



Applied Technology and Computing Science Journal

Rancang Bangun Program Penentuan Fitur Tekstur Citra Kuku Jari Tangan sebagai
Deteksi Dini Resiko Diabetes Mellitus

Ima Kurniastuti, Ary Andini, Paramitha Nerisafitra

Pengaruh Korelasi Data pada Peramalan Kelembaban Udara Menggunakan Adaptive
Neuro Fuzzy Inference System

Dinita Rahmalia, Arif Rohmatullah

Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Berbasis Web dalam Rangka Mendukung
Evaluasi Kinerja Akademik dan Dosen di Akademi Manajemen Informatika dan Komputer
Ibrahimi

Ahmad Homaidi, Atika Lina

Ball Direction Prediction for Wheeled Soccer Robot Goolkeeper Using Trigonometry
Technique

*Danis Bagus Setiawan, Agus Khumaidi, Projek Priyonggo, Mohammad Basuki Rahmat,
Imam Sutrisno, Khoirun Nasikhin, Adi Wisnu Sahputera*

Pengembangan Sistem Informasi Terintegrasi Untuk UPT Puskesmas

Mohammad Arif Rasyidi, Lailatul Hidayah, Puji Andayani, Ngatini Ngatini

Pengembangan Aset Tiga Dimensi Berbasis Photo-Realism untuk VR-Patient Room
(Studi Kasus Rawat Inap RSI Jemursari)

Rizqi Putri Nourma Budiarti, Fajar Annas Susanto

Applied Technology and Computing Science Journal



Editor In Chief

Rizqi Putri Nourma Budiarti

Assosiate Editor

Paramitha Nerisafitra

Ima Kurniastuti

Tri Deviasari Wulan

Ahmad Syafiq Kamil

Fajar Annas Susanto

Reviewer

Hendro Wicaksono

Berlian Al-Kindhi

M.Udin Harun Al Rasyid

Sritrusta Sukaridhoto

Istas Pratomo

Teguh Herlambang

Ubaidillah Zuhdi

Contact Address

Jl. Jemursari 51-57 Surabaya

Telp: 031-8479070, 8472040

Fax: 031-8433670

Email: atcsj2018@unusa.ac.id

Web: journal.unusa.ac.id

Manage by: LPPM Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya

Published by: Unusa Press

Contact Person

Rizqi Putri Nourma Budiarti

Mobile: 082366661606

Applied Technology and Computing Science Journal
Volume 2, Number 1, June 2019, Page 1-70

DAFTAR ISI

<i>Rancang Bangun Program Penentuan Fitur Tekstur Citra Kuku Jari Tangan sebagai Deteksi Dini Resiko Diabetes Mellitus.....</i>	<i>1-9</i>
<i>Ima Kurniastuti, Ary Andini, Paramitha Nerisafitra</i>	
<i>Pengaruh Korelasi Data pada Peramalan Kelembaban Udara Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System</i>	<i>10-24</i>
<i>Dinita Rahmalia, Arif Rohmatullah</i>	
<i>Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Berbasis Web dalam Rangka Mendukung Evaluasi Kinerja Akademik dan Dosen di Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Ibrahimy</i>	<i>25-38</i>
<i>Ahmad Homaidi, Atika Lina</i>	
<i>Ball Direction Prediction for Wheeled Soccer Robot Goolkeeper Using Trigonometry Technique.....</i>	<i>39-51</i>
<i>Danis Bagus Setiawan, Agus Khumaidi, Proyek Priyonggo, Mohammad Basuki Rahmat, Imam Sutrisno, Khoirun Nasikhin, Adi Wisnu Sahputera</i>	
<i>Pengembangan Sistem Informasi Terintegrasi Untuk UPT Puskesmas.....</i>	<i>52-60</i>
<i>Mohammad Arif Rasyidi, Lailatul Hidayah, Puji Andayani, Ngatini Ngatini</i>	
<i>Pengembangan Aset Tiga Dimensi Berbasis Photo-Realism untuk VR-Patient Room (Studi Kasus Rawat Inap RSI Jemursari).....</i>	<i>61-70</i>
<i>Rizqi Putri Nourma Budiarti, Fajar Annas Susanto</i>	

Rancang Bangun Program Penentuan Fitur Tekstur Citra Kuku Jari Tangan sebagai Deteksi Dini Resiko Diabetes Mellitus

Ima Kurniastuti^{1*}, Ary Andini², Paramitha Nerisafitra¹

¹Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya

²Analisis Kesehatan Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya

**Corresponding Author*

E-mail: ima.kurniastuti@unusa.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan rancang bangun program penentuan ekstraksi fitur tekstur citra kuku jari tangan sebagai deteksi dini resiko diabetes mellitus dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu persiapan data, perancangan desain program, perancangan program dan pengujian program. Tahap persiapan data dilakukan untuk mempersiapkan masukan program yaitu citra kuku jari tangan. Tahap perancangan desain program digunakan untuk merancang desain program yang mempermudah peneliti dalam merancang program. Tahap perancangan program dilakukan dengan merancang GUI program dan kode program untuk memberikan perintah pada GUI program. Tahap terakhir yaitu pengujian program dengan citra kuku jari tangan sebagai masukan program. Hasil pengujian program menunjukkan bahwa program berhasil menentukan fitur tekstur citra kuku jari tangan berupa mean, variance, skewness, kurtosis dan entropy serta dapat mengekspor hasil fitur tekstur citra ke dalam file excel.

Kata Kunci: fitur tekstur, citra kuku jari tangan, citra digital, fitur citra.

Abstract

In this research design program to determine the extraction of the texture features of the finger nails as an early detection of the risk of diabetes mellitus. The research consist of four stages namely data preparation, program design, program design and program testing. The data preparation phase is prepare program input like the image of the fingernail. The program design phase is used to design program like GUI of program and source code of program which give commands to the program GUI. The last phase is testing the program with the image of the fingernail as the input program. The results of the program testing showed that the program succeeded in determining the texture feature of the image of the fingernails in the form of mean, variance, skewness, kurtosis and entropy and can export the results of the image texture feature into the excel file.

Keywords: texture features, fingernail images, digital image, image features

1. PENDAHULUAN

Menurut WHO (2016), Diabetes melitus adalah salah satu penyakit tidak menular namun merupakan penyebab utama untuk kebutaan, serangan jantung, stroke, gagal ginjal dan amputasi kaki yang dapat mengakibatkan kematian. Prevalensi diabetes di Indonesia pada tahun 2017 menempati peringkat keenam di dunia berkisar 10 juta setelah China, India, Amerika Serikat, Brazil dan Meksiko (IDF, 2017) serta diabetes merupakan penyebab kematian tertinggi ketiga di Indonesia (SRS, 2014). Prevalensi orang dengan diabetes di Indonesia menunjukkan meningkat yaitu dari 5,7% (2007) menjadi 6,7% (2013) (WHO, 2016) dengan 7,6 juta orang dengan diabetes

di Indonesia tidak mengetahui dirinya memiliki diabetes (IDF, 2017) dan berpotensi untuk mengakses layanan kesehatan dalam kondisi terlambat (sudah dalam kompilasi).

WHO (2016) menyatakan bahwa 80% kejadian diabetes dapat dicegah sehingga penderita diabetes melitus dapat berumur panjang dan hidup sehat. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pencegahan peningkatan prevalensi diabetes. Salah satunya adalah pemeriksaan rutin kadar glukosa darah yang menunjukkan nilai glukosa darah namun alat yang digunakan dalam pemeriksaan tersebut tergolong mahal. Oleh karena itu, diperlukan sebuah metode deteksi dini resiko diabetes melitus menggunakan media baru yang aman dan nyaman yaitu warna kuku jari tangan. Kurniastuti (2018) melakukan penelitian mengenai citra kuku jari tangan yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara komponen warna pada citra kuku jari tangan dengan kadar glukosa darah dengan memanfaatkan fitur warna. Pada penelitian tersebut terdapat program penentuan histogram citra yang dilengkapi dengan Graphical User Interface (GUI) yang mempermudah peneliti dalam menentukan komponen warna citra melalui histogram (Kurniastuti, 2018). Histogram adalah grafik yang menggambarkan penyebaran nilai-nilai intensitas piksel dari suatu citra atau bagian tertentu di dalam citra (Putra, 2010).

Gregoriou (2008) menyebutkan bahwa perubahan pada kuku dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi (bentuk) atau warna kuku. Morfologi kuku pada penderita diabetes melitus adalah Terry's nails, sebagian besar nail plate berwarna putih dengan distal band berwarna merah muda. Terry's nails ditemukan pada 80% penderita kirosis liver. Morfologi kuku dapat dikaitkan dengan fitur tekstur pada citra. Fitur tekstur merupakan hubungan mutual antara nilai intensitas piksel-piksel yang bertetangga yang berulang di suatu area yang lebih luas daripada jarak hubungan tersebut (Kadir, 2012). Fitur tekstur sering digunakan untuk mengklasifikasi objek. Hal ini disebabkan sebuah objek memiliki pola-pola tertentu. Salah satu tipe fitur tekstur adalah statistik tekstur. Statistik tekstur merupakan distribusi statistik dari intensitas image (Selvarajah, 2011). Statistik tekstur dapat berupa mean, variance, skewness, kurtosis dan entropy. Mean atau rerata intensitas merupakan fitur tekstur yang memanfaatkan histogram terutama nilai intensitas dengan frekuensi tertinggi dan menghasilkan rerata kecerahan objek. Variance atau deviasi standar merupakan fitur tekstur yang memberikan informasi terkait ukuran kekontrasan sebuah objek. Skewness merupakan ukuran ketidaksimetrisan terhadap rata-rata intensitas sedangkan kurtosis menunjukkan ukuran keseragaman. Entropy merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data pada citra (Gonzalez, 2002).

2. METODOLOGI

2.1. Alat dan Bahan

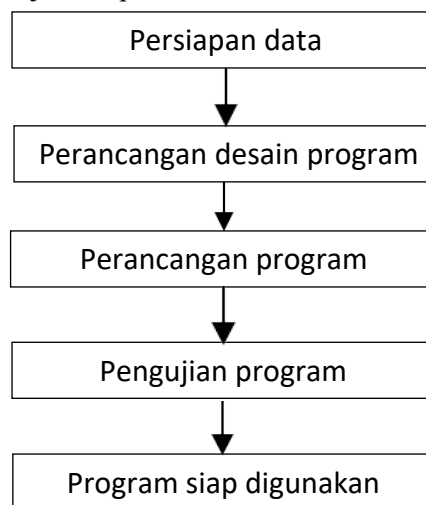
Pada penelitian ini, alat dan bahan yang diperlukan adalah komputer atau laptop yang digunakan sebagai perangkat keras dalam proses pembuatan program. Selain itu, perangkat lunak yang dimanfaatkan adalah evolus pencil dan matlab. Evolus pencil digunakan untuk merancang desain program sedangkan matlab digunakan untuk merancang program aplikasi. Citra kuku jari tangan yang akan digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Citra kuku jari tangan

2.2. Metode

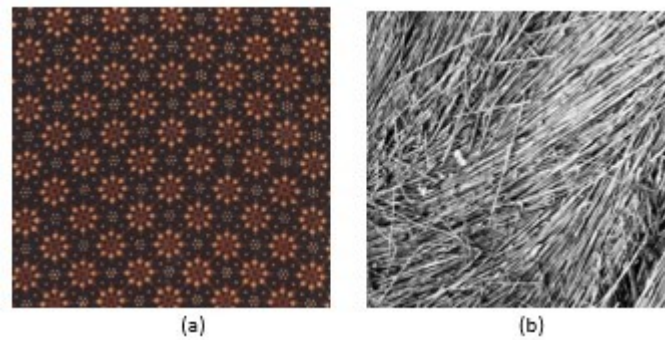
Metode dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan diantaranya persiapan data, perancangan desain program, perancangan program dan pengujian program. Tahap persiapan data merupakan tahap untuk mendapatkan masukan program yaitu citra kuku jari tangan yang digunakan untuk tahap pengujian program. Tahap perancangan desain program adalah tahap merancang desain program dengan memanfaatkan Evolus Pencil. Tahap perancangan program menggunakan Matlab yang akan menghasilkan program penentuan fitur tekstur citra. Tahap akhir yaitu tahap pengujian program untuk menguji program dengan masukan program yaitu citra kuku jari tangan. Dari tahap pengujian program dapat diketahui program telah berjalan sukses atau tidak. Metodologi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Metodologi penelitian

2.3. Fitur Tekstur

Dalam Kadir (2012), tekstur merupakan hubungan mutual antara nilai intensitas piksel-piksel yang bertetangga yang berulang di suatu area yang lebih luas daripada jarak hubungan tersebut. Nilai intensitas piksel bertetangga yang berulang tersebut dapat disebut dengan pola yang memiliki sisi keteraturan. Secara umum, tekstur memiliki beberapa kategori tekstur. Berdasarkan keteraturan pengulangan pola dalam objek, tekstur dikategorikan menjadi dua bentuk yaitu tekstur teratur dan tekstur tidak teratur. Tekstur teratur merupakan tekstur objek buatan manusia dan tekstur tidak teratur dimiliki secara alamiah oleh objek. Contoh kedua jenis tekstur ini ditunjukkan pada Gambar 3 (a) dan (b).



Gambar 3. Tekstur citra (a) tekstur teratur (b) tekstur tidak teratur

Sedangkan berdasarkan tingkat kekasaran objek, tekstur dibedakan menjadi dua yaitu makrotekstur dan mikrotekstur. Jika ukuran elemen yang menyusun pengulangan pola berukuran besar dapat dikatakan tekstur objek termasuk makrotekstur sedangkan mikrotekstur merupakan objek dengan pengulangan pola berukuran kecil. Berdasarkan sudut pandang matematis, tekstur dibedakan ke dalam tekstur stokastis dan tekstur regular. Tesktur stokastis (tekstur statistis) adalah tesktur yang mempunyai bentuk mirip dengan derau. Tesktur regular (tekstur struktural) adalah tekstur yang tersusun atas pola-pola periodis (Kadir, 2012).

Fitur tekstur sering digunakan untuk mengklasifikasi objek dan mensegmentasi objek. Hal ini disebabkan sebuah objek memiliki pola-pola tertentu (Gonzalez, 2002). Fitur tekstur dapat berupa mean, variance, skewness, kurtosis dan entropy.

2.3.1. Mean

Mean atau rerata intensitas merupakan fitur tekstur yang memanfaatkan histogram terutama nilai intensitas dengan frekuensi tertinggi. Mean akan menghasilkan rerata kecerahan objek. Perhitungan mean menggunakan persamaan (1).

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p(i) \quad (1)$$

2.3.2. Variance

Variance atau deviasi standar merupakan fitur tekstur yang memberikan informasi terkait ukuran kontras sebuah objek. Perhitungan variance menggunakan persamaan (2).

$$\sigma = \sqrt{m = \sum_{i=0}^{L-1} (i - m)^2 \cdot p(i)} \quad (2)$$

2.3.3. Skewness

Skewness merupakan ukuran ketidaksimetrisian terhadap rata-rata intensitas. Fitur ini dapat bernilai positif atau negatif. Skewness bernilai positif menyatakan distribusi kecerahan cenderung ke kanan terhadap rata-rata intensitas sebaliknya skewness bernilai negative menyatakan distribusi kecerahan cenderung ke kiri terhadap rata-rata intensitas. Perhitungan skewness menggunakan persamaan (3).

$$skewness = \sum_{i=0}^{L-1} (i - m)^3 \cdot p(i) \quad (3)$$

2.3.4. Kurtosis

Kurtosis merupakan kebalikan dari skewness. Hal ini disebabkan karena skewness menunjukkan ukuran asimetri sedangkan kurtosis menunjukkan ukuran keseragaman. Nilai kurtosis dapat diperoleh dengan persamaan (4) dan (5).

$$kurtosis = \frac{m_4}{m_2^2} \quad (4)$$

$$m_k = \sum_{i=0}^{L-1} (i - \mu_f)^k \cdot p(i) \quad (5)$$

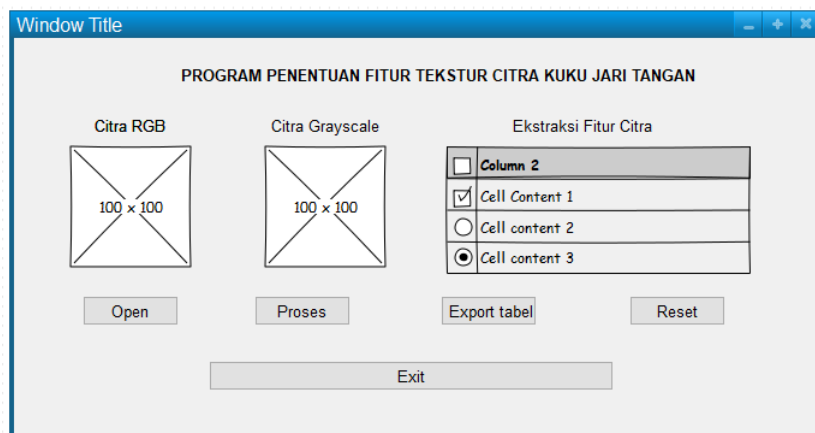
2.3.5. Entropy

Entropy menunjukkan kompleksitas citra. Semakin tinggi nilai entropi, semakin kompleks citra tersebut. Entropi merepresentasikan jumlah informasi yang terkandung di dalam sebaran data pada citra. Entropy dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$entropi = - \sum_{i=0}^{L-1} (p(i) \log_2(p(i))) \quad (6)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal penelitian dilakukan persiapan data berupa citra kuku jari tangan. Citra kuku jari tangan diperoleh melalui kamera digital. Data dipergunakan saat tahap pengujian program sebagai masukan program. Tahap kedua adalah perancangan desain program. Rancangan desain program dilakukan untuk mempermudah peneliti pada saat perancangan program. Tahap ini memanfaatkan Evolus Pencil. Tampilan desain program ditunjukkan pada Gambar 4.



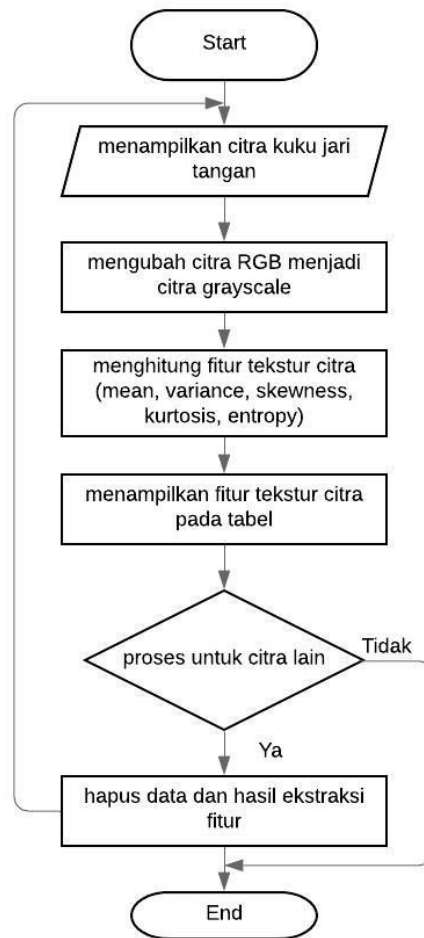
Gambar 4. Tampilan desain program

Fitur Evolus Pensil yang digunakan untuk merancang desain GUI adalah Windows frame, label, image, table, dan button. Fitur windows frame adalah fitur yang menggambarkan frame dari program. Frame label digunakan untuk menampilkan informasi mengenai judul dari program. Fitur image untuk menampilkan citra yang merupakan masukan program. Fitur table untuk menunjukkan hasil ekstraksi fitur tekstur citra. Tabel terdiri dari dua kolom dan lima baris. Kolom terdiri dari kolom fitur dan nilai. Sedangkan baris terdiri dari mean, variance, skewness, kurtosis dan entropy. Fitur terakhir yang digunakan adalah fitur button. Fitur button ini menunjukkan tombol yang terdapat pada program. Tombol pada program berjumlah 5 (lima) buah yang terdiri dari tombol open, proses, export tabel, reset dan exit. Tombol open berfungsi untuk mengambil citra yang akan diproses pada program. Tombol proses digunakan untuk memulai proses penentuan fitur tekstur citra kuku jari tangan dimana fitur image dan table akan menampilkan hasil proses. Tombol export tabel merupakan tombol untuk mengekspor ekstraksi fitur tekstur citra pada program ke microsoft excel untuk mempermudah proses analisis data. tombol reset adalah tombol untuk menghapus tampilan pada fitur image dan tabel sehingga program siap digunakan untuk memproses fitur tekstur untuk citra selanjutnya. Dan tombol exit merupakan tombol untuk keluar dari program. Pada tahap perancangan program dengan memanfaatkan Matlab, program dirancang sesuai dengan desain program yang telah dibuat sebelumnya. Pada Matlab dilakukan pembuatan GUI program yang disertai dengan kode program untuk memberikan perintah-perintah pada setiap tombol. Tampilan GUI program ditampilkan pada Gambar 5. Kode program dibuat berdasarkan flowchart untuk menghitung fitur tekstur citra. Flowchart ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Tampilan GUI Program

Berdasarkan flowchart pada Gambar 6, Program dimulai dengan pengguna mencari citra yang akan diproses sehingga program menampilkan citra kuku jari tangan yang diikuti dengan proses mengubah citra kuku jari tangan yang termasuk citra RGB menjadi citra grayscale. Dengan berubahnya citra menjadi citra grayscale, memudahkan program dalam menghitung fitur tekstur citra yaitu mean, variance, skewness, kurtosis dan entropy. Hasil perhitungan fitur tekstur ditampilkan pada tabel ekstraksi fitur tekstur. Untuk proses selanjutnya, jika dilakukan perhitungan untuk citra lain maka akan dilakukan penghapusan data dan hasil ekstraksi fitur sedangkan jika tidak dilakukan perhitungan untuk citra lain maka program selesai dieksekusi. Proses penghapusan data dan hasil ekstraksi fitur dapat berlanjut kembali ke proses menampilkan citra kuku jari tangan.



Gambar 6. Flowchart Program

Tahap akhir pada penelitian adalah tahap pengujian program dengan menggunakan data citra kuku jari tangan yang telah dipersiapkan sebelumnya. Tampilan program pada saat pengujian ditunjukkan pada Gambar 7. Pada Gambar 7 menunjukkan hasil ekstraksi fitur untuk citra tersebut memiliki nilai mean sebesar 128,1305, nilai variance sebesar 1366,8778, nilai skewness sebesar -0,061756, nilai kurtosis sebesar -1,616, dan nilai entropy sebesar 6,4442. Hasil tersebut dapat diekspor ke file excel. Tampilan hasil export tabel ke excel ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Tampilan program pada saat pengujian program

	A	B	C
1	mean	128.1305	
2	variance	1366.878	
3	skewness	-0.06176	
4	kurtosis	-1.616	
5	entropy	6.4442	
6			
7			

Gambar 8. Tampilan hasil eksport tabel ke excel

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa rancang bangun program penentuan ekstraksi fitur tekstur citra kuku jari tangan sebagai deteksi dini resiko diabetes mellitus dilakukan dalam beberapa tahapan yaitu persiapan data, perancangan desain program, perancangan program dan pengujian program. Hasil pengujian program menunjukkan bahwa program berhasil menentukan fitur tekstur citra kuku jari tangan berupa mean, variance, skewness, kurtosis dan entropy.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian yang mendapat hibah dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Ristekdikti) berupa Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun 2019.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] IDF (International Diabetes Federation). IDF Diabetes Atlas Eighth edition 2017. International Diabetes Federation. Brussels. Belgia. 2017. (<http://www.diabetesatlas.org>, www.idf.org).
- [2] Gonzales. Rafael C. Digital Image Processing, Second Edition, Prentice Hall. New Jersey. 2002.
- [3] Gregoriou, Starnatis. Nail disorders and systemic disease : what the nails tell us. The Journal of Family Practice Volume 57 No. 8. August, 2008. <http://www.jfponline.com>.
- [4] Kadir. Abdul, Susanto. Adhi. Pengolahan Citra: Teori dan Aplikasi, Penerbit Andi, Yogyakarta. 2012.
- [5] Kurniastuti, Ima. Andini, Ary. Hubungan kadar glukosa darah terhadap komponen warna kuku jari tangan sebagai deteksi dini resiko diabetes melitus. Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. Surabaya. 2018.
- [6] Kurniastuti, Ima. Andini, Ary. Perancangan Program Penentuan Histogram Citra dengan Graphical User Interface (GUI). Applied Technology and Computing Science Journal. Vol 1 No 1. June, 2018.
- [7] Putra, Darma. Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi. Yogyakarta. 2010.
- [8] Selvarajah, S and S.R. Kodituwakku. Analysis and Comparison of Texture Features for Content Based Image Retrieval. International Journal of Latest Trends in Computing. Volume 2 Issue 1. Maret, 2011.

- [9] SRS (Sample Registration System). Indonesia Sample Registration System – Death 2014. Global Health Data Exchange. Institute for Health Metrics and Evaluation. Settle. USA. 2014. (<http://ghd.healthdata.org>).
- [10] WHO (World Helath Organization). Diabetes: Fakta dan Angka (Diabetes: Facts and Numbers Indonesian). World Health Organization (WHO) for Indonesia. Jakarta. 2016. (<http://www.searo.who.int>).

Pengaruh Korelasi Data pada Peramalan Kelembaban Udara Menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Dinita Rahmalia^{1*}, Arif Rohmatullah²

^{1,2} Program Studi Matematika Universitas Islam Darul Ulum, Lamongan

**Corresponding Author*

E-mail: dinitarahmalia@gmail.ac.id

Abstrak

Peramalan cuaca merupakan kegiatan yang penting untuk beberapa aktivitas. Dalam peramalan cuaca, terdapat beberapa komponen yang diamati seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas matahari, dan sebagainya. Berdasarkan penelitian sebelumnya, intensitas matahari dipengaruhi oleh salah satu komponen yaitu kelembaban udara sehingga pada penelitian ini akan dilakukan peramalan pada data kelembaban udara. Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan pada data kelembaban udara menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Dalam ANFIS terdapat beberapa parameter yang akan dioptimisasi yaitu premise parameter dan consequent parameter. ANFIS menggunakan metode hybrid dalam perhitungan. Terdapat dua bagian dari metode hybrid : alur maju dan alur mundur. Simulasi dilakukan pada tiga dataset dengan struktur yang berbeda. Berdasarkan hasil simulasi, hasil peramalan tergantung pada nilai korelasi. Semakin kuat nilai korelasi (korelasi mendekati 1) menghasilkan hasil peramalan yang lebih baik yang ditandai dengan nilai Root of Mean Square Error (RMSE) yang kecil.

Kata Kunci: Regresi, Korelasi, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Metode Hybrid.

Abstract

Weather forecasting is important work for some activities. In weather forecasting, there are some components observed such as air temperature, humidity, sunlight intensity, and so on. Based on previous research, sunlight intensity is affected by humidity so that in this research, it will be applied forecasting on humidity data. In this research, forecasting on humidity data uses Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). In ANFIS there are some parameters which will be optimized such as premise parameter and consequent parameter. ANFIS uses hybrid method in training. There are two parts of hybrid method : forward path and backward path. Simulations are done in three datasets with different structure. Based on simulation results, forecasting results depend on correlation value. Stronger correlation value (correlation approaches to 1) results better forecasting with small Root of Mean Square Error (RMSE).

Keywords: Regression, Correlation, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Hybrid Method

1. PENDAHULUAN

Peramalan cuaca adalah kegiatan yang penting karena akan digunakan untuk memprediksi cuaca yang akan datang berdasarkan beberapa faktor. Pada peramalan cuaca, terdapat beberapa komponen yang diperlukan seperti suhu udara, kelembaban udara, intensitas matahari, dan sebagainya. Berdasarkan data dari kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Indonesia merupakan salah satu negara dengan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) terbesar. Namun pada saat ini beberapa masyarakat telah memanfaatkan energi matahari menggunakan sel surya untuk mengendalikan pemakaian bahan bakar minyak (BBM) di Indonesia. Berdasarkan penelitian sebelumnya, intensitas matahari dipengaruhi oleh salah satu komponen yaitu kelembaban udara (Rahmalia dan Herlambang, 2017) sehingga pada penelitian ini akan dilakukan peramalan pada data kelembaban udara.

Pada penelitian sebelumnya, beberapa metode telah digunakan pada masalah estimasi dan peramalan yaitu metode eksak seperti least square, maximum likelihood (Walpole, 2012), metode heuristik (Rahmalia, 2018), neural network (Rahmalia dan Aini, 2018; Rahmalia dan Pradana, 2019), dan kalman filter (Herlambang dkk, 2018). Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan pada data kelembaban udara menggunakan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Karena hasil peramalan tergantung pada nilai korelasi data, maka pada penelitian ini juga meneliti tentang pengaruh korelasi data pada peramalan kelembaban udara (Han, 2012).

Aplikasi fuzzy logic telah banyak digunakan, misalkan untuk masalah pengelompokkan atau klasterisasi pada data (Rahmalia dan Herlambang, 2018) maupun peramalan dan estimasi pada data (Shing dan Jang, 1993; Suparta dan Alhasa, 2016). Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) diperkenalkan oleh Jang pada tahun 1993. Algoritma ini digunakan karena algoritma Backpropagation yang dipakai untuk melatih parameter masih memberikan konvergensi yang lambat. Algoritma ANFIS menggunakan metode hybrid dalam optimisasi parameternya (Shing dan Jang, 1993; Suparta dan Alhasa, 2016). ANFIS menggunakan metode hybrid dalam perhitungan. Terdapat dua bagian dari metode hybrid yaitu alur maju dan alur mundur. Pada alur maju, sinyal bergerak maju dan consequent parameter dihitung dengan Least Square Estimator (LSE). Pada alur mundur, laju error bergerak mundur dan premise parameter diupdate dengan penurunan gradient (gradient descent).

Simulasi dilakukan pada tiga dataset dengan struktur yang berbeda berdasarkan nilai korelasi. Dari data yang digunakan, akan dihitung korelasi antara input dan output. Sebelum simulasi ANFIS dilakukan, partisi data ke dalam data training dan data testing. Setelah simulasi ANFIS dilakukan, hasil peramalan tergantung pada nilai korelasi antara input dan output. Semakin kuat nilai korelasi yaitu korelasi mendekati satu, menghasilkan hasil peramalan yang lebih optimal yang dapat dilihat dengan nilai Root of Mean Square Error (RMSE) yang kecil.

2. STUDI LITERATUR

2.1. Korelasi Data

Korelasi adalah hubungan linear antara dua variabel x dengan y . Koefisien korelasi dapat dihitung berdasarkan persamaan (1). Nilai dari koefisien korelasi adalah antara $-1 \leq r \leq 1$. Jika korelasi bernilai +1, maka hubungan dua variabel adalah sempurna dan berbanding positif. Sedangkan jika korelasi bernilai -1, maka hubungan dua variabel adalah sempurna dan berbanding negatif. Jika korelasi bernilai 0, maka tidak ada hubungan antara dua variabel x dengan y (Walpole, 2012).

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}} \quad (1)$$

dengan:

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (2)$$

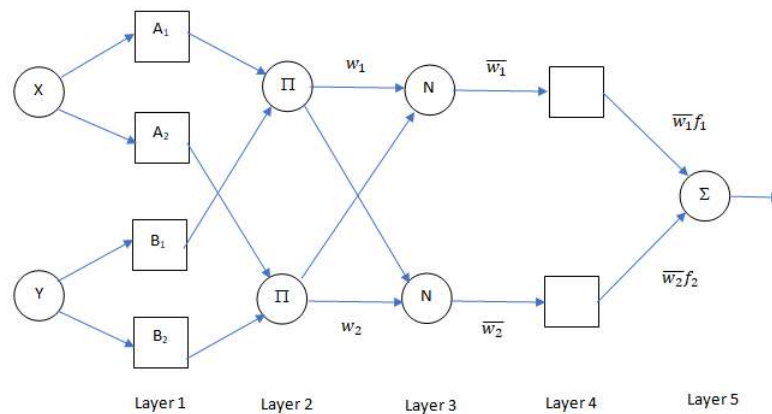
$$S_{xx} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

$$S_{yy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (4)$$

2.2. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS) diperkenalkan oleh Jang pada tahun 1993. Algoritma ini digunakan karena algoritma Backpropagation yang dipakai untuk melatih parameter masih memberikan konvergensi yang lambat. Algoritma ANFIS menggunakan metode hybrid dalam proses optimisasi parameternya (Shing dan Jang, 1993; Suparta dan Alhasa, 2016).

Pada ANFIS terdapat lima layer dengan diagram dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS)

Misalkan terdapat dua input yaitu x dan y , dan satu output f . Misalkan aturan fuzzy yang digunakan yaitu :

Aturan (Rule) 1 : Jika x adalah A_1 dan y adalah B_1 maka $f_1 = p_1x + q_1y + r_1$

Aturan (Rule) 2 : Jika x adalah A_2 dan y adalah B_2 maka $f_2 = p_2x + q_2y + r_2$

Dimana A_1, A_2 adalah fungsi keanggotaan untuk x sedangkan B_1, B_2 adalah fungsi keanggotaan untuk y . Parameter p_1, q_1, r_1 dan p_2, q_2, r_2 adalah parameter akibat (consequent parameters) pada aturan 1 dan aturan 2.

Layer 1. Setiap titik pada layer ini merupakan fungsi parameter sehingga output dari setiap titik adalah nilai derajat keanggotaan yang diberikan oleh input dari fungsi keanggotaan.

$$O_{1,i} = \mu_{A_i}(x) \quad i = 1, 2 \quad O_{1,i} = \mu_{B_{i-2}}(y) \quad i = 3, 4 \quad (5)$$

Fungsi keanggotaan yang digunakan secara umum adalah fungsi keanggotaan Gaussian

$$\mu(x) = \exp\left(-\left(\frac{x-c}{a}\right)^2\right) \text{ atau fungsi keanggotaan generalized bell } \mu(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{a}\right)^{2b}}$$

Parameter a, b, c dari fungsi keanggotaan tersebut adalah parameter sebab (premise parameter).

Layer 2. Setiap titik pada layer merupakan adalah kekuatan untuk setiap aturan. Output titik ini adalah hasil perkalian dari sinyal yang datang ke dalam titik ini untuk dikirimkan ke titik berikutnya.

$$O_{2i} = w_i = \mu_{Ai}(x) * \mu_{Bi}(y) \quad i = 1,2 \quad (6)$$

Layer 3. Setiap titik pada layer merupakan adalah perbandingan antara kekuatan aturan ke-i dan penjumlahan dari semua kekuatan aturan. Hasil perbandingan ini disebut sebagai kekuatan aturan normal.

$$O_{3i} = \overline{w_i} = \frac{w_i}{\sum_i w_i} \quad i = 1,2 \quad (7)$$

Layer 4. Setiap titik pada layer merupakan adalah fungsi yang didefinisikan sebagai berikut :

$$O_{4i} = \overline{w_i} f_i = \overline{w_i} (p_i x + q_i y + r_i) \quad i = 1,2 \quad (8)$$

Layer 5. Titik pada layer merupakan adalah penjumlahan dari setiap titik pada layer 4.

$$O_5 = \sum_i \overline{w_i} f_i \quad (9)$$

2.3. Metode Hybrid

Metode hybrid diperkenalkan oleh Jang pada tahun 1993 untuk melatih consequent parameter dan premise parameter. Terdapat dua bagian dari metode hybrid yaitu alur maju dan alur mundur. Pada alur maju, sinyal bergerak maju sampai layer 4 dan consequent parameter dihitung dengan Least Square Estimator (LSE). Pada alur mundur, laju error bergerak mundur dan premise parameter diupdate dengan penurunan gradient (gradient descent). Satu iterasi dari metode hybrid disebut epoch. Metode hybrid mengkombinasikan LSE dan penurunan gradient supaya dapat memberikan laju konvergensi yang lebih cepat daripada Backpropagation (Shing dan Jang, 1993; Suparta dan Alhasa, 2016).

a. Optimisasi pada Premise Parameter

Premise parameter a, b, c dapat dilatih menggunakan Backpropagation dan penurunan gradient (gradient descent) sebagai berikut: Misalkan jaringan memiliki L layer dan pada layer ke k memiliki $\#(k)$ titik, sehingga titik i pada layer ke k adalah (k, i) dengan titik output adalah O_i^k . Misalkan data training memiliki jumlah p , sehingga jumlah kuadrat error E_p adalah:

$$E_p = \sum_{m=1}^{\#(L)} (T_{m,p} - O_{m,p}^L)^2 \quad (10)$$

Dengan $T_{m,p}$ adalah nilai target komponen ke m dari data ke p dan $O_{m,p}^L$ adalah output komponen ke m pada layer L dari data ke p . Seluruh pengukuran untuk N data training dapat dihitung dengan $E = \sum_{p=1}^N E_p$

Setelah nilai E_p ditentukan, hitung gradient descent pada layer ke L

$$\frac{\partial E_p}{\partial O_{i,p}^L} = -2(T_{i,p} - O_{i,p}^L) \quad (11)$$

Pada titik (k, i) secara umum dapat dihitung menggunakan aturan rantai persamaan 12.

$$\frac{\partial E_p}{\partial O_{i,p}^k} = \sum_{m=1}^{\#(k+1)} \frac{\partial E_p}{\partial O_{m,p}^{k+1}} \cdot \frac{\partial O_{m,p}^{k+1}}{\partial O_{i,p}^k} \quad (12)$$

Untuk setiap $1 \leq i \leq \#(k)$ dengan $1 \leq k \leq L-1$

Jika α adalah premise parameter dari jaringan, maka aturan rantainya seperti persamaan 13, dengan S adalah himpunan titik yang outputnya tergantung pada α .

$$\frac{\partial E_p}{\partial \alpha} = \sum_{o' \in S} \frac{\partial E_p}{\partial O^{*}} \cdot \frac{\partial O^{*}}{\partial \alpha} \quad (13)$$

Keseluruhan nilai error untuk N data training dapat dihitung menggunakan persamaan 14.

$$\frac{\partial E}{\partial \alpha} = \sum_{p=1}^N \frac{\partial E_p}{\partial \alpha} \quad (14)$$

Update premise parameter menggunakan persamaan 15 dan persamaan 16.

$$\Delta \alpha = -\eta \frac{\partial E}{\partial \alpha} \quad (15)$$

$$\alpha_{new} = \alpha_{old} - \Delta \alpha = \alpha_{old} - \left(-\eta \frac{\partial E}{\partial \alpha} \right) \quad (16)$$

dengan η adalah learning rate.

b. Optimisasi pada Consequent Parameter

Optimisasi pada consequent parameter adalah menggunakan Least Square Estimation (LSE). Misalkan kombinasi linear dari output adalah:

$$\begin{aligned}
 f &= \bar{w}_1 f_1 + \bar{w}_2 f_2 \\
 f &= \bar{w}_1 (p_1 x + q_1 y + r_1) + \bar{w}_2 (p_2 x + q_2 y + r_2) \\
 f &= (\bar{w}_1 x) p_1 + (\bar{w}_1 y) q_1 + (\bar{w}_1) r_1 + (\bar{w}_2 x) p_2 + (\bar{w}_2 y) q_2 + (\bar{w}_2) r_2
 \end{aligned} \tag{17}$$

Untuk N data training dapat dibentuk menjadi sistem persamaan linear.

$$\begin{aligned}
 (\bar{w}_1 x)_1 p_1 + (\bar{w}_1 y)_1 q_1 + (\bar{w}_1) r_1 + (\bar{w}_2 x)_1 p_2 + (\bar{w}_2 y)_1 q_2 + (\bar{w}_2) r_2 &= f_1 \\
 (\bar{w}_1 x)_2 p_1 + (\bar{w}_1 y)_2 q_1 + (\bar{w}_1) r_1 + (\bar{w}_2 x)_2 p_2 + (\bar{w}_2 y)_2 q_2 + (\bar{w}_2) r_2 &= f_2 \\
 \vdots \\
 (\bar{w}_1 x)_N p_1 + (\bar{w}_1 y)_N q_1 + (\bar{w}_1) r_1 + (\bar{w}_2 x)_N p_2 + (\bar{w}_2 y)_N q_2 + (\bar{w}_2) r_2 &= f_N
 \end{aligned} \tag{18}$$

Bentuk sistem persamaan linear dapat dibuat menjadi bentuk matriks $A\theta = Y$:

$$\begin{bmatrix}
 (\bar{w}_1 x)_1 & (\bar{w}_1 y)_1 & (\bar{w}_1) & (\bar{w}_2 x)_1 & (\bar{w}_2 y)_1 & (\bar{w}_2) \\
 (\bar{w}_1 x)_2 & (\bar{w}_1 y)_2 & (\bar{w}_1) & (\bar{w}_2 x)_2 & (\bar{w}_2 y)_2 & (\bar{w}_2) \\
 \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\
 (\bar{w}_1 x)_N & (\bar{w}_1 y)_N & (\bar{w}_1) & (\bar{w}_2 x)_N & (\bar{w}_2 y)_N & (\bar{w}_2)
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 p_1 \\
 q_1 \\
 r_1 \\
 p_2 \\
 q_2 \\
 r_2
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 f_1 \\
 f_2 \\
 \vdots \\
 f_N
 \end{bmatrix} \tag{19}$$

Sehingga matriks $\theta = [p_1 \quad q_1 \quad r_1 \quad p_2 \quad q_2 \quad r_2]^T$ dapat dihitung menggunakan LSE :

$$\theta = (A^T A)^{-1} A^T Y \tag{20}$$

c. Perhitungan Root of Mean Square Error (RMSE)

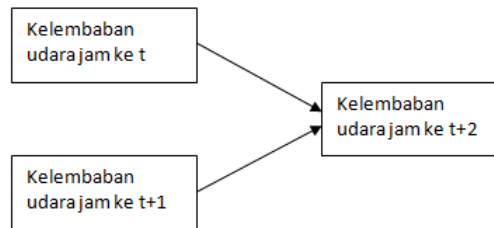
Setelah iterasi satu epoch dilakukan, dilakukan perhitungan nilai Root of Mean Square Error (RMSE) sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{p} \sum_{d=1}^p \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (T_{dk} - Y_{dk})^2} \tag{21}$$

dengan T_{dk} adalah nilai target dan Y_{dk} adalah hasil keluaran di unit output.

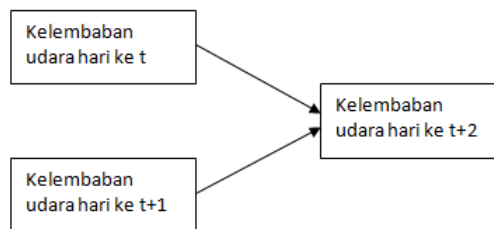
3. METODOLOGI

Pada penelitian ini, berdasarkan hasil korelasi, tiga dataset yang berbeda akan digunakan, yaitu dataset 1, dataset 2, dan dataset 3. Dataset 1 terdiri dari input yaitu kelembaban udara pada jam ke t dan kelembaban udara pada jam ke $t+1$, sedangkan output adalah kelembaban udara pada jam ke $t+2$. Konstruksi dataset 1 dapat dibentuk pada Gambar 2.



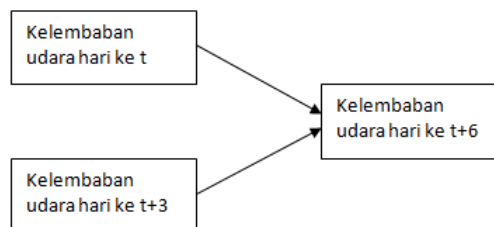
Gambar 2. Input dan Output pada Dataset 1

Dataset 2 terdiri dari input yaitu kelembaban udara pada hari ke t dan kelembaban udara pada hari ke $t+1$, sedangkan output adalah kelembaban udara pada hari ke $t+2$. Konstruksi dataset 2 dapat dibentuk pada Gambar 3.



Gambar 3. Input dan Output pada Dataset 2

Dataset 3 terdiri dari input yaitu kelembaban udara pada hari ke t dan kelembaban udara pada hari ke $t+3$, sedangkan output adalah kelembaban udara pada hari ke $t+6$. Konstruksi dataset 3 dapat dibentuk pada Gambar 4.



Gambar 4. Input dan Output pada Dataset 3

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dipakai dalam penelitian ini adalah data kelembaban udara (%) di Jakarta selama bulan Januari-Juli 2012 dengan jumlah 200 data. Dari data tersebut akan dihitung korelasi data antara input dan output dan dilakukan simulasi menggunakan ANFIS. Parameter ANFIS yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter pada ANFIS

No	Parameter	Jumlah
1	Maksimum epoch	30
2	Jumlah fungsi keanggotaan (generalized bell)	2(input 1), 2(input 2)
3	Jumlah aturan fuzzy	$2 \times 2 = 4$
4	Jumlah consequent parameter (linear parameter)	$3 \times 4 = 12$
5	Jumlah premise parameter (non linear parameter)	$3 \times 4 = 12$

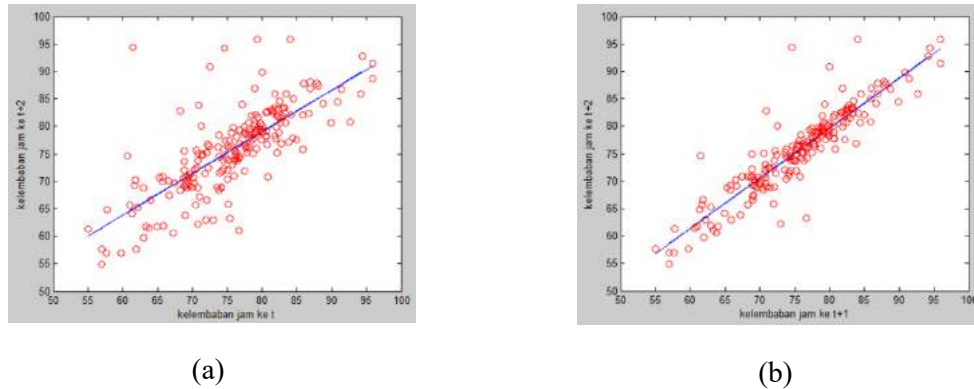
Sebelum simulasi ANFIS diterapkan, partisi data menjadi data training sebesar 80% dan data testing sebesar 20%. Dari 200 data, data yang digunakan pada data testing adalah data kelipatan 5, yaitu data 5, 10, 15, ..., 200 sehingga diperoleh data sebanyak 40, sedangkan data yang digunakan pada data training adalah data bukan kelipatan 5 sehingga diperoleh data sebanyak 160.

4.1 Hasil Korelasi Data

Hasil korelasi data pada dataset 1 ditunjukkan pada Gambar 5(a) dan Gambar 5(b) serta Tabel 2 adalah perhitungan nilai korelasi menggunakan persamaan (1). Gambar 5(a) adalah grafik korelasi kelembaban udara pada jam ke t sebagai variabel x dengan kelembaban udara pada jam ke $t+2$ sebagai variabel y . Gambar 5(b) adalah grafik korelasi kelembaban udara pada jam ke $t+1$ sebagai variabel x dengan kelembaban udara pada jam ke $t+2$ sebagai variabel y .

Tabel 2. Hasil Korelasi Dataset 1

Variabel x	Variabel y	Nilai Korelasi
Kelembaban udara pada jam ke t	Kelembaban udara pada jam ke $t+2$	0,751
Kelembaban udara pada jam ke $t+1$	Kelembaban udara pada jam ke $t+2$	0,909

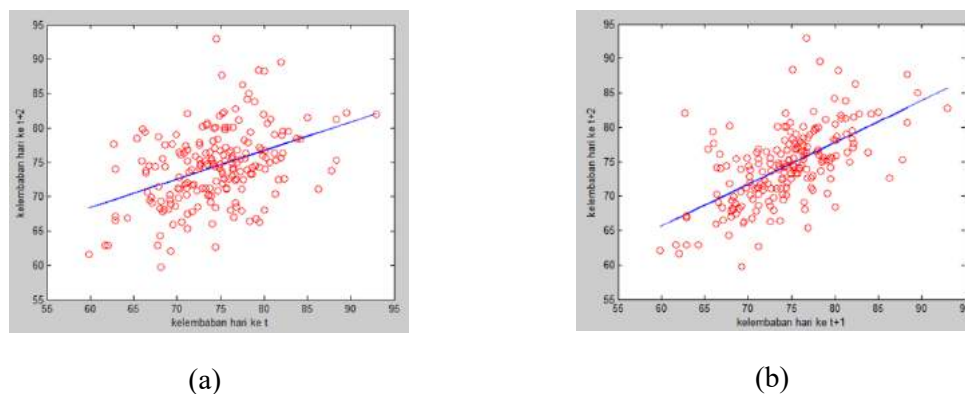


Gambar 5. Korelasi pada Dataset 1.

Hasil korelasi data pada dataset 2 ditunjukkan pada Gambar 6(a) dan Gambar 6(b) serta Tabel 3 adalah perhitungan nilai korelasi menggunakan persamaan (1). Gambar 6(a) adalah grafik korelasi kelembaban udara pada hari ke t sebagai variabel x dengan kelembaban udara pada hari ke $t+2$ sebagai variabel y . Gambar 6(b) adalah grafik korelasi kelembaban udara pada hari ke $t+1$ sebagai variabel x dengan kelembaban udara pada hari ke $t+2$ sebagai variabel y .

Tabel 3. Hasil Korelasi Dataset 2

Variabel x	Variabel y	Nilai Korelasi
Kelembaban udara pada hari ke t	Kelembaban udara pada hari ke $t+2$	0,416
Kelembaban udara pada hari ke $t+1$	Kelembaban udara pada hari ke $t+2$	0,608

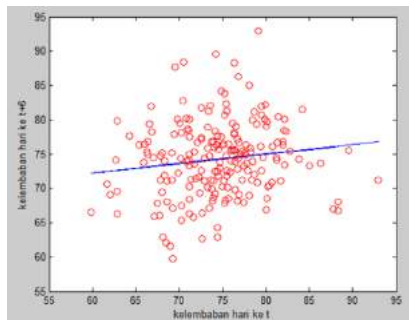


Gambar 6. Korelasi pada Dataset 2.

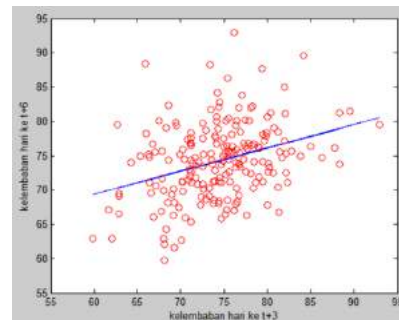
Hasil korelasi data pada dataset 3 ditunjukkan pada Gambar 7(a) dan Gambar 7(b) serta Tabel 3 adalah perhitungan nilai korelasi menggunakan persamaan (1). Gambar 7(a) adalah grafik korelasi kelembaban udara pada hari ke t sebagai variabel x dengan kelembaban udara pada hari ke $t+6$ sebagai variabel y . Gambar 7(b) adalah grafik korelasi kelembaban udara pada hari ke $t+3$ sebagai variabel x dengan kelembaban udara pada hari ke $t+6$ sebagai variabel y .

Tabel 4. Hasil Korelasi Dataset 3

Variabel x	Variabel y	Nilai Korelasi
Kelembaban udara pada hari ke t	Kelembaban udara pada hari ke $t+6$	0,136
Kelembaban udara pada hari ke $t+3$	Kelembaban udara pada hari ke $t+6$	0,336



(a)

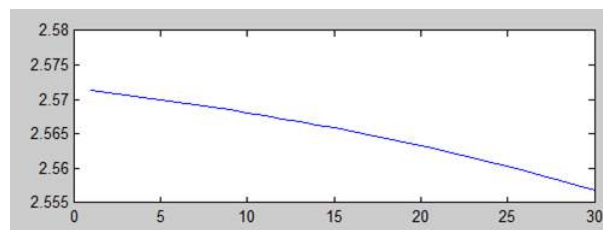


(b)

Gambar 7. Korelasi pada Dataset 3.

4.2 Simulasi ANFIS pada Dataset 1

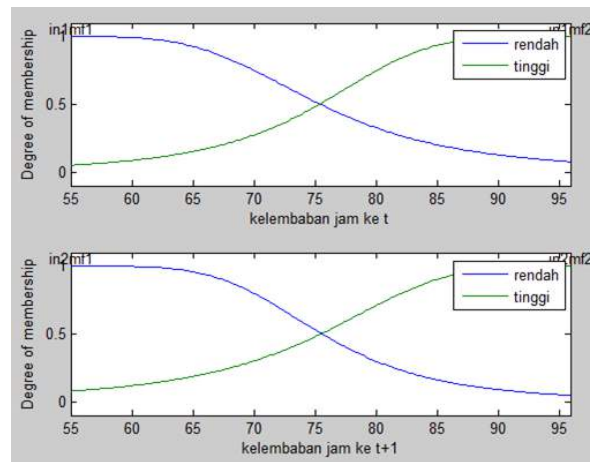
Dari hasil korelasi data pada dataset 1, kelembaban udara pada jam ke $t+2$ dipengaruhi oleh kelembaban udara pada jam ke t dan jam ke $t+1$. Ketika proses optimisasi ANFIS diterapkan, proses konvergensi pada nilai Root of Mean Square Error (RMSE) data training dapat dilihat pada Gambar 8 dan menghasilkan nilai RMSE data training 2,557 dan nilai RMSE data testing 3,637.



Gambar 8. Proses Konvergensi Root of Mean Square Error (RMSE) dari Data Training

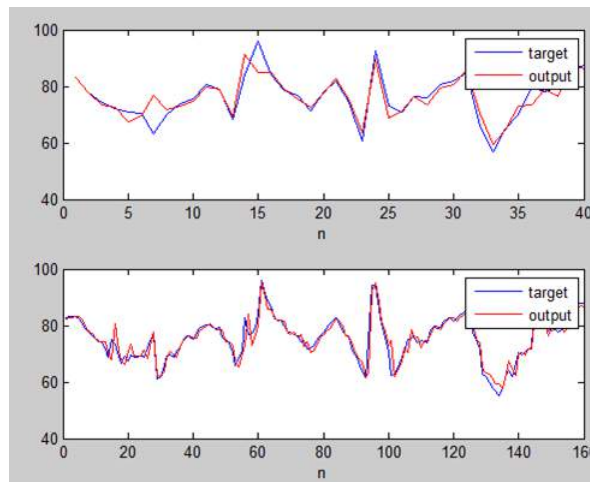
Premise parameter optimal akan menghasilkan fungsi keanggotaan (generalized bell) optimal seperti pada Gambar 9. Gambar 9 (atas) adalah fungsi keanggotaan optimal pada input 1, yaitu

kelembaban udara pada jam ke t sedangkan Gambar 9 (bawah) adalah fungsi keanggotaan optimal pada input 2, yaitu kelembaban udara pada jam ke $t+1$.



Gambar 9. Hasil Optimisasi pada Fungsi Keanggotaan Kelembaban pada Jam ke t (Atas), Kelembaban pada Jam ke $t+1$ (Bawah)

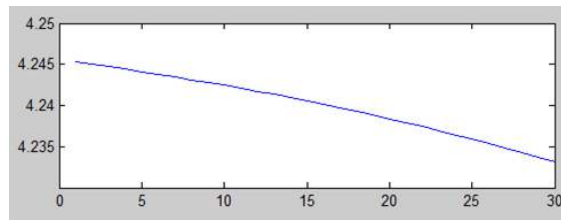
Hasil peramalan antara nilai target dengan output dapat dilihat pada Gambar 10. Gambar 10 (atas) adalah hasil peramalan antara nilai target dengan output pada data testing sebanyak 40 data. Gambar 10 (bawah) adalah hasil peramalan antara nilai target dengan output pada data training sebanyak 160 data.



Gambar 10. Perbandingan Nilai Target dan Output pada Data Testing (Atas) dan Data Training (Bawah)

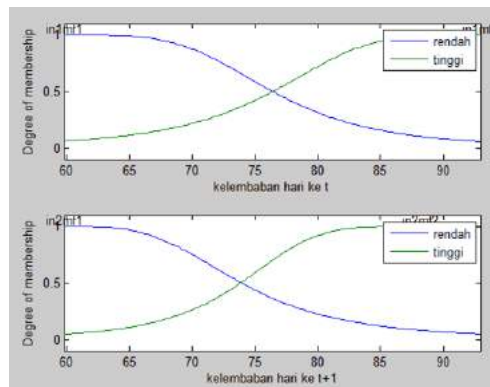
4.3 Simulasi ANFIS pada Dataset 2

Dari hasil korelasi data pada dataset 2, kelembaban udara pada hari ke $t+2$ dipengaruhi oleh kelembaban udara pada hari ke t dan hari ke $t+1$. Ketika proses optimisasi ANFIS diterapkan, proses konvergensi pada nilai Root of Mean Square Error (RMSE) data training dapat dilihat pada Gambar 11 dan menghasilkan nilai RMSE data training 4,233 dan nilai RMSE data testing 4,297.



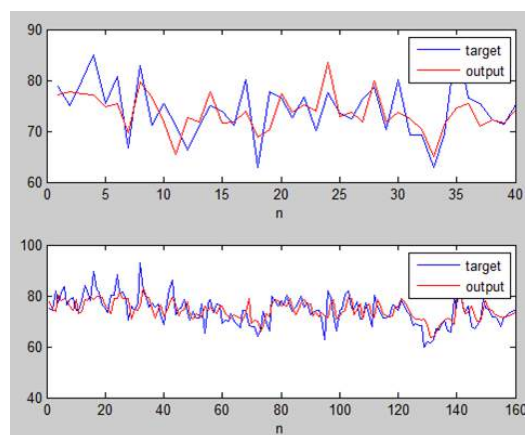
Gambar 11. Proses Konvergensi Root of Mean Square Error (RMSE) dari Data Training

Premise parameter optimal akan menghasilkan fungsi keanggotaan (generalized bell) optimal seperti pada Gambar 12. Gambar 12 (atas) adalah fungsi keanggotaan optimal pada input 1, yaitu kelembaban udara pada hari ke t sedangkan Gambar 12 (bawah) adalah fungsi keanggotaan optimal pada input 2, yaitu kelembaban udara pada hari ke $t+1$.



Gambar 12. Hasil Optimisasi pada Fungsi Keanggotaan Kelembaban pada Hari ke t (Atas), Kelembaban pada Hari ke $t+1$ (Bawah)

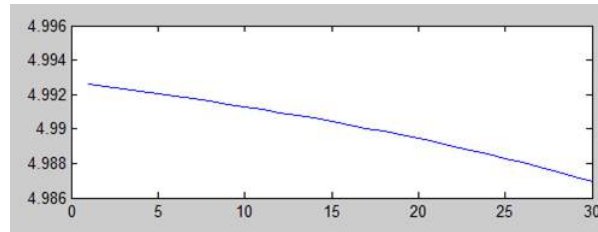
Hasil peramalan antara nilai target dengan output dapat dilihat pada Gambar 13. Gambar 13 (atas) adalah hasil peramalan antara nilai target dengan output pada data testing sebanyak 40 data. Gambar 13 (bawah) adalah hasil peramalan antara nilai target dengan output pada data training sebanyak 160 data.



Gambar 13. Perbandingan Nilai Target dan Output pada Data Testing (Atas) dan Data Training (Bawah)

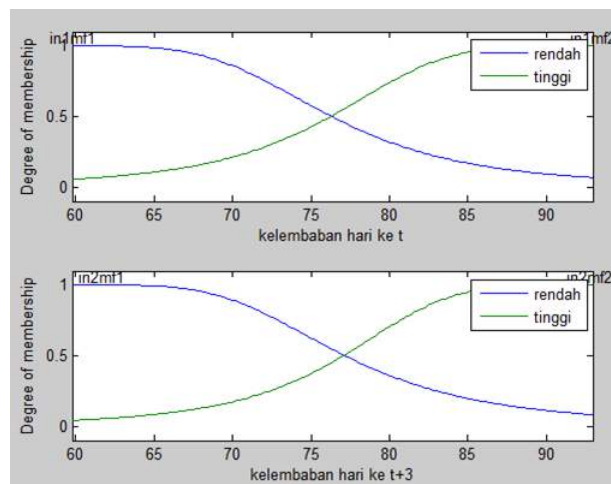
4.4 Simulasi ANFIS pada Dataset 3

Dari hasil korelasi data pada dataset 3, kelembaban udara pada hari ke $t+6$ dipengaruhi oleh kelembaban udara pada hari ke t dan hari ke $t+3$. Ketika proses optimisasi ANFIS diterapkan, proses konvergensi pada nilai Root of Mean Square Error (RMSE) data training dapat dilihat pada Gambar 14 dan menghasilkan nilai RMSE data training 4,987 dan nilai RMSE data testing 5,699.



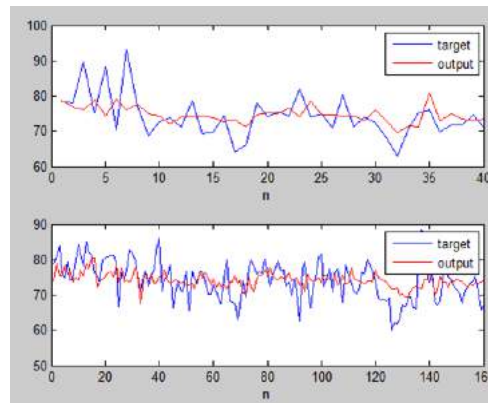
Gambar 14. Proses Konvergensi Root of Mean Square Error (RMSE) dari Data Training

Premise parameter optimal akan menghasilkan fungsi keanggotaan (generalized bell) optimal seperti pada Gambar 15. Gambar 15 (atas) adalah fungsi keanggotaan optimal pada input 1, yaitu kelembaban udara pada hari ke t sedangkan Gambar 15 (bawah) adalah fungsi keanggotaan optimal pada input 2, yaitu kelembaban udara pada hari ke $t+3$.



Gambar 15. Hasil Optimisasi pada Fungsi Keanggotaan Kelembaban pada Hari ke t (Atas), Kelembaban pada Hari ke $t+3$ (Bawah)

Hasil peramalan antara nilai target dengan output dapat dilihat pada Gambar 16. Gambar 16 (atas) adalah hasil peramalan antara nilai target dengan output pada data testing sebanyak 40 data. Gambar 16 (bawah) adalah hasil peramalan antara nilai target dengan output pada data training sebanyak 160 data.



Gambar 16. Perbandingan Nilai Target dan Output pada Data Testing (Atas) dan Data Training (Bawah)

5. KESIMPULAN

ANFIS menggunakan metode hybrid dalam perhitungan. Terdapat dua bagian dari metode hybrid yaitu alur maju dan alur mundur. Pada alur maju, sinyal bergerak maju sampai layer 4 dan consequent parameter dihitung dengan Least Square Estimator (LSE). Pada alur mundur, laju error bergerak mundur dan premise parameter diupdate dengan penurunan gradient (gradient descent). Nilai korelasi antara input dan output memberikan pengaruh pada hasil peramalan menggunakan ANFIS. Simulasi dilakukan pada tiga dataset dengan struktur yang berbeda berdasarkan nilai korelasi. Berdasarkan hasil simulasi, hasil peramalan tergantung pada nilai korelasi. Semakin kuat nilai korelasi yaitu korelasi mendekati satu, memberikan hasil peramalan yang lebih optimal yang dapat dilihat dengan nilai RMSE yang kecil.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas dana Penelitian Dosen Pemula tahun 2019.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Han, J., Kamber, M., Pei, J. Data Mining Concepts and Techniques, Elsevier, USA. 2012
- [2] Herlambang, T., Mufarrikoh, Z., Karya, D.F, Rahmalia, D. Estimation of Water Level and Steam Temperature Using Ensemble Kalman Filter Square Root (EnKF-SR), *Journal of Physics : Conference Series*, Vol 1008, No. 1. 2018.
- [3] Herlambang, T., Rasyid, R.A., Hartatik, S., Rahmalia, D. Estimasi Posisi Mobile Robot Menggunakan Metode Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter (AK-UKF), *Technology Science and Engineering Journal*, Vol 1, No.2. 2017.
- [4] Rahmalia, D., Herlambang, T. Application Kohonen Network and Fuzzy C Means for Clustering Airports Based on Frequency of Flight, *Kinetik : Game Technology, Information System, Computer Network, Computing*, Vol. 3, No. 3, pp. 229-236. 2018.
- [5] Rahmalia, D., Aini, N. Pengaruh Korelasi Data pada Peramalan Suhu Udara Menggunakan Backpropagation Neural Network, *Zeta-Math Journal*, Vol 4, No.1, pp. 1-6. 2018.
- [6] Rahmalia, D., Herlambang, T. "Prediksi Cuaca Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization-Neural Network (PSOENN)", *Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya Universitas Airlangga*, Surabaya. 2017.
- [7] Rahmalia, D. Estimation of Exponential Smoothing Parameter on Pesticide Characteristic Forecast Using Ant Colony Optimization (ACO), *Eksakta : Jurnal Ilmu-ilmu MIPA*, Vol 18, No.1, pp. 56-63. 2018.

- [8] Rahmalia, D., Pradana, M.S. Backpropagation Neural Network pada Data yang tak Stasioner (Studi Kasus: Jumlah Penderita Penyakit Ebola), *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, Vol 3, No.1, pp. 32-42. 2019.
- [9] Shing, J., Jang, R. ANFIS : Adaptive Network Based Fuzzy Inference System, *IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics*, Vol 23, No. 3, pp. 665-685.1993.
- [10] Suparta, W., Alhasa, K.M. Modelling of Tropospheric Delays Using ANFIS, *SpringerBriefs in Meteorology*. 2016.
- [11] Walpole, R.E., Myers, R.H., Myers, S.L. Probability & Statistics for Engineers & Scientists, Prentice Hall, USA. 2012.

Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Berbasis Web dalam Rangka Mendukung Evaluasi Kinerja Akademik dan Dosen di Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Ibrahimy

Ahmad Homaidi^{1*}, Atika Lina²

¹Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo

²Program Studi Manajemen Informatika, Universitas Ibrahimy Sukorejo Situbondo

**Corresponding Author*

E-mail: ¹ aidye89@gmail.com, ² atikaqween.01@gmail.com

Abstrak

AMIK Ibrahimy Sukorejo Situbondo secara berkala mengadakan evaluasi kinerja dosen setiap akhir perkuliahan seperti pada waktu Ujian Akhir Semester. Kegiatan ini dilakukan untuk menilai kinerja dosen pada perkuliahan, dengan beberapa kriteria nilai yang telah ditentukan dari pihak AMIK Ibrahimy. Sistem evaluasi ini dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada mahasiswa yang kemudian direkap sebagai laporan yang ditujukan kepada direktur. Dan hasil rekapan evaluasi kinerja dosen didistribusikan kepada masing-masing dosen, sehingga dapat mengetahui hasil evaluasi kinerja. Akan tetapi, dengan menggunakan prosedur tersebut membutuhkan waktu lama dalam proses penyebaran angket kuesioner kepada mahasiswa, hal ini terjadi karena tidak adanya petugas khusus dalam menangani kegiatan evaluasi kinerja dosen tersebut. Untuk membantu meminimalisir permasalahan tersebut, perlu dirancang Sistem Informasi Manajemen Evaluasi Kinerja Akademik dan Dosen AMIK Ibrahimy. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat membantu mempercepat pemrosesan penilaian yang selama ini cukup menyita waktu. Sistem ini dibuat menggunakan metode waterfall dengan beberapa tahapan yang dilakukan mulai dari Requirement sampai Maintenance. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah evaluasi kinerja yang selama ini terjadi. Hasil pengujian menjadi tolak ukur apakah sistem ini berjalan dengan baik atau tidak. Tingkat kesesuaian perancangan sistem manajemen evaluasi kinerja ini dapat membantu evaluasi terhadap pelayanan akademi dan kinerja dari dosen.

Kata Kunci: sistem informasi, evaluasi kinerja, berbasis web

Abstract

AMIK Ibrahimy Sukorejo Situbondo periodically conducts lecturers' performance evaluations at the end of each lecture such as during the Final Semester Examination. This activity is carried out to assess the performance of lecturers in lectures, with some predetermined value criteria from AMIK Ibrahimy. This evaluation system is carried out by giving questionnaires to students which are then recapitulated as a report addressed to the director. And the results of the lecturer performance evaluation are distributed to each lecturer, so they can find out the results of the performance evaluation. However, using this procedure takes a long time in the process of distributing questionnaires to students, this happens because there is no special officer in handling the lecturer performance evaluation activities. To help minimize these problems, it was necessary to design Management Information Systems for Academic Performance Evaluation and AMIK Lecturer Ibrahimy. The existence of this system was expected to help speed up the processing of assessments which have been quite time consuming. This system was made using the waterfall method with several stages carried out starting from Requirements to Maintenance. From the results of this study it was expected to overcome the problems of performance evaluation that have occurred so far. The test results became a benchmark whether the system was running well or not. The level of appropriateness of the design of the performance management evaluation system can help the evaluation of academic services and the performance of lecturers.

Keywords: information system, performance evaluation, web based

1. PENDAHULUAN

AMIK Ibrahimy dalam rangka menjunjung tinggi nilai Tri Dharma perguruan tinggi memerlukan penilaian kinerja layanan akademi dan dosen yang berdasarkan Tri Dharma perguruan tinggi. Dedi Rianto Rahadi dalam Manajemen Kinerja Sumber Daya Manusia menyatakan, “kinerja pegawai harus dikelola atau dimanaj, terutama untuk mencapai produktivitas dan efektivitas dalam rangka merancang bangun kesuksesan, baik secara individu maupun organisasi”(Rahadi, 2010). Pelayanan akademi sebagai penjamin mutu internal bagi mahasiswa dalam perguruan tinggi salah satunya dalam bidang sumber daya manusia (SDM). Sebagaimana yang dikemukakan oleh Direktorat Penjamin Mutu Kementrian Riset dan Teknologi dalam Pedoman Sistem Penjamin Mutu Perguruan Tinggi, bahwa SPMI bertujuan untuk meningkatkan mutu pendidikan tinggi secara berencana danberkelanjutan. Tujuan ini hanya dapat dicapai apabila perguruan tinggi telah mengimplementasikan SPMI dengan baik dan benar, dan luarannya dapat digunakan untuk akreditasi (Kemeristekdikti, 2016). Selain daripada hal tersebut, manajemen kinerja harus dimulai dari sejak tahap perencanaan prestasi dengan menetapkan apa atau yang bagaimana harus dicapai, dan kegiatan apa saja yang harus dilakukan untuk mencapainya (Ruky, 2006). Salah satu yang harus dilakukan untuk peningkatan mutu adalah dengan evaluasi kinerja sumber daya manusia, yaitu khususnya kaitannya dengan dosen. Karena dosen adalah salah satu komponen utama dalam sistem pendidikan pada perguruan tinggi. Peran, tugas, serta tanggung jawab dosen sangatlah penting dalam mewujudkan tujuan pendidikan nasional, yaitu meningkatkan kualitas mahasiswa dengan menguasai ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni. Untuk melaksanakan fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat strategis tersebut, diperlukan dosen yang profesional dalam proses belajar mengajar supaya bisa mencapai tujuan yang optimal (Rico & Lestari, 2018). Sukses tidaknya seorang dosen dalam melaksanakan tugas yang telah dibebankan kepadanya tidak dapat dilihat dari kegiatan kesehariannya. Sangat diperlukan kegiatan evaluasi dosen yang bertujuan untuk meningkatkan profesionalisme dosen dalam melaksanakan tugas.

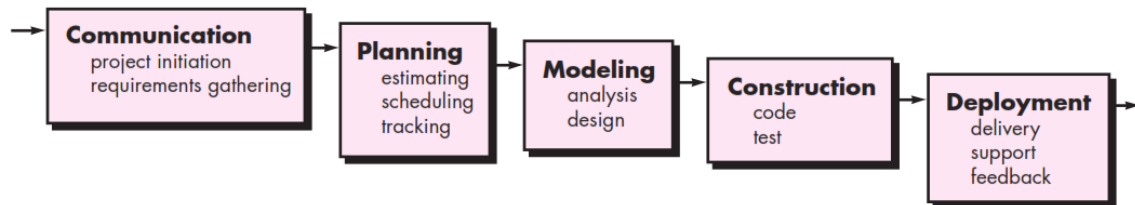
AMIK Ibrahimy Sukorejo Situbondo secara berkala mengadakan evaluasi kinerja dosen setiap akhir perkuliahan seperti pada waktu Ujian Akhir Semester (UAS). Kegiatan ini dilakukan untuk menilai kinerja dosen pada perkuliahan, dengan beberapa kriteria nilai yang telah ditentukan, antara lain: 1) kurang; 2) cukup; 3) baik; dan 4) sangat baik; yang disajikan dalam bentuk angket kuesioner, pengisian kuisisioner dilakukan oleh mahasiswa, lalu rekap kuesioner sebagai laporan yang ditujukan kepada direktur. Hasil rekap evaluasi tersebut kemudian diberikan kepada dosen yang bersangkutan untuk mengetahui hasil evaluasi selama satu semester (Ibrahimy, 2015). Prosedur yang dilakukan ini masih memakan banyak waktu dikarenakan tidak ada petugas khusus yang mengurus keperluan evaluasi kinerja tersebut (Febrianty & Divianto, 2017). Berdasarkan permasalahan yang dialami oleh pihak AMIK Ibrahimy dalam mengukur kinerja akademi dan dosen, maka untuk membantu mengurangi atau meminimalisir permasalahan tersebut, perlu adanya penelitian tentang Manajemen Evaluasi Kinerja Akademi dan Dosen AMIK Ibrahimy.

2. METODOLOGI

Membangun sistem yang baik memerlukan tahapan-tahapan yang jelas untuk ditempuh, sehingga sistem yang dihasilkan benar-benar sesuai (Mutazam, Samsumar, & Arwidiyarti, 2018). Oleh karena itu, dalam mengembangkan perangkat lunak (*software*) harus mengikuti model pengembangan sistem SDLC, yaitu *System Development Life Cycle* (Ahmad, 2016).

Perancangan dan pembangunan sistem informasi manajemen evaluasi kinerja akademi dan

dosen di AMIK Ibrahimy ini menggunakan metode klasik dari model SDLC, yaitu metode *waterfall*. Metode *waterfall* yang digunakan untuk perancangan sistem ini dipilih karena cakupan sistem yang dibangun masih belum cukup besar, oleh karena itu metode ini dirasa cocok untuk pengembangan sistem evaluasi yang akan dibangun. Secara garis besar metode *waterfall* ini memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut : *Communication, Planning, Modelling, Construction*, dan *Deployment* (Pressman, 2010). Gambaran dari tahapan metode *waterfall* ini dapat dilihat seperti pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Waterfall Method

Berikut tahapan yang dilakukan dalam membangun sistem evaluasi kinerja, yaitu:

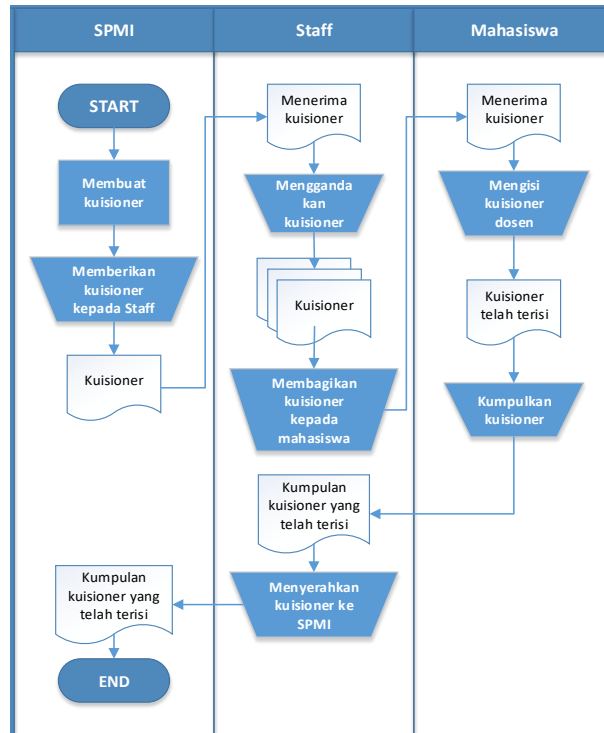
- 1) *Communication (Project Initiation & Requirements Gathering)*
Pada tahap ini peneliti melakukan komunikasi dengan pihak pengelola bagian evaluasi, yaitu ketua program studi untuk mengetahui tujuan dari sistem yang akan dibangun. Dari komunikasi tersebut dapat diketahui problem statement yang dihadapi dan mengumpulkan dokumen pendukung, serta membantu mendefinisikan fitur-fitur dari sistem yang akan dibangun.
- 2) *Planning (Estimating, Scheduling, Tracking)*
Tahap berikutnya adalah tahapan perencanaan yang menjelaskan tentang estimasi tugas-tugas teknis yang akan dilakukan, resiko-resiko yang dapat terjadi, sumber daya yang diperlukan dalam membuat sistem, produk kerja yang ingin dihasilkan, penjadwalan kerja yang akan dilaksanakan, dan tracking proses pengerjaan sistem.
- 3) *Modeling (Analysis & Design)*
Tahapan ini adalah tahap perancangan dan pemodelan arsitektur sistem yang berfokus pada perancangan struktur data, arsitektur software, tampilan interface, dan algoritma program. Tujuannya untuk lebih memahami gambaran besar dari apa yang akan dikerjakan.
- 4) *Construction (Code & Test)*
Tahapan *Construction* ini merupakan proses penerjemahan bentuk desain menjadi kode atau bentuk/bahasa yang dapat dibaca oleh mesin. Setelah pengkodean selesai, dilakukan pengujian terhadap sistem dan juga kode yang sudah dibuat. Tujuannya untuk menemukan kesalahan yang mungkin terjadi untuk nantinya diperbaiki.
- 5) *Deployment (Delivery, Support, Feedback)*
Tahapan *Deployment* merupakan tahapan implementasi aplikasi hasil penelitian ke pihak AMIK Ibrahimy, pemeliharaan software secara berkala, perbaikan aplikasi, evaluasi aplikasi, dan pengembangan aplikasi berdasarkan umpan balik yang diberikan agar sistem dapat tetap berjalan dan berkembang sesuai dengan fungsinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Identifikasi *Current System*

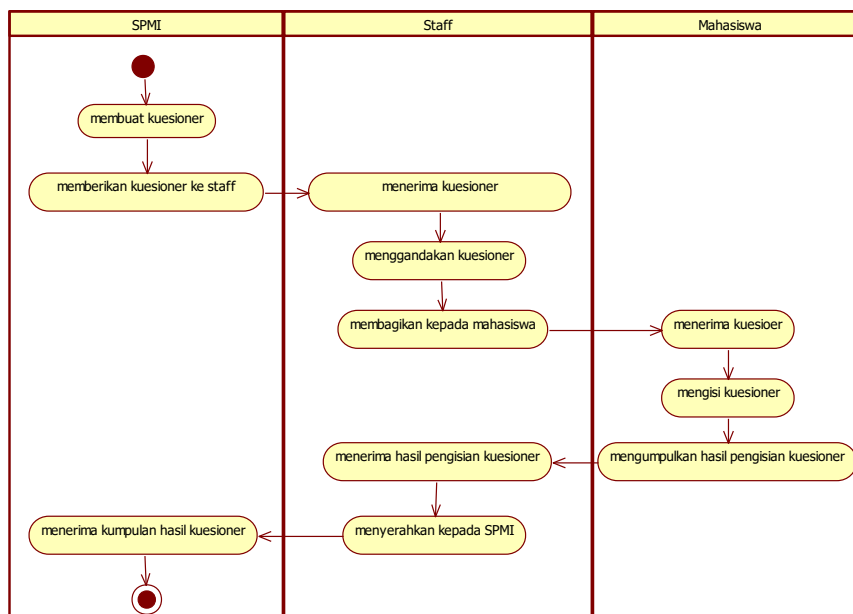
Sistem yang evaluasi kinerja yang dilakukan di AMIK Ibrahimy selama ini masih

menggunakan cara klasik, yaitu dengan melakukan penyebaran kuesioner saat ujian akhir semester. Proses ini melibatkan pihak SPMI, Staff, dan mahasiswa sebagai pelaku penilaian terhadap dosen maupun layanan akademi. Proses penilaian kinerja tersebut dapat digambarkan menggunakan flowchart dokumen sebagaimana terlihat pada gambar 2. Pada flowchart tersebut tergambar dengan jelas, siapa saja aktor yang terlibat dalam penilaian kinerja.



Gambar 2. Flowchart Penilaian Kinerja

Proses penilaian sebagaimana terlihat pada gambar 2 di atas, juga dapat dimodelkan menggunakan activity diagram (Nugroho, 2005) sebagaimana gambar 3 berikut ini

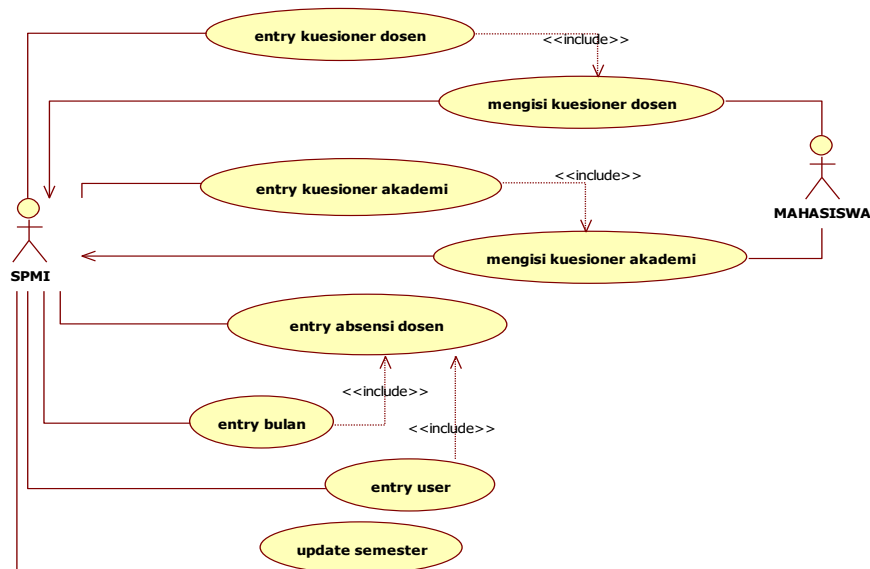


Gambar 3. Activity Diagram Penilaian

3.2 Use Case Diagram

Use case diagram adalah suatu gambaran yang saling berhubungan antara aktor dengan use case dalam suatu sistem. Diagram ini sangat dibutuhkan untuk memodelkan proses dari suatu sistem sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna (Nugroho, 2005).

Sistem Informasi Evaluasi Kinerja (SIMEKI) akademi dan dosen AMIK Ibrahimy yang dirancang ini aktor yang berperan aktif dalam sistem ini adalah mahasiswa sebagai aktor yang berperan sebagai pemberi nilai kinerja dan SPMI sebagai perangkatum hasil evaluasi (Pangabea, 2016). Secara garis besar kegiatan dari aktor-aktor tersebut dapat dilihat sebagaimana use case diagram yang digambarkan dalam gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Use Case Diagram SIMEKI

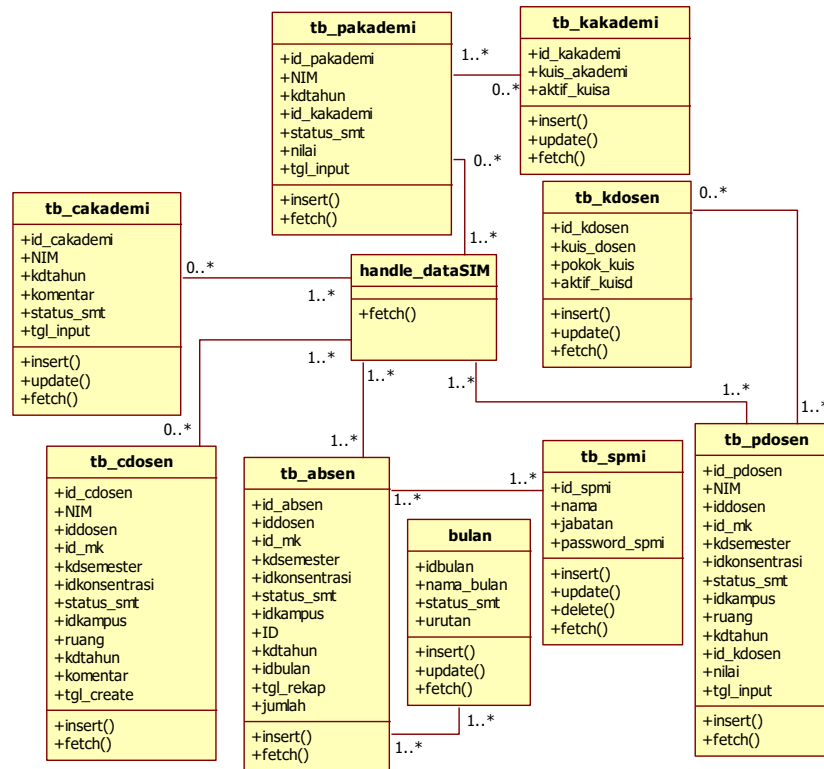
Dari pemodelan dengan use case diagram di atas dapat diketahui bahwa aktor Mahasiswa sebagai aktor utama berperan aktif untuk memberikan penilaian kepada dosen yang mengampu mata kuliah di semester aktif serta memberikan penilaian terhadap layanan akademi yang diterima selama semester tersebut pula. Sedangkan SPMI melakukan banyak kegiatan meliputi penyediaan kuesioner, entri absen, setting bulan, update semester dan menerima rekap hasil penilaian dari mahasiswa. Dari use case tersebut dapat digambarkan kebutuhan-kebutuhan selanjutnya yang seharusnya dipenuhi dalam sistem yang dibangun.

Agar sistem penilaian evaluasi kinerja ini dapat berjalan dengan yang diharapkan, maka pihak SPMI harus memperhatikan tahun ajaran dan semester yang aktif pada sistem informasi akademik. Hal ini dikarenakan data utama yang digunakan untuk penilaian sistem evaluasi kinerja ini terdapat pada database sistem informasi akademik yang memuat distribusi mengajar dosen sesuai dengan tahun akademik, semester, kampus, dan kelas. Hal ini juga dilakukan agar data yang terdapat dalam sistem penilaian kinerja ini terintegrasi dengan baik dengan database yang ada pada sistem informasi akademik.

3.3 Class Diagram

Class diagram digunakan untuk menampilkan beberapa kelas yang disertai dengan atribut-atribut di dalamnya, di mana kelas-kelas tersebut saling berelasi dengan yang lainnya sesuai

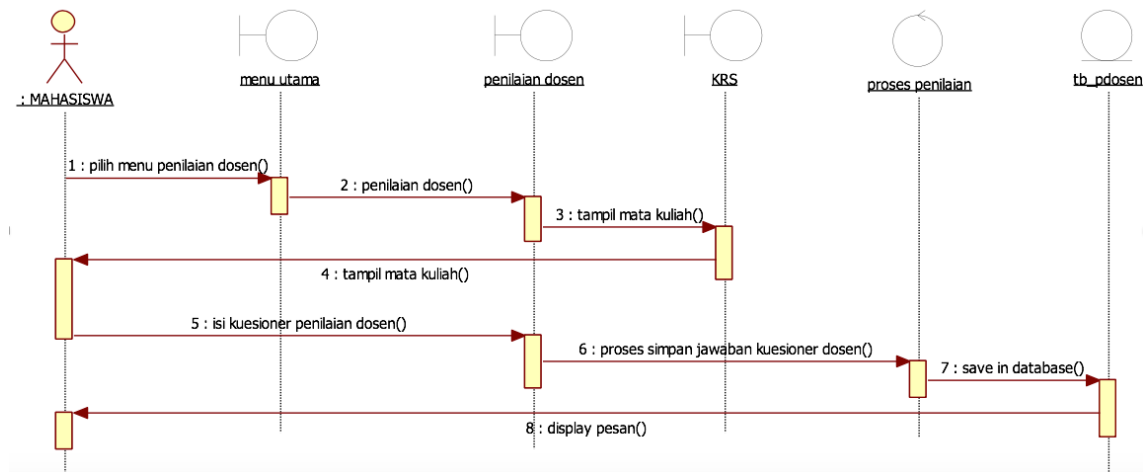
sistem yang akan dikembangkan. Class diagram dalam perancangan sistem ini digambarkan pada Gambar 5. Pada gambar tersebut terlihat bagaimana relasi antar class, dan juga terlihat semua data berasal dari database siakad. Pada gambar tersebut dapat kita lihat bagaimana peranan database sistem informasi akademik yang menjadi sumber data.



Gambar 5. Class Diagram SIMEKI

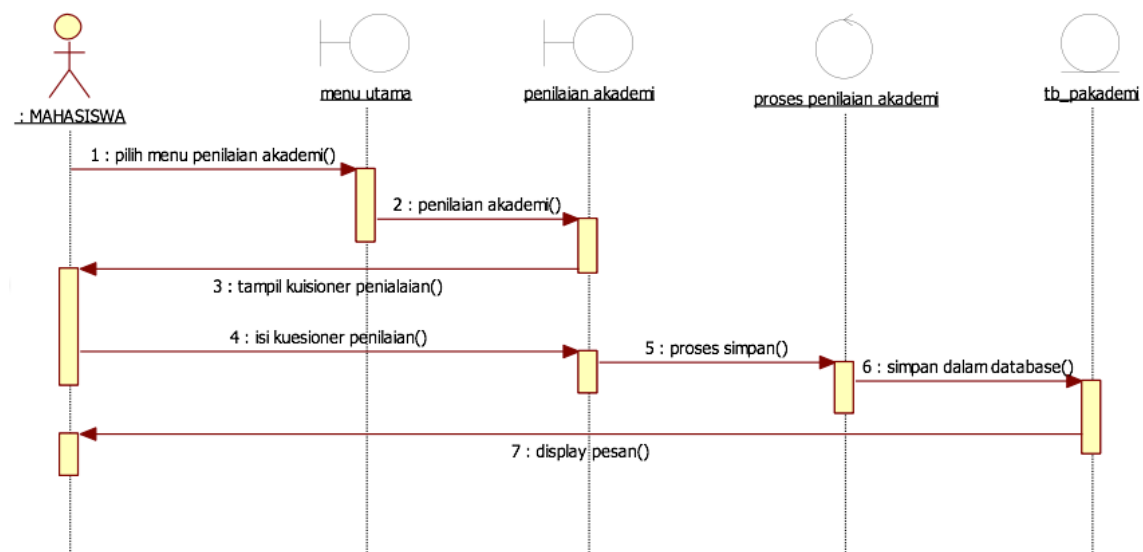
3.4 Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan aktifitas dari pengguna mulai dari awal menggunakan aplikasi, mulai dari tampilan yang dalam hal ini biasanya digambarkan dengan *Boundary*, pemrosesan data tak terlihat yang dilakukan di *control*, dan penyimpanan sampai ke database yang digambarkan dengan simbol *entity*. Sequence diagram pada sistem ini meliputi sequence diagram untuk penilaian kinerja dosen, penilaian kinerja akademik dan rekapitulasi absen dosen. Sequence diagram penilaian dosen menggambarkan bagaimana mahasiswa dapat memberikan penilaian terhadap dosen yang mengampu mata kuliah sesuai dengan yang di KRS oleh mahasiswa tersebut. Prosesnya adalah mahasiswa login sesuai dengan nomor pokok mahasiswa, selanjutnya mahasiswa dapat memilih menu penilaian dosen di menu utama, setelah itu akan ditampilkan data KRS yang dilakukan oleh mahasiswa tersebut di tahun akademik dan semester yang aktif. Selanjutnya mahasiswa dapat memilih dosen dengan mata kuliah mana yang akan diberi penilaian oleh mahasiswa tersebut. Setelah itu barulah dimunculkan form untuk memberikan penilaian yang datanya akan disimpan dalam database. Sequence diagram dalam penilaian dosen ini dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini.



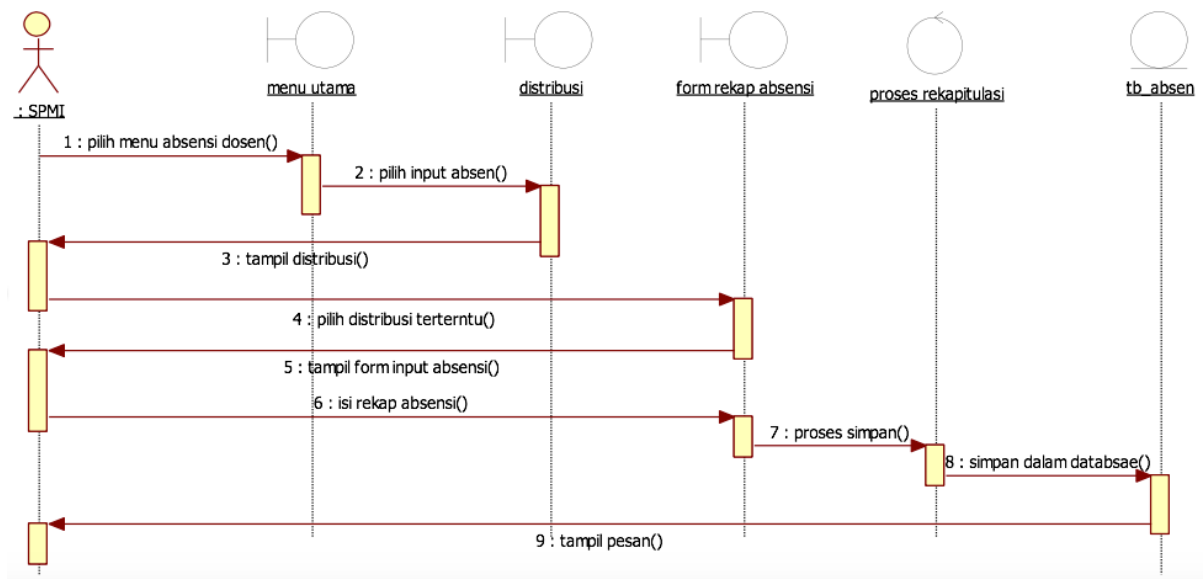
Gambar 6. Sequence Diagram Penilaian Dosen

Berikutnya adalah sequence diagram untuk penilaian layanan akademi. Penilaian akademi ini tidak jauh berbeda dengan sistem penilaian dosen, akan tetapi penilaian akademi ini lebih simple. Pada sistem yang dirancang ini saat memilih penilaian akademi akan dimunculkan form untuk penilaian akademi. Sistem penilaian akademi ini digambarkan dengan sequence diagram sebagaimana gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Sequence Diagram Penilaian Akademi

Sequence diagram berikutnya adalah tentang rekap absensi kehadiran dosen dalam memberi mata kuliah. Sequence diagram untuk rekap absensi dosen dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Sequence Diagram Rekap Absen Dosen

Pada gambar di atas dapat dilihat bagaimana proses rekap absensi yang dilakukan di sistem yang dibangun. Prosesnya adalah dengan memilih menu absensi dosen dan sub menu input absen dosen, selanjutnya akan ditampilkan distribusi mengajar dosen. Dari distribusi tersebut dipilih dosen mana yang akan dimasukkan absen kehadirannya, maka akan ditampilkan form untuk mengisi rekap absensi kehadiran dosen.

3.5 Flowchart

Flowchart merupakan suatu bagan yang digunakan untuk menggambarkan alir proses sesuai dengan program atau prosedur sistem yang berjalan, bagan ini digunakan untuk menggambarkan sistem secara logis (Sitorus, 2015). Flowchart (bagan alir) yang digunakan untuk menggambarkan sistem di sini adalah flowchart system. Flowchart ini digunakan untuk menggambarkan proses dari sistem. Gambar 9 adalah bagan alir sistem penilaian dosen.

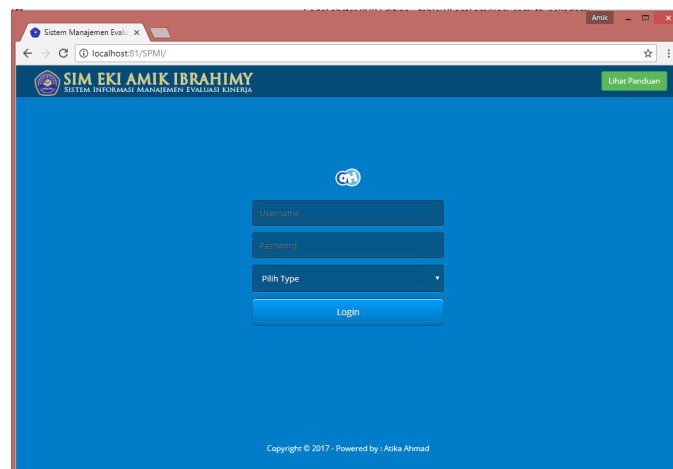


Gambar 9. Flowchart Penilaian Dosen

Flowchart sistem pada sistem informasi manajemen evaluasi kinerja ini tidak hanya untuk penilaian dosen saja, tetapi juga ada untuk penilaian akademi dan rekap absensi dosen. Namun secara sistem proses tersebut tidak jauh berbeda dengan flowchart penilaian dosen pada gambar 9 tersebut di atas.

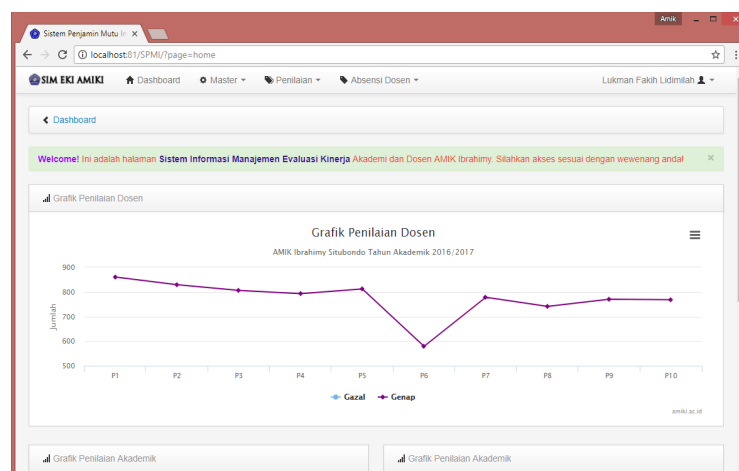
3.6 Implementasi

Sistem informasi manajemen evaluasi kinerja ini dirancang berbasis website dengan tujuan agar bisa diakses dari mana saja, terpenting ada koneksi internet. Sistem evaluasi kinerja akademi dan dosen ini dijalankan menggunakan browser, karena bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman yang berbasis server side, yakni PHP. Berikut adalah tampilan awal sistem yang dibangun dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Tampilan Awal SIMEKI

Untuk dapat melakukan akses ke halaman utama, maka mahasiswa dan SPMI harus melakukan login sesuai dengan username dan password yang sudah ditentukan. Untuk mahasiswa menggunakan nomor pokok mahasiswa dan dengan password yang sudah ditentukan. Setelah login maka user akan diarahkan ke halaman utama sebagaimana gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Halaman Utama

Setelah user mahasiswa berhasil login, maka akan masuk ke dalam halaman utama

E-ISSN: 2621-4474, ISSN:2621-4458.

sebagaimana dijelaskan di atas. Selanjutnya dapat memberikan penilaian dosen dan akademi. Untuk memberikan penilaian dosen maka mahasiswa dapat memilih menu penilaian, dilanjut dengan penilaian dosen. Kemudian ditampilkan dosen dengan mata kuliah yang di KRS di semester yang aktif. Setelah itu mahasiswa dapat memilih dosen yang akan diberikan penilaian dan form penilaian pada sistem dapat dilihat sebagaimana gambar 12.

Pada form tersebut akan ditampilkan kuesioner indikator kinerja dosen yang mana mahasiswa dapat memberikan penilaian sesuai indikator tersebut dan dapat memberikan saran atau komentar untuk dosen yang bersangkutan. Hasil evaluasi ini nantinya akan digunakan oleh pihak SMPI dalam melakukan evaluasi terhadap kinerja dosen yang telah dilakukan.

Gambar 12. Form Penilaian Dosen

Selain penilaian dosen sebagaimana gambar di atas, terdapat penilaian akademi yang dilakukan dalam sistem ini. Hal ini agar sistem ini dapat memberikan evaluasi terhadap layanan yang dilakukan pihak AMIK Ibrahimy secara umum. Form penilaian layanan akademi tidak jauh berbeda dengan sistem penilaian yang dilakukan terhadap dosen, hanya saja jawaban dari penilaian ini berisikan nilai “Ya” dan “Tidak”, tidak menggunakan interval angka sebagaimana yang dilakukan pada penilaian dosen. Gambar 13 adalah gambar form untuk memberikan penilaian layanan akademi oleh mahasiswa.

Gambar 13. Form Penilaian Akademi

Selain sistem penilaian dosen dan akademi yang dilakukan oleh mahasiswa, juga terdapat evaluasi keaktifan dosen yang dilakukan oleh pihak SPMI, yang dalam hal ini SPMI melakukan rekapitulasi absensi kehadiran dosen dalam memberikan perkuliahan. Gambar 14 merupakan gambar form rekap absensi dosen dalam sistem evaluasi kinerja. Untuk pengisian absensi dosen seperti pada form *input* absensi dosen pada gambar 14 di bawah ini, dilakukan dengan pemilihan distribusi mata kuliah terlebih dahulu. Ketika pemilihan dalam distribusi dengan otomatis form *input* absensi dosen akan menyesuaikan dengan distribusi yang dipilih, seperti nama dosen, mata kuliah, semester, kampus, dan ruang.

Gambar 14. Form Rekap Absen Dosen

Setelah semua data penilaian akademi dan dosen serta rekap absensi selesai dilakukan. Tentunya hasil inputan data tersebut menghasilkan sebuah laporan yang dapat dibuat sebagai bahan laporan kepada pimpinan tertinggi yang dalam hal ini adalah Direktur AMIK Ibrahimy. Selain itu juga laporan-laporan tersebut dapat disalurkan kepada dosen yang bersangkutan agar menjadi evaluasi untuk memperbaiki kinerjanya di semester yang akan datang. Gambar 15 berikut adalah output dari penilaian dosen.

REKAP PENILAIAN DOSEN

Mata Kuliah : Aljabar Linear (vektor & Matriks) (Ruang 1)
 Nama Dosen : HERMANTO, M.KOM
 Prodi/Konsentrasi : Manajemen Informatika / Umum

Semester : 2 (Kampus A)
 Tahun Akademik : 2016 / 2017
 Semester : Genap

NO	KUESIONER	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	JUMLAH
1	Quesioner 1	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	36
2	Quesioner 2	4	4	4	4	4	1	4	3	3	4	35
3	Quesioner 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
4	Quesioner 4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	38
5	Quesioner 5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
6	Quesioner 6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
7	Quesioner 7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
TOTAL JUMLAH		27	28	28	28	27	24	27	27	25	28	269

Perlu dilakukan evaluasi : P1, P5, P6, P7, P8, P9

SARAN / KOMENTAR

1. Ispedulan bapak terhadap mahasiswa adalah semangat kami untuk belajar...
2. Jazakumullah khatron atas ilmu yang diberikan pada kami kami ingin petahan lebih dalam, mengensi aljabar linier/jangan hanya menjelaskan / memecahkan permasalahan yang ada di tutorial/materi yang diberikan, aplikasikan langsung ke program...
3. menurut saya bapak dosen udah sangat-sangat baik dalam menerangkan materi dan mengakhiri jam pembelajaran dengan tepat waktu.
4. beliau adalah dosen tauladan bagi mahasiswa, sangat baik, dan pengertan, saya berharap agar hennanto tetap mengajar di amik,sukses untuk beliau
5. !!!!!!!

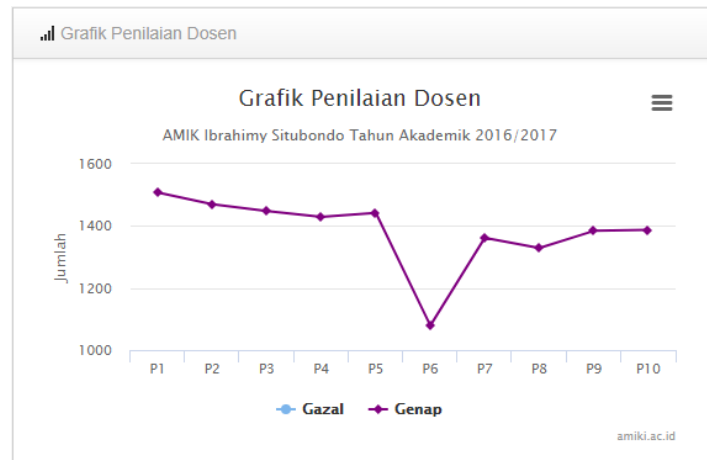
LIST KUESIONER

- P1. Penguasaan Materi
- P2. Koneksi contoh-contoh dengan materi
- P3. Menjelaskan materi dengan baik
- P4. Memberikan tanggapan baik atas pertanyaan mahasiswa
- P5. Menyajikan materi berurutan sesuai dengan RPP
- P6. Mengembalikan tugas kepada mahasiswa
- P7. Memulai dan mengakhiri kuliah tepat waktu
- P8. Cara mengajar yang dapat meningkatkan minat belajar
- P9. Mengurangi kelet dengan baik
- P10. Menggunakan rujukan perkuliahan yang jelas

ABSENSI KEHADIRAN						
FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	JUMLAH
1	2	4	1	0	1	9

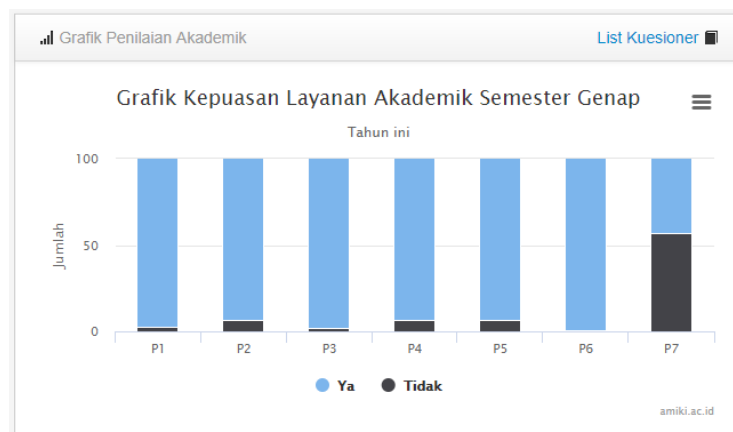
Gambar 15. Ouput Penilaian Dosen

Selain output yang dapat dicetak secara langsung ataupun berentuk pdf, terdapat juga output laporan yang berbentuk grafik. Sebagaimana gambar 16 yang ada di bawah ini.



Gambar 16. Grafik Penilaian Dosen

Gambar 16 tersebut menggambarkan hasil rekap penilaian dosen secara keseluruhan. Dari grafik tersebut dapat dilihat indikator mana yang paling tinggi dan mana yang paling rendah. Dari sini dapat dievaluasi bahwa kekurangan dan kelebihan dari dosen sesuai dengan indikator penilaian yang sudah diinputkan oleh mahasiswa. Selain grafik penilaian dosen sebagaimana pada gambar 16 tersebut, terdapat juga grafik untuk indikator penilaian layanan akademi yang didapat oleh mahasiswa. Grafik ini dibuat agar memudahkan melakukan evaluasi terhadap layanan akademi yang dilakukan oleh bagian-bagian di AMIK Ibrahimy. Grafik penilaian layanan akademi tersebut digambarkan pada gambar 17 berikut ini.



Gambar 17. Grafik Penilaian Akademi

Dari gambar 17 tersebut dapat tergambarkan tingkat kepuasan mahasiswa terhadap layanan yang mereka dapatkan dari tiap sektor pelayanan yang ada di AMIK Ibrahimy. Hasil penilaian ini dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk perbaikan layanan yang lebih baik pada setiap sektor layanan.

Hasil pengujian ini berupa isian angket kepuasan terhadap penggunaan sistem yang bangun, apakah sesuai dengan kebutuhan atau tidak. Juga list daftar bug atau error yang terjadi pada sistem penilaian ini serta masukan-masukan dan saran untuk perbaikan sistem. Pengujian sistem

diharuskan melibatkan banyak pihak yang berkaitan dengan sistem yang dibangun, khususnya pihak-pihak yang mempunyai akses terhadap sistem ini. Pihak-pihak terkait tersebut antara lain adalah mahasiswa aktif yang mempunyai peran penting dalam pengisian sistem penilaian ini. Dari sekian sample yang digunakan ini didapatkan hasil pengujian sebagaimana tabel 1.

Tabel 1. Rekap Hasil Pengujian Sistem

Q	Pertanyaan										Jumlah
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
31	108	108	112	106	109	107	103	114	111	101	1079

Keterangan:

Q : Jumlah Sample

P1 – P10 : Kuesioner Pengujian Sistem

Dari hasil pengujian tersebut terdapat beberapa catatan yang dapat dijadikan dasar untuk pengaplikasian sistem ini, apakah sudah siap atau belum siap untuk diaplikasikan. Hasil analisa uji coba aplikasi ini didapatkan hasil sebagai berikut;

Total/Sample : 35
Max Nilai (100%) : 40
Prosentase Kepuasan : 88%

Dari prosentase kepuasan yang telah dilakukan saat pengujian sistem ini menunjukkan 88% menunjukkan bahwa sistem ini dapat diaplikasikan untuk membantu mengevaluasi kinerja dari dosen dan akademik. Sehingga tidak perlu lagi membuat kuesioner dalam bentuk kertas yang kemudian di rekap ulang.

4. KESIMPULAN

Sistem Informasi Manajemen Evaluasi Kinerja Akademik dan Dosen AMIK Ibrahimy Berbasis Web dapat dirancang dan dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dan MySQL. Sehingga melalui proses testing dapat memberikan informasi yang valid secara efisien dan dapat dijadikan rujukan untuk mengukur tingkat kepuasan mahasiswa terhadap pelayanan akademik dan kinerja dosen. Kegiatan evaluasi kinerja akademik dan dosen yang pada awalnya belum maksimal karena proses yang dilakukan secara manual dapat teratasi dengan adanya sistem evaluasi yang baru, sehingga lebih maksimal dengan mendapatkan informasi secara cepat, tepat, akurat dan relevan. Selain itu semua, adanya aplikasi ini dapat menghemat waktu serta biaya untuk penyebaran kuesioner dan penginputan data kuesioner yang telah diisi mahasiswa. Untuk optimalisasi penerapan sistem evaluasi kinerja ini diperlukan komitmen pihak manajemen dalam pengaplikasiannya, sehingga sistem ini benar-benar dapat berjalan dengan baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, H. Sistem Informasi Akademik AMIK Ibrahim berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 1(1), 17–23. 2016.
- [2] Febrianty, & Divianto. Evaluasi Kinerja Berdasarkan Implementasi Sistem Pengendalian Internal. *Akuntabilitas: Jurnal Ilmu Akuntansi*, 10(2), 193–210. 2017.
- [3] Ibrahimy, A. *Pedoman Akademik Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Ibrahimy* (1st ed.; A. Ibrahimy, ed.). Situbondo: Amiki Press. 2015.

- [4] Kemeristekdikti. *Pedoman Sistem Penjamin Mutu Pendidikan Tinggi*. Jakarta: Direktorat Penjamin Mutu. 2016.
- [5] Mutazam, M., Samsumar, L. D., & Arwidiyarti, D. Rancang Bangun Sistem Evaluasi Kinerja Dosen Dalam Perkuliahan Untuk Meningkatkan Kualitas Perkuliahan. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(2), 74–87. 2018. Diakses pada <https://jurnal.kominfo.go.id/index.php/jtik/article/view/1747>.
- [6] Nugroho, A. *Rational Rose untuk Pemodelan Berorientasi Objek*. Bandung: Penerbit Informatika. 2005.
- [7] Pangabean, E. Sistem Pendukung Keputusan Evaluasi Kinerja Dosen Menggunakan Metode Fuzzy Simple Additive Weighting (FSAW). *Jurnal Mantik Penusa*, 19(1). 2016.
- [8] Pressman, R. S. *Software Engineering A Pratitioner's Approach*. New York: McGraw-Hill. 2010.
- [9] Rahadi, D. R. *Manajemen Kinerja Sumber Daya Manusia*. Malang: Tunggal Mandiri. 2010.
- [10] Rico, & Lestari, D. Perancangan Sistem Informasi Penilaian Kinerja Dosen Berbasis Web (Studi Kasus: Universitas Adiwangsa Jambi). *Journal V-Tech (Vision Technology)*, 1(2), 47–52. 2018. Diakses pada <http://ejournal.unaja.ac.id/index.php/JVT/article/view/275>.
- [11] Ruky, A. S. *Sistem Manajemen Kinerja (Performance Management System)*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. 2006.
- [12] Sitorus, L. *Algoritma dan Pemrograman*. Yogyakarta: Penerbit Andi. 2015.

Ball Direction Prediction for Wheeled Soccer Robot Goalkeeper Using Trigonometry Technique

Danis Bagus Setiawan^{1*}, Agus Khumaidi¹, Projek Priyonggo², Mohammad Basuki Rahmat¹, Imam Sutrisno¹, Khoirun Nasikhin¹, Adi Wisnu Sahputera¹

¹Department of Marine Electrical Engineering, Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya (SHIPS/PPNS), Surabaya, Indonesia

²Department of Marine Engineering, Shipbuilding Institute of Polytechnic Surabaya (SHIPS/PPNS), Surabaya, Indonesia

**Corresponding Author*

E-mail: danisbagus@student.ppns.ac.id

Abstract

In this research Trigonometry Technique was implemented to predict the ball movement direction for Wheeled Soccer Robot Goalkeeper. The performance of goalkeeper robot in Wheeled Soccer Robot Contest is very important. The crucial problem with goalkeeper robot is the delay in ball detection by the camera because the results of the camera images captured are always slower than the pictures that have been captured. This causes the robot's response to block the opponent's kick ball being late. Trigonometry Technique is one technique that can be used to predict the direction of the ball movement based on trigonometry mathematical formulas. The input data used is the location of the last ball position (x-last ball and y-last ball) and the location of the current ball position (x-current ball and y-current ball). The outputs are the prediction of the next ball location (x-predict ball and y-predict ball) and the prediction of ball movement direction prediction. The results are the goalkeeper's robot successfully predicts the opponent's kick direction with 90% accuracy and can predict the location of the next ball very well. By implementing this method, it is expected to optimize the performance of the goalkeeper robot in saving the goal.

Keyword: *trigonometric technique; prediction; direction; ball; wheeled soccer robot goalkeeper*

1. INTRODUCTION

Indonesian Wheeled Robot Soccer Contest is one of division in Indonesian Robot Competition that have been introduced since 2017 (RISTEKDIKTI, 2018). The contest matches refer to the Middle Size League (MSL) which is a robot soccer contest at the world level with adjustments in several rules. The goalkeeper robot is one of the robots in Indonesian Wheeled Robot Soccer Contest which has the task of keeping the goal area from the opponent's kick ball coming from all directions. The robot which is utilized autonomous robot which moves based on numerical analysis (Budianto, et al., 2017) (Kurniawan, et al., 2017). The movements are determined by the position of the ball in the field detected by the camera. The crucial problem that makes the goalkeeper robot's performance nonoptimal is the delay in capturing pictures by the camera from its actual condition. This caused the goalkeeper robot's response to block the ball to be too late and increase the chances of the kicking ball becoming a goal.

In this paper is discussed the ball direction prediction in the goalkeeper robot using Trigonometry Technique. The input data used is the last location of the ball and the current location of the ball on the camera frame. The input data will be calculated using a trigonometry formula so that it can predict the location of the next ball. Prediction results will be a reference to determine the direction of ball movement.

The basic ability that must be possessed by the goalkeeper robot is detecting the ball in the field. In this paper, camera sensor is used to detect the object and personal computer to process digital images captured by camera (Khumaidi, et al., 2017) (Nazar, et al., 2009). The ball detection process begins with the conversion of RGB to HSV color space (Marzuqi, et al., 2017). Then the color thresholding phase according to predetermined threshold values so that it becomes a binary image (Puneet & Garg, 2013) (Mukherjee & Kanrar, 2010). Binary results are adjusted by using image morphology in the form of dilation and erosion (Beham & Gurulakshmi, 2012). In the binary phase this will be separated between the object area and the background area. The area of the object will be searched for the midpoint so that the coordinates of the location of the ball are obtained. These coordinates will be processed on the Trigonometry Technique so that it can predict the direction of movement of the ball and the coordinates of the location of the next ball.

2. METHODOLOGY

2.1. Mechanical Design

Robot mechanics are designed with dimensions of 50 x 50 x 78 centimeters. Robot construction uses iron plate 3 millimeters on the bottom base, and aluminum plate 3 millimeters on the upper base. As for the robot frame using a 0.5x1 inch aluminum pipe. Figure 1 is a mechanical construction that has been made.



Figure 1. Robot construction

Robot kinematics uses Three Omni-Directional Drive Systems which have three omni wheels arranged symmetrically (120°) apart. The three Omni-Directional Drive System is represented in Figure 2 (Al-Ammri & Ahmed, 2010).

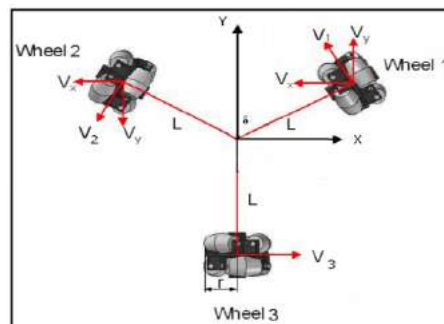


Figure 2. Kinematics representation of the Three Omni-Directional Drive System

To get the speed of each of the omni wheels equals the speed of the motor multiplied by the radius of the omni wheel which is arranged symmetrically with different angles between the wheels as in equation 1 – 3 (Al-Ammri & Ahmed, 2010).

$$V_x = V_3 - V_1 \cos \delta - V_2 \cos \delta \quad (1)$$

$$V_y = V_1 \sin \delta - V_2 \sin \delta \quad (2)$$

$$V_\theta = V_1 / L + V_2 / L + V_3 / L \quad (3)$$

$$V_{i(1,2,3)} = w . r \quad (4)$$

a. Ball Detection Software Design

In this research, ball detection in a robot keeper uses a camera sensor with a ball segmentation method based on color parameters. The camera used is a webcam type that has 30fps framerates. Figure 2 is a flow diagram of the ball detection software.

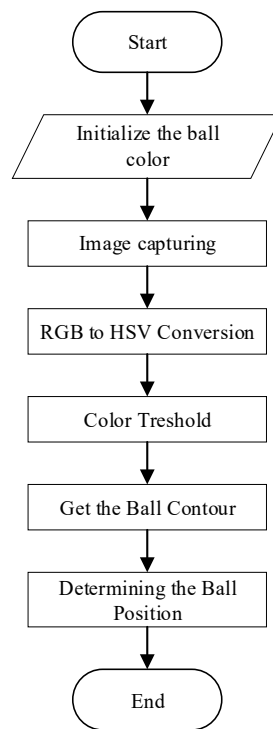


Figure 2. Flowchart of Ball Detection Software

1) Initialize the Ball Colour

The first phase is the initialization of color parameter values Hue, Saturation, and Value also morphology parameters of the ball with manual calibration. In this research the detected ball was orange.

2) Images Capturing

Images Capturing is the process of getting a digital image from a visual sensor, like a camera. A digital image can be represented as a two-dimensional matrix that can be symbolized $f(x, y)$.

y), where the values of x and y are the brightness level of an image. Mathematical digital images can be seen in Figure 3 below, where image coordinates start at (0,0) and end at (M-1, N-1) (Hidayatullah, 2017).

$$f(x,y) \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

Figure 3. Mathematical digital images

3) RGB to HSV Conversion

RGB is the most commonly used color space in image processing, the RGB color model consists of 3 main components, namely R (red), G (green) and B (blue). Whereas HSV is a better color space when used for image processing. Equation 4 is a formula for converting RGB values to HSV values (Hidayatullah, 2017).

$$V = \max R, G, B \quad (5)$$

$$V_m = V - \min R, G, B \quad (6)$$

$$S = \begin{cases} 0 & \text{jika } V = 0 \\ \frac{V_m}{V} & \text{jika } V > 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$S = \begin{cases} 0 & \text{jika } V = 0 \\ \frac{V_m}{V} & \text{jika } V > 0 \end{cases} \quad (8)$$

4) Colour Threshold

Colour threshold is the simplest image processing method used to get digital images that have binary values (1 or 0) (Khumaidi, 2015). This phase aim to divide the object area (1) and background (0) in digital image. The threshold value suitable to the initialization of the colour value at the initial phase which includes the value of H max, S max, V max, H min, S min, V min, Dilation (Morphology), Erosion (Morphology). Dilation and erosion can reduce noise by increasing or decreasing the size of object segmentation around the object. Thresholding can be expressed in the Equation 9.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{if } f(x,y) \geq T \\ 0, & \text{if } f(x,y) < T \end{cases} \quad (9)$$

5) Find the Ball Contours

After the image becomes binary, it continues with the ball contour find phase for each pixel that is indicated as an object (has 1 value). The contour find phase of the ball is done to make it easy to detect the ball based on the shape.

6) Determine the Ball Location

The initial process of determining the location of the ball by drawing a square build on the frame. This process aims to make it easier to get the coordinates of the location of the ball in the frame. The process of drawing this square is based on a point that is tangent to the contour of a ball.

b. Trigonometry Technique Design

Trigonometry Technique is one technique that can be used to predict the direction of the ball for a goalkeeper robot based on trigonometric mathematical formulas (Sudin, et al., 2014). The physics concept that can be implemented on Trigonometry Technique is the uniform linier motion concept that happen on the ball. Uniform linier motion is defined as the motion of an object that has a straight line and a fixed velocity (Indrasutanto & Yunitasari, 2009). Fixed velocity means the value and direction are constant. Figure 3 is a flow diagram of Trigonometry Technique software.

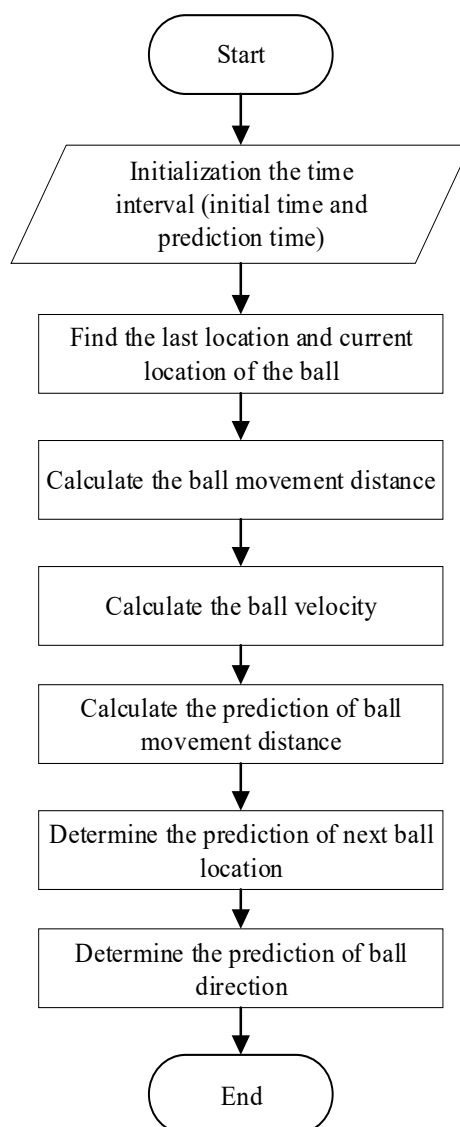


Figure 3. Flowchart of Trigonometry Technique software

1) Initialization the time interval.

In first phase must initialize the initial interval time (t_1) and the prediction interval time (t_2). Interval times variables will be used in calculating trigonometry techniques in next phase.

2) Find the last location and current location off ball.

The distance between the last frame and the current frame is separated by the initial time interval (t_1) whose value is determined at the initial phase. The current ball variable positions the ball coordinates on the x and y axis of the current frame, while the last ball variable positions the ball coordinates on the x and y axes of the last frame.

3) Calculate the ball movement distance

The Equation 10 and 11 are used to determine the distance of the ball in each axis in the frame.

$$dx = x_{currentball} - x_{lastball} \quad (10)$$

$$dy = y_{currentball} - y_{lastball} \quad (11)$$

From the dx and dy value, we can get the distance of the ball movement by calculating the hypotenuse of the triangle. Figure 4 illustrates the relationship between dx , dy , and hypotenuse (s).

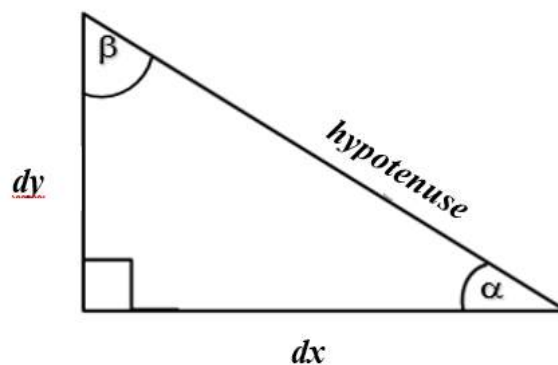


Figure 4. Relationship between dx , dy , and hypotenuse.

In right triangle, the hypotenuse can be calculated using dx and dy using Equation 12 based on the pythagoras concept. In this technique, the hypotenuse of the triangle represents the distance of the ball's movement.

$$hypotenuse = \sqrt{dx^2 + dy^2} \quad (12)$$

4) Calculate the ball velocity

Then, the ball distance variable can be used to calculate the velocity of ball movement based on the uniform linier concept using Equation 13.

$$velocity (V_1) = \frac{ball\ distance\ (S_1)}{initial\ time\ interval\ (T_1)} \quad (13)$$

5) Calculate the prediction of ball movement distance

The next phase is the calculation of ball distance predictions (S_2). By assuming the ball moves with a fixed velocity (uniform linear motion concept), the velocity in the prediction phase (V_2) is proportional to the velocity in the initial phase (V_1). With the parameter prediction time interval (T_2) that has been initialized before, we can determine the prediction of ball movement using Equation 14.

$$S_2 = \frac{\text{velocity in prediction phase } (V_2)}{\text{prediction time interval}(T_2)} \quad (14)$$

6) Determine the prediction of next ball location

This prediction estimates the location of the ball in the next frame with the prediction time interval (T_2) between each frame. The first step is dx_2 and dy_2 calculation using Equation 15 - 16.

$$dx_2 = \frac{S_2}{\sin \theta} * \sin \beta \quad (15)$$

$$dy_2 = \frac{S_2}{\sin \theta} * \sin \alpha \quad (16)$$

With dx_2 and dy_2 values, the next location of the ball can be predicted according to the rules in Figure 5:

$$\begin{aligned} \text{If } dx_2 > 0 & \rightarrow x\text{-predict} = x\text{-current ball} + dx_2 \\ \text{Else If } dx_2 < 0 & \rightarrow x\text{-predict} = x\text{-current ball} - dx_2 \\ \text{Else} & \rightarrow x\text{-predict} = x\text{-current ball} \\ \\ \text{If } dy_2 > 0 & \rightarrow y\text{-predict} = y\text{-current ball} + dy_2 \\ \text{Else If } dy_2 < 0 & \rightarrow y\text{-predict} = y\text{-current ball} - dy_2 \\ \text{Else} & \rightarrow y\text{-predict} = y\text{-current ball} \end{aligned}$$

Figure 5. The rules used to predict the next ball location

7) Determine the prediction of ball direction

There are several conditions to determine the direction of ball movement. Figure 6 is the conditioning of ball movement direction with coordinates $f(0,0)$ in the upper left corner of the frame

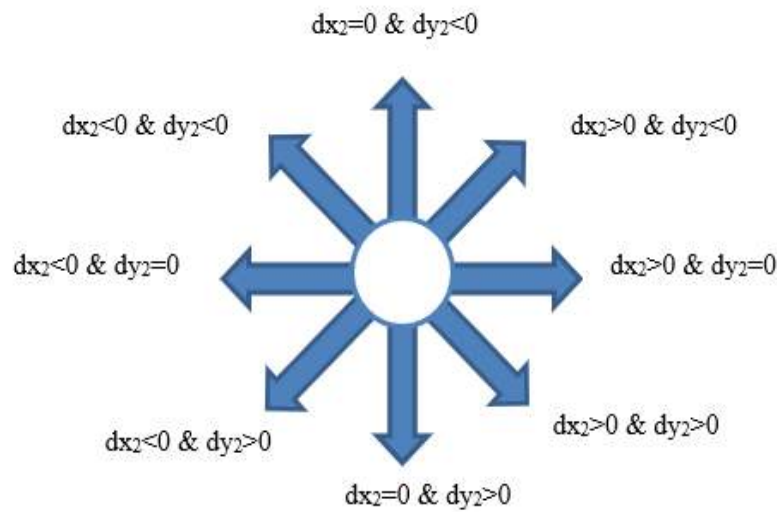


Figure 6. Conditioning of ball movement direction.

3. RESEARCH RESULT AND DISCUSSION

3.1. The Testing of Ball Detection Software

1) Image capturing test

The purpose of image capture test is to know the view angle captured by the camera. Seen in Figure 7, the camera's viewing angle is very wide because it uses an additional fish eye lens.



Figure 7. The display of camera's view angle

2) RGB to HSV conversion test

The purpose of this test is to know the results of the RGB to HSV colour space conversion on the frame. The results are shown in Figure 8(a) and (b).

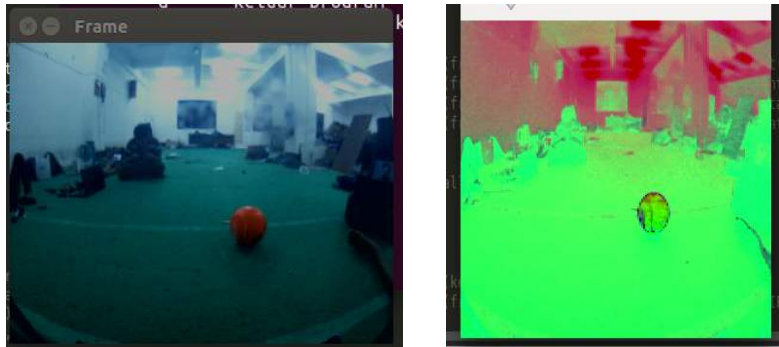


Figure 8. (a) Frame with RGB (b) HSV conversion results

3) Colour threshold test

The colour threshold test aims to know the results of colour separation on the frame into binary colour according to the ball colour initialization in initial phase. The test results are shown in Figure 79

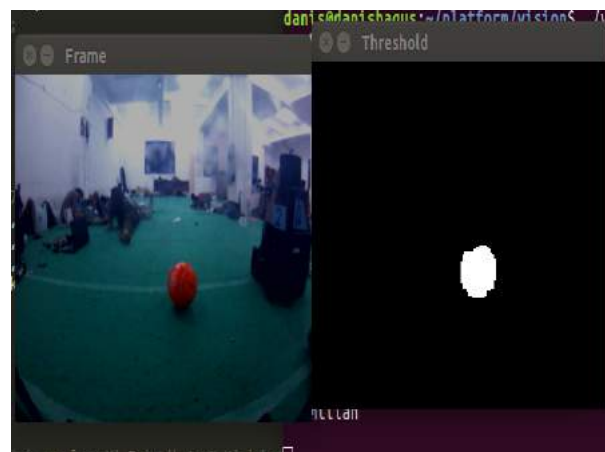


Figure 9. Color threshold results

4) Ball detection test

The purpose of this test is to find out how far the robot can detect the ball. This test is by placing the ball in front of the robot with different distances. The test results are presented in Table I.

Table 1. The Results of Ball Detection Test

No	Distance (cm)	Status
1.	50	Detected
2.	100	Detected

3.	200	Detected
4.	300	Detected
5.	400	Detected
6.	500	Detected
7.	600	Detected
8.	700	Detected
9.	800	Detected
10.	900	Not detected

3.2. The Testing of Trigonometry Technique Software

1) The testing of location ball prediction

The purpose of this test is to know the accuracy of the robot in predicting the location of the next ball. In this experiment the ball is rolled over a field with a flat surface randomly. In the Trigonometry Technique, there are several parameters that are used such as the last ball coordinates (x-last and y-last), current ball coordinates (x-current and y-current), prediction ball coordinates (x-prediction and y-prediction). The initial time interval used is 0.1 seconds, and the prediction time interval used is 0.5 seconds. The results of the predicted ball coordinates are shown in Table 2.

Table 2. The results of location ball prediction test

No	x-last	y-last	x-current	y-current	x-prediction	y-prediction
1.	423	167	423	167	423	423
2.	438	206	477	229	672	438
3.	343	214	316	232	181	343
4.	538	191	563	191	688	538
5.	384	198	366	198	276	384
6.	182	272	209	257	344	182
7.	504	249	488	241	408	504
8.	445	207	445	216	445	445
9.	420	211	420	205	420	420
10	335	192	335	192	335	192

2) The testing of ball direction prediction

The purpose of the test is to know the accuracy of the robot in predicting the movement direction the next ball. The blue line in the frame is the direction of the predicted ball that is updated every 0.1 seconds. Frame display of ball direction prediction are shown in Figure 10 While the red line is a recording of the movement of the ball at the previous time interval that is updated every 0.1 seconds. The results of the ball direction prediction test are shown in Table 3.

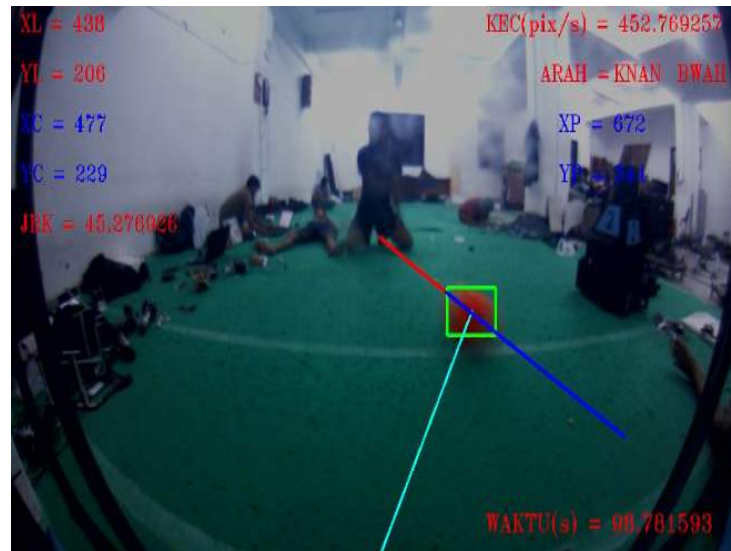


Figure 7. The display of ball direction prediction

Table 3. The results of ball direction prediction

No	Actual direction	Prediction direction	Status
1	Not moving	Not moving	True
2	Right down	Right down	True
3	Left down	Left down	True
4	Right	Right	True
5	Left	Left	True
6	Right up	Right up	True
7	Left up	Left up	True
8	Down	Down	True
9	Up	Not moving	False
10	Not moving	Not moving	True
Accuracy			90%

3.3. Discussion

The result of testing the ball detection software is the system can detect the ball very well. In testing ball detection, the system successfully detects the ball at a distance of 50 cm - 800 cm from the position of the robot. The system failed to detect the ball when the ball was placed at a distance of 900 cm. This is because when the distance of the ball is far away, the image of the ball captured by the camera gets smaller, making it difficult for the ball detection process.

The results of testing the Trigonometry technique software show the system successfully predicts the location of the next ball and the direction of the ball very well. In testing ball location prediction, if the prediction time interval (T_2) is long, the location of the predicted ball is far from the current location of the ball. Conversely, if the prediction time interval (T_2) is short, the location of the predicted ball is close to the current ball location. In ball direction test, the prediction was successful in experiments 1,2,3,4,5,6,7,8,10 and unsuccessful in the experiment 9. Prediction failure in experiment 9 because the ball moves too fast so the camera which only have 30 fps frame rates fails to capture the image

4. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The results of the next ball prediction are strongly influenced by the value of the prediction interval time (T_2) if the prediction time interval is long, the location of the predicted ball is far from the current location of the ball. Conversely, if the prediction time interval is short, the location of the predicted ball is close to the current ball location. Prediction failure of the ball movement direction because the ball moves too fast so the camera fails to capture the image.

Suggestions for further research should be to use a camera with high framerates ability so camera can capture very fast moving ball.

5. REFERENCES

- [1] Al-Ammri, A. Salam, and Iman Ahmed. Control of Omni-Directional Mobile Robot Motion. *Al-Khwarizmi Engineering Journal* 6 (2010): 1-9.
- [2] Beham, M. Parisi, and A. B. Gurulakshmi. Morphological Image Processing Approach on the Detection of Tumor and Cancer Cells. *2012 International Conference on Devices, Circuits and Systems (ICDCS)*. Coimbatore. India, 2012.
- [3] Budianto, Ahmad, et al. Analysis of Artificial Intelligence Application Using Back Propagation Neural Network and Fuzzy Logic Controller on Wall-Following Autonomous Mobile Robot. *2017 International Symposium on Electronics and Smart Devices*. 2017: 62-66.
- [4] Hidayatullah, Priyanto. Pengolahan Citra Digital (Teori dan Aplikasinya). Bandung: Informatika. 2017.
- [5] Indrasutanto, Tjondro, and Tanti Yunitasari. Pendayagunaan Linear Air Track untuk Percobaan Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan. *Magister Scientiae*. no. Edisi No. 26 (2009): 98-122.
- [6] Khumaidi, Agus, Eko Mulyanto Yuniarno, and Mauridhi. Welding Defect Classification Based on Convolution Neural Network (CNN) and Gaussian Kernel. *2017 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*. 2017: 261-265.
- [7] Khumaidi, Agus. Implementasi Pengolahan Video dengan Metode Color Threshold pada Prototype Kapal Pendeteksi Korban Kecelakaan Laut Berbasis Android. Surabaya. 2015.
- [8] Kurniawan, D A, et al. Comparison of Extreme Learning Machine and Neural Network Method on Hand Typist Robot for Quadriplegic Person. *2017 International Symposium on Electronics and Smart Devices*. 2017: 101-106.

- [9] Marzuqi, Irfan, Gilang Prilian Arinata, Zindhu Maulana Ahmad Putra, and Agus Khumaidi. Segmentasi dan Estimasi Jarak Bola dengan Robot Menggunakan Stereo Vision. *5th Indonesian Symposium on Robotic Systems and Control*. Bandung. 2017.
- [10] Mukherjee, Aroop, and Soumen Kanrar. Enhancement of Image Resolution by Binarization. *International Journal of Computer Applications*. 2010: 15-19.
- [11] Nazar, A, et al. Quality Control of Cigarettes Packaging using Convolutional Neural Network. *The 1st International Conference on Advanced Engineering and Technology*. 2009: 012002.
- [12] Puneet, and Naresh Kumar Garg. Binarization Techniques used for Grey Scale Images. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)* 71 (2013): 8-11.
- [13] RISTEKDIKTI. Buku Panduan Kontes Robot Sepakbola Indonesia Divisi Beroda (KRSBI Beroda) 2019. Jakarta. 2018.
- [14] Sudin, Muhammad Nuruddin, Siti Norul Huda Sheikh Abdullah, Mohammad Faizul Nasrudin, and Shahnorbanum Sahran. Trigonometry Technique fot Ball Prediction in Robot Soccer. *Robor Intelligence Technology and Apllication. Switzerland: Springer International Publishing*. 2014.

Pengembangan Sistem Informasi Terintegrasi untuk UPT PUSKESMAS

Mohammad Arif Rasyidi^{1*}, Lailatul Hidayah¹, Puji Andayani¹, dan Ngatini¹

¹Departemen Informatika, Universitas Internasional Semen Indonesia, Gresik.

**Corresponding Author*

E-mail: mohammad.rasyidi@uisi.ac.id

Abstrak

Pelayanan pada puskesmas sering dinilai kurang cepat. Proses administrasi yang masih manual ditambah lagi dengan jumlah pasien yang banyak membuat antrian menjadi tidak dapat dihindari sehingga waktu pelayanan menjadi lama. Data rekam medis yang masih disimpan secara konvensional dalam ratusan map di lemari bertingkat membuat pencarian data pasien menjadi lambat dan besar kemungkinan kurang akurat. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dikembangkanlah sebuah sistem informasi untuk menyimpan data rekam medik pasien puskesmas. Semua data rekam medik puskesmas yang sebelumnya disimpan secara manual akan dipindahkan ke sistem informasi yang dibangun yang juga mencakup proses otomasi alur pendaftaran ke poli yang diperlukan. Berbeda dengan sistem yang telah ada, sistem rekam medik ini juga dilengkapi dengan kartu pintar pribadi untuk masing-masing pasien dan terintegrasi dengan data pasien dari Badan Penyelenggaraan Jaminan Sosial (BPJS) Kesehatan. Petugas cukup memindai kartu ini untuk mengakses data rekam medik pasien. Sistem ini dibangun dengan menggunakan pendekatan Waterfall sebagai metode pengembangan perangkat lunaknya. Dengan adanya sistem informasi rekam medis ini data pasien dapat disimpan dengan lebih efisien dan terhindar dari duplikasi data. Pasien yang datang ke puskesmas akan dapat terlayani dengan lebih cepat. Catatan riwayat kesehatannya juga dapat diketahui secara lengkap sehingga diagnosa dokter bisa menjadi lebih akurat. Aplikasi rekam medis terintegrasi untuk Upt puskesmas ini juga memudahkan proses pencarian data sehingga dapat meningkatkan kinerja pegawai puskesmas dalam melakukan pengolahan data rekam medis, dan juga obat-obatan. Selain itu resiko rusak, hilang, dan duplikasi data rekam medik pasien juga akan dapat diminimalisir. Lebih lanjut lagi, aplikasi rekam terintegrasi ini membuat laporan yang ditujukan kepada pimpinan menjadi lebih akurat.

Kata Kunci: sistem informasi terintegrasi, rekam medik, puskesmas, otomasi antrian, kartu pintar.

Abstract

Services at Puskesmas are often considered slow. The administrative process that is still done manually coupled with the large number of patients makes the queue unavoidable so the service time becomes long. Medical record data that is still stored conventionally in hundreds of folders in multilevel cabinets makes searching patient data slow and most likely less accurate. Based on the existing problems, an information system was developed to store the medical records of Puskesmas patients. All Puskesmas medical record data that were previously stored manually will be transferred to the information system built which also includes the process of automation of the registration flow to the poly required. In contrast to the existing system, this medical record system is also equipped with a personal smart card for each patient and is integrated with patient data from the Health Social Insurance Agency (BPJS). Officers simply scan this card to access the patient's medical record data. This system was built using the Waterfall approach as a software development method. With this medical record information system, patient data can be stored more efficiently and avoid data duplication. Patients who come to the Puskesmas will be served faster. His medical history can also be known in full so that the doctor's diagnosis can be more accurate. This integrated medical record application for Upt Puskesmas also facilitates the process of finding data. So that it can improve the performance of Puskesmas staff in processing medical record data, as well as medicines. Besides the risk of damage, loss, and duplication of patient medical record data will also be minimized. Furthermore, this integrated record application makes reports addressed to leaders more accurate.

Keywords: *integrated information systems, medical records, puskesmas, queue automation, smart cards.*

1. PENDAHULUAN

Puskesmas merupakan kependekan dari Pusat Kesehatan Masyarakat yaitu fasilitas pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat dan upaya kesehatan perseorangan tingkat pertama, dengan lebih mengutamakan upaya promotif dan preventif, untuk mencapai derajat kesehatan masyarakat yang setinggi-tingginya di wilayah kerjanya (Indonesia, 2014). Puskesmas merupakan badan pemerintah yang memberikan pelayanan kesehatan di tingkat kecamatan. Sebagai pilar pelaksana program-program kesehatan pemerintah pada tingkat tersebut, puskesmas bertanggung jawab memberikan pelayanan yang optimal kepada masyarakat.

Berkenaan dengan hal tersebut maka diperlukan optimalisasi pelayanan di berbagai lini termasuk di antaranya adalah dari segi teknologi sistem informasi. Sistem Informasi Puskesmas adalah suatu tatanan yang menyediakan informasi untuk membantu proses pengambilan keputusan dalam melaksanakan manajemen puskesmas dalam mencapai sasaran kegiatannya (Indonesia, 2014). Sistem ini digunakan untuk mencatat data kesehatan setiap pasien.

Meski di beberapa daerah telah dikembangkan sistem informasi puskesmas yang mencatat data pasien (Cahyanti & Purnama, 2012), (Nugroho, Fitriasih, & Widada, 2015), (Ramadhan et al., 2008), (Syukron & Hasan, 2015), (Wibisono & Munawaroh, 2012), (Sundari, 2016) proses antrian dan pencatatan administrasi pada puskesmas pada umumnya saat ini masih secara manual. Pasien yang datang harus mengambil nomor antrian, kemudian petugas akan mencari data rekam medik yang disimpan dalam lemari. Setelah itu pasien diarahkan ke poli yang dituju lalu setelah pemeriksaan pasien akan antri mengambil obat. Kondisi seperti ini sangat tidak efisien. Hal ini dapat menimbulkan permasalahan baru jika terdapat pasien yang kurang sabar, sehingga dikhawatirkan timbul opini buruk mengenai pelayanan di puskesmas. Disamping itu, pencatatan rekam medik secara manual memiliki kekurangan diantaranya terdapat identitas ganda, catatan hilang, sehingga riwayat kesehatan pasien tidak terekam dengan baik. Lebih lanjut, dengan jumlah file yang terlampau banyak pada ruangan yang sangat sempit, dapat mengganggu produktivitas karyawan.

Berdasarkan kondisi yang telah diuraikan, maka sangat mungkin jika dibutuhkan peran teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Oleh karena itu dikembangkanlah suatu sistem informasi rekam medik terintegrasi di lingkungan puskesmas. Secara garis besar, perbedaan sistem informasi ini dengan yang telah ada yaitu bahwa sistem ini mengintegrasikan beberapa fungsi yang ada di puskesmas, meliputi pendaftaran antrian pasien, poli, pencatatan rekam medik yang terintegrasi dengan layanan BPJS (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial) Kesehatan, dan pengambilan obat sesuai resep.

Harapannya dengan dikembangkannya sistem informasi terintegrasi ini, operasional puskesmas akan lebih efektif dan efisien. Meningkatnya kecepatan dalam pencarian data akan mempercepat antrian dan juga meningkatkan efisiensi tenaga kesehatan dalam menangani pasien sehingga lebih banyak pasien yang dapat dilayani dalam satu hari. Hal ini tentu akan menambah keuntungan bagi puskesmas.

Dengan adanya sistem ini maka terjadinya duplikasi data dapat dihindari sehingga tidak ada satu pasien dengan lebih dari satu data rekam medis. Tenaga medis dapat melihat riwayat kesehatan pasien secara detil dan menyeluruh. Hal ini tentu menunjang dalam pembuatan diagnosa yang lebih tepat.

Lebih jauh lagi, dengan proses digitalisasi data pasien ini maka tidak lagi dibutuhkan ruangan khusus yang cukup luas untuk lemari penyimpanan data sehingga menghemat dari sisi spasial. Dalam segi operasional pelaporan tentu juga akan terbantu dengan terwujudnya sistem ini di mana fitur pelaporan akan menjadi komponen wajib dalam pengembangannya.

1. METODOLOGI

Pengembangan perangkat lunak dilaksanakan selama 12 bulan dengan model pengembangan *Waterfall*. Metode pengembangan perangkat lunak (*Software Development Life Cycle*) sangat penting untuk pengembangan perangkat lunak dengan cara yang sistematis sehingga sistem dapat selesai dalam jangka waktu yang ditentukan dengan kualitas yang baik. Metode *Waterfall* ini merupakan salah satu metode pengembangan perangkat lunak di mana gambaran detail kebutuhan pengguna telah diketahui sebelum proses perancangan. Metode ini merupakan metode sekuensial dimana suatu tahapan harus selesai terlebih dahulu sebelum tahapan berikutnya dilaksanakan sehingga tidak ada fase tahapan yang tumpang tindih atau bersamaan (Balaji, 2012). Kelebihan dari metode ini antara lain:

- a. mudah dipahami dan diimplementasikan
- b. lebih populer
- c. definisi dibuat sebelum mendesain, dan desain dibuat sebelum implementasi
- d. sangat sederhana
- e. sangat cocok untuk produk yang stabil dengan struktur yang jelas (Alshamrani & Bahattab, 2015).

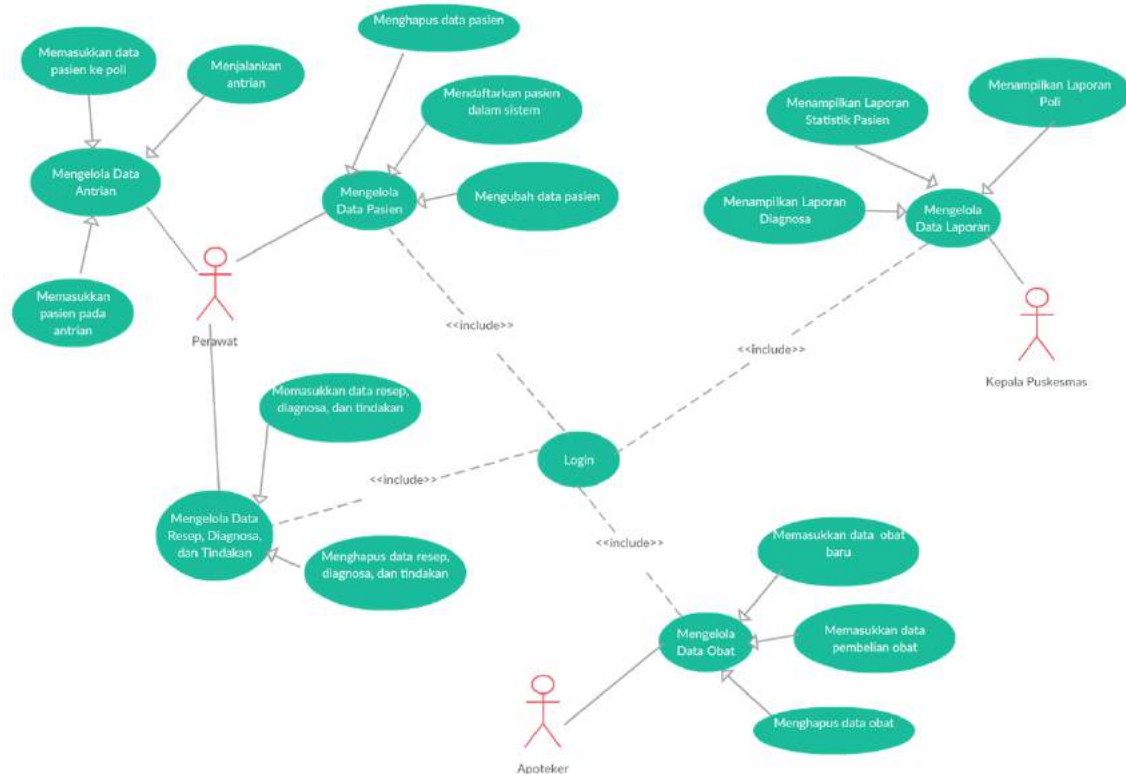
Uji coba dan tahapan dokumentasi dilaksanakan di akhir siklus. Detil setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut:

- a. Survei dan Analisis Kebutuhan
Survei dilakukan dengan tujuan untuk memahami kebutuhan-kebutuhan Puskesmas akan sistem informasi yang akan dibangun. Hasil survei akan dianalisis untuk mendapatkan spesifikasi kebutuhan sistem.
- b. Perancangan dan Pembangunan Sistem Informasi
Sistem informasi rekam medik dirancang dan dibangun pada fase ini sesuai dengan hasil survei dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya.
- c. Uji Coba Sistem
Sistem yang telah dibangun selanjutnya akan diuji coba dan diperbaiki apabila terdapat kesalahan atau galat yang ditemukan.
- d. Dokumentasi
Pada tahap ini dilakukan pencatatan terhadap semua fungsi atau fitur yang telah dibangun. Catatan tersebut kemudian dituangkan dalam buku petunjuk penggunaan sistem.
- e. Migrasi Data
Migrasi data dilakukan untuk memindahkan data rekam medik pasien yang sebelumnya disimpan secara manual ke dalam sistem yang dibangun.
- f. Monitoring dan Evaluasi
Operasional sistem akan dimonitor secara berkala untuk memastikan sistem tersebut digunakan dengan baik serta untuk membimbing pihak Puskesmas jika terdapat permasalahan yang ditemui pada saat operasional.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1. Analisis Kebutuhan

Untuk membantu proses analisis kebutuhan dibuatlah diagram *Use Case* yang nantinya dapat menjadi dasar perancangan fitur-fitur utama dalam sistem. Use Case diagram sebagai alat pemodelan kebutuhan memainkan peranan penting dalam menjelaskan kebutuhan dari suatu sistem. Ia menjadi alat komunikasi di antara pengembang dan calon pengguna (*stakeholder*) untuk memahami apa saja kebutuhan dari suatu sistem (Shen & Liu, 2003). Diagram Use Case ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram *Use Case*

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka solusi yang ditawarkan pada program ini adalah dengan membangun sebuah sistem informasi terintegrasi untuk menyimpan data rekam medik pasien Puskesmas-Puskesmas. Semua data rekam medik Puskesmas yang sebelumnya disimpan secara manual akan secara bertahap dipindahkan ke sistem informasi yang dibangun. Sistem informasi tersebut nantinya juga dihubungkan dengan bagian loket pendaftaran untuk pengelolaan antrian dan pengambilan obat. Pasien yang datang cukup menunjukkan kartu pasiennya di loket registrasi, poli, serta loket obat untuk dipindai sehingga dapat diproses secara otomatis.

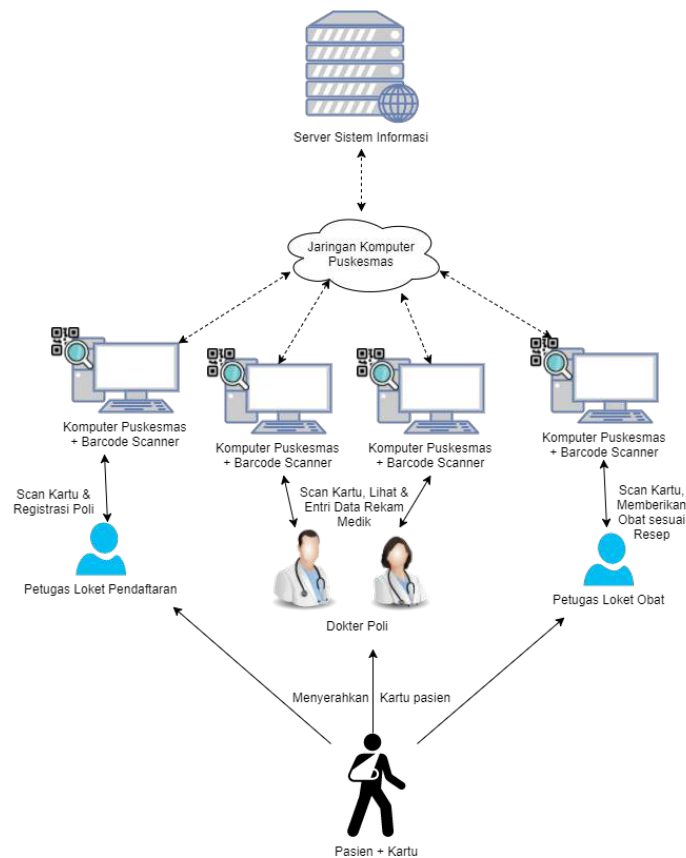
Dengan adanya sistem informasi rekam medik ini diharapkan pelayanan Puskesmas dapat menjadi lebih baik dan efisien. Pasien yang datang ke Puskesmas akan dapat terlayani dengan lebih cepat. Catatan riwayat kesehatannya juga dapat diketahui secara lengkap sehingga diagnosa dokter bisa menjadi lebih akurat. Selain itu resiko rusak, hilang, dan duplikasi data rekam medik pasien juga akan dapat diminimalisir.

2.2. Rancangan Arsitektur

Sistem informasi terintegrasi akan dikembangkan sebagai sebuah aplikasi web. Aplikasi web yang dibangun nantinya mempunyai beberapa fungsi dasar, yaitu untuk pendaftaran pasien di loket registrasi, menampilkan pencatatan data rekam medik pasien, serta untuk pendaftaran dan pengambilan obat. Sistem informasi ini dipasang pada sebuah server yang terhubung dengan jaringan komputer puskesmas.

Saat pasien datang, pasien menyerahkan kartu pasien yang dibawanya ke loket registrasi untuk didaftarkan ke poli yang dituju dengan cara memindai kartu dengan menggunakan barcode scanner yang terhubung dengan komputer puskesmas. Sistem kemudian menampilkan informasi medis pasien yang terhubung dengan data terpusat dari BPJS Kesehatan. Kemudian pasien akan otomatis terdaftar pada antrian poli tersebut. Setelah menunggu hingga gilirannya datang, pasien menuju poli tujuan dan menyerahkan kartunya kembali ke dokter. Dokter kemudian dapat melihat histori rekam medik pasien tersebut dengan memindai nomor barcode pada kartu pasien. Sistem akan otomatis menampilkan data rekam medik pasien tersebut. Setelah dokter selesai memeriksa dan mendiagnosis pasien tersebut, maka dokter atau perawat memasukkan data rekam medik seperti diagnosa, resep, dsb ke dalam sistem. Pasien kemudian dapat menuju ke loket obat puskesmas untuk mendaftarkan serta mengambil obat sesuai resep dokter tersebut.

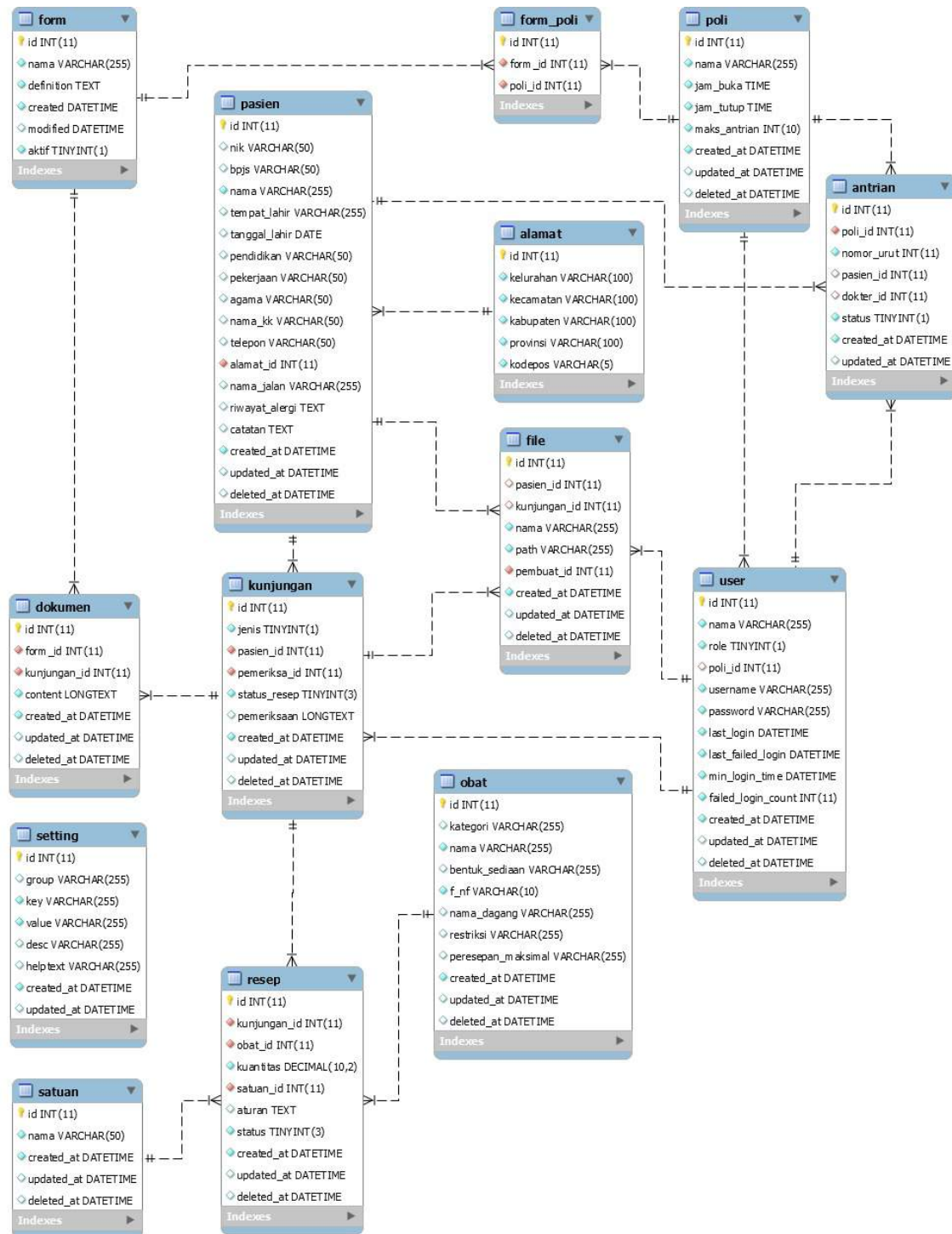
Untuk menjaga keamanan dan kerahasiaan data pasien, maka sistem informasi rekam medik hanya dapat diakses di komputer-komputer yang sudah ditentukan dengan menggunakan akun masing-masing petugas Puskesmas dan dokter yang berwenang. Petugas Puskesmas dan Dokter juga harus menjaga kerahasiaan akunnya masing-masing. Data rekam medik juga harus ditutup setelah dokter selesai melihat data tersebut. Gambaran mengenai implementasi sistem tersebut dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 2. Rancangan Arsitektur

2.3. Desain Basis Data

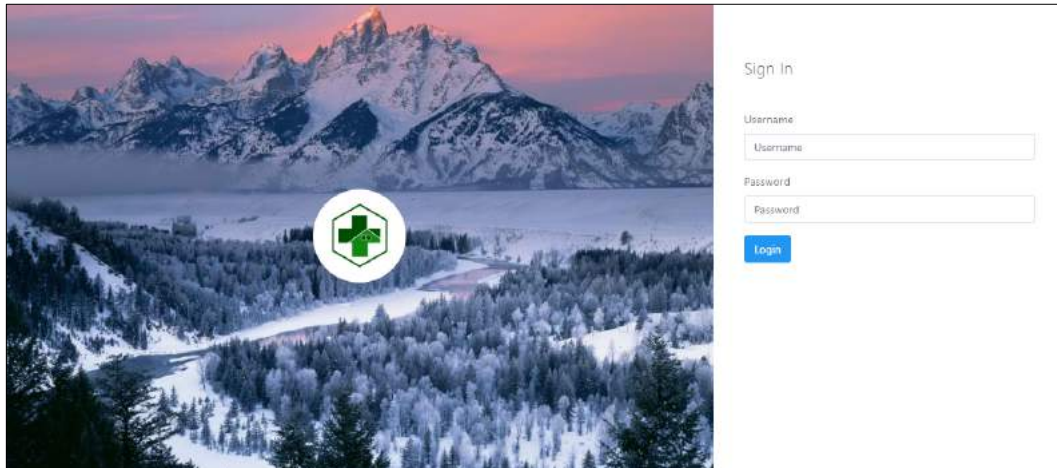
Berdasar hasil analisis kebutuhan dan perancangan arsitektur sebelumnya, dibuatlah desain basis data guna memenuhi kebutuhan dan mengakomodir proses bisnis mitra. Desain basis data tersebut disajikan oleh **Error! Reference source not found..**



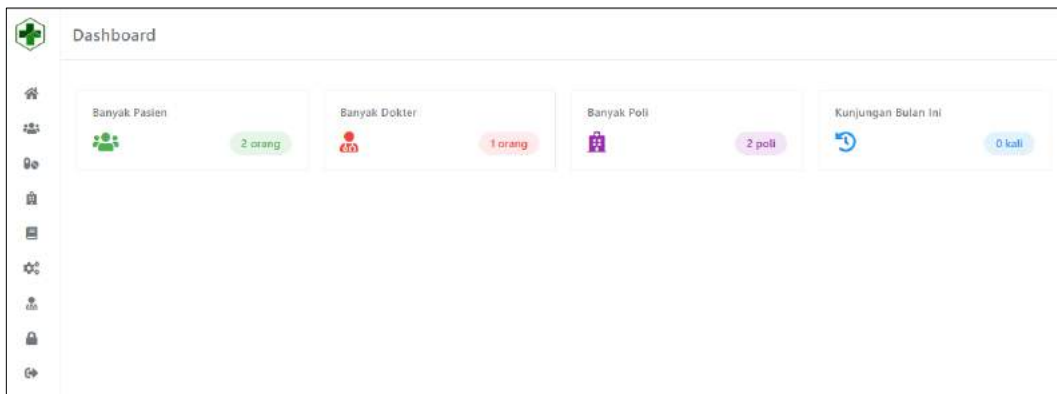
Gambar 3. Desain Basis Data

2.4. Hasil Pengembangan Sistem

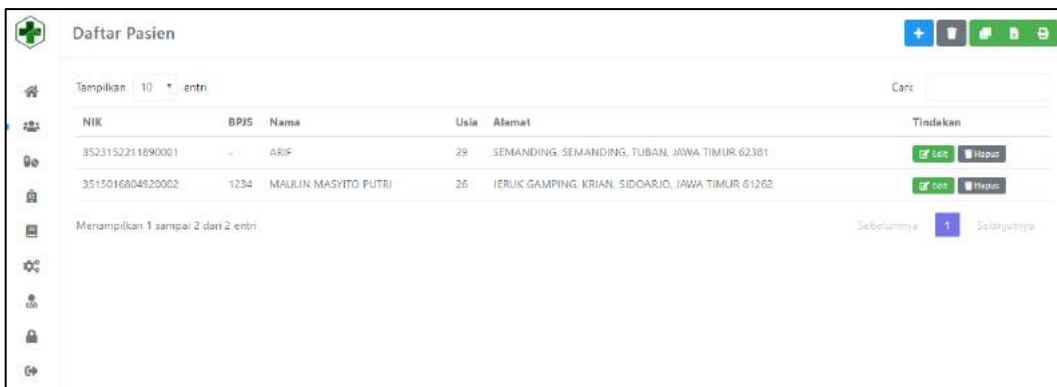
Setelah basis data terbentuk, dikembangkanlah sistem informasi sesuai dengan kebutuhan mitra. Tampilan dari beberapa halaman sistem yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4-9 berikut.



Gambar 4. Halaman Login



Gambar 5. Halaman Dashboard



Gambar 6. Halaman Daftar Pasien

Kategori	Nama Obat	Nama Dagang	Bentuk Sediaan	F/NF	Restriksi	Peresepan Maksimal	Tindakan
ANALGESIK NON NARKOTIK	asam mefenamat		kaps 250 mg	F		30 kaps/bulan	[Edit] [Hapus]
ANALGESIK NON NARKOTIK	parasetamol		tab 500 mg	F			[Edit] [Hapus]
ANALGESIK NON NARKOTIK	parasetamol		dripas (infus) 1000 mg/100 mL	F	Hanya untuk pasien ICU yang memerlukan antipiretik berkelanjutan.		[Edit] [Hapus]

Menampilkan 1 sampai 3 dari 3 entri

Sebelumnya 1 Selanjutnya

Gambar 7. Halaman Daftar Obat

Nama Poli	Jam Buka	Jam Tutup	Kapasitas Maksimal	Tindakan
Gigi	09:30:00	13:00:00	30	[Edit] [Hapus]
Umum	07:30:00	11:30:00	5000	[Edit] [Hapus]

Menampilkan 1 sampai 2 dari 2 entri

Sebelumnya 1 Selanjutnya

Gambar 8. Halaman Daftar Poli

Nama	Username	Role	Tindakan
Administrator	admin	Administrator	[Edit] [Nonaktifkan]
Dokter (Gigi)	doktergigi	Dokter	[Edit] [Nonaktifkan]

Menampilkan 1 sampai 2 dari 2 entri

Sebelumnya 1 Selanjutnya

Gambar 9. Halaman Daftar Pengguna

3. KESIMPULAN

Dengan adanya sistem informasi rekam medis ini data pasien dapat disimpan dengan lebih efisien dan terhindar dari duplikasi data. Aplikasi rekam medis terintegrasi yang telah dikembangkan juga memudahkan proses pencarian data, meningkatkan kinerja pegawai puskesmas dalam melakukan pengolahan data rekam medis, dan juga obat-obatan, serta membuat laporan yang ditujukan kepada pimpinan menjadi lebih akurat. Sebuah puskesmas yang mempunyai jumlah pasien cukup banyak hendaknya menggunakan sistem informasi rekam medik semacam ini agar dapat mengoptimalkan pelayanannya. Setelah aplikasi ini dipasang pada sistem

di puskesmas, sebaiknya dilakukan sosialisasi atau pelatihan yang menyeluruh terhadap semua lini pengguna di puskesmas agar penggunaan sistem ini dapat berjalan dengan optimal.

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alshamrani, A., & Bahattab, A. A Comparison Between Three SDLC Models Waterfall Model, Spiral Model, and Incremental/Iterative Model. *I International Journal of Computer Science Issues*, 12(1), 106–111. 2015.
- [2] Balaji, S. *Waterfall vs V-Model vs Agile: A Comparative Study on SDLC*. 2(1), 26–30. 2012.
- [3] Cahyanti, A., & Purnama, B. 2012. Pembangunan Sistem Informasi Manajemen Puskesmas Pakis Baru Nawangan. *Journal Speed - Sentra Penelitian Engineering Dan Edukasi*, 4(4), 17–21. 2012. <https://doi.org/10.3112/SPEED.V4I4.893>
- [4] Indonesia, K. K. R. 2014. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2014*. 2014.
- [5] Nugroho, B., Fitriasih, S. H., & Widada, B. Sistem Informasi Rekam Medis Di Puskesmas Masaran I Sragen. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIKomSiN)*, 3(2). 2015. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7216-0252-3.50005-9>
- [6] Ramadhan, R., Angga, T. O., Cofriyanti, E., Si, S., Hartati, E., & Kom, M. Sistem Informasi Rekam Medis Rawat Inap dan Rawat Jalan Pada Puskesmas Sukajadi. *Medical Informatic System*, 1(1), 1–10. 2008.
- [7] Shen, W., & Liu, S. Formalization, Testing and Execution of a Use Case Diagram. *International Conference on Formal Engineering Methods*, 68–85. 2003.
- [8] Sundari, J. Sistem Informasi Pelayanan Puskesmas Berbasis Web. *Indonesian Journal on Software Engineering*, 2(1), 45–49. 2016.
- [9] Syukron, A., & Hasan, N. Perancangan Sistem Informasi Rawat Jalan Berbasis Web Pada Puskesmas Winong. *Jurnal Bianglala Informatika*, 3(1), 28–34. 2015.
- [10] Wibisono, S., & Munawaroh, S. Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (Simpuskesmas) berbasis Cloud Computing. *Jurnal Teknologi Informasi Dinamik*, 17(2), 141–146. 2012.

Pengembangan Aset Tiga Dimensi Berbasis Photo-Realism untuk VR-Patient Room (Studi Kasus Rawat Inap RSI Jemursari)

Rizqi Putri Nourma Budiarti^{1*} dan Fajar Annas Susanto¹

¹Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya

**Corresponding Author*

E-mail: rizqi.putri.nb@unusa.ac.id

Abstrak

Perkembangan informasi pada suatu rumah sakit sangat cepat berkembang, dimana rumah sakit ingin memberikan pelayanan berupa informasi mengenai rumah sakit tersebut dengan menggunakan teknologi Virtual Reality. Begitu juga dengan Rumah Sakit Islam Jemursari, dimana sedang mengembangkan aplikasi VR-Patient Room. Untuk pengembangan VR-Patient Room diperlukan beberapa aset berupa perangkat atau peralatan yang berada di rumah sakit tersebut. Pada penelitian ini, dikembangkan aset menggunakan metode photo-realism. Aset dibangun dengan mengikuti kriteria dari photo-realism, mengikuti skala ukuran dan menggunakan aplikasi 3D. Aset yang dibangun antara lain: kasur pasien, furniture (meja, sofa tamu, jam dinding), tempat sampah, dan meja pasien hingga toilet dan shower. Setelah seluruh aset dibangun dilakukan eksperimen dengan metode survey untuk mengukur tingkat realistic dari aset. Dari eksperimen tersebut didapat tingkat realistik dari aset yang dibuat memiliki nilai rata-rata diatas 3.7 dari skala 5, dimana artinya 3D aset yang dibuat sudah mendekati benda dengan karakteristik photo-realism.

Kata Kunci: 3D aset, VR Patient-Room, photo-realism.

Abstract

The development of information in a hospital is very fast growing, where the hospital wants to provide services in the form of information about the hospital using Virtual Reality technology. Likewise with Jemursari Islamic Hospital, which is developing the VR-Patient Room application. For the development of VR-Patient Rooms, several assets are needed in the form of devices or equipment located in the hospital. In this study, assets were developed using the photo-realism method. Assets are built by following the criteria of photo-realism, following the scale of size and using 3D applications. Assets built include: patient beds, furniture (tables, guest sofas, wall clocks), trash bins, and patient desks to the toilet and shower. After all assets are built, an experiment is conducted using survey methods to measure the realistic level of assets. From these experiments obtained a realistic level of the assets made have an average value above 3.7 from a scale of 5, which means that the 3D assets made are approaching objects with photo-realism characteristics.

Keywords: 3D Asset, VR Patient-Room, photo-realism.

1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi biasa digunakan untuk membantu banyak orang dan bahkan di era modern ini teknologi sudah tersebar dimanapun, baik dibidang pendidikan, militer, pertanian bahkan kesehatan. Di rumah sakitpun, teknologi sangat berperan penting dalam menjaga kestabilan pasien yang sedang dirawat. Selain digunakan untuk kesehatan, teknologi dapat digunakan juga untuk berbagi informasi. Teknologi yang dapat digunakan untuk menampilkan

informasi antara lain *Virtual Reality*. Teknologi *Virtual Reality* memerlukan aset berupa model tiga dimensi (3D). Penggunaan teknologi *virtual reality*, sering dipakai untuk pembuatan dan pengembangan *game* misalkan mengatur perilaku NPC (*Non-Player Character*) pada lingkungan *virtual* salah satunya NSGA-II dengan pengembangan algoritma genetika untuk evolusi dinamis pada NPC (aditama, 2019). Di dalam lingkungan *virtual* inilah, pemetaan tiga dimensi biasanya dilakukan.

Pemetaan tiga dimensi dalam realitas maya adalah salah satu yang sedang populer dan dapat diterapkan dimanapun, teknologi semacam ini telah ditemukan bertahun-tahun lalu dan masih dikembangkan hingga saat ini. Pada saat ini bahkan ada berbagai macam aplikasi yang dapat membantu untuk membuat atau membangun desain 3 dimensi dan menjadikannya dalam bentuk realitas maya. Dalam penelitian ini, diperlukan pembuatan 3D Aset untuk pemetaan ruangan dan aplikasi *Blender* dirasa paling sempurna karena berlisensi terbuka dapat mencakup semua hal dan mudah diunduh.

Rumah sakit sebenarnya sangat membutuhkan teknologi *virtual reality* untuk memetakan keseluruhan rumah sakit, khususnya pada ruang rawat inap, karena pada ruang rawat inap semua fasilitas hampir sama dan lokasi ruang rawat inap juga terkadang membingungkan. Sebagai contoh, di rumah sakit dengan area lokasi yang luas seperti Rumah Sakit Islam Jemursari dengan dimana lokasi ruang rawat inap dan penamaan ruang rawat inap pun bisa hampir sama sehingga dibutuhkan petunjuk digital yang tepat. Selain itu penggunaan pemetaan ruangan tiga dimensi realita maya juga dapat menaikkan nama rumah sakit serta meningkatkan jumlah investor karena dengan menggunakan teknologi tersebut dapat memberikan kesan modern.

Dengan adanya sistem ini maka diharapkan pada pengembangan desain interaktif untuk *VR-Patient Room* ini dapat memberikan gambaran ruangan rawat inap dan fasilitas yang didapatkan pasien sehingga memudahkan pasien mendapatkan gambaran yang detail sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Hal inilah yang diharapkan dapat membantu pasien dan pihak rumah sakit dalam menjelaskan penggambaran ruangan pasien serta penghematan waktu dengan adanya teknologi ini.

2. METODOLOGI

2.1. 3D Building Information Management (BIM) Untuk Fasilitas Rumah Sakit.

Tiga Dimensi (3D) merupakan sesuatu yang memiliki panjang, lebar dan tinggi, seperti semua benda yang memiliki bentuk di dunia nyata. Pada dasarnya, manusia dapat membedakan mana 3 dimensi mana 2 dimensi karena manusia memiliki persepsi 3 dimensi atau yang lebih dikenal dengan persepsi kedalaman. Pada persepsi kedalaman, apabila kita melihat dalam mata kita bayangan diterima dalam bentuk 2 dimensi secara keseluruhan tetapi ketika diproses di otak kita, gambar tersebut berubah menjadi 3 dimensi itulah kenapa pada saat melihat bioskop 3 dimensi biasanya penonton hanya diberi kacamata merah dan biru. Hal itu digunakan untuk membantu otak mengolah bayangan film menjadi objek 3 dimensi. Dari teknologi 3D tersebut dapat dibangun sebuah aplikasi yang mampu memberikan informasi kepada pengguna dalam rangka menginformasikan suatu fungsi dari bangunan, teknologi tersebut bernama *Building Information Management (BIM)*.

Yu-Cheng Lin dkk, melakukan penelitian dengan membangun BIM untuk sebuah rumah sakit untuk penyakit kanker (Yu-Chen Lin, 2018). Pada penelitian ini yang dilakukan juga menggunakan teknologi yang sama namun digunakan untuk ruang rawat inap Rumah Sakit Islam Jemursari Surabaya. Dalam hal ini, untuk membangun suatu visualisasi ruangan yang bermanfaat

buat masyarakat khususnya di area lingkungan rumah sakit, khususnya pasien rumah sakit agar dalam melawan penyakitnya pasien tetap dalam kondisi semangat, aman, nyaman dan kondusif didukung oleh lingkungan. Dengan penggunaan teknologi 3D, khususnya untuk membangun desain ruangan interaktif untuk VR-Patient Room sehingga dapat membantu pasien dalam memilih ruangan perawatan untuk rawat inap di Rumah Sakit.

2.2. Virtual Reality (VR)

Realitas maya adalah kegunaan teknologi computer dalam membuat simulasi sesuatu baik itu benda, pemandangan atau apapun dalam bentuk 3 dimensi, untuk lebih dapat terlihat bedanya dalam realitas maya pengguna wajib menggunakan alat tertentu yang menempel pada mata yang ditujukan agar pengguna dapat merasakan sensasi berada dalam dunia berbeda, semua itu dengan cara mensimulasi sebanyak mungkin indera seperti penglihatan, pendengaran sentuhan, bahkan bau.

Dunston., dkk. membangun sebuah aplikasi berbasis *Virtual Reality* (VR) dengan membangun seluruh fasilitas baik berupa furniture maupun perangkat/peralatan rumah sakit (Dunston, 2011). Hal tersebut kami lakukan juga pada penelitian ini, karena hal tersebut dibutuhkan untuk mengisi aset dari aplikasi VR. Chan, W.Y., dkk, melakukan riset dengan membangun Virtual Reality untuk simulasi fasilitas Rumah Sakit sebagai training perawat (Chan, 2018). Jonathan Linowes menjelaskan berbagai project yang bisa dilakukan pada Virtual Reality dalam bukunya (Linowes, 2015). Sedangkan Pavol K., dkk. telah membuat Virtual Reality dengan pendekatan *innovative approach* pada penggunaan Virtual Reality untuk design objek Interior (Pavol, 2017). Penggunaan lainnya pada virtual reality, S. Bayona mengimplementasikan penggunaan teknologi ini pada sektor *healthcare* (Bayona, 2016).

2.3. Blender

Blender merupakan aplikasi untuk membuat objek 3 dimensi yang gratis dan *open source* (Blender, 2019). aplikasi ini merupakan salah satu aplikasi terbaik untuk membuat objek 3 dimensi, kelebihan dari blender adalah program yang ringan tapi sangat *powerfull*.

Aplikasi Blender (Kent, 2014) selain dapat membuat benda 3 dimensi, aplikasi ini juga dapat membantu pengguna untuk *pipeline—modeling, rigging, animation, simulation, rendering, compositing and motion tracking, even video editing and game creation*. Untuk penggunaan yang tingkat lanjut dapat memasukkan kode dalam Bahasa python untuk membuat atau merombak aplikasi ini sendiri.

2.4. Photo-Realism

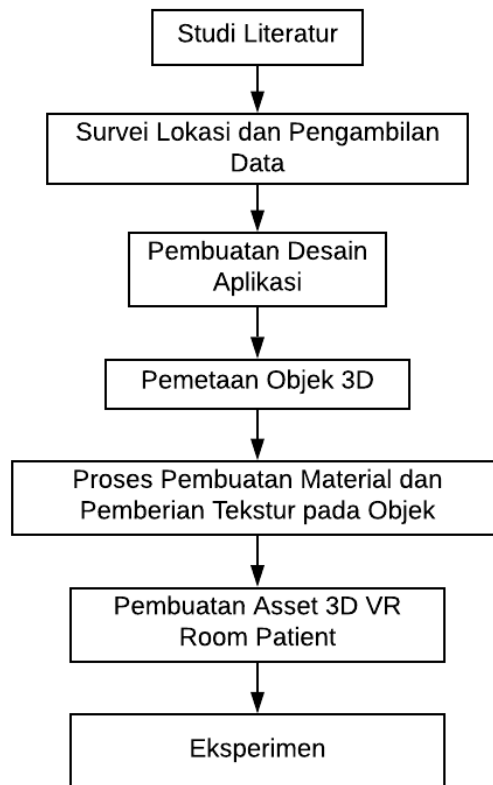
Photorealism adalah genre seni yang mencakup melukis, menggambar dan media grafis lainnya, di mana seorang seniman mempelajari foto dan kemudian mencoba untuk mereproduksi gambar sebagai realistis mungkin di media lain. Karakteristik dari photorealism (Hanusch, 2008) antara lain:

- a. Ketidakteraturan (Clutter and Chaos): karakteristik dimana gambar yang dihasilkan tidak sempurna karena setiap benda pasti memiliki cacat.
- b. Personality dan Ekspektasi: hasil sesuai dengan ekspektasi yang diharapkan.
- c. Believeability: dapat membuat terlihat seperti kondisi nyata.
- d. Surface Texture: memiliki pola tekstur di setiap objek permukaan.
- e. Specularity: memiliki tingkat refleksi terhadap suatu objek.

- f. Dirt, dust and rust: suatu objek terlihat terdapat efek kotor, debu atau karat.
- g. Flaws, Scratches and Dings: objek tertentu memiliki efek pernah mengalami tercacar atau tergesek ataupun pernah dipukul.
- h. Beveled Edges: efek sisi yang tidak kaku.
- i. Object Material depth: memiliki perpektif tingkat kedalaman.
- j. Radiosity: memiliki efek radiasi.

2.5. Metode

Pembuatan pemetaan 3 dimensi menggunakan 2 aplikasi yaitu Blender dan Unity 3D, ketika dalam pembentukan objek 3 dimensi dibutuhkan beberapa langkah/metodologi yaitu:



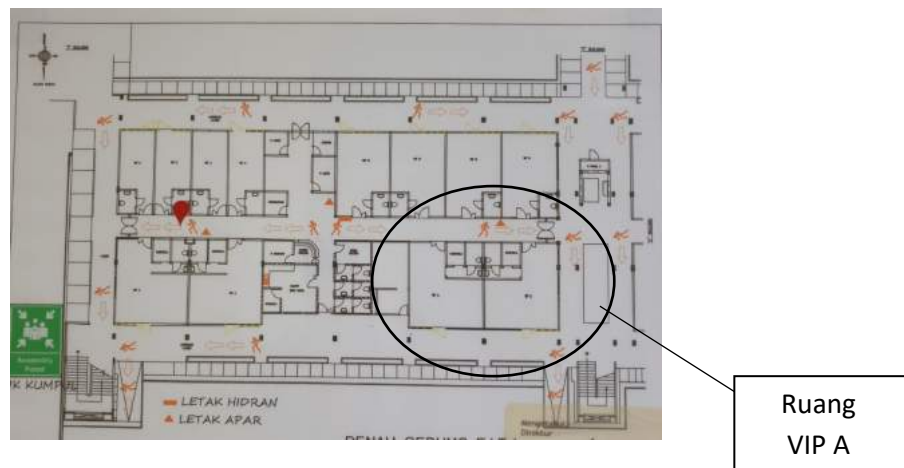
Gambar 1. Metodologi Penelitian

Tahapan pada penelitian ini, diantaranya studi literatur, survei lokasi dan pengambilan data, pembuatan desain aplikasi, pemetaan objek 3D, pembuatan material dan pemberian tekstur pada objek dan pembuatan aset 3D VR Room Patient, dan dilanjutkan percobaan menggunakan photo-realism.

2.5.1. Studi Literatur, Survei Lokasi dan Pengambilan Data

Pada tahapan ini, dilakukan dalam mempelajari pengembangan dan pemahaman dari paper-paper sebelumnya, kemudian dilanjutkan survei lokasi penelitian dan pengambilan data, dimana pada tahapan ini dilakukan pengambilan gambar foto dari area lokasi penelitian.

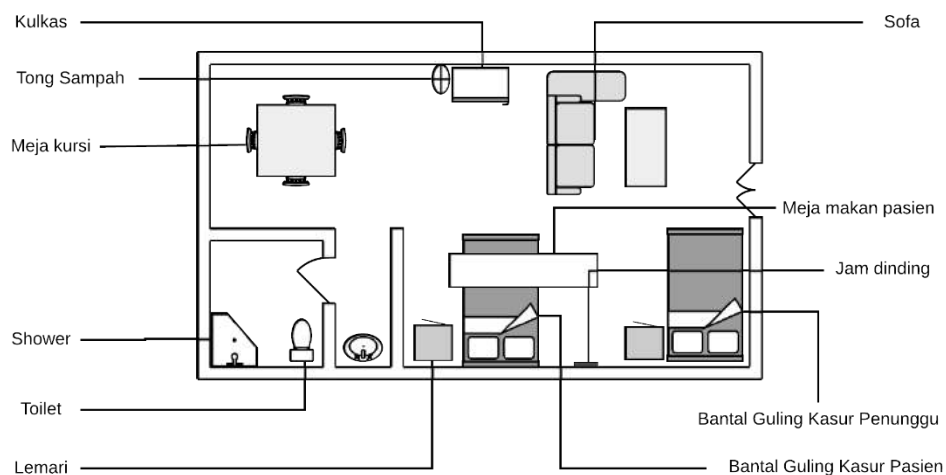
Penelitian ini mengambil area ruang Presidential Suite (Ruang VIP A) pada RSI Jemursari, dimana lokasi tersebut berada di area lt.1 Gedung Rumah Sakit seperti yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penelitian VR Patient Room

2.5.2. Pembuatan Desain Aplikasi

Pada tahapan ini desain aplikasi digunakan sebagai penunjang proses pembuatan VR-Patient Room dimana didalamnya desain rancangan, penggunaan aplikasi seperti blender dan unity dimana diperlukan juga penggunaan SDK virtual reality. Berikut mapping yang dilakukan dan digambarkan dalam bentuk denah area ruang rawat inap, seperti yang digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Denah Area Ruang VIP A

2.5.3. Pemetaan Objek 3D, Pembuatan Material dan Pemberian Tekstur pada Objek

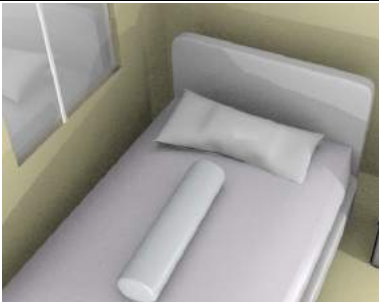
Pada tahapan ini dilakukan pembuatan mapping objek 3D dan pengaturan area objek, pembuatan kerangka objek 3D dan dilakukan proses pemberian material dan penggunaan tekstur pada objek yang dibuat.

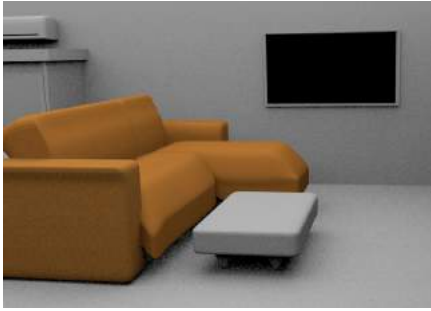
2.5.4. Pembuatan Aset-Object 3D VR Room Patient

Pada tahapan ini, pembuatan aset berupa kumpulan model objek-objek yang digambarkan dalam bentuk 3D, dilanjutkan dengan proses render objek dan penggabungan berbagai objek-objek yang dibuat sebelumnya kemudian digabungkan sesuai dengan denah area ruang VIP A

berdasarkan pengambilan gambar blueprint foto. Berikut tabel perbandingan gambar asli dengan hasil objek 3D yang dapat di lihat pada Tabel 1.

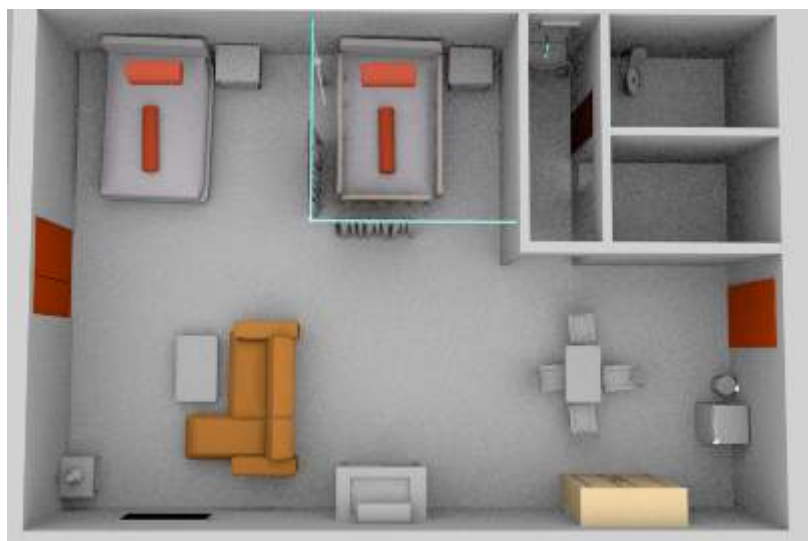
Tabel 1. Tabel perbandingan gambar asli dengan hasil objek 3D.

No	Gambar Asli	3 Dimensi	Detail
1			Bantal guling Kasur Pasien
2			Bantal guling Kasur Penunggu
3			Jam Dinding
4			Kulkas
5			Meja Kursi

6			Meja Makan Pasien
7			Shower
8			Tempat Sampah
9			Sofa
10			Lemari

11			Toilet
----	---	--	--------

Setelah semua objek-objek dibuat menjadi 3 Dimensi, maka selanjutnya objek-objek tersebut dilakukan *append* dimana penggabungan aset-objek 3D dengan membuat ruangan rawat inap seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Penampakan gabungan objek 3D dalam ruangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada eksperimen ini dilakukan dengan cara melakukan survey kepada 30 responden. Responden diminta untuk menilai masing-masing objek dengan melihat karakteristik dari photo-realism. Responden tidak tergantung dari kelamin, usia maupun Pendidikan. Nilai survei terdiri dari buruk sekali/tidak sesuai sama sekali (1), buruk/tidak sesuai (2), cukup (3), baik/sesuai (4), baik sekali, sangat sesuai (5). Dari hasil survei yang dilakukan, didapatkan data hasil eksperimen, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil survei dari eksperimen.

No	Objek	Ketidakteraturan	Ekspektasi	Believability	Tekstur	Specularity	Dirt, dust, rust	Flaw, scratches, ding	Beveled edge	Depth	Radiosity	Nilai rata-rata
1	Bantal guling Kasur pasien	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3.8
2	Bantal guling Kasur penunggu	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3.8
3	Jam dinding	4	5	4	5	3	4	4	4	4	4	4.1
4	Kulkas	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3.8
5	Meja kursi	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3.8
6	Meja makan pasien	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3.8
7	Shower	4	4	4	5	3	4	3	4	4	3	3.8
8	Tempat sampah	4	3	4	5	3	4	3	4	4	3	3.7
9	Sofa	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4.1
10	Lemari	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3.8
11	Toilet	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3.8

Dari hasil survey didapatkan, bahwa tidak ada nilai rata-rata yang dibawah 3,7. Hal ini artinya bahwa objek-objek 3D aset yang dibuat sudah mengikuti unsur photo-realism.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk membuat aplikasi Building Information Management (BIM) berbasis VR diperlukan aset 3D dengan model photorealism.
2. Tingkat photorealism dari masing-masing aset yang dibuat memiliki nilai diatas 3,7 dimana hal ini berarti bahwa objek 3D yang telah dibuat sudah masuk kategori photorealism.
3. Hasil penggabungan objek 3D yang dihasilkan dapat mendukung Denah Ruangan pada Rumah Sakit agar tampak lebih menarik. Namun, untuk kedepannya hasil dari Denah Ruangan ini akan dilakukan integrasi 3D aset dengan perangkat Virtual Reality dengan pembuatan aplikasi VR untuk digunakan secara interaktif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai hibah dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Ristekdikti) dengan skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) pada tahun 2019.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditama, D., Budiarti, R.P.N., Nugroho, S.M.S. and Hariadi, M., "Dynamic Evolution Behavior for Non-Player Character on Space Shooter Game Using NSGA-II.", *International Journal of Education and Research.*, vol.5, no.1., 2017.

- [2] Y. C. C. Y. P. Y. H. W. H. C. Y. & S. Y. C. Lin, "Integrated BIM, game engine and VR technologies for healthcare design: A case study in cancer hospital.," *Advanced Engineering Informatics*, vol. 26, pp. 130-145, 2018.
- [3] Dunston, P. S., Arns, L. L., Mcglothlin, J. D., Lasker, G. C., & Kushner, A. G. An immersive virtual reality mock-up for design review of hospital patient rooms. In *Collaborative design in virtual environments*, pp. 167-176. Springer, Dordrecht. 2011.
- [4] Chan, W.Y. and Tam, H.H. A Virtual Clinical Learning Environment for Nurse Training. In *Technology in Education. Innovative Solutions and Practices: Third International Conference, ICTE 2018, Hong Kong, China, January 9-11, 2018, Revised Selected Papers* (Vol. 843, p. 16). Springer. 2018.
- [5] Jonathan Linowes. "Unity Virtual Reality Projects". Packt Publishing. 2015.
- [6] Pavol Kaleja dan Maria Kozlovska. "Virtual Reality as Innovative Approach to the Interior Designing", *Journal of Civil Engineering* Vol. 12, No. 1, 2017.
- [7] S. Bayona, "Implementing Virtual Reality in the healthcare sector," *searchgate*, p. 29, 2016.
- [8] Blender 3D. <https://www.blender.org/>, has accessed, 21 april 2019.
- [9] B. R. Kent, "3D scientific visualization with blender"., Morgan & Claypool Publishers., 2014.
- [10] T. Hanusch, "A New Texture Mapping Algorithm For Photorealistic Reconstruction Of 3d Objects," in *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B5. Beijing 2008* , 2008.

Pedoman Penulisan

Applied Technology and Computing Science Journal

(ATCSJ)

(Format artikel dikirim dalam bentuk *file* Microsoft Word *.doc, judul, *Times New Roman*, 14 pt, **bold**, *center*, awal kata dengan huruf besar kecuali kata sambung. Pengiriman artikel dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia maupun Bahasa Inggris. Namun apabila ingin mengirim artikel dalam versi Bahasa Inggris khusus abstrak hanya ditulis dalam Bahasa Inggris)

Penulis I^{*}, Penulis II², dan Penulis III³ (tanpa gelar, 2 spasi dari judul, *Times New Roman*, 12 pt, **bold**, *center*)

¹Program Studi Sistem Informasi Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya, Surabaya 60111 (berjarak ½ spasi dari nama penulis, 10 pt, *center*)

²Program Studi Sistem Informasi, FTIF, ITS dan alamatnya

³Teknik Mesin, FTI, ITS dan alamatnya

**Correspondent Author*

E-mail: rizqi.putri.nb@unusa.ac.id

Abstrak (ditulis dalam Bahasa Indonesia, *Times New Roman*, 10 pt, **bold**, *italic*, *center*)

Abstrak diketik menggunakan dengan huruf (font) Times New Roman (10 pt), spasi 1. Ukuran kertas A4 (210 x 297 mm), margin kiri 3 cm, margin atas 3 cm, margin kanan 3 cm dan margin bawah 2,5 cm. Gunakan format satu kolom. Penulis makalah ditulis tanpa gelar akademis 12 pt bold dan rata tengah. Instansi dan alamat ditulis rata tengah dengan ukuran 10 pt. Abstrak dengan penulis lebih dari satu orang, penulis utama ditulis pada urutan pertama dan ditulis email untuk penulis korespondensi (corresponding author). Abstrak ditulis dengan bahasa Indonesia. Abstrak terdiri dari pendahuluan (yang menguraikan latar belakang, review penelitian terdahulu dan tujuan penelitian), metodologi, hasil dan pembahasan serta kesimpulan. Keseluruhan naskah diketik satu spasi dengan format satu kolom dan dibuat dalam **satu paragraf**.

Kata kunci: berisi maksimum 5 kata kunci yang digunakan (berjarak ½ spasi dari abstrak)

Abstract (please write an abstract and it should be written in English, *Times New Roman*, 10 pt, **bold**, *italic*, *center*)

The Abstract contains summary of your article and it should be type in (font) Times New Roman (10 pt), using Spacing 1. Please use A4 (210 x 297 mm), and set your margin Left 3 cm, margin Top 3 cm, margin Right 3 cm dan margin Bottom 2,5 cm. Please set it using one column. Please set your margin before you type your article by looking at the page setup of this template. If you have any question on the format, please send a message to atcsj2018@unusa.ac.id. The abstract contains a summary of articles covering research issues and objectives, methods, results, and contributions of research results. Abstract should include keywords to facilitate article indexing. The entire text is typed one space in a single column format and made in one paragraph.

Keywords: Up to fifth keywords should also be included. (*Times New Roman 10*)

1. PENDAHULUAN / INTRODUCTION (11 pt, **bold**, 2 spasi dari *keywords* dan ½ spasi dari paragraf di bawahnya)

Artikel ditulis dalam Bahasa Indonesia dengan ukuran A4 dengan margin masing-masing: atas 3 cm, bawah 2.5 cm, kiri 3 cm, dan kanan 3 cm. Jumlah halaman yang diijinkan maksimum 15 halaman.

Naskah ditulis dengan huruf *Times New Roman* dengan ukuran 11 pt, 1.15 spasi, dengan format 1 kolom. Huruf pertama tiap paragraf ditulis menonjol ke dalam dengan jarak 0.5 cm. Semua kata asing dalam naskah ditulis dengan huruf miring.

Contoh penulisan sumber pustaka dalam kalimat: Stein (2008) telah mempelajari Ambang batas kadar timbal dalam air minimum adalah 0,02 mg L⁻¹ (Sasaki dkk., 2004). Pendahuluan berisi latar belakang, keterkaitan penelitian dengan pustaka rujukan sebelumnya, identifikasi permasalahan, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup kajian, dan gambaran hasil yang ingin dicapai.

Introduction is typed in Time New Roman 11pt, spacing 1.15 line , justify, special first line 1 cm. The easiest way to adapt your article to fit the writing format of TEMPLATE ATCSJ is to copy and paste your paper into this template. Page setup for ATCSJ Article is Top = 3 cm, Left = 3 cm, Right = 3 cm, Bottom = 2.5 cm, Gutter = 0 ". The orientation is Portrait. Paper size is A4. In the introduction, the theoretical framework is based on the literary source in which the hypothesis is developed.

2. METODOLOGI / METHODOLOGY (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Untuk makalah yang menggunakan pemodelan matematis, metodologi berisi teori atau pendekatan model, justifikasi model, algoritma penyelesaian model-model, dan teknik penyelesaiannya. Landasan teori berisi fenomena dasar, pengembangan keterkaitan fenomena yang dikaji dengan fundamentalnya. Penulisan persamaan matematis ditulis *center* dan diberi nomor dengan angka dalam tanda kurung yang diletakkan pada margin kanan naskah dan menggunakan ***Equation*** yang tersedia di MsWord. Contoh penulisan persamaan matematis adalah:

$$F = \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_{\text{CO}_2}^{\text{data}} - p_{\text{CO}_2}^{\text{pers.}}}{p_{\text{CO}_2}^{\text{data}}} \right)^2 \quad (1)$$

Untuk makalah yang terkait dengan percobaan laboratorium, maka metodologi berisi bahan percobaan, alat percobaan yang digunakan, dan prosedur percobaan.

This section describes the experimental design, tools, data collection methods, and types of controls. If research is carried out in nature, the author describes the research area, location, and also explains the work done. The general rule to keep in mind is that this section should be detailed and clear so that the reader has the basic knowledge and techniques to develop.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN / RESEARCH RESULT AND DISCUSSION (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Hasil dan pembahasan berisi data yang disajikan dengan tabel-tabel dan/atau gambar-gambar serta analisis pembahasannya.

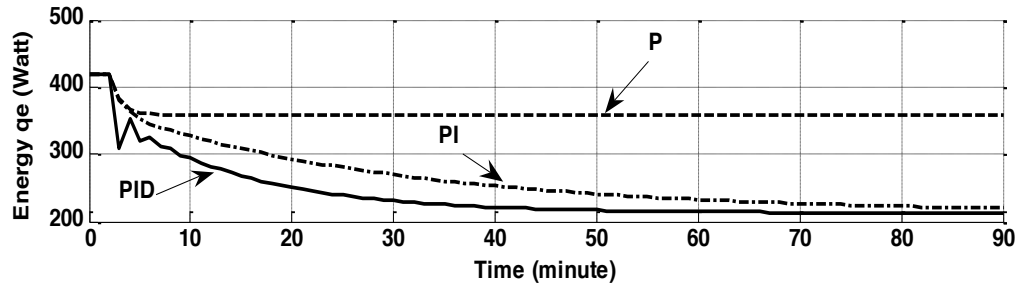
Tabel dan gambar diberi nomor urut dan diberi judul. Contoh penyajian tabel dan gambar adalah sebagai berikut:

Tabel 1. (10 pt, *bold*) Contoh Penyajian Tabel (10 pt, awal kata dengan huruf besar kecuali kata sambung).

No	Variabel	Nilai Tunak
1	Laju alir volumetrik arus-1, f_1 (cm ³ /detik)	106
2	Laju alir volumetrik arus -2, f_2 (cm ³ /detik)	71
3	Laju alir volumetrik arus -3, f_3 (cm ³ /detik)	177
4	Konsentrasi arus-1, c_1 (gr/cm ³)	0

Ukuran huruf untuk isi tabel 9 pt. Jarak antara judul tabel dan kalimat sebelumnya 1 spasi, antara judul tabel dan tabel ½ spasi, serta antara tabel dan kalimat selanjutnya 1 spasi.

Gambar yang disajikan berwarna hitam-putih dengan kualitas gambar yang baik dan jelas. Jika terdapat lebih dari 1 gambar dalam satu judul, maka tiap-tiap gambar diberi kode (a), (b), (c), dst, dan keterangan tiap-tiap gambar dapat disajikan bersama judul gambar. Ukuran huruf untuk judul gambar 10 pt, nomor gambar *bold*, dan awal judul gambar berhuruf besar. Keterangan gambar dapat disajikan bersama judul gambar.



Gambar 1. Respons *loop* tertutup terhadap perubahan suhu arus-1 T_1 Energi pemanas listrik

The results of the research and discussion begin by presenting concise data with reviews use narrative text, tables, picture. Remember only the result is presented, there is no data interpretation or conclusion from the data in this section. Data collected in tables / images must be completed with narrative text and presented in an easy-to-understand form.

In this section, researchers interpret data with observed patterns. Each relationship between research variables is important and any correlation between variables can be seen clearly. Researchers must include different explanations of the hypothesis or results that are different or similar with each related research conducted by other researchers. Remember that every study does not always have to show a big difference or a tendency to be important. Negative results also need to be explained and may be something important to change in your research.

4. KESIMPULAN / CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Kesimpulan berisi ringkasan hasil penelitian/kajian yang telah dilaksanakan dan rekomendasi (jika ada).

The conclusions and suggestions simply state that the researcher thinks about each data presented relating back to the stated purpose in the introduction. Referenced to the introduction and conclusion, a reader should have a good idea of this research, even if only specific details.

Suggestions contain the main points of research suggested to other researchers in implementing or continuing the research.

5. UCAPAN TERIMA KASIH / ACKNOWLEDGEMENT (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Ucapan terimakasih bersifat *optional*. Jika ada, maka dapat ditujukan kepada instansi pemberi dana penelitian dilengkapi dengan nomor kontrak (jika perlu) dan/atau pihak-pihak yang membantu terlaksananya penelitian.

In this section is optional if the research project get the funding it is appropriate to give credit to funding bodies, departments and individuals who have been of help during the project, for instance by supporting it financially or by giving feedback on the text during its composition and revising stages during the research.

6. DAFTAR PUSTAKA / REFERENCES (11 pt, *bold*, 1.15 spasi dari kalimat di atasnya)

Daftar pustaka minimal memuat 10 referensi dan ditulis sesuai dengan urutan abjad nama author dengan ketentuan sbb:

- [1] Penulis1 A, Penulis2 B. Judul Artikel Paper/Jurnal. *Nama Penyedia Artikel/Jurnal*. Tahun Penerbitan; NomerVolume(Nomer Issue): Nomer halaman.
- [2] Jun L, Xue M, Danil P, Dacheng T. Deep Neural Network for Structural Prediction and Lane Detection in Traffic Scene. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2017; 28(3): 690-703.
- [3] Pengarang1 A, Pengarang2 B. Judul Buku. Edisi. Kota: Penerbit. Tahun: Nomer Halaman.
- [4] Ward J, Peppard J. Strategic planning for Information Systems. Fourth Edition. West Susse: John Willey & Sons Ltd. 2007: 102-104.

In this section, please write your references that indicating a certain source and the article of your manuscript should be minimal 10 references. The bibliography is arranged according to ATCSJ Style.

- [1] Budiarti, R.P.N., Maulana, J. and Sukaridhoto, S., 2018. Aplikasi DIY Smart Trash berbasis IoT Open Platform. *Applied Technology and Computing Science Journal*, 1(2), pp.93-104.
- [2] Jun L, Xue M, Danil P, Dacheng T. Deep Neural Network for Structural Prediction and Lane Detection in Traffic Scene. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*. 2017; 28(3): 690-703.
- [3] Ward J, Peppard J. Strategic planning for Information Systems. Fourth Edition. West Susse: John Willey & Sons Ltd. 2007: 102-104.



Applied Technology and Computing Science Journal
www.journal.unusa.ac.id | atcsj2018@unusa.ac.id

Penerbit:



9 772621 445003