelaskan pengguna aplikasi yaitu penghasil sampah, pemulung, dan lapak.

e-ISSN: 2655-867X
p-ISSN: 2655-8661
Volume 5 No. 2 Agustus 2023



Gambar 13. *Usecase Diagram*

Berikut ini adalah basis data yang dihasilkan untuk menyimpan seluruh data utam dan data transaksi pada platform digital pengelolaan sampah.



Gambar 14. *Physical Data Model*

5 SIMPULAN

Kesimpulan dari dibuatnya platform digital rantai pasok sampah di antaranya adalah bahwa yang dihasilkan dapat digunakan untuk mengelola permintaan pengambilan sampah, penjadwalan pengambilan, serta pengumpulan di lapak. Dengan diimplementasikannya aplikasi ini proses transportasi sampah dapat dapat dilaksanakan secara efisiean dengan memaksimalkan pemberdayaan pemuluang dan lapak, serta meningkatkan nilai ekonomi sampah yang dapat dimanfaatkan oleh seluruh pihak yang terkait seperti rumah tangga penghasil sampah, pemulung, dan lapak.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, B. (2019). 5 Inovasi Kelola Sampah Buatan Indonesia. *CNN Indonesia*. https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20190606194629-199-401461/5-inovasi-kelola-sampah-buatan-indonesia

Damanhuri, E. & Padmi, T. (2018). *Pengelolaan Sampah Terpadu*. Penerbit ITB.

Kementrian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2012). *Indonesia Domestic Solid Waste*. http://www.inswa.or.id/wp-content/uploads/2012/07/Indonesian-Domestic-Solid-Waste-Statistics-20082.pdf

Nyarko, J., Yeboah, F. A., Yeboah, F. A., Larbi, I. S., & Osei-Bonsu, M. (2020). Green Supply Chain in Solid Waste Management: Case Study of EcoCare H2H Waste Collection, Goaso, Ghana. In *Green Supply Chain-Competitiveness and Sustainability*. IntechOpen., DOI: 10.5772/intechopen.93718

Purningsih, D. (2018). Penerapan Circular Economy Dalam Pengelolaan Sampah Belum Maksimal. *Greeners*. https://www.greeners.co/berita/penerapan-circular-economy-pengelolaan-sampah-belum-maksimal

Purningsih, D. (2018). Siti Nurbaya Apresiasi Pemulung dan Bank Sampah. *Greeners*. https://www.greeners.co/berita/siti-nurbaya-apresiasi-pemulung-dan-bank-sampah/

Republik Indonesia. (2008). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, Pasal 2, 3, 4*.

Yusfi, R. N., & Damanhuri, T. P. (2012). Studi Karakteristik dan Potensi Daur Ulang Sampah di Bantaran Sungai Cikapundung. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *18*(2), 155-166.