



POLITEKNIK NEGERI BALI

*matrix***X**

JURNAL MANAJEMEN TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA



Editors

Editor-in-chief :

I Wayan Suasnawa, ST,MT (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Editorial Boards :

Erfan Rohadi, PhD (Teknik Informatika, Politeknik Negeri Malang).

Dr. I Ketut Swardika, ST, MSi (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Dr. Anak Agung Ngurah Gde Sapteka (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

I Nyoman Suamir, ST, MSc, PhD (Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bali).

Ir. I Wayan Wiraga, MT (Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali).

I Nyoman Kusuma Wardana, ST, MSc (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Ni Wayan Wisswani, ST, MT (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Elvira Septevany, SS, MLi (Pariwisata, Politeknik Negeri Bali).

Kadek Nita Sumiari, S.S.T, M.Si (Akuntansi, Politeknik Negeri Bali).

Language Editors :

Gusti Nyoman Ayu Sukerti, SS, MHum (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Ni Nyoman Yuliantini, SPd, MPd (Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali).

Reviewers

Dr. Isdawimah (Electrical Engineering Department, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia).

Dr. Catur Apriono (Electrical Engineering Department, Universitas Indonesia).

Dr. Dewi Yanti Liliana (Information Technology Department, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia).

Dr. Moehammad Sarosa (Electrical Engineering Department, Politeknik Negeri Malang, Indonesia).

Dr. Noor Cholis Basjaruddin (Electrical Department, Politeknik Negeri Bandung).

Dr. Henry B H Sitorus (Electrical Engineering Department, Universitas Pembangunan Nasional Jakarta, Indonesia).

Dr. Sri Ratna Sulistiyanti (Electrical Engineering Department, Universitas Lampung).

Dr. F. Yudi Limpraptono (Electrical Engineering Department, Institut Teknologi Nasional).

Dr. I Made Wiwit Kastawan (Energy Conversion Engineering Department, Politeknik Negeri Bandung).

Dr. F. X. Arinto Setyawan (Electrical Engineering Department, Universitas Lampung, Indonesia).

Dr. Eng. Cahya Rahmad (Information Technology Department, Politeknik Negeri Malang).

Dr. Mohammad Noor Hidayat (Electrical and Electronics Engineering Department, Politeknik Negeri Malang).

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya Jurnal Matrix Volume 10, Nomor 3, Tahun 2020. Adapun artikel ilmiah yang dipublikasikan pada edisi ini ditulis oleh peneliti dari Universitas Amikom Purwokerto, Politeknik Negeri Bali, Universitas Budi Luhur Jakarta, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Universitas Mercu Buana dan Universitas Indonesia. Di bidang Manajemen Informatika ditampilkan artikel ilmiah mengenai Pengaruh Teknologi Informasi Revolusi Industri 4.0 terhadap Perkembangan UMKM Sektor Industri Pengolahan, Rancang Bangun Sistem Informasi Inventory Berbasis Client Server pada PT Arpan Bali Utama di Denpasar, Pembangunan Aplikasi Transaksi Menu di Kedai XYZ Kopi Menggunakan Qr-Code dan One Time Password Berbasis E-Wallet serta artikel ilmiah mengenai Perancangan Media Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar Berbasis Serious Game. Di bidang Teknik Elektro ditampilkan artikel ilmiah mengenai Sistem Perekaman Pelat Nomor Mobil pada Palang Pintu Parkir Menggunakan Web Kamera dan Mikrokontroler dan Analisis Parameter Antena Mikrostrip dengan Metode Split Ring Resonator pada Frekuensi L-Band.

Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih kepada para reviewer dari Universitas Indonesia, Politeknik Negeri Jakarta, Politeknik Negeri Malang, Universitas Pembangunan Nasional Jakarta, Politeknik Negeri Bandung, Universitas Lampung dan Institut Teknologi Nasional atas usaha dan kerja keras dalam melakukan kajian dan penyempurnaan terhadap artikel-artikel pada edisi ini. Besar harapan kami agar karya dari para penulis pada edisi ini dapat dijadikan referensi bagi peneliti di bidang manajemen teknologi dan informasi. Kami juga sampaikan bahwa untuk kesinambungan penerbitan Jurnal Matrix maka akan ada perubahan pengelola jurnal matrix dari Editor-in-chief Jurnal Matrix saat ini. Gusti Nyoman Ayu Sukerti, S.S., M.Hum akan menjadi Editor-in-chief untuk penerbitan Jurnal Matrix selanjutnya. Selain itu, artikel Jurnal Matrix akan menggunakan Bahasa Inggris mulai edisi Maret 2021.

Politeknik Negeri Bali, 30 November 2020

Editor-in-chief Jurnal Matrix

I Wayan Suasnawa, ST.,MT.

ISSN: 2580-5630



DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

Google
Scholar



sinta
Science and Technology Index

Crossref

Daftar Isi

Berlilana, Rinda Utami, Wiga Maulana Baihaqi Pengaruh Teknologi Informasi Revolusi Industri 4.0 terhadap Perkembangan UMKM Sektor Industri Pengolahan	87-93
Luh Kadek Ayu Dwi Setiawati, I Made Dwi Jendra Sulastra Rancang Bangun Sistem Informasi Inventory Berbasis Client Server pada PT Arpan Bali Utama di Denpasar	94-102
Wahit Sigit Ismail, Peby Wahyu Purnawan, Indra Riyanto, Nazori Sistem Perekaman Pelat Nomor Mobil pada Palang Pintu Parkir Menggunakan Web Kamera dan Mikrokontroler	103-112
Fazri Muhamad Kurnia, Irawan Afrianto Pembangunan Aplikasi Transaksi Menu di Kedai XYZ Kopi Menggunakan Qr-Code dan One Time Password Berbasis E-Wallet	113-122
Anang Kukuh Adisusilo Perancangan Media Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar Berbasis Serious Game	123-132
Dian Rusdiyanto, Catur Apriono, Dian Widi Astuti Analisis Parameter Antena Mikrostrip dengan Metode Split Ring Resonator pada Frekuensi L-Band	133-139

Pengaruh Teknologi Informasi Revolusi Industri 4.0 terhadap Perkembangan UMKM Sektor Industri Pengolahan

Berlilana^{1✉}, Rinda Utami², Wiga Maulana Baihaqi³

^{1,2}Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto

³Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Amikom Purwokerto

✉ berli_amikom@yahoo.com

Abstrak: Pertumbuhan ekonomi di Indonesia dapat dipengaruhi oleh perkembangan Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM). Teknologi baru era industri 4.0 menjadi salah satu penghambat perkembangan UMKM di Indonesia, karena pelaku UMKM tidak memiliki kemampuan untuk mengadopsi teknologi baru. Jika para pelaku UMKM dapat memanfaatkan teknologi seperti sistem informasi penjualan, media sosial, dan Google Bisnisku, maka teknologi tersebut akan dapat membantu dalam proses penjualan, pemasaran, dan komunikasi dengan pelanggan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kegunaan teknologi informasi seperti sistem informasi penjualan, media sosial, dan Google Bisnisku yang ada dalam UMKM dan mengetahui pengaruh teknologi informasi tersebut terhadap keberhasilan UMKM Kabupaten Banyumas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif dengan bantuan SPSS 22. Hasil penelitian menunjukkan UMKM yang sudah menggunakan teknologi seperti Tokopedia, Instagram, dan Google Maps berkembang dengan pesat. Omset dan aset semakin banyak, serta proses komunikasi dengan pelanggan menjadi semakin mudah. Hasil tersebut menandakan bahwa penggunaan teknologi informasi industri 4.0 dapat mempengaruhi perkembangan UMKM sehingga hubungan antara kedua variabel tersebut dapat dikatakan kuat.

Kata kunci: industri pengolahan, SPSS, teknologi 4.0, UMKM

Abstract: Economic growth in Indonesia can be influenced by the development of Micro, Small and Medium Enterprises (MSMEs). New industrial era 4.0 technology is one of the obstacles to the development of MSMEs in Indonesia, because MSMEs do not have the ability to adopt new technologies. If they can take advantage of technologies such as sales information systems, social media and Google My Business, they can help in the sales, marketing and communication process with customers. The purpose of this study was to determine the usefulness of information technology such as sales information systems, social media, and Google My Business that exist in MSMEs and determine the effect of such information technology on the success of MSMEs in Banyumas Regency. The research method used uses descriptive quantitative method with the help of SPSS 22. The results show that MSMEs that have used technology such as Tokopedia, Instagram, and Google Maps are developing rapidly. Turnover and assets are increasing, and they are easy to communicate with customers. These results offer the use of industry information technology 4.0 can affect the development of MSMEs, the relationship between the two variables can be said to be strong.

Keywords: processing industry, SPSS, technology 4.0, MSMEs

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini sudah menyentuh sektor perekonomian masyarakat. Sejalan dengan perkembangan teknologi, penggunaan internet juga mendominasi seluruh kegiatan masyarakat dalam kesehariannya. Secara umum, internet akan berubah menjadi alat untuk mempublikasikan produk dari perusahaan kepada masyarakat. Hal tersebut akan membawa dampak yang sangat besar bagi setiap pelaku bisnis. Dampak pada aspek persaingan adalah terbentuknya tingkat kompetisi yang ketat yang mendorong perusahaan untuk memiliki kemampuan agar dapat beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi, sehingga perusahaan akan mampu bersaing dengan para kompetitornya.

Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) di Indonesia merupakan salah satu prioritas dalam pengembangan ekonomi nasional, selain karena UMKM menjadi tulang punggung sistem ekonomi

kerakyatan yang tidak hanya ditujukan mengurangi masalah kesenjangan antar golongan pendapatan dan antar pelaku usaha, ataupun pengentasan kemiskinan dan penyerapan tenaga kerja [1]. Pengembangan UMKM akan memperluas basis ekonomi dan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mempercepat struktural, yaitu meningkatkan perekonomian daerah dan ketahanan ekonomi nasional.

UMKM di Indonesia terbagi menjadi 9 sektor yang salah satunya adalah sektor industri pengolahan. UMKM sektor industri pengolahan adalah UMKM yang membuat atau menghasilkan sebuah produk. Produk yang dibuat memiliki jenis yang berbeda dan juga fungsi yang berbeda. Kabupaten Banyumas memiliki ribuan UMKM yang tersebar di 27 Kecamatan.

Data yang diambil dari Dinas Tenaga Kerja, Koperasi, dan UKM menunjukkan bahwa jumlah UMKM yang ada di Kabupaten Banyumas mencapai 84.350 UMKM. UMKM di Kabupaten Banyumas

terbagi menjadi 9 sektor yaitu sektor Pertanian, Peternakan, Kehutanan, dan Perikanan; Pertambangan dan Penggalian; Industri Pengolahan; Listrik, Gas, dan Air Bersih; Bangunan; Perdagangan, Hotel dan Restoran; Pengangkutan dan Komunikasi; Keuangan, Persewaan, dan Jasa Perusahaan; serta Jasa-Jasa Swasta. Jumlah UMKM pada sektor Industri Pengolahan mencapai 12.715 UMKM yang artinya industri pengolahan mencapai 15% dari seluruh UMKM yang ada di Kabupaten Banyumas.

Tidak semua UMKM di Kabupaten Banyumas menggunakan teknologi untuk proses bisnis mereka. Berdasarkan wawancara dengan pihak Dinas Tenaga Kerja, Koperasi dan UMK Kabupaten Banyumas, UMKM yang menggunakan teknologi hanya sekitar 20% dari seluruh UMKM yang ada. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Bapak Indra selaku pengurus UMKM Kabupaten Banyumas, para pelaku UMKM sering diberikan pelatihan untuk mengembangkan usaha mereka. Salah satunya adalah pelatihan tentang penggunaan teknologi. Akan tetapi, masih cukup banyak UMKM yang belum menggunakan teknologi untuk mengembangkan usaha mereka karena berbagai alasan. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut. Di antaranya adalah kurangnya pengetahuan tentang penggunaan teknologi dan kurangnya tingkat kepercayaan bahwa teknologi dapat membantu proses bisnis mereka. Oleh karena itu, sebagian besar UMKM masih menggunakan cara konvensional dalam menjalankan bisnisnya.

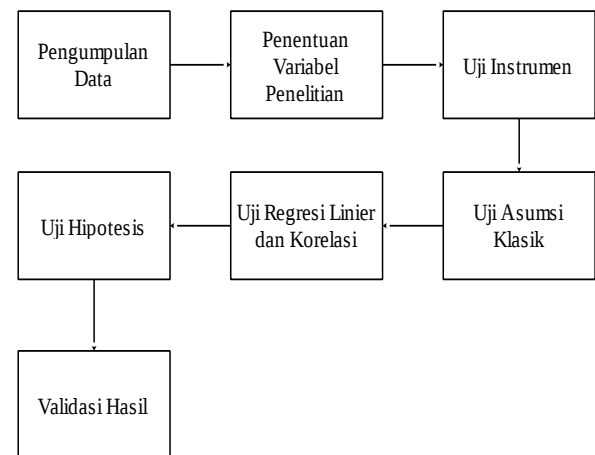
Pemanfaatan teknologi menjadi faktor krusial dalam keberlangsungan UMKM. Penggunaan *platform* teknologi penjualan seperti *marketplace* dapat meningkatkan prospek penjualan [2]. Lebih dari itu, penggunaan teknologi (media sosial) dapat membantu UMKM dalam meningkatkan penjualan sebesar 10-50% [3] serta memberikan keunggulan kompetitif dibandingkan usaha konvensional lainnya [4]. Media sosial juga dapat membantu UMKM dalam menggali pasar potensial baru, media sosial juga merupakan alternatif solusi yang efektif bagi usaha yang sedang menghadapi penurunan penjualan di pasar konvensional [5], dan meningkatkan keterlibatan konsumen (*customer engagement*) dalam bentuk *likes*, *shares*, dan interaksi [6].

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan tema teknologi dan perkembangan UMKM. Peneliti [7] telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengukur seberapa besar pengaruh tingkat pendidikan dan teknologi terhadap pendapatan dengan modal sebagai variabel moderasi pada UMKM. Penelitian yang dilakukan oleh [8] bertujuan untuk mengukur kemampuan UMKM untuk beradaptasi dengan teknologi dan budaya baru. Penelitian yang dilakukan oleh [9] bertujuan untuk mengkaji tentang penerapan Teknologi Informasi sebagai upaya memperluas pasar produk lokal mengingat urgensinya UMKM terhadap stabilitas perekonomian Indonesia. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [10] bertujuan untuk menguji peran teknologi informasi terhadap

keuntungan UKM. Penelitian yang dilakukan oleh [11] meneliti relevansi teknologi informasi dalam manajemen yang efektif dari UKM yang dipilih di Lagos.

Beberapa hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi memberikan pengaruh positif terhadap UMKM. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada tujuannya, di mana penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh teknologi terhadap perkembangan UMKM yang dilihat dari segi peningkatan omset, aset, dan area pemasarannya. Metode analisis yang digunakan adalah regresi linier sederhana. Penelitian [12] menunjukkan bahwa dalam penggunaan permodelan regresi linier sederhana harus sesuai dengan langkah-langkah di antaranya meliputi : (a) Uji instrumen dan validitas, (b) Uji asumsi klasik, (c) Uji *t-pasial*, (d) Uji signifikansi *moderate regression analysis*.

II. METODE PENELITIAN



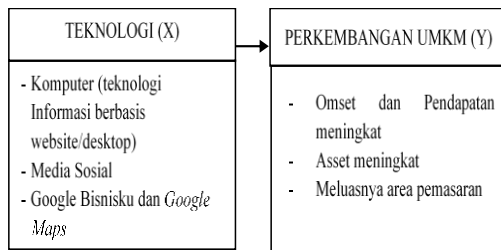
Gambar 1. Metode penelitian.

Gambar 1 di atas merupakan alur penelitian pada penelitian ini. Objek penelitian dalam penelitian ini adalah UMKM di Kabupaten Banyumas. Metode survei dalam pengumpulan data dilakukan dengan kuesioner tertutup yang diberikan langsung kepada responden. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer, data primer yaitu data yang berasal langsung dari sumber data yang dikumpulkan secara khusus dan berhubungan langsung dengan permasalahan yang diteliti. Data ini berupa kuesioner yang telah diisi oleh para pelaku UMKM yang menjadi responden terpilih dalam penelitian ini.

Dalam proses penyusunan kuesioner ini, peneliti menggunakan skala likert. Skala likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena tertentu. Dengan skala likert, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi *indicator variable*. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*).

Variabel X yang terdiri dari komponen teknologi informasi berbasis *website/desktop*, *social media*, dan Google Bisnisku akan diuji pengaruhnya terhadap

perkembangan UMKM (Y) yang dilihat dari omset, aset, dan meluasnya area pemasaran.



Gambar 2. Hubungan antar variabel [10].

Selanjutnya, indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumen baik dalam bentuk pernyataan atau pertanyaan. Tabel 1 menunjukkan instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data pada penelitian ini, di mana SS, S, N, TS, STS secara berturut-turut adalah Sangat Setuju, Setuju, Netral, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju. Penilaian tersebut memiliki nilai 5, 4, 3, 2, dan 1.

Tabel 1. Instrumen penelitian.

No.	Pernyataan	SS	S	N	TS	STS
1	Sistem informasi penjualan mempercepat proses transaksi					
2	Dengan adanya sistem penjualan maka membantu proses pelayanan terhadap pelanggan					
3	Dengan menggunakan <i>social media</i> maka proses promosi semakin mudah					
4	<i>Social media</i> membantu proses penjualan					
5	Dengan <i>social media</i> maka area yang dijangkau jadi semakin luas					
6	Google Bisnisku dan google map membantu orang lebih memudahkan untuk menentukan toko kami					
7	Teknologi informasi membantu omset dan pendapatan meningkat					
8	Teknologi Informasi membuat aset yang dimiliki meningkat					
9	Teknologi informasi sangat mempengaruhi perkembangan UMKM					

Proses analisis data kuesioner dilakukan dengan menggunakan aplikasi SPSS yang digunakan untuk memasukkan data penelitian, mengolah, dan melihat hasil dari penelitian yang akan dilakukan. Analisis data yang digunakan melalui tiga tahapan dimulai dengan uji instrumen dengan dilakukannya uji validitas dengan membandingkan nilai R_{tabel} dengan nilai R_{hitung} pada masing-masing setiap pertanyaan yang terdapat di kuesioner [13].

Tahap kedua disebut uji asumsi klasik, jenis pengujian yang dilakukan pada tahapan ini yaitu uji normalitas menggunakan uji *kolmogorov smirnov* pada residual hasil dari regresi penelitian. Uji normalitas bertujuan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel, apakah sebaran data tersebut terdistribusi normal ataukah tidak. Berdasarkan pengalaman empiris beberapa pakar statistik, data yang banyaknya lebih dari 30 angka ($n > 30$), maka sudah dapat diasumsikan terdistribusi normal [14]. Pengujian normalitas dalam penelitian ini menggunakan rumus *kolmogorov smirnov* dengan memanfaatkan *software* SPSS. Suatu distribusi data dikatakan normal jika nilai sig (signifikansi) $> \beta$. Begitu juga sebaliknya, suatu distribusi data dikatakan tidak normal jika nilai sig (signifikansi) $< \beta$. Jika pada pengujian normalitas terjadi distribusi data tidak normal, maka dapat dilakukan transformasi data terlebih dahulu, transformasi data yang dimaksud dengan memperhatikan kurva dari distribusi data yang sebelumnya telah diuji [15].

Tahapan ketiga dilakukan analisis data dengan analisis regresi linier pengaruh teknologi terhadap perkembangan UMKM, analisis korelasi antara variabel bebas dan variabel yang dipengaruhi, koefisien korelasi, dan koefisien determinasi. Selanjutnya adalah analisis dengan adanya uji hipotesis yang menggunakan uji simultan (uji F). Tahap terakhir adalah uji validasi hasil, yaitu menguji hasil hipotesis yang diperoleh apakah sesuai dengan keadaan UMKM yang sudah menggunakan teknologi industri 4.0 seperti *smartphone*/komputer, media sosial, dan Google Bisnisku.

Berdasarkan latar belakang dan kajian teori di atas, terdapat hipotesis yang dibuat dalam penelitian ini. H_0 = Hipotesis nol adalah hipotesis yang menyatakan bahwa kedua variabel yang dites tidak memiliki hubungan yang signifikan, sedangkan H_1 = hipotesis alternatif adalah hipotesis yang menyatakan bahwa kedua yang dites memiliki hubungan yang signifikan.

H_0 : Teknologi tidak memiliki pengaruh positif/signifikan terhadap Perkembangan UMKM.

H_1 : Teknologi memiliki pengaruh positif/signifikan terhadap Perkembangan UMKM.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Populasi dan Sampel

Populasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu UMKM industri pengolahan Kabupaten Banyumas

yang berjumlah 12.715. Rumus Slovin digunakan untuk menentukan besarnya sampel yang digunakan pada penelitian ini. Berdasarkan penghitungan menggunakan rumus Slovin, diperoleh hasil sebesar 388.

B. Perhitungan Kuesioner

Persentase UMKM pengguna teknologi lebih sedikit dibandingkan dengan UMKM yang tidak menggunakan. UMKM yang sudah menggunakan teknologi sebanyak 187 UMKM atau sebesar 48,2% sedangkan yang belum menggunakan sebanyak 201 UMKM atau sebesar 51.8%.

C. Uji Instrumen

Uji validitas dilakukan dengan membandingkan nilai R hitung dengan R tabel.

1. Uji validitas

Berdasarkan Uji Validitas Variabel Teknologi (X), diperoleh hasil bahwa seluruh butir pernyataan pada Tabel 2 dinyatakan valid, hal ini berdasarkan pada seluruh nilai R hitung pada butir pernyataan lebih besar dari R tabel yang sebelumnya telah ditetapkan yaitu 0,148.

Table 2. Hasil uji validitas variabel X.

		P1X	P2X	P3X	P4X	P5X	P6X	J.PX
P1X	P. Correlation	1	.655**	.487**	.400**	.368**	.376**	.701**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	187	187	187	187	187	187	187
P2X	P. Correlation	.655**	1	.637**	.537**	.575**	.427**	.818**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000	.000
	N	187	187	187	187	187	187	187
P3X	P. Correlation	.487**	.637**	1	.677**	.627**	.478**	.857**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.000
	N	187	187	187	187	187	187	187
P4X	P. Correlation	.400**	.537**	.677**	1	.533**	.509**	.802**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000	.000
	N	187	187	187	187	187	187	187
P5X	P. Correlation	.368**	.575**	.627**	.533**	1	.355**	.765**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000	.000
	N	187	187	187	187	187	187	187
P6X	P. Correlation	.376**	.427**	.478**	.509**	.355**	1	.666**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000		.000
	N	187	187	187	187	187	187	187
JumlahPX	P. Correlation	.701**	.818**	.857**	.802**	.765**	.666**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	
	N	187	187	187	187	187	187	187

Table 3. Hasil uji validitas variabel Y.

		P1Y	P2Y	P3Y	Jumlah PY
P1Y	Pearson Correlation	1	.382**	.493**	.775**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N	187	187	187	187
P2Y	Pearson Correlation	.382**	1	.466**	.772**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000
	N	187	187	187	187
P3Y	Pearson Correlation	.493**	.466**	1	.836**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000
	N	187	187	187	187
JumlahPY	Pearson Correlation	.775**	.772**	.836**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	
	N	187	187	187	187

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan Tabel 2, ada beberapa variabel yang digunakan untuk menguji validitas pada variabel X atau independen. P1X adalah sistem informasi penjualan yang mempercepat proses transaksi. P2X adalah variabel yang menggambarkan bahwa dengan adanya sistem penjualan, maka membantu proses pelayanan terhadap pelanggan. P3X adalah variabel yang

menggambarkan bahwa dengan menggunakan media sosial, maka proses promosi semakin mudah. P4X adalah variabel yang media sosial membantu proses penjualan. P5X adalah variabel yang mewakili pernyataan dengan media sosial area yang dijangkau jadi semakin luas. P6X adalah variabel yang menggambarkan Google Bisnisku dan Google Map

membantu orang untuk menemukan toko dengan lebih mudah.

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil bahwa butir pernyataan P1X memiliki nilai R hitung sebesar 0,701 dan lebih besar dari nilai R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P1X dapat dinyatakan valid. Nilai R hitung pada butir pernyataan P2X adalah sebesar 0,818 dan lebih besar dari R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P2X dapat dinyatakan valid. Pernyataan P3X memiliki nilai R hitung sebesar 0,857 dan lebih besar dari nilai R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P3X dinyatakan valid.

Butir pernyataan P4X memiliki nilai R hitung sebesar 0,802 dan lebih besar dari nilai R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P4X dapat dinyatakan valid. Nilai R hitung pada butir pernyataan P5X adalah sebesar 0,765 dan lebih besar dari R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P5X dapat dinyatakan valid. Sedangkan butir pernyataan P6X memiliki nilai R hitung sebesar 0,666 dan lebih besar dari nilai R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P6X dinyatakan valid. Berdasarkan hasil dari uji validitas pada variabel teknologi (X) yang terdiri atas enam pernyataan yaitu P1X, P2X, P3X, P4X, P5X, dan P6X, diperoleh hasil bahwa seluruh pernyataan pada variabel teknologi dinyatakan valid.

Berdasarkan Tabel 3, ada beberapa variabel yang digunakan untuk menguji validitas pada variabel Y atau variabel dependen. P1Y merupakan variabel yang menggambarkan bahwa teknologi informasi membuat omset pendapatan meningkat. P2Y merupakan variabel yang menggambarkan bahwa teknologi informasi membuat aset (mesin produksi, kendaraan operasional, bangunan) yang dimiliki meningkat. P3Y merupakan variabel yang menggambarkan bahwa teknologi informasi sangat membantu dalam promosi produk.

Berdasarkan Tabel 3, butir pernyataan P1Y memiliki nilai R hitung sebesar 0,775 dan lebih besar dari nilai R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P1Y dapat dinyatakan valid. Nilai R hitung pada butir pernyataan P2Y adalah sebesar 0,772 dan lebih besar dari R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P2Y dapat dinyatakan valid. Sedangkan untuk butir pernyataan P3Y memiliki nilai R hitung sebesar 0,836 dan lebih besar dari nilai R tabel yaitu 0,148. Dengan demikian, uji validitas pada butir pernyataan P3Y dinyatakan valid. Berdasarkan hasil dari uji validitas pada variabel perkembangan (Y) yang terdiri dari enam pernyataan yaitu P1Y, P2Y, dan P3Y, diperoleh hasil bahwa seluruh pernyataan pada variabel perkembangan dinyatakan valid.

2. Uji Normalitas

Berdasarkan hasil yang diperoleh, diketahui bahwa distribusi data tidak normal. Oleh karena itu,

diperlukan transformasi data. Setelah dilakukan transformasi data, dilakukan uji normalitas ulang terhadap data yang sudah ditransformasikan. Hasil dari uji normalitas yang kedua menunjukkan distribusi data normal yang ditandai dengan Sig. sebesar 0,093 dan lebih besar dari 0,05. Setelah dilakukan uji normalitas ulang, diperoleh nilai Sig. sebesar 0,093 di mana nilai tersebut lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, hasil pengujian ulang normalitas dari pengaruh teknologi terhadap perkembangan UMKM dapat dinyatakan normal atau data terdistribusi normal.

D. Teknik Analisis Data

1. Regresi Linier Sederhana

Analisis ini digunakan untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen, apakah positif atau negatif. Selain itu, juga untuk memprediksi nilai dari variabel dependen apabila nilai variabel independen mengalami kenaikan atau penurunan nilai. Pada penelitian ini, variabel bebas yang digunakan yaitu teknologi. Sedangkan variabel terikat yang terdapat pada penelitian ini yaitu perkembangan.

Berdasarkan uji regresi linier sederhana, didapatkan nilai t hitung variabel teknologi sebesar 9,247 dengan nilai Sig. sebesar 0,000. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variabel X yaitu teknologi berpengaruh positif terhadap variabel Y yaitu perkembangan UMKM.

2. Korelasi

Hasil pengujian korelasi teknologi terhadap perkembangan UMKM dipaparkan pada bagian ini. Berdasarkan hasil uji korelasi, diperoleh nilai r sebesar 0,562 atau 56,2%. Korelasi variabel X terhadap Y positif dan kuat, di mana variabel X adalah teknologi dan variabel Y adalah perkembangan UMKM. Hasil uji determinan: *R Square* (0,316) atau 31,6% variabel Y dipengaruhi oleh variabel X.

E. Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji simultan (uji F). Uji simultan digunakan untuk menjawab hipotesis yang sudah dibuat pada metodologi penelitian. Uji simultan dilakukan pada variabel bebas secara serentak terhadap variabel terikatnya. Penelitian ini menguji variabel teknologi terhadap variabel perkembangan.

Uji simultan dilakukan dengan membandingkan nilai Sig. dengan nilai probabilitas yaitu 0,05 dan membandingkan nilai F hitung dengan F tabel. Jika Nilai Sig. $< 0,05$ maka dapat dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima, begitu juga sebaliknya jika Nilai Sig. $> 0,05$ maka dapat dinyatakan H_0 diterima dan H_1 ditolak. Cara lain untuk melakukan Uji F yaitu dengan membandingkan nilai F hitung dengan F tabel. Jika nilai F hitung $> F$ tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, dan jika F hitung $< F$ tabel maka H_0 diterima dan H_1 ditolak.

Hasil uji F menunjukkan bahwa nilai Sig. F adalah sebesar 0,000 dan nilai tersebut lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, dapat dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini merujuk dari nilai Sig. F < dari 0,05 yang menyatakan H_1 diterima dan H_0 ditolak. Jika menggunakan uji F dengan membandingkan F hitung dan F tabel, didapatkan hasil nilai F hitung sebesar 85,511 dan nilai tersebut lebih besar dari F tabel sebesar 3,890. Berdasarkan hasil tersebut, maka dinyatakan H_0 ditolak dan H_1 diterima. Kedua metode uji F dengan menggunakan Nilai Sig. F dan membandingkan F hitung dengan F tabel sama-sama menghasilkan keputusan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Dari hasil uji F diperoleh hasil H_0 ditolak, sehingga hipotesis dengan pernyataan “Teknologi tidak memiliki pengaruh positif/signifikan terhadap Perkembangan UMKM” ditolak. Sedangkan H_1 diterima, dengan begitu pernyataan “Teknologi memiliki pengaruh positif/signifikan terhadap Perkembangan UMKM” diterima. Selain itu, arah pengaruh bersifat positif hal ini membuktikan semakin besar penggunaan teknologi maka semakin besar juga perkembangannya. Hasil uji F pada penelitian ini menyatakan bahwa teknologi memiliki pengaruh positif/signifikan terhadap perkembangan UMKM dan arah pengaruhnya bersifat POSITIF.

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, keterbaruan dari penelitian ini adalah adanya variabel tambahan yang digunakan dalam mengukur pengaruh penggunaan teknologi pada perkembangan UMKM. Pada penelitian ini ada satu variabel baru yang ditambahkan yaitu aset (mesin produksi, kendaraan operasional, bangunan) untuk variabel dependen, sedangkan variabel perluasan pemasaran produk dan keuntungan telah digunakan pada penelitian [9] dan [10] keuntungan [11].

F. Validasi Hasil

Berdasarkan hasil yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi berpengaruh terhadap perkembangan UMKM, pada bagian ini akan dilakukan validasi penggunaan teknologi informasi seperti pada Gambar 1 terhadap perkembangan UMKM.

TaseNyong merupakan salah satu UMKM sektor industri pengolahan yang bergerak di bidang pengolahan tas. Dalam melakukan proses bisnisnya, TaseNyong menggunakan beberapa teknologi informasi yang dapat disebut dengan istilah *Multi-tenancy*. *Multi-tenancy* berarti berbagi sumber daya dan layanan untuk menjalankan *instance* perangkat lunak yang melayani beberapa konsumen dan klien (*tenant*). Artinya, sumber daya fisik (seperti komputasi, jaringan komputer, penyimpanan) dan layanan dibagi rata ke semua *tenant*, juga fungsi administratif dan bahkan fungsi pendukungnya juga dapat dibagi.

1. Sistem Informasi Penjualan

Karena sudah memiliki beberapa cabang, maka Sistem Informasi yang digunakan berbasis *website* agar semua data terdata dengan lebih mudah. Sistem ini

digunakan untuk melayani proses transaksi pembelian agar semua data dapat tersimpan dengan baik.

2. Instagram

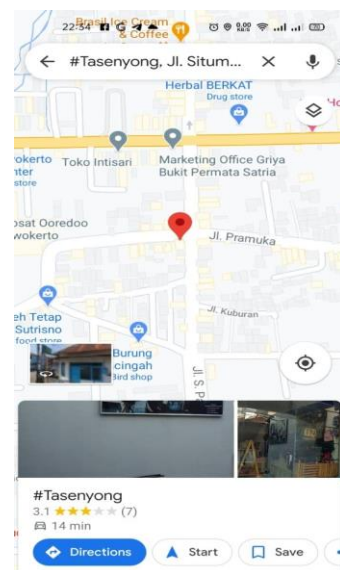
Instagram digunakan untuk mengunggah semua foto produk yang dimiliki. Selain itu, Instagram digunakan untuk memberikan informasi tentang diskon dan informasi mengenai produk TaseNyong. Nama akun Instagram dari TaseNyong adalah taseNyong. Akan tetapi untuk memperluas penjualan, setiap daerah memiliki nama akun Instagram tersendiri seperti taseNyong_purwokerto, taseNyong_purbalingga, dan taseNyong_banjarnegara. Instagram TaseNyong tidak hanya digunakan untuk membagikan foto produk tetapi juga digunakan untuk memberikan pengumuman atau informasi penting yang akan disampaikan oleh seluruh konsumennya.

3. Whatsapp

Selain untuk melayani pembeli, Whatsapp milik TaseNyong juga digunakan untuk membagikan materi kepada para *reseller* sebagai media pemasaran mereka. Pemilik membuat grup WhatsApp untuk para *reseller*. Pada grup ini Admin dari TaseNyong akan memberikan foto produk untuk media promosi para *reseller*. Dengan menggunakan WhatsApp maka proses bisnis yang dilakukan semakin mudah dan semakin cepat.

4. Google Maps

Google Maps digunakan untuk membantu pembeli menemukan lokasi toko TaseNyong. Alamat toko TaseNyong berada di Jl. Situmpur No.18, Kongsan, Purwokerto Kulon, Kec. Purwokerto Sel., Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53141. Pada aplikasi Google Maps dapat diakses pada alamat <https://maps.app.goo.gl/ajmnP1kqKAU6oBB3A>. Gambar 3 menunjukkan hasil penelusuran untuk toko TaseNyong pada Google Map.



Gambar 3. Hasil penelusuran TaseNyong pada google maps.

Selain itu, pembeli juga dapat memberikan penilaian untuk toko tersebut dan dapat melihat penilaian dari orang lain. Sebelum menggunakan teknologi, TaseNyong hanya menjual tas biasa dan hanya memiliki 1 toko. Setelah itu, berkembang dengan membuat *brand* sendiri dengan nama TaseNyong dan mulai menggunakan serta memaksimalkan teknologi informasi. Dengan menggunakan teknologi, maka proses bisnis yang dilakukan oleh TaseNyong menjadi lebih mudah. Dalam satu bulan TaseNyong mampu mendapat omset sebesar 60 Juta Rupiah.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil dilakukan dengan mengumpulkan data kuesioner yang diberikan kepada UMKM terkait penggunaan teknologi informasi yang dihubungkan dengan perkembangan UMKM. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode yang telah diusulkan. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa penggunaan teknologi informasi di era industri 4.0 seperti sistem informasi penjualan, media sosial, dan Google Bisnisku dapat meningkatkan omset, aset dan area pemasaran hingga 30% dari UMKM. Oleh sebab itu, peneliti memberikan saran kepada UMKM yang belum menggunakan teknologi yang disarankan untuk segera menggunakannya. Hal tersebut bertujuan agar perkembangan UMKM di Kabupaten Banyumas menjadi semakin pesat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Amikom Purwokerto sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia, *Profil Bisnis Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM)*. Jakarta: Bank Indonesia, 2015.
- [2] A. B. Primanto, M. K. ABS, and A. R. Slamet, "A Study of The Best Selling Smartphone in The Two Biggest Marketplace in Indonesia," *J. Terap. Manaj. Dan Bisnis*, vol. 4, no. 1, p. 17, 2018.
- [3] M. H. Purwidianoro, D. F. K. S.W., and W. Hadi, "Pengaruh Penggunaan Media Sosial Terhadap Pengembangan Usaha Kecil Menengah (UKM)," *J. EKA CIDA*, vol. 1, no. 1, pp. 30–39, 2016.
- [4] J. Hamdani and C. Wirawan, "Open Innovation Implementation to Sustain Indonesian SMEs," in *Procedia Economics and Finance*, vol. 4, no. 2012, pp. 223–233, 2012.
- [5] B. Roberta, C. Marco, and P. Alessandro, "Social Media as a Resource in SMEs' sales process," *J. Bus. Ind. Mark.*, vol. 32, no. 5, pp. 693–709, 2017.
- [6] S. Ha, A. Kankanhalli, S. J. Kishan, and K. W. Huang, "Does social media marketing really work for online SMEs?: An empirical study," in *2016 International Conference on Information Systems, ICIS 2016*, 2016, pp. 1–21, 2016.
- [7] D. D. Arseto, "Pengaruh Tingkat Pendidikan dan Teknologi Terhadap Pendapatan Dengan Modal Sebagai Variabel Moderasi Pada UMKM Kota Tebing," in *Seminar Nasional dan Sains & Teknologi Informasi (SENSASI)*, pp. 38–41, 2019.
- [8] H. Yulius, S. Chitra, and D. Lily Puspa, "Interpretasi Penetrasi Teknologi Bagi UMKM dan Implikasinya Dengan Pendekatan Technology Acceptance Model," in *Seminar Nasional Sistem Informasi*, pp. 1034–1042, 2018.
- [9] H. Nurcahya and S. A. Majapahit, "Kajian Penerapan Teknologi Informasi Pada UMKM Sebagai Upaya Memperluas Pasar Produk Lokal," in *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, pp. 1365–1369, 2018.
- [10] L. Sook Ling, "Impacts Of Information Technology Capabilities on Small and Medium Enterprises (Smes) and Large Enterprises," *J. Innov. Manag. Small Mediu. Enterp.*, vol. 2017, no. 2017, pp. 1–9, 2017.
- [11] M. E. Agwu, "Relevance of Information Technology in the Effective Management of Selected Smes in Lagos State Nigeria," *Acad. Strateg. Manag. J.*, vol. 17, 2018.
- [12] J. M. Hudin and D. Riana, "Kajian Keberhasilan Penggunaan Sistem Informasi Accurate Dengan Menggunakan Model Kesuksesan Sistem Informasi Delon Dan Mclean," *J. Inf. Syst.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–9, 2016.
- [13] E. Sulvina, P. Dhiana, and Hartono, "Pengaruh Sanksi Perpajakan dan Kesadaran Wajib Pajak terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Bumi dan Bangunan P2 dengan Kondisi Keuangan sebagai Pemoderasi di Desa Dlimoyo," *J. Ilm. Mhs. S1 Akunt. Univ. Pandanaran*, vol. 4, no. 4, pp. 1–15, 2018.
- [14] D. Fahmeyzan, S. Soraya, and D. Etmy, "Uji Normalitas Data Omzet Bulanan Pelaku Ekonomi Mikro Desa Senggigi dengan Menggunakan Skewness dan Kurtosis," *J. Varian*, vol. 2, no. 1, pp. 31–36, 2018.
- [15] A. Q. Sari, Y. L. Sukestiyarno, and A. Agoestanto, "Batasan Prasyarat Uji Normalitas dan Uji Homogenitas pada Model Regresi Linear," *Unnes J. Math.*, vol. 6, no. 2, pp. 168–177, 2017.

Rancang Bangun Sistem Informasi Inventory Berbasis Client Server pada PT Arpan Bali Utama di Denpasar

Luh Kadek Ayu Dwi Setiawati¹ , I Made Dwi Jendra Sulastra²

^{1,2}Jurusan Akuntansi, Politeknik Negeri Bali

adsetiawati@gmail.com

Abstrak: PT Arpan Bali Utama sebagai perusahaan industri harus selalu tanggap dengan kebutuhan perusahaannya karena produksi perusahaan tergantung pada persediaan yang ada. Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun sistem informasi *inventory* untuk kegiatan *stock opname* dan kartu gudang di PT Arpan Bali Utama. Rancang bangun sistem informasi *inventory* ini ditujukan untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan pengelolaan data *stock opname* dan kartu gudang, baik dalam input data maupun komputerisasi laporan *stock opname* dan kartu gudang. Sistem ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic for Applications (VBA) dan basis data dikembangkan dengan menggunakan aplikasi Microsoft Access 2016. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah sistem informasi *inventory* yang dirancang untuk membantu *accounting department* dan *warehouse* dalam melakukan kegiatan *stock opname*, input data, pencarian data, dan pembuatan laporan *stock opname* serta kartu gudang. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu *accounting department* memantau kartu gudang untuk mengetahui mutasi barang di gudang.

Kata kunci: *client server, inventory, kartu gudang, sistem informasi, SDLC, stock opname, VBA*

Abstract: PT Arpan Bali Utama as an industrial company must always be responsive to the company's needs, because the company's production depends on the the existing inventory. In this study, the design of an inventory information system for stock opname and warehouse card activities at PT Arpan Bali Utama. The design of this inventory information system is intended to solve problems related to the management of stock opname data and warehouse cards, both in data input and in computerization of stock opname reports and warehouse cards. This system was developed using the Visual Basic for Applications (VBA) programming language and a database developed using the Microsoft Access 2016 application. The results obtained from this study are an inventory information system designed to assist accounting and warehouse departments in carrying out stock opname activities. data input, data search, and production of stock opname reports and warehouse cards. In addition, this system can also help the accounting department using warehouse cards to monitor the flow of goods in the warehouse.

Keywords: *client server, inventory, information system, SDLC, stock opname, warehouse card, VBA*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi informasi dalam sebuah perusahaan menjadi perhatian utama di hampir seluruh bentuk perusahaan, sehingga perusahaan dituntut untuk bisa mengikuti arus kemajuan teknologi informasi [1],[2]. Tak pelak perkembangan teknologi informasi ini dijadikan sebagai “tools” dalam memenangkan persaingan antar bisnis [1],[2],[3].

Peranan teknologi informasi ini mewajibkan perusahaan membuat atau memiliki suatu sistem informasi yang dapat mendukung manajemen perusahaannya untuk mengambil keputusan demi kemajuan dan kemakmuran bisnisnya [4],[5]. Implementasi sistem informasi dalam suatu perusahaan dapat membawa banyak manfaat dalam menangani tugas-tugas internal dan eksternal yang mungkin dihadapi perusahaan dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam pengambilan keputusan untuk jangka panjang [6],[7].

Sistem informasi adalah cara-cara yang diorganisasikan untuk mengumpulkan, memasukkan, mengolah, menyimpan data, mengendalikan, dan melaporkan informasi sedemikian rupa sehingga

menjadi informasi yang berharga [4],[6]. Sistem informasi sudah banyak diterapkan di berbagai jenis perusahaan, mulai dari perusahaan yang bergerak di bidang perdagangan barang maupun jasa, baik pada perusahaan besar, menengah, atau pun perusahaan kecil. Salah satu perusahaan perdagangan barang yang sangat membutuhkan sistem informasi yaitu perusahaan di bidang industri [4],[8].

Perusahaan industri adalah perusahaan yang menjalankan kegiatan ekonomi yang tergolong dalam sektor sekunder. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian menyatakan bahwa “Industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri”. Beberapa contoh perusahaan industri adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri tekstil, perusahaan garmen, pabrik kertas, industri rokok, industri makanan, industri elektronik, industri minuman, maupun sejenisnya [9],[10].

PT Arpan Bali Utama adalah salah satu perusahaan industri yang memproduksi wine pertama

di Bali, yang didirikan oleh Ida Bagus Rai Budarsa pada tahun 1994. PT Arpan Bali Utama sebagai perusahaan industri harus selalu tanggap dengan kebutuhan perusahaannya. Karena produksi perusahaan industri bergantung pada persediaan yang ada [9],[10],[11]. Jika salah satu persediaan habis, maka bisa menghambat proses produksi perusahaan [11], [12]. PT Arpan Bali Utama melakukan kegiatan *stock opname inventory* setiap akhir bulan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan stok agar segera diketahui dan dicari tahu akar dari analisis perhitungannya. Kegiatan pendataan ini memerlukan waktu yang lama dan ketelitian sehingga diperoleh data yang akurat oleh sebab itu, *stock opname* yang dilakukan dengan sistem terkomputerisasi tentunya akan membantu mengelola data menjadi lebih cepat dan akurat [13].

Aktivitas kerja di bagian *accounting* PT Arpan Bali Utama mengalami suatu permasalahan dalam mengelola data *stock opname inventory* yang masih dilakukan secara manual. Permasalahan ini akan menyebabkan lambatnya informasi yang dihasilkan. Kesalahan pada saat penginputan data bisa terjadi karena banyaknya *inventory* yang dimiliki perusahaan dan harus di-input manual serta waktu yang diperlukan saat pembuatan *stock opname inventory* lebih lama. Permasalahan ini disebabkan oleh begitu banyaknya data *inventory* yang dimiliki perusahaan dan seringnya terjadi penambahan atau pengurangan *inventory*.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka sangat diperlukan suatu sistem informasi yang dapat membantu PT Arpan Bali Utama, khususnya di bidang *accounting* dalam membuat laporan *stock opname*-nya. Adapun keuntungan dari aplikasi ini adalah dapat memberikan kemudahan dalam penginputan data *stock inventory* dan mempermudah *accounting* dalam melakukan penelusuran data jika terdapat selisih dengan diterapkannya sistem yang berbasis *client server*.

PT Arpan Bali Utama dapat menggunakan sistem *client server* untuk mempermudah pekerjaannya, karena komputer masing-masing departemen sudah terhubung di jaringan yang sama. Sistem *client server* adalah adalah jenis komputasi *server klien* [14]. Klien dan *server* dapat bekerja di antara komputer berbeda yang terhubung ke jaringan bersama. Penggunaan sistem informasi dengan basis *client server* ini dapat membantu perusahaan dalam pengolahan sebuah data atau pengintegrasian data yang akan dikirimkan, dan mempermudah pendistribusian informasi [14], [15].

Selain itu, pencetakan laporan bulanan *stock opname* dapat dilakukan dengan cepat, serta keamanan dan keakuratan data lebih terjamin. Atas temuan dari permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Informasi *Inventory* Berbasis *Client Server* pada PT Arpan Bali Utama di Denpasar”. Sistem informasi ini akan dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic for Applications* (VBA). Basis data akan

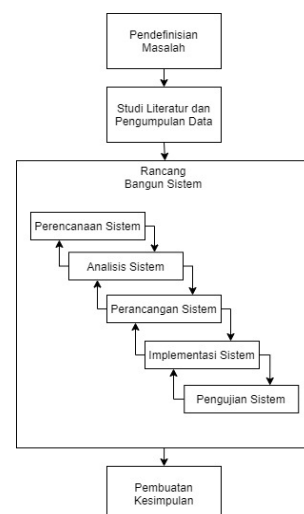
dikembangkan dengan menggunakan aplikasi Microsoft Access 2016.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama adalah studi literatur dan pengumpulan data. Pada tahap ini dilakukan penelusuran literatur yang relevan dengan proses *stock opname* dan mutasi barang di gudang. Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan informasi terkait proses *stock opname*, permasalahan, dan kebutuhan-kebutuhan dari sistem yang akan dirancang. Pengumpulan informasi yang berhubungan dengan *stock opname* dilakukan dengan cara wawancara dan dikonfirmasi secara berulang kepada manajemen *accounting* serta karyawan yang bertugas dalam proses *stock opname*. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi secara mendetail.

Tahap kedua adalah rancang bangun sistem informasi *inventory*. Pada tahap ini digunakan pendekatan *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan metode *waterfall*. *Software Development Life Cycle* (SDLC) dengan metode *waterfall* adalah suatu proses pengembangan atau manajemen proyek yang digunakan untuk merencanakan, menjalankan, dan mengendalikan keseluruhan proyek pengembangan sistem. Pendekatan ini terdiri atas beberapa tahapan yaitu, (1) perencanaan sistem, (2) analisis sistem, (3) perancangan sistem, (4) implementasi sistem, dan (5) pengujian sistem seperti yang terlihat pada Gambar 1. Tahapan tersebut dinamakan *waterfall* karena setiap tahapan sistem akan dikerjakan secara berurutan menurun dari satu ke tahap yang lain.

Tahap terakhir adalah pembuatan kesimpulan. Pada tahap ini, disimpulkan temuan-temuan setelah aplikasi digunakan di perusahaan. Temuan diperoleh dengan cara wawancara dan diskusi bersama karyawan dan manajer *accounting*. Metode penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Sistem

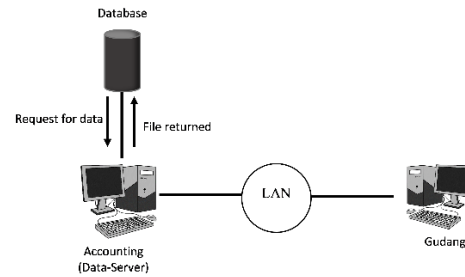
Tujuan pembuatan sistem informasi *inventory* pada PT Arpan Bali Utama ini adalah untuk mengefisienkan dan meningkatkan proses *stock opname inventory* yang terjadi pada PT Arpan Bali Utama. Penerapan sistem informasi *inventory* ini, dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang berhubungan dengan proses *stock opname inventory*, sehingga sistem ini mempermudah karyawan khususnya di departemen *accounting* dalam melakukan proses *stock opname*. Di samping itu, sistem informasi *inventory* ini juga dapat mengurangi terjadinya kesalahan dalam penginputan data *stock inventory* yang diakibatkan oleh banyaknya *inventory* yang dimiliki oleh perusahaan, sehingga keakuratan data *stock inventory* saat melaksanakan *stock opname* dapat ditingkatkan.

Pengimplementasian suatu sistem komputerisasi memerlukan suatu sarana pendukung agar sistem dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Sarana pendukung ini tidak harus memerlukan biaya yang besar, akan tetapi lebih berfokus pada sarana pendukung yang baik, hemat dan cepat. Sarana pendukung tersebut adalah perangkat lunak dan perangkat keras yang dapat memberikan kinerja yang baik dan sesuai dengan yang diharapkan.

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah komputer. Komputer adalah alat serba guna yang dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan, baik dalam menghitung, mengolah data, membuat grafik, membuat gambar ataupun membuat sebuah program. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah suatu aplikasi bahasa pemrograman dan suatu aplikasi basis data.

B. Analisis dan Arsitektur Sistem

Analisis sistem pada PT Arpan Bali Utama ini dibagi menjadi tiga tahapan. Kegiatan *stock opname* akan dilakukan oleh pegawai gudang dan *accounting*. Sistem informasi tersebut berbasis *Client-Server* dan berjalan pada server berbasis Windows. Pertama, akan dijelaskan mengenai analisis sistem *stock opname inventory* yang terdapat pada PT Arpan Bali Utama. Kemudian akan dijelaskan tahapan analisis sistem yang terkomputerisasi pada sistem informasi *inventory*. Analisis sistem terkomputerisasi yang digunakan yaitu analisis model data menggunakan *entity relationship diagram* (ERD) dan analisis model data dengan menggunakan data *flow diagram* (DFD). Arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar 2.

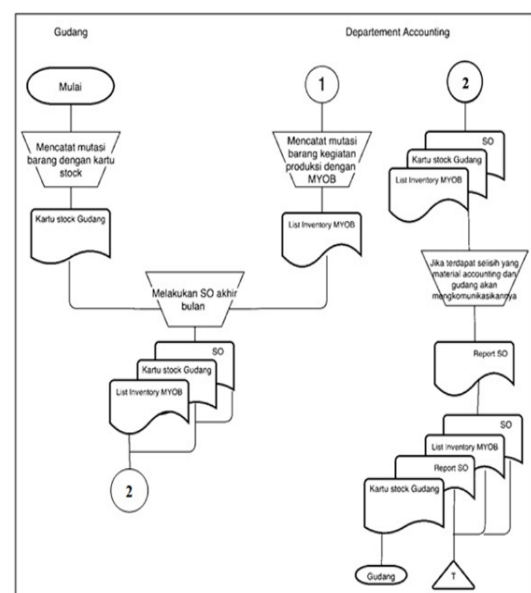


Gambar 2. Arsitektur Sistem.

1. Analisis Sistem Stock Opname Inventory PT Arpan Bali Utama

Bagian-bagian yang terlibat di dalam sistem *stock opname inventory* PT Arpan Bali Utama adalah bagian *accounting* dan gudang. Bagian gudang akan membuat catatan mutasi dari persediaan barang dengan menggunakan kartu stok gudang yang datanya akan di-input dengan menggunakan Microsoft Excel sesuai dengan nama barang dan jenis mutasi. Kemudian saat di lakukan *stock opname* di akhir bulan, staf gudang dan *accounting* akan melakukan perhitungan jumlah barang yang tersedia di gudang atau yang biasa disebut dengan *stock opname*.

Bagian *accounting* akan melakukan penghitungan jumlah stok yang tersedia di gudang bersama dengan staf gudang setiap akhir bulan. Kemudian, bagian *accounting* membandingkan jumlah persediaan yang terdapat di MYOB dengan jumlah persediaan fisik yang telah dihitung di gudang. Setelah itu, dilanjutkan dengan membuat laporan *stock opname* atau berita acara *stock opname inventory* dari hasil perhitungan. Sistem *stock opname inventory* yang diterapkan pada PT Arpan Bali Utama dapat dilihat pada Gambar 3.

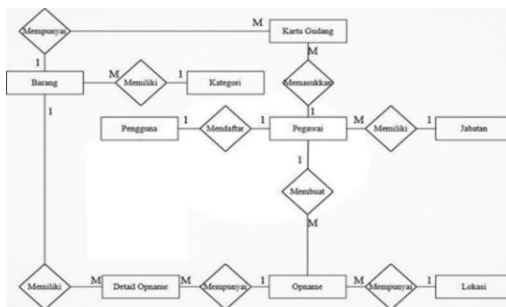


Gambar 3. Sistem *stock opname inventory* PT Arpan Bali Utama.

Berdasarkan pada Gambar 3 terlihat sistem *stock opname inventory* yang terdapat pada PT Arpan Bali Utama masih dikerjakan secara manual, sehingga memakan waktu yang lebih lama untuk pembuatan laporan *stock opname*-nya. Kesalahan dalam penginputan data stok bisa terjadi dikarenakan banyaknya *inventory* yang dimiliki oleh perusahaan yang harus di-input secara manual, maka sangat diperlukan sistem terkomputerisasi yang dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan proses *stock opname inventory*. Dengan demikian, dapat meningkatkan kinerja perusahaan dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan dengan proses *stock opname inventory*.

2. Analisis Model Data (*Entity Relationship Diagram*)

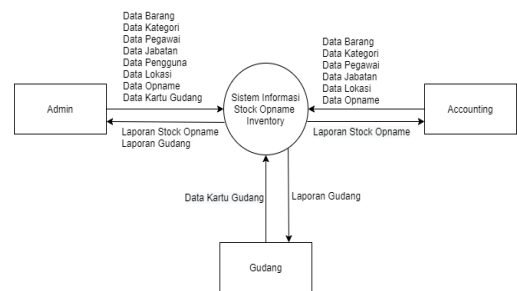
Analisis sistem yang terkomputerisasi pada sistem informasi *inventory* dengan model data menggunakan *entity relationship diagram* (ERD) dapat dilihat pada Gambar 4.



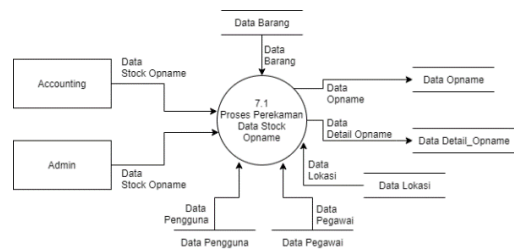
Gambar 4. Entity relationship diagram.

3. Data Flow Diagram Sistem

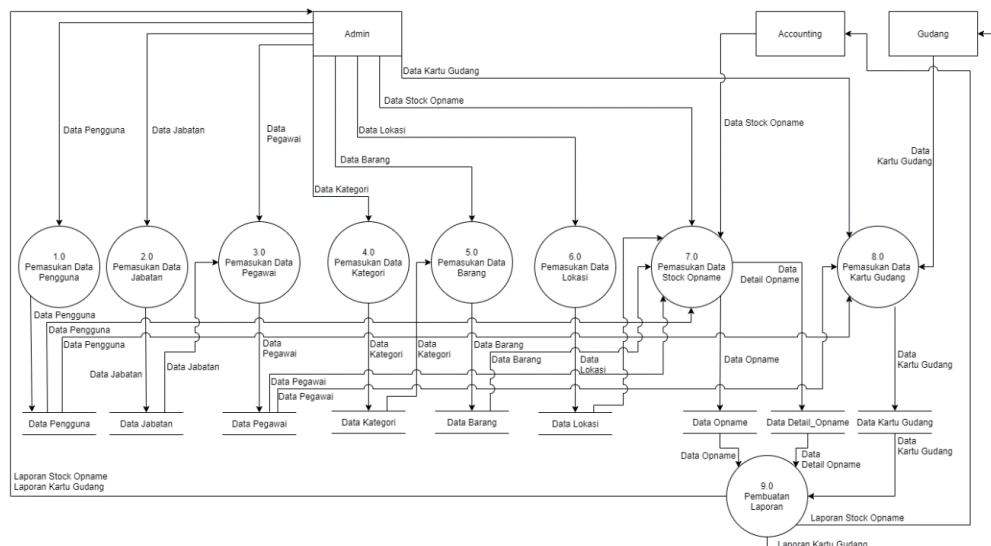
Analisis sistem yang terkomputerisasi pada sistem informasi *inventory* dengan model data menggunakan data *flow diagram* (DFD). Diagram konteks dapat dilihat pada Gambar 5, diagram proses perekaman data level 2 *stock opname* dapat dilihat pada Gambar 6, diagram arus data level 0 dapat dilihat pada Gambar 7, dan diagram proses perekaman data level 2 kartu gudang dapat dilihat pada Gambar 8.



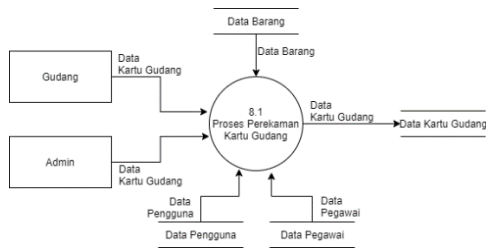
Gambar 5. Diagram konteks.



Gambar 6. Proses perekaman data level 2 *stock opname*.



Gambar 7. Diagram arus data level 0.



Gambar 8. Proses perekaman data level 2 kartu gudang.

C. Perancangan Sistem

Dalam tahap ini, dibuat rancangan secara lebih mendetail sehingga sistem dapat diimplementasikan dengan lebih mudah dalam program. Rancangan yang dibuat dalam tahap ini adalah Rancangan Basis Data, Rancangan Antar Muka, dan Rancangan *Report* (Laporan).

1. Rancangan Basis Data

Pembuatan basis data yang diperlukan oleh sistem informasi *inventory* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Access 2016. Basis data yang dibuat pada penelitian ini bernama *Stock Opname*. Di bawah ini akan dijelaskan mengenai tabel-tabel yang merupakan bagian dari basis data *Stock Opname*.

Tabel 1. Opname.

Field Name	Data Type	Field Size	Description
Kd Opname	Short Text	15	Mencatat kode opname
Tgl Opname	Date/Time		Mencatat tanggal opname
Pegawai ACC	Short Text	5	Mencatat kode pegawai accounting
Pegawai Gudang 1	Short Text	12	Mencatat kode pegawai gudang
Pegawai Gudang 2	Short Text	12	Mencatat kode pegawai gudang
Manajer ACC	Short Text	12	Mencatat kode manajer accounting
Manajer Gudang	Short Text	12	Mencatat kode manajer gudang
Manajer Pabrik	Short Text	12	Mencatat kode manajer pabrik

Tabel 1 merupakan struktur “Tabel Opname”. Tabel ini berisi informasi mengenai opname *inventory* perusahaan.

Tabel 2. Kartu gudang.

Field Name	Data Type	Field Size	Description
Kd Barang	Short Text	12	Mencatat kode barang
Tgl Transaksi	Date/Time		Mencatat tanggal transaksi
Bulan	Number	Byte	Mencatat bulan transaksi
No Transaksi	Number	Long Integer	Mencatat nomer transaksi
Tahun	Number	Long Integer	Mencatat tahun transaksi
Keterangan	Short Text	255	Mencatat keterangan transaksi
Jml In	Number	Long Integer	Mencatat jumlah barang masuk
Jml Out	Number	Long Integer	Mencatat barang keluar
Total Stok	Number	Long Integer	Mencatat total stok tersedia
Kd Pegawai	Short Text	12	Mencatat kode pegawai

Tabel 2 merupakan struktur “Tabel Kartu Gudang”. Tabel ini berisi informasi mengenai mutasi persediaan barang perusahaan.

2. Rancangan Antar Muka

Rancangan antar muka merupakan rancangan tampilan dari sistem yang dibuat. Dengan adanya tampilan antar muka, seorang pengguna dapat mengetahui *form* yang ada di dalam sistem. Di bawah ini merupakan bagian dari rancangan antar muka pada sistem informasi *inventory*.

Gambar 9. Rancangan *form* kartu gudang.

Rancangan “Form Kartu Gudang” merupakan bagian dari main menu. “Form Kartu Gudang” merupakan menu untuk menambah, mengubah, menghapus dan mencari data mutasi barang. “Form Kartu Gudang” dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 10. Rancangan form opname.

Rancangan “Form Opname” merupakan bagian dari main menu. “Form Opname” merupakan menu untuk menambah data stock opname, menghapus, dan mencari data stock opname. Rancangan “Form Opname” dapat dilihat pada Gambar 10.

3. Rancangan Report (Laporan)

Rancangan *report* (laporan) merupakan rancangan *output* dari sistem informasi *inventory* ini. Berikut ini merupakan rancangan *report* (laporan) dari sistem *inventory*.

Rancangan “Laporan Stock Opname” merupakan bagian dari “Form Opname”. Rancangan “Laporan Stock Opname” digunakan untuk menampilkan semua data yang berhubungan dengan stock opname. Rancangan “Laporan Stock Opname” dapat dilihat pada Gambar 11.

Gambar 11. Rancangan laporan stock opname.

Rancangan “Laporan Kartu Gudang” merupakan bagian dari “Form Kartu Gudang”. Rancangan “Laporan Kartu Gudang” digunakan untuk menampilkan semua data yang berhubungan dengan kartu gudang. Rancangan “Laporan Kartu Gudang” dapat dilihat pada Gambar 12.

Gambar 12. Rancangan laporan kartu gudang.

D. Implementasi Sistem

Aplikasi sistem informasi *inventory* ini diawali dengan munculnya tampilan *splash screen*. Tampilan ini akan muncul dalam lima detik, kemudian akan muncul tampilan “Form Login” sebagai pintu masuk untuk membuka aplikasi sistem informasi *inventory* ini. Tampilan “Form Splash Screen” dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Tampilan splash screen.

Setelah tampilan *splash screen* maka akan muncul tampilan “Form Login”. Kemudian masukkan nama pegawai pada kolom *username*, selanjutnya masukkan *password*, kemudian pilih jabatan pada kolom jabatan sesuai dengan jabatan pegawai, setelah itu klik tombol “Login” untuk melanjutkan proses aplikasi. Apabila *username*, *password* atau jabatan tidak sesuai maka muncul *message box* “Maaf username, password, jabatan masih salah”. Sedangkan apabila *username*, *password*, dan jabatan sudah sesuai, maka “Form Main Menu” akan terbuka. Tampilan “Form Login” dapat dilihat pada Gambar 14 dan tampilan “Form Main Menu” dapat dilihat pada Gambar 15.

Gambar 14. Tampilan form login.



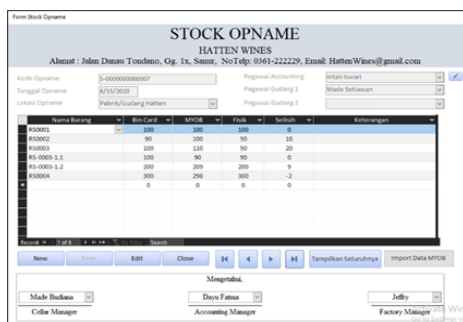
Gambar 15. Tampilan main menu.

Aplikasi sistem informasi *inventory* ini memiliki sepuluh pilihan menu pada “Form Main Menu” yaitu, *stock opname*, laporan *accounting*, barang, pegawai, jabatan, kartu gudang, laporan gudang, kategori, pengguna, dan lokasi. Menu ini memiliki fungsi dan prosedur pengoperasian yang berbeda. Berikut adalah penjelasan dari menu *stock opname*, laporan *accounting*, kartu gudang, dan laporan gudang.

Mengaktifkan menu *stock opname* dilakukan dengan memilih menu yang tersedia pada “Form Main Menu” kemudian klik tombol “Stock Opname”. *Stock Opname* bisa digunakan ketika “Form Barang”, “Form Lokasi”, “Form Pegawai” dan “Form Jabatan” sudah diisi. Dalam menu ini terdapat perintah *new*, *save*, *edit*, *close*. Untuk membuat *stock opname* baru tekan “New” lalu kursor akan otomatis terarah pada lokasi, kemudian pilih lokasi sesuai dengan lokasi *opname*. Selanjutnya pilih nama pegawai yang melaksanakan *stock opname*.

Pada saat pelaksanaan *stock opname*, pegawai bagian *accounting* dan gudang akan bersama melakukan penghitungan stok fisik atau menghitung stok yang tersedia di gudang, kemudian bagian *accounting* akan menginput secara manual jumlah stok barang berdasarkan kode barang. Setelah jumlah fisik diisi, maka tekan tombol “Import Data MYOB”, kolom MYOB akan terisi secara otomatis. Tombol tersebut akan mengisi jumlah stok MYOB sesuai dengan kode barang.

Kolom *bincard* akan terisi secara otomatis sesuai dengan jumlah stok pada “Form Kartu Gudang” sesuai dengan tanggal *opname*. Kemudian, jika semua kolom sudah terisi, maka kolom selisih akan otomatis melakukan penjumlahan untuk mengetahui selisih antara jumlah stok MYOB dan fisik. Jika terdapat selisih maka *accounting* akan menelusuri kembali selisih tersebut dan akan dicocokkan dengan kartu gudang. Tampilan “Form Stock Opname” dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan form stock opname.

Proses mengaktifkan menu kartu gudang dilakukan dengan memilih menu yang tersedia pada “Form Main Menu”, kemudian klik tombol “Kartu Gudang”. Kartu gudang bisa digunakan ketika “Form Barang”, “Form Pegawai”, dan “Form Jabatan” telah terisi. Dalam menu ini terdapat perintah tambah, simpan, koreksi, hapus, cari, dan keluar. Langkah untuk menggunakan “Form Kartu Gudang” yaitu dengan memilih jenis transaksi, transaksi tersebut masuk ke dalam transaksi barang in/out atau saldo awal bulan. Kemudian tanggal akan otomatis terisi, masukkan keterangan sesuai dengan transaksi, maka kursor akan terarah pada kolom sesuai dengan jenis transaksi, kemudian isi jumlah transaksi.

Kolom total stok barang akan terisi otomatis sesuai dengan jumlah stok yang tersedia yang sudah diakumulasi dengan transaksi, baik itu pengurangan akibat pemakaian barang maupun penambahan akibat pembelian barang. Kemudian pilih nama pegawai yang sedang menggunakan “Form Kartu Gudang”. Nama pegawai dicantumkan untuk mencegah terjadinya kecurangan, sehingga saat terjadi selisih antara fisik dengan MYOB maka data bisa ditelusuri dengan mudah dengan adanya kartu gudang ini. Tampilan “Form Kartu Gudang” dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Tampilan form kartu gudang.

Untuk menampilkan laporan berita acara *stock opname* ini dilakukan dengan mengklik tombol “Laporan Accounting” maka “Form Filter Stock Opname” akan muncul, “Form Filter Stock Opname” dapat dilihat pada Gambar 18. Kemudian masukkan jenis barang dan tanggal *stock opname*, dan klik tombol “Tampilkan”. Tombol “Print” berguna untuk mencetak laporan *stock opname*. Tampilan “Laporan Stock Opname” dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 18. Tampilan form filter stock opname.

Kode Barang	Nama Barang	Gudang	MYOB	Stok	Status	Keterangan
RS0002	HW ROSE 750 ML BB	0	2	2	0	
RS0002	HW ROSE 750 ML BB	10	9	10	-1	

Gambar 19. Tampilan laporan accounting.

Proses menampilkan “Laporan Kartu Gudang” dilakukan dengan mengklik tombol “Laporan Gudang” pada main menu dan “Form Filter Kartu Gudang” akan muncul. “Form Filter Kartu Gudang” dapat dilihat pada Gambar 20. Kemudian masukkan kode barang, bulan transaksi yang diinginkan, dan tahun transaksi yang diinginkan, lalu klik tombol “Cari”. Proses mencetak laporan kartu gudang dapat dilakukan dengan klik tombol “Print” yang terdapat pada “Form Filter Kartu Gudang”. Tampilan “Laporan Kartu Gudang” dapat dilihat pada Gambar 21.

Gambar 20. Tampilan form filter kartu gudang.

No	Tanggal Transaksi	Keterangan	IN	OUT	Total Stok	Kode Pegawai
1	6/1/2020	Saldo Awal	0	0	500	PG-000011
2	6/2/2020	Penjualan	0	100	400	PG-000011
3	6/3/2020	Produksi	200	0	600	PG-000011

Gambar 21. Tampilan form filter kartu gudang.

E. Pengujian Sistem

Dengan dilakukannya pengujian sistem, maka diharapkan dapat ditemukan kekurangan-kekurangan atau kelemahan-kelemahan dari sistem informasi *inventory* pada PT Arpan Bali Utama ini. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan metode pengujian *Black Box Testing* yaitu dengan sejumlah masukan untuk mengetahui apakah aplikasi sudah berjalan dengan benar. Pengujian sistem melibatkan 2 komputer yang sudah terhubung di jaringan yang sama dan bersama-sama melakukan pengisian data serta

melakukan penginputan *stock opname*. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian sistem.

Kelas Uji	Butir Uji	Hasil Uji
Menjalankan sistem	Muncul halaman login sistem	Valid
Login	Verifikasi username, password dan jabatan	Valid
Stock Opname	Input dan simpan data stock opname	Valid
Kartu Gudang	Input dan simpan data mutasi barang	Valid
Laporan Accounting	Input jenis barang dan tanggal stock opname	Valid
	Laporan stock opname	Valid
Laporan Gudang	Input bulan, tanggal, dan tahun transaksi	Valid
	Laporan gudang	Valid

Hasil pengujian sistem menunjukkan semua fitur-fitur yang ada pada aplikasi sudah berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh PT Arpan Bali Utama.

IV. KESIMPULAN

Rancang bangun sistem informasi *inventory* ini dibuat berdasarkan prosedur *stock opname inventory* yang diterapkan pada PT Arpan Bali Utama. Laporan-laporan yang dapat dihasilkan dengan penggunaan sistem informasi *inventory* ini berupa laporan atau berita acara *stock opname inventory* dan laporan gudang atau kartu gudang per bulan. Dalam pemakaian sistem *inventory* ini, hak akses masing-masing *form* ditentukan berdasarkan jabatan pegawai. Namun sistem informasi *inventory* ini hanya terbatas untuk penginputan data *stock opname inventory* dan kartu gudang saja. Pengujian terhadap persyaratan fungsi aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode *Black Box Testing*. Hasil pengujian sistem menunjukkan semua fitur-fitur yang ada pada aplikasi sudah berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan oleh PT Arpan Bali Utama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada editor dan reviewer Jurnal MATRIX atas proses publikasi artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Abbas “Entrepreneurship and Information Technology Businesses in Economic Crisis,” *International Journal Entrepreneurship And Sustainability Issues*, vol. 5, no. 3, pp. 682-692, 2018.
- [2] Z. Rossmiller, C. Lawrence, S. Clouse, and C. Looney, “Teaching an Old Dog New Tricks: Disaster Recovery in a Small Business Context,” *Information Systems Education Journal*, vol. 15, no. 2, pp. 13-19, 2017.
- [3] J. Johannesson, and P. Jorgensen, “The

- Moderating Effect of Employee Education and Professional Skills on The Relationship Between Entrepreneurial Orientation and Performance,” *Journal of Entrepreneurship Education*, vol. 20, no. 2, pp. 1-18, 2017.
- [4] F. F. Hasan, “A Review Study of Information Systems,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 179, no. 18, pp. 15-19, 2018.
- [5] K. I. Satoto, K. T. Martono, and R. R. Isnanto, “Design of Management Information Systems Research, Publications and Community Service,” *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, vol. 12, no. 5, pp. 129-135, 2015.
- [6] F. Kitsios, and M. Kamariotou, “Decision Support Systems and Business Strategy: A Conceptual Framework for Strategic Information Systems Planning,” *International Journal of Decision Support Systems*, vol. 3, no. 1, pp. 53-70, 2016.
- [7] D. S. Soegoto, and D. Oktady, “Information System Design of an Inventory Online Website,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 407, no. 1, pp. 1-7, 2018.
- [8] S. Medvedev, A. Mokhirev, and T. Rjabova, “Improvement of Timber Industry Logistics Using Information Systems,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 817, no. 1, pp. 1-8, 2020.
- [9] D. Morkovkin, A. Gibadullin, B. Safarov, and E. Alpatova, “Definition of factors limiting the growth of industrial production,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 862, no. 4, pp. 1-6, 2020.
- [10] M. Alpidovskaya, A. Gryaznova, and D. Sokolov, “Regress Economy vs Progress Economy: Alternatives of Senses,” *Advances in Intelligent System and Computing*, vol. 622, no. 1, pp. 638-646, 2018.
- [11] V. M. Repnikova, O. N. Bykova, S. V. Shmanev, V. E. Kerimov, and V. O. Kozhina, “Improvement of Financial Security Technologies for Entrepreneurial Entities,” *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, vol. 8, no. 5, pp. 2256-2260, 2019.
- [12] V.V. Davnis, V. I. Tinyakova, A. O. Blinov, and Y. V. Volodin, “Combined Modeling of Projected Evaluation of the Regional Socio-economic Development,” *International Journal of Economics & Business Administration (IJEBA)* vol. 0, no. 1, pp. 348-354, 2019.
- [13] V. Kulkarni, S. Kulkarni, V. Gaitonde, and B. B. Kotturshettar, “Simulation Study and Analysis of Inventory Stock Taking in Manufacturing Industry,” *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, vol. 872, no. 1, pp. 1-10, 2020.
- [14] S. Ali, R. Alauldeen, A. Ruaa, and Khamees. (2020). “What is Client-Server System: Architecture, Issues and Challenge of Client-Server System (Review),” *Recent Trends in Cloud Computing and Web Engineering*, vol. 2, no. 1, pp. 1-6, 2020.
- [15] D. Zakoldaev, A. Gurjanov, A. Shukalov, and I. Zharinov, (2019). “Client-server technologies at the enterprises of Industry 4.0,” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 656, no. 1, pp. 1-6, 2019.
- [16] H. Rahmani, and E. Hikmawati, “Combining SDLC Method And ITIL Framework by Involving Auditors,” *Jurnal AKSI (Akuntansi dan Sistem Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 6-12, 2020.
- [17] B. Sugiantoro, M. Anshari, and D. Sudrajat, “Developing Framework for Web Based e-Commerce: Secure-SDLC,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1566, no. 1, pp. 1-8, 2020.

Sistem Perekaman Pelat Nomor Mobil pada Palang Pintu Parkir Menggunakan Web Kamera dan Mikrokontroler

Wahit Sigit Ismail^{1✉}, Peby Wahyu Purnawan², Indra Riyanto³, Nazori⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur Jakarta

✉1652510072@student.budiluhur.ac.id

Abstrak: Ilmu dan teknologi pengolahan citra bermanfaat bagi kehidupan, salah satunya ialah membaca dan mengenali nomor pelat kendaraan dengan pengolahan citra sehingga sistem ini dapat mengawasi dan mengetahui kendaraan yang memasuki area parkir. Penelitian ini mencakup pengenalan nomor pelat dengan pengolahan citra untuk sistem otomatisasi palang pintu parkir pada area parkir. Hal ini dilakukan dengan mengimplementasikan ilmu pengolahan citra pengenalan pelat nomor kendaraan dan mikrokontroler. Tujuannya adalah mempermudah proses masuk dan keluar pada saat parkir dengan tidak menggunakan sistem secara manual. Terdapat beberapa proses untuk mengenali nomor pelat (*license plate recognition*, LPR), yaitu proses tangkap gambar nomor pelat mobil (*scanning*), *preprocessing*, *segmentation*, dan pengenalan karakter (*object character recognition*, OCR). Selanjutnya dilakukan proses pemeriksaan apakah nomor pelat mobil diperbolehkan parkir di area parkir, melalui alur kondisi (ya atau tidak). Seluruh prosedur dengan menggunakan pengolahan citra diterapkan menggunakan metode *image processing software*. Selanjutnya, untuk mengontrol buka tutup palang pintu parkir digunakan mikrokontroler Arduino Uno, yang diperintah dari PC yang terhubung dengan komunikasi serial. Apabila pelat nomor mobil dapat terbaca oleh kamera dan sensor sebagai mobil yang menggunakan pelat nomor, maka PC mengirimkan karakter "1" ke mikrokontroler dan palang pintu parkir terbuka, jika tidak menggunakan pelat maka palang pintu parkir tidak terbuka, karena PC tidak mengirim karakter "1". Berdasarkan percobaan dengan 20 sampel tingkat keberhasilan nomor pelat dapat dikenali yaitu 75%. Hasil dari OCR berupa teks yang dimasukkan ke dalam basis data. Dari hasil teks tersebut dilakukan pencocokan pada basis data kemudian diperintahkan ke mikrokontroler untuk membuka palang pintu parkir.

Kata kunci: LPR, palang pintu parkir, arduino, pengolahan citra

Abstract: Image processing science and technology is beneficial for life, one of which is reading and recognizing vehicle plate numbers with image processing so that this system can monitor and find out the vehicles entering the parking area. This research covers number plate recognition with image processing for gate automation systems in the parking area by implementing the science of vehicle number plate recognition and microcontroller recognition image processing. This simplifies the process of entering and exiting while parking by not using the system manually. There are several processes to recognize number plates (*license plate recognition*, LPR), namely the process of capturing car plate number images (*scanning*), *preprocessing*, *segmentation*, and character recognition (*object character recognition*, OCR). The process of checking whether the car's number plate is allowed to park in the parking area, through the flow of conditions (yes or no). All procedures using image processing are applied using image processing software method. Furthermore, to control the opening and closing of the gate, the Arduino Uno microcontroller is used, which is commanded from a PC connected to serial communication. If the car's number plate can be read by the camera and sensor as a car that uses a number plate, the PC sends the character "1" to the microcontroller and the gate opens, if you don't use the plate, the gate doesn't open, because the PC doesn't send the character "1". Based on the experiment with 20 samples, the success rate for recognizable plate numbers was 75%. The result of OCR is in the form of text that is input into the database. From the results of the text, matching is carried out on the database then instructed to the microcontroller to open the gate.

Keywords: LPR, parking latch, arduino, image processing

I. PENDAHULUAN

Pengolahan citra digital sederhana sering digunakan dalam proses pengeditan citra digital. Selain digunakan untuk pengeditan citra digital dengan menggunakan filter-filter tertentu, pengolahan citra digital telah berkembang dan banyak dimanfaatkan

dalam teknik pengenalan pola dan bahkan menjadi dasar sistem yang sangat vital dalam teknik pengenalan pola. Beberapa sistem pengenalan pola telah dikembangkan menggunakan pengolahan citra digital, seperti teknik pengenalan pola sidik jari manusia, pola wajah, pola tulisan tangan maupun pola pada citra hasil

cetakan. Berbagai aplikasi dapat dibangun menggunakan teknik pengenalan pola dalam pengolahan citra digital, salah satunya dalam sistem parkir. Penumpukan kendaraan pada loket pencatatan identitas kendaraan sistem manual disebabkan karena petugas loket menginput identitas kendaraan secara manual ke dalam sistem. Selain itu, penginputan data identitas secara manual memungkinkan terjadinya kesalahan karena manusia memiliki sifat cepat bosan dan lelah. Penelitian ini membahas tentang pendeteksian posisi pelat kendaraan bermotor menggunakan teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan metode Transformasi Hough. Sistem mendeteksi garis vertikal maupun garis horizontal sebagai kandidat sisi pelat, kemudian membandingkan masing-masing garis dalam tahap *thresholding* untuk menemukan pasangan tinggi pelat secara vertikal dan lebar pelat secara horizontal. Sistem diharapkan mampu mendeteksi posisi pelat kendaraan dan dapat membedakan obyek area pelat dengan obyek lainnya dalam citra kendaraan.

Pengolahan citra merupakan pemrosesan gambar melalui komputer untuk mendapatkan informasi tertentu. Beberapa manfaat pengolahan citra ialah untuk mendapatkan informasi berupa obyek yang terdapat dalam sebuah gambar atau pendeteksian obyek yang sulit dilihat dengan jelas dengan mata. Salah satu penerapan pengolahan citra ialah pengenalan dan pendeteksian nomor pelat kendaraan atau biasa dikenal *license plate recognition* (LPR). Ada berbagai macam teknik atau algoritma untuk mengubah citra digital yang memiliki teks menjadi file teks. Salah satunya adalah *optical character recognition* (OCR).[1] OCR adalah algoritma yang berfungsi untuk memindai citra dan dijadikan teks. Algoritma ini juga bisa menjadi pendukung atau algoritma tambahan untuk *scanner*. Dengan adanya OCR, gambar yang bertulisan tangan, tulisan mesin ketik atau komputer teks, dapat direkognisi. Teks yang dipindai dengan OCR dapat dicari kata per kata atau per kalimat. [2]

Pengolahan citra (*image processing*) memiliki arti sebagai rangkaian proses yang mengelola dan menganalisis gambar dengan cara melibatkan persepsi visual secara digital. Pada Python dapat dilakukan *image processing* dengan menggunakan *library* Python yang bermacam-macam yaitu Scikit-Image, SimpleCV, OpenCV, dan Pillow (PIL). [3]

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini merancang sebuah sistem otomatisasi palang pintu parkir pada area parkir dengan mengimplementasikan ilmu pengolahan citra pengenalan pelat nomor kendaraan dan mikrokontroler. Manfaat dari penelitian ini ialah dihasilkan sebuah rancangan sistem otomatisasi yang dapat mempermudah kendaraan yang keluar dan masuk area parkir dengan cepat tanpa

adanya petugas yang mencatat pelat nomor yang masuk dan keluar pada area parkir. Agar sistem ini dapat berjalan, diperlukan sebuah komputer dan sebuah kamera untuk memindai pelat nomor kendaraan saat memasuki area parkir. Hal ini akan membantu terkendalinya kendaraan yang keluar dan masuk area parkir. Alat tersebut mendeteksi pelat nomor secara otomatis dan langsung dikirim ke dalam *database* sistem untuk mengetahui pukul berapa kendaraan tersebut melewati palang pintu parkir, selanjutnya diproses untuk dicocokkan dengan data yang sudah ada di *database*.

II. PERANCANGAN SISTEM

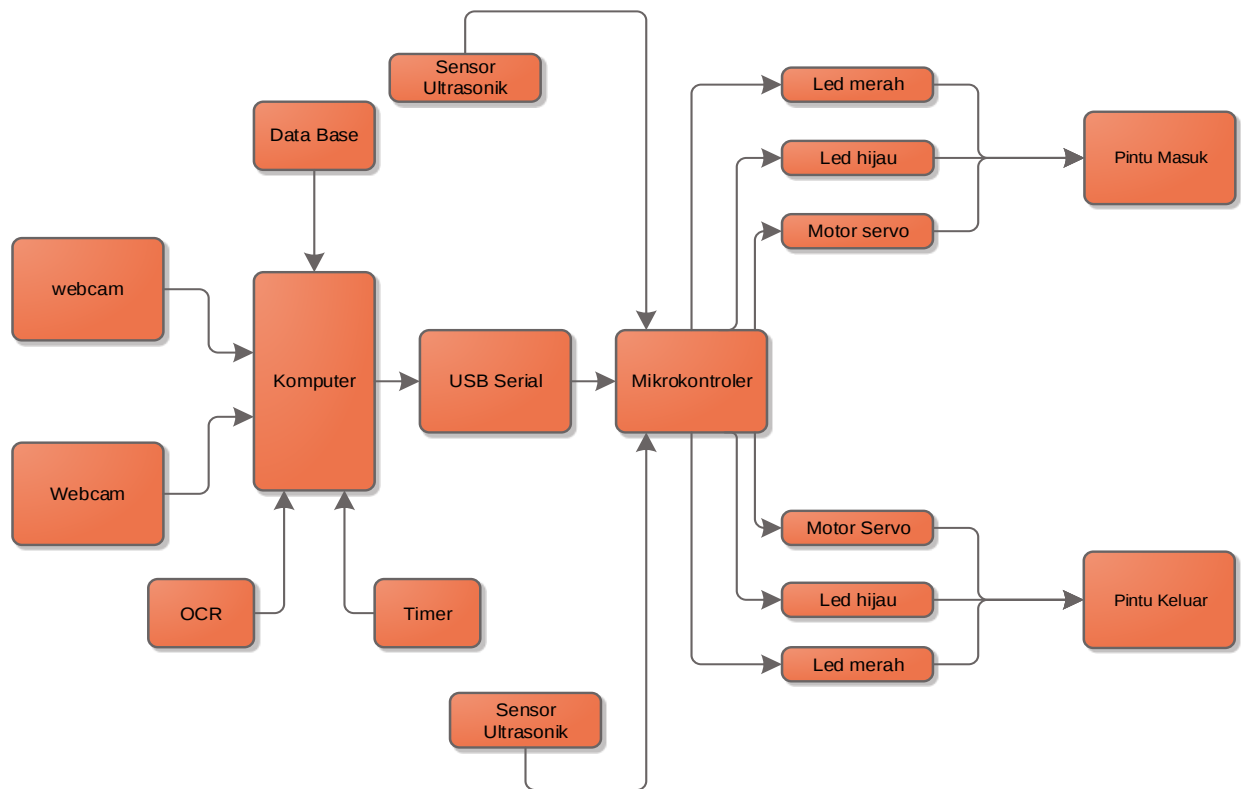
Perancangan sistem yang dilakukan adalah *prototype* sistem perekaman pelat nomor mobil pada palang pintu parkir menggunakan web kamera dan mikrokontroler. Pembahasan rancangan sistem dimulai dari pembahasan diagram blok sistem, perancangan perangkat keras, dan perancangan perangkat lunak.

A. Diagram Blok Sistem

Diagram blok sistem perekaman pelat nomor mobil pada palang pintu parkir yang menggunakan web kamera dan mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram blok terdiri atas *webcam*, sensor ultrasonik, motor servo, mikrokontroler, dan *power supply*.

Web kamera berfungsi untuk membaca pelat nomor yang ada pada kendaraan. Sensor ultrasonik yang digunakan adalah HC-SR04 sebagai pembaca pergerakan kendaraan melewati sensor. Data hasil pembacaan sensor dikirim ke mikrokontroler untuk diproses agar palang pintu tertutup. Modul mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno. Rangkaian DC-DC converter berfungsi sebagai rangkaian catu daya pada sistem. Bagian output sistem terdiri dari motor servo yang berfungsi sebagai motor penggerak palang pintu. Lampu LED berfungsi sebagai lampu indikator untuk membedakan bila LED hijau menunjukkan palang pintu parkir terbuka, sedangkan LED merah menunjukkan palang pintu parkir tertutup. Bagian utama pada sistem ini adalah kamera yang berfungsi untuk merekam pelat nomor kendaraan yang masuk ke dalam area parkir.

Sistem juga dilengkapi dengan aplikasi Python yang berfungsi mengubah gambar menjadi teks, menyimpan teks yang menggunakan aplikasi *database* untuk menyimpan data pelat nomor yang masuk ke dalam area parkir, dan mencocokkan pelat nomor pada pintu keluar.

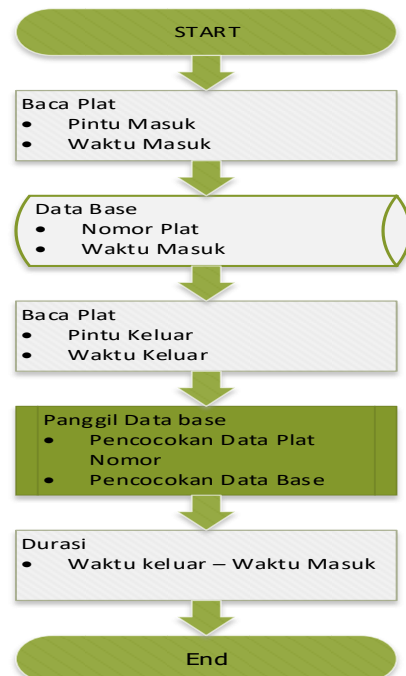


Gambar 1. Diagram blok sistem.

B. Prinsip Kerja Sistem

Sistem pintu pengaman parkir otomatis ini bekerja saat pengendara kendaraan bermotor memasuki tempat parkir. Pada saat memasuki pintu parkir, kamera merekam pelat nomor yang ada di kendaraan dan menyimpannya di dalam komputer. Selanjutnya, kamera mendeteksi pelat nomor yang ingin memasuki palang pintu parkir. Pada jarak 3 meter sebelum memasuki pintu portal, kamera mendeteksi nomor pelat kendaraan tersebut kemudian kamera mengirimkan informasi data kamera dan kamera meneruskan informasi pada komputer untuk memproses pencocokan data antara pelat nomor kendaraan yang masuk pada *database*. Kamera mengolah gambar menjadi input data yang akhirnya dikirim pada komputer sehingga pada sistem ini, pintu pengaman parkir terbuka. Proses terbukanya pintu pengaman parkir menggunakan mikrokontroler Arduino Uno. Berdasarkan informasi data yang diterima dari kamera, maka mikrokontroler memerintahkan motor servo untuk membuka pintu portal, kemudian alat tersebut mendeteksi pelat nomor secara otomatis dan langsung dikirim ke dalam *database* sistem guna mengetahui pukul berapa kendaraan tersebut melewati palang pintu parkir. Pada saat mobil melewati palang pintu, maka sensor ultrasonik mendeteksi adanya mobil masuk. Selanjutnya, palang pintu ditutup. Saat mobil keluar, kamera mendeteksi dan mencocokkan nomor dalam *database*. Apabila cocok, maka palang pintu keluar dibuka. Setelah mobil melewati palang pintu keluar, maka sensor ultrasonik mendeteksi adanya mobil

keluar dan selanjutnya palang pintu ditutup. *Flowchart* sistem ditunjukkan pada Gambar 2.

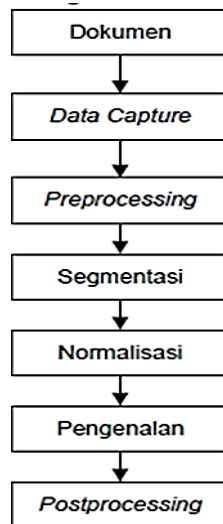


Gambar 2. Flowchart sistem identifikasi foto pelat nomor masuk dan keluar.

C. Metode

1. Optical Character Recognition (OCR)

OCR adalah sebuah sistem komputer yang dapat membaca huruf, baik yang berasal dari sebuah pencetak (*printer* atau mesin ketik) maupun yang berasal dari tulisan tangan. Secara umum diagram blok kerja OCR dapat dilihat pada Gambar 3. [4]

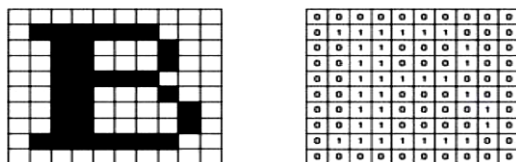


Gambar 3. Diagram blok kerja OCR.

a. Preprocessing

Preprocessing adalah proses awal dilakukannya perbaikan suatu citra untuk menghilangkan *noise*. Seperti pada penelitian [5], *preprocessing* merupakan suatu proses untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak diperlukan pada gambar input untuk proses selanjutnya. Beberapa proses yang dapat dilakukan pada tahap *preprocessing* antara lain, proses binerisasi, segmentasi, dan normalisasi.

Pada tahap binerisasi, *file* citra digital dikonversi menjadi citra biner yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan: hitam dan putih. *Pixel* obyek bernilai 1 sedangkan *pixel* latar belakang bernilai 0 sehingga latar belakang akan berwarna putih, sedangkan obyek akan berwarna hitam. Gambar 4 merupakan contoh citra digital yang dikonversi menjadi citra biner.



Gambar 4. Huruf B dan representasi biner.

Thresholding adalah proses mengubah citra berderajat keabuan (*grayscale*) menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background* dari citra secara jelas. Terdapat

beberapa jenis pengembangan, yaitu pengembangan secara global maupun lokal adaptif.

Pada pengembangan secara global, setiap piksel di dalam citra dipetakan ke dua nilai, 1 atau 0, dengan fungsi pengembangan pada Persamaan (1).

$$fB(i,j) = \begin{cases} 1, f_g(i,j) \leq T \\ 0, \text{lainnya} \end{cases} \quad (1)$$

Dalam hal ini, $fB(i,j)$ adalah *grayscale*, $f_g(i,j)$ adalah citra biner, dan T adalah nilai ambang yang dispesifikasikan. Dengan operasi pengembangan tersebut, obyek dibuat berwarna putih (1) sedangkan latar belakang berwarna hitam (0). Nilai ambang T dipilih sedemikian rupa sehingga galat yang diperoleh sekecil mungkin. Cara yang umum untuk menentukan nilai T adalah dengan membuat histogram citra. Jika citra mengandung satu buah obyek dan latar belakang mempunyai nilai intensitas yang homogen, maka citra tersebut umumnya mempunyai histogram bimodal (mempunyai dua puncak atau dua buah maksimum lokal). Nilai T dipilih pada nilai minimum lokal yang terdapat di antara dua puncak. Dengan cara seperti ini, kita tidak hanya mengonversi citra hitam-putih ke citra biner, tetapi sekaligus melakukan segmentasi obyek dari latar belakangnya.

Pada pengembangan secara lokal adaptif, dilakukan pemecahan terhadap daerah-daerah di dalam citra. Dalam hal ini, citra dipecah menjadi bagian-bagian kecil, kemudian proses pengembangan dilakukan secara lokal. Nilai ambang untuk satu bagian belum tentu sama dengan bagian yang lain.[6]

b. Segmentasi

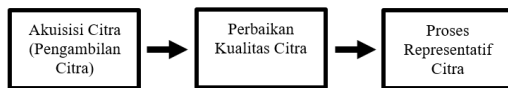
Segmentasi merupakan suatu proses untuk mendapatkan area atau obyek yang diinginkan pada suatu citra dengan memisahkan area atau obyek dari latar belakangnya. Segmentasi bertujuan untuk mengumpulkan *pixel* obyek menjadi wilayah yang merepresentasikan suatu obyek.

2. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses mengolah *pixel* di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Pada awalnya pengolahan citra ini dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra. Namun, dengan berkembangnya dunia komputasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya kapasitas dan kecepatan proses komputer serta munculnya ilmu-ilmu komputasi, menyebabkan kemungkinan bahwa manusia dapat mengambil informasi dari suatu citra.

Proses pengolahan citra secara diagram ditunjukkan pada Gambar 5. Proses dimulai dari

pengambilan citra, perbaikan kualitas citra, sampai dengan pernyataan representatif citra.



Gambar 5. Proses pengolahan citra.

Dalam perkembangan lebih lanjut, *image processing* dan *computer vision* digunakan sebagai mata manusia, dengan perangkat input *image capture* seperti kamera dan *scanner* dijadikan sebagai mata dan mesin komputer (dengan program komputasinya) dijadikan sebagai otak yang mengolah informasi. Sehingga, muncul beberapa pecahan bidang yang menjadi penting dalam *computer vision*, antara lain: *pattern recognition* (pengenalan pola), *biometric* pengenalan identifikasi manusia berdasarkan ciri-ciri biologis yang tampak pada badan manusia), *content based image and video retrieval* (mendapatkan kembali citra atau video dengan informasi tertentu), serta *video editing* [2]. Nilai suatu *pixel* memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda tergantung dari jenis warna yang digunakan. Secara umum jangkauannya adalah 0-255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Jenis-jenis citra berdasarkan nilai *pixel*, yaitu:

Citra biner (*Black* dan *White*) adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel*, yaitu hitam dan putih. Nilai yang terkandung dalam citra biner ini hanya memuat 0 atau 1 untuk mewakili nilai setiap *pixel*.

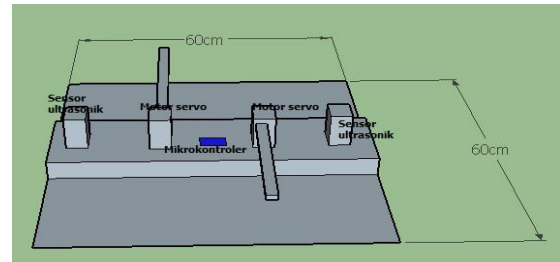
Citra *grayscale* merupakan citra digital yang hanya memiliki satu kanal pada setiap *pixel*, dengan kata lain nilai bagian yang digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitasnya. Warna yang dimiliki adalah warna hitam, keabuan, dan putih. Tingkat keabuan pada *grayscale* merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra *grayscale* berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan).

Pada citra warna, setiap titik mempunyai warna yang spesifik yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar, yaitu: merah, hijau dan biru. Format citra seperti ini sering disebut sebagai citra *red-green-blue* (RGB). Setiap warna dasar mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit), misalnya warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB adalah 255 255 0. Dengan demikian, setiap titik pada citra warna membutuhkan data 3 *byte*. Jumlah kombinasi warna yang mungkin untuk format citra ini adalah 224 atau lebih dari 16 juta warna, dengan

demikian dapat dianggap mencakup semua warna.

D. Perancangan Mekanik

Sistem mekanik yang dirancang berupa triplex untuk dudukan rangkaian elektronika dan sensor. Mekanik dirancang dengan ketebalan bahan 4 mm dan dimensi 60 cm × 60 cm. Bentuk rancangan sistem mekanik ditunjukkan pada Gambar 6. [7]

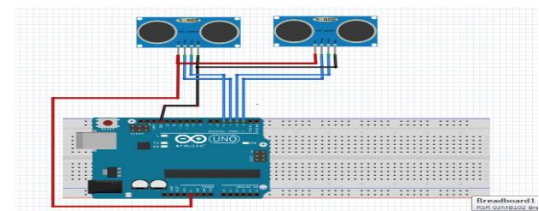


Gambar 6. Rancangan sistem mekanik.

E. Perancangan Elektronik

1. Rancangan Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak pada rangkaian. Sensor ultrasonik yang digunakan pada alat ini adalah HC-SR04 di mana menggunakan komunikasi I2C untuk komunikasi pengiriman data hasil pembacaan arus ke mikrokontroler. Pada Gambar 7 ditunjukkan rangkaian sensor arus pada alat ini. [8]

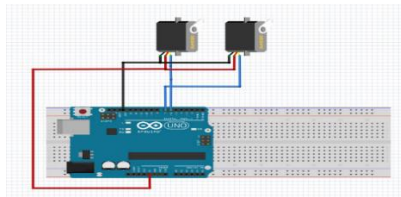


Gambar 7. Rangkaian sensor ultrasonik pada mikrokontroler.

Gambar 7 merupakan perancangan *wiring* sensor ultrasonik ke Arduino Uno. Terdapat enam *wiring* yaitu *pin trigger* sensor ultrasonik yang tersambung dengan *pin 2* Arduino Uno, *pin echo* sensor ultrasonik yang tersambung dengan *pin 3* Arduino Uno, *pin trigger* sensor ultrasonik yang tersambung dengan *pin 4* Arduino Uno, *pin echo* sensor ultrasonik yang tersambung dengan *pin 5* Arduino Uno dan *pin supply 5 Volt* dan *ground* sensor ultrasonik yang tersambung dengan Arduino Uno.

2. Rancangan Motor Servo

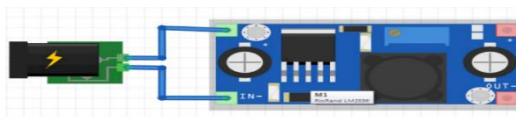
Sistem ini menggunakan 2 motor servo. Motor servo digunakan untuk membuka palang pintu parkir. Pada Gambar 8 ditunjukkan rangkaian motor servo pada alat ini. Gambar 8 menunjukkan rangkaian motor servo Arduino Uno. Terdapat 4 *wiring* yaitu *pin 6* yang tersambung dengan *pulse servo j1*, *pin 7* yang tersambung dengan *pulse servo j2* dan *pin 5 volt* dan *ground* motor servo yang tersambung dengan Arduino Uno.



Gambar 8. Rangkaian motor servo pada mikrokontroler.

3. Rancangan Catu Daya

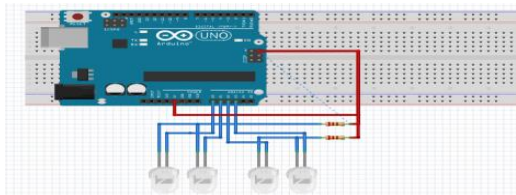
Catu daya ini menggunakan DC – DC konverter untuk menurunkan tegangan keluaran dari *power supply* 12 volt ke 5 volt dan mencatu tegangan keluaran didistribusikan untuk Arduino Uno, sensor ultrasonik, motor servo, dan LED. Rangkaian catu daya pada mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian catu daya pada mikrokontroler.

4. Rancangan LED

LED ini digunakan untuk mengetahui palang pintu masuk dan keluar. LED berwarna hijau untuk menandakan palang pintu terbuka dan LED berwarna merah untuk menandakan palang pintu tertutup. Gambar 10 menunjukkan rangkaian rancangan LED alat ini.



Gambar 10. Rangkaian LED pada mikrokontroler.

Terdapat 5 *wiring* yang tersambung dari *pin* A0 dan A1 Arduino Uno ke LED 1 dan 2 lalu dihubungkan ke resistor 1. *Pin* A2 dan A3 Arduino Uno ke LED 3 dan 4 lalu dihubungkan ke resistor 2.

III. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Prototype sistem perekaman pelat nomor mobil pada palang pintu parkir menggunakan web kamera dan mikrokontroler rancangan ditunjukkan pada Gambar 11.

Pengujian sistem dibagi menjadi pengujian bagian-bagian sistem dan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian bagian-bagian sistem terdiri dari pengujian rangkaian catu daya, pengujian rangkaian sensor ultrasonik, dan pengujian rangkaian motor servo. Sedangkan pengujian sistem secara keseluruhan adalah pengujian kinerja sistem perekaman pelat nomor yang telah dirancang.



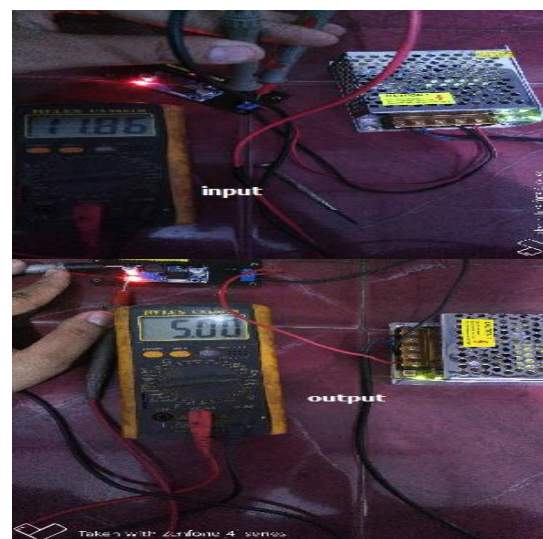
Gambar 11. Prototipe sistem perekaman pelat nomor mobil pada palang pintu parkir menggunakan web kamera dan mikrokontroler.

A. Pengujian Alat Keseluruhan

Pengujian komponen bertujuan untuk mengetahui bahwa tiap komponen dalam kondisi baik serta menguji keakuratan bila perangkat tersebut berupa sensor. Sehingga, memaksimalkan fungsi dari setiap komponen untuk mencapai sistem yang diharapkan. Ada beberapa pengujian yang dilakukan, diantaranya adalah pengujian saat kamera mendeteksi pelat nomor, pengujian catu daya, pengujian sensor ultrasonik, pengujian motor servo, dan pengujian komponen lainnya.

1. Pengujian rangkaian catu daya

Pengujian rangkaian catu daya bertujuan untuk mengetahui tegangan keluaran dari rangkaian catu daya yang digunakan untuk mencatu semua komponen elektronik yang ada pada sistem. Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah rangkaian catu daya yang telah dibuat, *power supply* sebagai sumber tegangan input rangkaian catu daya, dan multimeter yang digunakan untuk mengukur tegangan pada rangkaian catu daya. Gambar 12 menunjukkan hasil pengukuran pada input komponen catu daya DC-DC Converter yang diambil dari *power supply* sebagai sumber tegangan. Pengujian rangkaian catu daya dilakukan dengan memberikan tegangan input dari *power supply* antara 10 sampai dengan 12 volt. Tegangan input ini diturunkan menjadi ± 5 volt sebagai input dari komponen Arduino Uno dan komponen lainnya.

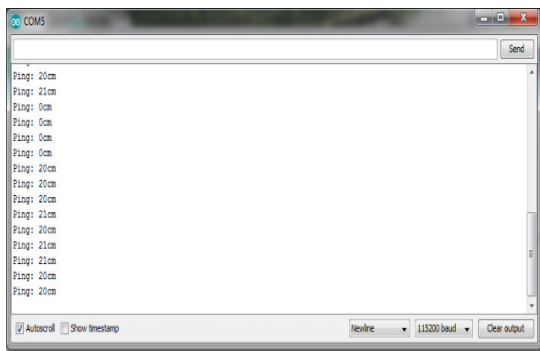


Gambar 12. Pengukuran input dan output catu daya.

2. Pengujian rangkaian sensor ultrasonik
Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 adalah dengan cara menghubungkan sensor ultrasonik ke sistem minimum mikrokontroler Arduino Uno sesuai dengan kaki-kaki komponen yang digunakan. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 terhadap obyek.

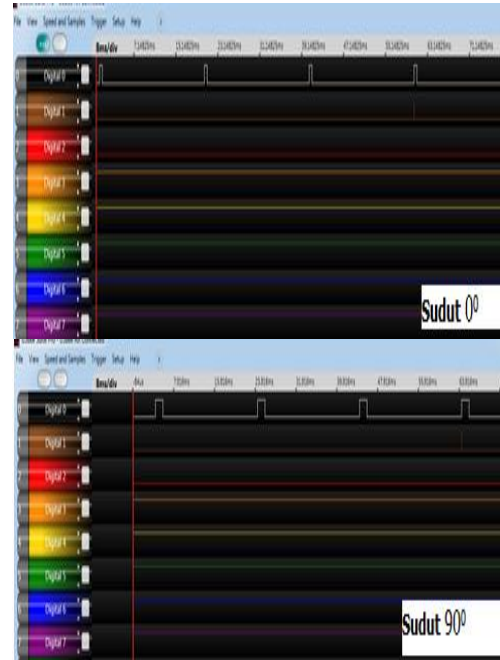


Gambar 14. Pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 dalam program.

Sensor ultrasonik HC-SR04 merupakan sensor yang dapat mengukur jarak atau tinggi dari 2 cm sampai 400 cm. Sensor ini menerima masukan tegangan mulai dari 1 volt sampai 5 volt. Keluaran sensor ultrasonik ini digunakan sebagai masukan bagi mikrokontroler, yaitu berupa data analog yang diproses menjadi nilai jarak atau tinggi sebenarnya oleh mikrokontroler. Hasil pengujian dari sensor ultrasonik dilakukan dengan perbandingan dalam pengukuran rangkaian sensor ultrasonik dengan mistar 20 cm, 30 cm dan 40 cm. Hasil pengukuran pada mistar 20 cm dan hasil pengukuran pada program menjadi 20 cm. Hasil pengukuran pada mistar 30 cm dan hasil pengukuran pada program 30 cm. Hasil pengukuran pada mistar 40 cm dan hasil pengukuran pada program 40 cm.

3. Pengujian rangkaian motor servo
Tujuan pengujian motor servo adalah untuk mengetahui apakah motor servo dapat bekerja sesuai dengan besarnya sudut masukan yang diberikan. Pengujian motor servo dilakukan dengan cara menghubungkan *port* pada motor servo dengan *pin* digital Arduino Uno kemudian menghubungkan *board* Arduino Uno dengan komputer. Gambar 15 menunjukkan hasil

pengukuran 4,89 volt dan 4,75 volt untuk pengujian sudut 0°. Untuk pengujian dengan sudut 90° dan 180°, hasil pengujiannya tidak jauh berbeda dengan hasil pengujian pada 0°. Input dari motor servo adalah *pulse* 1 ms – 2 ms, sedangkan output berupa pergerakan motor servo. Hasil pengujian ini ditunjukkan pada Gambar 15.

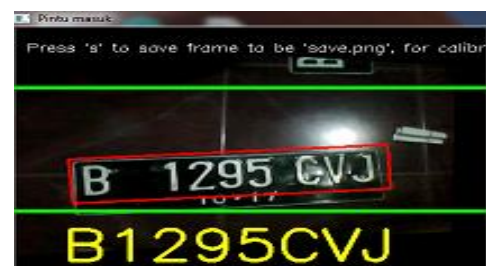


Gambar 15. Hasil pengujian motor servo dengan osiloskop.

4. Pengujian rangkaian LED
Tujuan dari dilakukannya pengujian rangkaian LED ini adalah untuk mengetahui apakah lampu LED dapat bekerja sesuai dengan kinerja motor servo dengan perintah yang diberikan. Pengujian LED dilakukan dengan cara menghubungkan *port* LED dengan *pin* analog Arduino Uno kemudian menghubungkan board Arduino Uno dengan komputer. Hasil pengukuran pada LED aktif-low menunjukkan bahwa LED menyala jika diberi logika 0 (*low*).

B. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem pada proses pengenalan huruf tidak mencakup pemeriksaan per karakter dan tanda baca juga diabaikan, sehingga hasil pembacaan yang dihasilkan merupakan 8 karakter tanpa spasi.



Gambar 16. Pengujian pengenalan pelat masuk.

Pengujian yang dilakukan pada sistem keseluruhan. Gambar 16 merupakan pengujian keseluruhan model sistem pengenalan pelat nomor mobil menggunakan kamera dan mikrokontroler berbasis Arduino Uno. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Python. Uji coba validasi *software* dilakukan dengan cara membandingkan hasil data pelatihan dengan data pengujian seperti yang terlihat pada Tabel 1. Dari hasil Tabel 1, dapat dihitung tingkat akurasi nomor pelat yang dapat dikenali berdasarkan Persamaan (2) dan (3).

$$\text{Akurasi (\%)} = \frac{\text{Jumlah terdeteksi}}{\text{Jumlah pelat keseluruhan}} \times 100 \quad (2)$$

$$15/20 \times 100 = 75\% \quad (3)$$

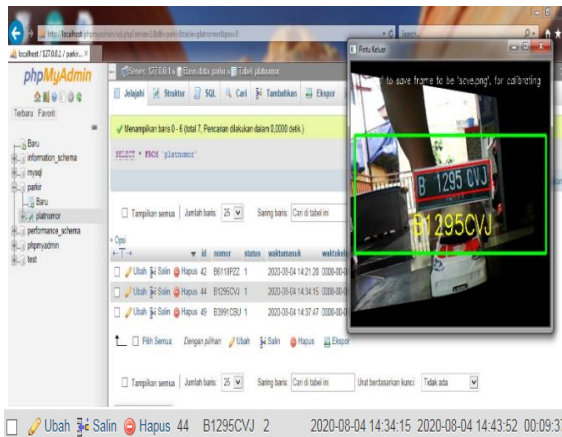
Berdasarkan uji coba yang dilakukan menggunakan pelat nomor kendaraan, dihasilkan beberapa pelat yang hasilnya sempurna sesuai dengan

pelat nomor asli yang dideteksi. Namun ada beberapa juga yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan pengenalan pelat nomor harus berada pada posisi tegak lurus, pencahayaan yang cukup dan pelat kendaraan harus memenuhi syarat sesuai dengan standar ketentuan tulisan pelat nomor. Setelah pelat berhasil direkam, mobil masuk ke dalam dan dideteksi sensor ultrasonik sehingga palang pintu tertutup. Hasil pengujian pembacaan pelat kemudian disimpan ke dalam *database*.

Gambar 17 merupakan hasil penyimpanan *database* nomor pelat masuk dan waktu masuk. Pada pintu keluar, kamera merekam nomor pelat kemudian dicocokkan dengan *database* masuk. Mobil selanjutnya masuk ke arah keluar dan terdeteksi sensor ultrasonik, kemudian palang pintu keluar terbuka. Setelah palang pintu keluar terbuka, mobil keluar mengenai sensor ultrasonik sehingga palang pintu keluar tertutup.

Tabel 1. Hasil uji coba pembacaan pelat.

Pengujian	Hasil Yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Hasil Grayscale	Keterangan
B 1295 CVJ	B 1295 CVJ	B 1295 CVJ	B 1295 CVJ	Akurat
B 6356 VGL	B 6356 VGL	8 6356 VGL	B 6356 VGL	Tidak akurat
B 6118 PZZ	B 6118 PZZ	B 6118 PZZ	B 6118 PZZ	Akurat
B 3991 CBU	B 3991 CBU	B 3991 CBU	B 3991 CBU	Akurat
H 4807 AEC	H 4807 AEC	B 4807 AEC	B 4807 AEC	Akurat
B 3055 SDD	B 3055 SDD	B 30J5 SDD	B 3055 SDD	Tidak akurat
B 3639 SHT	B 3639 SHT	B 3639 SHT	B 3639 SHT	Akurat
B 3170 BHM	B 3170 BHM	B 3170 BHM	B 3170 BHM	Akurat
B 4799 SFI	B 4799 SFI	B 4799 SFI	B 4799 SFI	Akurat
B 6749 SXB	B 6749 SXB	B 6749 SXB	B 6749 SXB	Akurat
B 6373 UPV	B 6373 UPV	0 0373 UPV	B 6373 UPV	Tidak akurat
B 6535 VSX	B 6535 VSX	B 6535 VSX	B 6535 VSX	Akurat
B 3027 SEW	B 3027 SEW	B 3027 SEW	B 3027 SEW	Akurat
B 3052 SAU	B 3052 SAU	B 3052 SAU	B 3052 SAU	Akurat
B 3571 BXB	B 3571 BXB	B 3511 DX8	B 5671 BXB	Tidak akurat
B 3284 EFX	B 3284 EFX	B 3284 EFX	B 3284 EFX	Akurat
B 3741 SWD	B 3741 SWD	B 3741 SWD	B 3741 SWD	Akurat
B 6703 WJF	B 6703 WJF	B 6703 WJF	B 6703 WJF	Akurat
B 3316 BCW	B 3316 BCW	8 B336 8CU	B 3316 BCW	Tidak akurat
B 4216 NIM	B 4216 NIM	B 4216 NIM	B 4216 NIM	Akurat



Gambar 17. Penyimpanan database nomor pelat masuk dan pencocokan pelat keluar.

C. Pengujian Aplikasi Python

Pengujian aplikasi Python bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi yang sudah dirancang bisa berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Gambar 18 menunjukkan dari jarak 20 cm, diperoleh hasil bahwa sistem mampu membaca sejumlah 15 pelat nomor dari 20 pelat, atau dengan akurasi sebesar 75%. Semua pengambilan data menggunakan kamera dengan setting kualitas video (HD) atau 1280 x 1024 piksel.



Gambar 18. Aplikasi python merekam gambar.

D. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dapat dianalisis setelah dilakukan perekaman dari program Python dengan kamera dengan membutuhkan 8 karakter angka dan huruf. Kemudian, dilakukan perekaman dari program Python ke mikrokontroler Arduino Uno yang membutuhkan waktu 10 detik hingga perintah menjalankan motor servo untuk membuka palang pintu parkir dilaksanakan. Untuk menutup palang pintu parkir, mobil harus terdeteksi oleh sensor ultrasonik pintu masuk. Data pelat yang masuk ke dalam database ditandai dengan kolom status angka 1, yang berarti pelat nomor mobil belum keluar dari palang pintu parkir, dan jika mobil sudah keluar dari palang pintu parkir, kolom status dari database berubah menjadi angka 2. Untuk menutup kembali pagar pintu keluar, mobil harus terdeteksi oleh sensor ultrasonik pintu keluar. Penerangan cahaya yang cukup sangat dibutuhkan pada saat perekaman pelat nomor, karena apabila penerangan cahayanya kurang, perekaman

menjadi tidak akurat atau tidak sesuai dengan pelat nomor. Pada proses perekaman pintu masuk, tidak ada pemeriksaan salah atau benar, namun hanya pemeriksaan jumlah karakter pada pelat nomor. Pada pintu keluar juga hanya dilakukan pemeriksaan jumlah karakter. Salah satu solusi apabila terjadi kesalahan pada saat perekaman pintu masuk adalah memberikan alternatif pada proses membuka palang pintu keluar, berupa penambahan proses manual dan proses darurat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pengujian keseluruhan pada perekaman pengenalan pelat nomor menunjukkan bahwa diperlukan posisi tegak lurus, pencahayaan yang cukup, dan pelat kendaraan harus memenuhi syarat sesuai dengan standar ketentuan tulisan pelat nomor. Dengan percobaan 20 sampel pelat nomor, tingkat keberhasilan nomor pelat dapat dikenali yaitu 75%. Masih terdapat kesalahan bacaan jika nomor pelat kendaraan tertekuk, bentuk dari huruf atau angka memudar. Hasil pengujian aplikasi Python merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi pelat kendaraan dan rekognisi yang ada pada pelat kendaraan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada editor dan reviewer Jurnal Matrix atas bantuannya melakukan editing dan review terhadap artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Triyandi and J. Adler, "Sistem Otomatisasi Gerbang Dengan Pengolahan Citra Membaca Nomor Plat Kendaraan," *Univ. Komput. Indones.*, pp. 1–7, 2014.
- [2] Y. Mansyur, "Optical Character Recognition Untuk Deteksi Pelat Mobil Dan Motor Kendaraan Pada Kampus Teknik Gowa," 2018.
- [3] S. R. Sulistiyanti, F. X. A. Setyawan, K. Sivam, and S. Purwiyanti, "Alat Identifikasi Jenis Daging dengan Pengolahan Citra Digital Menggunakan Python 2.7 dan OpenCV Berbasis Raspberry Pi 3," *Matrix J. Manaj. Teknol. dan Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 54–60, 2019.
- [4] R. Dani, A. Sugiharto, and G. A. Winara, "Aplikasi Pengolahan Citra Dalam Pengenalan Pola Huruf Ngalagena Menggunakan MATLAB," *Konf. Nas. Sist. Inform.*, pp. 9–10, 2015.
- [5] R. S. Bahri and I. Maliki, "Perbandingan algoritma template matching dan feature extraction pada optical character recognition," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–35, 2012.
- [6] E. D. Widiyanto, H. M. Wijaya, and I. P. Windasari, "Sistem Parkir Berbasis RFID dan Pengenalan Citra Pelat Nomor Kendaraan," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. 3, p. 115, 2017.
- [7] A. L. Heranda, "Prototipe Alat Bantu Parkir

Mobil Berbasis Sensor Ultrasonik Ping Dan Mikrokontroler Arduino Uno,” UIN Sunan Kalijaga, 2016.

- [8] A. Wijayanti, “*Kendali Palang Pintu Parkir Menggunakan E-KTP Sebagai Tag Berbasis Arduino Uno,”* Universitas Negri Malang, 2017.

Pembangunan Aplikasi Transaksi Menu di Kedai XYZ Kopi Menggunakan Qr-Code dan *One Time Password* Berbasis *E-Wallet*

Fazri Muhamad Kurnia^{1✉}, Irawan Afrianto²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Komputer Indonesia

✉ fazri.m.k@gmail.com

Abstrak: Proses pembayaran menggunakan uang elektronik adalah metode pembayaran non tunai berbasis E-Wallet yang bertujuan mempermudah pengguna dalam bertransaksi. Proses transaksi di kedai XYZ kopi masih dilakukan secara konvensional dan memakan waktu yang cukup lama sehingga menyebabkan antrian yang panjang. Penelitian ini bertujuan untuk mempercepat proses transaksi di kedai XYZ kopi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *prototype*. Solusi alternatif proses transaksi adalah dengan memanfaatkan E-Wallet dan QR-Code melalui *smartphone* pelanggan. Penelitian ini memanfaatkan akses E-Wallet Go-Pay sebagai alat pembayaran melalui *Midtrans Payment Gateway* dan menggunakan kode *One Time Password* sebagai metode *login* pada sistem. Pemindaian qr-code untuk melakukan pesanan bisa dilakukan dengan cepat yaitu sekitar 3,551 milidetik. Hasil kuesioner yang disebar kepada 20 orang pelanggan menunjukkan data sebagai berikut, sekitar 90% tingkat setuju terhadap pemanfaatan *e-wallet* sebagai alternatif pembayaran, sekitar 87% tingkat setuju terhadap pernyataan penggunaan *e-wallet* mampu mengurangi proses transaksi yang lambat, sekitar 79% tingkat setuju terhadap pernyataan bahwa sistem ini memudahkan proses transaksi, serta 79% tingkat persetujuan terhadap penggunaan kode otentikasi melalui nomor *handphone* yang memudahkan masuk ke dalam aplikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat mempercepat proses transaksi.

Kata kunci: *e-wallet, one time password, payment gateway, QR-code, transaksi*

Abstract: The payment process using electronic money is a non-cash payment method based on E-Wallet aimed at facilitating users in doing transaction. The transaction process at the coffee shop XYZ is still done conventionally and takes a long time, causing long queues. The research aims to speed up the transaction process at XYZ coffee shops. The method used in this research is *prototype*. An alternative solution to the transaction process is to utilize the E-Wallet and QR-Code through the customer's *smartphone*. This study utilizes Go-Pay E-Wallet access as a means of payment through the *Midtrans Payment Gateway* and uses the *One Time Password* code as a login method on the system. Qr-code scanning to place orders can be done quickly which is around 3,551 milliseconds. Questioner results distributed to 20 customers showed the following data, around 90% agreed on the use of *e-wallet* as an alternative payment, around 87% agreed on the statement of the use of *e-wallet* was able to reduce the slow transaction process, about 79% agreed to the statement that this system facilitates the transaction process, as well as 79% level of approval of the use of an authentication code through a mobile number that makes it easy to enter the application. The results showed that the system built can speed up the transaction process.

Keywords: *e-wallet, one time password, payment gateway, QR-code, transactions*

I. PENDAHULUAN

Kedai XYZ kopi merupakan usaha yang bergerak di bidang kuliner yang bertempat di Jl. Ir. H. Juanda, Dago Atas, Bandung. Dengan luas tempat 2400meter persegi, kedai XYZ kopi menyediakan dua pilihan tempat, yaitu di dalam ruangan dan di luar ruangan. Kedai XYZ Kopi merupakan salah satu kedai yang cukup populer dan ramai pengunjung di Kota Bandung.

Alat pembayaran non tunai telah berkembang dan semakin lazim digunakan oleh masyarakat dalam melakukan transaksi. Bank Indonesia mencatat pada bulan Desember 2019, jumlah transaksi yang terjadi dengan menggunakan uang elektronik mencapai 515 Juta transaksi dengan jumlah nominal mencapai Rp16,9 Triliun [1]. Pada tanggal 10 Februari 2020, terdapat 41 penyelenggara uang elektronik yang telah memperoleh izin dari Bank Indonesia di antaranya T-

Cash, PayPro, OVO, Go-Pay dan lainnya [2]. MDI Ventures & Mandiri Sekuritas Research mencatat dari tahun 2017 penggunaan Go-Pay menempati urutan teratas di antara layanan pembayaran non tunai lainnya [3].

Wawancara yang dilakukan kepada pihak kedai XYZ Kopi menunjukkan bahwa proses transaksi saat ini masih dilakukan secara manual, yaitu pelanggan harus memesan menu secara langsung ke kasir dan membayar secara tunai. Hal ini cukup memakan waktu dan menyebabkan antrian yang cukup panjang ketika sedang ramai pengunjung. Berdasarkan hasil kuesioner yang telah dilakukan kepada semua pelayan, mereka terkadang kesulitan dalam mengantarkan pesanan karena tidak mengetahui tempat duduk pelanggan dan sering kali pelanggan tidak merespons ketika nama

mereka dipanggil oleh pelayan dikarenakan sedang bercakap-cakap.

QR-Code merupakan jenis kode matriks yang dikembangkan sebagai kode yang memungkinkan kontennya diterjemahkan dengan kecepatan tinggi [4]. QR-Code memiliki kemampuan menyimpan data di dalamnya yang dapat diakses informasinya dengan respons cepat [5]. Metode QR-Code memiliki tampilan yang lebih kecil daripada *barcode* dan diakses melalui perangkat seluler yang terhubung ke *database* yang merekam data identitas [6]. Penelitian mengenai QR-Code telah dilakukan oleh Jun-Chou [7], yang memanfaatkan QR-Code untuk meningkatkan privasi dan keamanan transmisi data yang diterapkan pada sistem tiket elektronik, sistem e-health medis, dan bidang lainnya.

One Time Password (OTP) adalah kata sandi yang hanya valid untuk satu sesi *login* [8], dan merupakan metode yang digunakan untuk mengatasi kelemahan kata sandi statis yang mudah diuraikan [9]. Otentikasi kode OTP dalam aktivasi akun baru digunakan untuk meminimalkan pembuatan akun-akun palsu yang tidak bertanggungjawab melakukan tindakan yang negatif [10]. Metode keamanan *One Time Password* dari *Firebase* memungkinkan lebih mudah dalam mengintegrasikan data dan aplikasi yang dibangun dapat menjadi *serverless* [11].

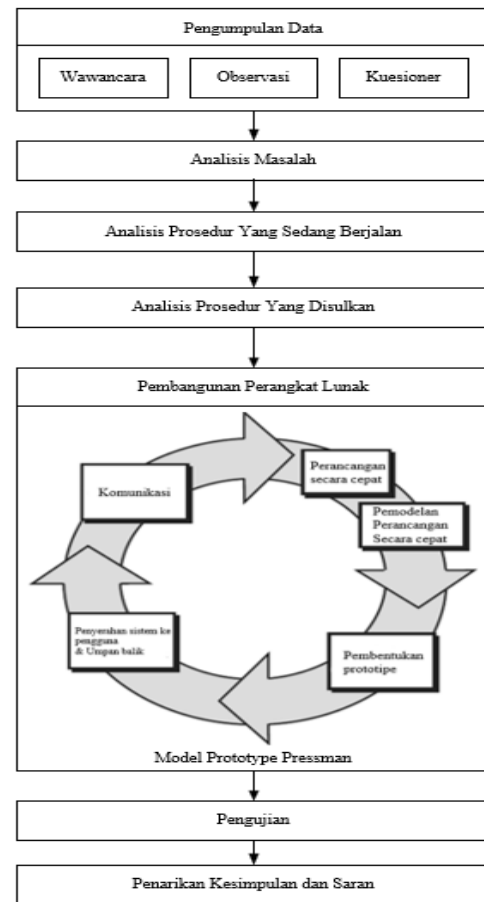
E-Wallet merupakan komponen dari sistem pembayaran berbasis internet yang menyimpan nilai finansial serta informasi terkait identitas pribadi [12]. *E-Wallet* atau *E-Cash* merupakan proses pembayaran elektronik yang paling aman digunakan, karena dalam melakukan transmisi data pada proses transaksinya dilakukan pengenkripsian data [13]. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa pelanggan semakin rutin menggunakan metode pembayaran dengan menggunakan *smartphone* dikarenakan lebih transparan dan lebih nyaman, metode pembayaran ini juga telah menjadi kebiasaan dan mendapat kepercayaan dari pelanggan [14].

Berdasarkan uraian permasalahan yang ada, penelitian ini mengusulkan sebuah solusi berupa aplikasi transaksi menu di kedai XYZ kopi dengan menerapkan teknologi QR-Code, E-Wallet dan One Time Password. Semua *smartphone* yang digunakan oleh pelanggan dapat digunakan sebagai alternatif dalam melakukan transaksi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus untuk membangun aplikasi transaksi menu sebagai solusi untuk mempercepat dan mempermudah proses pemesanan dan pembayaran.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif yang merupakan penelitian yang sistematis terhadap bagian, fenomena serta hubungan-

hubungannya. Metode pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan melakukan wawancara, observasi dan kuesioner. Alur penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian.

III. ANALISIS DAN PERANCANGAN

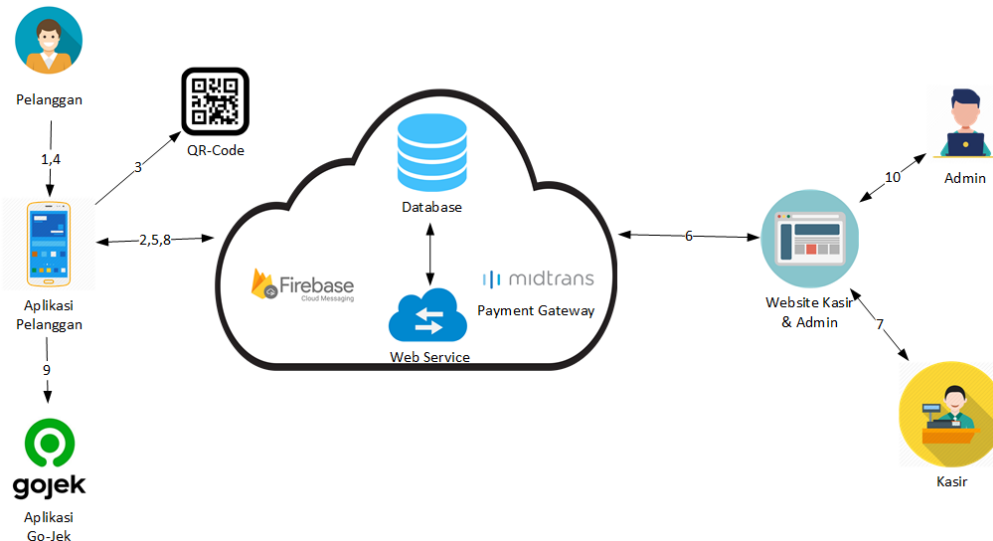
A. Analisis Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka masalah yang dikaji dalam penelitian ini di antaranya:

- Proses transaksi pembayaran masih dilakukan secara tunai tanpa ada metode pembayaran lain.
- Pelayan sering mengalami kesulitan dalam menemukan pelanggan yang memesan.
- Proses pemesanan memerlukan waktu cukup lama karena masih dilakukan secara manual dan hanya dapat dilakukan di meja kasir.

B. Analisis Sistem yang Dibangun

Sistem yang dibangun terbagi menjadi 2 yaitu sub sistem *mobile* pelanggan dan sub sistem web admin dan kasir. Adapun arsitektur umum sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur umum aplikasi.

Berikut ini deskripsi arsitektur umum aplikasi yang dibangun:

- a. Pelanggan melakukan registrasi akun dengan menggunakan nomor *handphone*.
- b. Aplikasi mengirimkan nomor *handphone* ke *firebase* untuk mendapatkan kode OTP untuk verifikasi.
- c. Pelanggan memindai kode QR meja yang tertera pada meja untuk mendapatkan nomor meja.
- d. Setelah kode QR meja dipindai, pelanggan diarahkan pada halaman pemilihan menu untuk melakukan pemesanan menu
- e. Aplikasi menyimpan data pesanan ke *database* melalui *web service* dan ke *firebase* secara *realtime* untuk ditampilkan pada *website* kasir.
- f. Database menyediakan data-data rincian pesanan pelanggan untuk dikirimkan ke web kasir.
- g. Website akan mengambil dan menampilkan data pesanan untuk diperiksa oleh kasir.
- h. Aplikasi pelanggan mengambil rincian data transaksi dari *database* dan melakukan permintaan token untuk pembayaran ke *server* *midtrans*.
- i. Pelanggan akan dialihkan ke aplikasi Go-Jek untuk melakukan pembayaran dengan menggunakan Go-Pay.
- j. Admin bertugas dalam mengelola data menu makanan atau minuman dan data nomor meja.

1. Analisis Login dengan One Time Password

Metode *login* dengan menggunakan kode *One Time Password* atau *password* bertujuan untuk mempermudah pengguna dalam melakukan *login* ke aplikasi. Alur untuk proses login menggunakan OTP dapat dilihat pada Gambar 3.

Berikut adalah penjelasannya :

- a. Pelanggan memasukkan Nomor Handphone untuk mendapatkan kode OTP.
- b. Aplikasi akan mengirimkan Nomor Handphone ke *firebase*.

- c. Firebase akan merespons dengan mengirimkan kode OTP ke nomor handphone pelanggan.
- d. Pelanggan memasukkan kode OTP yang diterima, lalu mengirimkan kembali ke *firebase* untuk dilakukan validasi.
- e. Firebase akan memvalidasi kode OTP yang diterima.
- f. Jika kode OTP salah atau sudah tidak berlaku, maka aplikasi pelanggan akan menampilkan pesan kode salah dan diminta untuk menekan tombol *request* kode baru.
- g. Jika kode OTP benar, aplikasi akan mengecek nomor handphone apakah telah ada pada database atau belum.
- h. Database mengirimkan respons pencarian nomor handphone ke aplikasi pelanggan.
- i. Jika nomor handphone ditemukan atau telah terdaftar di database, aplikasi akan menampilkan halaman utama. Jika nomor handphone tidak ditemukan atau belum terdaftar di database, aplikasi akan menampilkan halaman untuk melengkapi data profil pelanggan.

2. Alur Transaksi

Transaksi dalam sistem yang akan dibangun merupakan kegiatan pencatatan rincian pesanan pelanggan dan konfirmasi pembayaran menggunakan *e-wallet* Go-Pay. Alur transaksi dapat dilihat pada Gambar 4.

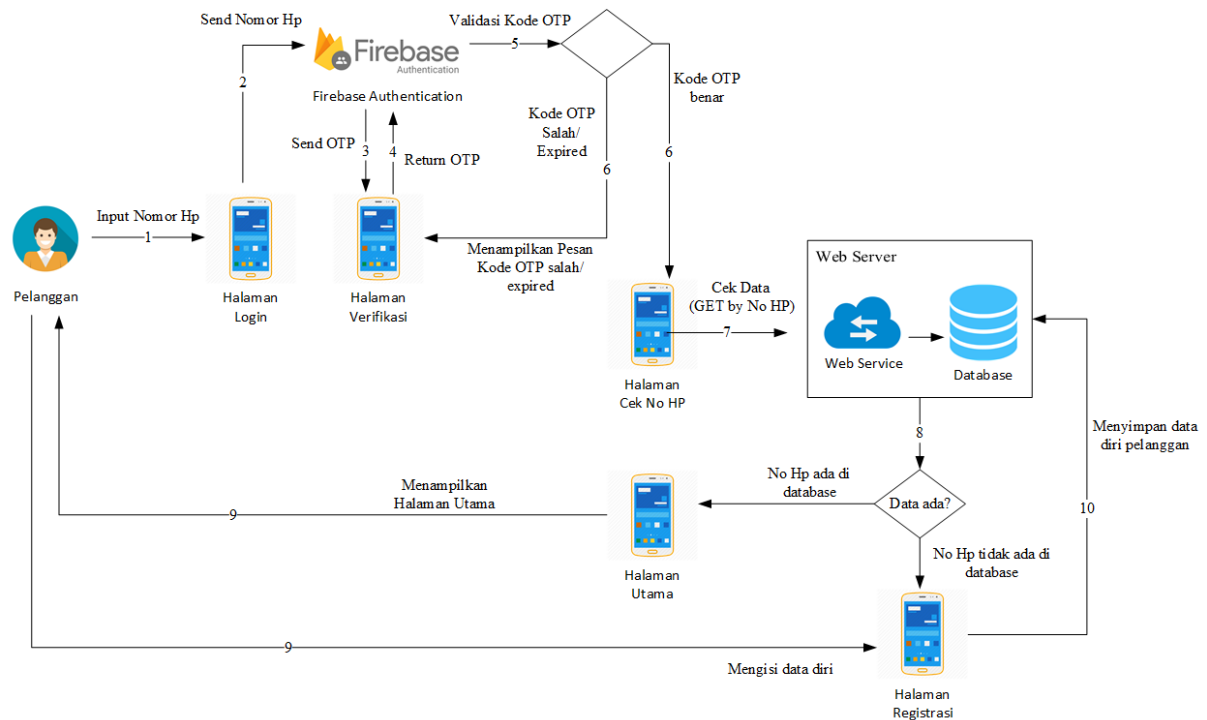
3. Alur Pengelolaan Data Menu

Adapun alur dari pengelolaan (menambahkan, mengubah, dan menghapus) data menu makanan atau minuman pada sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 5.

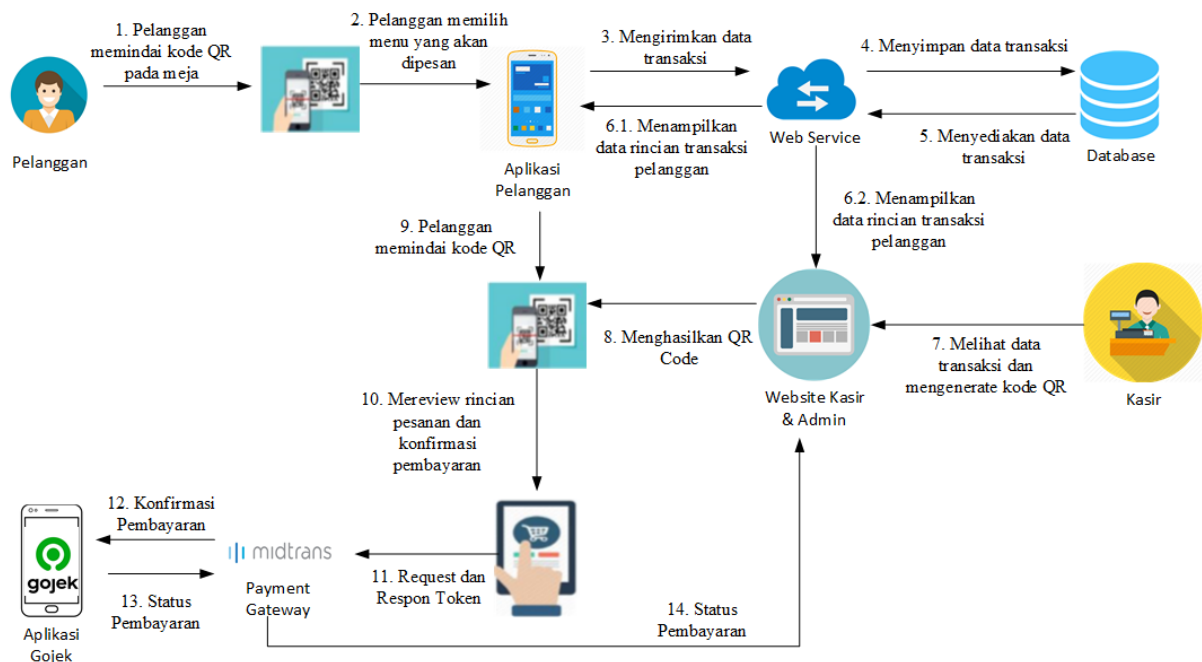
Berikut adalah penjelasannya:

- a. Admin masuk pada halaman pengolahan data menu, melakukan penambahan data, mengubah data, atau menghapus data.

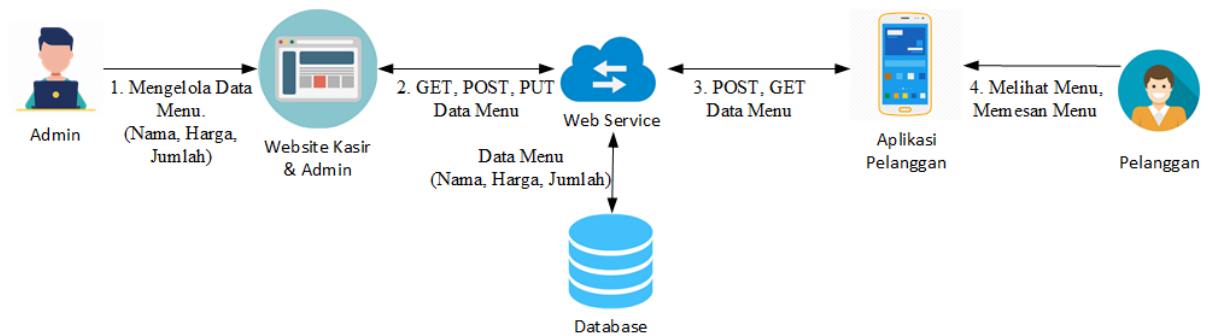
- b. *Website* mengirimkan aksi yang dilakukan oleh pengguna, dengan metode Get untuk mengambil data, Post untuk menambahkan data, dan Put untuk mengubah data untuk disimpan ke *database*.
- c. *Web service* juga menyediakan metode Get untuk menampilkan data menu kepada aplikasi
- d. Pelanggan dapat melihat data menu yang dikirimkan oleh *web service*, dan melakukan pemilihan menu untuk disimpan ke *database* melalui *web service* dengan metode Post.



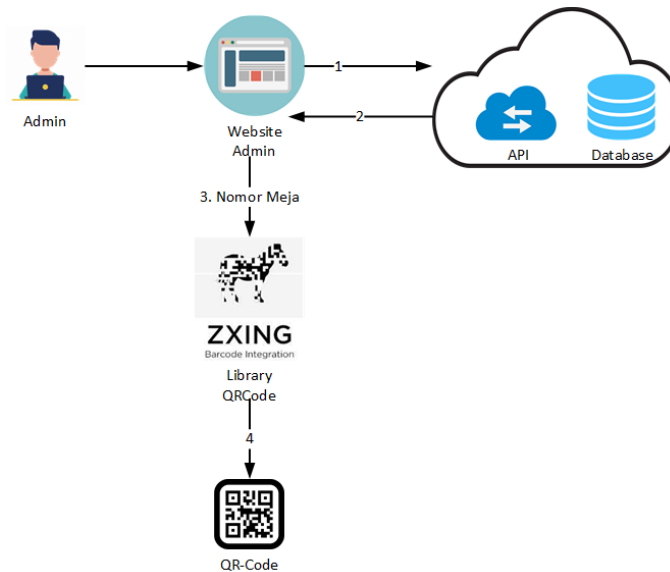
Gambar 3. Flow chart analisis OTP.



Gambar 4. Alur umum pada sistem.



Gambar 5. Alur transaksi.



Gambar 6. Alur pembangkitan QR-Code.

4. Alur Pembangkitan QR-Code

QR-Code yang tertera pada meja, dibangkitkan oleh admin dari nomor meja sesuai area dan nomor urut meja. Alur dari pembangkitan QR-Code meja untuk pemesanan menu dapat dilihat pada Gambar 6.

Penjelasan dari alur pembangkitan QR-Code Meja pada Gambar 6 adalah sebagai berikut:

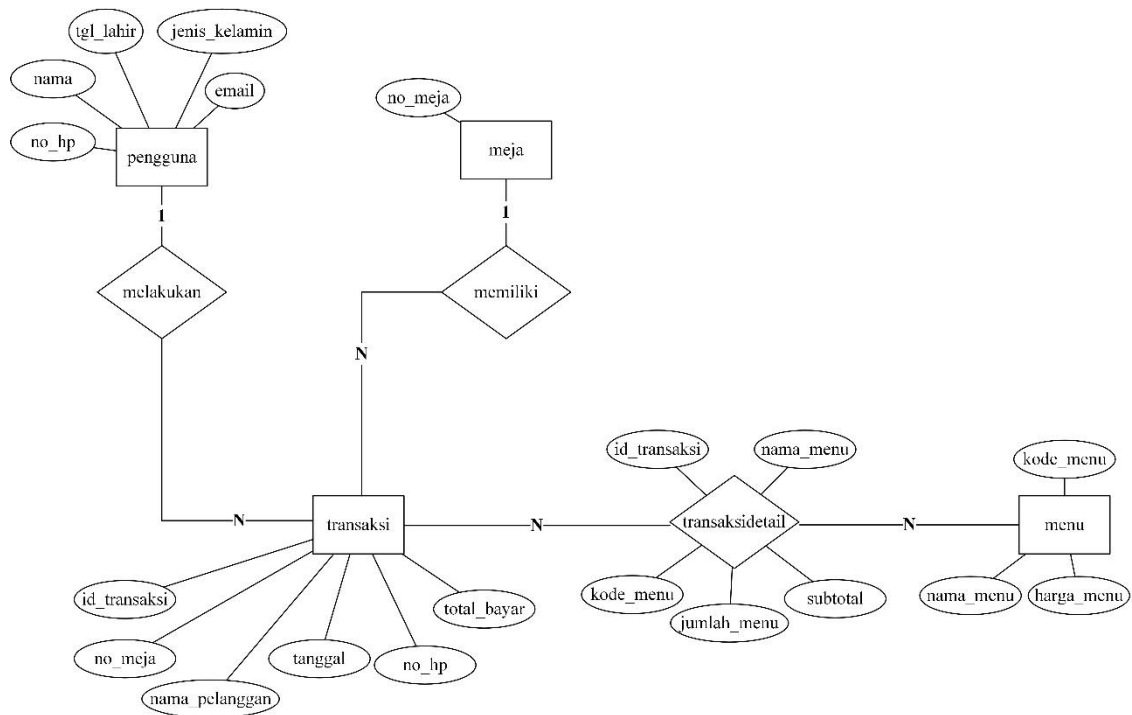
- Admin memasukkan nomor meja pada *website* kasir, dan menyimpannya pada *database*.
- Website* akan menampilkan data nomor meja yang tersimpan di *database*.

- Admin menekan tombol *generate* QR-Code dengan fungsi pembentukan QR-Code yang disediakan oleh *library ZXing*.
- Website* akan menampilkan QR-Code yang terbentuk dari nomor meja yang dipilih.

C. Perancangan Sistem

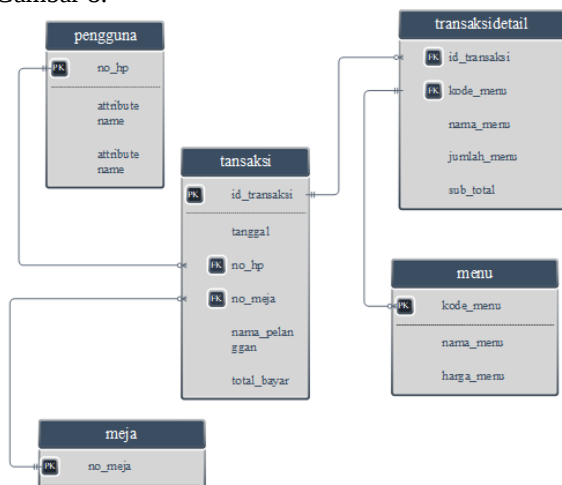
1. Perancangan Data

ERD digunakan untuk menggambarkan relasi antar tabel dengan tujuan untuk memperjelas hubungan antar tabel penyimpanan. ERD pada sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Entity relationship diagram.

Skema relasi merupakan hubungan antar tabel yang digunakan pada basis data yang dibuat. Gambaran dari skema relasi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 8.



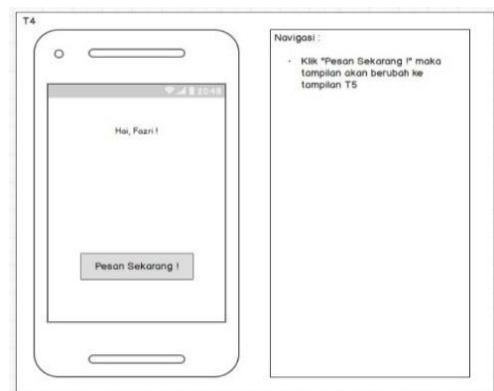
Gambar 8. Skema relasi.

2. Perancangan Antarmuka



Gambar 9. Perancangan antarmuka sub sistem web.

Perancangan antarmuka untuk *dashboard subsistem* web dapat dilihat pada Gambar 9 dan perancangan antarmuka halaman pesanan sub sistem *mobile* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Perancangan antarmuka sub sistem mobile apps.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

1. Implementasi Web Hosting

Implementasi *web hosting* merupakan spesifikasi web hosting yang digunakan. Implementasi *web hosting* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Implementasi web hosting.

No	Komponen	Keterangan
1	Storage	19.53 GB
2	MySQL Storage	18.53 GB
3	Memory Fisik	2 GB
4	Subdomain	Tidak Terbatas
5	Bandwith	Tidak Terbatas
6	I/O	10 B/s

2. Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras merupakan spesifikasi yang digunakan dalam penerapan sistem yang dibangun. Implementasi perangkat keras dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Implementasi perangkat keras.

No	Komponen	Keterangan
1	RAM	3 GB
2	Processor	Octa-core
3	Storage	64 GB

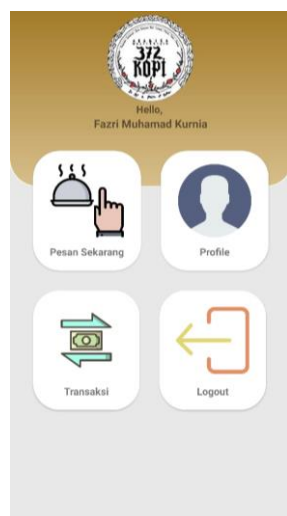
3. Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka halaman utama sub sistem web dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Implementasi antarmuka sub sistem web.

Implementasi antarmuka halaman utama sub sistem *mobile apps* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Implementasi antarmuka sub sistem mobile apps.

4. Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam menjalankan sistem yang dibangun. Implementasi perangkat lunak sub sistem web dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Implementasi perangkat sub sistem web.

No	Komponen	Keterangan
1	Sistem Operasi	Windows 10
2	Web Browser	Mozilla Firefox dan Google Chrome

Implementasi perangkat lunak sub sistem *mobile apps* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Implementasi perangkat lunak sub sistem mobile apps.

Perangkat Lunak	Keterangan
Sistem Operasi	Android 9 Pie

B. Pengujian Sistem

1. Pengujian Blackbox

Pengujian blackbox terfokus kepada apakah sistem perangkat lunak telah memenuhi kebutuhan sesuai yang diharapkan. Hasil pengujian *blackbox* sub sistem web dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian blackbox sub sistem web

No.	Komponen Uji	Poin Pengujian	Hasil
1	Login	Data input kosong.	Berhasil
		Data input salah.	Berhasil
		Data input benar.	Berhasil
2	Tambah menu	Data input tidak lengkap atau kosong.	Berhasil
		Data input benar dan lengkap	Berhasil
3	Ubah menu	Data input kosong.	Berhasil
		Data input diubah dan terisi.	Berhasil
4	Hapus menu	Menekan tombol hapus dan batal menghapus.	Berhasil
		Menekan tombol hapus dan berhasil menghapus.	Berhasil
5	Hapus pelanggan	Menekan tombol hapus dan batal menghapus.	Berhasil
		Menekan tombol hapus dan berhasil menghapus.	Berhasil
6	Tambah nomor meja	Data input kosong	Berhasil
		Data input terisi	Berhasil
		Mengenerate dan mengunduh QRCode nomor meja	Berhasil
7	Ubah nomor meja	Data input kosong	Berhasil
		Data input diubah dan terisi	Berhasil
8	Hapus nomor meja	Menekan tombol hapus dan batal menghapus	Berhasil
		Menekan tombol hapus dan berhasil menghapus.	Berhasil
9	Generate QRCode id transaksi	Generate QRCode id transaksi	Berhasil

Hasil pengujian *blackbox* sub sistem *mobile apps* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian *blackbox* sub sistem *mobile apps*.

No	Komponen Uji	Poin Pengujian	Pengujian
1	Login	Data input kosong.	<i>Blackbox</i>
		Format data input salah.	<i>Blackbox</i>
		Format data input benar.	<i>Blackbox</i>
		Data input kosong.	<i>Blackbox</i>
		Input kode otp salah tetapi masih berlaku	<i>Blackbox</i>
2	Verifikasi Kode OTP	Input kode otp benar tetapi sudah tidak berlaku	<i>Blackbox</i>
		Input kode otp benar dan masih berlaku	<i>Blackbox</i>
		Kirim ulang kode OTP	<i>Blackbox</i>
3	Registrasi	Data input kosong.	<i>Blackbox</i>
		Data input kosong.	<i>Blackbox</i>
4	Ubah Profile	Data input tidak ada yang diubah	<i>Blackbox</i>
		Data input diubah dan terisi	<i>Blackbox</i>
		QR Code dipindai dengan kemiringan lebih dari 45°	<i>Blackbox</i>
5	Pindai QR-Code	QR Code dipindai dengan kemiringan kurang dari 45°	<i>Blackbox</i>
		QR Code dipindai dengan jarak lebih dari 15 cm	<i>Blackbox</i>
		QR Code dipindai dengan jarak kurang dari 15 cm	<i>Blackbox</i>
		QR Code yang dipindai tidak dikenali	<i>Blackbox</i>
		QR Code yang dipindai dikenali	<i>Blackbox</i>
6	Pembayaran	Membatalkan pembayaran	<i>Blackbox</i>

No	Komponen Uji	Poin Pengujian	Pengujian
		Menyelesaikan pembayaran Direct ke Aplikasi Go-Jek	<i>Blackbox</i> <i>Blackbox</i>

2. Pengujian Beta

Pengujian beta yang dilakukan kepada pelanggan menggunakan metode kuesioner dengan perhitungan skala likert. Skala likert terdiri dari pernyataan-pernyataan persetujuan responden.

Pernyataan untuk responden pelanggan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pernyataan untuk pelanggan.

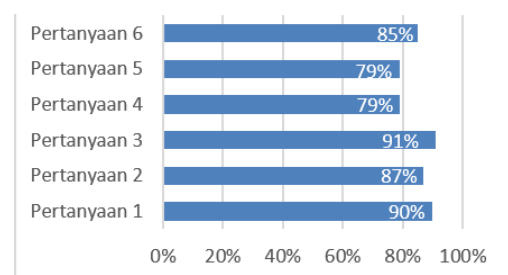
No	Pernyataan
	Alternatif pembayaran dengan menggunakan e-wallet (Go-Pay) pada sistem ini
1	memberikan pilihan cara bertransaksi yang saat ini menjadi tren pembayaran di masyarakat.
2	Sistem ini akan mampu mengurangi ketergantungan terhadap uang pecahan kecil yang dapat memperlambat proses transaksi.
3	Proses transaksi yang cepat akan meningkatkan rasa nyaman bagi pembeli karena tidak harus lama mengantri.
4	Transaksi dengan menggunakan sistem ini bisa dilakukan dengan cepat dan mudah melalui pemindaian QR-Code.
5	Penggunaan kode yang dikirimkan ke nomor handphone pada sistem ini mempermudah untuk masuk kedalam aplikasi.
6	Sistem ini mudah untuk digunakan.

Hasil pengujian skala likert terhadap pernyataan yang diajukan pada pelanggan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil pengujian skala likert pelanggan.

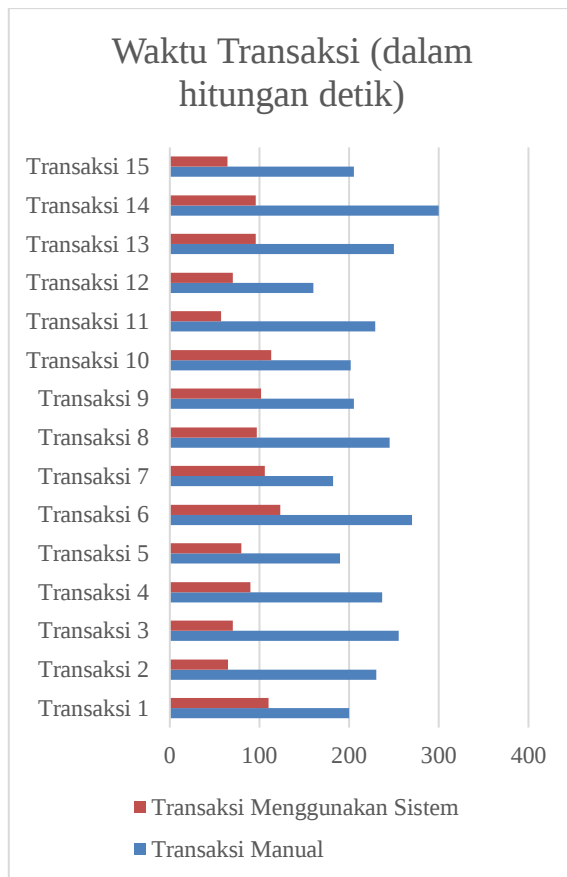
Pernyataan	Skor	Persentase	Keputusan
1	90	90%	Sangat Setuju
2	87	87%	Sangat Setuju
3	91	91%	Sangat Setuju
4	79	79%	Setuju
5	79	79%	Setuju
6	85	85%	Sangat Setuju

Hasil pengujian skala likert dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik hasil pengujian skala likert.

Hasil pengujian waktu berlangsungnya transaksi dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik waktu berlangsungnya transaksi.

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

1. Kegiatan transaksi sudah memiliki alternatif pembayaran lain sebagai pilihan bagi pelanggan dalam melakukan pembayaran pesanan. Pembayaran dilakukan dengan menerapkan pembayaran non tunai *e-wallet* berbasis digital yang bisa mempermudah proses pembayaran.
2. Aplikasi dapat mempermudah pelayan dalam mengantarkan pesanan kepada pelanggan.
3. Kegiatan transaksi bisa dilakukan dengan cepat dan mudah dengan melalui *smartphone* dan dapat dilakukan langsung di tempat duduk pelanggan tanpa harus mendatangi kasir dan melakukan antrian.

B. Saran

Sistem yang dibangun tentu masih terdapat beberapa kekurangan sehingga diperlukan pengembangan dan perbaikan untuk ke depannya. Adapun saran-saran terhadap pengembangan sistem ke depannya agar lebih baik adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan lebih banyak alternatif pembayaran *e-wallet* yang lain seperti DANA, OVO, dan lain-lain. Hal ini dapat dilakukan

dengan cara mengintegrasikan berbagai *payment gateway* yang lain.

2. Menambahkan lebih banyak media penerimaan kode OTP sebagai proses *login* dengan mengintegrasikan berbagai aplikasi pesan seperti WhatsApp, Telegram dan lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia, Statistik Sistem Pembayaran [online]. Available: <https://www.bi.go.id/id/statistik/sistem-pembayaran/uang-elektronik/contents/transaksi.aspx>. [Accessed: 18-Feb-2020].
- [2] Bank Indonesia, Informasi Perizinan Penyelenggara dan Pendukung Jasa Sistem Pembayaran [online]. Available: <https://www.bi.go.id/id/sistem-pembayaran/informasi-perizinan/uang-elektronik/penyelenggara-berizin/Pages/default.aspx>. [Accessed: 18-Feb-2020].
- [3] J. Agusta, "Mobile Payment In Indonesia," Jakarta, 2018.
- [4] F. F. Rochman and I. K. Raharjana, "Implementation of QR Code and Digital Signature to Determine the Validity of KRS and KHS Documents," *Sci. J. Informatics*, vol. 4, no. 1, pp. 8–19, 2017.
- [5] A. Wibiyanto, and I. Afrianto, "QR code and transport layer security for licensing documents verification," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 2018.
- [6] F. Liantoni, S. Rosetya, and W. M. Rahmawati, "The Implementation of QR-Code Technology on Bulak Fish Center Information System," *JOIN (Jurnal Online Inform.)*, vol. 3, no. 2, pp. 123–127, 2019.
- [7] E. F. Nurdiansyah, and I. Afrianto, "Implementasi Qrcode sebagai Tiket Masuk Event dengan Memperhitungkan Tingkat Koreksi Kesalahan," *J. Teknol. dan Inf.*, vol. 7, no. 2, pp. 25–44, 2017.
- [8] M. C. E.Kalaikavitha, and G. Juliana, "Secure Login Using Encrypted One Time Password (OTP) and Mobile Based Login Methodology," *Int. J. Eng. Sci.*, vol. 2, no. 10, pp. 14–17, 2014.
- [9] F. A. Abdulatif, and M. Zuhair, "Secure Server Login by Using Third Party and Chaotic System Secure Server Login by Using Third Party and Chaotic System," *J. Phys.: Conf. Ser.*, vol 1003, 2018.
- [10] E. P. Nugroho, R. A. K. Putra, and M. I. Ramadhan, "SMS Authentication Code Generated by Advance Encryption Standard (AES) 256 bits Modification Algorithm and One Time Password (OTP) to Activate New Applicant Account," *Int. Conf. Sci. Inf. Technol.*, pp. 175–180, 2016.

- [11] E. Yuvraj, W. Ruchita, and A. S. M. College, "Benefits of Firebase Authentication over Traditional Authentication," *Int. J. Sci. Res. Dev.*, vol. 7, no. 04, pp. 737–738, 2019.
- [12] P. Jinimol, "A Study on E-Wallet," *Int. J. Trend Sci. Res. Dev.*, vol. 2, no. 4, pp. 2–5, 2018.
- [13] E. Sakalauskas, "Computational Resources for Mobile E-Wallet System with Observers," *Int. Conf. Electron.*, pp. 89–93, 2017.
- [14] I. Afrianto and R. M. Furqon, "The Herbalist Game Edukasi Pengobatan Herbal Berbasis Android," *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 8, p. 142, 2018.

Perancangan Media Pembelajaran Tematik Sekolah Dasar Berbasis *Serious Game*

Anang Kukuh Adisusilo¹ 

¹Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

 anang65@uwks.ac.id

Abstrak: Pembelajaran tematik merupakan pembelajaran terpadu yang menggunakan tema sebagai pokok pikiran atau gagasan pokok pembicaraan dengan mengaitkan beberapa mata pelajaran, sehingga dapat memberikan pengalaman bermakna kepada siswa. Transfer pembelajaran berbasis tematik ke siswa Sekolah Dasar tidak mengalami kesulitan bagi guru jika dilakukan secara langsung di sekolah. Akan tetapi, pandemi covid-19 pada saat ini menyebabkan digunakannya media pembelajaran *online* sehingga guru-guru mengalami kesulitan. Kesulitan penyampaian materi tersebut juga dirasakan orang tua yang juga berusaha memberikan pembelajaran berbasis tematik di rumah berdasarkan buku yang diperoleh dari sekolah. Penelitian ini merancang *framework* pembelajaran berbasis *serious game* berdasarkan buku tematik Sekolah Dasar dengan tujuan dapat mempermudah guru dalam melakukan pembelajaran jarak jauh serta mempermudah orang tua dalam menyampaikan materi yang terdapat di dalam buku tematik tingkat Sekolah Dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen utama dalam perancangan *serious game* untuk memenuhi komponen pedagogi dan *fun* adalah *game component*, *graph design*, *database design* dan *fitur design*, di mana konsep immersifitas merupakan hal pokok sebagai upaya yang dapat membuat pemain masuk ke dalam suasana permainan dan mendapatkan pengalaman lebih dari permainan tersebut.

Kata kunci: media pembelajaran, immersifitas, pedagogi, *serious game*, tematik

Abstract: Thematic learning is an integrated learning that uses a theme as the main thought or main idea of the conversation by linking several subjects so that it can provide meaningful experiences to students. The transfer of thematic-based learning to elementary students does not experience difficulties for teachers if it is done directly in schools, but with the current conditions with the covid-19 pandemic and using online learning media, teachers are experiencing difficulties. The difficulty of delivering the material was also felt by parents who also tried to provide thematic-based learning at home based on books obtained from the school. In this research, a serious game-based learning framework was designed based on elementary school thematic books, with the aim of making it easier for teachers to do distance learning and making it easier for parents to convey the material contained in thematic books at the elementary school. The results obtained in the study show that the main components in designing a serious game to fulfill pedagogical and fun components are game components, graph design, database design, and design features, where the concept of immersiveness is the main thing as an effort to get players into the game atmosphere and get more experience. of the game.

Keywords: learning media, immersiveness, pedagogy, *serious game*, thematic

I. PENDAHULUAN

Pembelajaran tematik adalah pembelajaran terpadu yang menggunakan tema sebagai pokok pikiran atau gagasan pokok yang menjadi pokok pembicaraan dengan mengaitkan beberapa mata pelajaran, sehingga dapat memberikan pengalaman bermakna kepada siswa [1]. Penyampaian materi pembelajaran berbasis tematik oleh guru-guru Sekolah Dasar (SD) tidak mengalami kesulitan, karena sudah dibekali ilmu tentang bagaimana cara mengajarkannya. Munculnya pandemi Covid-19 yang memaksa pembelajaran dilaksanakan secara *online* atau disebut dalam jaringan (*daring*), menuntut guru-guru melakukan improvisasi untuk tetap bisa menyampaikan pembelajaran berbasis tematik tersebut. Proses pembelajaran *online* juga menuntut orang tua siswa ikut berperan aktif baik dalam pengawasan dan juga penyampaian materi. Namun pada kondisi ini, banyak juga orang tua yang berusaha ikut berperan aktif di rumah, tetapi sering kali

mengalami kesulitan bahkan cenderung bingung. Hal ini disebabkan karena rata-rata orang tua hanya memahami proses pembelajaran dengan model sebelum tematik yang disebut Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan/KTSP. Perbedaan cara pandang terhadap suatu mata pelajaran juga dapat menyebabkan permasalahan, yaitu misalnya pada kasus 2014 tentang perkalian 6x4 [2]. Selain itu, dalam pembelajaran tematik yang berusaha membuat siswa lebih aktif, membutuhkan model pembelajaran yang interaktif juga, bahkan menggunakan alat peraga dan berinteraksi dengan lingkungan sekitar [2]. Hal tersebut sulit untuk dicapai jika guru atau orang tua siswa sebagai pengajar mengalami kendala untuk memvisualkan, sehingga sulit membantu agar siswa benar-benar mengerti dan memahami materi.

Salah satu upaya untuk membuat siswa mengerti dalam pembelajaran *online* adalah dengan melakukan pendekatan kegiatan yang disenangi oleh siswa. Kecenderungan siswa generasi sekarang menyukai

sebuah bentuk permainan (*game*). Permainan ini bahkan juga disenangi sampai usia dewasa, sehingga pendekatan tersebut bisa dijadikan media pembelajaran yang tepat. *Serious game* adalah permainan digital yang digunakan untuk tujuan khusus selain sisi kesenangan [3-4]. Konsep *serious game* yaitu dengan mengutamakan tujuan khusus tanpa menghilangkan sisi kesenangan (*fun*), tujuan khusus tersebut adalah untuk pembelajaran. Selain sisi interaktif, *serious game* juga memiliki sisi *immersive* sehingga pemain akan dapat masuk secara mendalam ke alur permainan yang dibuat. Di beberapa negara lain sudah terdapat kelompok para peneliti yang fokus dalam teknologi permainan sebagai sarana pembelajaran, seperti *The European Scientific Research Game* yang disebut *Lifelong Learning Programme-Comenius Project* yang merupakan gabungan beberapa negara seperti Jerman, Italia, Portugal, Turki dan United Kingdom berkolaborasi dalam meneliti dan mengembangkan *serious game* untuk pembelajaran dalam bidang ekologi [5]. Sedangkan di Indonesia *serious game* masih sebatas bentuk penelitian yang sekarang sudah mulai berkembang, seperti *serious game* tentang Taman Nasional Baluran untuk meningkatkan inovasi dan cara berpikir siswa SMP [6], *serious game* tentang pengolahan tanah dengan bajak singkal [7-8] dan masih terdapat banyak penelitian *serious game* yang lainnya.

Penelitian ini merancang sebuah *serious game* untuk pembelajaran tematik siswa SD. Adanya *serious game* diharapkan dapat membuat materi tematik bisa tersampaikan secara optimal ke siswa. Konsep yang ditekankan adalah bahwa *serious game* selain bisa menimbulkan sisi kesenangan pada penggunaanya, juga merupakan model interaktif dan *immersive*.

II. METODE PENELITIAN

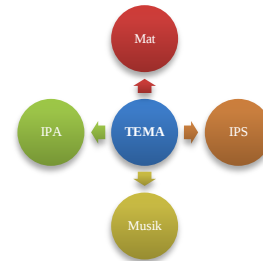
A. Pembelajaran Berbasis Tematik

Terdapat 10 macam model tematik [9] namun yang dikembangkan oleh pakar pendidikan Indonesia hanya 3 model, yaitu model pembelajaran tematik jenis jaring laba-laba, model pembelajaran tematik jenis terpadu dan model pembelajaran tematik model keterhubungan. Setiap jenis model pembelajaran tematik masing-masing memiliki ciri khusus, kelemahan dan kebaikannya [10]. Pembelajaran tematik merupakan metode belajar mengajar dengan melibatkan beberapa mata pelajaran dalam satu tema tertentu untuk memberikan pengalaman bermakna bagi siswa. Pengalaman bermakna yang dimaksud adalah siswa bisa memahami konsep – konsep yang telah mereka pelajari melalui pengalaman langsung dan menghubungkannya dengan konsep lain yang sudah mereka pahami [11].

1. Pembelajaran Jaring Laba-Laba (*Spider Webbed*)

Metode pembelajaran ini adalah terdapat beberapa mata pelajaran yang dikaitkan dalam satu tema dan setiap mata pelajaran diajarkan seperti biasa menggunakan jadwal pelajaran. Kunci utama dalam model ini adalah kesepakatan tema yang digunakan,

dan bisa dikembangkan menjadi sub tema dengan tetap memperlihatkan keterkaitan antar mata pelajaran, selain itu juga dikembangkan berbagai aktivitas pembelajaran untuk pendukung pembelajaran [12]. Penilaian dalam setiap mata pelajaran dilakukan sesuai dengan karakteristik dari setiap mata pelajaran. Contoh model penerapan Pembelajaran Jaring Laba-Laba terlihat seperti Gambar 1.



Gambar 1. Model penerapan pembelajaran jaring laba-laba[10].

Gambar 1 menunjukkan bahwa pemberian materi mata pelajaran Matematika (Mat), IPS, IPA dan Musik beserta aktivitas yang digunakan, memiliki tema yang sama, dan tetap diajarkan sesuai jadwal masing-masing pelajaran.

2. Pembelajaran Terpadu (*Integrated*)

Metode pembelajaran Terpadu dilakukan dengan mengaitkan beberapa mata pelajaran dalam satu tema tanpa ada batas satu pelajaran dengan pelajaran lainnya. Satu sub tema dilaksanakan setiap hari tanpa jadwal pelajaran, tetapi penekanan pada jam pelajaran [10].



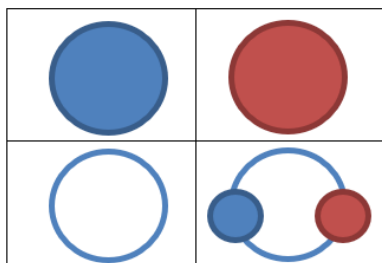
Gambar 2. Model penerapan pembelajaran terpadu [10].

Gambar 2 menunjukkan mata pelajaran B.Ind, IPA, IPS dengan tema “diri sendiri”, di mana penilaian dilakukan secara terpadu untuk setiap mata pelajaran dan mencakup aspek kognitif, afektif dan psikomotor.

3. Pembelajaran Keterhubungan (*connected*)

Metode ini merupakan pembelajaran dalam satu mata pelajaran yang menggunakan tema untuk mengaitkan sub bab /bab yang satu dengan lainnya. Dalam pengertian lain model pembelajaran keterhubungan didasari pada anggapan bahwa butir-butir materi pembelajaran dapat dipayungkan pada induk mata pelajaran tertentu [13]. Sebagai contoh, jika terdapat butir-butir materi kosakata, struktur, dan membaca, maka dapat dipayungkan pada mata

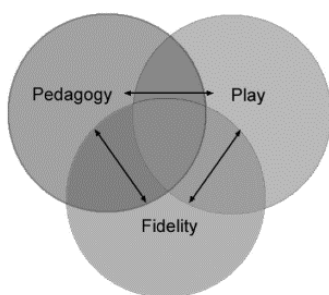
pelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia. Contoh lain, pelajaran IPA terdapat bab Makhluk Hidup dan Benda, maka dikaitkan dengan sebuah tema: “Makhluk hidup dan benda di lingkungan kita” [10]. Ilustrasi model pembelajaran Keterhubungan terlihat seperti Gambar 3 di mana terdapat induk mata pelajaran untuk menghubungkan berbagai materi yang saling berkaitan.



Gambar 3. Model penerapan pembelajaran keterhubungan [10].

B. *Serious Game*

Serious game merupakan permainan yang digunakan bukan hanya untuk kesenangan diri sendiri dalam bermain, tetapi juga sebagai media dalam pembelajaran dengan menyatukan unsur *experience* dan memberi kebebasan emosi pada pemainnya, sehingga mengharuskan pengguna untuk aktif dalam bermainnya [14]. Dalam konsep *serious game* mempunyai tujuan bahwa pemain harus merasa bahwa, dengan bermain akan mendapat pengetahuan yang diperoleh dari bermainnya [15], sehingga *serious game* tidak membosankan. Dasar desain *serious game* yang menjadi domain utama adalah *pedagogy* yang mengutamakan desain untuk tujuan pembelajaran, *play* yang mengutamakan desain permainan yang tidak membosankan dan *fidelity* yang mengutamakan desain simulasi yang sama dengan kenyataannya [16]. Kerangka dasar desain *serious game* diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka dasar desain *serious game* [16].

1. *Pedagogy* dalam *Serious Game*

Pada tingkat yang paling dasar, dinyatakan bahwa beberapa permainan, seperti *casual game* memungkinkan pemain untuk memperoleh pengetahuan dan keterampilan praktik dari lingkungan permainan yang menarik berdasarkan prinsip *behaviourist* [17]. Menurut sudut pandang epistemologi, kemampuan dapat diukur dari hasil perilaku belajar [18], di mana pengetahuan adalah sebuah konsep abstrak yang substansinya adalah

dengan bermain dan belajar dari pengalaman yang dilihat sebagai proses masing-masing orang ketika transfer informasi antara permainan dan pemain [19]. Sumber perilaku pemain adalah penekanan dan model praktik, dengan pola pengulangan memperkuat respon stimulus kemudian terjadi perubahan kebiasaan dan perilaku [20]. Untuk menciptakan hal tersebut banyak *casual game* memberikan pemain pilihan terbatas untuk proses pengulangan dan praktik dalam lingkungan virtual dan memberikan sebuah umpan balik untuk pendalaman (*reinforcement*) [21]. Teori pedagogis digunakan untuk mendukung implementasi dan desain, sebagai peningkatan media pembelajaran. Pendekatan teoritis untuk pembelajaran, secara konstruktivisme bertumpu pada asumsi epistemologis bahwa pengetahuan dan keterampilan yang dibangun oleh peserta didik disebabkan oleh usaha untuk memahami pengalaman yang telah dilalui [22]. Prinsip dasar konstruktivisme adalah pentingnya menciptakan keaslian di lingkungan belajar, seperti keadaan sebenarnya. Dari sudut pandang tersebut, banyak permainan digital yang kompleks misalnya *role-playing game* dan *multiplayer games* berusaha menciptakan keaslian tersebut, bahkan memungkinkan bagi pemain untuk mengalami situasi yang mungkin tidak dapat didapatkan secara langsung secara nyata. Sehingga melalui permainan dapat disediakan lingkungan otentik dan menarik untuk mengembangkan keterampilan dan membantu pemecahan masalah, pengambilan keputusan, meningkatkan keterampilan sosial dan sebagainya [23-26].

2. *Play* dalam *Serious Game*

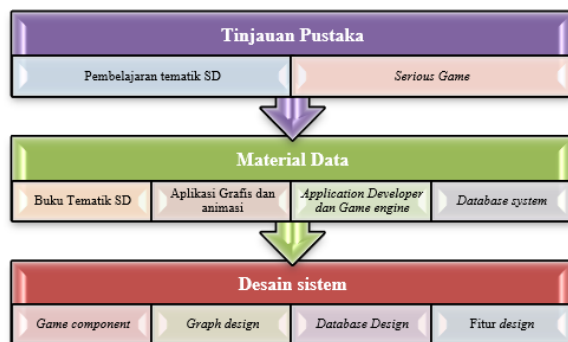
Pemain *game* sering menghabiskan berjam-jam bermain dan mengulang permainan yang sama, sehingga menghabiskan banyak waktu yang disebut *engagement*. Pemain menghabiskan banyak waktu dan energi dalam menguasai aturan permainan dan strategi dari permainan yang rumit [27]. Kekuatan *game* untuk memotivasi, membuat pemain terlibat dan dihubungkan dengan motivasi belajar yang efektif telah mendorong banyak pendidik untuk menggali potensi dalam pembelajaran [16], [23], [28], [29]. Dalam sebuah permainan terdapat tantangan yaitu suatu keadaan di mana pemain diperbolehkan mengambil berbagai tindakan untuk mengatasi tantangan dalam permainan tersebut. *Serious game* memiliki tujuan bukan hanya sekedar untuk hiburan tetapi juga memberikan informasi yang mendidik sehingga dimasukkan unsur tersebut dalam desainnya. Banyak yang meneliti berbagai macam cara untuk mewujudkan hal tersebut, seperti dinyatakan bahwa kunci dasar untuk efektifitas *serious game* adalah bisa memberi keseimbangan antara sisi bermain dan pedagogi [30], [31]. Teori dasar desain *game* menyatakan bahwa *engagement*, *motivation* dan *flow* dengan cepat muncul di dalam virtualisasi yang berhubungan dengan konsep immersifitas [4], [32], dan keadaan nilai yang bisa

mendekati realita mendukung bahwa immersifitas akan semakin tinggi [7-8].

3. Fidelity dalam Serious Game

Dalam desain *serious game*, konsep kesetiaan (*fidelity*) mengacu pada sejauh mana permainan mengemulasi dunia nyata [33]. Terdapat dua tingkat *fidelity*, yang pertama yaitu secara fisik mengacu sejauh mana lingkungan *game* terlihat, terdengar dan terasa seperti nyata, jadi *fidelity* fisik dari permainan adalah ditentukan oleh faktor termasuk tampilan visual, kontrol, audio dan variabel model fisik kontrol pemain [34]. Tingkat kedua *fidelity* adalah secara fungsional yang didefinisikan sejauh mana lingkungan *game* bertindak seperti dunia nyata dalam hal respons terhadap tindakan pemain, sehingga mencakup unsur-unsur narasi permainan dan interaktivitas [29]. Dasar pemikiran untuk *fidelity* dalam *serious game* berasal dari tujuan ganda pedagogis yaitu, (a) menarik dan pemain terbenam di dalamnya (*immersive*), (b) menyajikan proses pengalaman belajar yang efektif. Selain didukung oleh tampilan visual yang realistis dan 3D, dari perspektif *experiential learning* yang dimaksud *fidelity* adalah kepastian bahwa hasil sesuai dengan keadaan sebenarnya sehingga bisa membangkitkan pengalaman pemain seperti di dunia nyata [16].

Tahapan penelitian yang dilakukan untuk perancangan media pembelajaran Sekolah Dasar berbasis *Serious Game* adalah seperti Gambar 5.



Gambar 5. Tahapan penelitian perancangan media pembelajaran sekolah dasar berbasis *serious game*.

a. Tinjauan pustaka

Bagian ini mencakup tinjauan pustaka mengenai dua hal pokok yang menjadi fokus dalam penelitian, yaitu pembelajaran tematik dan *serious game*. Fokus pembelajaran tematik adalah untuk tingkat Sekolah Dasar dengan mengambil contoh buku pembelajaran tematik kelas 3 SD pada tema 3 dengan judul “Benda di Sekitarku”, sedangkan konsep *serious game* yang diambil adalah fungsi *edugame*, yang bertujuan memberikan tujuan khusus, yaitu bisa digunakan sebagai media belajar siswa SD.

b. Material data.

- Buku tematik SD

Buku tematik SD dalam penelitian ini diambil untuk kelas 3 SD pada Tema 3 dengan judul “Benda di Sekitarku” edisi revisi 2018. Berdasarkan pendekatan saintifik, bagian pokok untuk bisa semaksimal mungkin memfasilitasi pengalaman belajar yang bermakna adalah sebagai berikut:

- Mengamati : Ayo mengamati, Ayo membaca.
- Mencoba : Ayo mencoba, Ayo berlatih, Ayo bernyanyi, Ayo menari, Ayo bermain peran.
- Menalar : Ayo berdiskusi.
- Mengomunikasikan : Ayo ceritakan, Ayo menulis.

Karakter yang dimunculkan dalam buku tematik kelas 3 tema 3 ini adalah : Meli, Udin, Beni, Dayu, Lani, Siti dan Edo, seperti yang terlihat di Gambar 6.



Gambar 6. Karakter siswa yang ada pada buku tematik.

Di setiap akhir pembelajaran, terdapat bagian aktivitas belajar dengan orang tua dengan sub judul “Kegiatan Bersama Orang Tua”, sehingga diharapkan orang tua terlibat aktif dalam proses belajar siswa sesuai pengalaman yang dimilikinya.

Pada setiap akhir sub tema terdapat bagian refleksi diri dengan ikon “Sekarang Aku Bisa”, sehingga bisa membantu siswa dalam menilai bagian mana yang sudah dikuasai dan bagian mana yang perlu ditingkatkan lebih lanjut.

- Aplikasi grafis dan animasi.

Aplikasi grafis berfungsi untuk membuat semua karakter dan *environment* yang mencerminkan isi dari buku tematik, aplikasi grafis yang digunakan adalah aplikasi grafis dua dimensi (2D) baik untuk format Vektor ataupun Bitmap, dan aplikasi grafis tiga dimensi (3D). Dari gambar yang dihasilkan ada yang dibuat dalam bentuk animasi, sehingga bisa memvisualisasikan keadaan sebenarnya, sebagai contoh untuk mengenali benda-benda di rumah seperti meja, kursi, piring, maka tidak perlu dianimasikan, tetapi untuk benda lain misalnya bola atau benda hidup, maka perlu dianimasikan.

- *Application developer* dan *game engine*.

Pembuatan sebuah sistem *serious game*, diperlukan perangkat lunak yang terbagi dalam 2 kategori yaitu *platform system* dan *game engine*. *Platform system* atau *application developer* yang dipakai memperhitungkan bahwa *serious game* bisa dijalankan di berbagai perangkat yaitu PC, Laptop, *Mobile device* dan juga *serious game* bisa dijalankan pada berbagai sistem yaitu *browser*, android, IOS.

Sedangkan *game engine* digunakan untuk membangun sistem secara keseluruhan, sehingga *serious game* dapat berjalan dengan baik tanpa ada kendala.

- *Database system*

Database System ini digunakan untuk berbagai media penyimpan seluruh material yang dibutuhkan dalam pembelajaran tematik. Secara garis besar, dibagi menjadi:

- Data untuk grafis merupakan kumpulan data grafis baik 2D ataupun 3D dan animasi.
- Data untuk konten materi, berisi data-data materi dari keseluruhan isi buku.
- Data untuk konten evaluasi dan *activity*, berisi data-data hasil evaluasi dan aktivitas siswa, guru dan orang tua dalam proses pembelajaran.
- Data untuk audio merupakan data suara dari seluruh konten dan proses pembelajaran.

c. Desain sistem

- *Game component*

Komponen permainan yang disiapkan tidak terlepas dari konten materi yang terdapat di dalam buku tematik. Dalam hal ini, komponen utama yang didesain adalah:

- *Interfaces game*, hal yang utama dalam desain antarmuka aplikasi selain konsep *user friendly* adalah konsep *engagement* sehingga meningkatkan immersifitas permainan.
- *Gameplay*, digunakan untuk memberikan alur yang jelas untuk *reward* dan *punishment* dalam permainan, sehingga akan memberikan pengalaman yang lebih ketika siswa bermain dalam *serious game*.
- *Storyboard game*, dalam *story board* ini lebih ke arah bagian-bagian dari materi yang perlu dibuatkan sebuah animasi atau dalam bentuk NPC (*Non Player Character*) dengan perilaku yang disesuaikan dengan muatan materi yang ada dalam buku tematik.

- *Graph design*

Konsep utama yang bisa memunculkan visualisasi dari materi dan aktivitas yang terdapat dalam buku tematik adalah dukungan model grafis yang sesuai dengan konten. Grafis terbagi menjadi tiga bagian, yaitu bentuk 2D, 3D juga bentuk *motion graphic* atau animasi, sedangkan grafis yang dibuat meliputi Karakter, NPC (*Non Player Character*) dan *Enviroment*.

- Karakter merupakan konsep *FPS (First Person Shooter)* di mana *player* merupakan siswa sebagai pemain, sehingga langsung ikut masuk dalam permainan yang diharapkan mendapatkan pengalaman bermakna dari permainan tersebut.
- NPC merupakan karakter selain pemain, di mana pergerakan dan perilaku dari NPC menggunakan konsep animasi dan *AI (Artificial Intelegent)* untuk pergerakannya. NPC di sini bisa penggambaran dari benda hidup atau benda mati.
- *Enviroment* merupakan grafis untuk menggambarkan lingkungan dari permainan,

sehingga membuat siswa dalam bermain seakan-akan dalam keadaan *real*. Dengan tujuan yang sama, siswa bisa mendapatkan pengalaman lebih dari *serious game*.

- *Database design*

Selain konsep *active database* dan *high availability database*, juga dipersiapkan desain dalam konsep *big data* karena untuk mempersiapkan data yang banyak dengan berbagai model data yang beragam.

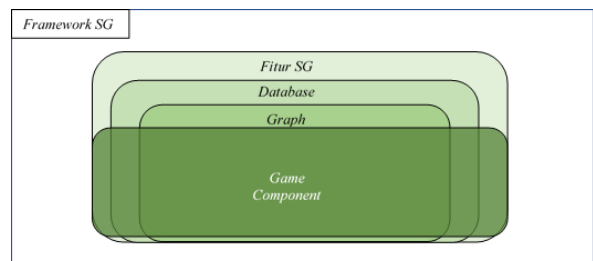
- *Feature design*

Bagian ini merupakan desain implementasi dalam *serious game* pembelajaran tematik, dengan menyesuaikan kesiapan siswa, guru dan juga kesiapan infrastruktur dari sekolah. Bagian ini dibagi menjadi beberapa fitur yaitu :

- Mandiri, fitur mandiri diperuntukkan untuk siswa dan guru agar bisa masuk *serious game* dengan menggunakan peralatan *mobile* atau komputer tanpa perlu bantuan peralatan lain.
- *Room*, fitur *room* adalah fitur dari *serious game* yang bisa dijalankan pada ruang tertentu dengan mengkombinasikan *virtual reality*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan *framework* merupakan bagian dari desain sistem dalam metode penelitian, sehingga meliputi *Game Component*, *Graph Design*, *Database Design* dan *Feature Design*. Untuk kebutuhan *framework*, terdapat domain area dari komponen pembentuk *serious game* seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Domain area *framework serious game*.

A. *Serious Game Feature*

Fitur *serious game* merupakan keseluruhan dari *tool* yang diperuntukkan kepada *user*, di mana fitur ini mengacu dari *database* yang berisi grafik dan *game component*. Berdasarkan material yang berasal dari buku tematik, maka fitur utama dalam *serious game* adalah :

- Fitur visualisasi materi tanpa interaksi langsung. Visualisasi materi ini berupa gambar baik gambar 2D ataupun 3D dan juga bisa berupa animasi. Tujuan dari visualisasi ini adalah untuk melakukan pendekatan saintifik dari proses “mengamati” yang dilakukan siswa.
- Fitur interaksi langsung, bagian fitur interaktif memberikan kesempatan kepada siswa sebagai pengguna untuk berinteraksi dengan *serious game*

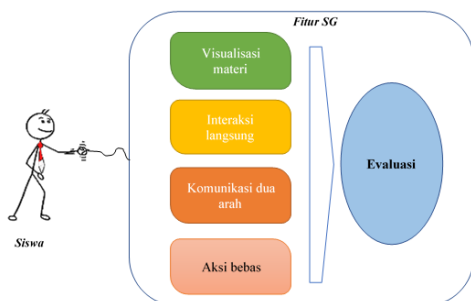
dan terdapat skenario permainan yang disesuaikan dengan materi yang akan diberikan. Tujuan fitur interaktif ini adalah untuk melakukan pendekatan saintifik untuk proses “mencoba”.

- Fitur komunikasi dua arah, bagian komunikasi dua arah bisa dilakukan langsung oleh siswa terhadap siswa lain atau guru sehingga merupakan konsep permainan *multiplayer*, dan juga siswa terhadap sistem. Dengan demikian, fitur ini juga memerlukan *gameplay* yang harus dirancang untuk memenuhi kebutuhan materi agar dapat tersampaikan. Tujuan dari fitur ini adalah untuk memenuhi tujuan saintifik siswa dalam “menalar”.
- Fitur aksi bebas, fitur ini dibuat sebagai bentuk tersampainya tujuan saintifik siswa dalam “mengkomunikasikan” apa yang sudah didapat, yaitu berupa tulisan, audio ataupun video.

Seluruh fitur yang ada memiliki konsep evaluasi pendalaman materi secara langsung ataupun tidak langsung.

- Konsep evaluasi langsung merupakan evaluasi dalam bentuk soal yang harus dijawab siswa setelah satu sub tema selesai diberikan.
- Konsep evaluasi tidak langsung adalah evaluasi yang diberikan ketika proses pembelajaran dalam *serious game* dilakukan, misalnya dalam *score* permainan yang telah dijalankan oleh siswa.

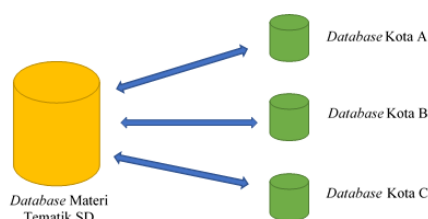
Penggambaran fitur *serious game* pada perancangan *framework* media pembelajaran tematik sekolah dasar terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Fitur pada *framework serious game*.

B. Design Database

Design database dibagi menjadi konsep terdistribusi. Distribusi yang dimaksud di sini adalah distribusi data materi tematik dengan jawaban hasil interaksi *user* yaitu siswa sekolah dasar. Untuk lebih jelasnya, terlihat pada Gambar 9.

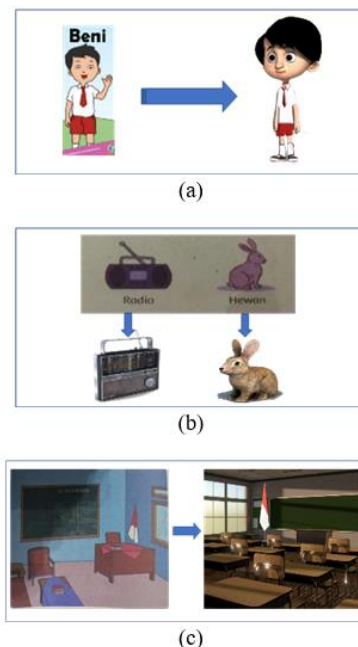


Gambar 9. Distribusi data pada *Framework Serious Game*.

Setiap kota memiliki *database* sendiri-sendiri di mana *metadata* dan *indexing* dari *database* tiap kota tersimpan pada *database* pusat, sehingga proses *load* materi tetap pada *database* pusat. Akan tetapi, proses hasil interaksi tersimpan pada masing-masing kota tempat sekolah tersebut berada. Entitas utama pada *database* pusat adalah buku tematik sedangkan entitas utama pada *database* kota adalah siswa dan aksi siswa.

C. Graph Design

Graph design merupakan bagian yang berisi tentang grafik baik 2D atau 3D di mana bagian ini merupakan visualisasi seluruh grafik dari materi yang berada pada buku tematik. Sebagai contoh karakter, NPC dan juga *environment* pada Gambar 10. Gambar 10(a) adalah *graph design* untuk *player*, Gambar 10(b) merupakan *graph design* untuk NPC dan Gambar 10(c) adalah *graph design environment* pada perancangan *Serious Game*.



Gambar 10. Contoh *Graph design* untuk (a). *Player*, (b). NPC dan (c) *Environment* pada perancangan *Serious Game*.

D. Game Component

Game component berisikan dengan fitur, *database* dan *graph design*. Hal ini disebabkan karena dalam komponen utama SG tentang *interfaces*, *game play* dan *storyboard game* merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari keseluruhan perancangan *serious game*. Di dalam tematik kelas 3 pada tema 3 dengan judul “Benda di Sekitarku”, *interfaces* harus sudah menunjukkan pencerminan dari tema tersebut. Pada bagian fitur SG yang berupa visualisasi materi, interaksi langsung, komunikasi dua arah, aksi bebas, serta evaluasi harus terdapat pada komponen SG, begitu juga pada *database* dan *graph design*.



Gambar 11. Contoh *interfaces game* dengan NPC 3D dan kursor beserta navigasi grafis 3D.

Interfaces game, yang memiliki tujuan immersifitas permainan yang lebih tinggi, dilakukan dengan meningkatkan sisi *engagement* dalam permainan. Oleh karena itu, *serious game* menggunakan konsep grafis 3D dengan komponen pendukung *user interfaces* dan grafis 3D, misalnya pada tampilan kursor menggunakan icon tangan. Sehingga, pemain merasa bersentuhan langsung dengan suasana di dalam permainan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11. Selain yang bersifat grafis, audio juga harus mengikuti kondisi visualisasi yang sedang disajikan dalam *serious game*. Sebagai contoh, ketika situasi berada di lapangan, maka *backsound* juga seakan-akan di lapangan. Ketika di pasar, terdapat *backsound* pasar dan lainnya.

Gameplay, merupakan alur permainan secara keseluruhan, sehingga dengan *gameplay* yang benar pada materi tematik, maka bisa memberikan pengalaman yang lebih ketika siswa bermain dalam *serious game*. Desain *gameplay* dalam bentuk HFSM (*Hierarchical Finite State Machine*) ditunjukkan pada Gambar 12.

Jika *state* mulai nilai transisi adalah 1, maka *serious game* dimulai, kemudian masuk *superstate* pendekatan saintek (Sps). Di dalam *superstate* Sps, terdapat *substate* mengamati (Sma), *substate* mencoba (Smc), *substate* menalar (Smn) dan *substate* mengkomunikasikan (Smk) serta *state* evaluasi (Eva) sebagai akhir *state* untuk evaluasi pembelajaran. Dalam runtutan proses pembelajaran, *substate* mencoba dan *substate* mengamati mempunyai level yang sama di mana perpindahannya dipengaruhi nilai transisi A1 dan A2, sedangkan perpindahan ke *substate* menalar akan dipengaruhi oleh nilai transisi B1, B2, C1 dan C2. Transisi A1, A2, B1, B2, C1 dan C2 merupakan parameter *output* sebagai acuan keberhasilan siswa dalam menerima materi tematik, di mana dalam setiap *substate* dibuat skenario *serious game* yang disesuaikan dengan materi buku tematik. Selanjutnya adalah mencapai *substate* mengkomunikasikan berdasarkan nilai transisi D di mana tingkat keberhasilan dari *substate* tersebut adalah nilai transisi Y. Jika nilai transisi Y masih lebih kecil dari transisi E, maka proses *serious game* masih berada pada *superstate* pendekatan saintek dan diulang terus-menerus sampai kondisi

transisi Y lebih besar dari nilai transisi E. Dalam model matematis sederhana, tingkat keberhasilan nilai transisi Y sebagai *output* dari proses pembelajaran tematik Sekolah Dasar terlihat pada persamaan (1), (2) dan (3).

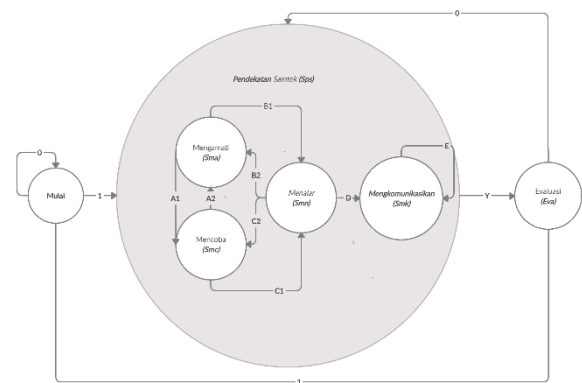
$$(Smc + Smn)(Sma + Smn) = Smk \quad (1)$$

Dengan melihat transisi *output* dari masing-masing *substate*, maka bisa dituliskan dengan persamaan :

$$(C1 + B2)(A1 + C2) = D \quad (2)$$

Untuk $Y > E$, Maka $Y = E + D$,

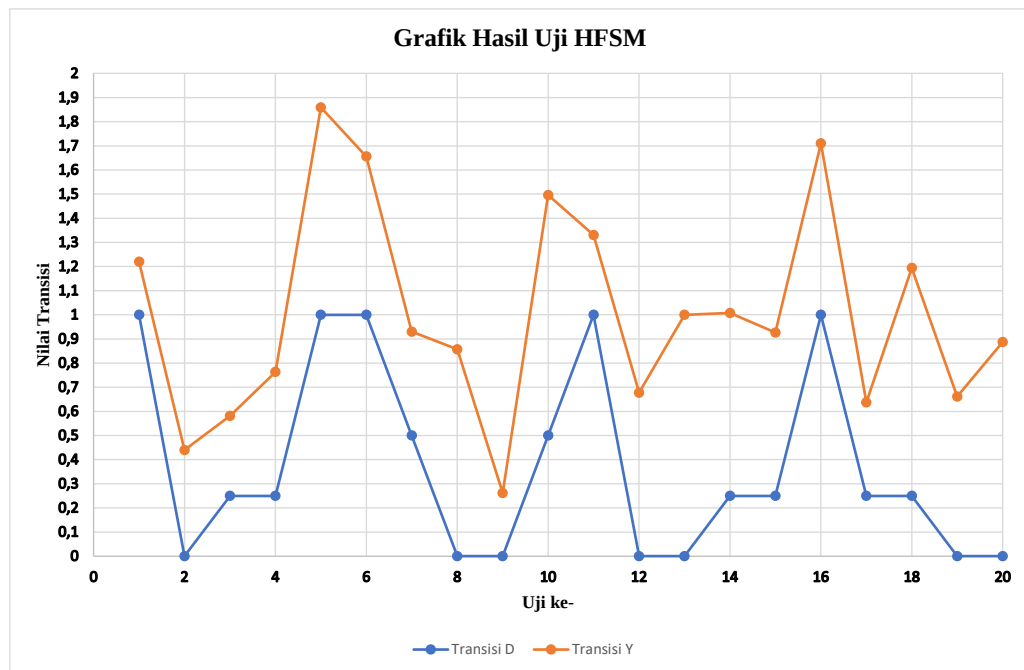
$$Y = E + (C1 + B2)(A1 + C2) \quad (3)$$



Gambar 12. *Gameplay SG* tematik SD dalam bentuk HFSM.

Smc adalah *substate* mencoba, Sma adalah *substate* mengamati, Smn adalah *substate* menalar dan Smk adalah *substate* mengkomunikasikan dengan *output* transisi secara berurutan adalah C1, B2, A1 dan C2. Sementara itu, E adalah nilai transisi dari mengkomunikasikan dan Y adalah nilai dari transisi *superstate* pendekatan saintek.

Dengan memberi nilai acak antara 0 sampai 1 untuk setiap kemungkinan nilai transisi C1, B2, A1, C2 dan E, serta memberi parameter bahwa perpindahan *substate* bisa terjadi jika nilai transisi lebih besar dari 0,5 atau setiap terjadi perubahan perpindahan *substate* maka nilai transisi adalah 0,5. Hal ini dapat disimulasikan pada Tabel 1. Dari Tabel 1, terlihat bahwa dalam 20 kali uji coba terdapat 3 kali berhasil mencapai satu proses pembelajaran yaitu pada uji coba ke-5, 6 dan 16, untuk uji ke-1 dan 11 walaupun nilai transisi D adalah 1, tetapi hasil dari transisi Y tidak lebih dari 1,5. Berdasarkan persamaan (3) dan ketentuan bahwa perpindahan transisi E lebih besar 0,5, maka tidak bisa mencapai *state* evaluasi (Eva) sehingga masih pada *state* pendekatan saintek (Sps). Hasil dalam bentuk grafis pada nilai transisi D dan transisi Y atau yang berhasil mencapai *state* evaluasi, terlihat seperti pada Gambar 13.



Gambar 12. Nilai transisi D dan transisi Y dengan 20 kali uji desain HFSM.

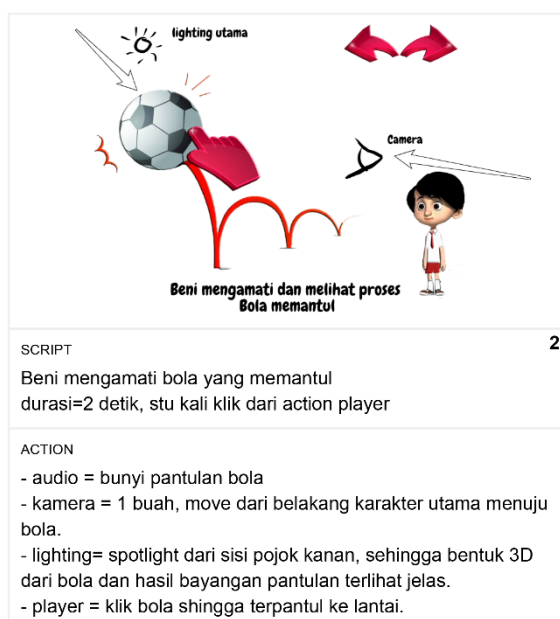
Table 1. Uji coba *gameplay* dari desain HFSM.

No Uji	Mulai	State pendekatan saintek (Sps)																						State Evaluasi (Eva)			
		substate mengamati (Sma)						substate mencoba (Smc)						substate menalar (Smm)						State Mengkomunikasikan (Smk)							
		Output A1		kondisi A2		Output C1		Output C2		Output B1		Output B2		Hasil D	ke state	Nilai E	ke state										
		Nilai A1	Nilai A2	ke state	Nilai	ke state	Nilai	Nilai C1	Nilai C2	ke state	Nilai	ke state	Nilai					Nilai B1	Nilai B2	ke state	Nilai	ke state	Nilai				
1	1	0,684	0,429	Smc	0,5	Smc	0	0,827	0,800	Smm	0,5	Smc	0,5	0,733	0,559	Smm	0,5	Sma	0,5	1	Smk	0,220	Smk	1,220	Sps		
2	1	0,385	0,897	Sma	0	Sma	0,5	0,795	0,219	Smm	0,5	Smm	0	0,828	0,995	Smm	0,5	Sma	0,5	0	Smm	0,440	Smk	0,440	Sps		
3	1	0,533	0,382	Smc	0,5	Smc	0	0,691	0,112	Smm	0,5	Smm	0	0,616	0,401	Smm	0,5	Smm	0	0,25	Smm	0,331	Smk	0,581	Sps		
4	1	0,329	0,491	Sma	0	Sma	0	0,638	0,653	Smm	0,5	Smc	0,5	0,433	0,378	Sma	0	Smm	0	0,25	Smm	0,513	Sps	0,763	Sps		
5	1	0,746	0,916	Smc	0,5	Sma	0,5	0,858	0,861	Smm	0,5	Smc	0,5	0,116	0,558	Sma	0	Sma	0,5	1	Smk	0,859	Sps	1,859	Eva		
6	1	0,788	0,383	Smc	0,5	Smc	0	0,791	0,952	Smm	0,5	Smc	0,5	0,961	0,661	Smm	0,5	Sma	0,5	1	Smk	0,656	Sps	1,656	Eva		
7	1	0,632	0,144	Smc	0,5	Smc	0	0,674	0,857	Smm	0,5	Smc	0,5	0,071	0,164	Sma	0	Smm	0	0,5	Smm	0,430	Smk	0,930	Sps		
8	1	0,470	0,937	Sma	0	Sma	0,5	0,259	0,990	Smc	0	Smc	0,5	0,611	0,320	Smm	0,5	Smm	0	0	Smm	0,857	Sps	0,857	Sps		
9	1	0,134	0,882	Sma	0	Sma	0,5	0,397	0,662	Smc	0	Smc	0,5	0,630	0,175	Smm	0,5	Smm	0	0	Smm	0,262	Smk	0,262	Sps		
10	1	0,801	0,464	Smc	0,5	Smc	0	0,592	0,391	Smm	0,5	Smm	0	0,911	0,844	Smm	0,5	Sma	0,5	0,5	Smm	0,996	Sps	1,496	Sps		
11	1	0,509	0,332	Smc	0,5	Smc	0	0,932	0,748	Smm	0,5	Smc	0,5	0,294	0,874	Sma	0	Sma	0,5	1	Smk	0,330	Smk	1,330	Sps		
12	1	0,106	0,334	Sma	0	Sma	0	0,458	0,882	Smc	0	Smc	0,5	0,170	0,196	Sma	0	Smm	0	0	Smm	0,677	Sps	0,677	Sps		
13	1	0,275	0,528	Sma	0	Sma	0,5	0,102	0,089	Smc	0	Smm	0	0,141	0,736	Sma	0	Sma	0,5	0	Smm	1,000	Sps	1,000	Sps		
14	1	0,720	0,431	Smc	0,5	Smc	0	0,050	0,492	Smc	0	Smm	0	0,103	0,752	Sma	0	Sma	0,5	0,25	Smm	0,758	Sps	1,008	Sps		
15	1	0,076	0,218	Sma	0	Sma	0	0,738	0,571	Smm	0,5	Smc	0,5	0,702	0,472	Smm	0,5	Smm	0	0,25	Smm	0,677	Sps	0,927	Sps		
16	1	0,959	0,403	Smc	0,5	Smc	0	0,653	0,548	Smm	0,5	Smc	0,5	0,306	0,788	Sma	0	Sma	0,5	1	Smk	0,710	Sps	1,710	Eva		
17	1	0,837	0,310	Smc	0,5	Smc	0	0,619	0,242	Smm	0,5	Smm	0	0,009	0,006	Sma	0	Smm	0	0,25	Smm	0,387	Smk	0,637	Sps		
18	1	0,343	0,000	Sma	0	Smc	0	0,294	0,974	Smc	0	Smc	0,5	0,757	0,886	Smm	0,5	Sma	0,5	0,25	Smm	0,944	Sps	1,194	Sps		
19	1	0,093	0,827	Sma	0	Sma	0,5	0,249	0,396	Smc	0	Smm	0	0,153	0,239	Sma	0	Smm	0	0	Smm	0,661	Sps	0,661	Sps		
20	1	0,124	0,276	Sma	0	Sma	0	0,109	0,779	Smc	0	Smc	0,5	0,850	0,130	Smm	0,5	Smm	0	0	Smm	0,888	Sps	0,888	Sps		

Dengan menggunakan nilai acak pada setiap transisi dan dengan kondisi bahwa perpindahan *state* bisa terjadi jika nilai transisi lebih besar dari 0,5 maka dari Gambar 13 dan Tabel 1 terlihat bahwa terdapat 5 kali berhasil pada *state* pendekatan saintek (Sps) dan 3 kali berhasil sampai *state* evaluasi (Eva). Untuk *state* evaluasi adalah bagian akhir dari satu isi sub materi, dengan nilai transisi adalah 0 maka akan kembali ke *superstate* pendekatan saintek dan melakukan permainan ulang pada materi yang sama. Jika nilai transisi adalah 1, maka akan kembali bermain dari awal dengan materi tematik selanjutnya.

Storyboard game digunakan ketika terdapat alur cerita untuk visualisasi sebuah materi tematik sehingga interaksi antara NPC dengan *player* akan sesuai dengan muatan materi tematik tersebut. Sebagai contoh, sebagian *storyboard* dalam bentuk sketsa gambar seperti yang terlihat pada Gambar 14., di mana Beni

sebagai *player* sedang mengamati proses memantunya bola di lingkungan sekitar. Dalam hal ini, bola memantul di lantai yang keras, proses pengamatan bisa langsung dilanjutkan dengan mencoba, yaitu dengan klik bola tersebut, sehingga bola bisa terpantul berulang-ulang. Kamera menggunakan 1 buah yang akan bergerak berulang dari belakang karakter Beni menuju arah pantulan bola, dengan pencahayaan dari atas, sehingga model 3D bola akan terlihat jelas dan bayangan bola juga akan terlihat ketika terjadi pantulan disertai audio suara bola memantul. Dengan *storyboard* tersebut diharapkan kemampuan siswa dalam menalar juga akan semakin baik, dan dapat mengkomunikasikan bahwa sifat bola bisa memantul ketika mengenai benda keras seperti lantai.



Gambar 14. Storyboard SG tematik SD “beni bermain bola”.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang perancangan media pembelajaran tematik sekolah dasar berbasis *serious game*, dihasilkan kesimpulan bahwa komponen untuk membentuk *serious game* ini adalah *game component*, *graph design*, *database design* dan *feature design*. Pada *game component* dengan *gameplay* menggunakan HFSM, dari 20 kali uji coba terdapat 5 kali berhasil pada *state* pendekatan saintek (Sps) dan 3 kali berhasil sampai *state* evaluasi (Eva). Pada *graph design*, dibentuk grafis 2D dan 3D baik untuk karakter, NPC maupun *enviroment* dalam *serious game*. Di dalam *database design*, konsep *database* terdistribusi dijadikan model dari penyimpanan data pada *serious game*, sedangkan di dalam fitur *design* terdapat visualisasi materi baik langsung atau tidak langsung serta komunikasi dua arah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. S. Murdjanti, S. Rejeki, and R. S. Purwanti, “Pengembangan Model Pembelajaran Tematik Kelas Awal Sekolah Dasar,” *Sekol. Dasar Kaji. Teor. dan Prakt. Pendidik.*, vol. 22, no. 1, 2014.
- [2] Surya, *Ciptakan Alat Peraga Kurikulum 2013*. Tribunnews.com, 2014.
- [3] F. Laamarti, M. Eid, and A. El Saddik, “An Overview of Serious Games,” *Int. J. Comput. Games Technol.*, vol. 2014, pp. 1–15, 2014.
- [4] J. Martin and M. Fetzer, “Serious Games,” *Training*, vol. 51, no. 5, p. 43, 2014.
- [5] F. Sangiorgio, C. Lorenzi, N. Fiore, S. Montinaro, and A. Basset, “Research Game: an innovative educational tool for teachers and students,” *SCIRES-IT - Sci. Res. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 109–116, 2014.
- [6] P. D. A. Putra and M. Iqbal, “Implementation Of Serious Games Inspired By Baluran National Park

To Improve Students Critical Thinking Ability,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 5, no. 1, pp. 101–108, 2016.

- [7] A. K. Adisusilo, M. Hariadi, E. M. Yuniarno, and B. Purwantana, “Optimizing player engagement in an immersive serious game for soil tillage base on Pareto optimal strategies,” *Heliyon*, vol. 6, no. 3, p. e03613, 2020.
- [8] A. K. Adisusilo, M. Hariadi, E. M. Yuniarno, B. Purwantana, R. Radi, and R. Radi, “Soil Porosity Modelling for Immersive Serious Game Based on Vertical Angle, Depth, and Speed of Tillage,” *Int. J. Adv. Intell. Informatics*, vol. 4, no. 2, p. 107, 2018.
- [9] R. Fogarty, “Ten Ways to Integrate Curriculum,” *Paltine IRI*, 1991.
- [10] H. Karli, “Penerapan Pembelajaran Tematik SD Di Indonesia,” *EduHumaniora | J. Pendidik. Dasar Kampus Cibiru*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [11] D. P. D. K. Tim Pengembang PGSD and D. J. P. Tinggi, *Pembelajaran Terpadu D-II PGSD dan S-2*. Jakarta: Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1996.
- [12] Kemendikbud Republik Indonesia, *Pedoman Pembelajaran Tematik Terpadu, Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2014 Tentang Kurikulum 2013 Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah*. Jakarta: Kemendikbud Republik Indonesia, 2014.
- [13] I. HAJAR, *Panduan Lengkap Kurikulum Tematik untuk SD/MI*. Surabaya: Diva Press, 2013.
- [14] C. C. Abt, *Serious games*. America: University Press of America, 1987.
- [15] A. F. S. Barbosa, P. N. M. Pereira, J. A. F. F. Dias, and F. G. M. Silva, “A New Methodology of Design and Development of Serious Games,” *Int. J. Comput. Games Technol.*, vol. 2014, pp. 1–8, 2014.
- [16] P. Rooney, “A Theoretical Framework For Serious Game Design: Exploring Pedagogy, Play and Fidelity and Their Implications for the Design Process,” *Int. J. Game-Based Learn.*, vol. 2, no. 4, pp. 41–60, 2012.
- [17] M. Kebritchi and A. Hirumi, “Examining the Pedagogical Foundations of Modern Educational Computer Games,” *Comput. Educ.*, vol. 51, no. 4, pp. 1729–1743, 2008.
- [18] P. Jarvis, J. Holford, and C. Griffin, *The theory & practice of learning*. London: Kogan Page, 2003.
- [19] D. Vlachopoulos and A. Makri, “The Effect of Games And Simulations on Higher Education: A Systematic Literature Review,” *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 22, 2017.
- [20] J. E. Ormrod, *Human Learning*. United States: Pearson, 2012.
- [21] I. Szita, “Reinforcement Learning in Games,” *Adaptation, Learning, and Optimization*, vol. 12, pp. 539–577, 2012.

- [22] K. Citation Muldner, R. Lam, and M. T. H. Chi, "Comparing Learning From Observing and From Human Tutoring," *J. Educ. Psychol.*, 2013.
- [23] W. Westera *et al.*, "Artificial Intelligence Moving Serious Gaming: Presenting Reusable Game Ai Components," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 25, no. 1, pp. 351–380, 2020.
- [24] S. de Freitas and T. Neumann, "The Use of 'Exploratory Learning' for Supporting Immersive Learning in Virtual Environments," *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 2, pp. 343–352, 2009.
- [25] E. Klopfer, S. Osterweil, and K. Salen, "Moving Learning Games Forward," *Flora*, vol. 3, p. 58, 2009.
- [26] B. Wonglorsaichon, S. Wongwanich, and N. Wiratchai, "The Influence of Students School Engagement on Learning Achievement: A Structural Equation Modeling Analysis," *Procedia-Social Behav. Sci.*, vol. 116, pp. 1748–1755, 2014.
- [27] D. Hooshyar, M. Yousefi, and H. Lim, "A Systematic Review Of Data-Driven Approaches in Player Modeling Of Educational Games," *Artificial Intelligence Review*, pp. 1–21, 2017.
- [28] M. Prensky, "Digital Game-Based Learning," *Comput. Entertain.*, vol. 1, no. 1, p. 21, 2003.
- [29] S. Erhel and E. Jamet, "Digital Game-Based Learning: Impact of Instructions and Feedback on Motivation and Learning Effectiveness," *Comput. Educ.*, vol. 67, pp. 156–167, 2013.
- [30] D. Janssen, C. Tummel, A. Richert, and I. Isenhardt, "Virtual Environments in Higher Education – Immersion as a Key Construct for Learning 4.0," *Ternational J. Adv. Corp. Learn.*, vol. 9, no. 2, 2016.
- [31] M. T. Cheng, H. C. She, and L. A. Annetta, "Game Immersion Experience: Its Hierarchical Structure and Impact on Game-Based Science Learning," *J. Comput. Assist. Learn.*, vol. 31, no. 3, pp. 232–253, 2015.
- [32] R. Cózar-Gutiérrez and J. M. Sáez-López, "Game-Based Learning and Gamification in Initial Teacher Training in The Social Sciences: An Experiment With Minecraftedu," *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.*, vol. 13, no. 1, p. 2, 2016.
- [33] M. D. Dickey, *Aesthetics and Design for Game-based Learning*, New York: Taylor and Francis Group, 2015.
- [34] H. S. Yoo and S. W. Kim, "Virtual Farmers Training: Realistic Simulation with Amusements Using Historic Simulation and Game Storyline," *Int. J. Multimed. Ubiquitous Eng.*, 2014,

Analisis Parameter Antena Mikrostrip dengan Metode Split Ring Resonator pada Frekuensi L-Band

Dian Rusdiyanto¹ , Catur Apriono², Dian Widi Astuti³

^{1,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana

²Departemen Teknik Elektro, Universitas Indonesia

 dian.rusdiyanto@mercubuana.ac.id

Abstrak: Pada penelitian ini dilakukan perancangan antena mikrostrip dengan menggunakan metode *split ring resonator* (SRR) untuk aplikasi pada frekuensi L-Band. Antena ini mempunyai dimensi substrat 90 mm x 50 mm dengan panjang *patch* 60 mm dan lebar *patch* 44 mm. Desain antena menggunakan material FR4-Epoxy dengan spesifikasi konstanta dielektrik 4,6 dengan ketebalan 1,6 mm dan *dielectric loss tangent* 0,02. Pada penelitian ini, parameter yang mengalami perubahan signifikan adalah lebar *patch* SRR, *gap* SRR, dan posisi SRR pada *ground plane*. Desain *patch* SRR dengan nilai sepertiga panjang gelombang pada frekuensi 1,5 GHz memenuhi karakteristik dari frekuensi L-Band. Berdasarkan hasil simulasi, antena menghasilkan *bandwidth* (< -10 dB) sebesar 1,2466 GHz dengan rentang frekuensi 988,25 MHz sampai 2,2349 GHz. Nilai *return loss* simulasi adalah -36,89 dB. Pada rentang 1 GHz sampai 2 GHz, *gain* tertinggi berada pada frekuensi 2 GHz dengan nilai 3,5 dBi. Sedangkan *gain* terendah adalah 1,21 dBi, yaitu pada frekuensi 1,050 GHz. Secara keseluruhan, desain antena ini telah mencapai performa kinerja yang lebih baik melalui modifikasi pada *patch* SRR.

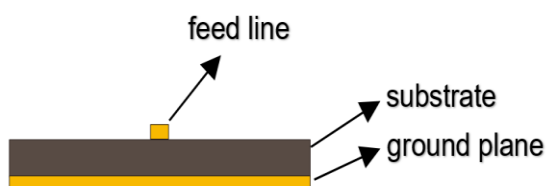
Kata kunci: *bandwidth*, *gain*, L-Band, *return loss*, *split ring resonator*

Abstract: In this research, microstrip antenna using split ring resonator (SRR) method for L-Band application has been designed. This antenna has dimension 90 mm x 50 mm of substrate, where the patch length is 60 mm and 44 mm of patch width. The material of the substrate is FR4-Epoxy, which has 4.6 of dielectric constant, 1.6 mm of substrate height, and 0.02 of tangential loss. In this research, some parameters were significantly changed for better result such as width, gap, and the position of SRR patch in the ground plane. SRR patch with $1/3 \lambda$ (1.500 GHz) achieved L-band frequency range. Simulation result showed this design has 1.2466 GHz of bandwidth at frequency range 988.25 MHz to 2.2349 GHz. The simulated return loss -36.89 dB. At frequency 1 GHz to 2 GHz, the highest gain appeared at 2 GHz with 3.5 dBi of gain. On the other hand, the lowest gain is 1.21 dBi at 1.050 GHz. Finally, this SRR antenna design has achieved good performance when some parameters were modified.

Keywords: *bandwidth*, *gain*, L-Band, *return loss*, *split ring resonator*

I. PENDAHULUAN

Perangkat teknologi komunikasi telah banyak berkembang, salah satunya adalah antena. Antena merupakan perangkat penting pada sistem komunikasi nirkabel yang berperan sebagai perangkat terakhir pada sisi pengirim (*transmitter*) dan perangkat awal pada sistem penerima (*receiver*) [1]. Performa antena mempengaruhi kinerja dari sebuah sistem komunikasi secara keseluruhan. Faktor-faktor kualitas antena diantaranya ketahanan terhadap derau, koefisien refleksi yang rendah, *gain* yang besar dan *bandwidth* yang lebar. Parameter-parameter kualitas antena ini bergantung pada aplikasi yang digunakan [2].



Gambar 1. Struktur antena mikrostrip.

Salah satu antena yang sedang banyak diteliti ialah antena mikrostrip. Antena mikrostrip terdiri dari tiga elemen utama diantaranya elemen peradiasi (*patch*), substrat dan *ground plane* seperti yang terlihat pada Gambar 1. Antena mikrostrip lahir dari kebutuhan pada antena yang memiliki bentuk yang kecil, bobot yang ringan, murah, dan kemudahan pada proses instalasi namun mempunyai performa yang tinggi [3]. Antena ini banyak digunakan pada berbagai aplikasi seperti radar [4], GPS [5], komunikasi seluler [6], penerima sinyal televisi digital [7] dan aplikasi komunikasi nirkabel lainnya. Antena mikrostrip juga mempunyai beberapa kekurangan seperti daya yang rendah, efisiensi yang kecil, *bandwidth* yang sempit, dan polaritas yang tidak murni serta adanya gelombang yang muncul pada permukaan. Walaupun demikian, ada banyak metode yang bisa dilakukan untuk mengatasi kekurangan tersebut.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang muncul pada antena mikrostrip. Penelitian [8] menggunakan resistor secara seri pada bagian pencatu dan penggunaan celah menyilang untuk meningkatkan efisiensi radiasi antena yang mencapai 97%. Penggunaan celah terbuka juga

dilakukan oleh [9] yang meningkatkan *bandwidth* antenna mencapai 122%. Untuk mengatasi nilai *gain* yang rendah, salah satu solusinya adalah dengan menambahkan *low noise amplifier* yang diintegrasikan dengan antenna seperti yang dilakukan oleh [10] yang menghasilkan *gain* simulasi sebesar 28.4 dBi.

Penelitian lain mengenai antenna mikrostrip yang juga sedang dikembangkan yaitu penggunaan *split ring resonator* (SRR). Metode ini bersifat multifungsi atau mempunyai banyak manfaat, diantaranya adalah dapat mengatur resonansi pada frekuensi tertentu [11], peningkatan *bandwidth* [12], miniaturisasi antenna dan lain-lain [13-14]. Dibandingkan dengan perancangan antenna konvensional, metode SRR mampu mengurangi dimensi antenna secara signifikan. Hal ini karena adanya perubahan nilai permitifitas dan permeabilitas pada antenna.

Penelitian ini fokus pada perancangan antenna mikrostrip menggunakan metode SRR dengan melakukan optimasi pada parameter-parameter yang digunakan. Tujuannya adalah untuk melihat pengaruh frekuensi resonansi yang dapat bergeser pada frekuensi yang lebih rendah dengan dimensi yang lebih kecil dari antenna konvensional. Modifikasi dilakukan pada model antenna konvensional yang sebelumnya telah mengalami proses perubahan yaitu model *defected ground structure* (DGS). Desain antenna ini menganalisis hasil *return loss*, *bandwidth* dan *gain* yang dihasilkan. Keterbaruan pada penelitian ini, selain melihat fenomena dari perubahan parameter, juga penggunaan model SRR sederhana yang terhubung pada *ground plane*. Antenna ini beroperasi pada frekuensi L-Band pada rentang 1 GHz sampai 2 GHz. Pemilihan frekuensi L-Band digunakan berdasarkan pertimbangan bahwa frekuensi ini dapat digunakan pada beragam aplikasi seperti radar, GPS, seluler dan lain-lain.

II. PERANCANGAN DAN SIMULASI

Perancangan antenna dilakukan dengan menentukan parameter frekuensi, pemilihan material antenna, dan perhitungan parameter hasil simulasi. Antenna beroperasi pada frekuensi L-Band dimana rentang frekuensi tersebut harus mencapai *bandwidth* minimum 1 GHz. Untuk mencapai rentang tersebut, maka frekuensi tengah yang menjadi acuan berada pada 1,5 GHz. Frekuensi acuan ini diharapkan dapat berada pada rentang frekuensi 1 GHz sampai 2 GHz. Jika memilih frekuensi 1 GHz sebagai frekuensi tengah, maka *bandwidth* dapat meliputi frekuensi di bawah 1 GHz namun sulit untuk mencapai frekuensi 2 GHz. Begitupun sebaliknya, jika frekuensi 2 GHz yang dipilih. Walaupun demikian, untuk dijadikan parameter studi, maka tetap dilakukan perhitungan secara teoritis pada frekuensi 1 GHz untuk dibandingkan hasilnya dengan frekuensi 1,5 GHz.

Tahapan selanjutnya adalah perancangan antenna pada simulator CST Microwave Studio. Proses perancangan dimulai dengan menggambar model

konvensional berdasarkan hasil pengukuran teoritis. Model antenna konvensional yang dirancang yaitu dalam bentuk persegi. Kemudian dilakukan proses iterasi dan modifikasi pada *patch* dan *ground plane* yang dikenal sebagai model *defected ground structure* (DGS). Tahap akhir yaitu penggunaan *patch* SRR dan iterasi pada parameter-parameter SRR.

Parameter hasil simulasi yang diamati adalah frekuensi bawah dan frekuensi atas, *bandwidth*, *gain*, serta *return loss*. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka dilakukan proses iterasi dengan mengubah dimensi *patch*, modifikasi *ground plane*, mengubah ukuran *gap* SRR dan sebagainya.

A. Pemilihan Material Antena

Material antenna berpengaruh pada kinerja antenna. Sebagai contoh, antenna yang menggunakan susbtrat dengan konstanta dielektrik yang lebih rendah membuat dimensi antenna menjadi lebih besar. Selain itu, *loss* tangensial juga dapat berpengaruh terhadap nilai *gain* antenna. Untuk itu, pemilihan material perlu ditentukan pada awal perancangan dan perlu juga untuk diketahui karakteristik dari material tersebut. Antenna mikrostrip yang digunakan pada penelitian ini mempunyai dua material bahan yang digunakan seperti susbtrat FR4-Epoxy dan tembaga. Untuk mengetahui karakteristik material dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik material antenna.

Susbtrat FR4-Epoxy	Nilai
Konstanta dielektrik (ϵ_r)	4.4
Ketebalan (h)	1,6 mm
Dielectric loss tangent ($\tan \delta$)	0,02
Tembaga	Nilai
Ketebalan	0,035 mm
Permitifitas	1
Permeabilitas	0,99991

B. Perancangan Dimensi Antena Persegi

Elemen peradiasi antenna berbentuk persegi. Oleh karena itu, dimensi antenna diambil berdasarkan *rectangular patch dimension calculation*, yaitu dengan menentukan panjang L dan lebar W . Nilai W dapat lihat pada Persamaan (1) [3].

$$W = \frac{v_0}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Nilai W diketahui dengan menentukan frekuensi resonansi, dimana v_0 adalah kecepatan cahaya dan ϵ_r konstanta dielektrik. Berdasarkan Persamaan (1), diketahui nilai W untuk frekuensi 1,5 GHz adalah 59,72 mm. Dari hasil W , selanjutnya dapat ditentukan nilai L . Untuk menentukan L , dilakukan perhitungan konstanta dielektrik efektif ϵ_{reff} pada Persamaan (2), kemudian ditentukan *length extension* ΔL pada Persamaan (3) [15-16].

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \left(\frac{h}{W} \right) \right]^{-1/2} \quad (2)$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (3)$$

Nilai L dapat dicari pada Persamaan (4), dimana panjang efektif dapat ditentukan dari Persamaan (5).

$$L = \frac{v_0}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} - 2\Delta L \quad (4)$$

$$L_e = L + 2\Delta L \quad (5)$$

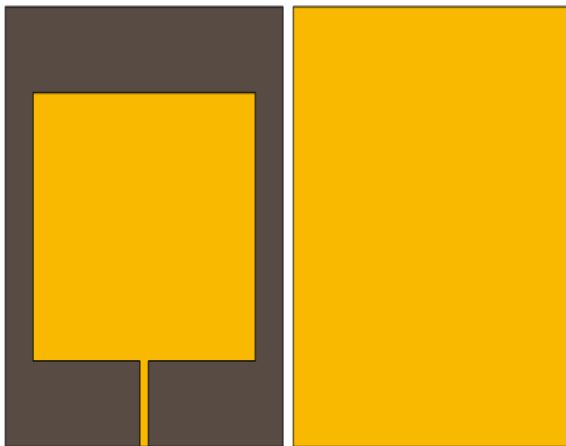
Dari hasil perhitungan, diketahui nilai L pada frekuensi 1,5 GHz sebesar 46,35 mm. Untuk lebar saluran pencatu W_{feed} dapat diketahui dari Persamaan (6) dan Persamaan (7) [15-16], di mana hasilnya adalah 3 mm. Sebagai perbandingan, perhitungan dimensi juga dilakukan untuk menentukan dimensi antenna dengan frekuensi 1 GHz. Hasilnya didapat nilai W adalah 89,58 mm dan L sebesar 69,71 mm.

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (6)$$

$$W_{\text{feed}} = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (7)$$

C. Geometri dan Simulasi Antena

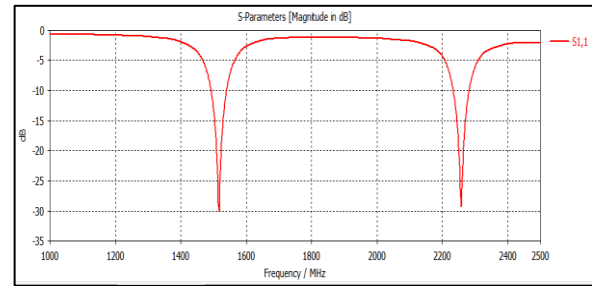
Gambar 2 menunjukkan geometri antenna konvensional yang dirancang pada *software* CST Microwave Studio. Dimensi awal *patch* yang digunakan berdasarkan hasil pada perhitungan sebelumnya yaitu 59,72 mm × 46,35 mm. Ukuran substrat yang digunakan pada simulasi antenna konvensional sebesar 80 mm × 80 mm.



Gambar 2. Geometri antenna konvensional persegi.

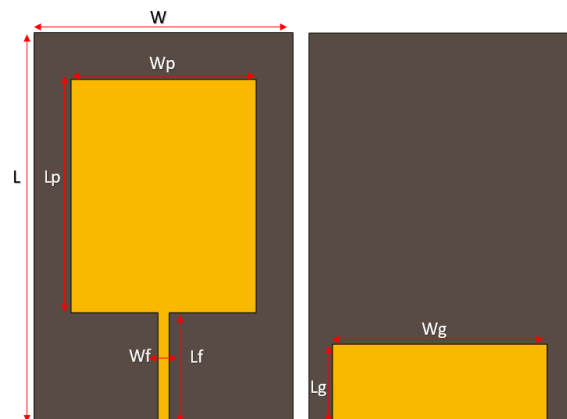
Pada Gambar 2, terlihat *ground plane* diselimuti secara penuh oleh lapisan tembaga. Dari hasil iterasi, dimensi *patch* terbaik berada pada ukuran 60 mm × 44 mm. Hasil simulasi antenna konvensional ditunjukkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan hasil return loss, dimana pada frekuensi L-Band,

terdapat satu frekuensi resonansi. Namun jika diperlebar pada rentang 2,5 GHz, terdapat frekuensi lain yang beresonansi yaitu pada 2,25 GHz.



Gambar 2. Return loss simulasi antenna konvensional.

Frekuensi tengah (1,5 GHz) mempunyai *return loss* simulasi sebesar -30,1 dB dan nilai VSWR sebesar 1,58. *Bandwidth* simulasi yang dihasilkan sekitar 47,5 MHz dan *gain* mencapai 1,41 dBi. *Bandwidth* ini belum mencapai rentang frekuensi L-Band. Untuk itu dilakukan peningkatan *bandwidth* melalui modifikasi pada *ground plane*. Modifikasi *ground plane* menggunakan metode *defected ground structure* (DGS) yang berfungsi untuk memperlebar *bandwidth* antenna.



Gambar 4. Geometri konvensional dengan modifikasi *ground plane*.

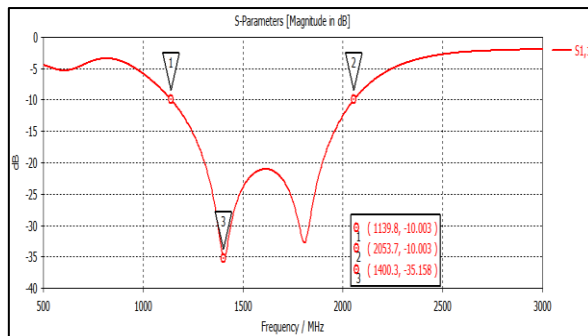
Gambar 4 menunjukkan geometri antenna konvensional yang telah dimodifikasi pada area *ground plane* atau disebut dengan antenna DGS. Antena ini memotong lebih dari setengah *ground plane* antenna konvensional. Hasil iterasi menunjukkan bahwa dimensi *patch* terlihat lebih panjang dan lebar yang mengecil. Lebar area *ground plane* diberi simbol W_g dan panjangnya dengan simbol L_g . Dimensi antenna DGS hasil optimasi simulasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ukuran dimensi hasil optimasi antenna DGS.

Parameter	Nilai
Panjang Substrat (L)	100 mm
Lebar Substrat (W)	70 mm
Panjang Patch (L_p)	60 mm
Lebar Patch (W_p)	50 mm
Panjang Feedline (L_f)	28 mm
Lebar Feedline (W_f)	3 mm

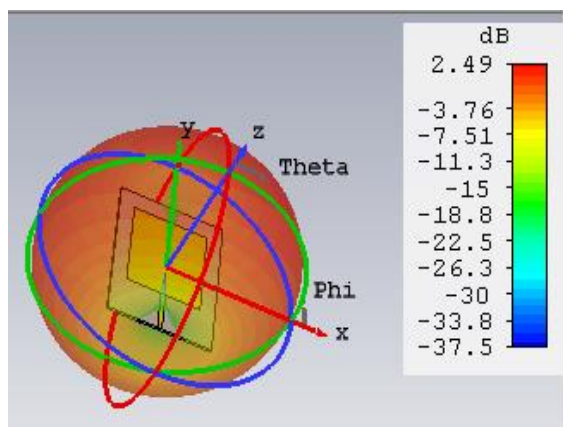
Panjang <i>Ground</i> (L_g)	20 mm
Lebar <i>Ground</i> (W_g)	58 mm

Tabel 2 menunjukkan dimensi antenna DGS sedikit membesar baik pada sisi dimensi substrat maupun *patch* antenna. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan hasil simulasi antenna konvensional. Optimasi hasil simulasi secara signifikan berubah melalui iterasi nilai L_g dan W_g .



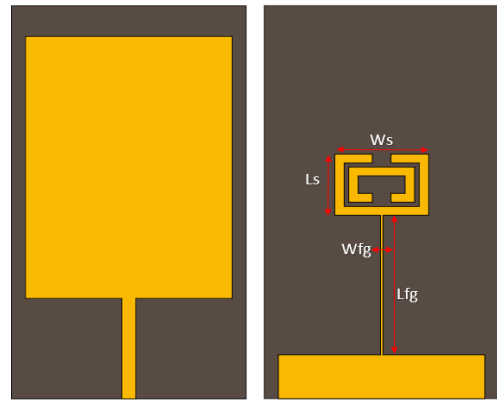
Gambar 5. Return Loss simulasi antenna DGS.

Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi *return loss* pada antenna DGS di mana *bandwidth* antenna meningkat menjadi 919,3 MHz yang berada pada rentang 1,1398 GHz sampai 2,0537 GHz. Nilai *return loss* terendah berada pada frekuensi 1,4 GHz dengan nilai -35,15 dB. Pada frekuensi 1,5 GHz, antenna mempunyai *gain* sebesar 2,49 dBi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. *Bandwidth* antenna meningkat hampir 20 kali dibandingkan *bandwidth* antenna konvensional. Sedangkan nilai *gain* terjadi peningkatan sebesar 43,37%.



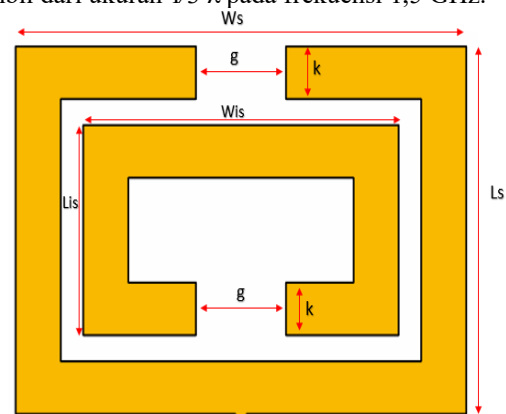
Gambar 6. Nilai *gain* hasil simulasi antenna DGS.

Hasil ini lebih baik dibandingkan hasil konvensional. Walaupun demikian, modifikasi ini belum mencapai hasil yang optimal karena belum menyentuh frekuensi 1 GHz atau di bawahnya. Solusi lain adalah dengan memperbesar dimensi *patch* antenna, karena secara perhitungan, frekuensi 1 GHz dapat dicapai dengan panjang *patch* sebesar 69,7 mm dan lebar 89,58 mm, sedangkan dimensi model DGS masih di bawah itu.



Gambar 7. Geometri antenna *split ring resonator*.

Gambar 7 menunjukkan hasil modifikasi antenna DGS dengan menggunakan penambahan elemen SRR pada bagian *ground plane*. Elemen SRR terhubung secara vertikal dengan *ground patch*. Dari hasil optimasi, diperoleh panjang elemen penghubung *ground* ke SRR L_{fg} sebesar 32 mm dengan lebar W_{fg} sebesar 0,5 mm. Model SRR dapat dilihat secara detail pada Gambar 8, di mana panjang persegi terluar diambil dari ukuran $1/3 \lambda$ pada frekuensi 1,5 GHz.



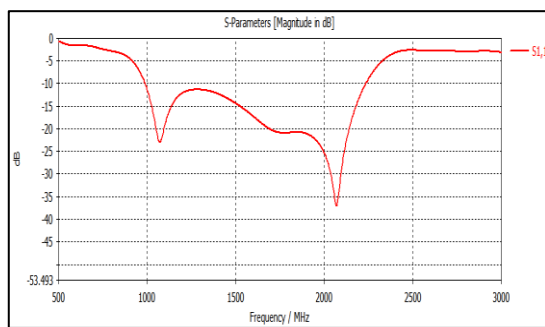
Gambar 8. Detail ukuran *split ring resonator*.

Gambar 8 menunjukkan geometri dari model SRR di mana *gap* antar elemen g bernilai 4 mm dengan lebar *patch* SRR k sebesar 2 mm. Hasil optimasi simulasi antenna SRR dapat dilihat pada Tabel 3. Jika diperhatikan, terjadi reduksi dari ukuran *patch* dan substrat dari DGS ke SRR, di mana ukuran *patch* antenna sama dengan desain antenna konvensional 1,5 GHz atau lebih kecil jika dibandingkan dengan ukuran untuk frekuensi kerja 1 GHz. Jika dilihat dari hasil *return loss* simulasi, maka dapat disimpulkan bahwa antenna model SRR ini dapat meminimalkan hasil perancangan antenna DGS tanpa mengurangi performa antenna.

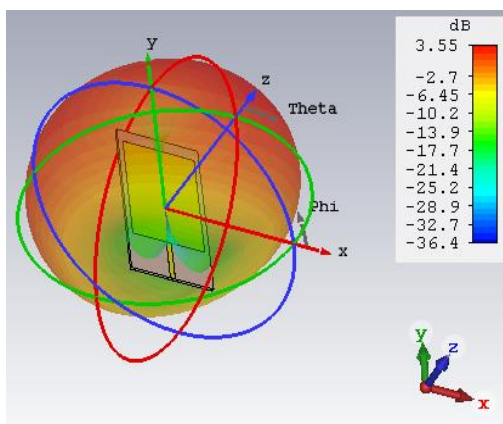
Return loss hasil optimasi dapat dilihat pada Gambar 9, di mana *bandwidth* simulasi mencapai 1,2466 GHz yang berada pada rentang frekuensi 988,25 MHz sampai 2,2349 GHz. Hasil ini menunjukkan nilai frekuensi kerja telah berada pada rentang frekuensi L-Band. Pada Gambar 9 menunjukkan nilai *return loss* antenna SRR sebesar -36,89 dB.

Tabel 2. Ukuran dimensi hasil optimasi antenna SRR.

Parameter	Nilai
Panjang Substrat (L)	90 mm
Lebar Substrat (W)	50 mm
Panjang Patch (L_p)	60 mm
Lebar Patch (W_p)	44 mm
Panjang Feedline (L_f)	23 mm
Lebar Feedline (W_f)	3 mm
Panjang Ground (L_g)	10 mm
Lebar Ground (W_g)	44 mm
Panjang Garis Ground ke SRR (L_{fg})	32 mm
Lebar Garis Ground ke SRR (W_{fg})	0,5 mm
Panjang SRR luar (L_s)	14 mm
Lebar SRR luar (W_s)	20 mm
Panjang SRR dalam (L_{is})	8 mm
Lebar SRR dalam (W_{is})	14 mm
Gap SRR (g)	4 mm
Lebar patch SRR (k)	2 mm

**Gambar 9.** Return Loss simulasi antenna SRR.

Gain tertinggi hasil simulasi antenna SRR berada pada frekuensi 2 GHz dengan nilai *gain* mencapai 3,55 dBi seperti yang terlihat pada Gambar 10.

**Gambar 10.** Nilai *gain* hasil simulasi antenna SRR.

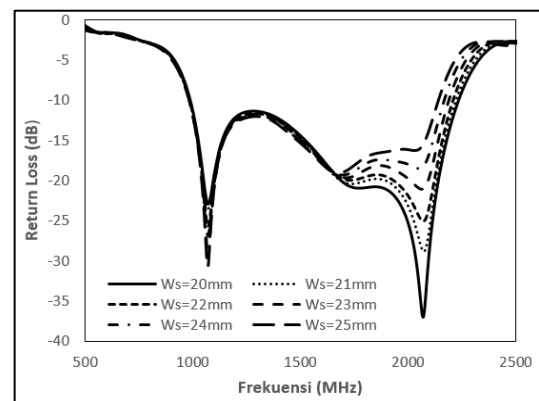
III. ANALISIS HASIL SIMULASI

Antena SRR secara signifikan telah memberikan perubahan terhadap performa dari kinerja antenna ke arah yang lebih baik. Peningkatan *gain*, pelebaran *bandwidth*, kedalaman *return loss* serta pereduksian dimensi menjadi keunggulan dari antenna ini. Untuk mengetahui fenomena-fenomena yang terjadi pada setiap parameter antenna SRR, maka dilakukan studi parameter, yaitu mengubah bagian-bagian pada desain antenna SRR. Studi parameter yang menjadi acuan

berupa modifikasi pada lebar sisi luar *patch* SRR W_s , gap SRR g dan panjang garis *ground* ke SRR L_{fg} .

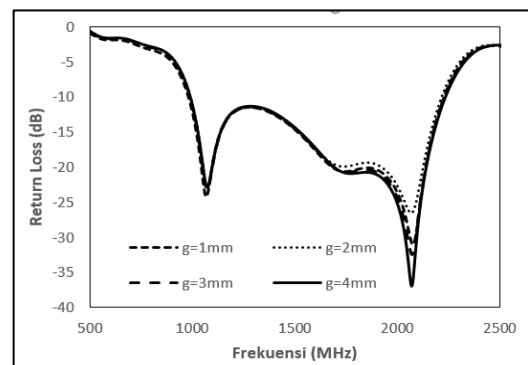
A. Pengaruh Parameter Patch SRR Luar

Sebelum mencapai hasil optimal pada iterasi antenna SRR, perubahan secara intensif dilakukan pada nilai lebar sisi luar *patch* SRR W_s . Parameter ini berpengaruh pada nilai *bandwidth* dan frekuensi resonansi. Parameter ini juga berperan untuk menjangkau frekuensi L-Band dari 1 GHz – 2 GHz. Nilai optimal W_s dicapai pada saat berada pada $1/3 \lambda$. Dari hasil simulasi optimasi nilai W_s dapat diketahui bahwa semakin besar nilai W_s , maka nilai *return loss* dari frekuensi 1,5 GHz semakin tinggi, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11. Perbedaan nilai *return loss* yang terlalu jauh membuat perbedaan performa antenna pada berbagai frekuensi. Untuk itu, pemilihan nilai W_s sebesar 20 mm merupakan pilihan yang dapat menyesuaikan dengan frekuensi kerja yang lainnya.

**Gambar 11.** Pengaruh Nilai W_s pada antenna SRR.

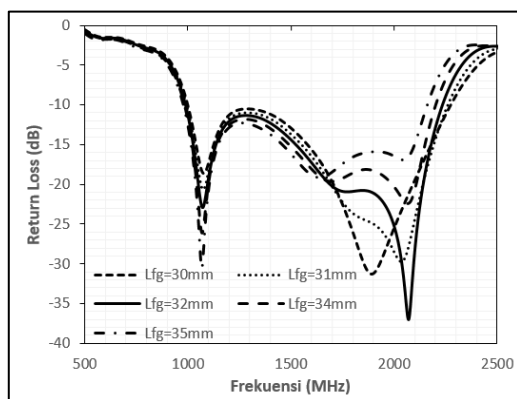
B. Pengaruh Parameter Gap SRR

Gap SRR baik pada *patch* dalam maupun luar mempunyai ukuran yang sama. Perubahan nilai pada gap SRR hanya berpengaruh pada frekuensi resonansi di rentang 2 GHz. Nilai *return loss* semakin baik jika *gap* yang diberikan semakin besar. Semakin kecil *gap* yang diberikan, maka nilai *return loss* semakin membesar. Ukuran *gap* sebesar 4 mm adalah hasil yang paling optimal, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.

**Gambar 12.** Pengaruh Nilai gap g pada antenna SRR.

C. Pengaruh Panjang Garis Penghubung Ground Ke SRR

Parameter lain memiliki perubahan yang signifikan yaitu panjang garis penghubung *ground* dan SRR *Lfg*. Garis penghubung ini menentukan posisi vertikal dari *patch* SRR. Semakin panjang garis penghubung, maka letak *patch* SRR semakin ke atas. Panjang *Lfg* mempengaruhi *bandwidth* dan *return loss* simulasi. Seperti yang ditunjukkan Gambar 13, di mana nilai *Lfg* pada saat 30 mm mempunyai *bandwidth* yang sedikit lebih besar. Walaupun demikian, frekuensi resonansi bergeser dan nilai *return loss* semakin membesar. Begitu pula pada saat *Lfg* bernilai 31 mm. Jika nilai *Lfg* semakin membesar, maka nilai *return loss* juga semakin besar dan *bandwidth* semakin mengecil. Nilai optimum *Lfg* berada pada nilai 32 mm di mana *bandwidth* antenna masih masuk ke dalam rentang frekuensi L-Band dan nilai *return loss* semakin mengecil.



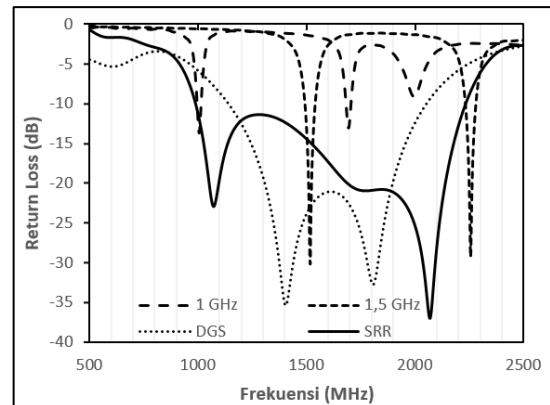
Gambar 13. Pengaruh panjang garis penghubung *ground* ke SRR.

D. Analisis Hasil Perbandingan

Parameter-parameter antenna SRR diketahui mempunyai pengaruh terhadap hasil simulasi. Ada yang berperan memperlebar *bandwidth*, ada pula yang berfungsi sebagai *matching impedance*. Fungsi-fungsi tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dari sebuah aplikasi yang digunakan. Jika tidak membutuhkan *bandwidth* yang lebar, maka dapat menggunakan desain konvensional. Namun jika ingin menghasilkan *bandwidth* yang dapat mencapai lebih dari 10 kali lipat, maka dapat menggunakan metode DGS atau SRR, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.

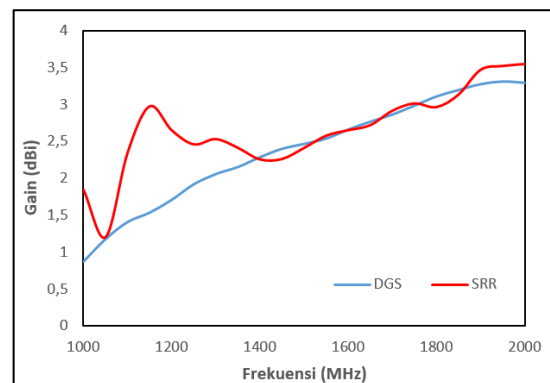
Gambar 14 menampilkan hasil simulasi *return loss* antenna konvensional yang beroperasi pada frekuensi 1 GHz dan 1,5 GHz. Hasil simulasi menunjukkan antenna mempunyai *bandwidth* yang sempit. Berbeda dengan desain DGS dan SRR yang mampu mencapai *bandwidth* yang lebih lebar. Sebagai contoh, antenna konvensional untuk frekuensi 1 GHz, memerlukan dimensi 89,58 mm × 69,71 mm. Namun dengan metode SRR yang hanya berukuran 60 mm × 44 mm, antenna mampu menjangkau frekuensi tersebut. Hal ini merupakan sebuah keuntungan dari

segi material yang dapat disimpan untuk kebutuhan yang lain.



Gambar 14. Perbandingan hasil *return loss* beberapa desain antenna.

Jika dibandingkan antara antenna model DGS dengan model SRR, dimensi antenna SRR dapat tereduksi sampai 12% pada elemen peradiasi dan 35,71% pada material substrat. Sementara itu, dari nilai *gain*, antenna SRR mendominasi pada beberapa frekuensi L-Band jika dibandingkan model DGS. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 15, di mana pada rentang 1 GHz - 1,4 GHz dan 1,9 GHz - 2 GHz, *gain* antenna SRR jauh lebih besar. Hanya pada frekuensi 1,5 GHz dan 1,8 GHz, *gain* antenna SRR agak sedikit di bawah. Fenomena ini menunjukkan bahwa antenna SRR juga dapat meningkatkan *bandwidth* antenna di beberapa frekuensi, selain mereduksi dimensi dari antenna.



Gambar 15. Perbandingan *gain* simulasi antenna DGS dan SRR.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah merancang antenna mikrostrip menggunakan metode *split ring resonator* (SRR) yang dapat beroperasi pada frekuensi L-Band. Antenna ini mempunyai dimensi substrat sebesar 90 mm × 50 mm dengan dimensi *patch* sebesar 60 mm × 44 mm. Berdasarkan hasil simulasi, parameter-parameter yang digunakan pada model SRR dapat mengarahkan antenna untuk dapat bekerja pada frekuensi yang lebih rendah. Selain itu, *bandwidth* dan *gain* antenna SRR mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan model konvensional atau model dengan

modifikasi pada *ground plane* (DGS). Sehingga, dapat disimpulkan bahwa desain antena SRR ini dapat meningkatkan performa antena dengan mengubah beberapa parameter SRR seperti lebar sisi luar *patch* SRR *Ws*, *gap* SRR *g* dan panjang garis *ground* ke SRR *Lfg*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pusat Penelitian (Puslit) Universitas Mercu Buana yang mendukung penuh penelitian ini melalui skema Penelitian Kerja Sama Dalam Negeri (KDN) tahun anggaran 2019/2020 dan Departemen Teknik Elektro Universitas Indonesia yang memfasilitasi laboratorium pengukuran antena.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Irmer and G. Fettweis, "Combined transmitter and receiver optimization for multiple-antenna frequency-selective channels," *The 5th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications, Honolulu, HI, USA*, vol.2, pp. 412-416, 2002.
- [2] Stutzman, Warren, and Thiele, G.A., *Antenna Theory and Design*, New York: John Wiley and Sons, 1981.
- [3] C. A. Balanis, *Antenna Theory; Analysis and Design, Thrid Edit*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2005.
- [4] W. Jiang, Y. Liu, S. Gong and T. Hong, "Application of bionics in Antenna radar cross section reduction," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 8, pp. 1275-1278, 2009.
- [5] D. Rusdiyanto and F. Y. Zulkifli, "Dual Band Circularly Polarized Microstrip Antenna Fed By Inverted-L Shaped With A Stub for GPS And WLAN Application," *11th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, pp. 1-4, 2019.
- [6] J. Helander, K. Zhao, Z. Ying and D. Sjöberg, "Performance Analysis of Millimeter-Wave Phased Array Antennas in Cellular Handsets," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 15, pp. 504-507, 2016.
- [7] Alade, Michael Olusope and Olusegun Olabisi. "Development of Microstrip Patch as HDTV Antenna for Terrestrial Indoor TV Reception." in *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 2, issue 6, 2013.
- [8] X. Chen, L. Yang, J. Zhao and G. Fu, "High-Efficiency Compact Circularly Polarized Microstrip Antenna With Wide Beamwidth for Airborne Communication," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 15, pp. 1518-1521, 2016.
- [9] W. Liu, Y. Yin, W. Xu and S. Zuo, "Compact Open-Slot Antenna With Bandwidth Enhancement," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 10, pp. 850-853, 2011.
- [10] D. Rusdiyanto and F. Y. Zulkifli, "Antenna Integrated with Low Noise Amplifier Operating at L1 GPS Application," *IEEE Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)*, pp. 1280-1282, 2019.
- [11] Ekmekci, Evren & Averitt, Richard & Turhan-Sayan, Gonul, "Effects of Substrate Parameters on the Resonance Frequency of Double-sided SRR Structures under Two Different Excitations," *PIERS 2010 Cambridge-Progress in Electromagnetics Research Symposium, Proceedings*.
- [12] Arora, Chirag & Pattnaik, Saumendra & Baral, Rudra Narayan. (2017). "SRR superstrate for gain and bandwidth enhancement of microstrip patch antenna array," *Progress In Electromagnetics Research B*, vol. 76, pp. 73-85.
- [13] Bilotti, Filiberto & Toscano, Alessandro, "Design of Spiral and Multiple Split-Ring Resonators for the Realization of Miniaturized Metamaterial Samples," *Antennas and Propagation, IEEE Transactions on*, vol. 55, pp. 2258 - 2267, 2007.
- [14] Navid Hosseini, Seyi Stephen Olokede, Mojgan Daneshmand, "A novel miniaturized asymmetric CPW split ring resonator with extended field distribution pattern for sensing applications," *Sensors and Actuators A: Physical*, vol. 304, 2020.
- [15] Bhartia, Ramesh dkk., *Microstrip Antenna Design Handbook*, London: Artech House, 2001.
- [16] Roderick, James, *Handbook of Microstrip Antennas*, London: Peter Peregrinus Ltd., 1989.



POLITEKNIK NEGERI BALI



Redaksi Jurnal Matrix
Gedung P3M, Politeknik Negeri Bali
Bukit Jimbaran, PO BOX 1064 Tuban, Badung, Bali.
Phone: +62 361 701981, Fax: +62 361 701128
e-mail: p3mpoltekbali@pnb.ac.id
<http://ojs.pnb.ac.id/index.php/matrix>