

Volume 7

Nomor 1

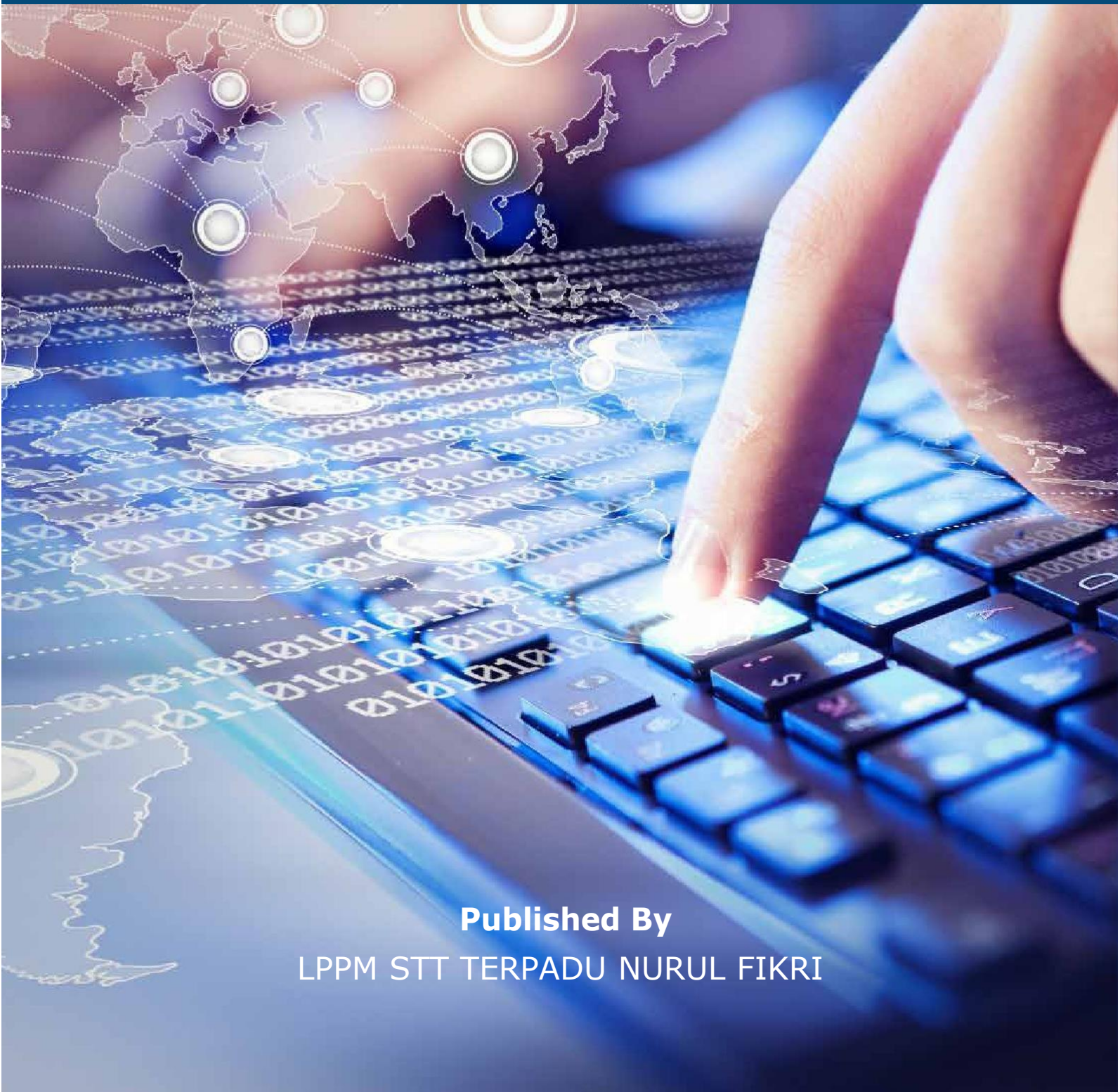
Tahun 2021

Jurnal Teknologi Terpadu

Journal of Integrated Technology

ISSN 2477-0043

ISSN Online 2460-7908



Published By

LPPM STT TERPADU NURUL FIKRI

Jurnal Teknologi Terpadu

Jurnal Teknologi Terpadu memuat jurnal ilmiah di bidang Ilmu Komputer, Sistem Informasi dan Teknik Informatika. Jurnal Teknologi Terpadu diterbitkan oleh LPPM STT Nurul Fikri dengan periode dua kali dalam setahun, yakni pada bulan Juli dan Desember. Jurnal Teknologi Terpadu telah terakreditasi nasional oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi dengan nomor Surat 21/E/KPT/2018.

Ketua Penyunting (Editor-in-chief)

Drs. Rusmanto, M.M,
Sistem Informasi,
STT Terpadu Nurul Fikri

Anggota Penyunting (Managing Editor)

Yekti Wirani, S.T., M.T.I.,
Sistem Informasi,
STT Terpadu Nurul Fikri

Dewan Penyunting (Editorial Board Member)

Dr. Yan Riyanto,
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Indonesia

Dr. Lukman Rosyidi, S.T., M.M., M.T.,
Teknik Informatika,
STT Terpadu Nurul Fikri

Amalia Rahmah, S.T., M.T.,
Teknik Informatika,
STT Terpadu Nurul Fikri

Dr. Sigit Puspito Wigati Jarot,
Teknik Informatika,
STT Terpadu Nurul Fikri

Pristi Sukmasetya, S.Komp., M.kom.,
Universitas Muhammadiyah Magelang
Indonesia

Mitra Bestari (Reviewer)

Indra Hermawan, S.Kom., M.Kom,
Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Sirojul Munir, S.Si., M.Kom.,
STT Terpadu Nurul Fikri, Indonesia

Tirsa Ninia Lina, S.Kom., M.Cs.,
Universitas Victory Sorong, Indonesia

Oman Somantri, S.Kom., M.Kom.,
Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia

Kelik Sussolaikah, S.Kom., M.Kom.,
Universitas PGRI Madiun, Indonesia

Condro Kartiko, S.Kom., M.T.I.,
Institut Teknologi Telkom Purwokerto,
Indonesia

Matheus Supriyanto Rumetna, S.Kom., M.Cs.,
Universitas Victory Sorong, Indonesia

Tifani Nabarian, S.Kom., M.T.I.,
STT Terpadu Nurul Fikri, Indonesia

Ninik Sri Lestari, S.T., M.Kom.,
STT Mandala, Indonesia

Afif Zuhri Arfianto, S.T, M.T.,
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Indonesia

Edy Victor Haryanto, M.Kom.,
Universitas Potensi Utama, Indonesia

Rismayani, S.Kom., M.T.,
STMIK Dipanegara Makassar, Indonesia

Arnisa Stefanie, S.T., M.T.,
Universitas Singaperbangsa Karawang,
Indonesia

Taufik Hidayat, S.Kom., M.T.,
Universitas Wiralodra, Indonesia

Rahmad Hidayat, S.T., M.T.,
Sekolah Tinggi Teknologi Mandala,
Indonesia

Penyunting Pelaksana (Assistant Editors)

Nurul Janah, S.IIP, M.Hum.,
Sistem Informasi,
STT Terpadu Nurul Fikri

Muh Syaiful Romadhon, S.Kom.,
Sistem Informasi,
STT Terpadu Nurul Fikri

Jurnal Teknologi Terpadu telah terindeks oleh Google Scholar, Garuda, Neliti, dan Sinta.
Tanggungjawab isi artikel berada di penulis bukan pada penerbit atau editor.

Diterbitkan oleh:

LPPM STT Terpadu Nurul Fikri

Alamat Redaksi dan Distribusi:

Kampus B STT Terpadu Nurul Fikri Lantai 3
Jl. Lenteng Agung Raya 20, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, 12640
Telp. 021 – 786 3191

Email: lppm@nurulfikri.ac.id

Website: <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt/> dan lppm.nurulfikri.ac.id

Daftar Isi

| | |
|--|-----------|
| Pengenalan Pola Fonem Vokal menggunakan <i>Short Time Fourier Transform</i> dan Fitur <i>Mel Frequency Cepstral Coefficient</i> | 01 |
| Ahmad Rio Adriansyah, Kurniawan Dwi Prasetyo, Hamdan Ainul Atmam Al Faruqi | |
| Penggunaan <i>Clustering K-Means Customer Segmentation</i> berbasis <i>Recency Frequency Monetary (RFM)</i> pada PT Auto2000 Cabang Juanda | 07 |
| Carudin | |
| Pemanfaatan <i>Google Sheets</i> dan <i>Google Form</i> untuk Layanan Administrasi Mahasiswa menggunakan Konsep <i>Electronic Service Quality</i> | 15 |
| Misna Asqia, Tifanny Nabarian | |
| Pengembangan Aplikasi <i>Virtual Tour</i> sebagai Media Pengenalan Lingkungan Kampus PENS berbasis <i>Website</i> | 23 |
| Ashafidz Fauzan Dianta, Zakha Maisat Eka Darmawan, Zulhaydar Fairozal Akbar, Kholid Fathoni | |
| Penerapan Limit Akses <i>Browsing Internet</i> pada saat Jam Kerja | 31 |
| Zaenal Mutaqin Subekti, Kikim Mukiman, Ahmad Fikri Adluwal Fadil, Muhammad Asyrofi | |
| Pengembangan Aplikasi Permainan Pembelajaran Matematika menggunakan <i>Model-Driven Game Development</i> | 39 |
| Umair, Hilmy Abidzar Tawakal | |
| Perancangan Visualisasi "<i>Driver Machine Interface Display</i>" pada Kereta Api berbasis ATO/ATP menggunakan Aplikasi Visual Studio | 45 |
| Agustinus Prasetyo Edy Wibowo, Febi Wiratama Putra | |
| Implementasi Kendali Intensitas Cahaya Lampu dengan <i>Internet of Things</i> berbasis Arduino Uno menggunakan Metode <i>Fuzzy Logic</i> | 51 |
| Ramdani, Marisa, Carudin | |
| Implementasi Penghitung Laju Respirasi pada Sistem Polisomnografi menggunakan Mikrofon dan Arduino Nano | 59 |
| Martin Clinton Tosima Manullang, Nova Resfita | |



PENGENALAN POLA FONEM VOKAL MENGGUNAKAN *SHORT TIME FOURIER TRANSFORM* (STFT) DAN FITUR *MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT* (MFCC)

Ahmad Rio Adriansyah¹, Kurniawan Dwi Prasetyo², Hamdan Ainul Atmam Al Faruqi³

^{1,3} Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri

² Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri

Depok, Jawa Barat, Indonesia 16451

arasy@nurulfikri.ac.id, kurniawan@nurulfikri.ac.id, atmam58@gmail.com

Abstract

Phonemes are the building blocks of every oral language. Every utterance is composed of one or more phonemes. To improve the accuracy of acoustic models, the researchers attempted to identify the pattern of vowel phonemes in bahasa Indonesia using STFT and MFCC features. This paper analyzes 398 audio files gathered from 51 participants and explores the difference of phonemes a, i, u, e, o. Using SVM and Neural Network, the features are classified and tested. The result gave 93.8% accuracy using SVM with radial based kernel.

Keywords: *phonemes classification, vowel, STFT, MFCC*

Abstrak

Fonem adalah bagian yang menyusun semua bahasa lisan. Setiap kata dan kalimat yang diutarakan terdiri dari satu fonem atau lebih. Untuk meningkatkan akurasi dari model akustik, peneliti mencoba mengidentifikasi pola fonem vokal dalam bahasa Indonesia menggunakan STFT dan Fitur MFCC. Dalam penelitian ini, peneliti menganalisis data dari 398 file suara yang bersumber dari 51 orang partisipan dan mengeksplorasi perbedaan pola dari fonem vokal a,i,u,e,o. Dengan menggunakan SVM dan JST, fitur tersebut diklasifikasikan dan diuji. Hasil pengujian memberikan akurasi 93,8% menggunakan SVM dengan kernel radial.

Kata kunci: klasifikasi fonem, fonem vokal, STFT, MFCC

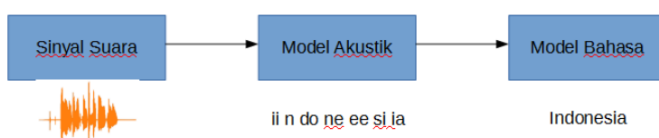
1. PENDAHULUAN

Pengenalan suara otomatis (ASR) adalah salah satu teknologi yang memudahkan manusia dalam berinteraksi dengan komputer. Model maupun aplikasi terapannya telah banyak dikembangkan dan diterapkan ke bidang-bidang seperti layanan kesehatan, pemerintahan, dan lain sebagainya [1].

Tahapan yang dilakukan dalam proses pengenalan suara ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**

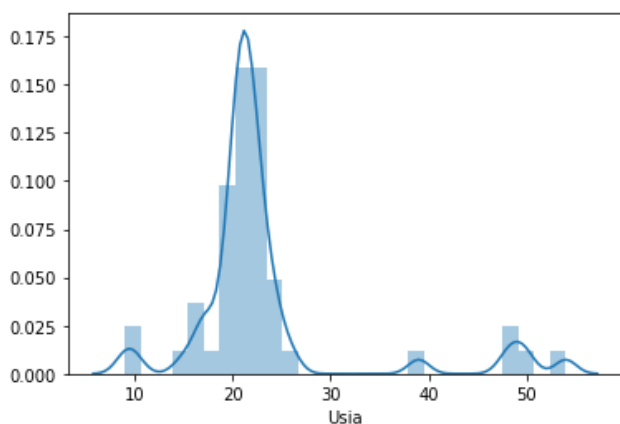
Selama ini, sistem pengenalan suara banyak dikembangkan dengan kalimat lengkap. Pada penelitian ini, penulis mencoba melakukan pendekatan berbeda yaitu dengan pola fonem vokal untuk meningkatkan akurasi model akustiknya. Fonem vokal digunakan karena bentuk tersebut adalah bentuk paling dasar dari sebuah utaran. Vokal yang dipilih adalah fonem vokal bahasa Indonesia (a, i, u, e, o) yang disederhanakan. Variasi silabe seperti ‘e’ pada ‘teh’, dan ‘e’ pada ‘teman’ dianggap sama, begitu juga pada vokal yang lainnya.

Penelitian ini dilakukan dengan data vokal murni yang sengaja diambil (bukan dari kalimat lengkap) untuk mengenali fonemnya. Hal ini karena data serupa yang bersifat terbuka tidak tersedia, maka peneliti mengumpulkan data tersebut dari masyarakat penutur bahasa Indonesia. Data suara dikumpulkan dari 51 orang partisipan dengan rentang usia dari 9 hingga 54 tahun. Rata-



Gambar 1. Alur Pengenalan Suara

rata usia partisipan adalah 23 tahun dengan simpangan baku 9 tahun.



Gambar 2. Distribusi Usia Partisipan

Peneliti mencoba mengeksplorasi pola fonem vokal menggunakan *Short Time Fourier Transform* (STFT) dan fitur *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC). Dari data tersebut, dibuat beberapa buah model klasifikasi sederhana dan dibandingkan hasilnya. Klasifikasi dilakukan dengan SVM dan JST lalu dibandingkan akurasinya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengenalan suara adalah bidang riset yang sudah berkembang dari tahun 1950an. Berawal dari pengenalan angka pada teknologi yang dikembangkan oleh Bell Laboratories (Audrey), pengenalan kata yang berdasarkan fonem oleh IBM's Shoebox, hingga sistem yang dikembangkan oleh Google, Apple (Siri), Amazon (Alexa), dan Microsoft (Cortana) di dekade kedua abad 21 [2]. Model pengenalan akustik yang diterapkan pun beragam, dari HMM yang populer sejak diterapkan oleh IBM di tahun 1980an, RNN, LSTM, hingga model *end-to-end* seperti CTC [3].

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai klasifikasi fonem bahasa Indonesia, serta *Short Time Fourier Transform* (STFT) dan *Mel Frequency Cepstral Coefficient* (MFCC) sebagai dasar perancangan sistem pengenalan yang dibuat.

2.1 Fonem Bahasa Indonesia

Fonem adalah sebuah bunyi fungsional. Misalnya pada bahasa Inggris, 't' dalam 'stop' dan 'th' dalam *top* merupakan bunyi yang sama secara fungsional. Jadi 't' dan 'th' merupakan dua bentuk yang berbeda dari fonem yang sama [4].

Fonem identitasnya hanya berlaku dalam sebuah bahasa yang sama. Sebuah fonem yang berbeda dalam suatu bahasa bisa jadi sama dalam bahasa lainnya. Contohnya fonem 'r' dan 'l' pada bahasa Indonesia berbeda, karena itu

fungsionalitasnya dalam kata 'palu' dan 'paru' juga berbeda. Lain halnya dengan bunyi 'r' dan 'l' bahasa Jepang, kedua tersebut bukan merupakan fonem yang berbeda sehingga kata 'biru' dan 'bilu' memiliki arti yang sama.

Jumlah bunyi fonem vokal dalam bahasa Indonesia bervariasi menurut pendapat para ahli. Marsono [5] mengategorikan fonem vokal menjadi 9, Dardjowidjoyo dan Samsuri mengategorikan menjadi 8 bunyi, dan Subardi mengkategorikannya menjadi 10 bunyi dengan mendasarkan suara yang ada pada bahasa Jawa [6]. Halim dan Lapoliwa dalam Wahyuni [6] mengategorikan fonem vokal bahasa Indonesia menjadi 6.

Tabel 1. Daftar Fonem Vokal Bahasa Indonesia

| Peneliti | Banyak Fonem | Daftar |
|--------------------------|--------------|--|
| Marsono | 9 | /a/, /i/, /u/, /e/, /ɛ/, /ə/, /o/, /ɔ/, dan /ɑ/ |
| Dardjowidjoyo & Samsuri | 8 | /a/, /i/, /u/, /U/, /e/, /ɛ/, /ə/, dan /o/ |
| Subardi | 10 | /a/, /i/, /U/, /u/, /U/, /e/, /ɛ/, /ə/, /ɔ/, dan /o/ |
| Halim, Lapoliwa, Wahyuni | 6 | /a/, /i/, /u/, /e/, /ə/, dan /o/ |

Dalam penelitian ini, digunakan 5 kategori fonem vokal dengan meniadakan 'ə' dari kategori yang diberikan oleh Halim, Lapoliwa, dan Wahyuni. Hal ini dilakukan karena dalam penuturan huruf vokal tanpa didampingi konsonan dan semi konsonan, hanya fonem 'e' yang digunakan.

2.2 STFT

Transformasi *Fourier* (*Fourier Transform*) adalah sebuah transformasi matematis yang mendekomposisi fungsi dalam domain waktu ke frekuensi-frekuensi penyusunnya. Transformasi ini banyak digunakan terutama dalam pemrosesan sinyal (*signal processing*).

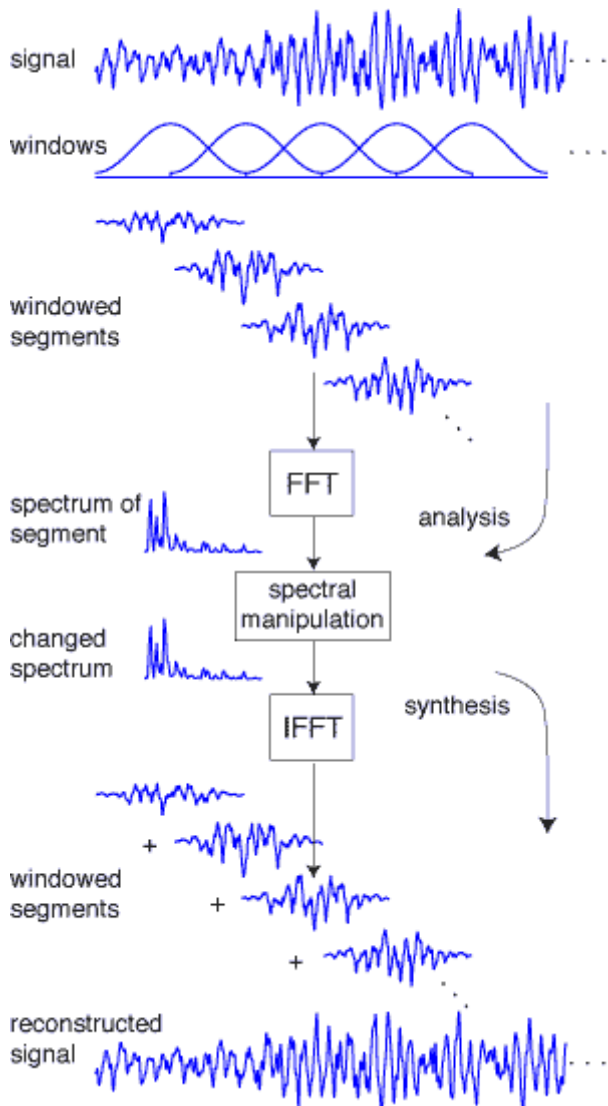
Didefinisikan dalam persamaan (1), transformasi *fourier* mengubah fungsi dalam domain waktu $f(t)$ ke dalam fungsi lain dalam domain frekuensi $F(x)$.

$$F(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-ixt} dt \quad (1)$$

Transformasi lain yang terkait dengan transformasi *fourier* juga digunakan untuk mengubah dari domain waktu ke frekuensi baik untuk data yang kontinu maupun yang diskrit. Beberapa contohnya adalah transformasi hankel, Transformasi *Fourier* Diskrit (DFT), dan *Short Time Fourier Transform* (STFT).

STFT adalah transformasi *fourier* yang digunakan untuk menentukan frekuensi *sinusoidal* pada bagian lokal dari sinyal seiring dengan berubahnya sinyal tersebut terhadap waktu. Dengan kata lain, STFT adalah transformasi *fourier*

di sinyal berjendela (*windowed signal*). STFT memberikan informasi lokal (terhadap waktu) dari komponen frekuensi, berbeda dengan transformasi *fourier* standar yang menyediakan informasi frekuensi di sepanjang interval waktunya [7].



Gambar 3. Short Time Fourier Transform

Perubahan sinyal menggunakan STFT bersifat dapat diinverskan (*invertible*), artinya kita dapat mensintesis kembali sinyal asal dengan menggunakan *invers* dari prosesnya. Diagramnya dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.** [8].

STFT diformulasikan sebagai perkalian antara sinyal dengan sebuah pembobot (yang disebut dengan *window* atau jendela) $h(t)$ dimana τ adalah indeks spektro-temporal seperti pada persamaan (2).

$$F_{\tau}(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cdot h(t - \tau) \cdot e^{-ixt} dt \quad (2)$$

Jendela $h(t)$ dapat dipilih dari berbagai macam fungsi *sinusoidal* yang ada. Pada penelitian ini digunakan *Hanning Window* sebagai pembobotnya, ditunjukkan pada persamaan (3) dimana N adalah lebar jendelanya.

$$h(t) = \sin^2\left(\frac{\pi t}{N}\right) \quad (3)$$

2.3 MFCC

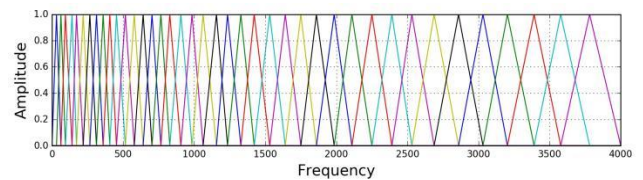
Fitur MFCC dikembangkan mengikuti sifat koklear (*cochlear*) dalam mempersepsikan suara di telinga manusia, yaitu dengan lebih mendiskriminasikan suara di frekuensi rendah dan kurang diskriminatif di frekuensi yang tinggi.

MFCC mengubah frekuensi f dalam satuan Hz ke dalam skala mel m (dengan satuan Mel) dan sebaliknya dengan fungsi pada persamaan (4) dan (5).

$$m = 2595 \log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right) \quad (4)$$

$$f = 700 \left(10^{\frac{m}{2595}} - 1\right) \quad (5)$$

Skala tersebut diterapkan ke dalam spektrogram sebagai *filter bank* berupa sekumpulan filter berbentuk segitiga yang saling beririsan seperti pada **Error! Reference source not found.**



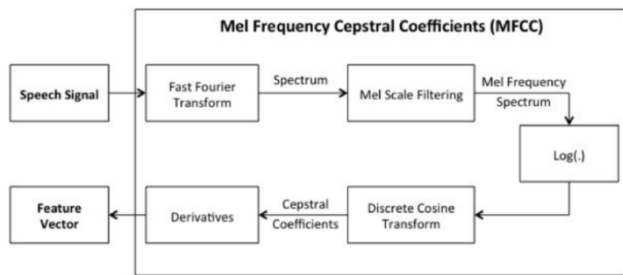
Gambar 4. Filter Bank MFCC

Filter tersebut dapat dimodelkan sebagai persamaan (6) berikut ini.

$$H_m(k) = \begin{cases} 0 & , k < f(m-1) \\ \frac{k - f(m-1)}{f(m) - f(m-1)} & , f(m-1) \leq k < f(m) \\ 1 & , k = f(m) \\ \frac{f(m+1) - k}{f(m+1) - f(m)} & , f(m) < k \leq f(m+1) \\ 0 & , k > f(m+1) \end{cases}$$

MFCC digunakan untuk mengidentifikasi monosilabel dalam kalimat yang diutarakan secara kontinu [1]. Meskipun menurut Shrawankar dan Thakare [9], salah satu kelemahan MFCC adalah sensitifitasnya terhadap derau (*noise*) karena ketergantungannya terhadap bentuk *spectral*.

Pengambilan fitur menggunakan MFCC terdiri dari beberapa langkah komputasi seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 5**. Proses Pengambilan Fitur MFCC.



Gambar 5. Proses Pengambilan Fitur MFCC

2.4 Penelitian Terkait

Pada penelitian dengan objek penutur bahasa Indonesia atau Melayu, MFCC banyak digunakan untuk penentuan fitur silabel tertentu dalam bahasa Indonesia dan bahasa Arab. Contohnya untuk membedakan bacaan *gunnah* pada Al-Quran oleh Heriyanto [10] atau untuk mengklasifikasikan pengucapan huruf hijaiyah oleh Adiwijaya dkk. [11]. Syahroni dkk menggunakan MFCC untuk mengekstraksi fitur suku kata bahasa Indonesia [12] dan juga untuk membedakan suara digit [13]. Effendi juga menggunakan MFCC untuk mengenali pengaruh suara konsonan terhadap vokal [14]. Fitur yang didapatkan dari MFCC cukup *representative* dan sering dibandingkan dengan fitur Wavelet. Akurasi yang didapatkan tergantung dari data dan model klasifikasi yang dilakukan.

Banyak penelitian tentang pengenalan fonem seperti menggunakan *Time Delay Neural Network* [15], *Large Hierarchical Reservoirs* [16], *Convolution Neural Network* [17] [18], dan lain sebagainya. Sebagian yang lain memanfaatkan *Hidden Markov Model* untuk mendapatkan representasi model akustik dari data suara.

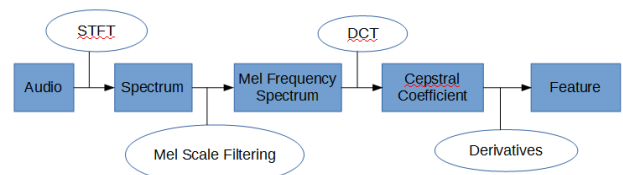
Menggunakan model yang manapun, untuk dapat meningkatkan akurasi dibutuhkan pemahaman yang lebih terhadap objek yang akan dikenali, karena itulah pada penelitian ini peneliti mencoba mengeksplorasi tentang fonem vokal menggunakan MFCC.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan besar, yaitu pengumpulan data, pengolahan, dan eksplorasi.

Data dikumpulkan dari 51 partisipan, baik laki-laki maupun perempuan. Setiap responden diminta untuk bersuara a, i, u, e, dan o selama beberapa detik. Alat perekam menggunakan mikrofon kardioid yang dibawa oleh petugas lapangan atau menggunakan mikrofon dari *smartphone* yang tersedia.

Praproses dilakukan terhadap suara yang telah dikumpulkan untuk menyamakan formatnya.



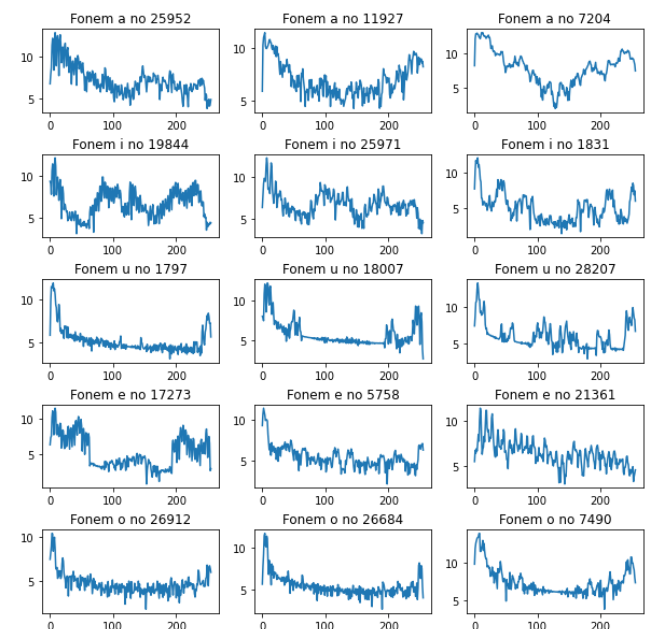
Gambar 6. Proses Pengolahan Data Audio

Tahapan pengolahan data audio ditunjukkan pada **Gambar 6**. Proses Pengolahan Data Audio. Suara yang dikumpulkan ditransformasi menggunakan STFT dan difilter menggunakan *Mel Scale Filtering* dan DCT untuk mendapatkan fiturnya.

Fitur yang terdiri dari n-buah koefisien mel, dinormalisasi dan dieksplorasi polanya satu sama lain. Data tersebut dibagi menjadi 2 kategori secara acak menjadi data *training* dan data *testing* dengan perbandingan 80:20. Dari data tersebut, dibuat beberapa buah model klasifikasi sederhana menggunakan algoritma SVM dan JST lalu dibandingkan akurasi. Akurasi diuji menggunakan data *testing*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 398 file audio yang berhasil dikumpulkan, dilakukan pra-proses untuk menyamakan frekuensi *sampling* menjadi 16.000 Hz dan format dalam bentuk wav. Suara di awal dan akhir file audio yang tidak berbunyi dipotong sehingga didapatkan file audio yang berisi fonem yang seragam dari awal hingga akhir.

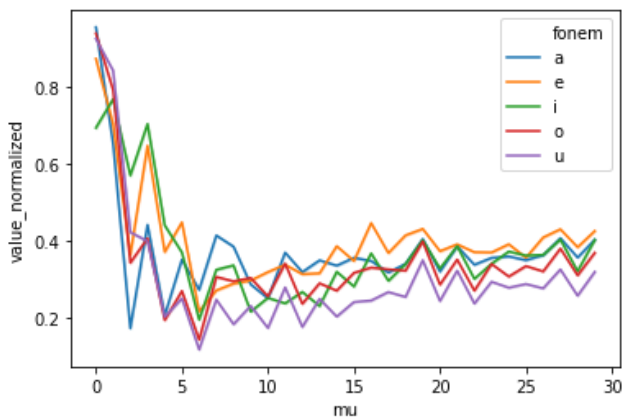


Gambar 7. Contoh Audio Pendek Fonem Vokal

Menggunakan *Hanning Window* dengan lebar 512, didapatkan 164.720 data audio pendek. Hasil *sampling* dari

data audio tersebut dapat dilihat pada **Gambar 7**. Contoh Audio Pendek Fonem Vokal.

Data tersebut lalu difilter menggunakan MFCC dengan 30 buah koefisien mel.



Gambar 8. Mel Koefisien (mu-0 s.d. mu-29)

Hagen [19] mengatakan bahwa 10 hingga 12 koefisien mel sudah cukup untuk mengkodekan sinyal wicara. Dari visualisasi pada **Gambar 8**. Mel Koefisien (mu-0 s.d. mu-29) masih tampak perbedaan yang signifikan di koefisien ke-25 sehingga pada penelitian ini tetap menggunakan 30 koefisien mel sebagai fitur nya.

Model *Support Vector Machine* dengan 4 buah kernel yang berbeda dan Jaringan Syaraf Tiruan digunakan untuk mengklasifikasikan data tersebut. Dengan pembagian 80:20 untuk data *training* dan *testing*-nya, didapatkan hasil seperti ditunjukkan pada **Tabel 2**. Hasil Klasifikasi Fonem Vokal.

Tabel 2. Hasil Klasifikasi Fonem Vokal

| No | Model | Akurasi |
|----|---------------------------------|---------|
| 1 | SVM kernel linear | 74.56% |
| 2 | SVM kernel polynomial derajat 3 | 92.29% |
| 3 | SVM kernel radial | 93.80% |
| 4 | SVM kernel sigmoid | 27.62% |
| 5 | JST dengan 2 hidden layer | 84.98% |

Hasil yang paling tinggi akurasi nya didapat dari model SVM dengan kernel radial. *Confusion matrix* dari model tersebut ditampilkan dalam **Gambar 9**. *Confusion Matrix* dari SVM dengan Kernel Radial berikut.



Gambar 9. *Confusion Matrix* dari SVM dengan Kernel Radial

5. KESIMPULAN

Fitur MFCC dapat membedakan fonem vokal dengan cukup jelas. Dengan akurasi tertinggi sebesar 93.8% yang diperoleh dari SVM kernel radial.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan yang diberikan berupa bantuan dana penelitian yang menunjang berlangsungnya penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. K. b. A. M. R. Alim Sabur Ajibola, "Some Commonly Used Speech Feature Extraction Algorithms," 2018.
- [2] N. v. d. Velde, 25 October 2018. [Online]. Available: <https://www.globalme.net/blog/speech-recognition-software-history-future/>.
- [3] G. L. Song Wang, "Overview of End-To-End Speech Recognition," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.
- [4] J. Verhaar, "Asas-Asas Linguistik Umum," Yogyakarta: UGM Press, 1996.
- [5] Marsono, "Fonetik," Yogyakarta: UGM Press, 1986.
- [6] R. W. Primasari Wahyuni, "Kajian Fonetik Bunyi Vokal Bahasa Indonesia oleh Penutur Bahasa Indonesia di Wilayah Timur," in *PIBSI XXXIX*, Semarang, 2017.
- [7] N. Kehtarnavaz, "Frequency Domain Processing," in *Digital Signal Processing System Design (Second Edition)*, Academic Press, 2008.
- [8] W. A. Sethares, "Rhythm and Transforms, Perception and Mathematics," 2007.

- [9] V. T. Urmila Shrawankar, "*Techniques for Feature Extraction In Speech Recognition System: A Comparative Study*," 2013.
- [10] O. S. S. Heriyanto, "Identifikasi Suara Hukum Bacaan Gunnah menggunakan MFCC," in *Prosiding LPPM UPN Veteran*, Yogyakarta, 2016.
- [11] M. N. A. M. S. M. W. U. N. a. F. N. Adiwijaya, "A Comparative Study of MFCC-KNN and LPC-KNN for Hijaiyyah Letters Pronunciation Classification System," in *5th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT7)*, Melaka, Malaysia, 2017.
- [12] R. H. T. B. A. Syahroni Hidayat, "Sistem Pengenal Tutar Bahasa Indonesia berbasis Suku Kata menggunakan MFCC, Wavelet, dan HMM," Yogyakarta, 2015.
- [13] S. H. Zaurarista Dyarbirru, "Metode Wavelet-MFCC dan Korelasi dalam Pengenalan Suara Digit," *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 2, no. 2, pp. 100-108, 2020.
- [14] M. M. Effendi, "Pengenalan Pengaruh Suara Konsonan terhadap Vokal menggunakan MFCC dan SVM," *IT For Society*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [15] T. H. G. H. K. S. a. K. L. A. Waibel, "*Phoneme Recognition using Time-delay Neural Networks*," *IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing*, vol. 37, no. 3, p. 328–339, 1989.
- [16] A. J. B. S. Fabian Triefenbach, "*Phoneme Recognition with Large Hierarchical Reservoirs*," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vancouver, British Columbia, Canada, 2010.
- [17] R. C. M. M.-D. Dimitri Palaz, "*End-to-end Phoneme Sequence Recognition using Convolutional Neural Networks*," 2013.
- [18] J. W. G. C. N. D. N. C. Cornelius Glackin, "*Convolutional Neural Networks for Phoneme Recognition*," in *7th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods*, 2018.
- [19] C. D. P. B. Hagen A., "*The Analysis and Design of Architecture Systems for Speech Recognition on Modern Handheld Computing Devices*," 2003.



PEMANFAATAN DATA TRANSAKSI UNTUK DASAR MEMBANGUN STRATEGI BERDASARKAN KARAKTERISTIK PELANGGAN DENGAN ALGORITMA *K-MEANS CLUSTERING* DAN MODEL RFM

Carudin¹

¹ Manajemen Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Bani Saleh
Bekasi Timur, Jawa Barat, Indonesia 17113
carudin@stmik-banisaleh.ac.id

Abstract

Every time there is a transaction process carried out by a customer, that process adds to the data collection in a database. This study uses transaction data to determine customer segmentation and build a strategy based on customer characteristics with the RFM and K-Means model approach. K-Means Clustering is an algorithm that can produce a visual cluster model with the Rapidminer application version 9.9, using the RFM attribute to represent the number of customers from each cluster. The transaction data for the last three years, 2017, 2018, and 2019 with 4,332 transactions, were then managed based on the RFM model resulting in 1898 customers. Furthermore, a cluster analysis carries out using the K-Means algorithm with 319 customers in cluster 1, 314 customers in cluster 2, 316 customers in cluster 3, 317 customers in cluster 4, 315 customers in cluster 5, and 317 customers in cluster 6. The company can use the results of this study to determine customer characteristics and as a consideration for making a new strategy.

Keywords: *Clustering, Recency, Frequency, Monetary, K-Means, Customer*

Abstrak

Setiap waktu terdapat proses transaksi yang dilakukan oleh pelanggan, proses tersebut menambah koleksi data pada sebuah *database*. Pada penelitian ini dengan melakukan pemanfaatan data transaksi untuk mengetahui segmentasi pelanggan dan membangun strategi berdasarkan karakteristik pelanggan dengan pendekatan model RFM dan *K-Means*. *K-Means Clustering* adalah sebuah algoritma yang dapat menghasilkan suatu model *cluster visual* dengan aplikasi Rapidminer versi 9.9, dengan menggunakan atribut RFM berfungsi untuk mewakili jumlah pelanggan dari setiap *cluster*. Dari data transaksi 3 tahun terakhir 2017, 2018, dan 2019 dengan jumlah 4.332 transaksi yang kemudian diolah berdasarkan model RFM menghasilkan 1898 pelanggan. Selanjutnya dilakukan analisis *cluster* dengan menggunakan algoritma *K-Means* dengan hasil *cluster 1* memiliki 319 pelanggan, *cluster 2* memiliki 314 pelanggan, *cluster 3* memiliki 316 pelanggan, *cluster 4* memiliki 317 pelanggan, *cluster 5* memiliki 315 pelanggan, dan *cluster 6* memiliki 317 pelanggan. Dari hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh perusahaan untuk mengetahui karakteristik pelanggan dan sebagai bahan pertimbangan membuat suatu strategi baru.

Kata kunci: *Clustering, Recency, Frequency, Monetary, K-Means, Pelanggan*

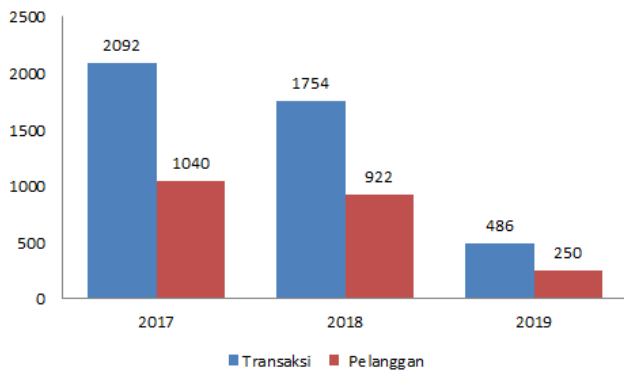
1. PENDAHULUAN

Perusahaan yang bergerak di bidang retail data transaksi penjualan merupakan data yang sangat berharga di dalam suatu perusahaan. Karena dari data tersebut dapat diolah menjadi beragam informasi yang bisa dimanfaatkan oleh perusahaan, seperti mengetahui prediksi perkembangan perusahaan di masa depan, melihat omset perusahaan, mengetahui karakteristik pelanggan dan lainnya.

Dewasa ini sebagian perusahaan besar mulai memanfaatkan data transaksi untuk diolah dengan menggunakan suatu metode tertentu, sehingga menghasilkan informasi penting yang bisa memprediksi atau membangun suatu strategi bisnis yang bisa memberikan kemajuan pada perusahaan. Salah satunya adalah PT. XYZ yang bergerak di jasa penjualan mobil Jepang, yang mulai memanfaatkan data transaksi penjualan untuk mengelompokan pelanggan berdasarkan karakteristik-karakteristiknya, sehingga dari data yang

diolah dapat dijadikan acuan untuk membangun suatu strategi pemasaran yang dapat meningkatkan jumlah transaksi penjualan di masa yang akan datang.

Permasalahan yang muncul saat ini adalah dari 3 tahun terakhir ini terjadi penurunan jumlah transaksi, tahun 2017 sebanyak 2092 transaksi dari 1040 pelanggan, tahun 2018 1754 transaksi dari 922 pelanggan, sedangkan jumlah transaksi di tahun 2019 hanya 486 transaksi dari 250 pelanggan, bentuk penurunan jumlah transaksi terlihat di gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Grafik Transaksi Penjualan

Dari data transaksi yang disajikan, terlihat jelas semakin banyak pelanggan maka semakin banyak menambah jumlah transaksi. Berdasarkan kondisi dan masalah yang telah dijelaskan di atas, diidentifikasi terkait sebab-sebab yang mempengaruhi penurunan jumlah transaksi. Sehingga perlu dilakukan pengendalian pendekatan terhadap pelanggan dan strategi baru. Pada penelitian ini digunakan data transaksi penjualan 3 tahun terakhir yaitu 2017, 2018 dan 2019 dengan total jumlah transaksi 4332.

Bagaimana memanfaatkan data transaksi dengan model RFM dan mengelompokkan berdasarkan karakteristik pelanggan dengan pendekatan algoritma *K-Means*, sehingga dari hasil clustering dapat dijadikan suatu strategi baru yang tepat dan akurat.

Untuk meningkatkan jumlah transaksi penjualan maka perlu adanya proses pengendalian pendekatan antara perusahaan dan pelanggan, karena hubungan antara perusahaan dan pelanggan merupakan elemen bisnis utama yang menunjang peningkatan transaksi penjualan [1]. Proses pengendalian hubungan antara perusahaan dan pelanggan disebut dengan istilah *Customer Relationship Management (CRM)*. Cakupan konsep CRM meliputi seperangkat metode dan strategi untuk mengembangkan hubungan jangka panjang yang dapat menguntungkan pelanggan dan meningkatkan transaksi penjualan. Menurut [2], CRM dibagi menjadi empat bagian yang berbeda: (1) Identifikasi Pelanggan, (2) Daya Tarik Pelanggan, (3) Retensi Pelanggan, dan (4) Pengembangan Pelanggan.

Segmentasi pelanggan adalah salah satu bagian paling penting dari identifikasi pelanggan dan mencakup mengelompokkan seluruh pelanggan sesuai dengan

karakteristik pelanggan berdasarkan perilaku pembelian, informasi demografis dan geografis, serta atribut psikografis. Model RFM adalah yang banyak digunakan untuk menentukan segmentasi pelanggan.

Model RFM

Model RFM dikenal sebagai teknik data mining berdasarkan perilaku yang menggambarkan profil pelanggan dengan memanfaatkan data transaksi dengan mengambil poin *recency*, *frequency*, dan *monetary* [3].

Nilai R, F, dan M dibedakan menjadi lima dengan nilai 1 sampai 5. Nilai R dihasilkan dari waktu transaksi terakhir dengan waktu interval penelitian. Nilai 5 untuk pelanggan yang memiliki waktu transaksi paling dekat dengan waktu penelitian, nilai 1 pelanggan yang memiliki waktu transaksi jauh dengan waktu penelitian. Kemudian nilai F, didapat dari pelanggan yang paling banyak bertransaksi dengan nilai 5, pelanggan yang sedikit bertransaksi diberikan nilai 1. Nilai M didapat dari pelanggan yang memiliki transaksi dengan jumlah uang terbanyak dengan nilai 5. Sedangkan, pelanggan yang melakukan transaksi dan jumlah uang sedikit mempunyai nilai-nilai 1 [4]. Berikut rumus untuk mendapatkan nilai RFM:

$$RFM = ((\text{Nilai Recency} \times 100) + (\text{Nilai Frequency} \times 0) + \text{Nilai Monetary})$$

Discretization

Proses menentukan bobot di setiap fitur data sehingga membentuk data diskrit kategorik. Sehingga dihasilkan *dataset* indek rasio data dibagi ke dalam 6 bagian dalam pembobotan 6,5,4,3,2,1 dengan konversi 6= "Superstar", 5= "Golden Customer", 4= "Typical Customer", 3= "Occasional Customer", 2= "everyday shopper", 1= "Dormant Customer". Pada bagian dengan nilai rasio terbesar diberi bobot 6 karena menandakan *customer superstar* [3]. Demikian selanjutnya sampai customer dengan nilai rasio terkecil diberi bobot 1. Hasil yang didapat dari proses pembobotan ini menjadi *dataset* dasar untuk diolah pada pengolahan berikutnya yakni mengklasifikasikan *customer* dengan menerapkan metode K-means. Interval data pembobotan ditunjukkan pada tabel 1, 2 dan 3 berikut:

Tabel 1. Interval Pembobotan R

| Recency | Dari (Jumlah Hari) | Sampai (Jumlah Hari) |
|---------|-----------------------|-------------------------|
| 6 | 0 | 60 |
| 5 | 61 | 120 |
| 4 | 121 | 180 |
| 3 | 181 | 240 |
| 2 | 241 | 300 |
| 1 | 301 | >360 |

Tabel 2. Interval Pembobotan F

| Frequency | Dari (Jumlah Hari) | Sampai (Jumlah Hari) |
|-----------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 1 | 10 |
| 2 | 11 | 20 |
| 3 | 21 | 30 |
| 4 | 31 | 40 |
| 5 | 41 | 50 |
| 6 | 51 | >60 |

Tabel 3. Interval Pembobotan M

| Monetary | Dari (Jumlah Hari) | Sampai (Jumlah Hari) |
|----------|-----------------------|-------------------------|
| 1 | 140.000.000 | 200.000.000 |
| 2 | 200.000.001 | 260.000.000 |
| 3 | 260.000.0001 | 310.000.000 |
| 4 | 310.000.001 | 500.000.000 |
| 5 | 500.000.001 | 700.000.000 |
| 6 | 700.000.001 | >52.780.050.000 |

Data Mining

Untuk mendapatkan model yang berguna pada data yang memiliki ukuran yang besar maka perlu menggunakan suatu teknik penambangan data atau dengan istilah *data mining* [5]. Data yang berasal dari suatu basis data, seperti data transaksi, *data warehouse* atau data lainnya. *Data mining* adalah suatu tahapan penting dalam proses KDD (*Knowledge Discovery in Database*) terpenting berhubungan dengan ekstraksi dan perhitungan model yang diteliti.

Clustering

Clustering atau disebut juga dengan klasterisasi yaitu suatu metode yang berfungsi mengelompokkan objek data menjadi beberapa kelompok, sehingga dari setiap kelompok mempunyai tingkat kesamaan maksimum dan data antar *cluster* mempunyai tingkat kesamaan minimum [6].

Nilai kemiripan bersumber pada nilai atribut yang melukiskan suatu objek. *Clustering* juga membuat partisi suatu set objek kedalam kelompok yang dinamakan dengan *cluster* [7]. Objek yang berada di dalam *cluster* mempunyai kesamaan karakteristik dengan lainnya dan memiliki perbedaan dengan *cluster* lainnya. Proses mempartisi data menggunakan suatu algoritma *clustering* [8].

Algoritma K-Means

K-Means yaitu algoritma yang memiliki tujuan mengelompokkan data dan membentuk beberapa kelompok. Pemrosesan *clustering K-Means*, dikerjakan oleh sistem komputer yang berfungsi mengelompokkan secara otomatis data-data yang menjadi inputan tanpa menentukan target kelompoknya [9]. Pada masing-masing *cluster* memiliki titik pusat (*centroid*) yang merepresentasikan *cluster* tersebut. Proses perhitungan *K-Means* sebagai berikut [10]:

- Menetapkan nilai k sebagai jumlah *cluster* yang dibuat.
- Menetapkan nilai *centroid* pertama atau titik pusat *cluster*. Proses ini menentukan nilai *centroid* dengan cara random, akan tetapi untuk proses selanjutnya menggunakan rumus berikut:

$$v_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} X_{kj}$$

Dimana :

V_{ij} = *Centroid* ke-I untuk *variable* ke-j

N_i = Jumlah cluster ke-i

i, k = indeks dari *cluster*

j = indeks dari *variabel*

X_{kj} = nilai data ke-k di *cluster* untuk *variable* ke-j

- Jarak *centroid* dengan titik tiap-tiap objek, bisa dihitung dengan menerapkan rumus *Euclidean Distance* (nilai kedekatan) berikut:

$$D(x_i, y_j, z_k) = \sqrt{(x_{i1} - m_{j1})^2 + (x_{i2} - m_{j2})^2 + (x_{i3} - m_{j3})^2}$$

- Mencari jarak minimum antar *cluster*
 $a_k = d_k = \min \{ D(X_k, C_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \}$ $k = 1, 2, \dots, n$
 Keterangan:
 $a_k = d_k$ = Jarak minimum tiap *cluster*
 X_k = Keanggotaan data ke-k
 C_i = Nilai *centroid cluster* ke-i

- Mencari nilai *centroid* baru

$$v_{ij} = \frac{1}{N_i} \sum_{k=0}^{N_i} X_{kj}$$

Dimana :

v_{ij} = *centroid* rata-rata *cluster* ke-i untuk variabel ke-j

N_i = jumlah anggota *cluster* ke-I i, k = indeks dari *cluster*

j = indeks dari variabel

X_{kj} = nilai data ke-k variabel ke-j dalam *cluster* tersebut.

- Jika hasil perhitungan pada iterasi berikutnya tidak ada perubahan pada anggota *cluster*, maka perhitungan dinyatakan selesai.

Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan model RFM untuk menganalisis data penjualan seperti yang dilakukan oleh Tavakoli, Molavi dkk. di perusahaan Digikala, perusahaan *E-Commerce* terbesar di Timur Tengah, dengan membandingkan model RFM dan model

Customer Quantile dari hasil perbandingan diterapkan ke dalam bentuk promosi melalui media SMS sesuai dengan strategi menunjukkan bahwa model segmentasi RFM mampu meningkatkan jumlah pembelian [1].

Penelitian oleh Ananthi Sheshasaayee dan Logeshwari dari data transaksi pelanggan dilakukan konversi kedalam model RFM kemudian dilakukan diskritisasi dan dikelompokkan menjadi 2, satu cluster 0 dikategorikan sebagai pelanggan yang memiliki frekuensi pembelian tinggi sehingga kelompok ini hanya membutuhkan sedikit konsentrasi dan loyalitas, sedang cluster 1 memiliki frekuensi pembelian rendah sehingga mereka membutuhkan lebih banyak penawaran dan pengingat melalui iklan [11].

Penelitian oleh Ina Maryani, Dwiza Riana dkk, melakukan analisis segmentasi pelanggan dari transaksi pembelian isi ulang pulsa dengan model RFM dan teknik clustering K-Means, dari 82.648 transaksi diolah berdasarkan Model RFM menghasilkan 102 Nasabah, kemudian dilakukan

Pada pengumpulan data ini dengan melakukan studi pustaka, membaca dan mempelajari jurnal-jurnal yang berhubungan dengan topik penelitian, melakukan observasi ke objek penelitian, melakukan wawancara dengan bagian penjualan, melihat dan mempelajari data transaksi penjualan. Pada proses ini bertujuan untuk menghasilkan data dan informasi yang selengkap-lengkapya terkait sistem yang berjalan saat ini.

b. Instrumen Penelitian

Pada instrumen penelitian ini mengadopsi dan memodifikasi pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh [1] dan [4]. Data transaksi penjualan 3 tahun 2017, 2018 dan 2019 dengan jumlah transaksi 4332 penjualan, terlihat data transaksi penjualan pada gambar 1 berikut:

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U |
|-----|-----------------|-----------------|-----------|------------|--------------------|-----------|---------------|-------------------------------|----|------------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------|------|-------|--------|---|---|---|
| 1 | No | Filling No. | No Faktur | Tgl Faktur | SLS | NPK Sales | Nama Salesman | KD. | J | Customer | No | Customer | Cus | Leasing | Tipe | Kenda | Chasis | | | |
| 913 | T151-2017000916 | T151V1017000921 | ## | 00041477 | ADY KURNIAMAN | CSH | 7008970703 | LIE SUGIARTO | 09 | RKB | BCA | AL30GA/T | JNFG3DH38010495 | | | | | | | |
| 914 | T151-2017000917 | T151V1017000922 | ## | 00053942 | LIE YANCHE NUARI | WCSH | 7008968718 | RENALDY SOETEDJO | 09 | PT. TOYOTA | JG0N65V2A/T | MHFPG8G52H0846645 | | | | | | | | |
| 915 | T151-2017000918 | T151V1017000923 | ## | 00008529 | FIK MULYADI | CR5 | 7008946033 | GERALDUS FARMAN | 09 | GUW42M/TL | MHFJBE8H11019072 | | | | | | | | | |
| 916 | T151-2017000919 | T151V1017000924 | ## | 00049039 | SYARIEP HIDAYATULL | CSH | 7008949992 | DIAN SUTARNA | 09 | ACC KWIANG | NSP707M/T00 | MHF228H380025209 | | | | | | | | |
| 917 | T151-2017000920 | T151V1017000925 | ## | 00044568 | NOVA RIMA CHRISTIN | CSH | 7008969878 | FT.ASMA JANEHA SAKTI SAKTI | 10 | PT BANK GMS | F703A/741TK | MHF2FAC3K3JH044611 | | | | | | | | |
| 918 | T151-2017000921 | T151V1017000926 | ## | 00057969 | IMAM ARYA KUSUMA | CSH | 7008989892 | KAMILIA EDU, SE | 09 | ACC KWIANG | F35M/T | MHM5EA3JH0069317 | | | | | | | | |
| 919 | T151-2017000922 | T151V1017000927 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR4 | 7008981453 | PT VENTURA INVESTASI UTAMA | 10 | GUW65V2A/TEHMFPG8G52H0846461 | | | | | | | | | | |
| 920 | T151-2017000923 | T151V1017000928 | ## | 00052513 | RENDY FERNANDO | CR5 | 7008986146 | MAMTAR ROMANA SIAGIAN, SE | 09 | PT.MITSUI | LHNSP70Q/T00 | MHF228H380034748 | | | | | | | | |
| 921 | T151-2017000924 | T151V1017000929 | ## | 00049033 | SYARIEP HIDAYATULL | CR3 | 7008737016 | CV AMBULANCE PINTAR INDONESIA | 10 | ED22M/T03C0R | JTFSS22PH0165364 | | | | | | | | | |
| 922 | T151-2017000925 | T151V1017000930 | ## | 00053943 | ROVERNANDO SIAHAN | CSH | 7008974837 | ROVERNANDO SIAHAN | 09 | ACC KWIANG | F35M/T | MHM5EA3JH0023026 | | | | | | | | |
| 923 | T151-2017000926 | T151V1017000931 | ## | 00041477 | ADY KURNIAMAN | CR3 | 7007110834 | ADY KURNIAMAN | 09 | F54M/T | MHM5EA3JH0023026 | | | | | | | | | |
| 924 | T151-2017000927 | T151V1017000932 | ## | 00041176 | LASEFRANOTO | CR5 | 7008943535 | KAMIRAN | 09 | PT. TOYOTA | JF54M/T | MHM5EA3JH0023094 | | | | | | | | |
| 925 | T151-2017000928 | T151V1017000933 | ## | 00054919 | TITO PRABASTO | CR5 | 7008965581 | PT NASUTA GRAHA TRIKENCANA | 10 | PT.BCA | FINAJG0N42GA/T02 | MHFABSEH00064259 | | | | | | | | |
| 926 | T151-2017000929 | T151V1017000934 | ## | 00053332 | RANI PERMATA SARI | CR3 | 7008983846 | FERIANDI | 09 | PT.BCA | FINAJG0N65V2A/T | MHFPG8G52H08464518 | | | | | | | | |
| 927 | T151-2017000930 | T151V1017000935 | ## | 00038157 | FELIX | CR2 | 7008989674 | ANDREAS TJIA | 09 | PT.MITSUI | LEA550A/TL11M | MRO53AK50H4509747 | | | | | | | | |
| 928 | T151-2017000931 | T151V1017000936 | ## | 00009793 | SILVIA | CR1 | 7008990034 | PT SRIREJEKI PERDANA STEEL | 10 | PT.BCA | FINAJAL30GA/T | JNFG3DH78010404 | | | | | | | | |
| 929 | T151-2017000932 | T151V1017000937 | ## | 00049033 | SYARIEP HIDAYATULL | CR1 | 7008984688 | RAHMIAH | 09 | PT. TOYOTA | JF54M/T | MHM5EA3JH0012414 | | | | | | | | |
| 930 | T151-2017000933 | T151V1017000938 | ## | 00009793 | SILVIA | CSH | 7008984666 | PT CHINA HARBOUR INDONESIA | 10 | ASS0A/TL11M | MRO53AK50H4509700 | | | | | | | | | |
| 931 | T151-2017000934 | T151V1017000939 | ## | 00009793 | SILVIA | CR3 | 7008987853 | SILVIA | 09 | PT. TOYOTA | JVE30GA/T | JNFG3DH68H010619 | | | | | | | | |
| 932 | T151-2017000935 | T151V1017000940 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR3 | 7008974160 | FT EQUITY FINANCE INDONESIA | 10 | GUW65V2A/TEHMFPG8G52H0846405 | | | | | | | | | | |
| 933 | T151-2017000936 | T151V1017000941 | ## | 00054963 | ERIS SUSTIANANDI | CR2 | 7041007210 | BERRY VONSIN BAY | 09 | PT.BCA | FINAJG0N40GA/TL | MHFV8EM2H2334029 | | | | | | | | |
| 934 | T151-2017000937 | T151V1017000942 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR5 | 7041004957 | BOWO PRIYATMORO | 09 | PT Toyota | AJG0N65V2A/T | MHFPG8G52H0847301 | | | | | | | | |
| 935 | T151-2017000938 | T151V1017000943 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR3 | 7008963986 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0032098 | | | | | | | | | |
| 936 | T151-2017000939 | T151V1017000944 | ## | 00053942 | LIE YANCHE NUARI | WCSH | 7008977431 | AMBRIATY SIHOMBING | 09 | PT. TOYOTA | JF53M/T | MHM5EA3JH0026290 | | | | | | | | |
| 937 | T151-2017000940 | T151V1017000945 | ## | 00044568 | NOVA RIMA CHRISTIN | CSH | 7041009222 | MARJI WASHI | 09 | PT Toyota | AF54M/T | MHM5EA3JH0028972 | | | | | | | | |
| 938 | T151-2017000941 | T151V1017000946 | ## | 00049039 | SYARIEP HIDAYATULL | CSH | 7041015662 | RISKI RISMANDI | 09 | F54M/T | MHM5EA3JH0013006 | | | | | | | | | |
| 939 | T151-2017000942 | T151V1017000947 | ## | 00049145 | VIVIVELA | CSH | 7041002213 | PT GRITA MUTIARA ABADI | 10 | PT. TOYOTA | JG0N42M/TL | MHFPG8G52H041355 | | | | | | | | |
| 940 | T151-2017000943 | T151V1017000948 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CSH | 7008986246 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069862 | | | | | | | | | |
| 941 | T151-2017000944 | T151V1017000949 | ## | 00017577 | INES GANESHA | COP | 7008985873 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069128 | | | | | | | | | |
| 942 | T151-2017000945 | T151V1017000950 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR5 | 7041014010 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069869 | | | | | | | | | |
| 943 | T151-2017000946 | T151V1017000951 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR5 | 7041013786 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069583 | | | | | | | | | |
| 944 | T151-2017000947 | T151V1017000952 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR5 | 7008980205 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069808 | | | | | | | | | |
| 945 | T151-2017000948 | T151V1017000953 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR5 | 7008954408 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069897 | | | | | | | | | |
| 946 | T151-2017000949 | T151V1017000954 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR1 | 7008947729 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0069978 | | | | | | | | | |
| 947 | T151-2017000950 | T151V1017000955 | ## | 00017577 | INES GANESHA | CR5 | 7041009222 | PT CSM CORPORATAMA | 10 | F35M/T | MHM5EA3JH0070154 | | | | | | | | | |

Gambar 2. Dataset Transaksi Penjualan

klasterisasi kedalam 2 cluster dengan hasil 63 pelanggan di cluster 1 dan 39 pelanggan di cluster 2 [4].

Pada penelitian ini terdapat perbedaan dari penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian oleh Ina Maryani dkk [4] dan penelitian oleh Ananthi Sheshasaayee dkk [11], pengelompokan segmentasi hanya menggunakan 2 cluster saja, sedangkan pada penelitian saat ini menggunakan 6 cluster mengacu pada teori karakteristik pelanggan, penentuan nilai centroid awal dilakukan secara acak sehingga menghasilkan performa clustering yang baik.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan ini berisi penjelasan tentang jenis penelitian/desain penelitian.

2.1. Metode Pengumpulan Data, Instrumen Penelitian dan Metode Pengujian

a. Metode Pengumpulan Data

Variabel-variabel instrumen yang akan digunakan dalam model RFM, terlihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 4. Daftar Instrumen Penelitian

| Variabel | Keterangan |
|-----------|---|
| Recency | Perbandingan waktu transaksi terakhir dengan waktu penelitian. Apabila jarak semakin dengan dengan waktu penelitian maka nilai R semakin besar. |
| Frequency | Jumlah banyaknya transaksi oleh pelanggan pada suatu waktu tertentu. Jika jumlah transaksi semakin banyak, nilai F semakin besar. |
| Monetary | Banyaknya uang yang dikeluarkan pelanggan dalam bertransaksi pada suatu waktu tertentu, jika uang yang dikeluarkan banyak maka nilai M |

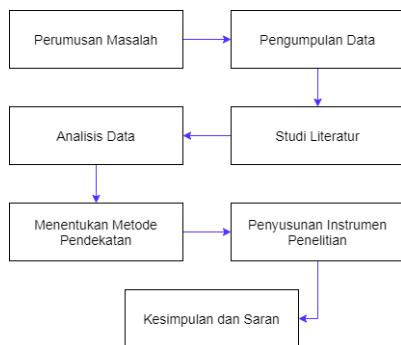
| Variabel | Keterangan |
|----------|----------------|
| | semakin besar. |

c. Metode Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian *Cluster Distance Performance* dengan menggunakan Rapidminer [12]. Dimana pengujian ini akan menghitung kinerja jarak antar *cluster*, hasil pengujian menunjukkan nilai lebih kecil jarak antar *cluster* maka dinyatakan baik [13].

2.2. Tahapan penelitian

Pada tahapan penelitian dituangkan dalam bentuk bagan alur, terlihat pada gambar 3:



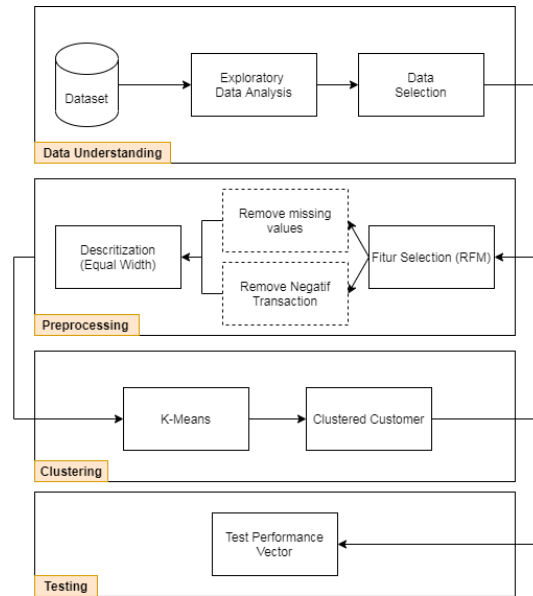
Gambar 3. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Perumusan Masalah**
Peneliti melakukan pencarian pokok permasalahan yang akan diteliti.
- Pengumpulan Data**
Pada pengumpulan data peneliti menggali data dan informasi dari berbagai sumber, dari teknik wawancara sampai dokumen pendukung lainnya seperti data transaksi penjualan.
- Studi Literatur**
Peneliti melakukan pencarian teori dan model dari berbagai sumber, seperti jurnal, buku, hasil karya ilmiah dan artikel lainnya yang memiliki kesamaan dalam pembahasan.
- Analisis Data**
Pada tahapan analisis data dapat dihasilkan dari penggalian data dan informasi. Dari hasil penggalian data dan informasi kemudian akan dijadikan bahan untuk menganalisis sesuai permasalahan yang ada.
- Penyusunan Instrumen Penelitian**
Instrumen penelitian diadopsi dari hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh [4] dan [1]
- Menentukan Metode Pendekatan**
Peneliti menentukan metode pendekatan yang cocok untuk bisa memecahkan permasalahan yang ada, yaitu menggunakan Model RFM dan *K-Means Clustering*
- Kesimpulan dan Saran**
Tahapan terakhir penelitian memberikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil dan pembahasan dari penelitian, dituangkan dalam bentuk diagram terlihat pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Alur Penelitian

Berikut adalah rincian penjelasan setiap alur prosesnya.

Data Understanding (Pemahaman Data)

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dataset* transaksi penjualan tahun 2017, 2018, dan 2019 pada PT. XYZ. Dengan jumlah transaksi penjualan 4332.

Preprocessing

Dari hasil penggalian data, terdapat data transaksi dengan bentuk struktur seperti pada tabel 2 berikut:

Tabel 5. Struktur Tabel Transaksi

| No | Nama Filed | Keterangan |
|----|-----------------------|--|
| 1 | TglTransaksi Customer | Tanggal pada saat customer melakukan pembelian |
| 2 | NoFaktur | Nomor urut transaksi |
| 3 | KdCustomer | Kode Customer yang melakukan transaksi |
| 4 | NamaCustomer | Nama Customer yang melakukan transaksi pembelian |
| 5 | TypeKendaraan | Kode setiap kendaraan yang dibeli customer |
| 6 | KaroseriSpec | Nama kendaraan dan jenisnya |
| 7 | Qty | Jumlah beli |
| 8 | HargaUnit | Harga satuan kendaraan |
| 9 | TotalHarga | Jumlah harga hasil kali Qty dan Harga Unit |

Selanjutnya mereduksi filed atau menghapus filed yang tidak digunakan dalam model RFM, sehingga terbentuk hasil yang terlihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 6. Hasil Reduksi Filed

| No | Nama Filed | Keterangan |
|----|--------------|--|
| 1 | TglTransaksi | Tanggal pada saat customer melakukan pembelian |
| 2 | KdCustomer | Kode customer yang melakukan transaksi |
| 3 | NamaCustomer | Nama customer yang melakukan transaksi |
| 4 | TotalHarga | Jumlah harga kendaraan yang dibeli |

Berikut adalah bentuk data transaksi yang telah dilakukan reduksi filed atau penghapusan filed yang tidak dibutuhkan, terlihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Hasil Reduksi Data Transaksi

| Tgl Transaksi | Kd Customer | Nama Customer | Total Harga |
|---------------|-------------|----------------------|-------------|
| 2019-01-02 | 2100004679 | PT. SERASI AUTORAYA | 227450000 |
| 2019-01-02 | 5300024425 | ANDRI JAUHARI | 176450000 |
| 2019-01-03 | 5300127855 | PT CSM CORPORATA MA | 162000000 |
| 2019-01-04 | 5301143940 | PT.TIMAS SUPLINDO | 191100000 |
| 2019-01-07 | 5302006658 | AJB BUMI PUTERA 1912 | 329000000 |
| ... | ... | | ... |
| 2019-04-30 | 7042449321 | BUDI HARTONO | 452250000 |

Selanjutnya dilakukan transformasi data kedalam model RFM, yang dituangkan pada tabel 5 berikut:

Tabel 8. Hasil Transformasi Data ke dalam Model RFM

| Kd Customer | Nama Customer | R | F | M |
|-------------|---------------------|-----|-----|--------------|
| 2100004679 | PT. SERASI AUTORAYA | 557 | 10 | 6493400000 |
| 5300024425 | ANDRI JAUHARI | 818 | 1 | 297800000 |
| 5300127855 | PT CSM CORPORATA MA | 245 | 327 | 519826950000 |
| 5301143940 | PT.TIMAS | 802 | 4 | 4047000000 |

| Kd Customer | Nama Customer | R | F | M |
|-------------|----------------------|-----|-----|-------------|
| SUPLINDO | | | | |
| 5302006658 | AJB BUMI PUTERA 1912 | 102 | 1 | 1112600000 |
| ... | | ... | .. | |
| 7042449321 | BUDI HARTONO | 1 | 245 | 191.100.000 |

Berikutnya dari hasil proses reduksi dilakukan proses *Descritization (Equal Width)*, terlihat pada tabel 9:

Tabel 9. Hasil *Descrititation*

| No | Kd Customer | Nama Customer | R | F | M |
|------|-------------|----------------------|-----|----|-------|
| 1 | 2100004679 | PT. SERASI AUTORAYA | 1 | 2 | 5 |
| 2 | 5300024425 | ANDRI JAUHARI | 1 | 1 | 4 |
| 3 | 5300127855 | PT CSM CORPORATAM A | 2 | 5 | 5 |
| 4 | 5301143940 | PT.TIMAS SUPLINDO | 1 | 2 | 5 |
| 5 | 5302006658 | AJB BUMI PUTERA 1912 | 1 | 1 | 5 |
| .. | ... | | ... | .. | |
| 4332 | 7042449321 | BUDI HARTONO | 2 | 1 | 2 |

Clustering

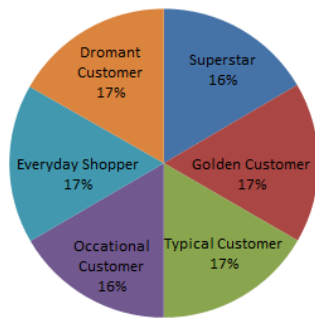
Tahapan ini menggunakan algoritma *K-means Clustering* dengan aplikasi Rapidminer, berikut hasil *clustering* terlihat pada gambar 5:



Gambar 5. Hasil Klustering *K-Means*

Hasil *cluster model* kemudian dimasukkan kedalam tabel kelas pelanggan, untuk mengelompokan pelanggan ke dalam 6 *Cluster*, yaitu C5 = *Dormant Customer*, C4 = *Everyday shopper*, C3 = *Occasional Customer*, C2 = *Typical Customer*, C1 = *Golden Customer*, C0 =

Superstar, sehingga menghasilkan presentasi kelompok seperti pada gambar 10 berikut ini:



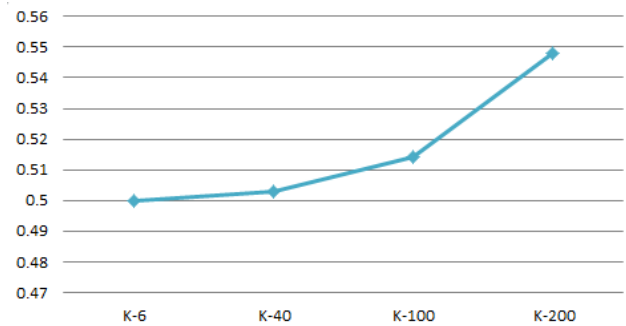
Gambar 6. Persentase Berdasarkan Kelas Pelanggan

Tabel 10. Kelas Pelanggan

| Kelas Pelanggan | Jumlah Pelanggan | Keterangan |
|----------------------------|------------------|--|
| <i>Superstar</i> | 314 | <ul style="list-style-type: none"> • Pelanggan memiliki loyalitas yang tinggi. • Pelanggan yang mengeluarkan banyak uang dalam melakukan transaksi. • Pelanggan yang memiliki kedekatan rentang waktu dengan penelitian • Memiliki jumlah transaksi paling banyak. |
| <i>Golden Customer</i> | 319 | <ul style="list-style-type: none"> • Pelanggan yang mengeluarkan banyak uang tertinggi kedua • Memiliki kedekatan dengan rentang waktu dengan penelitian • Memiliki nilai rata-rata transaksi |
| <i>Typical Customer</i> | 316 | Memiliki nilai rata-rata uang dan rata-rata transaksi |
| <i>Occasional Customer</i> | 315 | <ul style="list-style-type: none"> • Memiliki jumlah uang rendah • Memiliki nilai rentang waktu paling rendah • Memiliki transaksi tertinggi |
| <i>Everyday shopper</i> | 316 | <ul style="list-style-type: none"> • Mempunyai peningkatan pada jumlah transaksi • Memiliki nilai transaksi rendah • Memiliki jumlah uang sedang sampai dengan rendah |
| <i>Dormant Customer</i> | 318 | <ul style="list-style-type: none"> • Memiliki jumlah transaksi dan jumlah uang yang paling rendah • Nilai rentang waktu yang paling rendah |

Testing (Test Performance Cluster)

Berikut gambar 7. grafik hasil uji performa *vector* :



Gambar 7. Hasil Uji Performa

Hasil uji kinerja *cluster* menunjukkan bahwa pengelompokan dengan menggunakan 6 *cluster* menghasilkan nilai *Davies Bouldin*: 0.500, sedangkan pengelompokan dengan menggunakan lebih dari 40 *cluster* menghasilkan nilai *Davies Bouldin*: > 0.500. sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan 6 *cluster* memiliki kinerja *cluster* terbaik dengan menggunakan jumlah data 1898.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian sebelumnya dan hasil dari simulasi data, maka pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan diantaranya:

Dari hasil penggalian data penjualan tahun 2017, 2018, dan 2019 dihasilkan segmentasi pelanggan berdasarkan kelas pelanggan, *Dormant Customer* sebanyak 318, *Everyday Shopper* sebanyak 316, *Occasional Customer* sebanyak 315, *Typical Customer* sebanyak 316, *Golden Customer* sebanyak 319 dan *Super Start* sebanyak 314.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Tavakoli, M. Molavi, V. Masoumi, M. Mobini, S. Etemad, and R. Rahmani, "Customer Segmentation and Strategy Development Based on User Behavior Analysis, RFM Model and Data Mining Techniques: A Case Study," *Proc. - 2018 IEEE 15th Int. Conf. E-bus. Eng. ICEBE 2018*, pp. 119–126, 2018, doi: 10.1109/ICEBE.2018.00027.

[2] D. S. AH Kracklauer, DQ Mills, "Customer Management as The Origin of Collaborative Customer Relationship Management," 2004.

[3] B. E. Adiana, I. Soesanti, and A. E. Permanasari, "Analisis Segmentasi Pelanggan Menggunakan Kombinasi RFM Model dan Teknik Clustering," *J. Terap. Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 23–32, 2018, doi: 10.21460/jutei.2018.21.76.

[4] I. Maryani, D. Riana, R. D. Astuti, A. Ishaq, Sutrisno, and E. A. Pratama, "Customer Segmentation Based on RFM Model and Clustering Techniques with K-Means Algorithm," *Proc. 3rd Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2018*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/IAC.2018.8780570.

[5] A. A. Fajrin, A. Maulana, T. Informatika, U. P.

- Batam, and J. R. Soeprapto, "Penerapan Data Mining untuk Analisis Pola Pembelian Konsumen dengan Algoritma *Fp-Growth* pada Data Transaksi Penjualan *Spare Part* Motor," *J. Ilmu Komput. Vol. 05, No.01*, vol. 05, no. 01, pp. 27–36, 2018.
- [6] C. D. Rumiarti, I. Budi, P. Studi, M. Teknologi, F. I. Komputer, and U. Indonesia, "Segmentasi Pelanggan pada *Customer Relationship Management* di Perusahaan Ritel: Studi Kasus Pt Gramedia Asri Media," *Jurnal Sistem Informasi*, Vol. 13, No. 1, pp. 1-10, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21609/jsi.v13i1.525>
- [7] Sudriyanto, "Clustering Loyalitas Pelanggan dengan Metode RFM (*Recency, Frequency, Monetary*) dan Fuzzy C-Means," *Pros. SNATIF Ke-4*, pp. 815–822, 2017.
- [8] M. L. Sibuea and A. Safta, "Pemetaan Siswa Berprestasi menggunakan Metode *K-Means Clustering*," *Jurteks*, vol. 4, no. 1, pp. 85–92, 2017, doi: 10.33330/jurteks.v4i1.28.
- [9] F. Hadi, M. Mustakim, D. O. Rahmadia, F. H. Nugraha, N. P. Bulan, and S. Monalisa, "Penerapan *K-Means Clustering* berdasarkan RFM Mofek sebagai Pemetaan dan Pendukung Strategi Pengelolaan Pelanggan (Studi Kasus: PT. Herbal Penawar Alwahidah Indonesia Pekanbaru)," *J. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 15, no. 1, pp. 69–76, 2017.
- [10] M. Reza and T. Akter, "Segmentation of Mobile Customers using Data Mining Techniques," *IJERT Vol.7 Issue 10*, vol. 7, no. 10, pp. 251–255, 2018.
- [11] A. Sheshasaayee and L. Logeshwari, "Implementation of Clustering Technique Based RFM Analysis for Customer Behaviour in Online Transactions," *Proc. 2nd Int. Conf. Trends Electron. Informatics, ICOEI 2018*, no. Icoei, pp. 1166–1170, 2018, doi: 10.1109/ICOEI.2018.8553873.
- [12] R. Gustriansyah, N. Suhandi, and F. Antony, "Clustering Optimization in RFM Analysis Based On *K-Means*," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, Vol. 18, No. 1, pp. 470–477, 2019. doi: 10.11591/ijeecs.v18.i1.pp470-477.
- [13] T. A. A. Sandi, M. Raharjo, J. L. Putra, and R. Ridwan, "Clustering Kesetiaan Pelanggan dengan Model RFM (*Recency, Frequency, Monetary*) dan *K-Means*," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 14, no. 2, p. 239, 2018. doi: 10.33480/pilar.v14i2.950.



PEMANFAATAN *GOOGLE SHEETS* DAN *GOOGLE FORM* UNTUK LAYANAN ADMINISTRASI MAHASISWA MENGGUNAKAN KONSEP *ELECTRONIC SERVICE QUALITY*

Misna Asqia¹, Tiffany Nabarian²

¹ Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri

² Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri
Depok, Jawa Barat, Indonesia

misna@nurulfikri.co.id , tiffany.nabarian@dosen.nurulfikri.ac.id

Abstract

The COVID-19 pandemic has impacted higher education activities, including the student administration service process at the Nurul Fikri STT Terpadu BAAK. The problem faced is that the process of submitting letter requirements is still manual. As a result of this manual submission, students who need letters cannot come face-to-face to campus. Of course, this will impact BAAK's performance in serving the administrative needs of students. Because of this, this article then provides a solution in the form of using Google Sheets and Google Forms for the student administration submission process. Google Sheets and Google Forms are choices because they are cloud-based storage systems and can use by anyone without being limited by place and time. This study used electronic Service Quality (E-SQ) and User Acceptance Test (UAT) as the test and questionnaires as a data collection tool. The dimensions used in E-SQ are efficiency, fulfillment, and system availability. The study results obtained two categories, namely the results of processing student data and BAAK staff data. The percentage of student results is as follows. The efficiency dimension is 86%. Fulfillment is 82.5%, and the system available is 82.5%. The percentage of results of BAAK staff is as follows. Efficiency is 86.67%, fulfillment is 90%, and the system available is 100%.

Keywords: *Google Sheets, Google Form, E-SQ, UAT*

Abstrak

Pandemi COVID-19 berdampak pada aktivitas pendidikan perguruan tinggi, termasuk proses pelayanan administrasi Mahasiswa di BAAK STT Terpadu Nurul Fikri. Masalah yang dihadapi adalah proses pengajuan kebutuhan surat masih dilakukan manual. Akibat dari pengajuan manual ini, mahasiswa yang membutuhkan surat tidak dapat datang secara tatap muka ke kampus. Tentunya hal ini akan berdampak pada kinerja BAAK dalam melayani kebutuhan administrasi mahasiswa. Karena hal itu artikel ini kemudian memberikan solusi berupa pemanfaatan *Google Sheets* dan *Google Form* untuk proses pengajuan administrasi Mahasiswa. *Google Sheets* dan *Google Form* menjadi pilihan karena sistem penyimpanan berbasis *Cloud* dan dapat digunakan oleh siapa pun tanpa terbatas tempat dan waktu. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah *electronic Service Quality* (E-SQ) dan *User Acceptance Test* (UAT) sebagai pengujiannya serta kuesioner sebagai alat pengumpulan data. Dimensi yang dipakai dalam E-SQ adalah *efficiency*, *fulfilment* dan *system available*. Hasil penelitian didapatkan 2 kategori, yaitu hasil pengolahan data mahasiswa dan data staf BAAK. Persentase hasil mahasiswa sebagai berikut, dimensi *efficiency* sebesar 86%, *fulfilment* sebesar 82,5% dan *system available* sebesar 82,5%. Persentase hasil staf BAAK sebagai berikut, *efficiency* sebesar 86,67%, *fulfilment* sebesar 90% dan *system available* 100%.

Kata kunci: *Google Sheets, Google Form, E-SQ, UAT*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki tahun 2020, dunia dikejutkan dengan keberadaan virus SARS-Cov-2. Sebab, kemunculan virus tersebut menyebabkan merebaknya sebuah gejala baru yang

kemudian berkembang menjadi epidemi. Gejala yang disebabkan oleh virus ini kemudian dikenal dengan COVID-19. Namun, dengan cepatnya penyebaran virus yang dikenal secara umum dengan nama *Coronavirus* tersebut, *World Health Organization* (WHO) pun menetapkan COVID-19 sebagai pandemi global. Hal

tersebut disampaikan oleh Direktur Jenderal WHO Tedros Adhanom Ghebreyesus melalui deklarasinya pada tanggal 11 Maret 2020. (*World Health Organization*, 2020) Melalui deklarasi tersebut, dianjurkan pula kepada para kepala negara beserta instansi-instansi terkait untuk fokus memitigasi pandemi COVID-19. Di bidang pendidikan, tenaga pengajar serta peserta didik yang sebelumnya melakukan aktivitas belajar mengajar tatap muka pun mengalami perubahan. Setelah keberadaan COVID-19, serta anjuran dari beberapa kementerian seperti Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, aktivitas belajar tatap muka pun digantikan dengan aktivitas belajar daring atau *online*. Nadiem Makarim selaku Menteri Pendidikan dan Kebudayaan menegaskan bahwa metode pembelajaran perguruan tinggi di seluruh Indonesia wajib dilakukan secara daring [1].

STT Terpadu Nurul Fikri adalah salah satu perguruan tinggi yang juga menerapkan metode Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) atau daring. Dengan diterapkannya metode pembelajaran daring, para mahasiswa pun didorong untuk tidak mengunjungi gedung kampus. Hal ini tentu kemudian berdampak pada berbagai proses administrasi para mahasiswa. Apabila sebelumnya administrasi yang ada melibatkan dokumen-dokumen fisik, contohnya seperti pengajuan surat mahasiswa pada Biro Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan (BAAK). Kebutuhan surat tersebut, contohnya seperti Surat Mahasiswa Aktif, Surat Pengantar PKL, Transkrip Nilai dll. Selama ini Proses pengajuan kebutuhan surat di BAAK STT Terpadu Nurul Fikri dilakukan secara manual, dimana mahasiswa dapat mengunduh *form* pengajuan surat di *google drive* pada *link* yang sudah di bagikan ke mahasiswa. Setelah itu, mahasiswa mengisi *form* dan dilengkapi dengan tanda tangan yang dibutuhkan. Kemudian *form* diserahkan ke loket BAAK. Surat tersebut bisa diambil paling cepat tiga hari setelah pengajuan dihari jam kerja staf BAAK. Proses pengajuan secara manual memiliki beberapa kekurangan seperti, *form* masih dalam bentuk kertas. Hal ini memungkinkan *form* tersebut terselip dengan dokumen lain, sehingga dalam pembuatan surat membutuhkan waktu lebih dari tiga hari atau kadang surat tidak dibuat karena hilangnya dokumen. Mahasiswa harus bertanya ke staf BAAK jika akan mengambil surat untuk memastikan surat yang mereka ajukan sudah bisa diambil. Hal ini membuat pelayanan BAAK tidak berjalan optimal dikarenakan keterbatasan Sumber Daya Manusia (SDM). Kekurangan lainnya adalah Mahasiswa harus datang ke kampus untuk mengajukan dan mengambil surat.

Karena terbatasnya SDM dan dibatasinya akses mahasiswa untuk mengunjungi gedung kampus STT Terpadu Nurul Fikri, maka diperlukan sebuah cara atau metode baru agar berbagai dokumen serta administrasi yang ada dapat tetap terkumpul secara lengkap, rapi, dan teratur. Serupa dengan metode pembelajaran yang mengandalkan teknologi internet, peneliti kemudian menemukan bahwa terdapat

potensi besar untuk memanfaatkan teknologi internet sebagai solusi di tengah pandemi. Dari beberapa penyedia layanan yang ada, *Google Sheets* dan *Google Form* kemudian dipilih oleh peneliti untuk menjadi solusi. *Google Sheets* dan *Google Form* memiliki sistem penyimpanan *Cloud* sehingga keduanya bisa membantu BAAK dalam proses pengarsipan dan pengelolaan dokumen pengajuan surat. *Google Sheets* dan *Google Form* memiliki sistem yang fleksibel sehingga BAAK dan Mahasiswa bisa mengakses dengan mudah tanpa terbatas tempat dan waktu. Serta Fitur *Google Sheets* dan *Google Form* dapat dimanfaatkan secara gratis, sehingga bisa mengurangi beban biaya pengeluaran Institusi. Hal tersebut menjadi alasan dipilihnya *Google Sheets* dan *Google Form* oleh peneliti.

Oleh karenanya, penelitian ini akan fokus pada bagaimana membuat sistem monitoring dengan menggunakan *Google Sheets* dan *Google Form*. Tujuan utama dari penelitian ini adalah agar keterbatasan SDM di BAAK bisa diatasi, sehingga BAAK bisa memberikan pelayanan yang optimal terhadap mahasiswa. Untuk menemukan kebermanfaatan *Google Sheets* serta *Google Form* bagi BAAK dalam mengawasi segala bentuk pengajuan administrasi mahasiswa di tengah pengimplementasian pembelajaran jarak jauh, serta membantu mahasiswa dalam proses pengajuan surat dan memberikan kemudahan kepada mahasiswa untuk melihat status pengajuan surat.

1.2 Studi Literatur

1. *Google Form*

Google Form atau *form* merupakan aplikasi pembuat kuesioner yang memungkinkan pengguna dapat mengisi dengan mudah dan cepat. *Form* yang dibuat dapat disesuaikan kehendak pengguna tanpa mengeluarkan biaya tambahan. Selain itu manfaat *Form* dapat menjadikan kuesioner yang dibuat lebih profesional dan analisis hasil kuesioner lebih mudah karena sistem otomatis [2].

2. *Google Sheets*

Google Sheets atau *Spreadsheets* merupakan suatu aplikasi yang dikembangkan oleh perusahaan Google Inc. *Spreadsheets* didesain berdasarkan kebutuhan organisasi yang cepat berubah. Dengan adanya fitur kecerdasan buatan, pengguna akan mendapatkan pengalaman dalam pengambilan keputusan yang tepat. *Spreadsheets* juga menggunakan sistem penyimpanan awan (*Cloud Storage*) yang memungkinkan pengguna dapat mengakses kapan pun, dimana pun dan oleh siapa pun. Sistem ini juga mendukung sistem eksternal, yang salah satunya adalah *Microsoft Office* untuk menghilangkan hambatan dalam bekerja dengan berbagai sumber data [3].

3. *User Acceptance Test* (UAT)

User Acceptance Test (UAT) merupakan suatu pengujian yang dilakukan terhadap pengguna suatu

sistem, yang berinteraksi secara langsung. Pengujian ini dilakukan untuk melakukan verifikasi terhadap suatu sistem, apakah sistem telah sesuai dengan kebutuhan dan fungsinya atau tidak [4]. Hasil pengujian UAT akan menunjukkan nilai persentase yang kemudian akan dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam pembuatan kesimpulan [5]. Pada Tabel 1 dijelaskan bahwa dalam melakukan pengujian UAT memiliki beberapa indikator.

Tabel 1. Indikator Penilaian UAT

| Nilai Persentase | Keterangan |
|------------------|---------------------|
| 0% - 20% | Sangat tidak setuju |
| 21% - 40% | Tidak setuju |
| 41% - 60% | Kurang setuju |
| 61% - 80% | Setuju |
| 81% - 100% | Sangat setuju |

4. Skala Likert

Skala *likert* merupakan suatu skala pengukuran yang dikembangkan oleh Rensis Likert pada tahun 1932 dengan publikasi yang berjudul *A Technique for the Measurement of Attitude*. Skala *likert* memiliki beberapa butir pertanyaan yang kemudian digabungkan. Hasilnya akan membentuk sebuah nilai yang mewakili suatu sifat dari individu, misalnya perilaku, sikap dan pengetahuan [6].

5. E-service Quality

E-service quality merupakan keseluruhan tindakan pengguna berdasarkan persepsi dan pengalaman dari tiga tingkatan dasar, yaitu *service*, *customer-oriented service*, dan *value added services* [7]. Definisi lain menjelaskan bahwa kualitas dari *e-service* yaitu total evaluasi dan ide konsumen dalam mempertimbangkan hak istimewa pengiriman *e-service* dalam pasar digital [13]. Terdapat beberapa dimensi dalam *e-service quality*, antara lain:

- Efficiency*, suatu dimensi yang mengukur terhadap kemudahan dan kecepatan dalam mengakses dan menggunakan layanan.
- Fulfillment*, suatu dimensi yang mengukur sejauh mana suatu layanan dapat menjanjikan tentang penyelesaian layanan dan ketersediaan fitur di dalam layanan itu terpenuhi.
- System availability*, suatu dimensi yang mengukur fungsi teknis dari suatu layanan yang benar
- Privacy*, suatu dimensi yang mengukur bagaimana informasi pengguna aman dan terlindungi [8].

6. Penelitian terkait

Berikut ini merupakan penelitian yang dijadikan rujukan dalam melakukan penelitian ini.

- Penelitian dilakukan oleh Amalia Rahmah, Pristi Sukmasetya, Muh Syaiful Romadhon dan Ahmad Rio Adriansyah (2020) yang berjudul “*Developing Distance Learning Monitoring*

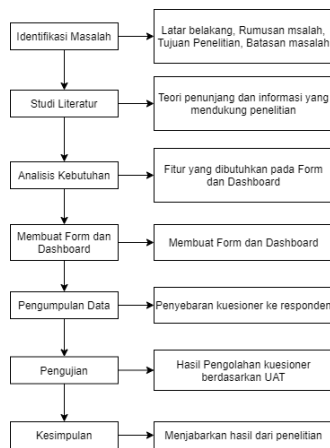
Dashboard with Google Sheets: An Approach for Flexible and Low-Price Solution in Pandemic Era”. Dalam penelitian ini peneliti merasa dibutuhkan evaluasi berkelanjutan yang berkala. Oleh karena itu peneliti mendapatkan solusi dengan membuat *Dashboard* dengan menggunakan *Google Sheets*. Peneliti menggunakan metode *Objective Key Result (OKR)*. Hasil dari perancangan ini akan digunakan sebagai panduan dalam mengawasi penerapan pembelajaran jarak jauh di STT Terpadu Nurul Fikri [9].

- Penelitian dilakukan oleh Indri Handayani, Herrafika Kusumahati, Alpiyah Nurul Badriah (2017) yang berjudul “*Pemanfaatan Google Spreadsheets sebagai Media Pembuatan Dashboard pada Official Site iFacility di Perguruan Tinggi*”. Penelitian ini membahas tentang pembuatan *Dashboard* menggunakan *Google Spreadsheets* dalam mendukung *iFacility* pada *Official Site* Perguruan Tinggi Raharja. Hasilnya *Dashboard iFacility* dapat memberikan informasi yang lebih mudah dalam mengetahui permasalahan-permasalahan yang sering terjadi dan dapat memberikan data secara *real time* [10].
- Penelitian dilakukan oleh Nitik Naik (2018) dengan judul “*Connection Google Cloud System with Organization System for Effortless data Analysis by Anyone, Anytime, Anywhere*”. Jurnal ini membahas tentang perusahaan dihadapkan masalah di bidang analisis data yaitu persyaratan beberapa alat analisis dan infrastruktur TI yang mahal dan keterampilan TI staf mereka. Solusi yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan *Google Cloud System*. *Google Cloud system* terdiri dari *Google Drive*, *Google Sheets*, *Google Refine*, *Google Fusion Tables*, *Google Chart* dan *Google Maps*. Sistem ini tidak hanya merupakan solusi yang hemat biaya dan ramah penggunaan tetapi dapat digunakan oleh siapa saja, kapan saja di mana saja [11].
- Penelitian ini dilakukan oleh Dinda Lestarini dan Kridanto Surendro (2017) yang berjudul “*Designing Kano-Based E-service Quality Model to Improve User Satisfaction*”. Penelitian ini menjelaskan tentang identifikasi faktor dan dampak pada kualitas *E-service* di Indonesia menggunakan model Kano. Faktor kualitas *E-service* menghasilkan 21 faktor di 5 dimensi. Model kano digunakan untuk mengkategorikan faktor tersebut. Mengkategorikan faktor kualitas layanan *E-service* menggunakan model Kano dapat membantu mengatur untuk menentukan prioritas dalam pengembangan *E-service* untuk mendapatkan kualitas yang lebih baik [12].

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Pada Gambar 1 diperlihatkan tahapan penelitian yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Peneliti menganalisa dan menentukan titik masalah yang akan diselesaikan dengan cara observasi secara langsung pada proses pengajuan surat di BAAK STT Terpadu Nurul Fikri. Pada tahap ini penulis juga menentukan tujuan penelitian.

2. Studi Literatur

Tahap selanjutnya mengumpulkan teori-teori yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Pada tahap ini peneliti menentukan hal yang menjadi dasar teori dan menentukan *referensi* penelitian, serta menentukan metode yang tepat untuk memecahkan masalah utama yang ingin diselesaikan.

3. Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini peneliti menganalisa komponen apa saja yang dibutuhkan untuk membuat *form* dan *Dashboard* dengan menggunakan *Google Form* dan *Google Sheets*. Analisis dilakukan dengan cara observasi secara langsung ke BAAK dengan memperhatikan *form* dan bisnis proses yang ada dalam proses pengajuan surat mahasiswa.

4. Membuat *Form* dan *Dashboard*

Tahap selanjutnya pembuatan *form* dengan menggunakan *Google Form*. *Form* ini digunakan oleh Mahasiswa untuk mengajukan surat yang dibutuhkan. *Form* berisi data-data yang dibutuhkan untuk pembuatan surat oleh staf BAAK. Data tersebut seperti, nama, Nomor Induk Mahasiswa, nomor *handphone*, *email* aktif mahasiswa, serta pilihan jenis surat yang bisa diajukan oleh mahasiswa di BAAK. Jenis surat tersebut seperti:

- a. Surat Mahasiswa Aktif
- b. Surat Pengantar Wawancara/Pengambilan Data
- c. Surat Pengantar PKL

- d. Surat Rekomendasi Prodi
- e. KRS, KHS & Transkrip Nilai
- f. Legalisasi
- g. SK Akreditasi Program Studi

Kemudian dilanjutkan membuat *file* respon dari pengisian *form*. *File* respon dibuat dengan menggunakan *Google Sheets*. *File* respon ini digunakan oleh staf BAAK untuk memantau pengajuan surat yang masuk. Pada *file* respon ini dibuat beberapa *Sheets* untuk mengelompokkan beberapa jenis surat. Pada *file* respon ini staf BAAK memperbaharui informasi status pembuatan surat, seperti *On Progress* jika surat sedang dibuat dan *Done* jika surat sudah selesai dibuat. Staf BAAK juga bisa memperbaharui status pengiriman surat ke email mahasiswa, seperti status *OK* jika surat sudah di *email*.

Selanjutnya membuat *file dashboard* status pengajuan dengan menggunakan *Google Sheets*. *File* ini bisa dilihat oleh mahasiswa. Sehingga mahasiswa bisa mengetahui status terbaru dari pengajuan administrasi.

5. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data menggunakan kuesioner dengan *instrument User Acceptance Test (UAT)*. Kuesioner disebar ke 10 mahasiswa yang telah menggunakan sistem pengajuan secara manual dan sistem pengajuan *online*. Kemudian kuesioner diajukan kepada staf BAAK yang terdiri hanya 1 orang. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 19-24 April 2021. Pertanyaan kuesioner menggunakan pertanyaan tertutup dengan acuan dimensi pada *E-service Quality*. Dimensi yang digunakan adalah *efficiency*, *system availability* dan *fulfilment*. Ketiga dimensi tersebut dipilih karena penelitian ini akan mengevaluasi penggunaan suatu sistem pengajuan surat terhadap kemudahan dan kecepatan mengakses sistem, sistem dapat menyelesaikan masalah yang ada dan fungsi sistem sesuai dengan kebutuhan. Skala pada kuesioner menggunakan skala *likert*.

6. Pengujian

Pada tahap ini adalah tahap pengujian dari *form* dan *Dashboard* yang sudah dibuat. Tahap pengujian ini dilakukan dengan *instrument User Acceptance Test (UAT)*. Tujuan pada tahap pengujian ini adalah untuk mengevaluasi apakah *Form* dan *Dashboard* yang sudah dibuat bisa memecahkan masalah yang ingin diselesaikan. Pertanyaan Kuesioner menggunakan pertanyaan tertutup dengan acuan dimensi pada *E-service Quality*. Dimensi yang digunakan adalah *efficiency*, *system availability* dan *fulfilment*. Pada Tabel 2 merupakan daftar pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan ke mahasiswa, sedangkan Tabel 3 merupakan daftar pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan ke staf BAAK.

Tabel 2. Pertanyaan Kuesioner Mahasiswa berdasarkan E-SQ

| No | Pertanyaan | Dimensi E-SQ |
|----|---|----------------------------|
| 1 | Apakah <i>form</i> pengajuan surat mudah diakses? | <i>Efficiency</i> |
| 2 | Apakah anda memahami setiap pertanyaan di <i>form</i> pengajuan surat? | <i>Efficiency</i> |
| 3 | Apakah anda bisa dengan mudah melakukan pengisian <i>form</i> pengajuan surat ? | <i>Efficiency</i> |
| 4 | Apakah <i>dashboard</i> status pengajuan surat mudah diakses? | <i>Efficiency</i> |
| 5 | Apakah tampilan <i>dashboard</i> status pengajuan surat mudah dipahami? | <i>Efficiency</i> |
| 6 | Apakah <i>form</i> pengajuan surat yang ada membantu anda dalam proses pengajuan surat? | <i>System availability</i> |
| 7 | Apakah <i>Dashboard</i> status pengajuan surat yang ada membantu anda dalam proses pengajuan surat? | <i>System availability</i> |
| 8 | Apakah <i>Dashboard</i> pengajuan surat bisa membantu anda dalam memantau pengajuan surat yang anda ajukan? | <i>System availability</i> |
| 9 | Apakah semua jenis surat yang dibutuhkan sudah tersedia ? | <i>System availability</i> |
| 10 | Apakah <i>Dashboard</i> status pengajuan surat sudah sesuai dengan kebutuhan? | <i>Fulfillment</i> |
| 11 | Apakah <i>form</i> pengajuan surat sudah sesuai dengan kebutuhan? | <i>Fulfillment</i> |
| 12 | Apakah waktu pelayanan pengajuan surat sesuai dengan SOP yang ada ? | <i>Fulfillment</i> |
| 13 | Apakah template surat yang diterbitkan sudah berisi informasi yang dibutuhkan ? | <i>Fulfillment</i> |

Tabel 3. Pertanyaan Kuesioner Staf BAAK berdasarkan E-SQ

| No | Pertanyaan | Dimensi E-SQ |
|----|---|----------------------------|
| 1 | Apakah <i>File Respon</i> dari <i>form</i> pengajuan surat mudah diakses? | <i>Efficiency</i> |
| 2 | Apakah dengan sistem pengajuan surat yang baru bisa mengurangi pertanyaan Mahasiswa terkait pengajuan surat yang mereka ajukan? | <i>Efficiency</i> |
| 3 | Apakah dengan sistem pengajuan surat yang baru bisa mengurangi komplek mahasiswa? | <i>Efficiency</i> |
| 4 | Apakah <i>File Respon</i> pengajuan surat dibuat sesuai dengan kebutuhan? | <i>Fulfillment</i> |
| 5 | Apakah <i>File Respon</i> yang sudah dibuat bisa membantu anda dalam pembuatan kebutuhan surat mahasiswa? | <i>Fulfillment</i> |
| 6 | Apakah <i>File Respon</i> yang dibuat sudah menampilkan data yang dibutuhkan untuk membuat surat mahasiswa? | <i>Fulfillment</i> |
| 7 | Apakah <i>File Respon</i> yang dibuat bisa membantu mempercepat dalam pembuatan kebutuhan surat mahasiswa? | <i>Fulfillment</i> |
| 8 | Apakah <i>File Respon</i> yang dibuat memudahkan anda dalam mengelola data pengajuan kebutuhan surat? | <i>System availability</i> |

7. Kesimpulan

Tahap yang terakhir adalah tahap menentukan kesimpulan dari keseluruhan tahapan penelitian. Pada tahap ini peneliti menjabarkan kesimpulan hasil dari penelitian yang sudah dilakukan serta menentukan saran untuk penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Form* dan *Dashboard* Pengajuan Surat Mahasiswa

3.1.1 Tampilan *Form* Pengajuan Surat Mahasiswa

Setelah dilakukan observasi secara langsung, ditemukan beberapa masalah dalam sistem pengajuan surat sebelumnya. Dalam proses pengajuan surat, sebelumnya mahasiswa harus mengunduh *form* pengajuan surat kemudian mencetaknya dan mengisi *form* sesuai dengan data yang diperlukan. Kekurangan dari pengajuan *form* secara manual ini salah satunya adalah mahasiswa harus datang ke kampus dan menyerahkan ke loket BAAK untuk mengajukan kebutuhan surat mahasiswa. Hal ini yang menjadi alasan untuk membuat desain *form* dengan menggunakan *Google Form* agar pengajuan mahasiswa lebih mudah dan lebih efisien. Pada Gambar 1 ditampilkan bentuk desain *form* pengajuan surat menggunakan *Google Form*.

The screenshot shows a Google Form interface. At the top, it says 'Form Pengajuan Surat Administrasi Akademik STT Terpadu Nurul Fikri'. Below the title, there is a greeting 'Assalamu'alaikum wr wb,' and a note 'Ini adalah administrasi surat di BAAK.' The form contains several paragraphs of text providing instructions and a warning about data sharing. There are two input fields: 'Nama *' and 'NIM *', both with 'Your answer' text below them. A red asterisk indicates required fields.

Gambar 2. *Form* Pengajuan Surat Mahasiswa

Pada Gambar 2 di *form* pengajuan surat dibuat pilihan beberapa jenis surat. Pilihan pada *form* pengajuan surat disesuaikan dengan jenis surat yang dibuat oleh BAAK. Sehingga mahasiswa lebih mudah dalam pengajuan surat yang dibutuhkan.

The screenshot shows a Google Form interface. It has a title 'Email Aktif *' and a sub-header 'Cantumkan Email Aktif, Karena Dokumen akan dikirimkan melalui Email'. Below this is a 'Your answer' field. A dropdown menu is open, showing options: 'Choose', 'Surat Mahasiswa Aktif', 'Surat Pengantar Wawancara / Pengambilan Data', 'Surat Pengantar PKL', 'Surat Rekomendasi Prodi', 'KRS, KHS & Transkrip Nilai', 'Legalisir', and 'SK Akreditasi Program Studi'. At the bottom right, there is a 'Next' button and a link 'Fikri_Report Abuse'.

Gambar 3. Jenis Surat pada *Form* Pengajuan Surat Mahasiswa

Setiap jenis surat diarahkan ke *section* yang berbeda, di mana setiap *section* jenis surat data-data yang dilampirkan sudah disesuaikan dengan kebutuhan data yang akan digunakan untuk pembuatan surat. Pada Gambar 3 merupakan tampilan *section* dari jenis surat mahasiswa aktif.

Gambar 4. Form Pengajuan Surat Mahasiswa Aktif

Setiap jenis surat memiliki *template form* yang berbeda-beda. Gambar 4 menunjukkan salah satu tampilan *form* pengajuan surat mahasiswa aktif. Hal ini bertujuan untuk memudahkan staf BAAK dalam membuat surat yang diajukan oleh mahasiswa.

3.1.2 Dashboard File Respon dan Dashboard Status Pengajuan Surat

Agar lebih mudah mengawasi pengajuan surat mahasiswa dibuat *file respon* dengan menggunakan *Google Sheets* dari pengisian *form* sebagai pedoman staf BAAK untuk pembuatan surat yang diajukan oleh mahasiswa seperti pada Gambar 4. *File* ini berisi informasi data-data yang bersumber dari pengisian *form* pengajuan surat. *Dashboard* ini disesuaikan dengan mengelompokkan masing-masing jenis surat dengan membuat *sheet* yang berbeda. Dengan mengelompokkan jenis surat staf BAAK diharapkan staf BAAK akan lebih mudah dalam mengawasi pengajuan surat dan data yang adapun tidak tumpang tindih. Pada *file respon* ini staf BAAK bisa memperbaharui status proses yang sedang dilakukan, agar mahasiswa bisa mengetahui status pengajuan surat.

Gambar 5. Dashboard File Respon

Saat proses pengajuan surat, mahasiswa harus bertanya ke staf BAAK jika akan mengambil surat untuk memastikan

pengajuan surat sudah bisa diambil. Hal ini kadang mengganggu proses kerja staf BAAK dan juga bisa membuat mahasiswa harus beberapa kali ke loket BAAK untuk menanyakan status pengajuan surat. Dengan adanya *dashboard* status pengajuan surat yang dibuat dengan menggunakan *Google Sheets*, mahasiswa bisa mengetahui status pengajuan mereka tanpa harus menanyakan ke staf BAAK. Pada Gambar 5 merupakan tampilan *dashboard* status pengajuan surat mahasiswa yang telah diajukan sebelumnya.

Gambar 6. Dashboard Status Pengajuan Surat Mahasiswa

3.2 Pengujian User Acceptance Test

Pengujian *User Acceptance Test* dilakukan untuk mengukur apakah sistem yang dibuat sudah sesuai dengan kebutuhan *end-user*, di mana *user* yang dimaksud adalah Mahasiswa dan Staf BAAK. Pengambilan data menggunakan kuesioner dengan *tools Google Form*. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kegiatan tatap muka dalam pengambilan data, mengingat saat ini masih dalam masa *pandemic* Covid-19. Total responden yang digunakan sebanyak 10 Mahasiswa yang memiliki latar belakang pernah melakukan pengajuan surat ke BAAK STT Terpadu Nurul Fikri dengan sistem sebelumnya dan dengan sistem sekarang. Berikut hasil pengambilan data dengan kuesioner.

Tabel 4. Hasil UAT Mahasiswa

| Keterangan | Nilai | | | | | Total Responden | Persentase |
|---------------|-------|---|---|---|---|-----------------|------------|
| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | |
| Pertanyaan 1 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 10 | 90% |
| Pertanyaan 2 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 10 | 90% |
| Pertanyaan 3 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 10 | 88% |
| Pertanyaan 4 | 2 | 6 | 2 | 0 | 0 | 10 | 80% |
| Pertanyaan 5 | 3 | 5 | 2 | 0 | 0 | 10 | 82% |
| Pertanyaan 6 | 5 | 5 | 0 | 0 | 0 | 10 | 90% |
| Pertanyaan 7 | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 | 10 | 72% |
| Pertanyaan 8 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 10 | 86% |
| Pertanyaan 9 | 2 | 7 | 1 | 0 | 0 | 10 | 82% |
| Pertanyaan 10 | 1 | 8 | 1 | 0 | 0 | 10 | 80% |
| Pertanyaan 11 | 4 | 6 | 0 | 0 | 0 | 10 | 88% |
| Pertanyaan 12 | 4 | 4 | 1 | 1 | 0 | 10 | 82% |
| Pertanyaan 13 | 2 | 6 | 2 | 0 | 0 | 10 | 80% |

Penjelasan dari Tabel 4 adalah sebagian besar responden setuju bahwa *form* pengajuan surat mudah diakses,

memahami setiap pertanyaannya, mudah mengisinya, dapat membantu, dan surat dapat diterima sesuai waktu yang telah ditetapkan. Begitu pula dengan *dashboard*, sebagian besar responden setuju bahwa *dashboard* mudah diakses, tampilan mudah dipahami, dan memantau dalam proses pengajuan surat. Dengan adanya *form* dan *dashboard*, mahasiswa merasa puas dengan pelayanan yang diberlakukan oleh BAAK STT Nurul Fikri. Nilai rata-rata persentase yang didapat adalah 84%. Nilai ini menunjukkan responden menyetujui bahwa *form* pengajuan surat dan *dasboard* yang dibuat efektif menyelesaikan masalah pengajuan surat selama ini.

Tabel 5. Persentase Hasil Data Mahasiswa berdasarkan E-SQ

| Dimensi | Nilai Persentase |
|----------------------------|------------------|
| <i>Efficiency</i> | 86% |
| <i>Fulfillment</i> | 82,5% |
| <i>System availability</i> | 82,5% |

Penjelasan dari Tabel 5 adalah nilai persentase untuk dimensi *efficiency* sebesar 86%, dimensi *fulfilment* sebesar 82,5% dan dimensi *system available* sebesar 82,5%. Selanjutnya dilakukan pengambilan data terhadap staf BAAK di STT Terpadu Nurul Fikri. Jumlah staf BAAK berjumlah 1 orang. Berikut daftar pertanyaan dan hasil pengolahan persentase dari data staf BAAK.

Tabel 6. Hasil UAT Staf BAAK

| Keterangan | Rata-rata | Nilai Persentase |
|--------------|-----------|------------------|
| Pertanyaan 1 | 5 | 100% |
| Pertanyaan 2 | 4 | 80% |
| Pertanyaan 3 | 4 | 80% |
| Pertanyaan 4 | 5 | 100% |
| Pertanyaan 5 | 4 | 80% |
| Pertanyaan 6 | 5 | 100% |
| Pertanyaan 7 | 4 | 80% |
| Pertanyaan 8 | 5 | 100% |

Tabel 7. Persentase Hasil Data Staf BAAK berdasarkan E-SQ

| Dimensi | Nilai Persentase |
|----------------------------|------------------|
| <i>Efficiency</i> | 86,67% |
| <i>Fulfillment</i> | 90% |
| <i>System availability</i> | 100% |

Penjelasan dari Tabel 6 adalah dihasilkan 4 pertanyaan yang bernilai 100% yaitu pertanyaan 1, 4, 6 dan 8. Sedangkan pertanyaan lainnya bernilai 80%.

Penjelasan dari Tabel 7 adalah nilai persentase untuk dimensi *efficiency* sebesar 86,67%, dimensi *fulfilment* sebesar 90% dan dimensi *system available* sebesar 100%. Hasil dimensi *efficiency* lebih kecil dibandingkan kedua dimensi lainnya. Hal ini dikarenakan masih kurangnya sosialisasi prosedur pengajuan administrasi *online* terhadap mahasiswa oleh BAAK. Serta *Dashboard File Respon* tidak diawasi secara terus menerus oleh BAAK.

4. KESIMPULAN

Menanggapi keterbatasan Sumber Daya Manusia (SDM) di STT Terpadu Nurul Fikri serta keberadaan pandemi yang sedang terjadi, maka diperlukan sebuah solusi untuk mengatasi permasalahan pengajuan administrasi persuratan di BAAK STT Terpadu Nurul Fikri. Penelitian ini bertujuan agar keterbatasan SDM di BAAK bisa diatasi, sehingga BAAK bisa memberikan pelayanan yang optimal terhadap mahasiswa. Selain itu, juga untuk menemukan kebermanfaatan *Google Sheets* serta *Google Form* bagi BAAK dalam mengawasi segala bentuk pengajuan administrasi mahasiswa. Dapat membantu mahasiswa dalam proses pengajuan surat dan memberikan kemudahan kepada mahasiswa untuk melihat status pengajuan surat. Serta dengan sistem pengajuan yang dilakukan secara *online*, mahasiswa dan staf BAAK tidak perlu melakukan kontak fisik ataupun bertatap muka.

Hasil pengolahan yang telah dilakukan dengan metode *Electronic Service Quality* (E-SQ) adalah untuk mahasiswa dimensi *efficiency* sebesar 86%, *fulfilment* sebesar 82,5% dan *system available* sebesar 82,5%. Untuk staf BAAK dimensi *efficiency* sebesar 86,67%, dimensi *fulfilment* sebesar 90% dan *system available* sebesar 100%.

Sebagai evaluasi dapat disimpulkan pula, bahwa sistem pengarsipan elektronik oleh *Google Sheets* dan *Google Form* tersebut sangat bermanfaat secara efektif baik untuk mahasiswa yang perlu mengurus pengajuan surat secara cepat, juga bagi staf BAAK yang bertanggung jawab memberikan pelayanan kebutuhan surat mahasiswa. Sebab dengan keberadaan sistem administrasi yang sudah ada, baik mahasiswa maupun staf BAAK, dapat lebih menghemat waktu, tenaga, serta biaya.

Harapannya, sistem yang ada saat ini dapat terus dikembangkan agar dapat lebih efektif dan bermanfaat bagi civitas STT Terpadu Nurul Fikri, khususnya bagi mahasiswa dan staf BAAK. Maka dari itu, peneliti memberikan saran untuk mengembangkan pada penelitian selanjutnya, yaitu membuat sistem informasi pengajuan surat menggunakan aplikasi *web* yang terhubung dengan Sistem Informasi Akademik (AIS) yang ada di STT Terpadu Nurul Fikri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Menteri Pendidikan dan Kebudayaan, "Surat Edaran No. 4 Tahun 2020 Tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan dalam Masa Darurat Penyebaran *Corona Virus Disease* (Covid-19)," 2020.
- [2] Google, "*Google Workspace: Forms*," 2020. [Online]. Available: <https://workspace.google.com/products/forms/> (Diakses 19 April 2021)

- [3] Google. “*Google Workspace: Sheets*,” 2020. [Online]. Available: <https://workspace.google.com/products/Sheets/> (Diakses 19 April 2020)
- [4] W. E. Perry, “*Effective Methods for Software Testing*,” *Third Edition*, Wiley Publishing, Inc. Indiana, 2006.
- [5] B. Priyatna, et al. “*Application of UAT (User Acceptance Test) Evaluation Model in Minggon E-Meeting Software Development*,” *Systematics*, Vol 2, No. 3, 2020.
- [6] W. Budiaji, “Skala Pengukuran dan Jumlah Respon Skala *Likert*,” *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan* Vol. 2, No. 2, hal. 127-133, 2013.
- [7] M. Khosrow-pour, “*Encyclopedia of E-Commerce, E-Government, and Mobile Commerce*,” Idea Group Reference, USA, 2000.
- [8] I. T. I. Al-Nuaimi, A. K. B. Mahmood, and H. H. Jebur, “*Proposed Conceptual Model for E-service Quality in Malaysian Universities*,” *International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS) IEEE*, 2014.
- [9] A. Rahmah, P. Sukmasya, M. S. Romadhon, A. R. Adriansyah, “*Developing Distance Learning Monitoring Dashboard with Google Sheets: An Approach for Flexible and Low-Price Solution in Pandemic Era*,” *IEEE 978-1-6654-0422-8*, 2020.
- [10] I. Handayani, H. Kusumahati, A. N. Badriah, “*Pemanfaatan Google Spreadsheets sebagai Media Pembuatan Dashboard pada Official Site iFacility di Perguruan Tinggi*,” *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*, Vol. 7, No. 2, 2017.
- [11] N. Naik, “*Connecting Google Cloud System with Organizational System for Effortless Data Analysis by Anyone, Anytime, Anywhere*,” *IEEE 978-1-5090-6*, 2016.
- [12] D. Lestarini and K. Surendro, “*Designing Kano-Based E-service Quality Model to Improve User Satisfaction*” *2nd International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE) IEEE*, 2017.
- [13] I. T. I. Al-Nuaimi, A. K. B. Mahmood, L. T. Jung, and H. H. Jebur, “*A Review of E-service Quality Dimention in User Satisfaction*,” *3rd International Conference on Research and Innovation in Information System (ICRIIS) IEEE*, 2013.



PENGEMBANGAN APLIKASI VIRTUAL TOUR SEBAGAI MEDIA PENGENALAN LINGKUNGAN KAMPUS PENS BERBASIS WEBSITE

Ashafidz Fauzan Dianta¹, Zakha Maisat Eka Darmawan², Zulhaydar Fairozal Akbar³, Kholid Fathoni⁴

^{1,2,3,4}Departemen Teknologi Multimedia Kreatif, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60111
ashafidz@pens.ac.id, zakha@pens.ac.id, zfakbar@pens.ac.id, kholid@pens.ac.id

Abstract

The introduction of the New Student Campus Life (PKKMB) activity at The Electronics Engineering Polytechnic of Surabaya (EEPIS) is limited in its implementation due to the never-ending Covid-19 pandemic. All activities involving large numbers of people must carry out online to avoid the spread of the Covid-19 virus. With this policy, an application that can describe the campus life environment online is needed, so digital virtual reality media makes, namely Virtual Tour. The user interfaces in this application design using the Balsamiq application so that the resulting display is more attractive and interactive. A virtual tour application created using multi panoramic images, where 360° panoramic images taken using a 360 camera taken at several campus locations—making a virtual tour application using the 3DVista application. The application development method used in this research is Multimedia Development Life Cycle (MDLC). From the test results of the website-based virtual tour application created, this application can display the environment and facilities owned by the EEPIS campus and can run according to its functionality, and can use by students to recognize the campus environment.

Keywords: *virtual reality, virtual tour, website, images panorama 360, 3DVista*

Abstrak

Kegiatan Pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PKKMB) di lingkungan Kampus Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dibatasi pelaksanaannya, karena adanya pandemi Covid-19 yang tak berkesudahan. Saat ini seluruh kegiatan yang melibatkan banyak orang wajib dilakukan secara daring untuk menghindari penyebaran virus Covid-19. Dengan adanya kebijakan tersebut maka dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat menggambarkan lingkungan kehidupan kampus secara *online*, maka dibuatlah media digital *virtual reality* yaitu *Virtual Tour*. *User interface* pada aplikasi ini dirancang menggunakan aplikasi *balsamiq*, sehingga tampilan yang dihasilkan lebih menarik dan interaktif. Aplikasi *virtual tour* yang dibuat menggunakan *multi image* panorama 360°, dimana pengambilan gambar panorama 360° menggunakan kamera 360 yang diambil di beberapa titik lokasi kampus. Pembuatan aplikasi *virtual tour* menggunakan aplikasi *3DVista*. Metode pengembangan aplikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Dari hasil pengujian aplikasi *virtual tour* berbasis *website* yang dibuat, aplikasi ini dapat menampilkan lingkungan dan fasilitas yang dimiliki kampus PENS serta dapat berjalan sesuai dengan fungsionalitasnya dan dapat dimanfaatkan mahasiswa untuk mengenali lingkungan kampus.

Kata kunci: *virtual reality, virtual tour, website, images panorama 360, 3DVista*

1. PENDAHULUAN

Penyelenggaraan Kegiatan Pengenalan Kehidupan Kampus Mahasiswa Baru (PKKMB) Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dilakukan secara *online* atau daring dikarenakan saat ini berada pada situasi pandemi Covid-19. Pada kegiatan tersebut mahasiswa diberikan pemaparan materi mengenai bidang akademik, administrasi dan keuangan, kemahasiswaan serta kerjasama dan kemitraan. Pada saat pemaparan informasi mengenai lingkungan dan

fasilitas kampus hanya sebatas foto dan video kegiatan tertentu dan belum mencakup tata letak lokasi yang mampu menggambarkan lingkungan dan fasilitas yang dimiliki kampus PENS.

Virtual Tour merupakan salah satu perkembangan teknologi digital yang dapat mensimulasikan lokasi berdasarkan realita dengan *multi image* panorama 360° atau video 360° serta dapat juga menggunakan model *3D modeling* [1]. Cara

pengoperasian *virtual tour* terdapat dua cara, yaitu dengan akses melalui *website* atau dengan alat bantu *virtual reality* [2]. Pada dasarnya konsep *virtual reality* memiliki beberapa karakteristik antara lain: menampilkan lokasi secara berkelanjutan, tidak terpotong dan tanpa tepi dengan sudut pandang 360° baik horizontal maupun vertikal [3].

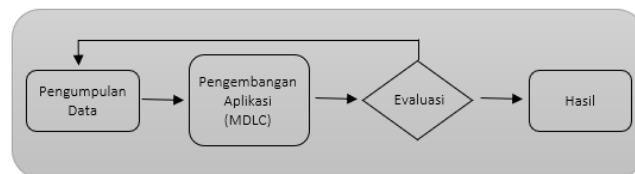
Beberapa jurnal yang dijadikan referensi pada penelitian ini, diantaranya dilakukan oleh Rizal Bastian Nur Budi dkk dengan judul “Perancangan Virtual Kampus I UKSW sebagai Media Informasi Mahasiswa Baru” penelitian yang dilakukan pada tahun 2018 ini, aplikasi yang dibuat bertujuan untuk mempermudah mahasiswa baru dalam mengenali wilayah serta sebagai media informasi tentang letak gedung secara visual. Kesimpulan penelitian tersebut adalah dibutuhkan sebuah informasi tambahan pada tempat atau gedung, sehingga pengguna dapat mengenali fungsi dari tempat atau gedung tersebut [4]. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Ridwan Nulhakim dkk dengan judul “*Virtual Tour* Pengenalan Area Universitas Siliwangi dengan *Multi Image* Panorama 360°”, pada penelitian tersebut aplikasi *virtual tour* yang dibuat digunakan sebagai media pengenalan kampus Universitas Siliwangi. Dalam kesimpulan penelitian tersebut disarankan untuk menambah informasi dalam bentuk audio dan video agar informasi yang diberikan menjadi lebih detail dan jelas serta dibuat animasi dan transisi pergeseran tempat pada saat navigasi [5]. Achmad Choiron dkk. melakukan penelitian membuat aplikasi *virtual tour* berbasis *website* di lingkungan Universitas Dr. Soetomo, penelitian tersebut mampu menampilkan suasana kampus, dan memberikan informasi letak gedung [6], sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Miftakhul Huda dkk berhasil memudahkan masyarakat umum untuk memperoleh informasi seputar Kampus Universitas Wahid Hasyim [7].

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan informasi tentang lingkungan kampus Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) secara keseluruhan dengan mengimplementasikan teknologi *virtual reality* yang dapat diakses melalui aplikasi *browser*. Keunggulan aplikasi yang dibuat dalam penelitian ini dibandingkan dengan penelitian sebelumnya adalah data yang diolah menggunakan gambar panorama 360° yang dihasilkan dari kamera 360, sehingga tidak perlu proses *stitching* untuk menggabungkan gambar dan gambar panorama yang dihasilkan lebih nyata. Keunggulan lainnya dari aplikasi ini menggunakan animasi transisi pergeseran pada saat navigasi serta dilengkapi dengan fitur radar. Aplikasi ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya untuk memberikan kemudahan bagi mahasiswa atau pengunjung untuk mencari ruangan/laboratorium/fasilitas lain yang dimiliki oleh PENS dengan lebih jelas dan nyata.

2. METODE PENELITIAN

Agar tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik diperlukan perencanaan dengan baik melalui tahapan

penelitian. Adapun tahapan yang digunakan pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini alur yang pertama adalah data dikumpulkan dengan cara sebagai berikut:

2.1.1 Wawancara

Pengumpulan data dilakukan wawancara langsung dengan narasumber diantaranya, Bagian Humas PENS, Bagian Kemahasiswaan dan Kepala Departemen Teknologi Multimedia Kreatif. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi dan mengetahui permasalahan yang ada serta untuk menentukan fitur apa saja yang akan diberikan di dalam aplikasi.

2.1.2 Studi Pustaka

Studi literatur pembuatan aplikasi *virtual tour* ini dilakukan dengan pencarian terkait penelitian pembuatan *virtual tour* dan pengumpulan data dilakukan dengan cara menganalisa literatur dari referensi jurnal yang mendukung.

2.2 Pengembangan Aplikasi

Pada bagian pengembangan aplikasi sistem dilakukan dengan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC), dimana metode ini memiliki 6 tahapan yaitu *concept, design, material collecting, assembly, testing* dan *distribution* [8] [9]. Langkah-langkah MDLC dalam penelitian ini sebagai berikut:

2.2.1 *Concept* (Konsep)

Pada tahap *concept* dijelaskan penjabaran tentang ide pembuatan aplikasi, yaitu memberikan informasi kepada mahasiswa tentang lingkungan kampus, serta aplikasi disajikan dalam bentuk web agar mudah diakses oleh pengguna *desktop* dan *mobile*. Konsep pembagian *project* dilakukan untuk merancang lokasi mana saja yang akan ditampilkan kedalam aplikasi *virtual tour* yang akan dibuat berdasarkan gedung yang dimiliki PENS.

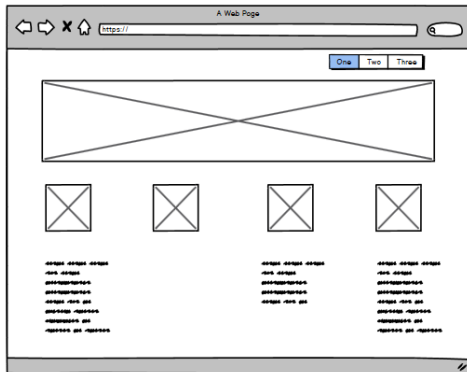


Gambar 2. Denah Kampus PENS

Dari denah pada Gambar 2 dapat dijelaskan, dengan luas lahan 49.200m² dan memiliki 4 gedung utama, maka penelitian ini membagi *project* aplikasi menjadi 4 yaitu *project* Gedung D3 (merah), *project* Gedung D4 (biru), *project* Gedung Pasca (kuning) dan *project* Fasum (hijau). Dalam tahap *concept* juga ditentukan titik lokasi untuk pengambilan gambar panorama 360°.

2.2.2 Design (Desain)

Pada tahap *design* pembuatan aplikasi *virtual tour*, penelitian ini merancang *layout* antarmuka *website landing page* menggunakan aplikasi *Balsamiq* seperti terlihat pada Gambar 3. Perancangan antarmuka ini bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam menjalankan aplikasi *virtual tour*.



Gambar 3. Rancangan Landing Page

2.2.3 Material Collecting (Pengumpulan Materi)

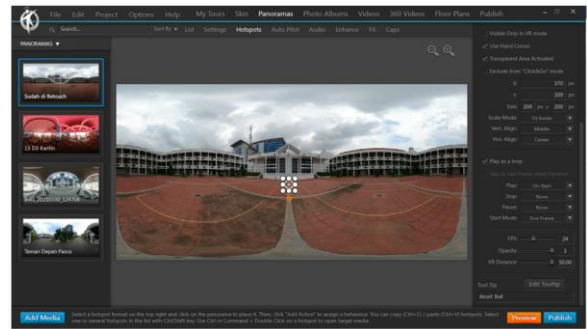
Tahap *material collecting* dilakukan dengan melakukan pengambilan gambar panorama di setiap titik lokasi yang sudah ditentukan dalam tahap *concept* dengan menggunakan kamera 360. Gambar panorama 360° yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Gambar Panorama dari Kamera 360°

2.2.4 Assembly (Penyusunan)

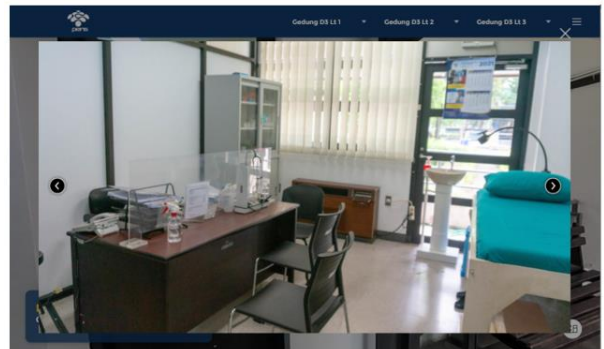
Tahap *assembly* dilakukan proses membuat aplikasi *virtual tour* dengan menggunakan aplikasi *3DVista*. Gambar panorama yang diperoleh dari proses *material collecting* diolah dan dibuat titik (*hotspot*), dimana titik ini sebagai tombol navigasi yang digunakan untuk berpindah tempat menuju titik yang lain. Selain untuk berpindah tempat *hotspot* juga digunakan sebagai tombol untuk menampilkan video atau kumpulan gambar (*album photo*). Pembuatan *hotspot* di dalam aplikasi *3DVista* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Aplikasi 3DVista

2.2.5 Testing

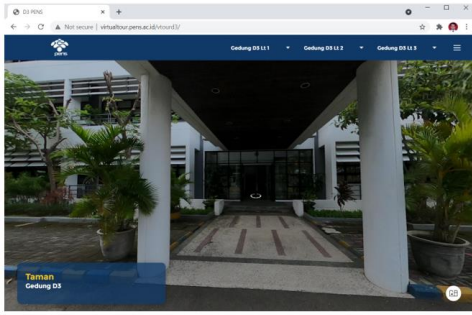
Setelah selesai tahap pembuatan aplikasi dilakukan tahap *testing*. Pada tahap pengujian ada dua bagian, bagian pertama menguji fitur-fitur yang ada di dalam aplikasi, untuk melihat kemungkinan adanya kesalahan, seperti terlihat pada Gambar 6, dimana sistem dapat menampilkan kumpulan gambar, pengujung dapat menekan tombol panah kanan atau kiri untuk melihat gambar selanjutnya. Sedangkan bagian pengujian yang kedua dilakukan secara *black box testing* dijelaskan pada sub bab 2.3.



Gambar 6. Pengujian Fitur menampilkan Kumpulan Gambar

2.2.6 Distribution

Tahap *distribution* adalah tahap akhir dalam metode MDLC setelah memastikan semua fungsi berjalan dengan semestinya sehingga aplikasi layak untuk didistribusikan. Aplikasi *virtual tour* berhasil diimplementasikan dan dapat diakses dengan laman <http://virtualtour.pens.ac.id/> seperti terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Aplikasi Virtual Tour Project Gedung D3

2.3 Hasil Pengujian

Pengujian aplikasi *virtual tour* menggunakan *black box testing*. Teknik pengujian *black box* banyak digunakan untuk menguji perangkat lunak. Tujuan dari pengujian ini adalah memastikan apakah aplikasi yang dibuat berjalan dengan baik atau tidak [11]. Hasil pengujian fungsional dijabarkan pada Tabel 1, dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa aplikasi *Virtual Tour* berhasil dibuat, dan pengguna dapat menggunakan fitur-fitur yang disediakan oleh aplikasi.

Tabel 1. Hasil Pengujian Fungsionalitas

| Pengujian | Hasil Pengujian | Kesimpulan |
|---|---|------------|
| Dapat mengakses <i>website virtual tour</i> | Dapat mengakses sesuai <i>domain</i> | Berhasil |
| Menu pada halaman <i>landing page</i> | Sesuai dengan <i>project</i> yang dipilih | Berhasil |
| Menu pada <i>virtual tour</i> | Sesuai dengan gambar panorama yang dipilih | Berhasil |
| Dapat mengganti sudut pandang | Sesuai dengan tombol <i>drag</i> pengguna | Berhasil |
| Tombol <i>hotspot</i> | Berfungsi dengan mengganti gambar panorama yang dipilih | Berhasil |
| Fungsi tombol <i>zoom</i> | Bekerja sesuai fungsi | Berhasil |
| Fitur informasi | Sesuai dengan gambar panorama | Berhasil |
| Fitur <i>floorplan</i> | Sesuai dengan lokasi riil | Berhasil |

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

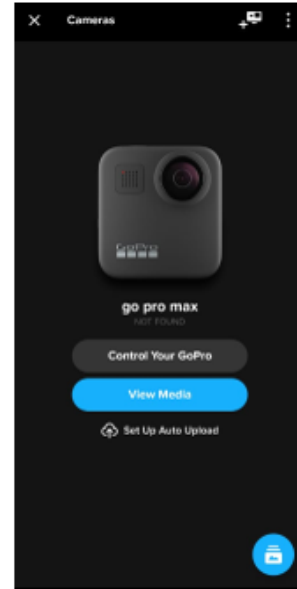
3.1 Pengambilan Gambar Panorama 360°

Pengambilan gambar atau pemotretan dilakukan pada saat kondisi cerah agar menghasilkan gambar yang baik, dan tidak memberikan efek bayangan. Kamera yang digunakan dalam penelitian ini adalah GoPro Max 360°, seperti terlihat pada Gambar 8.



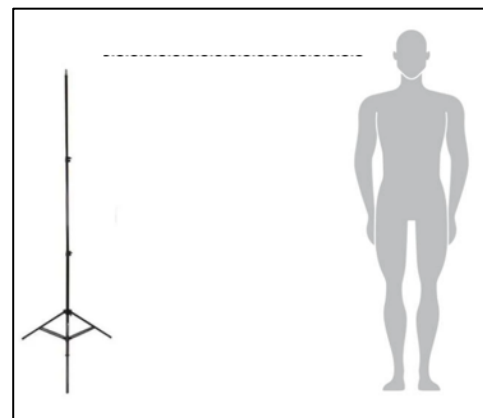
Gambar 8. Kamera GoPro Max 360

Kamera tersebut dikontrol menggunakan *smartphone* yang dilengkapi dengan aplikasi *GoPro Quick* (Android), tampilan dari aplikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 9. Pada saat pengoperasian kamera ini, fitur *Wi-Fi* pada *smartphone* harus dijalankan, setelah kamera dijalankan, kamera akan mendeteksi secara otomatis keberadaan *smartphone*. Selain itu, fitur *location* pada *smartphone* juga harus dijalankan saat mengoperasikan kamera ini. Hasil pemotretan tersimpan di dalam memori penyimpanan *SD card* yang ada didalam kamera GoPro.



Gambar 9. Tampilan Aplikasi GoPro Quick

Pada Gambar 10 dapat dijelaskan kondisi saat pengambilan gambar. Kamera diletakkan pada tripod dan tingginya diatur sejajar dengan pandangan mata manusia berdiri normal yaitu sekitar antara 165-170cm dari lantai, sehingga gambar panorama yang dihasilkan sama seperti manusia melihat berdiri normal.



Gambar 10. Proses Pengambilan Gambar/Pemotretan

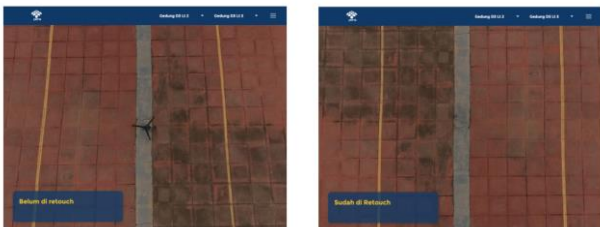
Hasil pengambilan gambar panorama dapat dilihat dari Tabel 2. Ukuran data dari tiap gambar panorama sangat besar, sehingga sebagai pertimbangan maka lokasi yang diambil gambar hanya sebagian dari fasilitas kampus PENS.

Tabel 2. Hasil Pengumpulan Data

| Project | Jumlah Gambar | Ukuran File (MB) |
|---------------------|---------------|------------------|
| Gedung D3 | 151 | 666 |
| Gedung D4 | 119 | 536 |
| Gedung Pascasarjana | 108 | 326 |
| Fasilitas Umum | 84 | 628 |

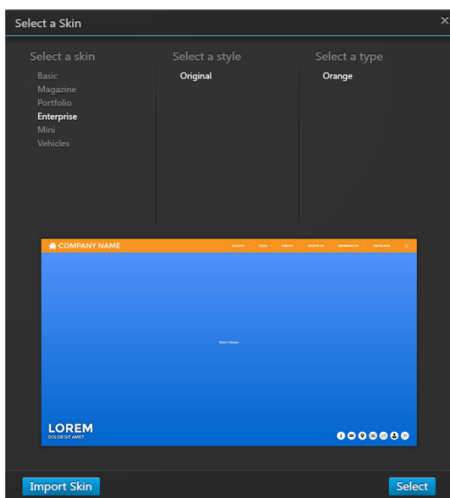
3.2 Pembuatan Aplikasi

Tahap pertama dalam pembuatan aplikasi yaitu proses *retouching* gambar panorama 360°, yaitu proses menghapus objek tripod pada gambar yang telah diambilkan. Pada Gambar 11 dapat dijelaskan, gambar disebelah kiri adalah gambar panornama 360° yang belum di *retouch*, dimana objek tripod masih terlihat, sedangkan gambar disebelah kanan adalah hasil *retouch*.



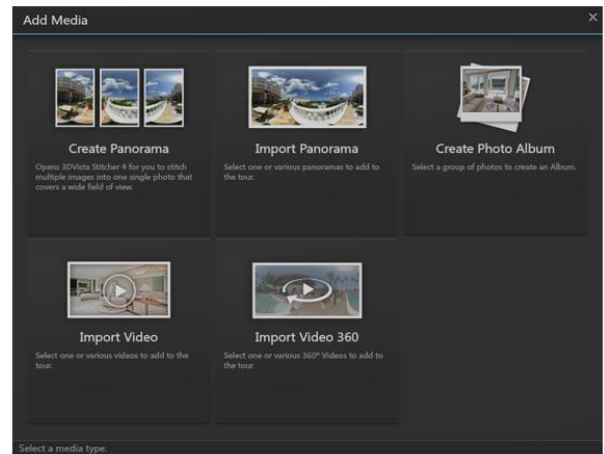
Gambar 11. Tahap *Retouching* Gambar Panorama 360°

Tahap yang kedua adalah membuat aplikasi *virtual tour* menggunakan aplikasi *3DVista*. Langkah pertama pada saat membuat aplikasi *virtual tour* menggunakan aplikasi *3DVista* adalah memilih *skin* yang akan digunakan pada *project* yang akan dibuat. Tampilan menu *skin* dapat dilihat pada Gambar 12. Pemilihan warna *skin* dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 12. Memilih *Skin*

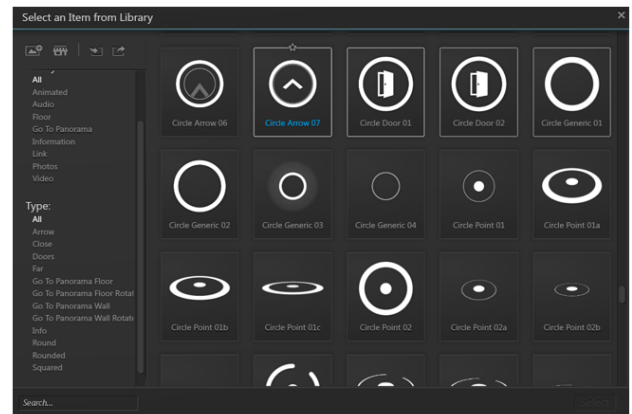
Langkah kedua seperti terlihat pada Gambar 13 yaitu tampilan untuk memasukkan gambar yang sudah di *retouch* (*Import Panorama*).



Gambar 13. *Import* Gambar Panorama

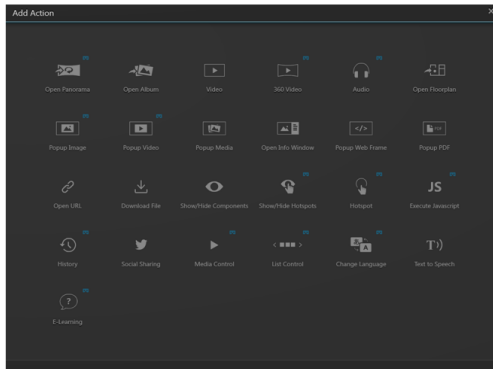
Aplikasi *3DVista* juga menyediakan fitur *create* panorama, fitur ini digunakan untuk penjahitan gambar (*image stitching*) untuk menghasilkan gambar panorama.

Langkah ketiga adalah membuat titik *hotspot*, terdapat pilihan ikon untuk penggunaan *hotspot*, seperti ikon *arrow*, *door*, *round* dll [10] seperti terlihat pada Gambar 14. Pemilihan ikon ini disesuaikan dengan kebutuhan agar tidak membingungkan bagi pengguna. Ikon panah digunakan untuk titik menuju gambar panorama selanjutnya, sedangkan ikon pintu digunakan untuk memasuki ruangan.

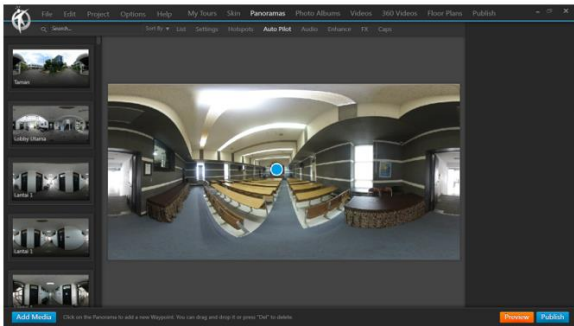


Gambar 14. Pemilihan *Icon Hotspot*

Setelah menentukan titik *hotspot* dan pemilihan ikon, langkah keempat adalah memberikan aksi (*add action*) di setiap titik *hotspot*. Terdapat beberapa aksi yang disediakan oleh Aplikasi *3DVista* diantaranya *open* panorama, *open album*, *open URL* dll. Pilihan aksi terdapat pada Gambar 15.

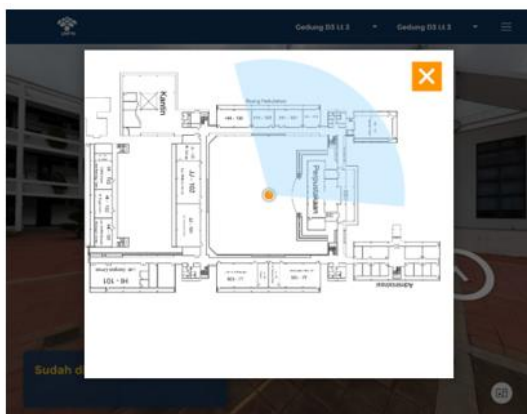


Gambar 15. Pemilihan Add Action



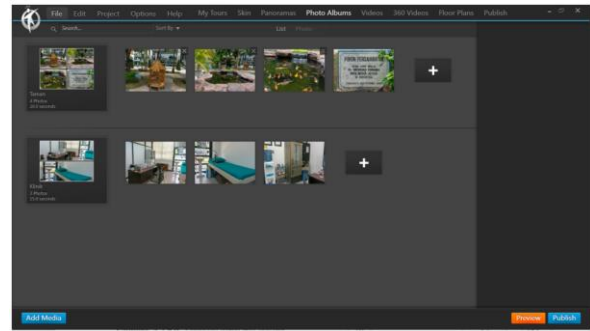
Gambar 16. Fitur Auto Pilot

Fitur *auto pilot* digunakan untuk tampilan awal ketika gambar panorama 360° ditampilkan pertama kali. Fitur ini ditunjukkan pada Gambar 16 terdapat titik berwarna biru, sebagai titik tampilan awal gambar panorama. Langkah kelima adalah membuat fitur *floorplan* seperti ditunjukkan pada Gambar 17 merupakan fitur untuk menampilkan peta lokasi dalam bentuk 2D, dimana peta tersebut diberi titik (*hotspot*) berwarna *orange*, apabila titik tersebut diklik maka aplikasi akan menampilkan gambar panorama di lokasi yang dipilih tersebut. Terdapat fitur radar area berwarna biru muda, saat gambar panorama diarahkan ke kanan atau ke kiri, maka radar akan mengikuti area yang terlihat sesuai dengan peta.



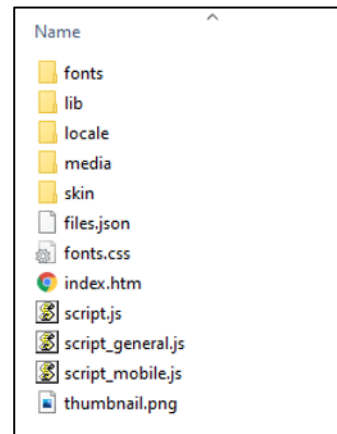
Gambar 17. Fitur Floorplan

Langkah keenam adalah membuat fitur *photo album* seperti ditunjukkan pada Gambar 18. Fitur ini menampilkan beberapa kumpulan gambar dalam bentuk *portrait*. Aplikasi akan menampilkan kumpulan gambar tersebut dalam bentuk album.



Gambar 18. Fitur Photo Album

Langkah terakhir dalam pembuatan aplikasi *virtual tour* di dalam aplikasi *3DVista* yaitu *publish*. Aplikasi akan secara otomatis membuat *file website* dengan bahasa pemrograman Javascript dan HTML, sehingga *file-file* tersebut siap diunggah ke dalam *server*. Bentuk *file* tersebut dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19. File Hasil Publish

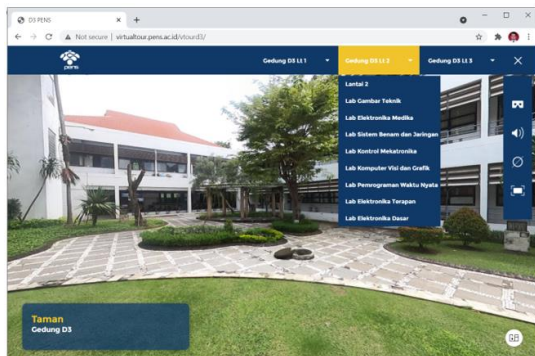
3.3 Tampilan Aplikasi Virtual Tour

Aplikasi *virtual tour* ini memiliki tampilan awal *website* atau biasa disebut dengan *landing page* sesuai dengan rencana yang telah dibuat, seperti terlihat pada Gambar 20, dimana pengunjung diberikan pilihan untuk dapat memilih *project* mana yang diinginkan. Ada empat pilihan *project*, diantaranya *project* Gedung D3, *project* D4, *project* Pascasarjana dan *project* Fasilitas Umum. Di bagian atas terdapat *navbar* menu dengan *text* berwarna putih



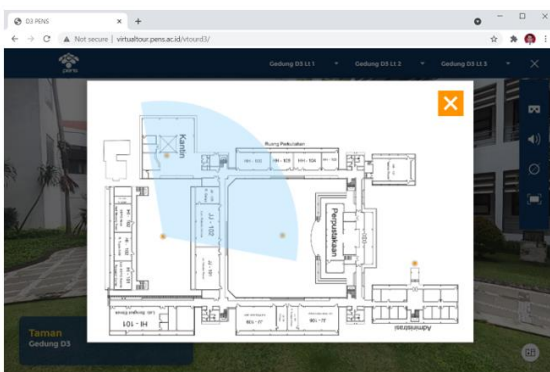
Gambar 20. Tampilan Landing Page Aplikasi Virtual Tour PENS

Tampilan *navbar* disetiap *project* menampilkan menu lokasi gedung, seperti Lantai 1, Lantai 2 dan Lantai 3, dimana di setiap lantai terdapat fasilitas laboratorium yang dimiliki oleh PENS. Di setiap gambar panorama yang ditampilkan oleh sistem, terdapat keterangan di bagian sisi kiri bawah seperti terlihat pada Gambar 21.



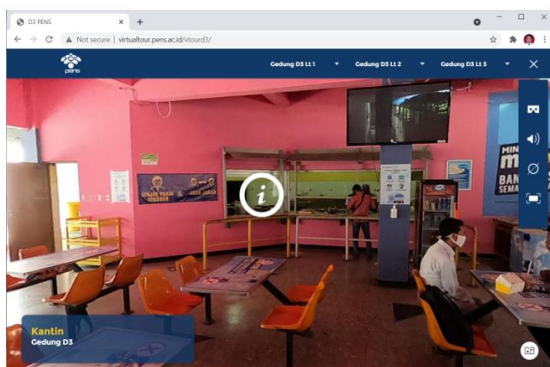
Gambar 21. Tampilan *Project* Gedung D3 *Virtual Tour* PENS

Aplikasi *Virtual Tour* Kampus PENS menyediakan fitur *floorplan* dengan radar. Gambar 22 dapat dijelaskan, pengunjung dapat menggerakkan mouse ke kanan dan ke kiri dan secara otomatis radar dan gambar panorama akan mengikuti pergerakan mouse tersebut.



Gambar 22. Tampilan Fitur *Floorplan* dengan Radar

Terdapat fitur untuk menampilkan informasi yang ada di gambar panorama, misalnya seperti Gambar 23, dimana pengunjung dapat melihat ikon informasi, maka aplikasi *Virtual Tour* akan menampilkan *pop-up* informasi terkait lokasi tersebut.



Gambar 23. Tampilan Fitur *Information*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan serta melakukan pengujian, aplikasi *Virtual Tour* berbasis *website* yang dibuat dibagi menjadi 4 *project*, sesuai dengan gedung yang dimiliki oleh PENS. Aplikasi dapat diakses menggunakan *web browser* dan mampu menampilkan informasi tentang lingkungan kampus letak gedung/ruang/laboratorium/fasilitas lainnya dalam bentuk panorama 360° dengan memanfaatkan *multi image* panorama 360° dan perpindahan antar *hotspot* menggunakan animasi berjalan. Aplikasi ini membutuhkan pengembangan lebih lanjut misalnya penggunaan fitur video 360° dan fitur pemandu yang menjelaskan bagian-bagian tertentu dalam bentuk suara, sehingga pengunjung lebih interaktif dalam menerima informasi yang diberikan oleh sistem.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada jajaran Manajemen Politeknik Elektronika Negeri Surabaya (PENS) dan Kepala Departemen Teknologi Multimedia Kreatif yang telah memberikan dukungan penuh kepada penulis, serta semua pihak yang ikut menyukseskan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Highton, "Papper of Virtual Reality Photography Creating Panoramic and Object Images," Library of Congress, 2010.
- [2] M. Dengzhe, "Virtual Reality & Augmented Reality in Industry," 2011.
- [3] P. Alexander, "Pembentukan Citra Panorama 360° dengan *Image Mosaicing*," *J. Inform.*, vol. 2, no. 1, pp. 5–5, 2001, doi: 10.9744/informatika.2.1.pp.1-5.
- [4] R. Bastian, N. Budi, M. B. Wenas, F. T. Informasi, U. Kristen, and S. Wacana, "Perancangan *Virtual Tour* Kampus I UKSW," *Andharupa*, vol. 4, no. 1, pp. 51–65, 2018.
- [5] R. Nulhakim and E. W. Hidayat, "Virtual Tour Pengenalan Area Universitas Siliwangi dengan *Multi Image* Panorama 360° berbasis *Web*," *Sci. Artic. Informatics Students*, vol. 3, no. 2, pp. 145–151, 2019.
- [6] A. Choiron, "Aplikasi *Virtual Tour* Dinamis pada Universitas Dr. Soetomo Surabaya berbasis *Web*," *J. Inf.*, vol. 2, no. 2, 2017, doi: 10.25139/ojsinf.v2i1.406.
- [7] M. Huda and M. Mustagfirin, "Virtual Tour sebagai Media Informasi Kampus Universitas Wahid Hasyim Semarang," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 1, no. 2, pp. 79–81, 2019, doi: 10.36499/jinrpl.v1i2.2950.
- [8] E. E. Setianto, Wahyu; Risqiati; Agung, Hari; Purnama, "Implementasi *Virtual Tour* sebagai Media Informasi Deswita Pandansari Berbasis *Web*," *J. Ris. Inov. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 22–30, 2019.

- [9] A. Adityo, "Pembuatan *Virtual Reality Tour* dengan Metode Gambar Panorama untuk Kampus Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin," *Univ. Nusant. PGRI Kediri*, vol. 01, pp. 1–7, 2017, [Online]. Available: <http://www.albayan.ae>.
- [10] 3Dvista, "*3DVista Virtual Tour Suite Quick Guide*," 3DVista Espana S.L., 2014.
- [11] M. Mardainis, M. Arifin, R. Rahmaddeni, and Y. Efendi, "*Virtual Tour* Interaktif 360 Derajat menggunakan Teknik *Image Stitching* sebagai Media Informasi Kampus STMIK Amik Riau," *Digit. Zo. J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 11, no. 2, pp. 209–222, 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i2.4265.



PENERAPAN LIMIT AKSES *BROWSING* INTERNET PADA SAAT JAM KERJA DI PT XYZ

Zaenal Mutaqin Subekti¹, Kikim Mukiman², Ahmad Fikri Adluwal Fadil³, Muhammad Asyrofi⁴

^{1, 4}Teknik Komputer, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Bani Saleh

²Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Bani Saleh

³Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Bani Saleh

Jl. M Hasibuan No 68, Bekasi, Indonesia 17113

zms.stmikbanisaleh@gmail.com, kikimmukiman@gmail.com, ahmad.fikrinew2801@gmail.com, asyrofimail@gmail.com

Abstract

One of the engineering companies located in the Cikarang area has a rule that every employee is not allowed to access the internet through a browser during working hours, i.e., from 08.00 AM to 12.00 AM and 1.00 to 5.00 PM, only during break time which is between 12.00 AM until 1.00 PM, employees are allowed to access the internet through a browser. The company can apply this rule by implementing its policies on router firewalls to be followed by all employees thoroughly. This research will analyze and implement the process of configuring the router firewalls for the applied case. The first stage of this research starts from analyzing the software and hardware requirements, analyzing the network topology designs, implement the company's policies on firewall configuration, and the last stage is by doing the testing. From this implementation, we get the results that all users cannot access the internet through a browser except for authorized users. These results are applied based on the company's rules and policies proposed above that employees only able to access the internet through a browser during break time and before and after working hours.

Keywords: access limit, browser, working hours, firewall, internet

Abstrak

Salah satu perusahaan *engineering* yang terletak di kawasan Cikarang, mempunyai aturan bahwa setiap karyawan tidak boleh akses internet melalui *browser* pada jam kerja, yaitu jam 08.00 pagi sampai jam 12.00 dan jam 13.00 sampai jam 17.00 pada saat jam istirahat yaitu jam 12.00 – 13.00 karyawan dapat mengakses internet melalui *browser*, dengan menerapkan kebijakan perusahaan untuk diimplementasikan pada *firewall router*, sehingga kebijakan perusahaan tersebut dapat diikuti oleh semua karyawan dengan baik. Tahapan penelitian dimulai dari Analisa untuk menganalisa kebutuhan *software* dan *hardware*, kedua desain topologi jaringan, ketiga implementasi kebijakan melalui konfigurasi yang diterapkan pada *firewall*, keempat melakukan *testing*. Hasil *testing* yaitu semua pengguna tidak dapat melakukan akses internet melalui *browser* pada jam kerja pagi yaitu jam 08.00 sampai jam 12.00 dan jam kerja siang jam 13.00 sampai jam 17.00, kecuali bagi *user* yang dibolehkan, dan semua pengguna dapat mengakses internet, sebelum jam kerja pagi, istirahat makan siang yaitu jam 12.00 sampai jam 13.00 dan setelah jam 17.00 yaitu setelah jam kerja pulang.

Kata kunci: limit akses, *browser*, jam kerja, *firewall*, internet

1. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi semakin hari semakin cepat, kebutuhan infrastruktur jaringan dibutuhkan dalam menunjang pekerjaan pada salah satu perusahaan *engineering* di kawasan *Hyundai* Cikarang, seperti untuk akses data ke *server* lokal, menyimpan data pekerjaan pada *server* lokal seperti *drawing engineering* dan administrasi perkantoran menggunakan aplikasi *Office Word* atau *Excell*, serta *input* data pada sistem gudang. *Sharing* [1] data komputer [2], akses *sharing* printer, akses ke sistem gudang

untuk *input* barang masuk dan barang keluar, akses ke sistem produksi lokal, dan penggunaan *email* [3] *client* berbasis *desktop* seperti *Ms. Outlook*.

Perusahaan mempunyai aturan bahwa setiap karyawan tidak boleh akses *browsing* internet pada jam kerja yaitu jam 08.00 pagi sampai jam 12.00 dan jam 13.00 sampai jam 17.00 kecuali bagi karyawan yang diperbolehkan. Aturan perusahaan juga mewajibkan karyawan menggunakan *email*

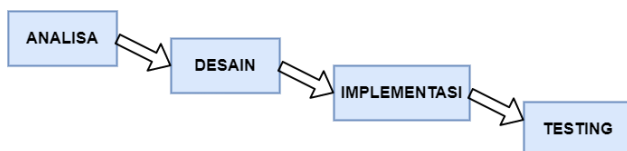
berbasis *desktop* untuk berkomunikasi dengan *supplier* dan *client* perusahaan untuk keperluan pekerjaan.

Untuk mengatasi beberapa permasalahan tersebut dengan menerapkan layanan *Quality Of Service (QoS)* [4], menerapkan limit akses *browsing* berupa *filter* [5] pada *firewall* untuk *drop* komunikasi dari *inbond* ke *outbond* pada port 80 dan 443, kecuali *user* yang mendapatkan akses *browsing* internet.

Penelitian terdahulu perancangan pembangunan *firewall* dan *proxy server* untuk membatasi hak akses internet dengan menggunakan *proxy squid* yang terinstall pada Linux Ubuntu 16.10 dengan melakukan *Access Control List* dapat *filter IP address* yang boleh akses internet dan memblokir situs-situs tertentu [6]. Implementasi *Access Control List* menggunakan *mikrotik* pada SMK Budi Mulia Tangerang, dengan menerapkan *Access Control List* dapat membatasi akses media sosial dan *streaming video* pada saat jam pelajaran [7], pemanfaatan pada *web proxy* untuk pengoptimalkan keamanan jaringan *wireless*, dengan menggunakan *web proxy* pada *router mikrotik* pada *hotspot* untuk membatasi akses media sosial dan *streaming* pada saat jam kerja [8], limitasi pengguna akses internet berdasarkan kuota waktu dan data menggunakan PC *router* sistem operasi *mikrotik* dengan mengatur pembagian *bandwidth* pada setiap pengguna dan pembatasan *download* maupun *upload* [9], implementasi *Mikrotik Router Board 750* sebagai *firewall* blok situs pada jaringan LAN untuk melakukan *filter* terhadap situs-situs *web* yang berkonten *negative* hasilnya *web* yang telah diblokir tidak dapat dibuka oleh pengguna [10]. Tujuan dari penelitian ini adalah pengguna yang masuk pada *list IP address* blok *browsing* tidak dapat akses *browsing* internet pada saat jam kerja dan pengguna yang masuk *list IP address allow browsing* dapat akses *browsing* internet pada saat jam kerja.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini ada empat tahapan, pertama diawali dengan melakukan analisa kebutuhan. Kedua dengan melakukan *design*, yaitu merancang topologi jaringan. Selanjutnya pada tahap ketiga, implementasi menerapkan konfigurasi pada *device* seperti *router*. Dan tahapan yang terakhir yaitu *testing*, melakukan uji coba dari hasil implementasi dan menghasilkan data-data yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan kesimpulan.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Analisa

Tahapan pertama melakukan analisa. Langkah awal dengan melakukan analisa untuk kebutuhan baik perangkat keras

atau perangkat lunak yang akan digunakan pada penelitian ini, kebutuhan perangkat keras meliputi:

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Keras

| Nama Perangkat | Fungsi |
|----------------|--|
| Router | Untuk menerapkan konfigurasi <i>IP address</i> pada internet dan <i>local area network (LAN)</i> , <i>network address translation</i> , memisahkan penggunaan <i>bandwidth</i> internet dan lokal, melakukan <i>filter IP address</i> yang tidak boleh akses ke internet dan yang dibolehkan serta menambahkan waktu pada <i>user</i> yang tidak boleh akses internet/ <i>browsing</i> . |
| Switch | Perangkat <i>intermediary</i> yang digunakan untuk menghubungkan dari PC pengguna ke PC pengguna yang lain atau ke perangkat <i>router</i> . |
| Kabel UTP | Merupakan media atau penghubung dari pengikat komputer ke <i>switch</i> atau ke <i>router</i> , media yang digunakan menggunakan tembaga yang balut pada kabel <i>unshield twisted pair (UTP)</i> |
| PC | Perangkat yang digunakan pengguna dalam melakukan pekerjaan baik <i>drawing</i> , administrasi dengan aplikasi <i>office</i> , <i>input</i> data ke sistem aplikasi, kirim dan terima <i>email</i> . |
| Server | Sebuah perangkat yang digunakan untuk menyimpan data terpusat dari pengguna. |

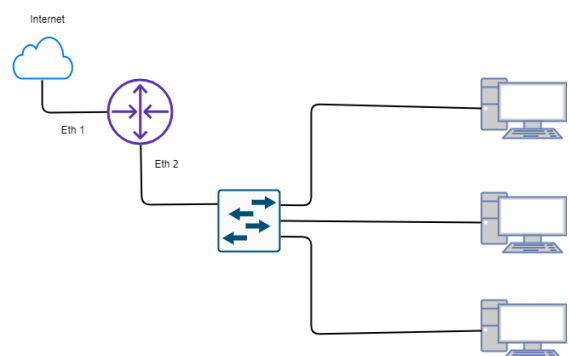
Selanjutnya kebutuhan perangkat lunak, meliputi:

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat Lunak

| Nama Perangkat | Fungsi |
|----------------|---|
| Winbox | Sebuah aplikasi yang digunakan untuk melakukan konfigurasi pada <i>mikrotik</i> melalui <i>Grafik User Browsing (GUI)</i> . |

2.2 Desain

Tahapan kedua yaitu desain, pada tahap ini desain topologi jaringan dirancang sesuai dengan kebutuhan dan tata letak pengguna, sehingga topologi jaringan dapat memudahkan dalam menggambarkan dan persiapan untuk mengkonfigurasi *router* sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. Topologi Jaringan

2.3 Implementasi

Tahapan ketiga di tahapan penelitian ini adalah implementasi, melakukan konfigurasi atau *setting* pada *device router* sesuai dengan kebutuhan, berikut beberapa langkah implementasinya :

- Konfigurasi IP *address* internet dan *local area network*
- Konfigurasi *Network Address Translation* (NAT)
- Konfigurasi DHCP *server* untuk LAN
- Konfigurasi *filter* pada *firewall* untuk IP *address* yang tidak bisa *browsing*.

2.4 Testing

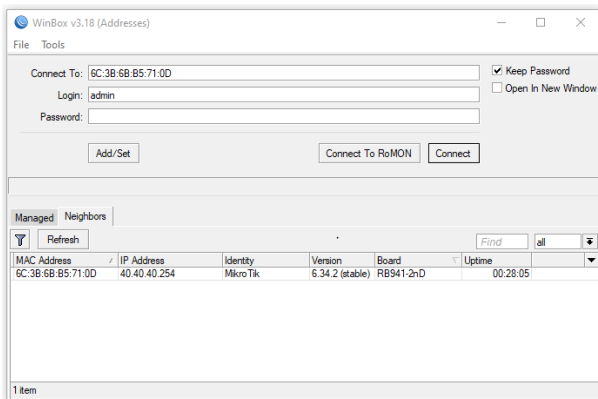
Tahapan keempat yaitu *testing* atau pengujian merupakan tahapan untuk melakukan pengujian, setelah melaksanakan analisa, desain, dan implementasi penerapan konfigurasi, serta pengujian akan dilakukan *testing bandwidth* internet dan *bandwidth* lokal, pengujian akses *browsing* pada saat jam kerja dan di luar jam kerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dimulai dengan menerapkan konfigurasi pada router sesuai dengan topologi.

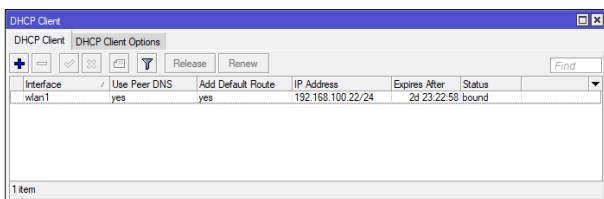
3.1 Konfigurasi Router

Akses *router mikrotik* dengan menggunakan *Winbox* untuk memudahkan konfigurasi berbasis *grafik user browsing* atau *console* teks.



Gambar 3. Winbox

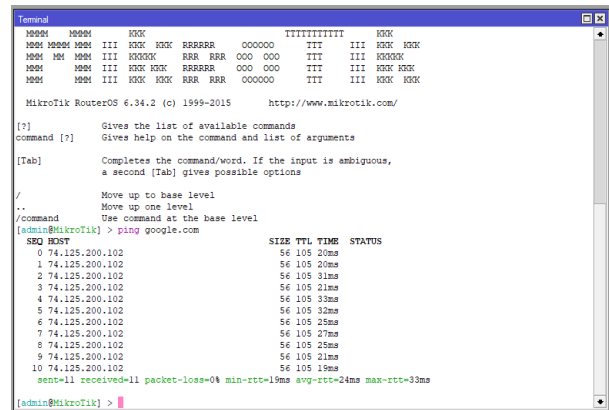
Konfigurasi IP *address* pada *browsing* ether1 untuk mendapatkan internet dengan menggunakan layanan DHCP *client*.



Gambar 4. DHCP Client

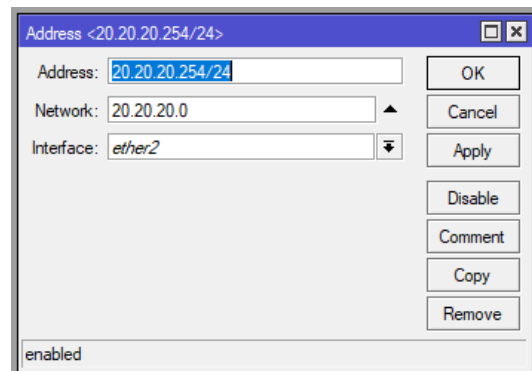
Pada DHCP *client* di tab status mendapatkan status *bound* menjelaskan bahwa IP *address* dari internet sudah di

dapatkan, selanjutnya, dapat di lakukan *testing* apakah internet sudah mengalir ke *router* atau belum. Lakukan dengan klik tab *new terminal* dan *ping* ke *google.com*



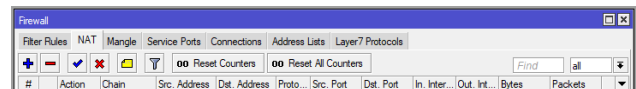
Gambar 5. Pengujian Akses Internet pada Router

Setelah *testing* berhasil dilanjutkan dengan konfigurasi IP *address* untuk *Local Area Network*. Klik pada tab IP dan sub tab *address*, kemudian klik tanda *plus* dan isi alamat *network* dan *browsing* dan klik OK.



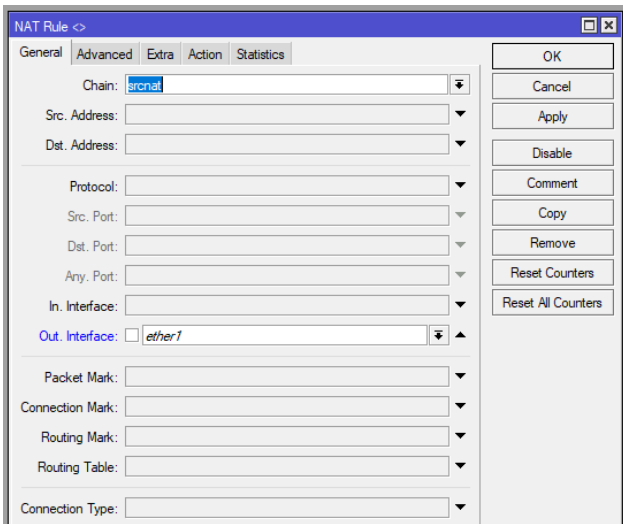
Gambar 6. Pengisian IP Address

Selanjutnya konfigurasi *Network Address Translation* (NAT) klik pada tab IP dan pilih *firewall*.



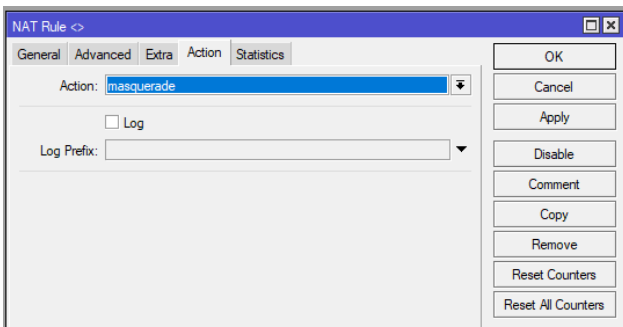
Gambar 7. Firewall

Klik pada tab NAT dan untuk menambah konfigurasi pilih tanda plus, sehingga muncul *pop up form new NAT rule*, pada *chain* isi dengan *srcnat* dan *out browsing* diisi dengan ether1.



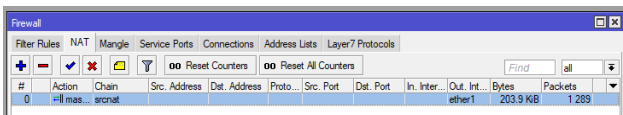
Gambar 8. NAT Rule

Pilih tab *action* dan pada *action* pilih *masquerade* dan klik OK.



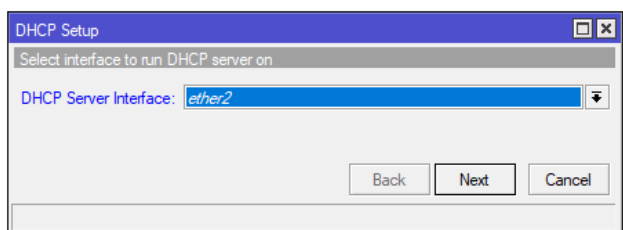
Gambar 9. Action Masquerade

Sehingga menghasilkan baris *firewall* dengan nomor 0 yang menandakan bahwa baris ini mempunyai prioritas yang utama.



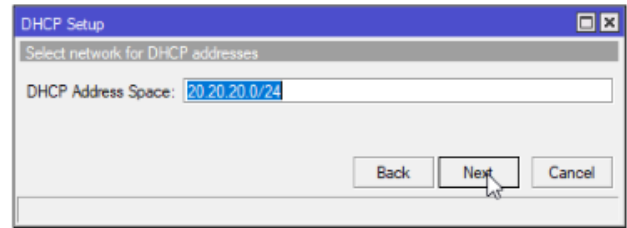
Gambar 10. Firewall NAT

Konfigurasi selanjutnya *setup* DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) server untuk mensuplay IP address secara otomatis pada ether2 yang terhubung ke LAN. Klik IP dan pilih DHCP server kemudian klik DHCP *setup*. Selanjutnya pada DHCP *setup* pilih *browsing* yang akan di konfigurasi DHCP server, di sini pilih ether2.



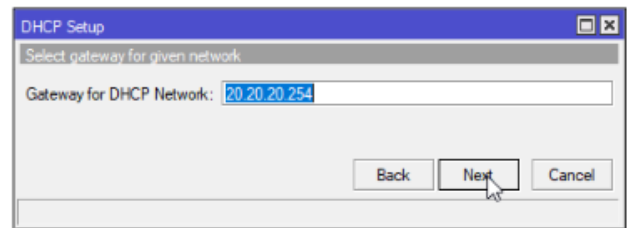
Gambar 11. DHCP Setup

Selanjutnya DHCP *address space* diisi dengan 20.20.20.0/24.



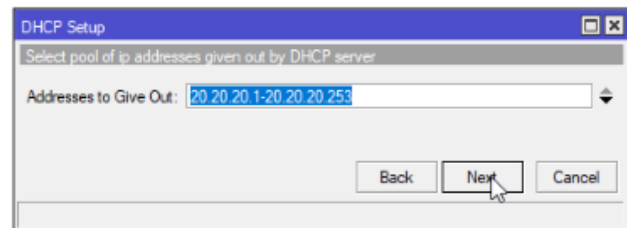
Gambar 12. DHCP Address Space

Setelah *next*, pengisian IP *gateway* untuk DHCP *network* diisi dengan = 20.20.20.254.



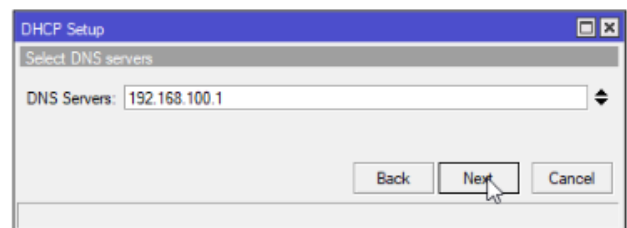
Gambar 13. Gateway for DHCP Network

Klik *next*, form pengisian selanjutnya mengenai alamat IP *address* yang akan diisi secara otomatis pada DHCP server, dan setelah diisi klik *Next*.



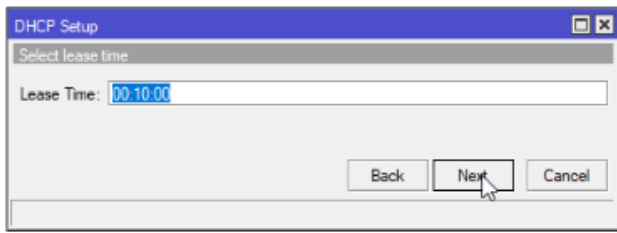
Gambar 14. Address to Give Out

Selanjutnya pengisian pada *setup* DHCP server untuk DNS server dan klik *Next*.



Gambar 15. DNS Server

Yang terakhir pengisian *lease time*.



Gambar 16. Lease Time

Setelah selesai akan muncul *pop up setup has completed successfully*, menandakan bahwa *setup DHCP server* telah selesai.

Berikut *list IP address* yang dibolehkan untuk akses *browsing internet*.

Tabel 3. List IP Address Allow Browsing

| No | Ip Address | Nama Bagian |
|----|--------------|---------------------|
| 1 | 20.20.20.253 | Direktur |
| 2 | 20.20.20.252 | Manager Marketing |
| 3 | 20.20.20.251 | Manager Produksi |
| 4 | 20.20.20.250 | Manager Engineering |
| 5 | 20.20.20.249 | Spv Accounting |
| 6 | 20.20.20.248 | Spv Engineering |
| 7 | 20.20.20.247 | Spv Produksi |
| 8 | 20.20.20.246 | Staff Marketing |
| 9 | 20.20.20.245 | Staff Purchasing |
| 10 | 20.20.20.244 | Staff HRD |

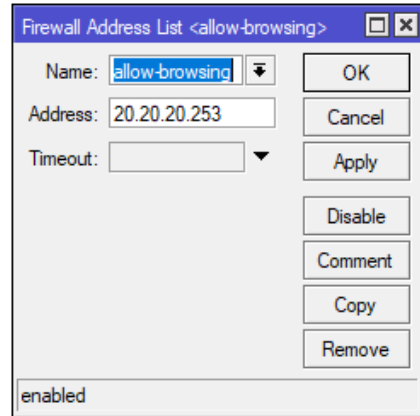
Tabel 4. List IP Address Block Browsing

| No | Ip Address | Nama Bagian |
|----|--------------|---------------------|
| 1 | 20.20.20.243 | Staff Produksi |
| 2 | 20.20.20.242 | Staff Produksi |
| 3 | 20.20.20.241 | Staff Engineering |
| 4 | 20.20.20.240 | Staff Engineering |
| 5 | 20.20.20.239 | Staff Accounting |
| 6 | 20.20.20.238 | Staff Accounting |
| 7 | 20.20.20.237 | Sstaff administrasi |
| 8 | 20.20.20.236 | Staff Gudang |

Tahap selanjutnya konfigurasi *filter firewall* untuk menerapkan kebijakan bahwa karyawan tidak boleh akses internet melalui *browser* pada jam kerja mulai jam 08.00 – 12.00 dan jam 13.00 – 17.00.

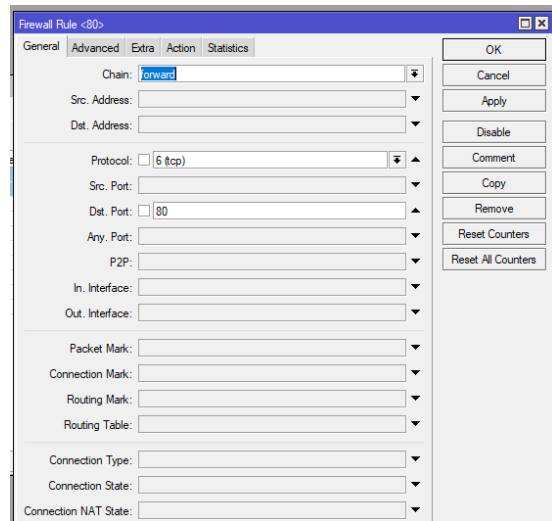
Klik pada tab IP dan pilih *firewall* nanti akan muncul *form firewall*. Pada tab *address list* dan klik tanda *plus* untuk menambahkan *list* baru. Pada *address list* akan digunakan untuk mendaftarkan *IP address* yang boleh mengakses

internet via *browsing*. Pada *name*, isi dengan *allow-browsing*. Dan pada *address*, isi dengan *IP address* yang boleh akses internet contoh di sini 20.20.20.253 dan klik OK.



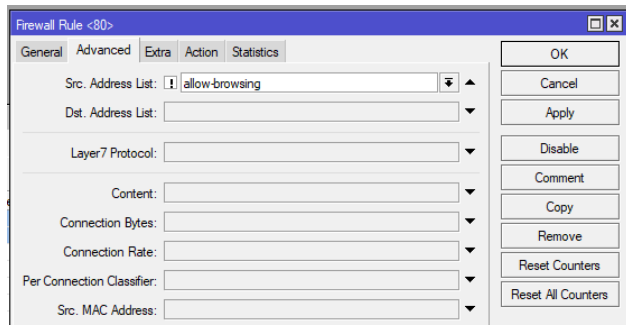
Gambar 17. Firewall Address List

Pada tab *filter rules* klik icon tanda *plus* untuk menambahkan *rule firewall* baru. Setelah muncul *form firewall rule* pada tab *general chain* pilih *forward*, dan *protocol* pilih 6(tcp) serta pada *destination* port ketik 80 *rule* ini akan memblokir jika pengguna akan mengakses internet via *browser* dan yang diakses menggunakan HTTP.



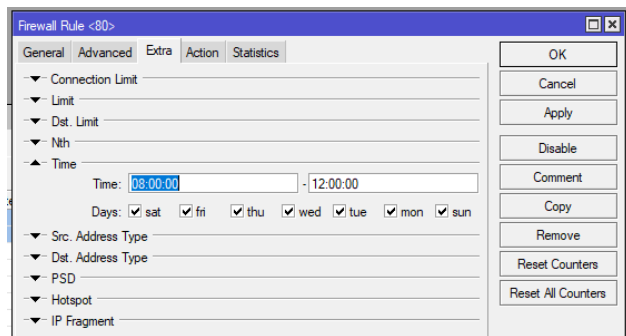
Gambar 18. Tab General Firewall Rule

Pada tab *advanced* pada *source address list*, klik tanda seru pada kolom dan pilih *allow-browsing*. *Rule* ini akan memberikan *IP address* yang termasuk pada *allow blocking* dapat diperbolehkan akses *browsing internet*.



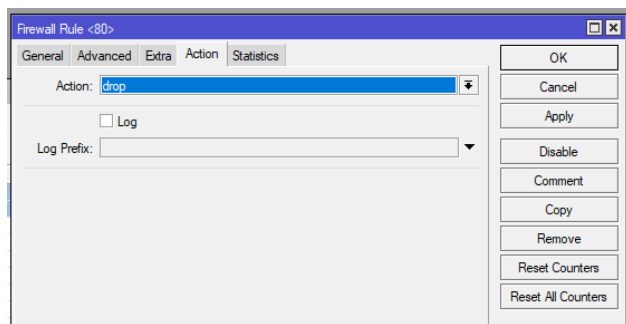
Gambar 19. Tab Advanced Firewall Rule

Pada tab *extra*, *time* diisi dengan waktu bloking *browsing* akses internet, pada *rule* ini mengakibatkan pada jam 08.00 – 12.00 akan diblok untuk *browsing* akses internet.



Gambar 20. Tab Extra Firewall Rule

Pada tab *action*, pilih *drop* untuk mengeblok jika ada *user* akan mengakses ke HTTP atau port 80 kecuali jika IP *address* yang masuk ke dalam *allow browser*.



Gambar 20. Tab Action Firewall Rule

Lakukan setting *filter firewall* seperti Langkah-langkah diatas lagi dengan *destination* port 443 atau HTTPS, dan *extra* jam 08.00 – 12.00 sehingga dapat mengblok pengguna yang akan mengakses https pada waktu jam 08.00 – 12.00 kecuali IP *address* yang di *allow browsing*.

Kemudian lakukan setting *filter firewall* seperti langkah-langkah seperti di atas dengan *destination port* 80 atau HTTP dengan *extra time* 13.00 – 17.00 sehingga dapat melakukan blok pengguna yang akan mengakses HTTP pada waktu, jam 13.00 – 17.00 kecuali IP *address* yang dibolehkan akses *browsing*.

Selanjutnya lakukan *setting filter firewall* seperti langkah-langkah *filter rule* seperti di atas dengan *destination port*

443 dan *extra time* jam 13.00 – 17.00. Sehingga, jika ada pengguna mengakses HTTPS pada jam 13.00 – 17.00 dapat diblok akses internet kecuali IP *address* yang dibolehkan akses internet.

3.2 Pengujian

Pada pengujian dilakukan sebelum menerapkan konfigurasi blok akses *browsing* internet, dan sesudah menerapkan, berikut hasil pengujian sebelum menerapkan blok akses *browsing* internet.

Tabel 5. Hasil Pengujian sebelum menerapkan *Block Browsing*.

| No | IP Address | Nama Bagian | Akses Browsing Internet |
|----|--------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 20.20.20.253 | Direktur | Berhasil |
| 2 | 20.20.20.252 | Manager Marketing | Berhasil |
| 3 | 20.20.20.251 | Manager Produksi | Berhasil |
| 4 | 20.20.20.250 | Manager Engineering | Berhasil |
| 5 | 20.20.20.249 | Spv Accounting | Berhasil |
| 6 | 20.20.20.248 | Spv Engineering | Berhasil |
| 7 | 20.20.20.247 | Spv Produksi | Berhasil |
| 8 | 20.20.20.246 | Staff Marketing | Berhasil |
| 9 | 20.20.20.245 | Staff Purchasing | Berhasil |
| 10 | 20.20.20.244 | Staff HRD | Berhasil |
| 11 | 20.20.20.243 | Staff Produksi | Berhasil |
| 12 | 20.20.20.242 | Staff Produksi | Berhasil |
| 13 | 20.20.20.241 | Staff Engineering | Berhasil |
| 14 | 20.20.20.240 | Staff Engineering | Berhasil |
| 15 | 20.20.20.239 | Staff Accounting | Berhasil |
| 16 | 20.20.20.238 | Staff Accounting | Berhasil |
| 17 | 20.20.20.237 | Sstaff Administrasi | Berhasil |
| 18 | 20.20.20.236 | Staff Gudang | Berhasil |

Pada pengujian tabel 5 diatas, yaitu pengujian sebelum menerapkan *block browsing* mendapatkan bahwa semua pengguna dapat melakukan akses *browsing* ke internet pada sebelum jam kerja.

Tabel 6. Hasil Pengujian setelah menerapkan *Block Browsing* Waktu Pengujian sekitar jam 08.00 – 12.00

| No | Ip Address | Nama Bagian | Akses Browsing Internet |
|----|--------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 20.20.20.253 | Direktur | Berhasil |
| 2 | 20.20.20.252 | Manager Marketing | Berhasil |
| 3 | 20.20.20.251 | Manager Produksi | Berhasil |
| 4 | 20.20.20.250 | Manager Engineering | Berhasil |
| 5 | 20.20.20.249 | Spv Accounting | Berhasil |
| 6 | 20.20.20.248 | Spv Engineering | Berhasil |
| 7 | 20.20.20.247 | Spv Produksi | Berhasil |
| 8 | 20.20.20.246 | Staff Marketing | Berhasil |
| 9 | 20.20.20.245 | Staff Purchasing | Berhasil |
| 10 | 20.20.20.244 | Staff HRD | Berhasil |
| 11 | 20.20.20.243 | Staff Produksi | Gagal |
| 12 | 20.20.20.242 | Staff Produksi | Gagal |
| 13 | 20.20.20.241 | Staff Engineering | Gagal |
| 14 | 20.20.20.240 | Staff Engineering | Gagal |
| 15 | 20.20.20.239 | Staff Accounting | Gagal |
| 16 | 20.20.20.238 | Staff Accounting | Gagal |
| 17 | 20.20.20.237 | Sstaff administrasi | Gagal |
| 18 | 20.20.20.236 | Staff Gudang | Gagal |

Pada pengujian tabel 6 di atas, yaitu pengujian setelah menerapkan *block browsing* waktu pengujian sekitar jam 08.00 – 12.00 mendapatkan pengguna yang terdapat pada *list IP address block browsing* tidak dapat akses *browsing* internet pada jam 08.00 – 12.00, dan pengguna yang terdapat *list IP address allow browsing* dapat mengakses internet melalui *browser*.

Tabel 7. Hasil Pengujian setelah menerapkan Blok *Browsing* Waktu Pengujian sekitar jam 12.00 – 13.00 atau Waktu Istirahat Makan Siang

| No | Ip Address | Nama Bagian | Akses Browsing Internet |
|----|--------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 20.20.20.253 | Direktur | Berhasil |
| 2 | 20.20.20.252 | Manager Marketing | Berhasil |
| 3 | 20.20.20.251 | Manager Produksi | Berhasil |
| 4 | 20.20.20.250 | Manager Engineering | Berhasil |
| 5 | 20.20.20.249 | Spv Accounting | Berhasil |
| 6 | 20.20.20.248 | Spv Engineering | Berhasil |
| 7 | 20.20.20.247 | Spv Produksi | Berhasil |
| 8 | 20.20.20.246 | Staff Marketing | Berhasil |
| 9 | 20.20.20.245 | Staff Purchasing | Berhasil |
| 10 | 20.20.20.244 | Staff HRD | Berhasil |
| 11 | 20.20.20.243 | Staff Produksi | Berhasil |
| 12 | 20.20.20.242 | Staff Produksi | Berhasil |
| 13 | 20.20.20.241 | Staff Engineering | Berhasil |
| 14 | 20.20.20.240 | Staff Engineering | Berhasil |
| 15 | 20.20.20.239 | Staff Accounting | Berhasil |
| 16 | 20.20.20.238 | Staff Accounting | Berhasil |
| 17 | 20.20.20.237 | Staff administrasi | Berhasil |
| 18 | 20.20.20.236 | Staff Gudang | Berhasil |

Pada pengujian tabel 7 di atas, yaitu setelah menerapkan blok *browsing* waktu pengujian sekitar jam 12.00 – 13.00 atau waktu istirahat makan siang mendapatkan semua pengguna dapat mengakses *browsing* ke internet, karena pada jam tersebut dibolehkan semua karyawan dapat mengakses internet.

Tabel 8. Hasil Pengujian setelah menerapkan *Block Browsing* Waktu Pengujian sekitar jam 13.00 – 17.00

| No | IP Address | Nama Bagian | Akses Browsing Internet |
|----|--------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | 20.20.20.253 | Direktur | Berhasil |
| 2 | 20.20.20.252 | Manager Marketing | Berhasil |
| 3 | 20.20.20.251 | Manager Produksi | Berhasil |
| 4 | 20.20.20.250 | Manager Engineering | Berhasil |
| 5 | 20.20.20.249 | Spv Accounting | Berhasil |
| 6 | 20.20.20.248 | Spv Engineering | Berhasil |
| 7 | 20.20.20.247 | Spv Produksi | Berhasil |
| 8 | 20.20.20.246 | Staff Marketing | Berhasil |
| 9 | 20.20.20.245 | Staff Purchasing | Berhasil |
| 10 | 20.20.20.244 | Staff HRD | Berhasil |
| 11 | 20.20.20.243 | Staff Produksi | Gagal |
| 12 | 20.20.20.242 | Staff Produksi | Gagal |
| 13 | 20.20.20.241 | Staff Engineering | Gagal |
| 14 | 20.20.20.240 | Staff Engineering | Gagal |
| 15 | 20.20.20.239 | Staff Accounting | Gagal |
| 16 | 20.20.20.238 | Staff Accounting | Gagal |
| 17 | 20.20.20.237 | Sstaff Administrasi | Gagal |
| 18 | 20.20.20.236 | Staff Gudang | Gagal |

Pada pengujian tabel 8 di atas, yaitu pengujian setelah menerapkan *block browsing* waktu pengujian sekitar jam 13.00 – 17.00 mendapatkan pengguna yang terdapat pada *List IP address block browsing* tidak dapat akses *browsing* internet pada jam 13.00 – 17.00, dan pengguna yang terdapat *list IP address allow browsing* dapat mengakses internet melalui *browser*.

4. KESIMPULAN

Dari tabel hasil pengujian di atas, sebelum menerapkan *blocking browsing* akses internet dari semua pengguna dapat mengakses *browsing* internet. Pada hasil pengujian setelah menerapkan *block browsing* waktu pengujian sekitar jam 08.00 sampai jam 12.00 pengguna yang termasuk pada *list IP address allow browsing* dapat mengakses internet, sedangkan pengguna yang tidak masuk pada *list allow browsing* tidak dapat *browsing* internet. Hasil pengujian setelah menerapkan blok *browsing* waktu pengujian sekitar jam 12.00 sampai jam 13.00 atau waktu istirahat makan siang, semua karyawan dapat mengakses *browsing* internet, hasil pengujian yang terakhir pengujian setelah menerapkan blok *browsing* waktu pengujian sekitar jam 13.00 sampai jam 17.00, karyawan yang masuk pada *list IP address allow browsing* dapat mengakses *browsing* internet dan karyawan yang *IP address* nya tidak masuk pada *list allow browsing*

tidak dapat akses *browsing* internet, ini menunjukkan dengan metode *filter* pada *firewall router mikrotik* dapat melakukan limit akses *browsing* internet pada jam kerja di salah satu perusahaan *engineering* di Cikarang. Tentunya kebijakan ini hanya digunakan untuk bekerja pada kantor atau *work form office*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada LPPM STMIK Bani Saleh yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian dosen internal di STMIK Bani Saleh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nugroho and Y. Handrianto, "File *Sharing Server* menggunakan *Samba Server* dan *Linux Ubuntu 12.04 Server*," *Paradig. - J. Komput. dan Inform.*, vol. 18, no. 2, pp. 11–17, 2016.
- [2] Z. M. Subekti, "Implementasi Keamanan Akses *Sharing Folder* pada *Windows 10*," vol. 11, no. 1, 2021.
- [3] M. A. Sutisna, M. T. Informasi, U. A. Dahlan, I. Riadi, M. Kom, and J. Soepomo, "Analisa Forensik pada *Email Spoofing*," *J. Teknol. Terpadu*, vol. 4, no. 1, pp. 38–43, 2018.
- [4] R. Muzawi, and R. Hardianto, "Perancangan Server dan Analisis *Quality of Service (QoS)* Jaringan *Diskless PXE Linux* pada *Laboratorium Komputer STMIK-Amik-Riau*," *J. INOVTEK POLBENG-Seri Informatika*, vol. 1, no. 1, 2016.
- [5] A. T. Laksono and M. A. H. Nasution, "Implementasi Keamanan Jaringan Komputer *Local Area Network* menggunakan *Access Control List* pada Perusahaan X," *J. Sist. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 2, p. 83, 2020.
- [6] N. Suryana, "Perancangan Penggunaan *Firewall* dan *Proxy Server* untuk Membatasi Hak Akses Internet," *J. Sutet*, vol. 8, no. 1, pp. 44-53, 2019.
- [7] I. W. D. Alfian Aji Saputra, "Implementasi *Access Control List* menggunakan *Mikrotik* pada SMK Budi Mulia Tangerang," *Jurnal IDEALIS*, vol. 1, no. 5, pp. 401–408, 2019.
- [8] Noviansyah, "Pemanfaatan *Web Proxy* sebagai Pengoptimal Keamanan," *J. KhatuListiwa Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 34–39, 2020.
- [9] R. D. H. Ontoseno, M. N. Haqqi, and M. Hatta, "Limitasi Pengguna Akses Internet berdasarkan Kuota Waktu dan Data menggunakan *PC Router Os Mikrotik*," *Tek. Eng. Sains J.*, vol. 1, no. 2, p. 125, 2017.
- [10] M. Siddik, "Implementasi *Mikrotik Router Board 750* sebagai *Firewall* Blok Situs pada Jaringan LAN," *JURTEKSI (Jurnal Teknol. dan Sist. Informasi)*, vol. 3, no. 2, pp. 70–75, 2019.



PENGEMBANGAN APLIKASI PERMAINAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN *MODEL-DRIVEN GAME DEVELOPMENT*

Umair¹, Hilmy Abidzar Tawakal²

^{1,2}Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri
Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia 12640
umairbijeh@gmail.com, hilmiat@nurulfikri.ac.id

Abstract

Computer games empirically prove to complement metacognitive abilities that cannot obtain through ordinary mathematics education. Game-based learning also shows to increase engagement, motivation, critical thinking, and learning skills. However, the process of developing learning games requires collaboration with various parties who have different backgrounds. The model-driven development approach simplifies communication and collaboration between parties with different backgrounds because it uses a modeling language easily understood by various parties. The Usability Testing that the authors get by using a questionnaire states that this game's usability rate is 87.22%. The test also shows that educational games with the platformer genre can encourage players to learn.

Keywords: *Model-driven, game development, pola, matematika*

Abstrak

Permainan komputer secara empiris terbukti mampu melengkapi kemampuan metacognitive yang tidak didapatkan melalui pendidikan matematika biasa. Pembelajaran berbasis permainan juga terbukti meningkatkan keterikatan, motivasi, berfikir kritis, dan keterampilan belajar. Namun demikian proses pengembangan permainan untuk pembelajaran membutuhkan kolaborasi dengan berbagai pihak yang memiliki latar belakang yang berbeda. Pendekatan *model-driven game development* mempermudah proses komunikasi dan kolaborasi antar pihak dengan latar belakang yang berbeda karena menggunakan bahasa pemodelan yang mudah difahami berbagai pihak. Hasil dari *Usability Testing* yang didapatkan melalui kuesioner menunjukkan bahwa aplikasi permainan yang dihasilkan memiliki nilai *usability* 87,22%. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa permainan edukasi dengan jenis *platformer* mampu mendorong minat pemain untuk belajar.

Kata kunci: *Model-driven, game development, pola, matematika*

1. PENDAHULUAN

Salah satu layanan digital yang populer di Indonesia adalah *mobile game*, di mana sampai dengan bulan Juni 2014, terdapat sebanyak 48% pengguna yang bermain *game* di *mobile phone* milik mereka setiap hari. Hal ini dikuatkan pula dengan berdasar pada penelitian yang dilakukan oleh MoboMarket di Indonesia [1]. Sampai dengan bulan Maret tahun 2015, *mobile game* merupakan aplikasi yang paling banyak diminati oleh pengguna *smartphone* Android dengan persentase sebanyak 45.61%, lebih banyak dibanding aplikasi sosial media (11.64%) dan aplikasi fotografi (10.20%).

Berdasarkan distribusi 500 jenis *mobile game* teratas, *mobile game* untuk anak-anak menempati urutan ke-7 dengan persentase sebanyak 5.02%. Hal ini berbanding

terbalik dengan jumlah pencarian aplikasi, di mana aplikasi untuk anak-anak merupakan aplikasi dengan tingkat pencarian paling tinggi dengan persentase sebanyak 58.41%. Padahal *game* juga merupakan salah satu bentuk edukasi untuk anak-anak. Melalui *game* edukasi, anak-anak dapat belajar sambil bermain. Anak-anak tidak merasa terbebani dengan pembelajaran karena dilakukan dengan cara yang menyenangkan. Belajar melalui permainan terbukti meningkatkan keterikatan, motivasi, berfikir kritis, serta kemampuan belajar [2].

Bentuk edukasi yang penting untuk diajarkan pada anak adalah edukasi mengenai pola matematika. Menurut Susan Sperry Smith dalam buku *Early Childhood Mathematics* [3], mencari pola merupakan salah satu bentuk logis dalam memecahkan masalah. Ketika terdapat urutan angka yang

terlibat pada masalah tersebut atau ketika tabel data dapat diatur ke dalam pola, dapat dihasilkan sebuah aturan yang digunakan untuk membuat prediksi tentang solusi secara umum. Aturan tersebut dapat diubah menjadi sebuah formula dan diaplikasikan ke dalam situasi lain yang memiliki kemiripan.

Pengembangan aplikasi permainan untuk pendidikan harus melibatkan berbagai pihak dengan beragam latar belakang, seperti pendidikan dan psikologi. Karenanya diperlukan suatu metode pengembangan game yang mampu menjembatani proses komunikasi dan kolaborasi berbagai pihak dengan latar belakang yang beragam. Pendekatan *model-driven game development* mampu memudahkan proses kolaborasi tersebut [4]. Melihat latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan aplikasi permainan dengan pendekatan *model-driven game development* untuk pembelajaran pola matematika melalui cerita bergambar.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mobile Games

Mobile games secara umum disebut sebagai *game* yang dimainkan di perangkat genggam (*handheld*) seperti telepon genggam dan PDA dengan fungsi komunikasi nirkabel. Dalam hal portabilitas dan *networkability*, karakteristik *mobile game* yang berbeda dari *platform* yang lain perangkat seperti PC dan *console game* yang tidak memiliki portabilitas dan kemampuan nirkabel. Peserta didik lebih mudah disiapkan untuk menggunakan perangkat *mobile* untuk belajar karena perangkat *mobile* adalah hal yang menarik untuk digunakan [5]. Selain itu menurut U. Ritterfield, M. J. Cody, dan P. Vorderer [6], *game* berbasis skenario pembelajaran sering disebut sebagai lingkungan belajar yang memotivasi dan memenuhi kebutuhan generasi muda.

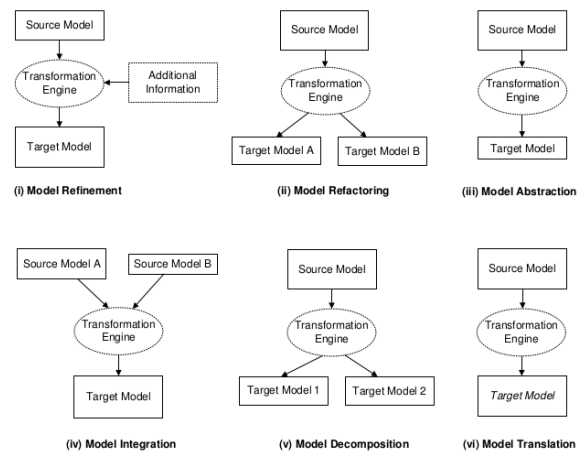
Permainan komputer secara empiris terbukti mampu melengkapi kemampuan *metacognitive* yang tidak didapatkan melalui pendidikan matematika biasa. Kemampuan *metacognitive* yang mampu ditingkatkan antara lain: (a) *multitasking*, (b) *land navigation*, (c) *teamwork*, (d) *bottom-up approach to problem solving*, dan (e) *concentration skills* [7]. Pembelajaran berbasis permainan juga terbukti meningkatkan keterikatan, motivasi, berfikir kritis, dan keterampilan belajar. Suasana belajar dengan permainan juga menjadi lebih dinamis, kreatif dan menantang [2].

B. Model-Driven Game Development

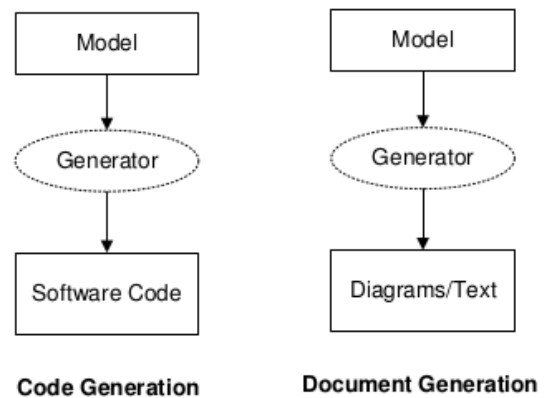
Pengembangan aplikasi permainan dengan mendekati *model-driven* adalah pengembangan aplikasi dengan terlebih dahulu membuat model yang merepresentasikan aplikasi yang akan dibuat. Model dapat digambarkan dengan dokumen standar seperti layaknya dokumen pengembangan *software* pada umumnya. Pendekatan ini

memang membutuhkan *initial cost* karena pendekatan ini memerlukan proses *modeling* sebelum *game* dibuat, proses *modeling* ini membutuhkan sumber daya tambahan di awal proses pembuatan *game*. Namun proses pembuatan model ini menjadi alat yang efektif untuk proses komunikasi dan kolaborasi antar pihak dengan latar belakang yang berbeda [7].

Pendekatan *model-driven game development* juga mampu meningkatkan produktifitas dan kecepatan pembuatan program setelah model telah dibuat. Aplikasi pembuatan *game* sudah memungkinkan proses *generate code* langsung dari model. Hal ini tentu saja akan mempercepat dan meningkatkan proses pembuatan *game* [8]. Gambar 1 menunjukkan proses transformasi dari model ke model. Sedangkan gambar 2 menunjukkan proses transformasi dari model ke kode.



Gambar 1. Proses Transformasi *Model-To-Model* [7]



Gambar 2. Proses Transformasi *Model-To-Artifact* [7]

C. Pembelajaran Pola

Menurut Dodge, D. T., Colker, L. J., & Heroman, C pada buku *The Creative Curriculum for Preschool*, pola adalah sebuah susunan yang teratur dari benda, bentuk ataupun angka [9]. Sedangkan dalam buku *Mahkota Permata Yang Hilang* (Seri Genius Matematika, #2, Pola) yang diterjemahkan oleh Simamora, Pola adalah angka atau

bentuk yang disusun dalam urutan tertentu. Segala sesuatu yang dapat dilihat dan didengar memiliki irama sendiri, dan segala sesuatu yang berirama dapat dikatakan memiliki pola. Pola bisa ditemukan pada kehidupan sehari-hari. Pergantian hari, pergantian musim, lagu yang memiliki bunyi-bunyian yang berulang-ulang, dan bentuk sisik ikan yang berulang-ulang merupakan contoh pola pada kehidupan sehari-hari [10].

Pembelajaran pola menjadi hal yang penting dikarenakan pola merupakan salah satu pendekatan dalam pemecahan masalah. Menurut Susan Sperry Smith [3], mencari pola merupakan salah satu bentuk logis dalam memecahkan masalah. Ketika terdapat urutan angka yang terlibat pada masalah tersebut atau ketika tabel data dapat diatur ke dalam pola, dapat dihasilkan sebuah aturan yang digunakan untuk membuat prediksi tentang solusi secara umum. Aturan tersebut dapat diubah menjadi sebuah formula dan di aplikasikan ke dalam situasi lain yang memiliki kemiripan.

D. *Game Platformer*

Platformers adalah suatu *genre video-game* yang bertitik berat kepada pemain untuk mengontrol karakter yang berjalan dan melompat ke sebuah *platform*, lantai, tepian, tangga atau objek lain yang digambarkan dalam layar permainan tunggal atau bergulir (horizontal dan vertikal). *Platformer* sering juga disebut sebagai *sub-genre* dari *game aksi* [11].

E. Penelitian Terkait

Penelitian yang berhubungan dengan pengembangan *mobile game* edukasi sudah pernah dilakukan sebelumnya, akan tetapi yang mengimplementasikan *mobile game* menggunakan pembelajaran pola dengan *genre platform* belum pernah dilakukan. Pada penelitian pertama, permainan dibuat dalam bentuk *mobile game*. *Game* ini menyalurkan ilmu pola matematika menggunakan cerita bergambar. Dengan menggunakan cerita bergambar, karakter pemain akan diberikan suatu masalah berbentuk *puzzle* pola matematika yang harus diselesaikan oleh pemain untuk menyelesaikan permainan. Pola yang digunakan adalah pola non-numerik yang dalam penelitian ini menggunakan objek buah sebagai elemen polanya.

Pada penelitian kedua, permainan dibuat dalam bentuk *mobile game*. *Game* ini berisikan list materi mengenai ilmu pengetahuan alam yang di dalamnya terdapat materi inti dan kuis terkait dengan materi tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan minat belajar ilmu pengetahuan alam dari siswa sekolah dasar. Dengan sistem skor/nilai yang tertanam di dalam *game* membuat siswa siswi menjadi lebih antusias dan kompetitif terhadap pelajaran tersebut.

Berikutnya adalah penelitian mengenai aplikasi *mobile game* edukatif dengan materi inti matematika yang berbasis Android. Pada penelitian ini, materi matematika tidak disuguhkan secara langsung, melainkan menggunakan

genre endless runner untuk menambah antusias pemain terhadap aplikasi tersebut. Materi matematika disuguhkan ketika sang pemain berpapasan dengan musuh. Untuk mengalahkan musuh tersebut dan melanjutkan permainan, pemain harus menyelesaikan kuis matematika berbentuk pilihan ganda.

Sedangkan pada penelitian ini akan dibuat permainan pembelajaran pola matematika ber-*genre platformer*. *Genre platformer* pada penelitian ini diterapkan dengan tujuan menambah antusias pemain dan membuat pembelajaran terkesan lebih menyenangkan. Dalam aplikasi permainan ini akan dibuat *Non Playable Character* atau yang biasa disebut dengan NPC sebagai sarana penyaluran pembelajaran. Pemain diharuskan untuk menyelesaikan semua misi yang diberikan untuk menyelesaikan permainan dalam *level* tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-kualitatif. Metode deskriptif-kualitatif dipilih karena pada penelitian ini dilakukan pengukuran mengenai hasil penelitian yang didapatkan melalui proses survei dan wawancara. Proses survei memang merupakan metode yang lazim digunakan pada penelitian terkait pengembangan aplikasi permainan untuk pembelajaran [12]. Hasil dari kuesioner ini berupa dan wawancara disimpulkan dengan dalam bentuk deskriptif. Tahapan-tahapan penelitian ini terdiri dari beberapa langkah berikut:

1. *Requirement: requirement* adalah proses identifikasi semua persyaratan *game* sebagai bagian dari perangkat lunak yang harus memenuhi tujuan dan harapan *game*. Dokumen ini harus memiliki desain untuk antarmuka utama permainan, layar *shell*, mekanika *game*, desain seni, dan *content* seperti misi, tingkat, dan teka-teki. Hasil keluaran dari proses ini adalah *Use Case Model*.
2. *Analysis*: tujuan dari tahap analisis persyaratan dokumen desain teknis adalah untuk mengambil model *use case* dari permainan, yang menggambarkan permainan dalam hal interaksi pemain, dan menciptakan model analisis permainan di tingkat tertinggi desain teknis untuk pengembang aplikasi.
3. *Design*: setelah dilakukan analisa persyaratan, maka tahap selanjutnya adalah membentuk desain dari pendefinisian kebutuhan *user* tersebut dengan menggunakan UML antara lain *class diagram*, *sequence diagram*, *activity diagram*, *component diagram*.
4. *Implementation*: proses selanjutnya setelah desain adalah proses implementasi. Pada proses ini desain yang telah dibuat dibentuk ke dalam kode program hingga siap untuk dilakukan uji coba.

Adapun untuk mengembangkan aplikasi *mobile game* ini, dilakukan dengan menggunakan tahapan berikut:

Describing The Game, Defining The Event Flow, Creating The Object, Adding Sound and Music, dan Tracking Scores.

A. Describing The Game

Pada tahap ini, penulis mendeskripsikan bagaimana *game* akan berjalan. Di sini digambarkan seorang tokoh karakter yang akan melakukan petualangan. Dalam melakukan petualangan, tokoh karakter akan menemukan halangan dalam berbentuk pola.

B. Defining The Event Flow

Pada tahap ini penulis akan merencanakan bagaimana *flow* dari *game* akan berjalan. *Game* akan terbagi menjadi beberapa *stage*. Setiap *stage* memiliki *challenge* tentang pola.

C. Creating The Object

Pada tahap ini penulis akan merancang *object* yang akan digunakan di dalam *game* antara lain karakter yang akan dimainkan, *scene* dalam cerita, *scene* dalam *game*, dan lain-lain.

D. Adding Sound and Music

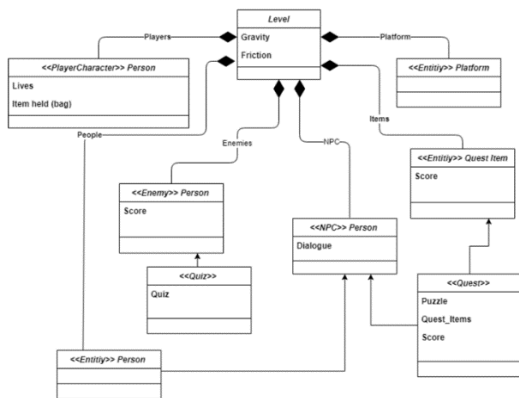
Pada tahap ini penulis akan menambahkan musik dan suara untuk menemani pemain saat membaca cerita dan saat bermain menyusun pola.

E. Tracking Scores

Pada tahap ini penulis akan menambahkan *tracking score*, setelah pemain menyelesaikan permainan pola di setiap *stage*. Pemain akan diberikan *score* berupa bintang. Jumlah bintang yang didapat tergantung dari jumlah soal yang terjawab dengan benar. Pemain dapat mengulang *stage* yang telah dimainkan untuk mendapatkan *score* bintang yang lebih baik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

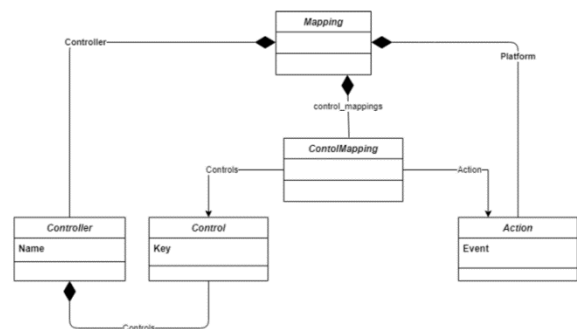
Berdasarkan hasil analisis, penulis membuat daftar fitur terkait kebutuhan yang diperlukan dalam aplikasi permainan ini yang dibuat dalam bentuk diagram model. Diagram model adalah bagian dari *model-driven game development* yang merupakan rancangan fitur yang digunakan dalam pengembangan aplikasi dengan metode ini. Pada gambar 3 ditampilkan model diagram dari perancangan permainan ini berdasarkan proses analisis.



Gambar 3. Model Diagram dari Aplikasi Permainan yang akan Dikembangkan

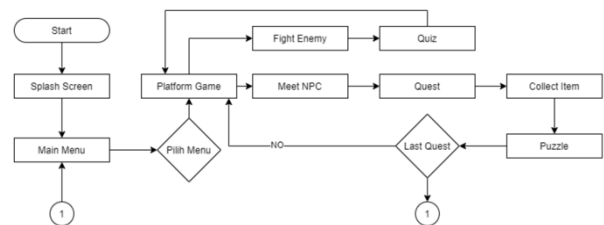
Permainan *platformer 2D* (dimensi) dapat di spesifikasikan menggunakan *class diagram* dengan tambahan *stereotype*. *Stereotype* adalah suatu profil kelas yang menjelaskan bagaimana suatu *metaclass* yang ada dapat diperluas. Sebagai bagian dari profil dan perluasan ini memungkinkan pembuatan elemen model yang cocok untuk domain masalah, dalam kasus ini adalah permainan *platformer 2D*. Contohnya *stereotype* *PlayerCharacter* menjelaskan entitas yang dikendalikan oleh pemain dan *stereotype* *enemy* mendefinisikan entitas *game* yang dikendalikan oleh sistem permainan yang akan melawan pemain utama. Ada pula *stereotype* entitas yang menjelaskan entitas permainan pasif lainnya seperti *Platform* dan *Quest* item.

Diagram controller adalah *Platform-Specific Model* (PSM). Target *Technology Platform* mencakup perangkat keras tempat permainan akan dimainkan. Di masa sekarang ini ada banyak variasi dari target *technology platforms* seperti PC, *flatbed* dan *handheld console* (seperti PSP, PSvita, Switch), *arcade*, *mobile phone*, dan lain sebagainya. Aspek pengembangan ini dapat diotomatisasi melalui penggunaan *Platform-Specific Model* seperti diagram yang digunakan oleh penulis. Gambar 4 menjelaskan diagram *meta controller* dari permainan yang dikembangkan.



Gambar 4. 2D Platformer Meta-Controller Model Diagram

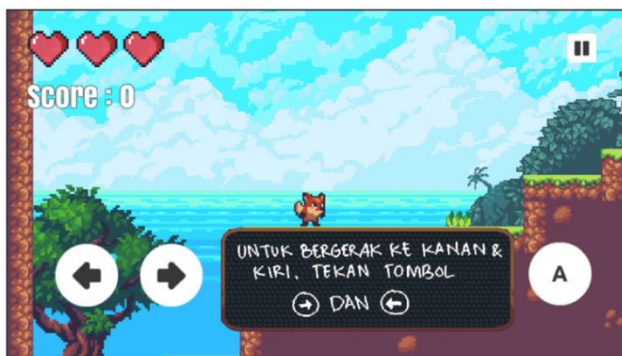
Keseluruhan alur dari permainan yang dikembangkan pada penelitian ini digambarkan melalui diagram pada gambar 5. Diagram pada gambar 3 merupakan bagan alir keseluruhan permainan dari memulai permainan hingga selesai.



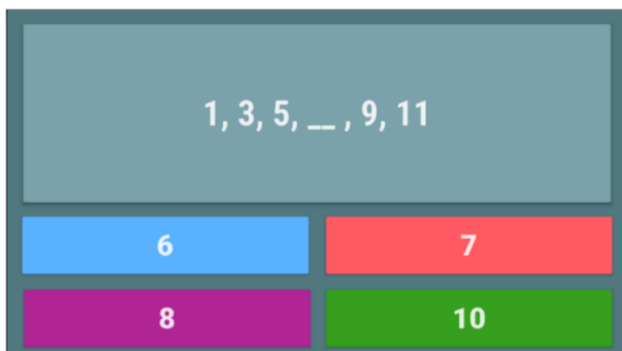
Gambar 5. Alur Aplikasi Permainan

Permainan yang dikembangkan mengakomodir bentuk pembelajaran matematika dalam bentuk *quiz* dan *puzzle*. Kemunculan *quiz* dan *puzzle* ini terjadi berdasarkan proses penjelajahan dari pemain dalam permainan. Gambar 6 menunjukkan proses eksplorasi permainan yang dikembangkan, sedangkan gambar 7 dan 8 merupakan

contoh halaman *quiz* dan *puzzle* yang ditampilkan pada permainan ini.



Gambar 6. Alur Aplikasi Permainan



Gambar 7. Alur Aplikasi Permainan



Gambar 8. Alur Aplikasi Permainan

Setelah permainan yang dikembangkan pada penelitian ini selesai, maka dilakukan proses pengujian sistem dengan *black-box testing* untuk menguji apakah seluruh fitur yang dikembangkan dapat berjalan dengan baik. Selanjutnya permainan ini diujikan pada pengguna. Adapaun target dari proses pengujian aplikasi permainan ini adalah anak usia SD kelas 5 serta guru matematika.

Pada proses pengujian *black-box testing*, aplikasi mampu berjalan sesuai dengan perancangan yang dilakukan, namun ada sedikit kendala dari sisi performa aplikasi ketika mengakses fitur permainan *puzzle*. Aplikasi berjalan sedikit lebih lambat dibandingkan tampilan lainnya, namun masih dalam batas kewajaran. Sedangkan untuk *usability testing*, aplikasi ini mendapatkan skor cukup baik, yakni 87.22%.

Skor tertinggi didapatkan pada proses navigasi permainan yang dianggap mudah, konsisten, dan sederhana. Sedangkan, nilai terendah pada poin di mana pengguna masih mampu untuk membuat permainan memunculkan kesalahan.

5. KESIMPULAN

Dari hasil wawancara yang disertakan dengan kuesioner *usability testing*, dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis *platformer* dalam permainan edukasi dapat memberi sedikit dorongan baru terhadap pemain untuk belajar mengenai suatu ilmu pengetahuan baru. Akan tetapi, aspek yang sebenarnya memberikan dorongan yang lebih besar datang dari sisi kompetitifnya. Sisi kompetitif yang diadaptasikan oleh penulis dalam permainan ini adalah sistem "*highscore*" atau "nilai tertinggi". Nilai *usability testing* sebesar 87.22% menunjukkan aplikasi permainan ini sangat layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran matematika.

Dalam pembangunan aplikasi permainan ini, penulis menggunakan pendekatan pengembangan aplikasi *model-driven game development*, hal ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu *envisioning*, *iteration modeling*, *model storming*, *test-driven development*, dan yang terakhir adalah *review*. Pada pengembangan aplikasi permainan berbasis android ini, penulis menggunakan *Game Engine Unity* dengan fokus *build* Android. Pendekatan *model-driven game development* terbukti mampu menuangkan proses pembelajaran pada bentuk permainan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MoboMarket, "Q1 2015 Indonesia Mobile Data Report Based on MoboMarket Users Data Research," 2015.
- [2] S. Viswanathan and B. Radhakrishnan, "A Novel Game Design Methodology for STEM Program," *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, Vol. 8, No. 4, pp. 1-17, 2018.
- [3] S. S. Smith, "Early Childhood Mathematics," 2009.
- [4] S. Tang and M. Hanneghan, "State-of-The-Art Model Driven Game Development: A Survey of Technological Solutions for Game-Based Learning," *Journal of Interactive Learning Research*, Vol. 22, No. 4, pp. 551-605, 2011.
- [5] B. Schmitz, R. Klemke, M. Specht, M. Hoffmann, R. Klamma, "Developing a Mobile Game Environment to Support Disadvantaged Learners," *In 2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 223-227, 2012.

- [6] U. Ritterfeld, M. Cody, P. Vorderer (Eds.), "*Serious Games: Mechanisms and Effects*," Routledge, 2009
- [7] S. T. Yong, P. Gates, A. T. Y. Chan, "*Similarities and Differences in Learning of Metacognitive Skills: Computer Games Versus Mathematics Education*," *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, Vol. 9, No. 1, pp. 1-14, 2019.
- [8] E. M. Reyno, J. Á. C. Cubel, "*Model Driven Game Development: 2D Platform Game Prototyping*," In *GAMEON*, pp. 5-7, 2008.
- [9] D. T. Dodge, L. J. Colker, C. Heroman, "*The Creative Curriculum [R] for Preschool*," Fourth Edition, 2001.
- [10] Rosi L. Simamora (Penterjemah), "Mahkota Permata yang Hilang (Seri Genius Matematika, #2, Pola)," Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2010.
- [11] M. Klappenbach, "*Lifewire*," dotdash, 27 November 2019. [Online]. Available: <https://www.lifewire.com/what-is-a-platform-game-812371>. [Diakses 25 January 2020].
- [12] B. Selic, "*The Pragmatic of Model-Driven Development*," IEEE Computer Society, 2003.



PERANCANGAN VISUALISASI “DRIVER MACHINE INTERFACE DISPLAY” PADA KERETA API BERBASIS ATO/ATP MENGGUNAKAN APLIKASI VISUAL STUDIO

Agustinus Prasetyo Edy Wibowo¹, Febi Wiratama Putra²

^{1,2} Teknik Elektro Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia
Madiun, Jawa Timur, Indonesia 63161
agustinus@api.ac.id, febi.tep1625@taruna.api.ac.id

Abstract

The Onboard System is a part of the CBTC's automated routes. Communication Base Interlocking (CBTC) is a train technology system that implements now. The train technology system in Indonesia applies to MRT and LRT trains. On the MRT that is applying Grade Of Automation 2 and LRT apply Grade Of Automation 1. GOA is a system that regulates the automation of train control systems. Onboard System is often an obstacle; namely, the driver has difficulty knowing the train's condition. Therefore, there needs to be a system design that helps the driver know the train's condition. This research method consists of observation, design, and testing of the system. System design makes so that the driver can make it easier to know the train's condition. This research method consists of observation, design, and testing of the system. The system's design makes so that the driver can make it easier to know the condition of the train. Testing is conducted that is a test function receive data from the side of Radio Block Control with On-board can be processed by its function. The test results showed that receiving and processing data on The On-board can be done by its function. From the tests that have conducted with the experiment of 20 route simulations formed by the system, the system was successfully run at a speed of 70 - 90 km and displayed according to inputs from the Radio Block Control database with ATO and ATP modes—assuming a series of 10 trains weighing 38 tons, one locomotive weighing 84 tons and passenger occupancy of 100%.

Keywords: *Communication Base Interlocking (CBTC), On-board, Driver Machine Interface (DMI), Design.*

Abstrak

Onboard System merupakan salah satu bagian komponen dari route otomatis pada CBTC. Communication Base Interlocking (CBTC) merupakan sistem teknologi kereta yang diterapkan sekarang. Sistem teknologi kereta tersebut di Indonesia diterapkan pada kereta MRT dan LRT. Pada MRT yaitu menerapkan Grade Of Automation 2 dan LRT menerapkan Grade Of Automation 1. GOA adalah sistem yang mengatur tentang otomatisasi pada sistem kontrol kereta. Pada Onboard System ini sering terjadi kendala, yaitu masinis kesulitan mengetahui kondisi kereta. Oleh sebab itu perlu adanya desain system yang membantu masinis mengetahui kondisi kereta. Metode penelitian ini terdiri dari observasi, design dan pengujian sistem. Design sistem dibuat agar masinis dapat memudahkan untuk mengetahui kondisi kereta. Pengujian dilakukan yaitu uji fungsi menerima data dari sisi Radio Blok Control dengan On-board dapat diproses sesuai dengan fungsinya. Dari hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa fungsi menerima dan memproses data pada On-board dapat dilakukan sesuai dengan fungsinya. Dari pengujian yang telah dilakukan dengan percobaan 20 simulasi rute yang dibentuk oleh sistem seluruhnya berhasil dijalankan dengan kecepatan 70 – 90 km dan ditampilkan sesuai dengan inputan dari database Radio Blok Control dengan mode ATO dan ATP. Dengan asumsi rangkaian 10 kereta dengan berat 38 ton, 1 lokomotif dengan berat 84 ton dan okupansi penumpang 100%.

Kata kunci: *Interlocking berbasis komunikasi, gerbong kereta, tampilan visual pengemudi, desain*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kereta api di wilayah Jabodetabek mengalami peningkatan yang signifikan, hal ini harus diimbangi

dengan pengembangan sistem kereta api yang dapat secara efektif dan efisien membantu masyarakat melakukan mobilitas. *Communication Base Train Control (CBTC)*

disebut dengan Sistem Kendali Kereta Jarak Jauh yang menggunakan *frequency* radio sebagai komunikasi data antar subsistem yang terintegrasi [1][2]. Pada sistem CBTC menggunakan sinyal telekomunikasi antar jalur dengan rangkaian kereta dapat terpantau secara akurat dan ditampilkan kepada Pusat Kendali (PK). Kelebihan sistem ini yaitu, lebih efisien, akurat, dan aman dibandingkan menggunakan sistem blok terbuka konvensional dengan mengandalkan kepekaan serta konsentrasi masinis dalam melihat aspek sinyal yang digunakan kereta api di Indonesia pada saat ini untuk menambah kapasitas lintas. Sistem CBTC ini baru digunakan oleh MRT Jakarta dengan konsep *Automatic Train Operation/Automatic Train Protection*.

Sistem CBTC dibagi empat bagian penting yaitu peralatan *Automatic Train Supervisory* (ATS) yang terletak di *Operation Control Center* (OCC), peralatan *Wayside* di stasiun dan sepanjang jalur kereta, jaringan data komunikasi yang menghubungkan antara peralatan *Wayside* dan *On-board*, peralatan *On-board* yang berada di dalam kereta [2].

Namun Sistem CBTC khususnya untuk pembuatan tampilan pada *On-board* kereta dinilai terlampaui mahal dan belum tentu bisa diterapkan pada kereta konvensional. sehingga peneliti melakukan inovasi pada *On-board* kereta dengan acuan sistem kereta MRT dengan merancang visualisasi “*Driver Machine Interface Display* pada Kereta Api berbasis ATO/ATP menggunakan Aplikasi Visual Studio”. Sebelum membuat perancangan visualisasi *driver machine interface* pada kereta berbasis ATO/ATP berbasis aplikasi visual audio, peneliti mengidentifikasi bagaimana model visual dari *On-board* kereta yang berbasis ATP/ATO dan menganalisis bagaimana *system model* visual dari *On-board* kereta berbasis ATP/ATO. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan perancangan visual *driver machine interface display*. Dan untuk mengetahui keandalan perancangan *driver machine interface display*.

Hasil penelitian Sari (2017) mengemukakan bahwa perancangan aplikasi kepegawaian dengan menggunakan program visual audio dapat memudahkan sistem informasi yang sesuai dengan kebutuhan dalam menangani data-data karyawan [3]. Hasil penelitian Ninuk Wiliani (2017) mengemukakan bahwa rancangan bangun aplikasi tiket dengan menggunakan Visual Basic 2010 dan MySQL dapat memudahkan transaksi pembayaran disuatu lokasi. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian diatas penulis lebih menekankan pada metode yang digunakan dalam pengujian yang dilakukan yaitu uji fungsi menerima data dari sisi Radio Blok Control dengan *On-board* [4].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model *Waterfall* dengan tahapan sebagai berikut [2]:

a. Analisis Sistem

Visual yang dibuat oleh penulis ini mengacu dalam sistem *On-board* kereta MRT yang telah menggunakan CBTC akan tetapi ada beberapa hal yang perlu digaris bawahi yaitu visual yang dibuat akan diterapkan pada kereta konvensional.

b. Design sistem

Dalam proses *design* visual ini ada 4 hal yang harus terpenuhi guna menginformasikan tentang kereta operasi antara lain: kecepatan kereta, batas kecepatan kereta yang ditentukan dari *Radio Block Control*, status peralatan yang ada di kereta, dan model operasi yang digunakan kereta.

Penulis memperoleh data primer secara langsung dari kegiatan observasi di PT MRT Jakarta selama Praktik Kerja Lapangan di DAOP 1 Jakarta dan proses pengerjakan langsung dan pengujian secara program dengan belajar dari modul-modul *E-book* dari internet. Observasi digunakan untuk memperoleh dan mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk membuat *On-board System* pada kereta MRT Jakarta. Sedangkan data sekunder dari modul-modul pembelajaran tentang pemrograman Visual C# pada *E-book* di internet dan Gapeka *realtime* serta batas kecepatan pada *Radio Blok Control*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

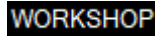







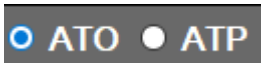

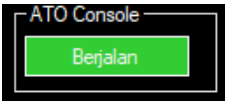
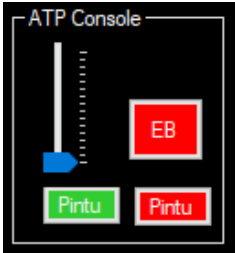
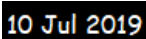
Berdasarkan hasil observasi pada MRT pada saat PKL Utama yaitu dengan cara wawancara kepada operator OCC dan masinis kereta. Hasil wawancara tersebut mengemukakan, bahwa: 1) CBTC MRT menggunakan *Grade Of Accuisision* (GOA) 2 yaitu masinis masih melakukan aktifitas berupa memencet tombol berangkat, 2) *Onboard system* pada kereta bekerja setelah menerima inputan dari *wayside* radio yang muncul pada DMI kabin masinis berupa maksimal kecepatan, jarak stasiun berikutnya, mode operasi. Setelah mengetahui kondisi di lapangan, penulis mendesain Visual DMI yang bertujuan untuk memudahkan masinis mengetahui kondisi kereta.



Gambar 1. *Driver Machine Interface*

Tabel 1. Keterangan Indikator pada Visual DMI

| Deskripsi Indikator | Gambar |
|--|--------|
| Nomor kereta /Train ID | |
| Nomor jalur yang akan terduduki ketika tiba di stasiun | |
| Nomor Kru yang bertugas | |


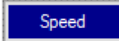



| | |
|---------------------------------------|---|
| Stasiun Tujuan |  |
| Batas Kecepatan |  |
| Jarak tempuh |  |
| Indikator kecepatan kereta |  |
| Jarak dari signal A ke B |  |
| Indikator pintu tertutup dan waktunya |  |
| Alarm warning kecepatan |  |
| Alarm berhenti darurat |  |
| Mode operasi |  |
| Tombol menu |  |
| Tombol berjalan ATO |  |
| Tuas dan tombol-tombol mode ATP |  |
| Tanggal dan jam |  |

Dari tabel di atas terdapat *button* yang dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu ATP konsol, ATO konsol dan menu bar yang memiliki fungsi, antara lain: 1) menunjukkan pilihan mode operasi yang akan digunakan, 2) *Button RBC View* digunakan untuk melihat rute selanjutnya jika kereta telah tiba di stasiun akhir. Dari *coding-an* di atas yaitu akan menampilkan data dari *database Radio Blok Control* agar masinis dapat melihat rute. Jika *radio button* ATO dipilih akan menampilkan konsol ATO dan menjalankan sistem kereta otomatis sesuai dengan perintah dari *Database Radio Blok Control*. Jika *radio button* ATP dipilih maka akan menampilkan konsol ATP dan menjalankan sesuai dengan *button-button* yang ada pada konsol serta *trackbar* sebagai realisasi kecepatan [4][5].

Pengujian fungsi visual *Driver Machine Interface* dibagi menjadi 3 pengujian sistem, yaitu:

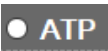
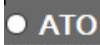
1. Pengujian Fungsi *Button* pada Program Visual
 Pada program visual ini ada 6 tombol, 1 *trackbar*, 2 *radio button* yang dapat digunakan oleh masinis guna membantu menjalankan kereta. Pengujian ini dilakukan agar tombol-tombol tersebut berfungsi sebagaimana fungsinya. Berikut pengujiannya:

Tabel 2. Hasil Pengujian *Button*

| Button | Fungsi | Hasil |
|---|--|-------------------|
|  | Memberhentikan kereta pada mode operasi ATP jika dalam keadaan darurat. | OK, sesuai fungsi |
|  | Menampilkan indikator-indikator kereta yang digunakan masinis untuk mengetahui kondisi kereta. | OK, sesuai fungsi |
|  | Menampilkan rute selanjutnya yang telah dibuat oleh RBC. | OK, sesuai fungsi |
|  | Menampilkan indikator pintu kereta bahwa pintu tertutup. | OK, sesuai fungsi |
|  | Menampilkan indikator kereta bahwa pintu terbuka. | OK, sesuai fungsi |
| | Menghapus rute lama dan menjalankan kereta sesuai dengan rute baru yang telah masuk. | OK, sesuai fungsi |

Dari tabel diatas dapat disimpulkan dari 6 *button* yang diprogram maka seluruhnya berjalan sesuai dengan fungsi masing-masing.

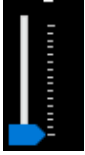
Tabel 2. Hasil Pengujian *Radio Button*

| Radio Button | Fungsi | Hasil |
|--|---|-------------------|
|  | Operasi manual yang dijalankan sesuai pada ATP konsol dengan realisasi kecepatan pada <i>trackbar</i> dengan menerapkan prinsip GOA 1 | OK, sesuai fungsi |
|  | Operasi otomatis dengan menampilkan konsol ATO yang digunakan masinis untuk menjalankan kereta disaat tiba distasiun dan akan diberangkatkan kembali menuju stasiun berikutnya. | OK, sesuai fungsi |

Pada hasil pengujian *radio button* yang terdiri dari ATP dan ATO tersebut di atas berfungsi sebagai operasi manual yang dijalankan sesuai ATP dan operasi otomatis dengan menampilkan *console ATO*

yang digunakan untuk menjalankan kereta saat tiba di stasiun [7][8].

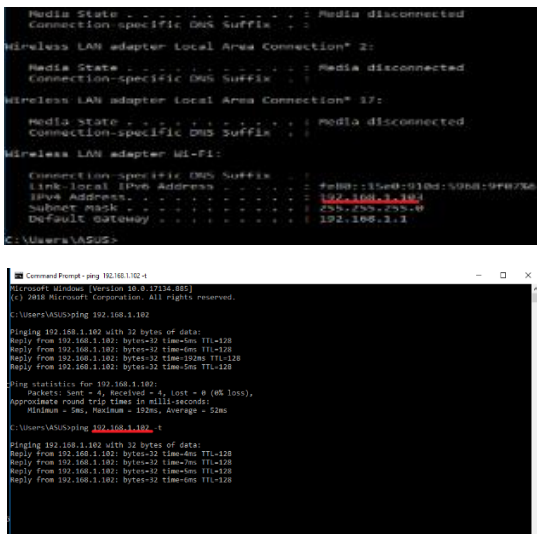
Tabel 4. Hasil Pengujian Trackbar

| Track bar | Fungsi | Hasil |
|---|--|-------------------|
|  | Merealisasikan kecepatan secara manual sesuai masinis berikan. | OK, sesuai fungsi |

Dari 2 tabel di atas dapat disimpulkan 2 radio button pilihan mode operasi yang ditampilkan guna menjalankan kereta dan trackbar guna merealisasikan kecepatan dapat berjalan sesuai fungsi masing-masing.

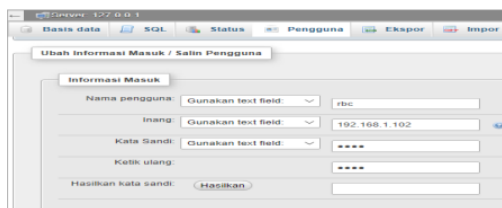
2. Pengujian Input Database Radio Blok Control ke DMI
 Pengujian ini dilakukan percobaan antara Komputer A sebagai Radio Blok Control dan Komputer B sebagai tampilan DMI pada kereta yang keduanya terhubung dengan jaringan WiFi. Berikut proses pengujiannya:

a. Test koneksi jaringan:



Gambar 2. Koneksi Jaringan

Dari hasil koneksi didapatkan komputer A dan B terhubung “Reply from 192.168.1.10: bytes=32 time=4ms TTL=128”

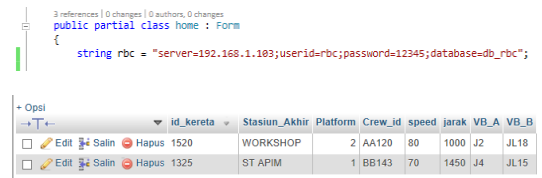


Gambar 3. Tampilan Hak Akses pada Database

Dari tampilan gambar 3 di atas Inputkan sesuai dengan alamat IP DMI yaitu 192.168.1.102 dengan User ID RBC, password 1234.

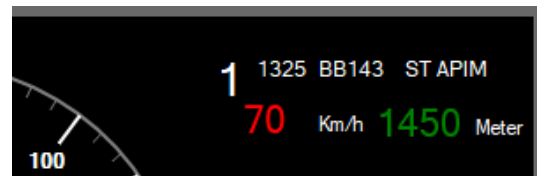
b. Setting Pemrograman Visual dengan Pemanggilan sesuai dengan Alamat IP RBC

Sebelum dilakukannya pengujian, database Radio Blok Control perlu di-setting hak akses agar DMI dapat mengakses. Berikut langkahnya:



Gambar 4. Tampilan Akses Database Radio Blok Control

Dari 2 tabel di atas dapat disimpulkan 2 radio button pilihan mode operasi yang ditampilkan guna menjalankan kereta dan trackbar guna merealisasikan kecepatan dapat berjalan sesuai fungsi masing-masing.



Gambar 5. Tampilan Pemanggilan Database pada Program

Pada gambar 5 di atas menunjukkan tampilan pemanggilan database pada program yang menunjukkan tampilan DMI sesuai inputan data dari RBC.

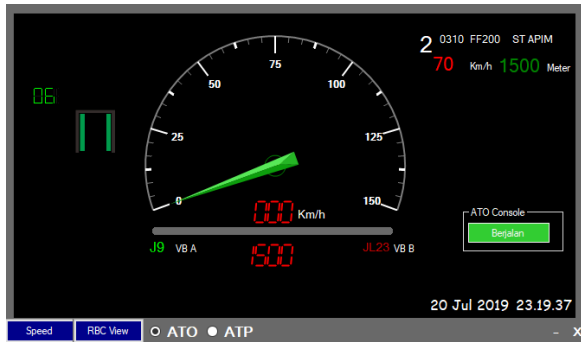
3. Pengujian Database dengan Program Visual



Gambar 6. Tampilan 20 Rute pada Program Visual

Pada gambar 6 menunjukkan, bahwa pada proses pengujian ini dilakukan proses pemanggilan data pada database sejumlah 20 data rute perjalanan.

Dari tampilan diatas, 20 rute dari database berhasil dimuat pada program Visual yang selanjutnya akan dilakukan proses pemberangkatan kereta sesuai 20 rute perjalanan kereta yang sudah dibentuk.



Gambar 7. Tampilan Proses pada DMI

Dari tampilan di atas hasil sampel yang diambil dari 20 rute yang terbentuk dari *database* berhasil diproses oleh program visual.

Tabel 5. Hasil Percobaan Rute Simulasi

| ID_kereta | Stasiun_Akhir | Platform | Crew_ID | Speed | Jarak | VB_A | KET |
|-----------|---------------|----------|---------|-------|-------|------|-----|
| 0230 | Workshop | 2 | AA100 | 80 | 1000 | J9 | Ok |
| 0310 | ST APIM | 2 | FF200 | 70 | 1500 | J9 | Ok |
| 0430 | Workshop | 4 | BB100 | 70 | 1430 | J8 | Ok |
| 0510 | ST APIM | 3 | BB100 | 90 | 1475 | J10 | Ok |
| 0610 | Workshop | 3 | BB100 | 80 | 1000 | J10 | Ok |
| 0720 | ST APIM2 | 2 | GG200 | 70 | 1425 | J10 | Ok |
| 0820 | Workshop | 2 | BB100 | 90 | 1560 | J8 | Ok |
| 0920 | ST APIM | 2 | AA100 | 70 | 1425 | J9 | Ok |
| 1020 | Workshop | 5 | AA100 | 90 | 1550 | J4 | Ok |
| 1110 | Workshop | 2 | AA100 | 90 | 1650 | J8 | Ok |
| 1230 | Workshop | 4 | BB100 | 80 | 1000 | J9 | Ok |
| 1340 | ST APIM | 2 | BB200 | 70 | 1450 | J9 | Ok |
| 1420 | Workshop | 3 | BB100 | 90 | 1550 | J7 | Ok |

Berdasarkan tabel di atas hasil percobaan beberapa rute simulasi yang dibentuk dengan mode operasi ATO dan ATP seluruhnya dapat diproses dan ditampilkan pada program visual.

4. KESIMPULAN

Dari design yang dibuat berupa tampilan DMI yang berbasis *Grafic User Interface* dimana tampilan visual tersebut agar memudahkan masinis melihat setiap kondisi kereta [9][10]. Pada tampilan visualisasi ini menampilkan 2 tampilan yaitu yang pertama menampilkan kondisi kecepatan *real*, batas kecepatan, jarak stasiun, no. kereta, no. kru, *platform*, nama stasiun akhir, mode operasi dan pintu kereta. Kedua menampilkan *database* pada *Radio Blok Control* guna mengetahui rute yang telah terbentuk agar masinis bisa melihat kondisi selanjutnya.

Dari pengujian yang telah dilakukan dengan percobaan beberapa simulasi rute yang dibentuk oleh sistem seluruhnya berhasil dijalankan dengan kecepatan 70 – 90 km dan ditampilkan sesuai dengan inputan dari *database Radio Blok Control* dengan mode ATO dan ATP. Dengan asumsi rangkaian 10 kereta dengan berat 38 ton, 1 lokomotif dengan berat 84 ton dan okupansi penumpang 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. P. Harianja, "Perancangan Perangkat Lunak Visualisasi Algoritma Greedy," *Jurnal Sistem Informasi Kaputama (JSIK)*, Vol. 3, No.1, 2019.
- [2] A. P. E. Wibowo, "Penerapan Aplikasi Simpler dalam Pembelajaran Bahasa Inggris berbasis Android bagi Taruna Politeknik Perkeretaapian Indonesia," *Jurnal AGHINYA STIESNU Bengkulu*. Vol. 3, no. 1, 2020.
- [3] D. R. Aulia, "Penerapan Teknologi *Virtual Reality* pada Simulasi Sistem *Ticketing* di Stasiun Kereta Api Bogor," *Jurnal Teknologi Rekayasa*, Volume 22, No. 1, 2017.
- [4] H. Haryanto and S. Hidayat, "Perancangan HMI (*Human Machine Interface*) untuk Pengendalian Kecepatan Motor DC," pp. 1 – 8, 2012.
- [5] R. Rohayati and A. Irwandi, "Perancangan dan Implementasi Sistem Informasi Inventaris Laboratorium," *Jurnal Intekna*. Vol. 16. No. 2, pp. 15-19, 2016.
- [6] S. D. Pratama, "Aplikasi Ilustrasi Desain pada Kereta Api Argo Parahyangan dengan Muatan Kearifan Budaya Lokal Jawa Barat," *Jurnal Sketsa*, Vol. 2, No. 1, 2015.
- [7] W. Wirasta and I. Febriansyah, "Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Alat-Alat Pesta berbasis Web di Narda Pesta," *Jurnal LPKIA*. Vol. 1, No. 1, pp. 1-8, 2014.

- [8] Wahyudin, S. Wahyudi, M. I. A. Robbi, "Visualisasi Masjid Agung Rangkasbitung berbasis 3D dengan menggunakan *Google Sketchup & After Effect*," *Jurnal Prosisko*. Vol. 2. No. 2, pp. 62-68, 2015.
- [9] U. D. Widianti, "Pembangunan Sistem Informasi Aset di PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (Persero) berbasis *Web*," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*. Vol. 1, No. 2, pp. 57-62, 2012.
- [10] I. Widiyanah, "*Glossary for Railway Terms*," Yogyakarta: PT. Naila Pustaka, 2016.



IMPLEMENTASI KENDALI INTENSITAS CAHAYA LAMPU DENGAN *INTERNET OF THINGS* BERBASIS ARDUINO UNO MENGGUNAKAN METODE *FUZZY LOGIC*

Ramdani¹, Marisa², Carudin³

^{1,2}Teknik Informatika STMIK Bani Saleh

³Manajemen Informatika STMIK Bani Saleh

Bekasi, Jawa Barat, Indonesia 17113

ramdaniabek2013@gmail.com, ichaich28@yahoo.com, carudin2905@gmail.com

Abstract

The light intensity setting of the lamp uses the on-off principle for setting the lighting of the lamp. Therefore, the on-off principle base on the dark or lightroom conditions without being affected by the environment. Such conditions result in ineffective and inflexible use of electrical energy. Therefore, changing the light intensity control system from a manual system to an automation system is necessary by implementing the fuzzy logic method as a light intensity controller. The main component of light intensity control using Arduino Uno Microcontroller with data input through AC Light Dimmer sensor and Bluetooth HC-05 is part of the hardware. In contrast, software design uses mobile programming algorithm with APP INVERTOR 2 application and Arduino IDE application. The following weaknesses of the system are made that is how to determine the method of parameter assessment, where the system becomes unstable due to the response to the change of response is very fast and has a small parameter value. This study aimed to create one of the electronic control devices of light intensity control, which the process carried out includes setting the intensity of the lamp freely through a Bluetooth connection of an Android smartphone with the Arduino UNO microcontroller as an electric current regulator on the lamp by the AC Light Dimmer module.

Keywords: *Microcontroller, AC Light Dimmer, HC-05, APP INVERTOR 2, Android*

Abstrak

Pengaturan intensitas cahaya lampu umumnya dilakukan dengan menggunakan prinsip menyalakan-mematikan untuk pengaturan penerangan lampu. Untuk itu pada prinsip menyalakan-mematikan tersebut didasari pada kondisi ruangan gelap maupun terang, tanpa dipengaruhi oleh lingkungan. Kondisi seperti ini mengakibatkan tidak efektif dan tidak fleksibel pada penggunaan daya listrik, sehingga dibutuhkan perubahan sistem pengendali intensitas cahaya dari sistem manual ke sistem otomatisasi dengan menerapkan metode *fuzzy logic* sebagai pengendali intensitas cahaya lampu. Sebagai komponen utama pengendali intensitas cahaya lampu menggunakan mikrokontroler arduino Uno dengan inputan data melalui sensor AC *Light Dimmer* dan Bluetooth HC-05 merupakan bagian dari perangkat keras, sedangkan perancangan perangkat lunak menggunakan algoritma pemrograman mobile dengan aplikasi APP INVERTOR 2 dan aplikasi Arduino IDE. Berikut kelemahan dari sistem yang dibuat yaitu cara menentukan metode penilaian parameter, dimana sistem tersebut menjadi tidak stabil dikarenakan respon pada perubahan respon yang sangat cepat dan mempunyai nilai parameter yang kecil. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat salah satu alat pengendali elektronik kendali intensitas cahaya lampu, yang mana proses yang dilakukan meliputi pengaturan intensitas lampu secara bebas melalui koneksi *bluetooth* dari *smartphone* Android dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengatur arus listrik pada lampu oleh modul AC *Light Dimmer*.

Kata kunci: Mikrokontroler, AC *Light Dimmer*, HC-05, APP INVERTOR 2, Android

1. PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang meliputi bagian dari kondisi intensitas cahaya dalam penglihatan yang baik berawal dari

pengaruh penerangan dalam melihat benda atau objek di depan mata merupakan bagian dari penerangan yang baik. Apabila hasil penerangan cahaya sangat bagus maka hasil

yang didapat tentunya akan terlihat secara jelas dan cepat dalam pencarian tanpa menimbulkan kesalahan yang berarti [1]. Penggunaan saklar *ON* dan *OFF* merupakan sistem pengaturan yang sangat umum dipakai dalam penerangan cahaya lampu pada ruangan. Dimana saklar tersebut bekerja kondisi ruangan gelap. Ketika kondisi diluar mendung dan lampu dalam keadaan menyala sebagai penerangan di ruangan akan terasa silau karena terlalu terang dan apabila penerangan dipadamkan kondisi ruangan akan gelap. Pengguna terkadang sering melupakan hal ini, terkadang lupa mematikan lampu pada saat meninggalkan ruangan tersebut. Sehingga berdampak pada penggunaan listrik yang tinggi dan menjadikan pemakaian listrik yang tidak efisien. Pada kasus seperti ini terdapat aturan Jika-, maka yang terdapat pada *fuzzy logic* yang berfungsi sebagai mendefinisikan karakteristik sistem operasi yang lebih baik kedepannya [2].

Dengan ini penulis ingin membuat salah satu alat elektronik untuk mengatur intensitas cahaya lampu. Dimana proses yang dilakukan meliputi pengaturan intensitas lampu secara bebas melalui koneksi *bluetooth* dari Android dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengatur arus listrik pada lampu oleh modul *AC Light Dimmer* [3]. Setelah menguraikan latar belakang secara rinci maka lahirlah rumusan masalah yaitu bagaimana rancang bangun sebuah sistem kendali intensitas cahaya lampu pada ruangan, bagaimana pengaturan intensitas pencahayaan lampu menggunakan *smartphone* Android melalui koneksi *bluetooth*, dan apakah peran *fuzzy logic* dapat diimplementasikan sesuai yang diharapkan.

Terdapat ruang lingkup yaitu sistem hanya membahas tentang kendali intensitas pencahayaan pada lampu, dimana lampu yang dibutuhkan menggunakan lampu bohlam 5 watt yang merupakan bagian dari kendali intensitas pencahayaan lampu. Penulis menggunakan *smartphone* Android melalui koneksi *bluetooth*. Pada uraian tujuan dari penelitian bagaimana membuat dan merancang sebuah alat kontrol intensitas cahaya lampu dalam ruangan, merancang dan merealisasikan pengendali intensitas cahaya lampu ruangan dan membuat aplikasi Android untuk pengendali intensitas cahaya sesuai kebutuhan pencahayaan yang dibutuhkan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logika Fuzzy Model Sugeno

Logika *fuzzy* adalah bagian dari pembentuk *soft computing*. Logika *fuzzy* pertama kali ditemukan oleh Prof. Lotfi A [2]. Pada Model Sugeno logika *fuzzy* berfungsi sebagai keanggotaan Singleton. Untuk Orde 0 dengan rumus :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n)$$

$$\text{THEN } z = k,$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai anteseden (alasan), \circ adalah operator *fuzzy* (AND atau OR) dan k

merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan). Sedangkan rumus Orde 1 adalah:

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } a_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n)$$

$$\text{THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q,$$

Dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke i sebagai anteseden, \circ adalah operator fuzzy (AND atau OR), p_i adalah konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

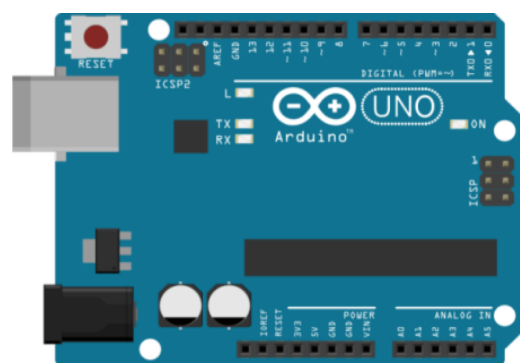
2.2 Mikrokontroler

Menurut Sumarsono dkk. [4] Mikrokontroler adalah suatu IC (*Integrated Circuits*) dengan kepadatan yang sangat tinggi, dimana semua bagian yang diperlukan untuk suatu kontroler sudah dikemas dalam satu keping, biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), EEPROM/EPROM/PROM/ROM, I/O, *Serial & Parallel*, *Timer*, *Interrupt Controller*.

Secara umum pengertian dari komputer, mikrokontroler adalah sebuah alat yang mengerjakan instruksi-instruksi yang diberikan kepadanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh seorang *programmer*. Program ini menginstruksikan komputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks yang diinginkan oleh *programmer*.

2.3 Arduino

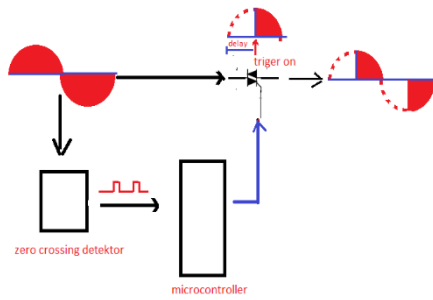
Menurut Feri Djuand [5] untuk pemahaman Arduino yaitu kita harus mengerti apa itu *physical computing*. *Physical computing* merupakan sebuah sistem pembuat atau bisa disebut sebagai perangkat fisik dengan menggunakan *software* dan *hardware* yang mempunyai sifat interaktif dimana bisa menerima rangsangan dari lingkungan dan merespon balik rangsangan tersebut [6].



Gambar 1. Arduino UNO

2.4 Modul AC Light Dimmer

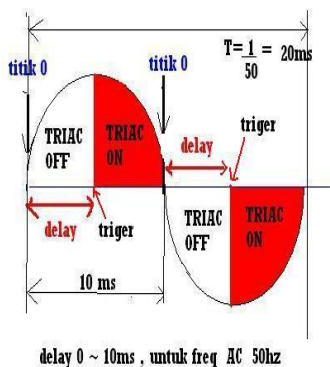
Pada modul ini untuk pengaturan daya listrik bolak balik / AC bisa menggunakan TRIAC. Dengan cara merubah besaran phase listrik AC dan mengatur waktu penyulutan TRIAC pada mikrokontroler.



Gambar 2. Cara Kerja Triac untuk Mikrokontroler

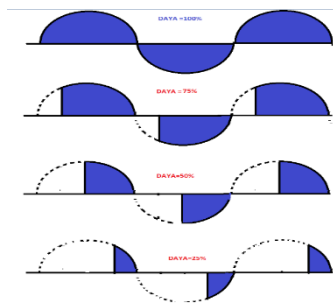
Penentuan titik nol sinyal AC untuk memulai *delay* atau yang disebut dengan *Zero Crossing Detector* dimana akan menginterupsi mikrokontroler saat sinyal AC pada posisi 0. Misal yg kita pakai INT0 (interrupt eksternal 0). Uraian tahapannya sebagai berikut: pada saat sinyal AC menuju titik 0, maka *zero crossing detector* memberi sinyal interupsi ke pin INT0 mikrokontroler. Mikrokontroler menjalankan program *interrupt* servis rutin INT0.

Program servis rutin INT0 berisi *delay* dan *output* untuk men-*trigger gate* TRIAC. Besarnya nilai *delay* menentukan daya yg disalurkan oleh TRIAC. Besarnya *delay* 5 ms seperti contoh gambar dibawah ini artinya setelah 5 ms micon akan men-*trigger* TRIAC .



Gambar 3. Besarnya Delay untuk Frekuensi AC 50 hz

Di bawah ini merupakan gambaran persentase pengaturan daya listrik AC sebagai berikut:



Gambar 4. Persentase Pengaturan Daya Listrik AC

3. METODE PENELITIAN

Pada bab ini merupakan uraian dari tahapan penelitian yaitu terdapat dua perancangan perangkat keras dan lunak.

3.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian menggunakan metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) dimana sistem *fuzzy* dapat diaplikasikan secara khusus dalam sistem kendali. Representasi dari *Fuzzy Logic Controller* (FLC) berfungsi sebagai operator dan mengoperasikan kendali plan/sistem dengan sistem kendali [7]. Beberapa alasan dipilihnya metode *Fuzzy Logic Controller* (FLC) dalam penelitian ini diantaranya:

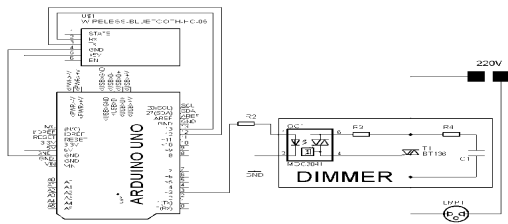
- 1) *Fuzzy controller* mengakomodasi pengetahuan pakar dan operator.
- 2) Perbandingan penggunaan antara *fuzzy controller* dengan pengendali PID lebih kuat karena *fuzzy controller* dapat mencakup daerah operasi yang lebih luas dari pada pengendali PID dan dapat bekerja dengan lingkungan yang ber-*noise* (sinyal pengganggu).
- 3) *Cost* implementasi *fuzzy controller* lebih murah dari pada membangun pengendali berdasarkan model yang lainnya.
- 4) Modifikasi *fuzzy controller* lebih mudah dan dimengerti dalam pemodifikasian aturan – aturan lainnya.
- 5) Pemahaman pada *fuzzy controller* sangat mudah untuk dipahami dari sisi kinerja dan bagaimana cara merancang dan mengaplikasikannya dalam sistem nyata.
- 6) Sistem yang kurang stabil bisa dikendalikan oleh *fuzzy controller*.

3.2 Perancangan Perangkat Keras

Pada rangkaian sistem dibawah ini dijelaskan bahwa Arduino UNO sebagai sistem *control* pengendali utama sistem kendali. Sebagai kendali otomatis Arduino mendapatkan input dari 2 sensor, yaitu sensor gerak sebagai inputan pertama untuk mendeteksi pergerakan dan selanjutnya Arduino memberikan perintah kepada sensor cahaya untuk memberikan nilai intensitas pada ruangan, sehingga didapatkan nilai intensitas untuk memberikan pencahayaan ke lampu sebagai penerangan ruangan.

Selanjutnya yaitu sebagai kendali manual melalui perangkat *smartphone* Android dengan koneksi *bluetooth* melalui media Bluetooth HC-05 [8]. Saat Arduino mendeteksi adanya koneksi *bluetooth* maka kedua sensor akan berhenti sementara, karena nilai intensitas yang dibutuhkan Arduino untuk menyalakan lampu akan diatur oleh user pada aplikasi Android.

Pada gambaran rangkaian sistem pada Gambar 5, bahwa kuantitas pencahayaan sumber penerangan lampu akan besaran listrik disebut rangkaian *Dimmer*. Rangkaian *dimmer* ini merupakan satu bagian untuk mereduksi arus cahaya yang keluar dengan mengatur daya untuk nyala lampu. Dan fungsi utamanya yaitu menggunakan prinsip pengaturan tegangan, arus, sudut penundaan maupun pengaturan *Pulse Width Modulation* (PWM).

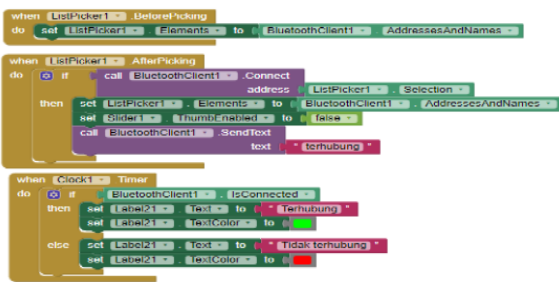


Gambar 5. Blok Diagram Rangkaian Sistem Kontrol

3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada sistem yang dirancang terdapat perancangan perangkat lunak yaitu terdapat pemrograman sistem cerdas dan *mobile*. Pemrograman cerdas berfungsi sebagai pemrograman yang dianggap lebih pintar dan lebih cepat sehingga menghasilkan *output* yang diharapkan.

Sedangkan fungsi pada pemrograman *mobile* yaitu bagaimana merancang sebuah aplikasi untuk *smartphone* yang berfungsi sebagai pengendali sistem baik secara manual maupun otomatis. Aplikasi yang digunakan yaitu aplikasi App Inventor 2. App Inventor 2 merupakan bagian dari perangkat lunak sumber terbuka yang menggunakan antarmuka grafis dan memungkinkan pengguna aplikasi ini untuk *men-drag and drop* objek visual untuk menciptakan aplikasi yang dapat dijalankan pada sistem operasi Android [9]. Pada gambar di bawah ini merupakan contoh *block* pemrograman App Inventor bertujuan untuk menampilkan menu pada sistem pengaturan intensitas cahaya suatu ruangan. Sedangkan untuk pemrograman sistem cerdas terdiri atas algoritma dan diagram alir yang masing-masing aksi penerangan pencahayaan tergantung pada pembacaan input parameter intensitas cahaya pada suatu ruang.



Gambar 6. Blok Pemrograman APP INVENTOR

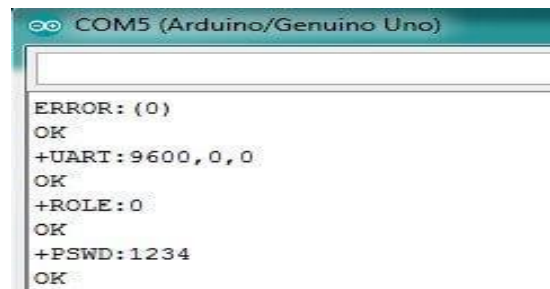
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

Berikut merupakan bagian dari tahapan implementasi sistem dimana perancangan sistem yang telah dibangun. Dengan mengkonfirmasi perancangan program kepada user yang nantinya sebagai masukan pada sistem yang dirancang [10]. Di bawah ini merupakan uraian dari tahapan implementasi dari sistem yang dirancang yaitu paling utama mempersiapkan sebuah perangkat Arduino UNO. *Setting* Modul Bluetooth HC-05, pengujian Modul AC Light

Dimmer, membuat *code program* sistem kontrol di Arduino IDE, dan membuat Aplikasi Android menggunakan MIT App Inventor.

Pada langkah selanjutnya yaitu membuat komunikasi pada aplikasi Android dan Arduino dengan *setting* modul Bluetooth HC-05. Konfigurasi dilakukan dengan masuk ke mode *AT-Command* berfungsi sebagai bagian dari perintah komunikasi dengan serial *port*, dalam hal ini penulis akan mengatur status modul ke mode *slave* (sebagai penerima), *baud rate* dan mengatur *password*.



Gambar 7. AT-Command Modul

4.1.1 Uji coba Modul AC Light Dimmer

Rangkaian *Dimmer* berfungsi sebagai pengatur intensitas cahaya lampu melalui pengaturan gelombang tegangan jala-jala PLN. Rangkaian *Dimmer* mencakup TRIAC yang dikendalikan oleh Arduino UNO. Berikut Pengujian yang dilakukan untuk mengatur intensitas lampu menggunakan Modul AC Light Dimmer:

- 1) Kondisi Nyala Lampu Redup



Gambar 8. Intensitas Nyala Lampu Redup

- 2) Kondisi Nyala Lampu Agak Terang



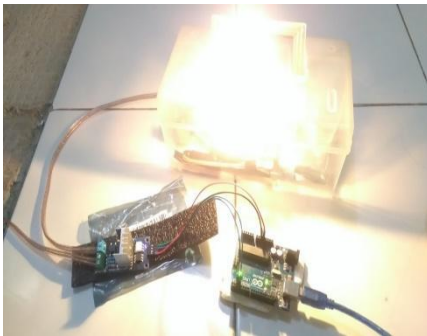
Gambar 9. Intensitas Nyala Lampu Agak Terang

- 3) Kondisi Nyala Lampu Terang



Gambar 10. Intensitas Nyala Lampu Terang

4) Kondisi Nyala Lampu Sangat Terang



Gambar 11. Intensitas Nyala Lampu Sangat Terang

4.1.2 Membuat Code Program Sistem Kontrol Arduino IDE

Setelah pengujian sudah selesai, maka langkah selanjutnya adalah implementasi sistem kontrol pada Arduino UNO, Pada tahap ini pengkodean pada Arduino IDE.

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial blue_t (12,13); //pin RX | TX
int AC_pin = 3; //Pin to OptoTriac
int dim = 0; //Initial brightness level from 0 to 255, cha
int gerak = 7;
int cahaya = A2;
int nilai,waktu,cerah;
int a,b,c,d,z1,z2;
bool koneksi = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(AC_pin, OUTPUT);
  blue_t.begin(9600);
  attachInterrupt(0, light, FALLING); //When arduino Pin 2
}
void light() {
  //if (Serial.available()) {
  //dim = Serial.read();
  if (dim < 1) {
    //Lampu menyala sesuai level dari dim
  }
}
```

Gambar 12. Code Program Inisialisasi Pin Arduino UNO

Dari gambar diatas merupakan *source code program* untuk inisialisasi masing-masing pin pada sensor dan modul Arduino dan memberikan nilai variabel untuk masing-masing fungsi pada program Arduino untuk menjalankan kendali pada sensor-sensor dan *module* sehingga dapat berkomunikasi sesuai yang diinginkan.

```
void loop() {
  //Cek koneksi Bluetooth
  if (blue_t.available()){
    cerah=blue_t.read();
    dim=cerah;
    Serial.println("Terhubung dengan Bluetooth");
    Serial.print("1. Nilai input PWM : ");
    Serial.println(dim);
    Serial.print("2. Kondisi Lampu: ");
    fuzzy(dim);
    Serial.println();
  }
}
```

Gambar 13. Code Program Fungsi Berulang untuk Arduino

Dari gambar diatas merupakan *code program* untuk membaca hasil nilai variabel *input* dan *output* pada Arduino

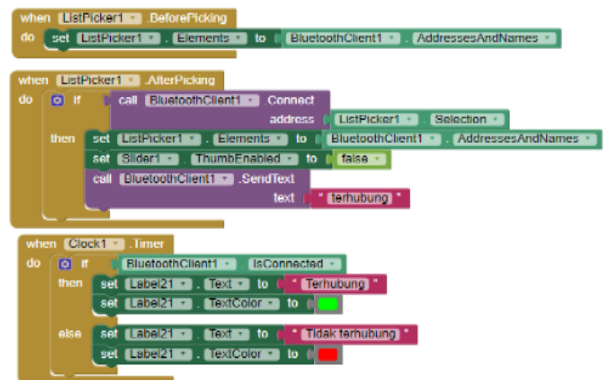
secara berulang, yaitu untuk selalu membaca nilai input dan *output* pada modul *bluetooth*, lalu dikonversikan ke dalam nilai PWM untuk menentukan kecerahan lampu.

4.1.3 Implementasi Aplikasi *Mobile* menggunakan MIT App Inventor

Aplikasi Android dengan MIT App Inventor merupakan kombinasi pembuatan aplikasi Android dan Arduino. Dimana *tool* yang digunakan antara lain *App Inventor for Android*. App Inventor ini mengaplikasikan antarmuka grafis yang memungkinkan pengguna menyusun dan *drag-drop* "blok" dalam membuat aplikasi secara sederhana tanpa menulis program/*coding*. Berikut tampilan dan visual blok *programming* yang dibuat:



Gambar 14. Tampilan Menu Utama pada Android



Gambar 15. Blok Programming untuk Koneksi Bluetooth

Dari gambar di atas menjelaskan saat kondisi sebelum Android melakukan koneksi ke *bluetooth*, yaitu akan menampilkan *list bluetooth* yang sedang aktif dan blok *programming* saat Android koneksi dengan *bluetooth*, Android akan terkoneksi dengan Bluetooth HC-05, lalu mengirimkan *text* "terhubung" ke Arduino UNO.

```

when imageLampu1.Touched
do
  if touchedAnySprite
  do
    if BluetoothClient1.IsConnected
    then
      set imageLampu1.BackgroundColor to #00FF00
      set tuncukLampu1.TextColor to #000000
      set Slider1.ThumbEnabled to true

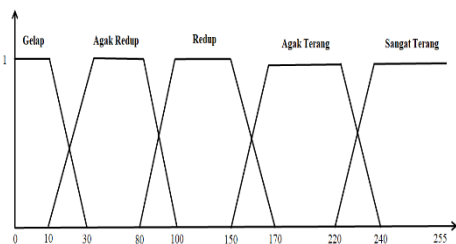
when Slider1.PositionChanged
thumbPosition
do
  if BluetoothClient1.IsConnected
  then
    call BluetoothClient1.SendByteNumber
    number round get thumbPosition
    set angkaSlider1.Text to round get thumbPosition
    set Label22.Text to angkaSlider1.Text
    call cahaya
    
```

Gambar 16. Blok Programming untuk Intensitas Lampu

Gambar di atas merupakan perintah untuk mengirimkan nilai intensitas yang akan diatur oleh user, lalu mengirimkan nilai 0-255 dengan komunikasi bluetooth pada Android menggunakan Arduino UNO.

4.2 Pengujian Logika Fuzzy pada Alat

Pada langkah pengujian ini dilakukan proses bagaimana logika fuzzy yang dibuat dapat bekerja memberikan kontrol pergerakan apakah sesuai dengan yang diinginkan. Lampu akan menerangi ruangan sesuai nilai cahaya yang dibutuhkan apabila ada masukan dari aplikasi smartphone Android. Setelah pengujian dilakukan maka diketahui bahwa sistem kendali penerangan ruangan dapat bekerja dengan baik. Berikut Perhitungan logika fuzzy pada Arduino untuk menentukan intensitas pada lampu menggunakan fungsi trapesium:



Gambar 17. Fungsi Trapesium Keanggotaan

Contoh nilai input x=162, dimana nilai input tersebut mempunyai nilai agak terang dan redup pada pencahayaan.

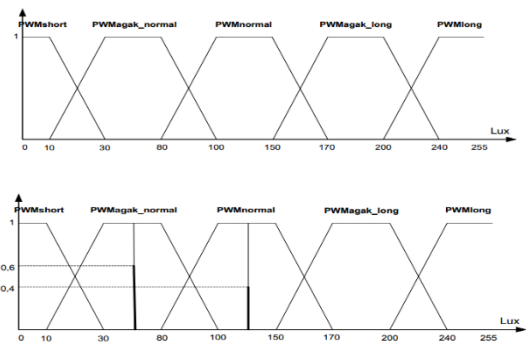
- 1) Hitung keanggotaan Redup: $(d-x) / (d-c)$, $c \leq x \leq d$, dimana $c = 150$ dan $d = 170$
 $(170-162)/(170-150) = 8/20$ (**0,4**)
 Maka nilai keanggotaan **Redup** adalah **0,4**
- 2) Hitung keanggotaan Agak Terang: $(x-a) / (b-a)$, $a \leq x \leq b$, dimana $a = 150$ dan $b = 170$
 $(162-150)/(170-150) = 12/20$ (**0,6**)
 Maka nilai keanggotaan **Agak Terang** adalah **0,6**

Jadi, dari nilai input x=162, nilai keanggotaan yang lebih besar yaitu Agak terang. Setelah itu dapat diputuskan bahwa intensitas cahaya lampu yaitu, **Agak Terang**.

4.3 Pengujian Logika Fuzzy pada Aplikasi Android

Pengujian akan diimplementasikan menggunakan aplikasi Android dengan angka PWM 0-255 Byte. Dari pengujian ini dapat dilihat hasil keluaran dari nilai input logika fuzzy.

“JIKA “ X = A , “MAKA” Y = B
 Nilai crisp input 195lux berada diantara Redup dan Terang, selanjutnya masuk ke aturan fuzzy.
 Jika kondisi “Gelap“, Maka” Lampu.PWMlong
 Jika kondisi “Agak Redup“, Maka” Lampu.PWMagak_long
 Jika kondisi ”Redup“,Maka” Lampu.PWM normal
 Jika kondisi ”Agak Terang“,Maka” Lampu.PWMagak_normal
 Jika kondisi “Terang“,Maka” Lampu.PWMshort



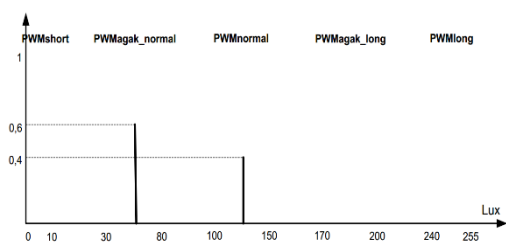
Gambar 18. Fungsi Keanggotaan Singleton untuk Output PWM

Kemudian dilakukan defuzzifikasi menggunakan Model Sugeno yang menggunakan fungsi keanggotaan yang sederhana yaitu singleton, keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal, dan 0 pada semua crisp yang lain. Metode yang digunakan Weighted Average untuk defuzzifikasi, maka:

Menghitung derajat keanggotaan Redup:
 $(d-x)/(d-c)$, $c \leq x \leq d$, dimana $c = 150$ dan $d = 170$ (1)
 $(170-162)/(170-150) = 8/20$ (0,4) (2)

Menghitung derajat keanggotaan Agak Terang:
 $(x-a)/(b-a)$, $a \leq x \leq b$, dimana $a = 150$ dan $b = 170$ (3)
 $(162-150)/(170-150) = 12/20$ (0,6) (4)

$$y * = \frac{0,4(125)+0,6(55)}{0,4+0,6} = 83 \text{ pwm} \quad (5)$$



Gambar 19. Fungsi Keanggotaan Output

Tabel 1. Hasil Uji Logika *Fuzzy* Pada Android

| Nilai Input PWM (Byte) | Variabel Linguistik | Nilai Keanggotaan | | Kondisi Lampu | Keterangan |
|------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|---------------|------------|
| | | $c \leq x \leq d$ | $a \leq x \leq b$ | | |
| Input (x) | | | | | |
| 0 | Gelap | 0 | 1 | Mati | Sesuai |
| 10 | Gelap | 0 | 1 | Gelap | Sesuai |
| 20 | Gelap - Agak Redup | 0.5 | 0.5 | Gelap | Sesuai |
| 30 | Agak Redup | 0 | 1 | Agak Redup | Sesuai |
| 40 | Agak Redup | 0 | 1 | Agak Redup | Sesuai |
| 50 | Agak Redup | 0 | 1 | Agak Redup | Sesuai |
| 60 | Agak Redup | 0 | 1 | Agak Redup | Sesuai |
| 70 | Agak Redup | 0 | 1 | Agak Redup | Sesuai |
| 80 | Agak Redup | 0 | 1 | Agak Redup | Sesuai |
| 90 | Redup - Redup | 0.5 | 0.5 | Redup | Sesuai |
| 100 | Redup | 0 | 1 | Redup | Sesuai |
| 110 | Redup | 0 | 1 | Redup | Sesuai |
| 120 | Redup | 0 | 1 | Redup | Sesuai |
| 130 | Redup | 0 | 1 | Redup | Sesuai |
| 140 | Redup | 0 | 1 | Redup | Sesuai |
| 150 | Redup | 0 | 1 | Redup | Sesuai |
| 160 | Redup - Agak Terang | 0.5 | 0.5 | Agak Terang | Sesuai |
| 170 | Agak Terang | 0 | 1 | Agak Terang | Sesuai |
| 180 | Agak Terang | 0 | 1 | Agak Terang | Sesuai |
| 200 | Agak Terang | 0 | 1 | Agak Terang | Sesuai |
| 210 | Agak Terang - Terang | 0.75 | 0.25 | Agak Terang | Sesuai |
| 220 | Terang - Terang | 0.5 | 0.5 | Terang | Sesuai |
| 230 | Terang | 0 | 1 | Terang | Sesuai |
| 240 | Terang | 0 | 1 | Terang | Sesuai |
| 250 | Terang | 0 | 1 | Terang | Sesuai |
| 255 | Terang | 0 | 1 | Terang | Sesuai |

Dari tabel pengujian dengan logika *fuzzy* pada Android di atas, menghasilkan sistem yang berjalan sesuai dengan *control* yang ada pada *fuzzy*. Pada sistem yang berjalan sesuai dengan apa yang diinginkan, dapat dilihat bahwa nilai PWM yang diberikan pada aplikasi Android bekerja sesuai dengan sistem logika *fuzzy*.

4.4 Pengujian *Blackbox*

Berikut pengujian *blackbox* alat secara keseluruhan pada Arduino:

Tabel 2. Pengujian *Blackbox* Alat Keseluruhan

| No | Pengujian | Kondisi | Keterangan |
|----|----------------------------------|--|------------|
| 1 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | <i>Bluetooth</i> terhubung, Lampu siap diberikan nilai intensitas | Sesuai |
| 2 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | Mengatur Intensitas Lampu Sangat Terang, Lampu Terang | Sesuai |
| 3 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | Mengatur Intensitas Lampu Agak Terang, Lampu Agak Terang | Sesuai |
| 4 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | Mengatur Intensitas Lampu Redup, Lampu Redup | Sesuai |
| 5 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | Mengatur Intensitas Lampu Agak Redup, Lampu Agak Redup | Sesuai |
| 6 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | Mengatur Intensitas Lampu Gelap, Lampu Gelap | Sesuai |
| 7 | Pengujian Modul <i>Bluetooth</i> | Koneksi <i>Bluetooth</i> Putus, Lampu tetap menyala sesuai nilai intensitas terakhir | Sesuai |

Dari tabel pengujian *blackbox* di atas, terlihat bahwa sistem sudah berjalan sesuai rancangan kendali intensitas lampu ruangan dengan menggunakan metode logika *fuzzy*. Sehingga, sistem dapat mengambil keputusan secara akurat dan tepat dengan nilai *input* yang diterima dari *smartphone* Android dan modul Arduino.

5. KESIMPULAN

Pada bab ini merupakan bagian akhir pada penelitian kami dan kami dapat menyimpulkan hasil penelitian kami yaitu terdapat dua bagian utama perancangan, antara lain aplikasi Android mempunyai *interface* yang berfungsi untuk mengatur dan melihat kondisi intensitas cahaya lampu pada ruangan. Merupakan bagian dari kendali utama pada mikrokontroler Arduino UNO fungsinya untuk membaca *input* yang akan diverifikasi selanjutnya dilakukan perintah *pinout* dari Arduino UNO sesuai perintah yang diarahkan sehingga memberikan status lampu pada Android. Hasil yang didapat dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa Android terhubung dengan mikrokontroler dengan menggunakan koneksi *bluetooth* dan dapat digunakan menjadi pengendali intensitas cahaya lampu pada suatu ruangan.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan syukur kepada ALLAH, terima kasih baik kepada pihak instansi atau Lembaga yang telah memberikan kami *support* sehingga pelaksanaan penelitian ini berjalan lancar sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Guntur and G. M. Putro, "Analisis Intensitas Cahaya Pada Area Produksi Terhadap Keselamatan Dan Kenyamanan Kerja Sesuai Dengan Standar Pencahayaan," *Opsi*, vol. 10, no. 2, p. 115, 2017, doi: 10.31315/opsi.v10i2.2106.
- [2] M. Irfan, L. P. Ayuningtias, and J. Jumadi, "Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Sunan Gunung Djati Bandung)," *J. Tek. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2018, doi: 10.15408/jti.v10i1.6810.
- [3] H. Henny and S. Hapal, "Sistem Pengendali Lampu Listrik Berbasis Mikrokontroler Atmega328 Pada Smartphone Android," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–14, 2016, doi: 10.51876/simtek.v1i1.2.
- [4] M. S. Son, "Pengembangan Mikrokontroler Sebagai Remote Control Berbasis Android," *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 1, pp. 67–74, 2018, doi: 10.15408/jti.v11i1.6293.
- [5] F. Djuandi, "Pengenalan Arduino," *E-book. www.tobuku*, pp. 1–24, 2011.
- [6] H. Prabowo and F. Arifin, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN KENDALI FUZZY LOGIC BERBASIS ARDUINO NANO PADA MATA KULIAH PRAKTIK SISTEM," vol. 3, no. May, pp. 39–45, 2018, doi: 10.21831/elinvo.v3i1.19739.
- [7] F. Wahab, A. Sumardiono, A. R. Al Tahtawi, and A. F. A. Mulayari, "Desain dan Purwarupa Fuzzy Logic Control untuk Pengendalian Suhu Ruangan," *J. Teknol. Rekayasa*, vol. 2, no. 1, p. 1, 2017, doi: 10.31544/jtera.v2.i1.2017.1-8.
- [8] Y. S. Handayani and Y. Mardiana, "Kendali Robot Bluetooth Dengan Smartphone Android Berbasis Arduino Uno," *Ilk. J. Ilm.*, vol. 10, no. 3, pp. 331–337, 2018, doi: 10.33096/ilkom.v10i3.363.331-337.
- [9] R. D. Axel, X. Najooan, B. A. Sugiarto, J. T. Elektroft, and M. Manado, "Rancang Bangun Aplikasi Berbasis Android Untuk Informasi Kegiatan Dan Pelayanan Gereja," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [10] A. Mulyanto and Dkk, "Sistem Kendali Lampu Rumah Menggunakan," *J. TEKNOINFO*, vol. 11, no. 2, pp. 48–53, 2017.



IMPLEMENTASI PENGHITUNG LAJU RESPIRASI PADA SISTEM POLISOMNOGRAFI MENGGUNAKAN MIKROFON DAN ARDUINO NANO

Martin Clinton Tosima Manullang¹, Nova Resfita²

¹Program Studi Teknik Informatika, Institut Teknologi Sumatera

²Program Studi Teknik Biomedis, Institut Teknologi Sumatera
Lampung Selatan, Lampung, Indonesia 35365

martin.manullang@if.itera.ac.id, nova.resfita@bm.itera.ac.id

Abstract

Sleep apnea is a severe sleep disorder leading to severe threats such as heart attacks, strokes, diabetes, kidney failure, hypertension, etc. Not only is the diagnosis of sleep apnea a challenging measure, but it also requires a high cost of equipment, the limitations of available tools, and becomes a complicated diagnosis operated personally at home. Using the microphone embedded in the Arduino Nano, a system to measure the respiratory rate develops as a minor part of the sleep apnea diagnostic system using polysomnography. A filtering system is attached to eliminate noise and environmental consequences around the observation site. This prototype evaluates by comparing the output value with the manual calculation of the respiratory rate. Of the trials executed, the achieved system accuracy in counting the respiratory rate is above 93%, meaning that this prototype system is ideal as a method of measuring the respiratory rate.

Keywords: Sleep Apnea, Polysomnograph, Microphone, Arduino, Respiratory Rate

Abstrak

Sleep Apnea merupakan kelainan ketika tidur yang memiliki berbagai dampak berbahaya bagi kesehatan serta dapat mengancam keselamatan seperti serangan jantung, stroke, diabetes, gagal ginjal, hipertensi dan sebagainya. Diagnosa sleep apnea menjadi tantangan di dunia medis, selain karena biaya peralatan yang mahal, keterbatasan alat yang ada, diagnosanya cukup rumit untuk dilakukan secara personal oleh masyarakat awam di rumah masing-masing. Dengan menggunakan mikrofon yang terdapat pada Arduino Nano, dirancanglah suatu sistem pengukuran laju pernapasan sebagai bagian kecil dari sistem diagnosa sleep apnea menggunakan polisomnografi. Pada sistem ini, sistem penapisan berlapis diimplementasikan untuk mengeliminasi derau akibat lingkungan sekitar tempat observasi. Purwarupa ini diuji dengan membandingkan nilai luarannya dengan perhitungan laju pernapasan secara manual. Berdasarkan pengukuran yang dilakukan, hasil akurasi yang dicapai bernilai diatas 93%, yang berarti purwarupa sistem cukup ideal untuk digunakan sebagai metode pengukuran laju pernapasan.

Kata kunci: Sleep Apnea, Polisomnografi, Mikrofon, Arduino, Laju Respirasi

1. PENDAHULUAN

Sleep apnea adalah suatu kondisi tidur abnormal yang terjadi ketika pernapasan berhenti secara mendadak dan berulang-ulang tanpa disadari dan mengganggu siklus pernapasan selama tidur. Gangguan ini dapat menyebabkan kurangnya asupan oksigen ke otak dan organ tubuh lainnya sehingga dapat menyebabkan kondisi membahayakan seperti serangan jantung, stroke, gagal ginjal, diabetes, hingga kecelakaan ketika bekerja [1]. Secara medis, *sleep apnea* dideteksi dengan menggunakan suatu teknik bernama polisomnograf yang merupakan suatu metode yang digunakan oleh poligraf untuk memantau banyak variabel fisiologis secara terus menerus selama tidur (seperti

pernapasan, detak jantung, dan aktivitas otot). Penggunaan layanan polisomnografi ini masih terbatas karena biaya yang tinggi sehingga menyebabkan banyak orang merasa enggan dan abai terhadap *sleep apnea*. Salah satu alasan yang menyebabkan biaya diagnosa yang mahal adalah harga alat yang sangat tinggi dan ketersediaan alat yang terbatas. Selain itu, metode diagnosa praktis untuk mendeteksi *sleep apnea* masih sukar ditemukan di pasaran [2].

Salah satu pengukuran yang dilakukan dalam polisomnografi adalah perhitungan jumlah respirasi dan henti nafas yang terjadi selama pasien tidur [3]. Jumlah respirasi menjadi penting untuk mendapatkan nilai rata-rata respirasi dalam satu menit (*respiration rate*). Sementara

jumlah henti nafas dibutuhkan untuk mengukur tingkat keparahan dari *sleep apnea*. Semakin panjang durasi henti nafas dan kejadian yang terjadi dalam satu kali durasi tidur, maka semakin parah hasil diagnosa *sleep apnea* yang dialami oleh seorang pasien [4].

Dalam menentukan *respiration rate* dan jumlah henti nafas di tiap sesi tidur, ada beberapa metode yang digunakan. Salah satu yang paling sering digunakan dalam diagnosa *sleep apnea* adalah dengan menggunakan *respiratory monitor* [5]. Peralatan ini juga menjadi standar medis dalam mengukur *respiratory rate* pada pasien yang dirawat di unit gawat darurat maupun unit perawatan intensif (*intensive care unit*). Di sisi lain, ada beberapa metode alternatif dalam mengukur *respiratory rate*, misalnya dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang diarahkan pada perubahan diafragma dada, maupun dengan menggunakan oximeter yang digunakan untuk mengukur saturasi oksigen di dalam tubuh [6]. Pada penelitian lain, sensor suhu juga kerap digunakan dalam menghitung laju pernapasan dengan mempertimbangkan perubahan signifikan per satuan waktu pada sensor yang ditempatkan di dekat hidung dan mulut [7].

Berdasarkan uraian metode akuisisi data laju pernapasan yang telah dilakukan, didapat suatu kesimpulan bahwa semuanya masih mengandalkan teknologi yang tinggi serta biaya yang relatif mahal. Oleh karena itu, perancangan serta pengembangan suatu metode perhitungan laju pernapasan yang efisien dan lebih minim biaya untuk dapat diimplementasikan dalam sistem polisomnografi menjadi berguna untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap bahayanya *sleep apnea*.

Dalam penelitian ini, pengukuran laju respirasi akan diimplementasikan menggunakan mikrofon. Cara ini sedikit berbeda dengan metode pengukuran lainnya dikarenakan mikrofon umumnya digunakan untuk mencuplik sinyal suara, sementara mikrofon pada penelitian ini digunakan untuk mengukur laju respirasi. Metode ini menjadi bagian dalam akuisisi *respiratory rate* dan beberapa data lainnya untuk perancangan suatu sistem polisomnograf murah menggunakan Arduino yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan diagnosa medis minim biaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan dan menguji hasil akuisisi dan perhitungan laju pernapasan dengan menggunakan mikrofon sebagai alat cuplik. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi solusi keterbatasan mendapatkan salah satu layanan polisomnografi yang ada saat ini serta keterkaitannya dengan implementasi suatu sistem polisomnografi yang akurat dan minim biaya. Purwarupa sistem diharapkan dapat bermanfaat bagi diagnosa dini serta pengembangan sistem *tele-medicine* yang memungkinkan pengukuran, diagnosa, serta perawatan dari jarak jauh dengan harga terjangkau.

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini dibatasi untuk implementasi penghitung laju pernapasan dengan papan purwarupa Arduino Nano 33 BLE Sense yang telah dilengkapi dengan mikrofon yang terpasang di dalamnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini melibatkan beberapa aspek pengembangan, metode dan perangkat. Pada bagian ini akan dijelaskan kajian terhadap poin-poin yang menjadi bagian dalam proses pengembangan sistem penghitung laju pernapasan dengan mikrofon.

2.1 Sleep Apnea

Sleep Apnea adalah gangguan tidur yang berpotensi serius di mana proses respirasi berulang kali terhenti hingga menyebabkan turunnya kadar oksigen dalam darah. Ciri umum *sleep apnea* adalah penderita yang mendengkur dengan keras serta terdengar nafas yang terhenti setelah menarik nafas. *Sleep apnea* terdiri atas beberapa jenis. Pertama, *obstructive sleep apnea*, yaitu bentuk yang lebih umum terjadi saat otot tenggorokan rileks dan menghambat aliran udara. Kedua, *central sleep apnea*, yang terjadi ketika otak tidak mengirimkan sinyal yang tepat ke otot yang mengontrol pernapasan. Ketiga, *complex sleep apnea*, juga dikenal sebagai *central sleep apnea* yang muncul akibat seseorang yang sedang mendapat pengobatan terkait pernapasan. *Sleep apnea* menjadi ancaman berbahaya karena dapat menyebabkan berbagai penyakit komplikasi seperti *stroke* hingga penyakit ko-morbid lain seperti diabetes, hipertensi, gagal ginjal, dan bahkan dapat menyebabkan kematian mendadak.

Cara untuk diagnosa *sleep apnea* diawali dengan melakukan pemeriksaan terhadap pasien melalui wawancara untuk mendafta keluhan yang dialami pasien. Setelah pasien dianggap memiliki kemungkinan kuat mengidap *sleep apnea* maka diagnosa dilanjutkan dengan polisomnografi. Polisomnografi adalah suatu metode *golden standard* untuk mendiagnosa *sleep apnea*. Luaran dari polisomnografi adalah suatu indeks yang disebut sebagai Indeks Apnea-Hipopnea (AHI) yang menilai tingkat keparahan dari *sleep apnea*. AHI dihitung berdasarkan kalkulasi seluruh kejadian apnea yang muncul selama pasien tidur. Klasifikasi AHI dikategorikan dalam tiga bagian, yaitu:

- Derajat Ringan: Skor AHI 5 - 14
- Derajat Sedang: Skor AHI 15 – 29
- Derajat Berat: Skor AHI > 30

2.2 Polisomnografi

Polisomnografi, juga disebut studi tidur, adalah tes yang digunakan untuk mendiagnosis gangguan tidur. Polisomnografi mencatat gelombang otak, kadar oksigen dalam darah, detak jantung dan laju pernapasan, serta gerakan mata dan kaki selama penelitian. Sistem pengukuran ini biasanya dilakukan di unit gangguan tidur di

dalam rumah sakit atau di ahli gangguan tidur, dalam hal ini biasanya dilakukan oleh dokter spesialis THT. Tes ini mencatat pola tidur dan jumlah kejadian apnea yang dialami selama tidur. Polisomnografi melibatkan beberapa pengukuran dan instrumen yang secara simultan mengukur variabel-variabel vital selama tidur, diantaranya kadar oksigen dalam darah, denyut jantung serta rata-rata detak jantung tiap menit (dengan ECG), rotasi tubuh dan pergerakannya, laju pernapasan, hingga perubahan sinyal kelistrikan otak (EEG)

2.3 Pengolahan Sinyal Suara

Pemrosesan sinyal audio adalah bagian pada bidang pengolahan dan modulasi sinyal elektronik. Pemrosesan sinyal audio adalah area pemrosesan sinyal yang melibatkan operasi matematika dan pemrograman dalam menjalankan sistem pemrosesan. Sinyal audio merupakan representasi mekanis dari gelombang yang pemrosesannya terdiri dari kompresi dan normalisasi, tapis derau, hingga tapis frekuensi yang dapat memperbaiki kualitas sinyal suara [8]. Energi dalam sinyal audio diukur dalam satuan desibel. Kemudian, karena sinyal audio analog atau digital dapat diinterpretasikan, maka sinyal ini dapat diproses di domain waktu dan frekuensi. Prosesor analog bekerja pada sinyal analog secara langsung dan prosesor digital berjalan pada representasi digital dari sinyal analog secara matematis [9].

2.4 Arduino

Dalam penelitian ini, jenis mikrokontroler Arduino yang digunakan adalah Arduino Nano BLE Sense yang merupakan mikrokontroler berbasis nRF52840. Papan elektronika ini bekerja dengan tegangan operasi sebesar 3.3V dan *clock speed* 64MHz. Papan ini memiliki *flash memory* sebesar 1MB dan SRAM sebesar 256KB. Perangkat ini juga memiliki mikrofon yang sudah tertanam di dalamnya, berjenis MP34DT05. Mikrofon ini merupakan *omnidirectional device* yang dapat menangkap suara dari lingkungan sekitar tanpa harus diarahkan pada sudut tertentu.

2.5 Penelitian Terkait

Dalam penelitian dan observasi yang dilakukan oleh William Daw, dkk [5], beberapa metode kontak dan non-kontak yang digunakan dalam pengukuran laju pernapasan dijabarkan secara jelas. Setidaknya hingga penelitian ini dipublikasikan pada tahun 2016, ada lima metode kontak dan enam metode non-kontak dalam melakukan perhitungan terhadap laju pernapasan. Beberapa metode kontak diantaranya adalah *movement detection*, pengukuran laju udara, metode akustik, menggunakan fungsi turunan dari elektrokardiografi (EKG), dan menggunakan fungsi turunan dari *photoplethysmography* (PPG). Sementara di ranah non kontak, beberapa metode tersebut diantaranya adalah dengan inframerah, data analisis video, deteksi

kelembapan di dekat area pernafasan, radar, dan kamera telepon selular.

Di penelitian lain, Tim Fischer [10] melakukan penelitian untuk mengklasifikasikan pernafasan normal dan dengkur dengan menggunakan telepon selular berbasis android. Sinyal suara terlebih dahulu ditapis (*pre-processing*) untuk memisahkan derau dari lingkungan rekam. Dengan menggunakan *confusion matrix* didapat nilai yang dapat menjadi tolok ukur klasifikasi antara dengkur dan tarikan nafas normal.

Selain itu, pada penelitian yang dilakukan oleh Mahardika, dkk [11], dikembangkan suatu metode pengukuran laju pernapasan dengan memanfaatkan sensor suhu yang terhubung dengan mikrokontroler dan ponsel berbasis android. Sensor suhu yang digunakan bertipe LM-35. Sensor tersebut ditempatkan di dekat saluran pernapasan untuk mendeteksi perubahan suhu, dimana suhu pernapasan akan lebih tinggi ketika dihembuskan dibandingkan dengan suhu ruangan [12]. Perubahan ini kemudian dicatat untuk dihitung sebagai respirasi.

3. METODE PENELITIAN

Setelah mengulas referensi dan tinjauan studi yang ada, pada bagian ini akan dibahas metode untuk memenuhi tujuan penelitian.

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan akhir dalam mengembangkan suatu system, sehingga tahapan penelitian berikut disesuaikan untuk memenuhi tujuan dari penelitian berupa sebuah purwarupa sistem dan hasil uji kinerja dari sistem yang dikembangkan. Bagan urutan tahapan penelitian dapat dilihat pada bagan di bawah ini.



Gambar 1. Alur Penelitian dan Pengembangan

Inisiasi penelitian diawali dengan mengidentifikasi tujuan dari sistem dan parameter yang dibutuhkan. Setelah itu, dilanjutkan dengan merancang dan mengimplementasi perangkat keras dan perangkat lunak. Dalam tahap pengujian, akan dilakukan komparasi hasil luaran sistem dengan perhitungan secara manual dalam keterkaitannya dengan perhitungan laju pernapasan dan durasi apnea untuk menghasilkan sistem yang reliabel dan efektif serta efisien.

3.2 Rancangan Alur Kerja Sistem

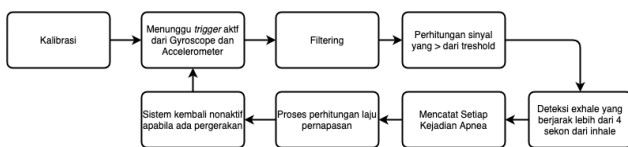
Secara umum, polisomnografi bekerja ketika pasien yang sedang diobservasi berada dalam kondisi tidur. Sehingga, sistem harus diberikan *trigger* untuk memulai proses pencuplikan sinyal suara yang ada. Namun, sebelum sistem siap untuk merekam aktivitas respirasi tubuh, sistem terlebih dahulu melakukan kalibrasi terhadap ambang batas

derau di lingkungan observasi. Setelah itu, sistem akan mulai bekerja 30 menit setelah *trigger* bahwa tidak ada aktivitas pergerakan tubuh yang terjadi.

Proses penapisan sinyal suara dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan aplikasi *bandpass filter*, kemudian diikuti dengan proses *noise reduction* dengan metode *noise suppressor* untuk melakukan separasi antara derau lingkungan dengan proses respirasi.

Proses perhitungan respirasi dimulai dengan menghitung setiap amplitudo sinyal suara yang masuk dan membandingkannya dengan ambang batas (*threshold*). Apabila sinyal lebih besar dari ambang batas, maka akan dikategorikan sebagai *inhale* dan *exhale* secara berturut-turut.

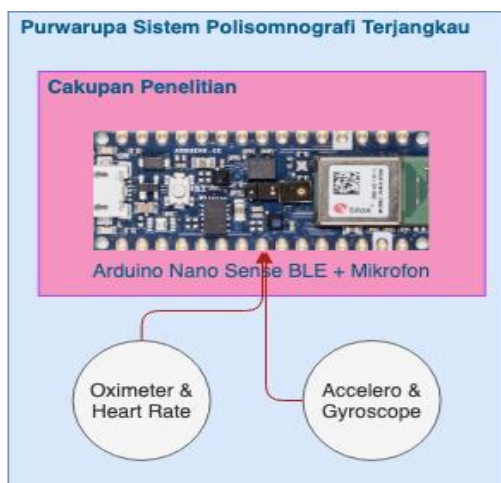
Pengelompokan apnea dilakukan apabila ditemukan suatu *inhale* yang berjarak lebih dari 4000ms dari *exhale*. Setiap terjadi keadaan apnea, sistem mencatat durasi tiap apnea dalam larik. Sistem mencatat jumlah sepaasang *inhale* dan *exhale* dalam satu menit sebagai *respiratory rate*. Jika terjadi pergerakan, sistem akan kembali nonaktif. Rancangan alur kerja diatas dapat diamati pada bentuk diagram blok di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

3.3 Rancangan Perangkat Keras

Secara umum, penelitian ini hanya melibatkan satu buah perangkat keras yang terdiri atas mikrofon serta mikrokontroller terintegrasi dalam wujud Arduino Nano BLE Sense. Namun, dalam skala purwarupa, penelitian ini juga melibatkan beberapa sensor lain. Secara utuh, ruang lingkup pembatas antara penelitian ini dan purwarupa utuh sistem dapat dilihat pada diagram skematik di bawah ini.



Gambar 3. Diagram Skematik

3.4 Penapisan Berlapis

Dalam implementasinya, data sinyal RAW yang dicuplik oleh mikrofon akan sangat tidak ideal apabila kondisi lingkungan observasi tidak mendukung, misalnya terdapat banyak suara yang dikategorikan sebagai *noise*. Untuk itu diperlukan beberapa tahapan penapisan (*filtering step*) untuk menghasilkan sinyal suara yang dapat merepresentasikan sinyal *inhale* dan *exhale* secara jelas.

Tapis pertama yang diterapkan berupa *bandpass filter*. Metode ini bertujuan untuk mengizinkan frekuensi dengan rentang 500-5000 Hz dapat lewat dan terekam di sistem. Dalam hal ini, *filter* menggunakan transformasi Hilbert [11] dengan formula sebagai berikut:

$$H(x(t)) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \frac{1}{t - \tau} d\tau$$

Setelah itu dilakukan proses tapis *noise suppressor*. *Adaptive noise suppressor* berbasis *spectral suppression* digunakan untuk mereduksi derau yang ada. Setiap *frame* yang ada akan dikomparasikan dengan ciri *noise* yang ada. Setiap komponen *spectral* akan dibobotkan dengan formula [10] berikut:

$$G(k, l) = \max \left(\frac{SNRPrio(k, l)}{SNRPrio(k, l) + 1}, -25dB \right)$$

Luaran dari proses penapisan berupa sinyal suara yang diperkuat namun minim derau.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

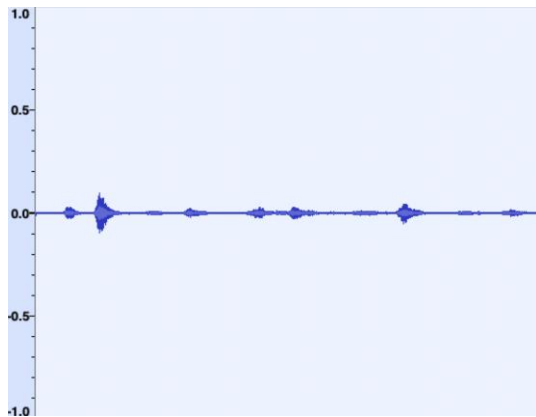
Pada tahapan pengujian, sistem dijalankan selama satu kali uji tidur berdurasi 3 jam dimana sistem disandingkan dengan mikrofon lain untuk kemudian dihitung nilai laju pernapasan, jumlah apnea dan rata-rata durasi apnea per tiap jam. Perhitungan sinyal suara secara manual dilakukan dengan perangkat lunak pengolah sinyal dan filter diterapkan menggunakan model matematika pada perangkat lunak tersebut.

Sinyal pada kondisi awal (*raw signal*) masih tidak ideal untuk dihitung karena masih mengandung derau dari lingkungan uji. Sinyal *raw* dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



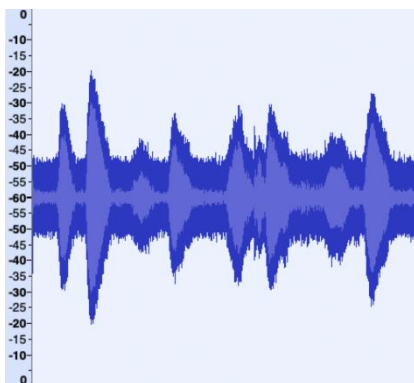
Gambar 4. Sinyal Raw pada saat Uji Coba

Setelah dilakukan penapisan dengan rentang lebar 500-5000 Hz, maka dihasilkan sinyal yang lebih spesifik dan terbebas dari *noise* frekuensi tinggi serta frekuensi *sub low* sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 5.



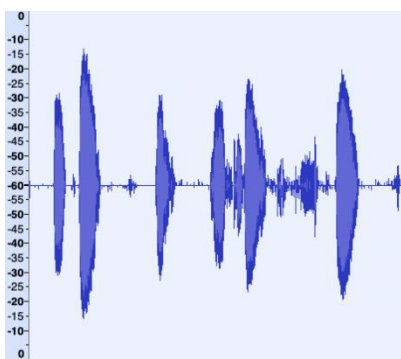
Gambar 5. Sinyal Hasil Bandpass

Dapat dilihat bahwa amplitudo pada sinyal setelah dilewatkan melalui tapis *bandpass* menjadi lebih kecil. Untuk itu dilakukan konversi dari skala -1 ke 1 menjadi skala dalam satuan desibel. Hasil yang didapat dapat dilihat pada gambar 6.



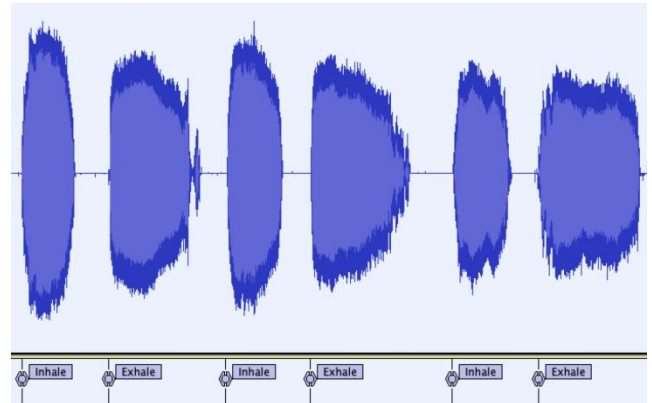
Gambar 6. Gambar Visualisasi Sinyal setelah Dikonversi ke Desibel

Tahap terakhir pada *preprocessing* sinyal adalah melakukan *noise suppressor* untuk mereduksi *noise* dan mengambil puncak-puncak yang akan diidentifikasi sebagai *inhale* dan *exhale*. Gambar hasil *noise suppressor* dapat diamati pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Keluaran dari Proses Noise Suppressor

Perhitungan secara manual dilakukan untuk menghitung jumlah *inhale* dan *exhale* di tiap jam. Proses memberikan label dapat diamati pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Proses Label *Inhale* dan *Exhale*

Perhitungan laju respirasi didasarkan pada jarak antar *exhale* dalam satuan *ms* dan dibagi dengan 60.000. Variabel respirasi akan diperbaharui secara berkala sesuai dengan jarak antar *exhale*.

$$Respiratory\ Rate = \frac{\Delta\ exhale}{60000}$$

Hasil komparasi jumlah perhitungan manual dan menggunakan sistem dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Perbandingan Perhitungan

| Jam ke | Jumlah <i>Inhale</i> <i>Exhale</i> (Manual) | Jumlah <i>Inhale</i> <i>Exhale</i> (Sistem) | Respirator y Rate Manual | Respirator y Rate Sistem |
|--------|---|---|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 840 | 902 | 14 | 15 |
| 2 | 780 | 802 | 13 | 13,3 |
| 3 | 800 | 818 | 13,3 | 13,6 |

Berdasarkan tabel perhitungan *respiratory rate* yang dilakukan secara manual dan sistem yang dirancang, dapat diperoleh perhitungan respirasi pada tiap jam berturut-turut adalah 93%, 97%, dan 98%.

5. KESIMPULAN

Secara umum, penggunaan mikrofon yang terdapat pada arduino nano maupun mikrofon biasa memungkinkan dapat digunakan untuk mencuplik sinyal suara yang diinterpretasikan menjadi penghitung laju pernapasan. Pada penelitian ini, implementasi mikrofon yang terdapat pada *microcontroller* arduino nano menghasilkan perhitungan yang baik dan akurat dengan tingkat persentase diatas 93%. Kemampuan mikrofon pada arduino nano beserta mikrokontroller sangat mumpuni untuk melakukan *real-time processing*. Teknologi penapisan dan perhitungan menjadi tantangan pengembangan, baik menggunakan filter digital, maupun melakukan perhitungan yang tidak berdasarkan *treshold* tetapi dengan aplikasi pembelajaran

mesin untuk mengidentifikasi karakter suara pernafasan atau derau lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Kadarullah and Y. Annisa, "Pengaruh *Obstructive Sleep Apnea* (OSA) terhadap Terjadinya Hipertensi di Poli Saraf RSUD Prof. DR. Margono Soekarjo," Vol. XIII, No. 2, pp. 11–21, 2016.
- [2] V. Sterpenich, L. Perogamvros, G. Tononi, and S. Schwartz, "Experiencing Fear in Dreams Relates to Brain Responses to Aversive Stimuli During Wakefulness," *Sleep Med.*, vol. 40, no. 2017, p. e259, 2017, doi: 10.1016/j.sleep.2017.11.759.
- [3] M. A. Ciptaan and T. S. Hariyati, "Kemajuan Teknologi dalam menentukan *Test Diagnostic* serta Monitoring Terjadinya *Sleep Apnea*: Studi Literatur," *Carolus J. Nurs.*, vol. 2, no. 1, pp. 52–62, 2019.
- [4] L. Wang, Y. Lin, and J. Wang, "A RR Interval Based Automated Apnea Detection Approach using Residual Network," *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 176, pp. 93–104, 2019, doi: 10.1016/j.cmpb.2019.05.002.
- [5] W. Daw, "Medical Devices for Measuring Respiratory Rate in Children: a Review," *J. Adv. Biomed. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 21–27, 2016, doi: 10.15379/2409-3394.2016.03.01.04.
- [6] A. S. Grevtseva, K. J. Smirnov, V. V. Davydov, and V. Y. Rud, "Development of Methods for Results Reliability Raise During The Diagnosis of A Person's Condition by Pulse Oximeter," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1135, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1135/1/012056.
- [7] R. Daňová, R. Olejnik, P. Slobodian, and J. Matyas, "The Piezoresistive Highly Elastic Sensor Based on Carbon Nanotubes for The Detection of Breath," *Polymers (Basel)*, Vol. 12, No. 3, p. 713, 2020, doi: 10.3390/polym12030713.
- [8] H. Purwins, B. Li, T. Virtanen, J. Schlüter, S. Y. Chang, and T. Sainath, "Deep Learning for Audio Signal Processing," *IEEE J. Sel. Top. Signal Process.*, vol. 13, no. 2, pp. 206–219, 2019, doi: 10.1109/JSTSP.2019.2908700.
- [9] S. Das, J. Li, W. Dai, F. Metze, and S. Qu, "A Comparison of Deep Learning Methods for Environmental Sound Detection," *IEEE Int. Conf. Acoust. Speech, Signal Process.*, 2017, vol. 10, no. 1, pp. 126–130, 2017.
- [10] T. Fischer, J. Schneider, and W. Stork, "Classification of Breath and Snore Sounds using Audio Data Recorded with Smartphones in The Home Environment," *IEEE Int. Conf. Acoust. Speech, Signal Process.* 2016, pp. 226–230, 2016.
- [11] I. K. E. G. Mahardika, T. Hamzah, T. Rahmawati, and L. Soetjatie, "Measuring Respiration Rate Based Android," *Indones. J. Electron. Electromed. Eng. Med. informatics*, Vol. 1, No. 1, pp. 39–44, 2019, doi: 10.35882/ijeemi.v1i1.7.
- [12] S. S. Thomas, A. Saraswat, A. Shashwat, and V. Bharti, "Sensing Heart Beat and Body Temperature Digitally using Arduino," *Int. Conf. Signal Process. Commun. Power Embed. Syst. SCOPES 2016 - Proc.*, pp. 1721–1724, 2017, doi: 10.1109/SCOPES.2016.7955737.

Jurnal Teknologi Terpadu
Vol. 7, No. 1, Juli 2021

Daftar Isi

- Pengenalan Pola Fonem Vokal menggunakan *Short Time Fourier Transform* dan Fitur *Mel Frequency Cepstral Coefficient*** 01
Ahmad Rio Adriansyah, Kurniawan Dwi Prasetyo, Hamdan Ainul Atmam Al Faruqi
- Penggunaan *Clustering K-Means Customer Segmentation* berbasis *Recency Frequency Monetary (RFM)* pada PT Auto2000 Cabang Juanda** 07
Carudin
- Pemanfaatan *Google Sheets* dan *Google Form* untuk Layanan Administrasi Mahasiswa menggunakan Konsep *Electronic Service Quality*** 15
Misna Asqia, Tiffany Nabarian
- Pengembangan Aplikasi *Virtual Tour* sebagai Media Pengenalan Lingkungan Kampus PENS berbasis *Website*** 23
Ashafidz Fauzan Dianta, Zakha Maisat Eka Darmawan, Zulhaydar Fairozal Akbar, Kholid Fathoni
- Penerapan Limit Akses *Browsing* Internet pada saat Jam Kerja** 31
Zaenal Mutaqin Subekti, Kikim Mukiman, Ahmad Fikri Adluwal Fadil, Muhammad Asyrofi
- Pengembangan Aplikasi Permainan Pembelajaran Matematika menggunakan *Model-Driven Game Development*** 39
Umair, Hilmy Abidzar Tawakal
- Perancangan Visualisasi "*Driver Machine Interface Display*" pada Kereta Api berbasis ATO/ATP menggunakan Aplikasi Visual Studio** 45
Agustinus Prasetyo Edy Wibowo, Febi Wiratama Putra
- Implementasi Kendali Intensitas Cahaya Lampu dengan *Internet of Things* berbasis Arduino Uno menggunakan Metode *Fuzzy Logic*** 51
Ramdani, Marisa, Carudin
- Implementasi Penghitung Laju Respirasi pada Sistem Polisomnografi menggunakan Mikروفon dan Arduino Nano** 59
Martin Clinton Tosima Manullang, Nova Resfita

Published by :

LPPM STT Terpadu Nurul Fikri
Jln. Raya Lenteng Agung, no. 20, Srengseng Sawah,
Jagakarsa, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12640

Telp. 021 - 786 3191

Email : lppm@nurulfikri.ac.id

Website : <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt>

