

DEWAN REDAKSI

- Penanggung Jawab : Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs (Ketua Jurusan Teknologi Informasi)
- Penasehat : Samsul Arifin, S.Kom, M.Cs
- Ketua Redaksi : Ika Widiastuti, ST, MT
- Ketua Penyunting : Bekti Maryuni Susanto, S.Pd.T, M.Kom (Politeknik Negeri Jember)
- Penyunting Pelaksana : Taufiq Rizaldi, S.ST, MT, (Politeknik Negeri Jember)
- Trismayanti Dwi Puspitasari, S.Kom, M.Cs (Politeknik Negeri Jember)
- Rahman Abdillah, ST, M.Tech (Universitas Indraprasta Jakarta)
- Ummu Radiyah, ST, M.Eng (STMIK Nusa Mandiri Jakarta)
- Agung Nugroho Pramudhita, ST, MT (Politeknik Negeri Malang)
- Candra Agustina, S.Kom, M.Kom (Universitas Bina Sarana Informatika)
- Jaka Permadi, S.Si, M.Cs (Politeknik Negeri Tanah Laut)
- Vittalis Ayu, ST, M.Cs (Universitas Sanata Darma Yogyakarta)
- Bety Etikasari, S.Pd, M.Pd (Politeknik Negeri Jember)
- Hermawan Arief Putranto, S.T, MT (Politeknik Negeri Jember)
- Ery Setiyawan Jullev, S.Kom, M.Cs (Politeknik Negeri Jember)

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN TERAPAN (J-TIT)

Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember

Penelaah : Shintami Chusnul Hidayati, S.Kom, MS, Ph.D (Academia Sinica Taiwan)

Waskitho Wibisono, S.Kom, M.Eng, Ph.D (Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya)

Hudan Studiawan, S.Kom, M.Kom (Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya)

Erfan Rohadi, ST, M.Eng, Ph.D (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Eng. Cahya Rahmad, ST, M.Kom (Politeknik Negeri Malang)

Dr. Rosa Andrie Asmara, ST, MT (Politeknik Negeri Malang)

Septia Rani, ST, M.Cs (Universitas Islam Indonesia Yogyakarta)

Siti Mutrofin, S. Kom, M. Kom (Universitas Pesantren Tinggi Darul Ulum Jombang)

Agus Hariyanto, ST, M.Kom (Politeknik Negeri Jember)

Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs (Politeknik Negeri Jember)

Ika Widiastuti, S.ST, MT (Politeknik Negeri Jember)

Yogiswara, ST, MT (Politeknik Negeri Jember)

Dwi Putro Sarwo, S.Kom, M.Cs (Politeknik Negeri Jember)

Penerbit : Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember

Alamat : Jl. Mastrip Kotak Pos 164, Jember Jawa Timur

Telepon : (0331) 333532

Email : jtiti@polije.ac.id

JURNAL TEKNOLOGI INFORMASI DAN TERAPAN (J-TIT)
Jurusan Teknologi Informasi Politeknik Negeri Jember

Terbit dua kali dalam satu tahun pada bulan Juni dan Desember.

DAFTAR ISI

Volume 7 Nomor 2 Tahun 2020

DEWAN REDAKSI	i
DAFTAR ISI	iii
PENGANTAR REDAKSI	iv
Rancang Bangun Monitoring Daya Listrik untuk Aplikasi Sistem Tenaga Surya Berteknologi Smart Grid pada Skala Rumah Tinggal	66
Common Process Extraction pada Model Proses Bisnis Tebang Muat Angkut (TMA)	71
Analisis Perbandingan Metode Alpha Miner, Inductive Miner dan Causal-Net Mining dalam Proses Mining	77
Rancang Bangun Aplikasi Elektronik Resep yang Terhubung ke Kasir Menggunakan Website	86
Klasifikasi Ketertarikan Anak PAUD Melalui Ekspresi Wajah Menggunakan Metode CNN	92
Implementation of Service Oriented Architecture in Cloud Computing for Periodic Salary Increment	97
Pengaruh Latihan Menggunakan Simulator Sepeda Berbasis Virtual Reality Pada Keseimbangan Dan Gaya Berjalan Penderita Pasca Stroke	102
Dekomposisi Model Proses Bisnis Tebang Muat Angkut (TMA) Menggunakan Refined Process Structure Tree (RPST) dan Metrik Kompleksitas	107
Rancang Bangun Aplikasi Elektronik Transportasi Bandara Yogyakarta International Airport Berbasis Mobile Menggunakan Android Studio	113
Simulasi Model Proses Tebang Muat Angkut (TMA) On Farm pada Tanaman Tebu	118

PENGANTAR REDAKSI

Penerbitan Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT), Vol. 07 No. 1 periode Juli - Desember 2020 ini merupakan terbitan kedua untuk tahun ke-tujuh. Redaksi terus menerus melakukan penyempurnaan baik dalam bentuk format maupun kualitas isinya. Penyempurnaan ini sangat tergantung atas kemampuan redaksi maupun partisipasi penulis naskah.

Sebagaimana pada penerbitan sebelumnya, jurnal edisi ke-tigabelas ini juga diisi oleh peneliti dari luar perguruan tinggi tempat jurnal ini diterbitkan, yaitu Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Universitas Bina Sarana Informatika, Institut Sains dan Teknologi Terpadu Surabaya, Universitas Garut Jawa Barat, Politeknik Negeri Banyuwangi dan Telkom University Bandung. Dalam penerbitan ini berisi hasil-hasil penelitian yang berhubungan dengan masalah di bidang programming, database system, information system, soft computing, machine learning, image processing.

Redaksi sangat mengharapkan kritik, saran dan partisipasi aktif dari dosen, peneliti dan staf administrasi yang baik dari dalam maupun dari luar Politeknik Negeri Jember yaitu perguruan tinggi, pusat/lembaga penelitian dan instansi lainnya. Semoga Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT) dalam edisi ini memberikan manfaat bagi semua pihak.

Redaksi

Rancang Bangun Monitoring Daya Listrik untuk Aplikasi Sistem Tenaga Surya Berteknologi Smart Grid pada Skala Rumah Tinggal

Mukhamad Angga Gumilang
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
angga.gumilang@polije.ac.id

Hariyono Rakhmad
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
hariyono_r@polije.ac.id

Abstract— Utilization of solar cells can be used as a source of residential energy as a backup power source other than relying on supplies from PLN. In previous studies have not developed a system that monitors the power obtained from the utilization of solar cells. As a power monitoring tool a microcontroller and Internet-based (IOT) device is needed to provide information on the availability of backup power in the installation of solar power plants in homes. In this research, a PLTS design that is equipped with an IOT-based power monitoring system uses Arduino Uno and Thinkspk. The results of the design can be applied to real conditions for the installation of solar power plants for residential homes. (Abstract)

Keywords— *Internet of Things; Design of Solar Power Plants; Residential home ; Solar Cells; Power Monitoring System; Hybrid System; Smart Grid.*

Abstrak— Pemanfaatan sel surya dapat digunakan sebagai sumber energi rumah tinggal sebagai sumber daya cadangan selain bergantung pada pasokan dari PLN. Penelitian-penelitian yang ada belum banyak mengembangkan suatu sistem yang memonitoring daya yang didapatkan dari pemanfaatan sel surya tersebut. Sebagai alat monitoring daya diperlukan perangkat mikrokontroler dan berbasis *Internet Of Things (IOT)* yang berguna memberikan informasi ketersediaan daya cadangan dalam pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di rumah tinggal. Pada penelitian ini dipaparkan suatu rancang bangun Sistem Tenaga Surya (STS) berskala rumah tinggal menggunakan teknologi Smart Grid atau STS Hybrid yang dilengkapi sistem monitoring daya berbasis IOT menggunakan Arduino Uno dan *Thinkspk*. Hasil rancangan dapat diaplikasikan pada kondisi nyata untuk instalasi PLTS untuk rumah tinggal. (Abstrak)

Keywords— *Internet of Things; Solar Power Generation; Design; Residential home; Solar Cells; Power Monitoring System; Hybrid System; Smart Grid.*

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu kebutuhan utama rumah tangga. Di Indonesia sumber daya energi surya menjadi sangat potensial karena secara geografis mempunyai iklim tropis dan berada di garis khatulistiwa. Beberapa studi tentang penggunaan photovoltaic untuk kebutuhan rumah tangga mulai dilakukan pada tahun 2009 di Indonesia, namun masih sebatas menjadi daya cadangan dalam aplikasi

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) [1]. Kemudian peneliti lainnya mencoba melakukan studi kelayakan dengan hasil PLTS masih memerlukan biaya inventasi yang mahal untuk jangka pendek dan hanya mampu menyediakan listrik untuk setengah hari dari hasil penyerapan sinar matahari satu hari penuh [2].

Penelitian lanjutan dilakukan untuk meningkatkan efisiensi daya yang dihasilkan untuk kebutuhan rumah tangga. Efisiensi salah satunya dilakukan dengan cara memanfaatkan perangkat lunak dalam perencanaan kebutuhan untuk kompleks perumahan [3], selain itu efisiensi juga dilakukan dengan menggunakan sel surya jenis monokristal (*mono-cristallyne*) [4]. Namun optimalisasi penggunaan energi listrik tenaga surya untuk rumah tangga tetap bergantung pada intensitas penyinaran matahari. Penelitian lain juga melakukan penyesuaian sudut panel surya untuk mendapatkan intensitas penyinaran yang optimum [7].

STS dengan teknologi Smart Grid atau *STS Hybrid* adalah di mana sumber listrik yang dihasilkan oleh Solar Cell dapat digabungkan dengan sumber listrik dari PLN. Cara kerjanya adalah secara bergantian di mana kedua sistem ini akan saling membackup ketika terjadi kekurangan daya listrik atau pemadaman. Dalam sistem ini, yang menjadi sumber energi utama adalah dari Panel Surya yang dikonversikan dan disimpan ke baterai, dan ketika pemakaian daya listriknya melebihi dari kapasitas baterainya, maka secara otomatis listrik dari PLN akan akan menggantikannya.

Usaha efisiensi yang dikemukakan pada penelitian sebelumnya masih belum memanfaatkan perangkat *Internet of Things (IoT)* dalam aplikasi penggunaan PLTS untuk kebutuhan rumah tangga. Padahal perangkat IoT secara sederhana dapat digunakan untuk memantau daya yang dihasilkan dan ketersediaannya untuk pemakaian listrik keperluan rumah tangga. Aplikasi IoT untuk monitoring daya saat ini digunakan untuk memonitoring pemakaian energi secara umum [5], belum diterapkan untuk usaha efisiensi pemakaian energi yang dihasilkan dari aplikasi PLTS. Padahal IoT juga dapat dimanfaatkan tidak hanya sebagai sistem monitoring, melainkan sebagai sistem control berbagai perangkat elektronika [6].

Pada penelitian ini akan dipaparkan suatu rancang bangun sederhana pada STS Hybrid untuk kebutuhan rumah tangga dengan dilengkapi sistem monitoring daya.

Penggunaan sistem monitoring daya diharapkan mampu memberikan informasi ketersediaan daya yang dihasilkan dari instalasi STS Hybrid tersebut dan menjadi acuan untuk usaha efisiensi penggunaan STS dengan menggunakan teknologi IoT. Hasil rancangan dapat diaplikasikan untuk kondisi nyata instalasi STS hybrid untuk rumah tinggal.

PEMANFAATAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK RUMAH TINGGAL

Penelitian yang mengkaji tentang penggunaan PLTS untuk kebutuhan rumah tangga sudah banyak dilakukan. Secara umum penelitian sebelumnya memaparkan berbagai rancangan PLTS yang cocok digunakan untuk kebutuhan rumah tangga. Hasil rancangan dan daya yang dihasilkan dalam penelitian pendahulu juga beragam dapat dilihat pada Tabel I.

TABLE I. HASIL PENELITIAN TENTANG PENGGUNAAN PLTS

Variabel	Penelitian		
	[2]	[8]	[10]
Tahun	2009	2014	2017
Rerata Energi yang dihasilkan	476,7 Watt/hour	1.027 Watt/hour	4070 Watt/hour
Jumlah Panel Surya yang digunakan	2 buah	2 buah	5 buah
Spesifikasi Teknis yang dibutuhkan	- Inverter 150 Watt - Accumulator 100 Ah	- Inverter 500 Watt - Accumulator 100 Ah	- Inverter 1500 Watt - Batteray 230 Ah
Proyeksi penggunaan energi	450 VA	1300 VA	1300 VA
Penggunaan PLTS	2 lampu Penerangan	4 buah lampu penerangan	Rumah tinggal

Tabel 1. Mengemukakan tiga contoh hasil penelitian yang mengemukakan rancangan sekaligus hasil uji PLTS yang diproyeksikan untuk penggunaan rumah tangga. Rata-rata energi yang dihasilkan juga beragam walaupun jumlah dan spesifikasi panel surya yang digunakan sama, hal ini dipengaruhi beberapa faktor antara lain: a) *ambient air temperature*: yaitu suhu panel surya bekerja, b) radiasi matahari, c) kecepatan angin bertiup, d) keadaan atmosfer bumi, e) orientasi panel atau larik sel surya, f) posisi letak sel surya terhadap matahari [8].

Dari segi ekonomis penerapan *solar cell* masih mahal untuk diterapkan jika dilihat dari biaya per kWh antara panel surya dan PT PLN bisa jadi dua kali lipat [2], namun keuntungan ekonomis penggunaan PLTS baru akan terlihat untuk pemakaian untuk jangka panjang, sebuah studi mensimulasikan untuk penggunaan PLTS rumah tangga per harinya hanya sebesar Rp. 31,884 untuk jangka pemakaian selama 25 tahun [9]. Biaya investasi untuk pembelian dan pemasangan PLTS juga sangat beragam, pada penelitian [9] dikemukakan biaya investasi dan operasional masih berkisar ratusan juta. Sehingga diperlukan rancang bangun yang *low-cost* untuk pemakaian rumah tangga yang menengah untuk 900VA.

Pada penggunaan PLTS untuk jumlah rumah yang lebih banyak, langkah-langkah perancangan yang perlu dilakukan adalah [11]:

- 1) Menentukan Arus Beban Total dalam Ampere-Jam (Ah)
- 2) Rugi-rugi dan Faktor Keamanan Sistem
- 3) Menentukan jam Matahari Ekvivalen (Equivalent Sun Hours, ESH) terburuk
- 4) Menentukan Kebutuhan Arus Total Panel Surya
- 5) Menentukan Susunan Modul Optimum untuk Panel Surya
- 6) Menentukan Kapasitas Baterai untuk Waktu Cadangan Yang Dianjurkan Umumnya

SISTEM MONITORING DAYA

Penelitian tentang pengembangan sistem monitoring daya listrik berbasis IoT mulai dikembangkan untuk penerapan monitoring pemakaian energi secara umum di Indonesia mulai tahun 2017. Salah satu contoh penelitian menghasilkan alat pemakaian energi listrik berbasis Android menggunakan modul PZEM-004T [12]. Dalam penelitian tersebut dihasilkan sistem yang dapat mengukur dan menampilkan arus, daya tegangan serta akumulasi energi secara *real-time* dengan *error rate* sebesar 10% [12].

Peneliti kedua tentang perancangan sistem monitoring daya juga mengembangkan sistem kendali dan monitoring daya berbasis *Bluetooth* [13], yang didapatkan alat control daya elektronika semu dengan hasil hasil pengukuran daya yang tidak jauh berbeda dengan *multi-meter*. Pada peneliti [13] digunakan sensor arus ACS712 5A, Sensor tegangan ZMPT101B, Mikrokontroler Arduino nano, Modul Bluetooth HC-05, Relay 4 channel, papan PCB dan LCD 16x2.

Peneliti selanjutnya [14] juga mengusulkan satu Sistem Kontrol-Monitoring Daya Perangkat Elektronika dengan menggunakan IoT. Sistem dirancang menggunakan sensor arus ACS712 dan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang difungsikan untuk mengolah data parameter arus yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai konsumsi daya listrik [14]. Kemudian nilai tersebut dimasukkan ke database MySQL melalui modul Ethernet Shield, serta dapat ditampilkan pada aplikasi Android. Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman php sebagai interface utama dan MySQL sebagai pengolah datanya yang kemudian dikonversi menjadi aplikasi Android. Pengujian dilakukan satu per satu mulai dari sensor, mikrokontroler, komunikasi data, hingga aplikasi Android. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik walaupun masih terdapat error pengukuran parameter [14].

Implementasi ketiga sistem monitoring daya yang dilakukan [12], [13], dan [14] belum ada yang diaplikasikan untuk monitoring daya di PLTS. Pada penelitian [12] penerapannya untuk lampu penerangan, peneliti [13] masih menerapkan sistem monitoring daya untuk alat elektronika semu dan percobaan [14] belum diimplementasikan pada rangkaian listrik yang nyata untuk rumah tangga. Untuk itu perlu dilakukan perancangan sistem monitoring daya yang spesifik untuk penggunaan PLTS untuk kebutuhan rumah

tangga. Tujuan dari penerapan sistem monitoring daya untuk PLTS adalah sebagai langkah awal untuk efisiensi penggunaan daya.

METODE PENELITIAN

A. Spesifikasi Teknis

Dalam pengembangan STS hybrid dan sistem monitoring dayanya diperlukan beberapa alat dan bahan yang dapat dilihat pada Tabel II. Pada penelitian ini digunakan rancangan untuk kebutuhan rumah tangga 900VA. Dengan total estimasi penggunaan daya maksimal perhari 1500 Watt/hari, dengan kebutuhan paparan sinar matahari per hari 10 jam.

TABLE II. SPESIFIKASI TEKNIK UNTUK PLTS DAN SISTEM MONITORING DAYA

Komponen	Spesifikasi	Keterangan
PV Module Panel Surya	PV Modul Surya 100WP	3 pcs
Solar Charge Controller	30A / 12 Volt – 24 volt	1 pcs
Inverter	Inverter DC 23V to AC 220V / 500 W Pure Sine Wave	1 Unit
Battery VRLA AGM	120Ah 12V	1 Unit
Panel Box	Plat Coating	1 Unit
Lampu LED	5W (Lampu Bulat LED DC 12Volt)	2 pcs
Kabel Lampu	Kabel Power untuk Lampu	8 Meter per Lampu
Fitting Lampu	Fitting Lampu Standar	4 pcs
Stop Kontak	Stopkontak 1 Lubang	1 pcs
USB phone charge	1 Port	1 pcs
Accessories	Saklar, Soket Panel Surya	1 Unit
Mikrokontroler	Arduino Mega	1 paket
Sensor Arus	ACS 712	1 paket
Ethernet Shield	W5100	1 paket
Relay	SPDT 5 Volt DC	1 paket
Router	Andromax M2Y	1 paket
Smartphone	Oppo A9 2020	1 paket

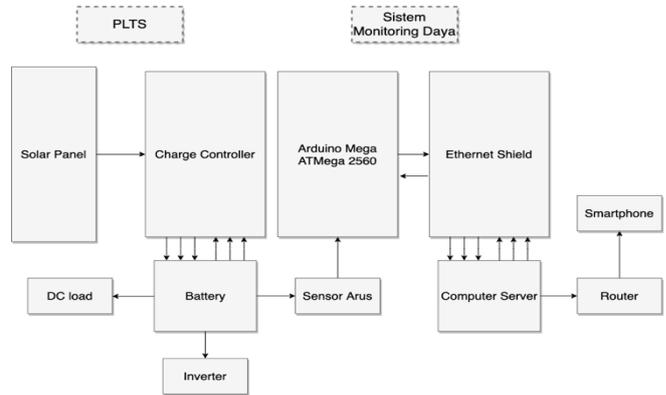
B. Perancangan Blok Diagram

Dalam perancangan diagram blok adalah hasil penggabungan dari dua sistem, yang pertama merupakan STS dan yang kedua merupakan sistem monitoring daya berbasis IoT. Dalam perancangan STS hybrid ini terdapat beberapa komponen seperti solar panel yang dihubungkan ke dalam *charge controller*, hasil pengisian daya kemudian disimpan dalam *battery* yang dihubungkan ke inverter/DC Load untuk digunakan aplikasi penggunaan listrik untuk rumah tangga. Di dalam *battery* STS kemudian dihubungkan sensor arus ACS712 secara seri. Tujuannya agar arus yang mengalir dapat dideteksi sensor arus ACS712. Setelah arus listrik mengalir melalui sensor arus ACS712 maka arus listrik tersebut terbaca oleh sensor arus ACS712 yang kemudian akan mengeluarkan output tegangan 5 V ke mikrokontroler Arduino Mega 2560 melalui pin analog. Pada sistem ini juga dipasang relai secara seri sehingga beban listrik dapat dikendalikan melalui pin digital. Rangkaian dari sistem sensor dan beban ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada penelitian ini, variabel yang diukur dan dipantau adalah daya listrik. Sensor arus digunakan karena arus listrik memiliki hubungan dengan daya listrik seperti pada persamaan (1).

$$P = VI \quad (1)$$

dengan P adalah daya (Watt), V adalah tegangan (Volt), dan I adalah arus (Ampere). Untuk mendapatkan nilai daya, maka data pembacaan sensor arus kemudian dikonversi pada bahasa pemrograman dan dikalikan dengan nilai tegangan AC sebesar 220 V.

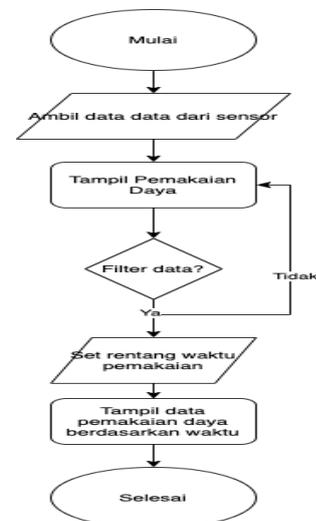


Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Sistem

C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dari membuat logika pemrograman dengan menggunakan IDE Arduino, bahasa yang digunakan adalah C agar mikrokontroler bisa bekerja sesuai rancangan. Selanjutnya *web server* dipersiapkan untuk menerima data dari perangkat mikrokontroler. Untuk pengembangan aplikasi Android digunakan Teknik *web view*, dimana yang diakses merupakan web dari versi tampilan *mobile*.

Dalam perancangan program monitoring daya listrik, terdapat fungsi untuk menampilkan pemakaian daya yang didapat dari sensor. Kemudian terdapat percabangan/opsi untuk menampilkan data pemakaian. Setelah itu akan didapat opsi untuk memfilter rentang waktu. Jika inputan rentang waktu tersebut benar. Maka akan ditampilkan data informasi pemakaian berdasarkan inputan parameter tersebut. Diagram alur monitoring daya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Sistem Monitoring Daya

Dalam perancangan perangkat lunak, juga dirancang sistem database dimana terdapat 1 tabel yaitu tabel sensor_logs yang berfungsi sebagai storage dari data pemakaian daya listrik. Adapun struktur tabelnya dapat dilihat pada Tabel III. Kemudian dirancang antarmuka yang berfungsi sebagai panduan dan tolak ukur pembuatan tampilan aplikasi yang telah terinstregasi dengan alat yang nantinya akan digunakan oleh pengguna aplikasi. Desain tampilan antarmuka Android dapat dilihat pada Gambar 3.

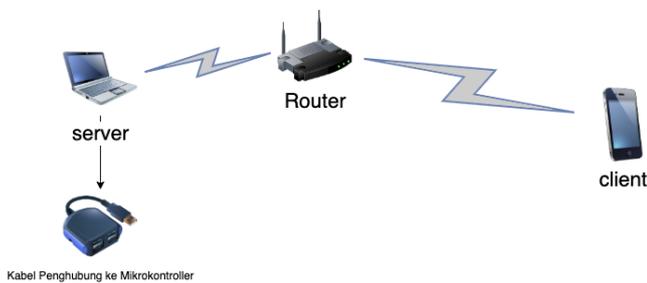
TABLE III. PERANCANGAN TABEL DATABASE SISTEM

LOGS
ID: INT (10)
DATE: TIMESTAMP
WATTA: INT (10)
WATTB: INT(10)
TOTAL_WATT: INT(10)



Gambar 3. Diagram Antarmuka Aplikasi Android

Dalam perancangan jaringan, dibutuhkan setidaknya 1 buah router dan 1 buah kabel RJ-45 untuk saling menghubungkan antara Arduino, komputer, dan smartphone Android. Kabel RJ-45 berfungsi sebagai media transmisi data yang menggunakan kabel yang akan mengirimkan data antara mikrokontroler Arduino dan komputer. Router berfungsi sebagai media transmisi data yang bersifat nirkabel yang akan mengirimkan data dari komputer ke smartphone Android. Untuk lebih jelasnya, diagram blok dari sistem jaringan yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Sistem jaringan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sistem Tenaga Surya Teknologi Hybrid

Pengujian daya yang didapat dari spesifikasi teknis STS Hybrid dilakukan saat paparan sinar matahari terik selama 10 jam, dengan maksimal penggunaan daya yang dihasilkan maksimal 1500 Watt. Besaran rentang daya yang dihasilkan STS hybrid beragam setiap harinya, dari rentangan 900 s.d

1500 Watt. Dalam pengujian STS hybrid yang dilakukan dalam penelitian ini, ada beberapa perangkat listrik sebagai konsumen daya yang dihubungkan sebagai asumsi penggunaan listrik rumah tangga 900VA diantaranya: lampu LED, mesin cuci, tv dan pompa air. Untuk hasil pengujian daya yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel IV.

TABLE IV. HASIL PENGUJIAN DAYA YANG DIHASILKAN PLTS UNTUK ALOKASI MASING-MASING PERANGKAT

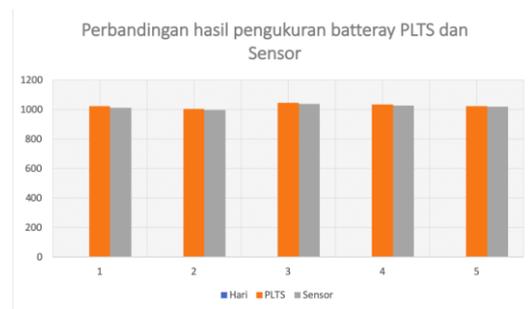
Perangkat	Jumlah	Daya (Watt)	Hasil Pengujian (Jam)	Kebutuhan Daya (Watt)
Lampu LED	2	5	12	120
Lampu LED	2	7	12	168
Mesin Cuci	1	100	3	300
TV	1	75	4	300
Pompa Air	1	150	2	300
Total Daya				1.188

B. Pengujian Sistem Monitoring Daya

Pengujian sistem monitoring daya ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan sistem monitoring daya dalam menghitung arus listrik AC yang dihasilkan STS hybrid dan membandingkannya dengan multimeter yang merupakan pengukur standar untuk arus listrik AC pada battery. Dalam pengujian sistem monitoring daya terdapat nilai error yang berfungsi sebagai informasi tingkat keakuratan sistem monitoring daya. Adapun rumus untuk menghitung nilai error tersebut adalah seperti persamaan (2) berikut.

$$E (\%) = \frac{a-b}{a} \times 100 \tag{2}$$

dengan adalah nilai error dalam persen, adalah nilai arus dari alat ukur, dan nilai arus dari sensor. dengan adalah nilai error dalam persen, adalah nilai arus dari alat ukur, dan nilai arus dari sensor. Hasil pengujian dari sensor arus dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat nilai rata-rata error pada pengukuran arus lampu sebesar 10,08%.



Gambar 4. Hasil Pengujian Sistem Monitoring Daya

KESIMPULAN

Aplikasi monitoring daya pada Sistem Tenaga Surya teknologi Hybrid telah dirancang dalam penelitian ini. PLTS yang dihasilkan mampu menghasilkan daya dalam rentang 900 Watt sampai dengan 1500 Watt. Sedangkan pada sistem monitoring daya dapat bekerja walaupun masih terdapat error dalam membaca daya yang dihasilkan pada baterai STS. Pada penelitian selanjutnya perlu dikembangkan sistem

kontrol yang dapat bekerja otomatis ketika daya yang dikonsumsi dari STS hybrid melebihi batas yang ditentukan. Fitur ini akan menjadi usaha dalam efisiensi penggunaan STS hybrid dalam kebutuhan rumah tangga. Sistem monitoring berbasis Android juga dirancang dengan menggunakan komunikasi internet sehingga dapat mempermudah pengguna mendapatkan informasi yang dibutuhkan.

REFERENSI

- [1] T. T. Gultom, "Pemanfaatan photovoltaic sebagai pembangkit listrik tenaga surya," pp. 33–42.
- [2] T. Utomo, and B. T. Manfaat, "DAYA LISTRIK SKALA RUMAH TANGGA," vol. III, no. 167, pp. 13–17, 2009.
- [3] M. Syukri and K. Kunci, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYSYD Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh," vol. 9, no. 2, 2010.
- [4] D. Dzulfikar and W. Broto, "OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA Abstrak," vol. V, pp. 73–76, 2016.
- [5] F. Nur and S. Setiawidayat, "Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T," vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017.
- [6] T. D. Hendrawati, Y. D. Wicaksono, and E. Andika, "Internet of Things : Sistem Kontrol-Monitoring Daya Perangkat Elektronika," vol. 3, no. 2, pp. 177–184, 2018.
- [7] D. Dzulfikar and W. Broto, "OPTIMALISASI PEMANFAATAN ENERGI LISTRIK TENAGA SURYA" vol. V, pp. 73–76, 2016.
- [8] As'ary, Hasim, et al., "Pemanfaatan solar cell dengan pln sebagai sumber energi listrik rumah tinggal," vol. 14, no. 01, pp. 33–39, 2014.
- [9] S. Putra, et al., "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Mandiri Untuk Rumah Tinggal," pp. 1–7, 2016.
- [10] M. F. Hakim, "PERANCANGAN ROOFTOP OFF GRID SOLAR PANEL PADA RUMAH TINGGAL," vol. 8, no. 1, pp. 1–11, 2017.
- [11] Bachtiar, Mochammad, "Prosedur perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk perumahan (solar home system)." Jurnal SMARTek, Vol. 4, No. 3, Agustus 2006: 176 - 182
- [12] F. Nur and S. Setiawidayat, "Alat Monitoring Pemakaian Energi Listrik Berbasis Android Menggunakan Modul PZEM-004T," vol. 01, no. 01, pp. 157–162, 2017.
- [13] K. Nadliroh and E. M. Indrawati, "Rancang bangun kendali perangkat elektronik dan monitoring daya listrik berbasis bluetooth," vol. 1, no. 2, pp. 77–84, 2018.
- [14] T. D. Hendrawati, Y. D. Wicaksono, and E. Andika, "Internet of Things : Sistem Kontrol-Monitoring Daya Perangkat Elektronika," vol. 3, no. 2, pp. 177–184, 2018.

Common Process Extraction pada Model Proses Bisnis Tebang Muat Angkut (TMA)

Salma Fatia
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim
Malang, Indonesia
17650017@student.uin-malang.ac.id

Muhammad Ainul Yaqin
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim
Malang, Indonesia
yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

Adi Heru Utomo
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
adiheruutomo@polije.ac.id

Abstract— In an organizational environment, there are various business process models with the same procedures. If an organization builds a system with the same procedure repeatedly, it will undoubtedly incur a lot of effort and money. Therefore, it is necessary to extract common fragments to save effort. This research uses four scenarios of business process models: sequence, branching, nested branching, and looping. This study uses Business Process Modeling Notation (BPMN) notation so that the process model consists of activities, connectors, and gateways. Structural similarity is measured using the Jaccard similarity formula by comparing the process model. The similarity of behavior is measured using the Transition Adjacency Relations (TARs) method to obtain common fragments. The results show that the sequence process model will produce a common fragment that tends to be sequential too. The branching will produce a common fragment that tends to branch, and nested branching will produce a common fragment that tends to be branched and nested, as well as looping will produce a common fragment contains looping too. The experimental results show that the proposed method can extract common fragments based on the available business process models.

Keywords—BPMN; common fragment; behavioral similarity; TARs

Abstrak— Dalam lingkungan organisasi, terdapat berbagai model proses bisnis dengan prosedur yang sama. Jika suatu organisasi membangun sistem dengan prosedur yang sama secara berulang-ulang, niscaya akan mengeluarkan banyak tenaga dan biaya. Oleh karena itu, perlu mengekstrak fragmen umum untuk menghemat tenaga. Penelitian ini menggunakan empat skenario model proses bisnis yaitu sequence, branching, nested branching, dan looping. Penelitian ini menggunakan notasi Business Process Modeling Notation (BPMN) sehingga model proses terdiri dari aktivitas, konektor, dan gateway. Kemiripan struktural diukur menggunakan rumus kemiripan Jaccard dengan membandingkan model proses. Kesamaan perilaku diukur menggunakan metode Transition Adjacency Relations (TARs) untuk mendapatkan fragmen yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat mengekstrak fragmen umum berdasarkan model proses bisnis yang tersedia.

Keywords—BPMN; common fragment; kemiripan perilaku; TARs

PENDAHULUAN

Setiap organisasi menerapkan prosedur yang bervariasi dalam menjalankan proses bisnisnya. Ada kalanya prosedur yang digunakan antara satu organisasi dan organisasi yang lain sama, namun juga tidak jarang menggunakan prosedur yang berbeda. Apabila organisasi membangun sistem dengan prosedur sama berulang kali, tentunya akan mengeluarkan banyak usaha dan biaya.

Dengan adanya beberapa variasi dalam proses bisnis, diperlukan pengukuran model proses agar dapat diketahui standar proses bisnis di setiap alur dan dapat meminimalisir adanya duplikasi proses bisnis tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengekstraksi *common fragment*. *Common fragment* dapat didefinisikan sebagai bagian umum dari beberapa proses bisnis yang saling terkait. Fleksibilitas *common fragment* suatu proses bisnis dapat divariasikan sesuai kebutuhan dari suatu organisasi [1].

Pemodelan proses bisnis merupakan diagram yang umum mewakili urutan kegiatan dengan menunjukkan peristiwa, tindakan, dan hubungan atau titik-titik koneksi secara berurutan dari titik awal hingga titik akhir. Proses bisnis dapat dimodelkan ke dalam beberapa notasi seperti, *UML Activity Diagram*, *Business Process Modeling Notation* (BPMN), *Event-Driven Process Chain* (EPC), dan *Petri Net Modeling Notation* (PNML). BPMN menyediakan notasi yang dapat dengan mudah dipahami oleh semua pengguna bisnis. Salah satu cara untuk menganalisis model BPMN tersebut adalah dengan menghitung kemiripannya.

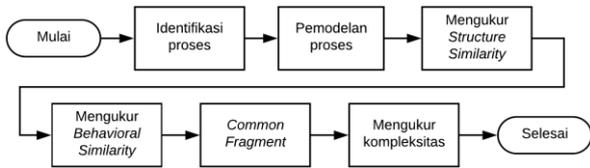
Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan pengukuran kemiripan model proses bisnis. Penelitian terkait sistem cerdas untuk menemukan *behavioral similarity* pada model proses bisnis menggunakan algoritma *Transition Adjacency Relations*, kemudian mengelompokkan proses bisnis sesuai hasil perhitungan kemiripan berdasarkan nilai *clustering* serta membentuk *common fragment* [2]. Penelitian lain menentukan kemiripan *semantic* [3], *structural*, dan *behavioral* dengan menentukan bobot kemiripan dan nilai batas *cluster* dengan menggunakan nilai uji coba dan model proses PNML [4].

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan empat skenario model proses Tebang Muat Angkut (TMA) yang berbeda untuk dianalisis setiap fragmennya. Skenario terdiri dari model proses cenderung *sequence*, bercabang, bercabang tersarang, dan perulangan. Model proses menggunakan notasi BPMN, sehingga bagian model terdiri dari *activity*, *connector*, dan *gateway* [5]. Kemiripan struktural diukur menggunakan algoritma *Jaccard Coefficient Similarity* untuk mendapatkan nilai similaritas

dari struktur model proses yang dibandingkan [6]. Selanjutnya untuk mendapatkan *common fragment* dilakukan pengukuran similaritas perilaku menggunakan algoritma *Transition Adjacency Relations* (TARs). Kemudian dilakukan perhitungan kompleksitas pada hasil *common fragment* dan model proses awal menggunakan *Yaqin complexity* untuk mengetahui persentase penyusutan kompleksitasnya.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diimplementasikan terbagi ke dalam beberapa tahapan, ditunjukkan dengan kerangka konseptual pada Gambar 1.

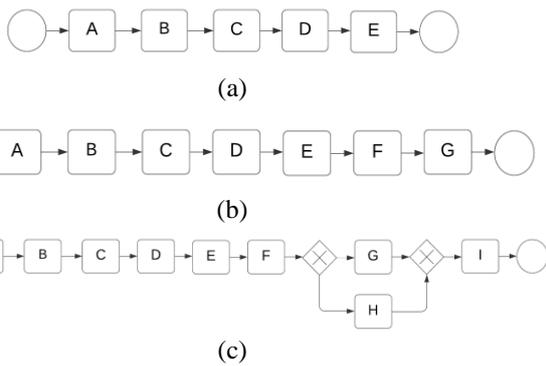


Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan notasi BPMN dengan empat skenario model proses Tebang Muat Angkut (TMA) yang terdiri dari model proses *sequence*, percabangan, percabangan tersarang dan perulangan. Adapun contoh model proses yang digunakan, sebagai berikut :

Skenario 1: Cenderung Sequence

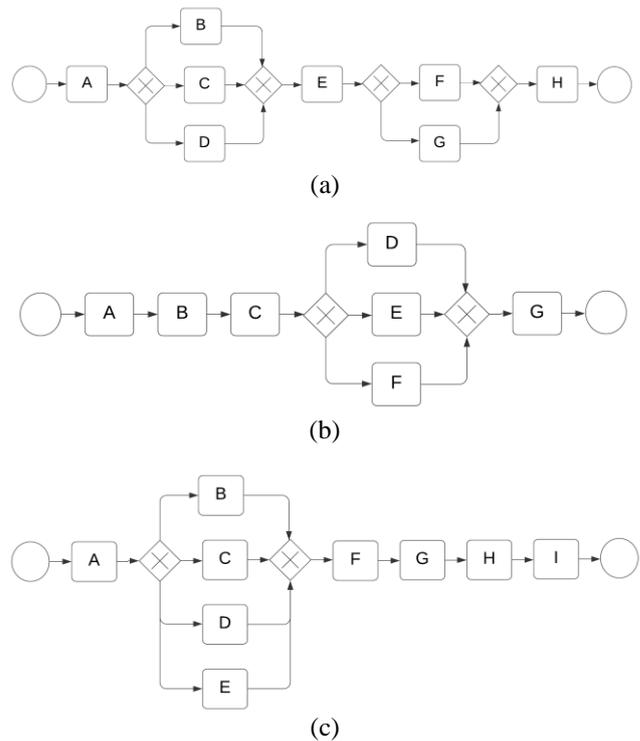
Pada skenario 1, model proses TMA yang ditampilkan cenderung *sequence* atau hanya memiliki satu percabangan. Proses yang terjadi juga sederhana dan tidak memiliki proses perulangan. Skenario 1 diusulkan untuk mengetahui pengaruh model proses secara *sequence* terhadap kemiripan struktur dan perilaku untuk mengetahui hasil *common fragment* yang didapat. Berikut 3 model proses untuk skenario 1:



Gambar 1. Model Proses Cenderung Sequence

Skenario 2: Percabangan

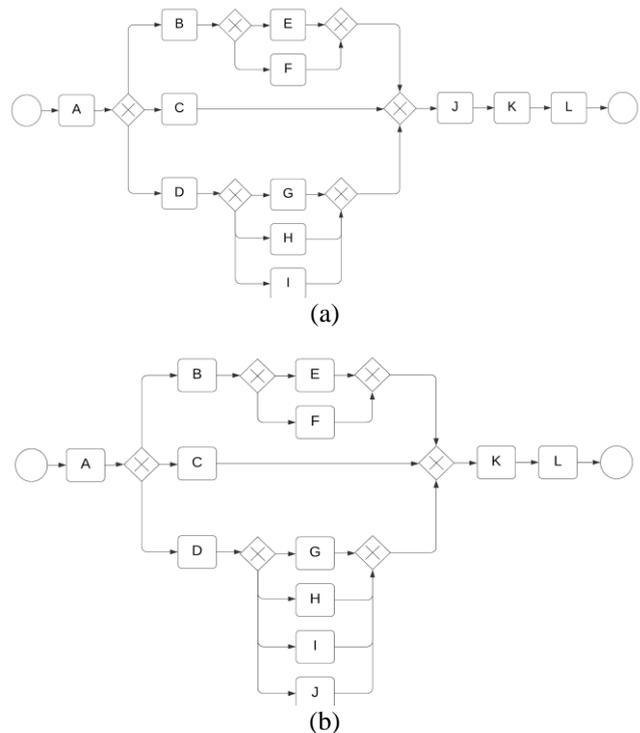
Pada skenario 2, model proses TMA yang ditampilkan cenderung bercabang atau memiliki lebih dari satu percabangan. Skenario 2 diusulkan untuk mengetahui pengaruh model proses secara bercabang terhadap kemiripan struktur dan perilaku untuk mengetahui hasil *common fragment* yang didapat. Berikut 3 model proses untuk skenario 2:

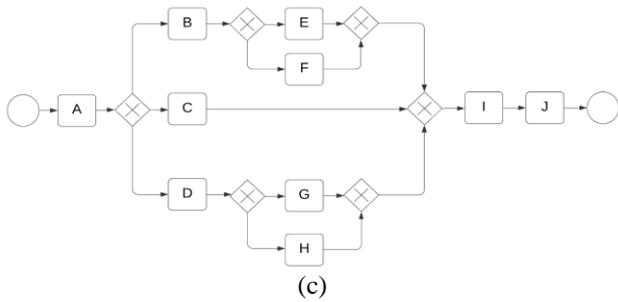


Gambar 2. Model Proses Percabangan

Skenario 3: Percabangan Tersarang

Pada skenario 3, model proses TMA yang ditampilkan cenderung bercabang tersarang atau memiliki lebih dari satu percabangan dan dalam percabangan tersebut terdapat percabangan lagi. Skenario 3 diusulkan untuk mengetahui pengaruh model proses secara bercabang tersarang terhadap kemiripan struktur dan perilaku untuk mengetahui hasil *common fragment* yang didapat. Berikut 3 model proses untuk skenario 3:

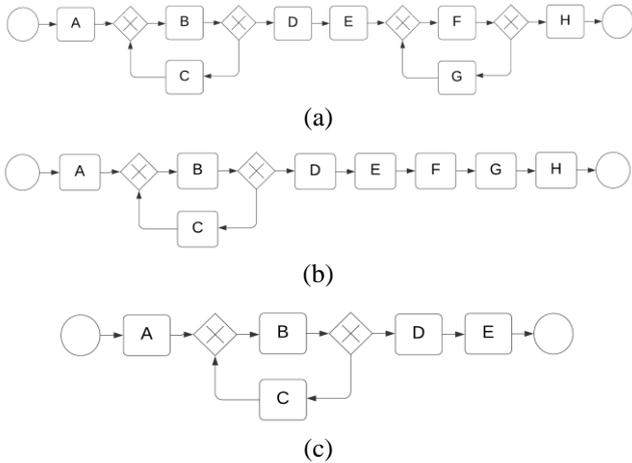




Gambar 3. Model Proses Percabangan Tersarang

Skenario 4: Perulangan

Pada skenario 4, model proses TMA yang ditampilkan terdapat proses perulangan. Skenario 4 diusulkan untuk mengetahui pengaruh model proses perulangan terhadap kemiripan struktur dan perilaku untuk mengetahui hasil *common fragment* yang didapat. Berikut 3 model proses untuk skenario 4:



Gambar 4. Model Proses Perulangan

keterangan dari empat skenario model proses TMA diuraikan pada tabel 1 berikut.

TABEL I. KETERANGAN MODEL PROSES

Keterangan	
A = tebang	G = pakai_grabLoader
B = proses_manual	H = pakai_caneHarvester
C = proses_semiMekanik	I = pakai_greenCane
D = proses_mekanik	J = pakai_chopper
E = pakai_sabit	K = muat
F = pakai_clurit	L = angkut_kePabrik

Nilai kesamaan pada kemiripan struktur diukur dengan membandingkan aspek yang serupa pada model proses BPMN, seperti *label task activity*, *connector*, dan *gateway* (percabangan) yang sama. Model proses secara struktural dihitung kemiripannya menggunakan rumus *Jaccard Coefficient Similarity* pada (1).

$$Jacc\ sim = \frac{|x \cap y|}{|x \cup y|} \quad (1)$$

Kemudian, untuk mendapatkan *common fragment* diukur kesamaan perilaku dari model proses menggunakan algoritma *Transition Adjacency Relations* (TARs). TARs merupakan relasi aktivitas yang dapat diartikan sebagai urutan eksekusi yang diperoleh dari hubungan antar aktivitas yang ada berdasarkan relasi transisi yang berdekatan.

Common fragment yang diekstrak pada setiap skenario model proses bisnis ditentukan dengan mengukur kemiripan beberapa model proses dan menghasilkan bagian yang sama pada masing-masing skenario. Berikut langkah-langkah mengukur kesamaan perilaku menggunakan TARs:

1. Ambil nilai transisi dari model 1 dan model 2
2. Gabungkan dua nilai transisi terdekat secara berurutan pada model 1 dan model 2. Hasilnya disebut TARset
3. Hitung jumlah TARset model 1 dan TARset model 2
4. Bandingkan model TARset 1 dan model TARset 2
5. Hitung jumlah similar TARset antara model 1 dan model 2
6. Hitung nilai yang sama menggunakan jumlah TARset yang sama dibagi jumlah model TARset 1 dikalikan dengan jumlah model TARset 2

Nilai kemiripan perilaku menggunakan algoritma TARs dapat dihitung dengan (2).

$$simB = \frac{(Amount\ of\ Similar\ TARset)^2}{TARset\ model\ 1 \times TARset\ model\ 2} \quad (2)$$

Selanjutnya, setelah ditemukan *common fragment* pada setiap skenario model proses maka dilakukan perhitungan kompleksitas menggunakan rumus *Yaqin complexity* yang ditunjukkan pada (3). Rumus *Yaqin complexity* lebih komprehensif dan lebih sensitif terhadap perubahan kecil pada struktur model proses bisnis [7].

$$YC = N_s + A_s + CAND + CXOR + COR + Ccyc + CD \quad (3)$$

Berikut adalah penjelasan dari aspek-aspek yang digunakan dalam rumus *Yaqin complexity*:

- N_s = Jumlah node
- A_s = Aspek kegiatan (*activity*)
- CAND = Kompleksitas percabangan AND
- CXOR = Kompleksitas percabangan XOR
- COR = Kompleksitas percabangan OR
- C_{cyc} = Kompleksitas perulangan
- CD = Kompleksitas kedalaman (*depth*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, peneliti menggunakan skenario model 3 yakni percabangan tersarang untuk diukur kemiripan strukturalnya. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan terlebih dahulu model 3A dan 3B, kemudian 3A dan 3C, serta terakhir 3B dan 3C. Notasi BPMN terdiri dari *activity*, *connector*, dan *gateway* sehingga dari perbandingan model 3A dan 3B didapatkan irisan elemen sebagai berikut :

- label task activity* = 13
- connector* = 23
- gateway* = 6

Sedangkan, gabungan dari kedua model, yakni :

- label task activity = 15
- connector = 26
- gateway = 6

Angka-angka yang telah didapatkan dimasukkan ke dalam rumus perhitungan kemiripan pada (1).

$$Jacc\ sim = \frac{13+23+6}{15+26+6} = \frac{42}{47} = 0.89$$

Menggunakan langkah yang sama kemudian dibandingkan model selanjutnya yaitu, 3A dan 3C, serta 3B dan 3C. Ketiga elemen pada masing-masing model BPMN dihitung kemudian dibandingkan dengan model BPMN lainnya menggunakan nilai kemiripan struktural antara dua model yang ditetapkan pada interval 0 sampai 1 [8]. Berikut hasil perhitungan kemiripan struktural secara keseluruhan terlihat pada tabel 2.

TABEL II. PERHITUNGAN JACCARD SELURUH MODEL PROSES

Figur	Model Skenario			
	Sequence	Percabangan	Percabangan Tersarang	Looping
A-B	0.76	0.55	0.89	0.61
A-C	0.50	0.61	0.82	0.75
B-C	0.65	0.63	0.81	0.62

Melalui perhitungan pada tabel 1 diatas, jika nilai kemiripan sama dengan 0, berarti dua model yang telah dibandingkan memiliki perbedaan yang signifikan dan kurang memiliki keterhubungan. Begitu pula sebaliknya, jika nilainya sama dengan 1, berarti dua model memiliki kesamaan maksimum.

Setelah mengukur kemiripan struktural, maka langkah selanjutnya adalah mengukur kemiripan perilakunya. Pengukuran kemiripan perilaku dilakukan untuk mendapatkan *common fragment* dari model proses dengan menggunakan algoritma TARs. Peneliti melambangkan *gateway XOR* yang terdapat dalam model proses dengan X pada TARset. Tabel 3 menunjukkan data TARset dari skenario model 3.

TABEL III. TARSET PERCABNGAN TERSARANG

	TARset	Jumlah
Model A	AX XB XC XD BX XE XF EX FX XX CX DX XG XH XI GX HX IX XX XJ JK KL	22
Model B	AX XB XC XD BX XE XF EX FX XX CX DX XG XH XI XJ GX HX IX JX XX XK KL	23
Model C	AX XB XC XD BX XE XF XG EX FX GX XX CX DX XH XI HX IX XX XJ JK	21

Data TARset pada tabel 3 kemudian dimasukkan kedalam perhitungan kemiripan perilaku dengan menggunakan persamaan pada (2).

$$simB = \frac{(20)^2}{22 \times 23} = \frac{400}{506} = 0.79$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai similaritas perilaku pada model 3A dan 3B sebesar 0.79. Kemudian, dengan langkah yang sama, dilakukan pengukuran kemiripan perilaku pada semua skenario menggunakan data TARset keseluruhan model proses yang ditunjukkan pada tabel 5. Nilai pengukuran TARs semua model proses ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

TABEL IV. PENGUKURAN TARs KESELURUH MODEL PROSES

Figur	Model Skenario			
	Sequence	Percabangan	Percabangan Tersarang	Looping
A-B	0.67	0.25	0.79	0.19
A-C	0.36	0.21	0.86	0.35
B-C	0.24	0.30	0.82	0.27

Data TARset untuk skenario model proses lainnya ditunjukkan pada tabel 5 berikut.

TABEL V. TARSET KESELURUHAN MODEL PROSES

Model Proses	TARset	Jumlah
Sequence	A AB BC CD DE	4
	B AB BC CD DE EF FG	6
	C AB BC CD DE EF FX XG XH GX HX XI	11
Percabangan	A AX XB XC XD BX CX DX XE EX XF XG FX GX XH	14
	B AB BC CX XD XE XF DX EX FX XG	10
	C AX XB XC XD XE BX CX DX EX XF FG GH	12
Percabangan Tersarang	A AX XB XC XD BX XE XF EX FX XX CX DX XG XH XI GX HX IX XX XJ JK KL	22
	B AX XB XC XD BX XE XF EX FX XX CX DX XG XH XI XJ GX HX IX JX XX XK KL	23
	C AX XB XC XD BX XE XF XG EX FX GX XX CX DX XH XI HX IX XX XJ JK	21
Looping	A AX XB XC BX CX XD DE EF FG GH	10
	B AX XB XC BX CX XD DE EX XF XG FX GX XH	13
	C AX XB XC BX CX XD DE	7

Untuk mengekstraksi *common fragment*, kita harus menentukan TARset yang sama dari model 3A sampai dengan Model 3C. TARset pada model 3A dibandingkan dengan model 3B untuk mendapatkan fragmen dari kedua model tersebut. Hal yang sama dilakukan pada TARset model 3A dengan 3C serta 3B dengan 3C, sehingga dapat ditemukan fragmen yang sama dari ketiga model. Fragmen yang sama tersebut ditunjukkan dengan warna merah seperti pada tabel 6. Fragmen yang sama dari ketiga model merupakan hasil ekstraksi untuk scenario 3.

TABEL VI. COMMON FRAGMENT PERCABANGAN TERSARANG

	TARset
Model A	AX XB XC XD BX XE XF EX FX XX CX DX XG XH XI GX HX IX XX XJ JK KL
Model B	AX XB XC XD BX XE XF EX FX XX CX DX XG XH XI XJ GX HX IX JX XX XK KL
Model C	AX XB XC XD BX XE XF XG EX FX GX XX CX DX XH XI HX IX XX XJ JK
Hasil Ekstraksi	AX XB XC XD BX XE XF XG EX FX GX XX CX DX XH XI HX IX XX XJ

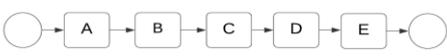
Untuk skenario model proses lainnya, data TARset pada tabel 5 dibandingkan dan dicari kesamaannya seperti pada tabel 6 untuk diekstraksi fragmen yang sama. Hasil ekstraksi *common fragment* pada setiap skenario model proses terdapat pada tabel 7.

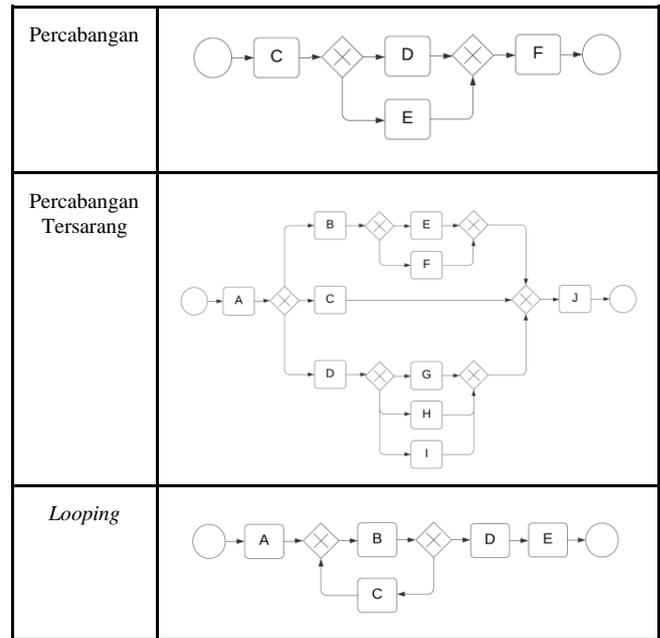
TABEL VII. COMMON FRAGMENT SELURUH MODEL PROSES

Model Proses	Common Fragment
Sequence	AB BC CD DE
Percabangan	CX XD XE DX EX XF
Percabangan Tersarang	AX XB XC XD BX XE XF XG EX FX GX XX CX DX XH XI HX IX XX XJ
Looping	AX XB XC BX CX XD DE

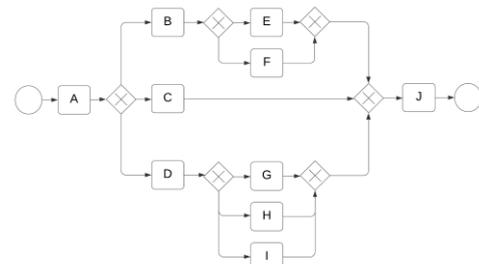
Setelah ekstraksi *common fragment*, kami mendapatkan TARset untuk menjadi *common fragment* dari masing-masing skenario model proses bisnis. Proses ini akan membentuk model jaring BPMN baru seperti terdapat pada tabel 8.

TABEL VIII. COMMON PROCESS SELURUH MODEL PROSES

Model Proses	Common Process
Sequence	



Berdasarkan tabel tersebut, model proses dengan percabangan tersarang akan menghasilkan *common process* dengan struktur yang cenderung sama juga yaitu, memiliki banyak percabangan dan di dalam percabangan tersebut terdapat percabangan lagi seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Common Process Percabangan Tersarang

Model proses cenderung *sequence* menghasilkan *common process* dengan struktur yang sama pula. Model proses percabangan menghasilkan *common process* dengan struktur yang sama yakni, terdapat percabangan. Model proses perulangan menghasilkan *common process* dengan struktur yang mengandung unsur perulangan juga.

Kami kemudian melakukan perhitungan kompleksitas dari model proses bisnis lama dan model proses bisnis baru. Perhitungan kompleksitas dilakukan untuk mendapatkan nilai persentase terhadap penyusutan jumlah elemen. berikut perhitungan menggunakan (3) pada skenario model 3.

Model 3A

$$YC = 18 + 24 + 18 + 29.16 = 89.16$$

Model 3B

$$YC = 18 + 24 + 21 + 31.5 = 94.5$$

Model 3C

$$\begin{aligned}
 YC &= 16 + 21 + 15 + 29.4 \\
 &= 81.4
 \end{aligned}$$

Model 3CP

$$\begin{aligned}
 YC &= 16 + 22 + 18 + 32.2 \\
 &= 88.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Penyusutan} &= \frac{\text{nilai bagian}}{\text{nilai keseluruhan}} \times 100 \quad (4) \\
 &= \frac{88.2}{265.6} \times 100 \\
 &= 33.2\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan persentase penyusutan terhadap jumlah elemen pada model proses awal dan *common process* disajikan pada TABEL IX.

TABEL IX. PERSENTASE PENYUSUTAN

Model Proses	Complexity				Persentase Penyusutan
	A	B	C	CP*	
<i>Sequence</i>	27	31	48.8	27	25.3%
Percabangan	68.75	52	60.22	43	22.5%
Percabangan Tersarang	89.16	94.5	81.4	88.2	33.2%
<i>Looping</i>	54	47.5	43.6	43.6	30%

*CP = Common Process

Setelah dilakukan perbandingan elemen seperti pada tabel 9, terlihat bahwa terjadi penyusutan terhadap jumlah elemen BPMN pada setiap model proses. Model proses percabangan tersarang mengalami penyusutan paling besar yakni, 33.2% sedangkan penyusutan paling kecil terdapat pada model proses percabangan dengan 22.5%.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa *Algoritma Jaccard Coefficient* dapat menunjukkan kemiripan struktural pada model BPMN yang digunakan dengan hasil pengukuran mendekati nilai 1, yang artinya model memiliki kesamaan hampir maksimum secara struktural. *Common fragment* didapatkan dengan dengan mengukur kemiripan perilaku model proses menggunakan algoritma *Transition Adjacency Relations* (TARs). *Common fragment* tersebut merupakan prosedur yang sama yang dapat diterapkan dalam lingkungan organisasi sesuai kondisi yang diinginkan tanpa mengubah proses bisnis yang bersifat personal. Hasil ekstraksi *common fragment* menunjukkan model proses cenderung *sequence* menghasilkan *common process* yang cenderung *sequence* pula. Model proses cenderung bercabang, menghasilkan *common process* yang memiliki percabangan pula. Model proses percabangan tersarang menghasilkan *common process* yang mengandung

percabangan tersarang pula. Terakhir, model proses perulangan menghasilkan *common process* yang mengandung unsur perulangan pula. Pengukuran penyusutan jumlah elemen dari model proses bisnis lama dan model proses bisnis baru diukur menggunakan *Yaqin complexity*. Berdasarkan hasil eksperimen kami, didapati bahwa model proses percabangan tersarang mengalami penyusutan paling besar yakni, 33.2% sedangkan penyusutan paling kecil terdapat pada model proses percabangan dengan 22.5%.

REFERENSI

- [1] R. Sarno, E. W. Pamungkas, D. Sunaryono, and Sarwosri, "Workflow common fragments extraction based on WSDL similarity and graph dependency," in 2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 2015, pp. 309–314.
- [2] A. C. Fauzan, R. Sarno, M. A. Yaqin, and A. Jamal, "Extracting common fragment based on behavioral similarity using transition adjacency relations for scalable business processes," in 2017 11th International Conference on Information & Communication Technology and System (ICTS), 2017, pp. 131–136.
- [3] M. A. Yaqin and G. U. Abriana, "Implementasi Metode Semantic Similarity untuk Pengukuran Kemiripan Makna antar Kalimat," J. Comput. Sci. Appl. Informatics, vol. 1, no. 2, pp. 47–57, 2019.
- [4] A. P. Wahyu, M. A. Yaqin, and S. Zaman, "Common Process Extraction Pada Scalable Model Proses Bisnis," Konf. Nas. Sist. Inf. 2018, pp. 1–6, 2018.
- [5] R. Dijkman, M. Dumas, and L. García-Bañuelos, "Graph matching algorithms for business process model similarity search," Lect. Notes Comput. Sci., vol. 5701, pp. 48–63, 2009.
- [6] S. Niwattanakul, J. Singthongchai, E. Naenudorn, and S. Wanapu, "Using of jaccard coefficient for keywords similarity," in Proceedings of the International MultiConference of Engineering and Computer Scientists 2013, 2013, vol. 1, pp. 13–15.
- [7] M. A. Yaqin, R. Sarno, and S. Rochimah, "Measuring Scalable Business Process Model Complexity Based on Basic Control Structure," Int. J. Intell. Eng. Syst., vol. 13, no. 6, pp. 52–65, 2020.
- [8] M. A. Yaqin, R. Sarno, and A. C. Fauzan, "Scalability measurement of business process model using business processes similarity and complexity," in 2017 4th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI), 2017, pp. 1–7.

Analisis Perbandingan Metode *Alpha Miner*, *Inductive Miner* dan *Causal-Net Mining* dalam Proses Mining

Rissa Aulia Hasyim
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim
Malang, Indonesia
17650044@student.uin-malang.ac.id

Muhammad Ainul Yaqin
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim
Malang, Indonesia
yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

Adi Heru Utomo
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
adiheruutomo@polije.ac.id

Abstract—Not all process mining algorithms can detect all model process scenarios, so experiments are carried out by trying 3 types of algorithms against 9 business process model scenarios in order to find the most suitable algorithm for each process model scenario. We use 3 process algorithms mining including alpha miner, inductive miner and causal-net mining. We propose a solution using the ProM application to check the suitability of the 3 algorithms used against 9 scenarios. In addition, to support the results of the mining process using ProM, we measure the similarity value by comparing the process model on the dataset with the results of the mining process using ProM. Based on the similarity measurement, it is known that the experiment uses algorithm alpha miner. Figure 8 has the highest similarity level with a value of 0.89. While the smallest level of similarity is found in Figure 7 using alpha miner with a value of 0.12.

Keywords—Process mining, discovery, alpha miner, inductive miner, causal-net mining, similarity.

Abstrak— Tidak semua algoritma proses mining dapat mendeteksi semua skenario model proses, sehingga dilakukan eksperimen dengan mencoba 3 jenis algoritma terhadap 9 skenario model proses bisnis yang bertujuan untuk mendapatkan algoritma yang paling cocok untuk setiap skenario model proses. Kami menggunakan 3 algoritma proses mining diantaranya *alpha miner*, *inductive miner* dan *causal-net mining*. Kami mengusulkan solusi dengan menggunakan aplikasi ProM untuk mengecek kecocokan 3 algoritma yang digunakan terhadap 9 skenario. Selain itu, untuk mendukung hasil proses mining menggunakan ProM, kami mengukur nilai similarity dengan membandingkan model proses pada dataset dengan hasil proses mining menggunakan ProM. Berdasarkan hasil pengukuran similarity diketahui bahwa eksperimen menggunakan algoritma *alpha miner*. Pada figure 8 memiliki nilai tingkat similarity paling tinggi yaitu dengan nilai 0.89. Sedangkan tingkat similarity paling kecil, didapati pada figure 7 menggunakan alpha miner dengan nilai 0.12.

Keywords—Proses mining, discovery, alpha miner, inductive miner, causal-net mining, similarity.

PENDAHULUAN

Proses mining adalah proses mendapatkan informasi dari basis data dalam bentuk pola menggunakan metode tertentu. Proses mining merupakan cara untuk mendapatkan informasi baru dan objektif tentang proses bisnis yang sedang dilaksanakan oleh suatu organisasi. Proses mining dapat dilakukan dengan mengambil data nyata atau *event log*, kemudian memeriksa kesesuaian *event log* terhadap proses bisnis [1].

Ada tiga jenis proses mining yaitu: *discovery* (penemuan), *conformance* (kesesuaian) dan *enhancement*

(peningkatan). Adapun penjelasan untuk masing masing jenis proses mining sebagai berikut [2].

1) *Discovery*

Discovery adalah proses mining tanpa melibatkan model proses. Model proses bisnis ini hanya terbentuk dari *event log* yang sudah tersedia. Cara kerja dari teknik *discovery* adalah menganalisis suatu *event log* dan kemudian dari *event log* teknik ini akan memuat sebuah model tanpa menggunakan informasi yang apriori. Teknik ini merupakan teknik yang paling sering digunakan dari proses mining.

2) *Conformance*

Conformance merupakan model proses yang terlibat. Tujuan dari *conformance* adalah untuk memeriksa apakah model yang telah ada sesuai dengan yang terjadi pada kenyataan atau sebaliknya. Aplikasi *conformance checking* sangatlah luas, dapat dilakukan pada model prosedural, model organisasi, kebijakan bisnis dan lain-lain.

3) *Enhancement*

Enhancement juga melibatkan sebuah model proses, model yang ada diperluas dengan aspek yang baru. Tujuannya yaitu untuk memperkaya atau memperluas model yang sudah ada dengan informasi yang didapat dari *event log* di dunia nyata, dan untuk mengganti atau menambah model apriori. Sebagai contoh: menggunakan *timestamp* pada *event log* dapat memperluas model sehingga dapat menunjukkan dimana terjadi *bottleneck*, kepuasan pelayanan, waktu eksekusi dan frekuensi.

Adapun beberapa algoritma *discovery* dalam proses mining sebagai berikut.

a) *Alpha miner* adalah algoritma yang digunakan dalam proses mining, yang bertujuan untuk merekonstruksi kausalitas dari serangkaian *event log*. Algoritma *alpha miner* didefinisikan dalam istilah *Petri Nets (Place/Transition Nets)*. Algoritma ini pertama kali dikemukakan oleh “van der Aalst”, seorang profesor di Departemen Matematika dan Ilmu Komputer dari Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) [3].

b) *Inductive Miner* adalah algoritma yang menambang pohon proses dari *event log*. Pendekatan algoritma *Inductive Miner* bekerja secara rekursif, yaitu membagi dan menaklukkan: membagi log (*split log*), kemudian membangun bagian dari proses *tree*. Kemudian proses akan dilanjutkan dengan menangani bagian log yang terbelah secara terpisah. Algoritma dikatakan bagus

saat berurusan dengan log besar dan berisi perilaku unik [4].

- c) *Causal-net* (C-net) adalah grafik di mana node mewakili aktivitas dan busur mewakili dependensi kausal. Setiap aktivitas memiliki satu set binding input yang mungkin dan satu set binding output yang mungkin [5].
- d) *Heuristics Miner* adalah algoritma yang menggunakan pendekatan heuristik. Menurut Weijters [4] algoritma *heuristic miner* memiliki tiga langkah utama, yaitu: (1) membuat grafik dependensi, (2) membuat tanda input dan *output* untuk setiap aktivitas dan (3) mencari hubungan ketergantungan jarak jauh. Hasil penelitian Weber [4] menunjukkan bahwa *heuristic miner* merupakan algoritma yang tangguh dalam menangani jenis kebisingan tertentu.

Tidak semua algoritma proses *mining* dapat mendeteksi semua skenario model proses, sehingga dilakukan eksperimen dengan mencoba 3 jenis algoritma terhadap 9 skenario [6] model proses bisnis yang bertujuan untuk mendapatkan algoritma yang paling cocok untuk setiap skenario model proses. Kami menggunakan 3 algoritma proses *mining* diantaranya *alpha miner*, *inductive miner* dan *causal-net mining*.

Beberapa penelitian terkait proses *mining* yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Antara lain, Accorsi [7] menjelaskan potensi proses *mining* sebagai dasar untuk audit keamanan proses bisnis dan sistem manajemen proses bisnis yang sesuai. Secara khusus, ini berfokus pada proses *discovery* sebagai sarana untuk merekonstruksi struktur terkait proses dari *event log*, seperti aliran kontrol proses, jaringan sosial, dan aliran data. Berdasarkan informasi ini, analisis keamanan untuk menentukan kepatuhan terhadap persyaratan keamanan dan privasi dapat diotomatiskan. Selain itu, Aalst [8] melakukan penelitian dalam upaya pengujian *conformance* untuk mengukur 'fit' antara *event log* dan beberapa model proses yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam makalah ini, peneliti menunjukkan bahwa analisis Delta dan pengujian *conformance* dapat digunakan untuk menganalisis penyelarasan bisnis selama *actual event* dicatat dan *user* memiliki kendali atas proses tersebut. Selanjutnya, Caldeira [9] melakukan penelitian yang bertujuan untuk memberikan wawasan baru tentang proses pengembangan perangkat lunak dengan menganalisis cara pengembang menggunakan IDE mereka. Berdasarkan teknik proses *mining* seperti proses *discovery* dan *conformance checking*, perspektif yang hilang ini diharapkan akan memungkinkan penemuan pola pengkodean, pencarian perilaku programmer, dan deteksi penyimpangan dari proses yang ditentukan. Peneliti berharap dapat memberikan saran untuk peningkatan proses perangkat lunak individu.

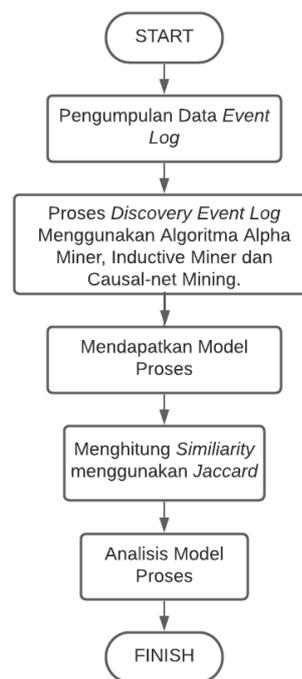
Pada penelitian ini, kami menggunakan *discovery* untuk melakukan proses *mining*, karena diketahui bahwa proses *discovery* dibangun dari bawah ke atas khusus untuk RPA - itulah sebabnya proses *discovery* memberikan yang lebih cepat, lebih fleksibel, pendekatan yang lebih komprehensif, dan lebih hemat biaya untuk secara otomatis mengidentifikasi dan menganalisis proses kerja otomatis.

Kami mengusulkan solusi dengan menggunakan aplikasi ProM untuk mengecek kecocokan 3 algoritma yang digunakan terhadap 9 skenario. Selain itu, untuk mendukung hasil proses *mining* menggunakan ProM, kami mengukur

nilai *structural similarity* dengan membandingkan model proses pada dataset dengan hasil proses *mining* menggunakan ProM.

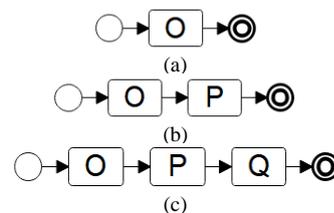
METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diimplementasikan terbagi kedalam beberapa tahapan, ditunjukkan pada prosedur penelitian pada Gambar. 1 sebagai berikut.

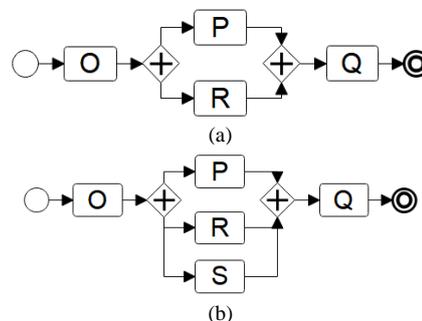


Gambar. 1. Prosedur Penelitian

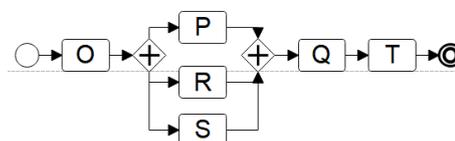
Pada penelitian ini kami menggunakan dataset yang terdiri dari beberapa model proses bisnis [6].

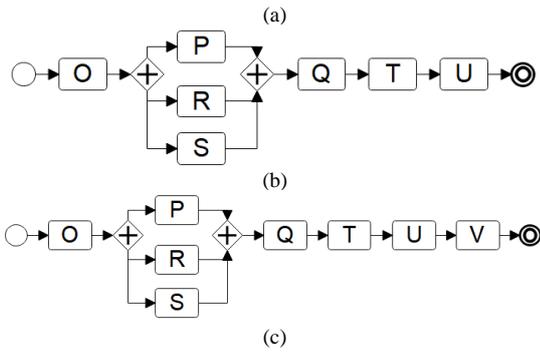


Gambar. 2. Model proses bisnis sequence

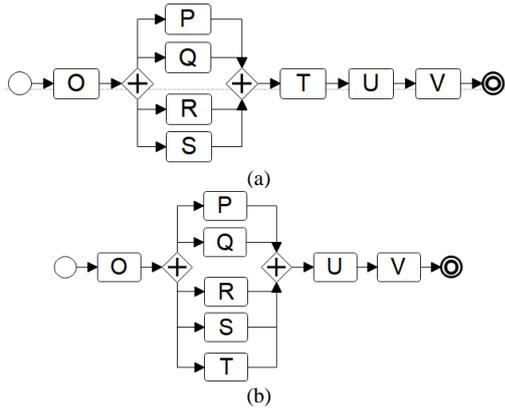


Gambar. 3. Model proses bisnis dengan cabang AND

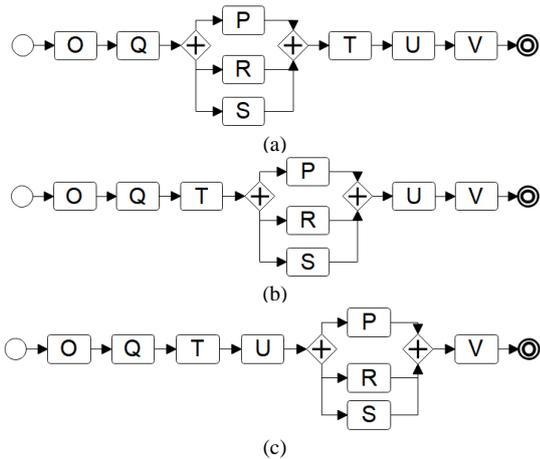




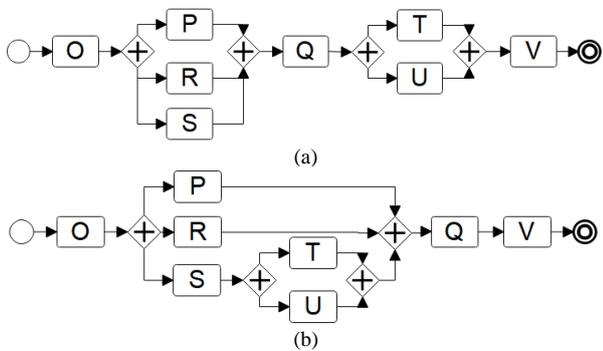
Gambar. 4. Model proses bisnis *sequence* dengan penambahan kegiatan



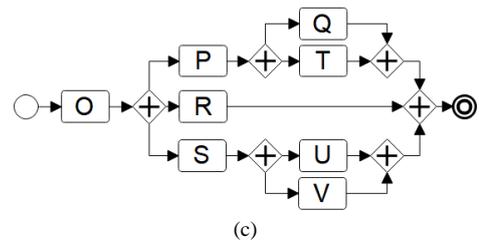
Gambar. 5. Model proses bisnis dengan variasi jumlah cabang.



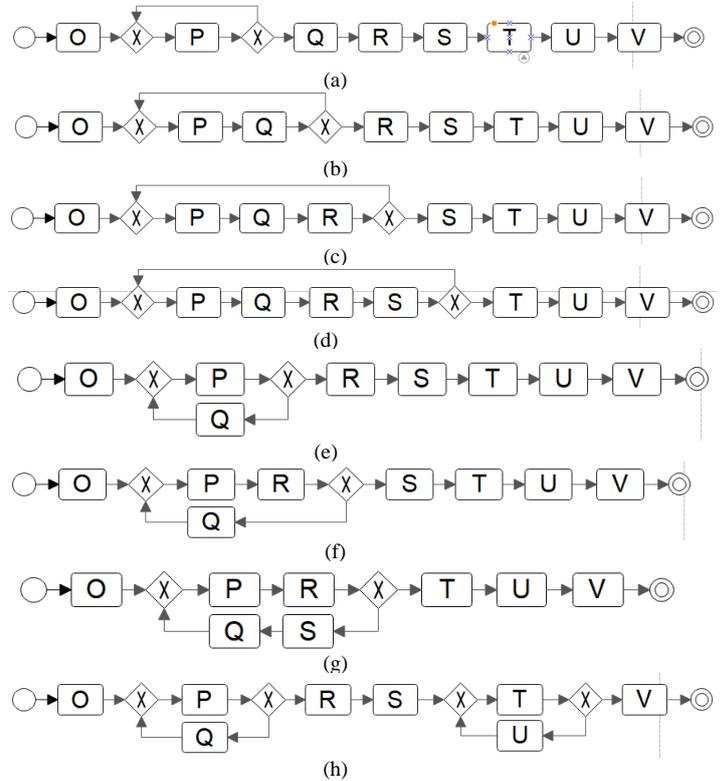
Gambar. 6. Model proses bisnis dengan variasi posisi bercabang.



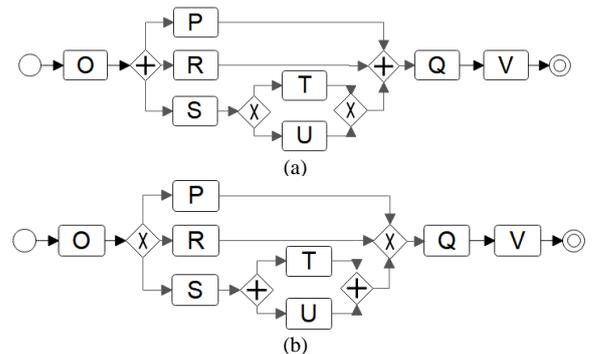
Gambar. 7. Model proses bisnis dengan variasi kedalaman percabangan.



Gambar. 8. Model proses bisnis dengan variasi jenis percabangan.



Gambar. 9. Model proses bisnis dengan variasi perulangan.



Gambar. 10. Model proses bisnis dengan kombinasi logika bercabang.

Nilai kesamaan pada *similarity* struktur diukur dengan membandingkan aspek yang serupa pada model proses BPMN, seperti *label task activity*, *connector*, dan *gateway* (percabangan) yang sama. Model proses secara struktural dihitung *similarity*nya menggunakan rumus *Jaccard Coefficient Similarity* pada (1).

$$Jacc\ sim = \frac{x \cap y}{x \cup y} \quad (1)$$

Berdasarkan dataset pada figure 2 sampai 10, didapatkan *event log* yang ditunjukkan pada tabel. 1 berikut.

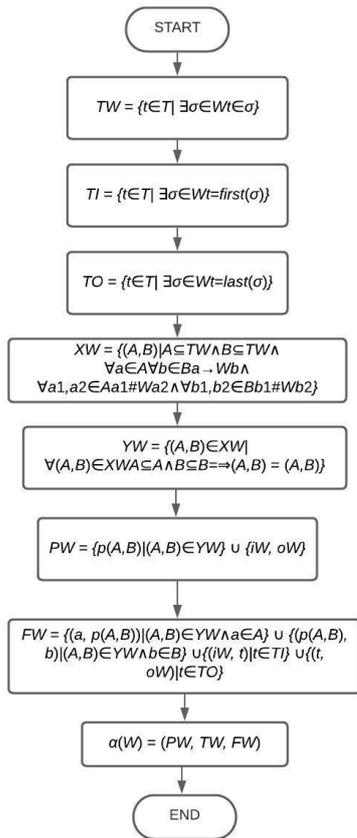
TABEL 1. EVENT LOG

No	Figure	Event Log
1	2a	O
2	2b	OP
3	2c	OPQ
4	3a	OPQR, ORPQ
5	3b	OPRSQ, ORPSQ, ORSPQ, OSPRQ, OSRPQ, OPSRQ
6	4a	OPRQST, ORPSQT, ORSPQT, OSPRQT, OSRPQT, OPSRQT
7	4b	OPRQSTU, ORPSQTU, ORSPQTU, OSPRQTU, OSRPQTU, OPSRQTU
8	4c	OPRQSTUV, ORPSQTUV, ORSPQTUV, OSPRQTUV, OSRPQTUV, OPSRQTUV
9	5a	OPQRSTUV, OPQRSRTUV, OPRQSTUV, OPRSQTUV, OPSQRTUV, OPSRQTUV, OQPRSTUV, OQPSRTUV, OQRPSTUV, OQRSPTUV, OQSPRTUV, OQSRPTUV, ORPQSTU, ORPSQTUV, ORQPSTUV, ORQSPTUV, ORSPQTUV, ORSQPTUV, OSPQRTUV, OSPRQTUV, OSQPRTUV, OSQRPTUV, OSRPQTUV, OSRQPTUV
10	5b	OPQRST, OPQRTS, OPQSR, OPQTRS, OPQTSR, OPRQST, OPRQTS, OPRSTQ, OPRSTQ, OPRTQS, OPRTSQ, OPSQRT, OPSQTR, OPSRQT, OPSRTQ, OPSRTQ, OPSTQR, OPSTRQ, OPTQRS, OPTQSR, OPTRQS, OPTRSQ, OPTSQR, OPTSRQ, OQPRST, OQPRTS, OQPSRT, OQPSTR, OQPTRS, OQPTRS, OQRPST, OQRPTS, OQRSPT, OQRSTP, OQRTPS, OQRTPS, OQSPRT, OQSPTR, OQSRPT, OQSRTP, OQSTPR, OQSTRP, OQTPRS, OQTPSR, OQTRPS, OQTRSP, OQTSRP, OQTSRP, ORPRST, ORPQTS, ORPSQT, ORPSTQ, ORPTQS, ORPTSQ, ORQPST, ORQPTS, ORQSTP, ORQSPT, ORQTSR, ORQTPS, ORSPTQ, ORSTQP, ORTPQS, ORTPSQ, ORTQPS, ORTQSP, ORTSPQ, ORTSQP, OSPQRT, OSPQTR, OSPRQT, OSPRTQ, OSPTQR, OSPTRQ, OSQPRT, OSQPTR, OSQRPT, OSQRTP, OSQTRP, OSQTPR, OSRPQT, OSRPTQ, OSRQPT, OSRQTP, OSRTPQ, OSRTQP, OSTPQR, OSTPRQ, OSTQPR, OSTQRP, OSTRPQ, OSTRQP, OTPQRS, OTPQSR, OTPRQS, OTPRSQ,

		OTPSQR, OTPSRQ, OTQPRS, OTQPSR, OTQRPS, OTQRSP, OTQSPR, OTQSRP, OTRPQS, OTRPSQ, OTRQPS, OTRQSP, OTRSPQ, OTRSQP, OTSPQR, OTSPRQ, OTSQR, OTSQR, OTSRPQ, OTSRQP.
11	6a	OQPRSTUV, OQRPSTUV, OQSRPTUV, OQRSPTUV, OQSPRTUV, OQPSRTUV.
12	6b	OQTPRSUV, OQTRPSUV, OQTSRPUV, OQTRSPUV, OQTSRPUV, OQTPSRUV.
13	6c	OQTUPRSV, OQTURPSV, OQTUSRPV, OQTURSPV, OQTUSPRV, OQTUPSRV.
14	7a	OPQSRUVT, OQPSRUVT, OQSPRUVT, OSPQRUVT, OSQPRUVT, OPSQRUVT, OPQSRVUT, OQPSRVUT, OQSPRVUT, OSPQRVUT, OSQPRVUT, OPSQRVUT
15	7b	OTQSUVRT, OQPSUVRT, OQSUVPRT, OSUVPQRT, OSUVQVRT, OPSUVQRT, OPQSVURT, OQPSVURT, OQSVUPRT, OSVUPQRT, OSVVUQRT, OPSVUVQRT.
16	7c	OPRTQSUV, OPTRQSUV, OPRTQSVU, OPRQSVU, OQPRTSUV, OQPTRSUV, OQPRTSVU, OQPTRSVU, OQSUVPRT, OQSVUPRT, OQSUVPTR, OQSVUPTR, OSUVPRTQ, OSVUPRTQ, OSUVPTRQ, OSVUPTRQ, OSUVQPRT, OSVUQPRT, OSUVQPTR, OSVUQPTR, OPRTSUVQ, OPTRSUVQ, OPRTSVUQ, OPTRSVUQ.
17	8a	OPQ, ORQ, OSQ.
18	8b	OPQ, ORQ, OSQ, OPRSQ, OPSRQ, ORPSQ, ORSPQ, OSRPQ, OSPRQ, OPRQ, OPSQ, ORPQ, ORSQ, OSPQ, OSRQ.
19	9a	OPPPQRSTUV
20	9b	OPQPQRSTUV
21	9c	OPQRPQRSTUV, OPQRSTUV.
22	9d	OPQRSPQRSTUV, OPQRSTUV.
23	9e	OPQPRSTUV.
24	9f	OQRPQRSTUV.
25	9g	OQRSRPTUV.
26	9h	OQPQRSUVUT.
27	10a	OPQSURT, OPQSVRT, OPSQRT, OQPSURT, OQPSVRT, OQSPRT, OSUQPRT, OSVQPRT, OSUPQRT, OSVPQRT.
28	10b	OPRS, OQRS, OTUVRS, OTVURS.

Dengan menggunakan *event log* pada tabel 1, dilakukan proses *mining* dengan menggunakan tiga algoritma yaitu algoritma *alpha miner*, *inductive miner* dan *causal-net mining*. Penerapan algoritma *alpha miner* didefinisikan pada definisi 1 [10].

a. Algoritma *Alpha Miner*



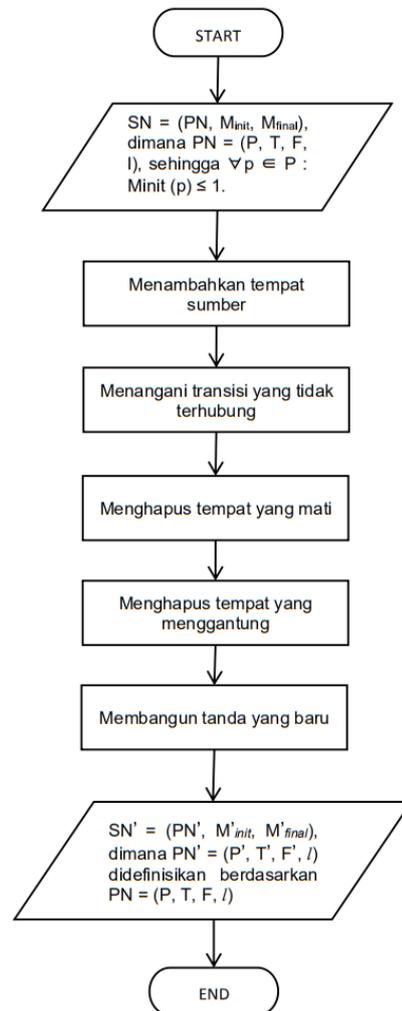
Gambar. 11. Algoritma *Alpha Miner*

Algoritma *inductive miner* pada Gambar 11 menjelaskan tahapan-tahapan sebagai berikut [10].

1. Membuat sekumpulan transisi dari *event log* pada *Workflow net* (T_L)
2. Membuat sekumpulan transisi output dari source place pada *Workflow net* (T_I)
3. Membuat sekumpulan transisi input dari *sink place* pada *Workflow net* (T_O)
4. Pada langkah ke-4 dan ke-5, algoritma *alpha miner* membuat set (XW dan YW, masing-masing) yang digunakan untuk menentukan tempat jaringan alir kerja yang ditemukan. Pada Langkah 4, algoritma *alpha miner* menemukan transisi mana yang terkait secara kausal. Jadi, untuk setiap tupel (A, B) di XW, setiap transisi dalam himpunan A secara kausal berhubungan dengan semua transisi di himpunan B, dan tidak ada transisi dalam A (atau B) yang mengikuti satu sama lain dalam beberapa urutan pengaktifan. Batasan ke elemen dalam himpunan A dan B ini memungkinkan penambangan yang benar dari konstruksi AND-split / join dan OR-split / join. Perhatikan bahwa OR-split / join membutuhkan fusi tempat.
5. Pada Langkah 5, algoritma *alpha miner* menyempurnakan set XW dengan hanya mengambil elemen terbesar sehubungan dengan set inklusi. Faktanya, Langkah 5 menetapkan jumlah yang tepat dari tempat yang dimiliki jaringan yang ditemukan (tidak termasuk tempat sumber iW dan tempat pembuangan).
6. *Place* yang sebelumnya diidentifikasi dibuat.

7. Masing-masing *place* dihubungkan dengan transisi input/output yang bersesuaian.
8. Algoritma kemudian mengembalikan *Workflow net* yang diperoleh dari langkah-langkah sebelumnya.

b. Algoritma *Inductive Miner*

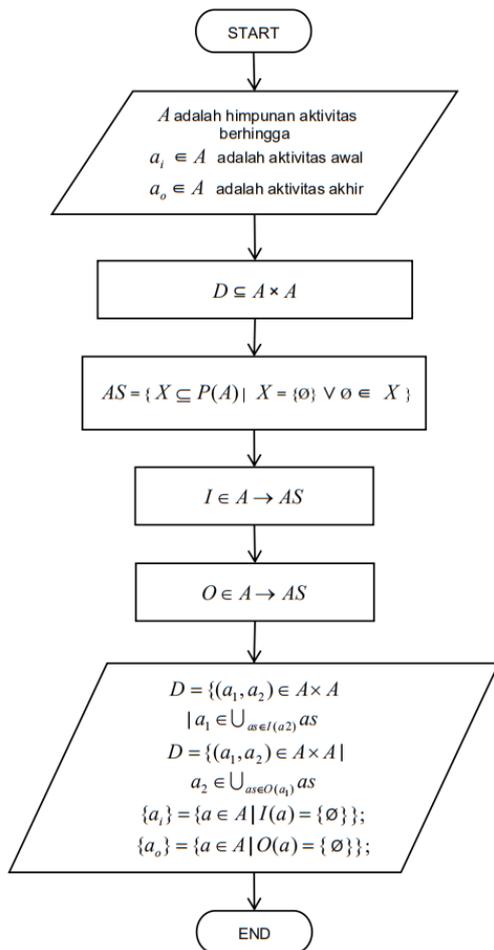


Gambar. 12. Algoritma *Inductive Miner*

Algoritma *inductive miner* pada Gambar 12 menjelaskan tahapan-tahapan sebagai berikut [11].

1. Langkah 0: Menambahkan tempat sumber. Tambahkan tempat baru $i \in P$, transisi awal baru t^* (perhatikan bahwa t^* tidak memiliki label, karena $t^* / \in \text{dom}(I)$) dan hubungkan dengan busur (i, t^*). Untuk setiap tempat $p \in P$, sehingga $\text{Minit}(p) = 1$, tambahkan busur (t^*, p).
2. Langkah 1: Menangani transisi yang tidak terhubung. Untuk setiap transisi $t \in T$, sehingga $t \bullet = \emptyset$, tambahkan tempat p , dihubungkan dengan t dengan busur masuk dan keluar. Tambahkan busur dari transisi awal t^* ke tempat p .
3. Langkah 2: Menghapus tempat mati. Hapus setiap tempat $p \in P$ dan transisi dari $p \bullet$ bersama dengan busur datang, jika tidak ada jalur dari i ke p . Ulangi Langkah 2 sampai tidak ada lagi tempat mati.
4. Langkah 3: Menghapus tempat gantung. Hapus semua tempat $p \in P$, sehingga $|p \bullet| = 0$, bersama dengan busur insiden.

5. Langkah 4: Membangun tanda baru. Misalkan P adalah himpunan tempat yang dihasilkan, dan $P^* \subseteq P$ adalah himpunan tempat yang ditambahkan pada Langkah 1. Kemudian tanda awal dan akhir M init dan M akhir didefinisikan sebagai berikut: Untuk semua $p \in P$, sehingga $p = i$, M init (p) = 0, M init (i) = 1, untuk semua $p \in P^*$ menyatakan bahwa M final (p) = 1, dan untuk semua $p \in (P \cap P^*)$ jumlah token dipertahankan, yaitu, M final (p) = M final (p). Tempat sumber tidak berisi token apa pun dalam penandaan akhir, yaitu M final (i) = 0.
- c. Algoritma *Causal-net Mining*



Gambar. 13. Algoritma *Causal-net mining*

Algoritma *causal-net mining* pada figure 13 menjelaskan tahapan-tahapan sebagai berikut [5].

A adalah himpunan aktivitas berhingga.

$a_i \in A$ adalah aktivitas awal.

$a_o \in A$ adalah aktivitas akhir.

$D \subseteq A \times A$ adalah relasi ketergantungan.

$AS = \{X \subseteq P(A) \mid X = \{\emptyset\} \vee \emptyset \in X\}$;

$I \in A \rightarrow AS$ mendefinisikan himpunan kemungkinan ikatan masukan per aktivitas

$O \in A \rightarrow AS$ mendefinisikan himpunan ikatan keluaran yang mungkin per aktivitas.

seperti,

$$D = \{(a_1, a_2) \in A \times A \mid a_1 \in \bigcup_{as \in I(a_2)} as\}$$

$$D = \{(a_1, a_2) \in A \times A \mid a_2 \in \bigcup_{as \in O(a_1)} as\}$$

$$\{a_i\} = \{a \in A \mid I(a) = \{\emptyset\}\};$$

$$\{a_o\} = \{a \in A \mid O(a) = \{\emptyset\}\};$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *discovery* yang telah dilakukan dengan menggunakan tools ProM. Pada tabel. 2 ditampilkan hasil eksperimen menggunakan ProM dan didapati bahwa terdapat 4 skenario yang tidak cocok dengan model proses pada dataset [7]. Pada algoritma *inductive miner* dan *causal-net mining* didapati bahwa hasil *discovery* berupa BPMN. Sedangkan, pada algoritma *alpha miner* didapati hasil *discovery* berupa *petri net*. Oleh karena itu, *petri net* dikonversi ke dalam bentuk BPMN menggunakan format file .pnml.

Kami menggunakan figure 7(b) dan dibandingkan dengan hasil *discovery* figure 7(b) menggunakan algoritma *inductive miner* untuk diukur similarity strukturalnya. Notasi BPMN terdiri dari *activity*, *connector* dan *gateway* sehingga dari perbandingan model tersebut didapatkan elemen irisan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Label task activity} &= 8 \\ \text{Connector} &= 11 \\ \text{Gateway} &= 2 \end{aligned}$$

sedangkan, gabungan dari kedua model, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Label task activity} &= 12 \\ \text{Connector} &= 19 \\ \text{Gateway} &= 4 \end{aligned}$$

Angka yang didapat, dimasukkan ke dalam rumus perhitungan similarity pada (1)

$$Jacc\ sim = \frac{8 + 11 + 2}{12 + 19 + 4} = \frac{21}{35} = 0.6$$

Dengan menggunakan cara yang sama, didapatkan hasil perhitungan *similarity* secara keseluruhan yang ditunjukkan pada tabel. 2 dan tabel. 3 berikut.

TABEL 2. HASIL SIMILARITY KESELURUHAN

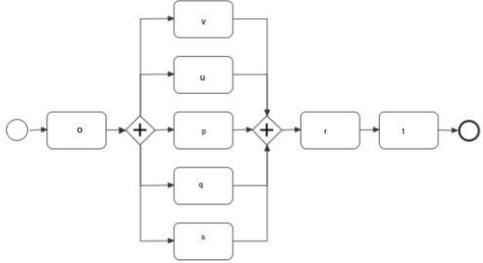
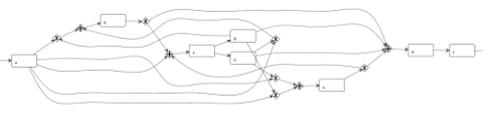
Dataset	Similarity		
	<i>Inductive Miner</i>	<i>Alpha Miner</i>	<i>Causal-net Mining</i>
Fig 2a	1	1	1
Fig 2b	1	1	1
Fig 2c	1	1	1
Fig 3a	1	1	1
Fig 3b	1	1	1
Fig 4a	1	1	1
Fig 4b	1	1	1
Fig 4c	1	1	1
Fig 5a	1	1	1
Fig 5b	1	1	1
Fig 6a	1	1	1
Fig 6b	1	1	1

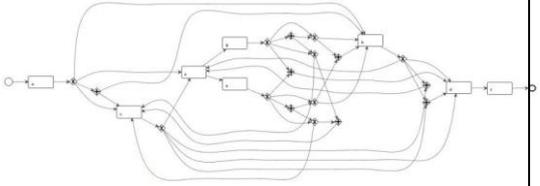
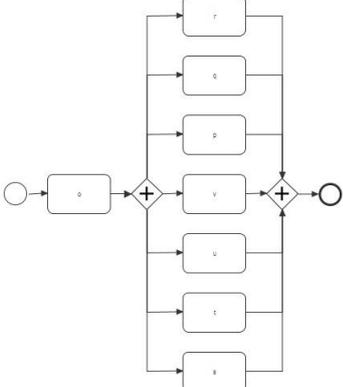
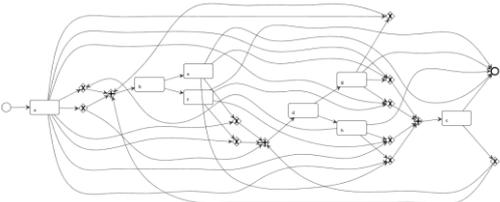
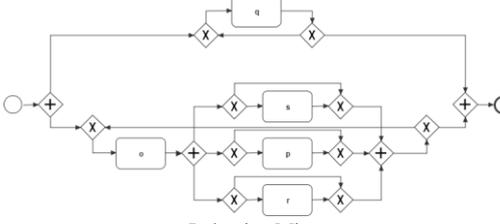
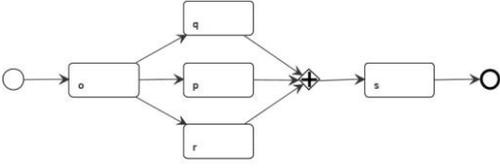
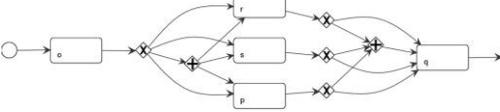
Fig 6c	1	1	1
Fig 7a	1	1	1
Fig 7b	0.6	0.18	0.26
Fig 7c	0.33	0.12	1
Fig 8a	1	1	1
Fig 8b	0.37	0.89	0.22
Fig 9a	1	Error	1
Fig 9b	1	Error	1
Fig 9c	0.43	1	0.43
Fig 9d	0.35	1	0.34
Fig 9e	1	1	1
Fig 9f	1	1	1
Fig 9g	1	1	1
Fig 9h	1	1	1
Fig 10a	0.62	0.75	0.29
Fig 10b	1	1	1

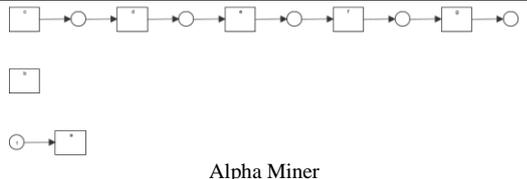
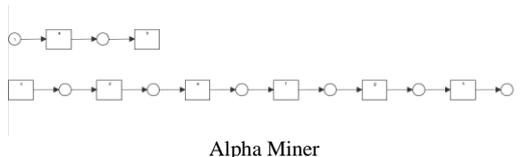
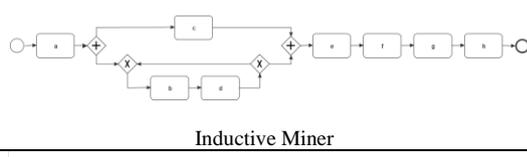
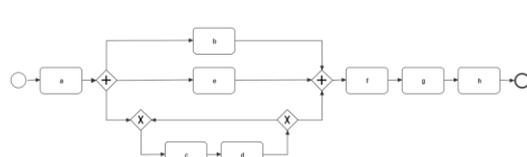
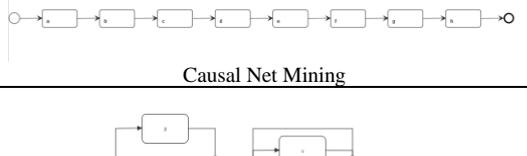
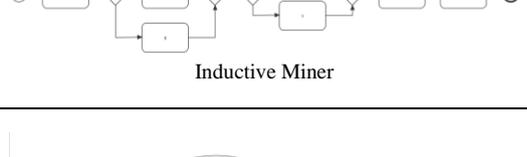
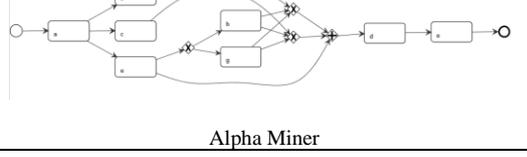
Pada tabel 2 diketahui bahwa terdapat perbedaan similarity pada setiap figure. Usai menyelesaikan perhitungan *similarity*, didapatkan bahwa ketika nilai *similarity* antara dua model proses mendekati atau sama dengan 1, maka semakin mirip pula kedua model proses tersebut. Sebaliknya, ketika nilai *similarity* antara dua model proses dibawah 1, maka semakin rendah tingkat kemiripan kedua model proses.

Figure dengan nilai similarity 1 merupakan model proses dari hasil *discovery* yang cocok dengan model prose pada dataset. Sedangkan, model proses dengan nilai *similarity* dibawah 1 merupakan model proses dari hasil *discovery* yang tidak cocok dengan dataset [7]. Terdapat 17 model proses dengan nilai *similarity* dibawah 1. Model proses dengan nilai *similarity* dibawah 1 dijabarkan pada tabel. 3 berikut.

TABEL 3. HASIL SIMILARITY YANG TIDAK COCOK

Data Set	Keterangan	Sim
Gbr 7b	 <p>Inductive Miner</p>	0.6
		0.18

Gbr 7c	<p>Alpha Miner</p>  <p>Causal Net Mining</p>	0.26
	 <p>Inductive Miner</p>	0.33
Gbr 8b	 <p>Alpha Miner</p>	0.12
	 <p>Inductive Miner</p>	0.37
Gbr 9a	 <p>Alpha Miner</p>	0.89
	 <p>Causal Net Mining</p>	0.22
Gbr 9a		Error

	 <p>Alpha Miner</p>	
Gbr 9b	 <p>Alpha Miner</p>	Error
Gbr 9c	 <p>Inductive Miner</p>	0.43
	 <p>Causal Net Mining</p>	0.43
Gbr 9d	 <p>Inductive Miner</p>	0.35
	 <p>Causal Net Mining</p>	0.34
Gbr 10a	 <p>Inductive Miner</p>	0.62
	 <p>Alpha Miner</p>	0.75
	 <p>Causal Net Mining</p>	0.29

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel. 3 setelah kami lakukan perbandingan, diketahui bahwa setiap model proses hasil *discovery* memiliki nilai *similarity* yang beragam. Nilai *similarity* yang didapatkan dipengaruhi oleh 6 komponen, antara lain, jumlah anak panah yang sama, jumlah aktivitas yang sama, jumlah *gateway* yang sama, jumlah anak panah kedua model proses setelah digabungkan, jumlah aktivitas

kedua model proses setelah digabungkan, dan terakhir jumlah *gateway* kedua model proses setelah digabungkan. Pada algoritma *alpha miner* menghasilkan model roses dalam bentuk *petri net*, oleh karena itu kami mengubahnya menjadi bentuk BPMN dengan format .pnml menggunakan software Wopad.

Berdasarkan hasil pengukuran *similarity* diketahui bahwa eksperimen menggunakan algoritma *alpha miner*. Pada figure 8 memiliki nilai tingkat *similarity* paling tinggi yaitu dengan nilai 0.89. Sedangkan tingkat *similarity* paling kecil, didapati pada figure 7 menggunakan *alpha miner* dengan nilai 0.12. Selain itu, ada pula figure 9a dan 9b dengan hasil *similarity* yang error dikarenakan saat melakukan *discovery* menggunakan algoritma *alpha miner*, model proses yang dihasilkan terpecah menjadi 2 bagian, sehingga tidak bisa dideteksi nilai *similarity* nya.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, kami menyimpulkan bahwa pada penelitian ini kami menemukan bahwa, nilai tingkat *similarity* tertinggi didapati pada figure 8 menggunakan *alpha miner* dengan nilai 0.89. Nilai tingkat *similarity* yang rendah didapati pada figure 7 menggunakan algoritma *alpha miner* dengan nilai 0.12. Gambar 2 sampai 6 cocok dengan semua algoritma karena model proses hasil proses mining menggunakan semua algoritma sama persis dengan model proses pada dataset. Gambar 7 paling cocok menggunakan algoritma *inductive miner* dengan tingkat *similarity* 0.6. Gambar 8 paling cocok menggunakan algoritma *alpha miner* dengan tingkat *similarity* 0.89. Gambar 9 paling cocok menggunakan algoritma *inductive miner* dengan tingkat *similarity* 0.35. Gambar 10 paling cocok dengan algoritma *alpha miner* dengan tingkat *similarity* 0.75.

REFERENSI

- [1] W. N. Rumana, "Pemodelan Dan Simulasi Proses Bisnis Coloured Petri Nets Modeling and Simulation Production Business Process of Steel Industry Through," pp. 1–93, 2015.
- [2] A. A. Hermawan, "Business Process Context Analysis Based on 'Event Log,'" J. Penelit. dan Pengemb. Komun. dan Inform., vol. 4, no. 3, p. 122699, 2014.
- [3] P. Porouhan, N. Jongsawat, and W. Premchaiswadi, "Process and deviation exploration through Alpha-algorithm and Heuristic miner techniques," Int. Conf. ICT Knowl. Eng., pp. 83–89, 2014, doi: 10.1109/ICTKE.2014.7001540.
- [4] I. Nuritha and E. R. Mahendrawathi, "Structural Similarity Measurement of Business Process Model to Compare Heuristic and Inductive Miner Algorithms Performance in Dealing with Noise," Procedia Comput. Sci., vol. 124, pp. 255–263, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2017.12.154.
- [5] W. van der Aalst, A. Adriansyah, and B. van Dongen, "Causal Nets: A Modeling Language Tailored towards Process Discovery," Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics), vol. 6901 LNCS, pp. 28–42, 2011, doi: 10.1007/978-3-642-23217-6.
- [6] M. A. Yaqin, R. Sarno, and S. Rochimah, "Measuring Scalable Business Process Model Complexity Based on Basic Control Structure," Int. J. Intell. Eng. Syst., vol. 13, no. 6, pp. 52–65, 2020, doi: 10.22266/ijies2020.1231.06.
- [7] R. Accorsi, T. Stocker, and G. Müller, "On the exploitation of process mining for security audits: The process discovery case," Proc. ACM Symp. Appl. Comput., pp. 1462–1468, 2013, doi: 10.1145/2480362.2480634.
- [8] W. M. P. van der Aalst, "Business alignment: Using process mining as a tool for Delta analysis and conformance testing," Requir. Eng., vol. 10, no. 3, pp. 198–211, 2005, doi: 10.1007/s00766-005-0001-x.

- [9] J. Caldeira and F. B. e Abreu, "Software Development Process Mining," 10th Int. Conf. Qual. Inf. Commun. Technol. Softw., pp. 254–259, 2016, doi: 10.1109/QUATIC.2016.51.
- [10] A. K. A. de Medeiros, B. F. van Dongen, W. M. P. van der Aalst, and A. J. M. M. Weijters, "Process mining: Extending the a algorithm to mine short loops," BETA Work. Pap. Ser., no. June, 2004.
- [11] A. A. Kalenkova, W. M. P. van der Aalst, I. A. Lomazova, and V. A. Rubin, "Process mining using BPMN: relating event logs and process models," *Softw. Syst. Model.*, vol. 16, no. 4, pp. 1019–1048, 2017, doi: 10.1007/s10270-015-0502-0.

Rancang Bangun Aplikasi Elektronik Resep yang Terhubung ke Kasir Menggunakan Website

Helfy Susilawati
Teknik Elektro
Universitas Garut
Garut, Indonesia
helfy.susilawati@uniga.ac.id

Tri Arif Wiharso
Teknik Elektro
Universitas Garut
Garut, Indonesia
triarif@uniga.ac.id

Teddy Mulyadi Hidayat
Teknik Elektro
Universitas Garut
Garut, Indonesia
teddy.mulyadi@uniga.ac.id

Abstract— *A recipe is a description given by a doctor about a medicine and its dosage. Most health agencies use more manual prescriptions that are handwritten recipes. The most common weakness of manual recipes is the handwritten recipe which is difficult to understand. Most of the patients do not understand the doctor's writing, except the pharmacist. An electronic recipe is a recipe given by a doctor in the printed recipe of a recommended medicine. The purpose of electronic recipe is the recipe can be read clearly by the patient and also by the pharmacist. In addition, electronic recipe can also make it easier for patients to pay for medicines at the cashier. If in manual procedures the patient has to queue 2 times at the checkout, using an electronic prescription, the patient only needs to queue once at the cashier, which is when paying for medicine only. The method is used for this research is the Prototype method, and using website for its interface. From this research, the results show that the application built on the website is 100% well run and usable. This percentage result is obtained based on a survey of respondents that have been conducted.*

Keywords— *Electronic Recipe, Cashier, Prototype, Website*

Abstrak— *Resep merupakan keterangan yang diberikan oleh dokter mengenai obat dan beserta takarannya. Kebanyakan instansi kesehatan lebih banyak menggunakan resep yang resep manual yaitu resep yang ditulis dengan tangan. Kelemahannya yang paling umum dari resep manual adalah tulisan tangan resep yang sulit dimengerti. Hampir sebagian besar pasien tidak mengerti dengan tulisan dokter tersebut, terkecuali apoteker yang bertugas. Resep elektronik adalah resep obat yang diberikan oleh dokter dalam bentuk hasil print resep obat yang direkomendasikan. Hal ini bertujuan agar resep obat tersebut dapat terbaca jelas oleh pasien dan juga oleh apoteker. Selain itu, resep elektronik juga dapat mempermudah pasien untuk membayar obat di kasir. Jika pada prosedur manual pasien harus mengantri 2 kali saat di kasir, dengan menggunakan resep elektronik maka pasien hanya perlu mengantri 1 kali di kasir yaitu saat membayar obat saja. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Prototype yang mana website digunakan untuk interfacenya. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwasanya aplikasi yang dibangun dengan berbasis website 100% berjalan dengan baik dan dapat digunakan. Hasil persentase ini didapat berdasarkan survey dari responden yang telah dilakukan.*

Keywords— *Resep Elektronik, Kasir, Prototype, Website*

PENDAHULUAN

Resep yaitu keterangan dari dokter mengenai obat yang disertai dengan takarannya, yang harus dipakai oleh pasien

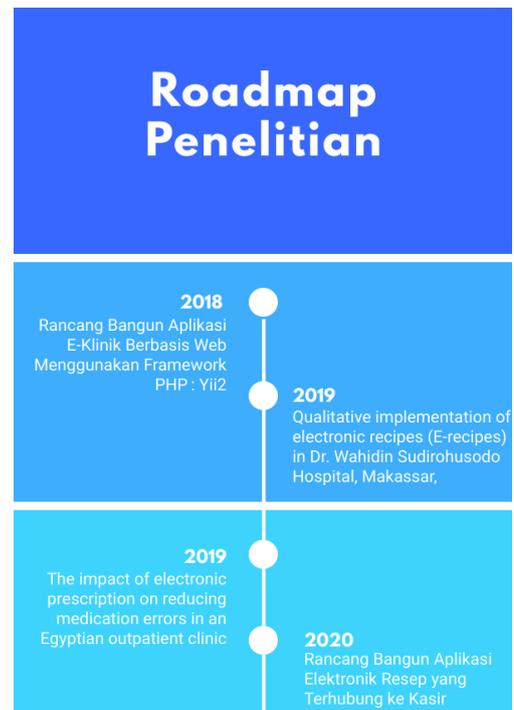
dan dapat ditukarkan dengan obat di apotek [1]. Resep merupakan suatu permintaan tertulis dari dokter untuk apoteker, resep tersebut dapat berupa tulisan maupun elektronik untuk melakukan penyediaan obat dan memberikan obat bagi pasien sesuai dengan apa yang telah dokter instruksikan dan sesuai peraturan yang berlaku [2]. Saat ini, resep yang didapat dari dokter biasanya sulit terbaca oleh pasien, resep tersebut hanya bisa dibaca oleh apoteker. Penelitian yang dilakukan oleh Yogini Hariprasad Jan dkk, menunjukkan bahwa sistem peresepan manual memiliki error rata-rata 77,4%, sedangkan elektronik resep hanya menghasilkan error rata-rata 4,8%. Sebelum adanya elektronik resep, terdapat 1153 item yang kehilangan informasi penting, sedangkan setelah menggunakan e-prescription hanya terdapat 9 item yang kehilangan informasi penting [3]. Resep elektronik adalah resep yang dibuat oleh dokter dimana resep tersebut merupakan hasil print dari resep yang telah diinputkan oleh dokter pada aplikasi yang telah dibangun sebelumnya. Aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi yang berbasis website. Website dapat dijadikan salah satu tolak ukur dimana dapat meningkatkan komunikasi antara satu pihak dengan pihak lainnya. Proses mengembangkan komunikasi dengan pelanggan maka setiap perusahaan harus memanfaatkan internet melalui situs website [4]. Situs website merupakan situs yang paling nyaman dan menjadi salah satu penentu apakah akan mendaftar pada program atau tidak, sehingga website tersebut menjadi penting [5]. Salah satu penggunaan e-health adalah dengan menggunakan website sebagai resep elektronik. [6]. eHealth merupakan salah satu bentuk manfaat TIK di sektor kesehatan yang bertujuan untuk meningkatkan pelayanan kesehatan [7]. Pelayanan resep elektronik yang berbasis website dapat digabungkan dengan pelayanan lainnya di rumah sakit yang berbasis website, seperti pelayanan administrasi untuk pendaftaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, meskipun terdapat perbedaan antar negara, situs web rumah sakit lebih berfungsi sebagai tempat penyimpanan informasi, menampilkan rincian kontak tradisional [8]. eHealth dapat digambarkan mengenai penggunaan TIK khususnya Internet untuk meningkatkan pelayanan perawatan kesehatan [9]. Salah satu pelayanan kesehatan yang menggunakan website diantaranya adalah penelitian yang berjudul *An Assessment of Radiology Residency Program Websites* [10]. Dari hasil penelitian tersebut didapat

bahwasanya penggunaan website dapat dilakukan lagi dengan lebih luas.

Resep elektronik yang kemudian akan menghubungkan langsung ke kasir merupakan salah satu bentuk peningkatan pelayanan kesehatan dikarenakan pasien hanya perlu menunggu satu kali untuk membayar ke kasir. Saat ini yang biasa dilakukan adalah pasien memberikan resep ke kasir, kemudian menunggu jumlah yang harus dibayar, kemudian membayar ke kasir. Sedangkan dengan menggunakan elektronik resep yang terhubung langsung ke kasir, pasien hanya perlu untuk menunggu nomor pasien atau nomor antriannya dipanggil kemudian langsung membayar obatnya. Salah satu penelitian yang berhubungan dengan resep elektronik adalah penelitian yang dilakukan oleh Juwita dkk. Penelitian ini menganalisa implementasi dari E-recipe dan faktor yang dapat mempengaruhinya di RSUD Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar [11]. Hasil dari penelitian ini adalah SDM sebagai pelaksana sudah mencukupi namun dari segi fasilitas komputer yang belum mencukupi untuk mengimplementasikan E-Recipes serta aplikasi yang mendukung pelaksanaan E-Recipe harus dikembangkan, lembar resep manual harus dikerjakan dan masih tersedia mengembangkan penerapan *Electronic Drug Control* (E-KPO), *Electronic Medical Record* (E-KPO), Sistem Pendukung Keputusan Klinis, dan koneksi ke hasil dukungan klinis, melakukan edukasi penggunaan ponsel pengganti komputer, melakukan pemantauan langsung ke seluruh ruangan, menghilangkan lembar resep manual. Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwasanya saat ini E-Recipe sudah mulai diterapkan hanya saja masih terpisah-pisah antara satu unit dengan unit lain. Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan antara unit dokter dengan unit kasir dengan menggunakan resep elektronik.

Pada tahun 2018, Shidiq Arif Siwiantoko melakukan penelitian yang mengenai aplikasi Web pada sistem E-Klinik. Penelitian tersebut menghasilkan aplikasi E-klinik yang dapat digunakan untuk manajemen data pasien, manajemen data dokter, manajemen data pembayaran, manajemen daftar Periksa, manajemen data obat, serta untuk memudahkan manajemen nomor antrian [12]. Pada tahun 2019, Ahmed Saleh Kenawy, Victoria Kett melakukan penelitian mengenai resep elektronik yang dapat mengurangi error pada sebuah klinik. Hasil penelitian yang dilakukan adalah Terdapat 3512 laporan insiden yang ditinjau untuk kesalahan penulisan resep dalam tulisan tangan dan elektronik. Penggunaan sistem elektronik menyebabkan penurunan sebesar 2% dalam kesalahan peresepan. Resep elektronik mampu mengurangi kesalahan resep dan penyaluran penggunaan resep daripada resep dengan menggunakan tulisan tangan di Klinik rawat jalan Mesir. Diperlukan sistem yang lebih maju dan terpercaya agar memiliki efek yang lebih efisien pada kesalahan tingkat dan alur kerja farmasi [13]. Persamaan penelitian ini merupakan penelitian yang berhubungan dengan resep elektronik akan tetapi penelitian ini hanya mencakup pada resep elektronik saja tidak mencakup pada bagian kasir.

Roadmap penelitian berdasarkan penelitian-penelitian yang dilakukan sebelumnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Roadmap penelitian berdasarkan penelitian sebelumnya

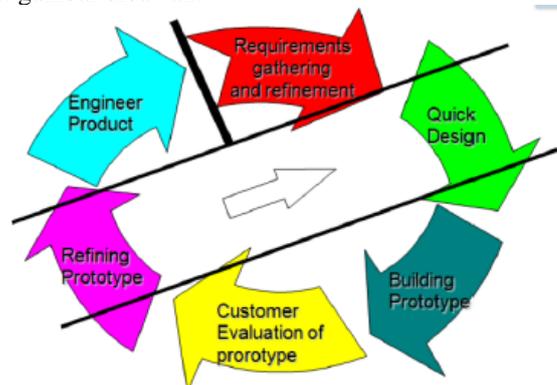
Perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah sistem yang dibuat pada penelitian ini adalah sistem resep yang langsung dihubungkan ke kasir. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, resep digital terhubung dengan apoteker tanpa terhubung dengan kasir. Dengan adanya penelitian ini, pasien dapat mengetahui terlebih dahulu mengenai harga yang harus dibayar untuk menebus obat-obat yang diresepkan. Hal ini tentu akan sangat membantu pasien dalam menentukan apakah biaya yang mereka sediakan cukup atau mereka harus mengambil dulu biaya tambahan.

METODE PENELITIAN

A. Metode Prototype

Metode pembuatan aplikasi ini dengan menggunakan metode prototype. Menurut Roger S Pressman, metode prototype dapat digunakan pada saat akan membangun suatu sistem. Metode ini sesuai untuk sebuah sistem atau perangkat yang akan dikembangkan kembali. Prototype akan berkembang sesuai dengan keinginan pengguna yang mana pada satu sisi juga akan membuat perkembangan bagi pengembang [14].

Proses pelaksanaan metode prototype dapat dilihat seperti gambar dibawah:



Gambar 2. Proses Prototype

Berdasarkan gambar 1 proses prototyping adalah:

a. Pengumpulan kebutuhan

Pengembang dan pengguna akan bertemu untuk mendiskusikan apa yang akan dicapai dari sistem tersebut.

b. Perancangan

Pada proses prototype perancangan dilakukan dengan syarat mewakili semua aspek software yang diketahui, sehingga rancangan tersebut akan menjadi dasar pembuatan prototype.

c. Evaluasi Prototype

Pengguna akan mengevaluasi software untuk memutuskan apakah sistem yang sudah ada telah sesuai keinginan atau tidak.

Tahap-tahap pengembangan *Prototype* model menurut Roger S. Pressman, Ph.D. adalah :

1. Mendengarkan pelanggan

Tahap ini dilakukan dengan cara mendengar keluhan dari pasien. Pada penelitian ini yang dimaksud dengan pelanggan adalah pasien, dokter, kasir, dan apoteker. Agar tercapai suatu sistem yang sesuai kebutuhan, maka sebelumnya harus diketahui terlebih dahulu bagaimana sistem yang sedang berjalan untuk mengetahui masalah yang terjadi.

2. Merancang dan Membuat Prototype

Perancangan dan pembuatan prototype sistem dilakukan pada tahap ini. *Prototype* yang dibuat harus menyesuaikan dengan kebutuhan sistem yang telah diketahui sebelumnya dari keluhan pelanggan atau pengguna.

3. Uji coba

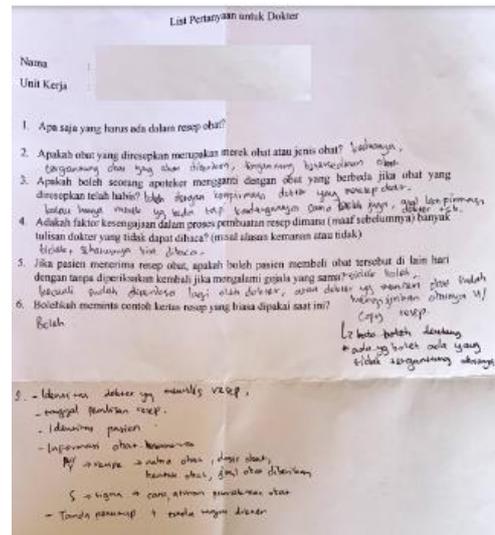
Tahap ini merupakan tahap prototype yang telah dibangun diujikan pada pelanggan atau pengguna. Setelah hal tersebut dilakukan, kemudian dilakukan evaluasi kekurangan yang mana hal tersebut akan menjadi pengembangan selanjutnya dari prototype yang ada.

B. Black Box Testing

Evaluasi aplikasi menggunakan BlackBox Testing. Blackbox testing bertujuan untuk memperlihatkan fungsi perangkat lunak tentang bagaimana cara pengoperasiannya, apakah input dan output sudah berjalan dengan baik [15]. Pada prosesnya Black Box Testing tidak memerlukan penggunaan ekspresi matematis sehingga tidak akan terjadi beberapa kali percobaan, yang hasilnya akan menghemat waktu dan uang. Pengaksesan jumlah titik dari input dan output memastikan kualitas dari sejumlah model secara akurat dan sesuai [16]. Pengujian yang dilakukan dengan BackBox Testing kemudian dikonfirmasi kegunaannya dengan menggunakan 30 responden. Dimana responden tersebut yang memberikan penilaian apakah aplikasi berjalan dengan baik atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

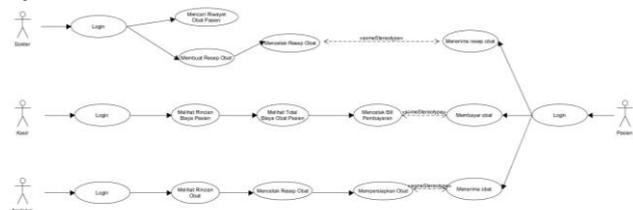
Sebelum melakukan penelitian, peneliti melakukan tes wawancara kepada pihak-pihak terkait, yakni dokter, kasir, dan juga apoteker. Berikut merupakan hasil wawancara dengan salah satu dokter yang bertugas di puskesmas.



Gambar 3. Hasil wawancara dengan dokter

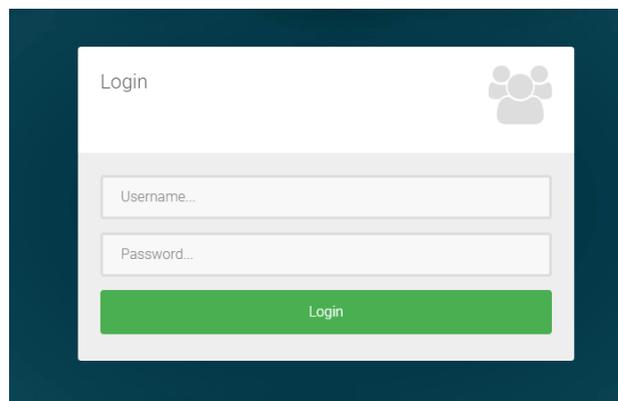
Gambar 3 adalah foto hasil wawancara dengan salah satu dokter di puskesmas. Data yang didapatkan dari dokter kemudian dijadikan acuan untuk membuat resep digital yang nantinya akan langsung dihubungkan ke kasir. Aplikasi ini dibangun dengan menggunakan website.

Berikut merupakan diagram UML yang dibuat untuk aplikasi.



Gambar 4. Diagram UML

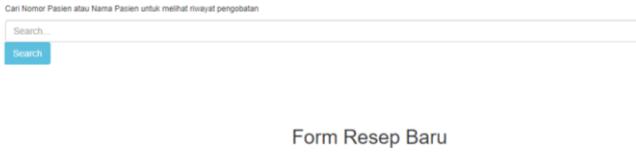
Gambar 4 menunjukkan diagram UML dari beberapa aktor yaitu dokter, apoteker, kasir, dan pasien. Dokter, apoteker, kasir, dan pasien dapat melakukan login di website yang telah dibuat. Dokter dapat melihat Riwayat obat pasien, membuat resep baru, dan mencetak resep. Kasir dapat melihat list pasien, melihat total yang harus dibayar pasien, dan mencetak *bill* untuk resep. Apoteker dapat melihat list pasien, melihat rincian obat, dan kemudian langsung menyiapkan obat tersebut. Pasien dapat menerima resep obat, yang mana pada resep tersebut sudah berisi rincian mengenai total biaya berikut dengan jumlah obat dan jenis obat yang diresepkan. Berikut screenshot dari aplikasi yang telah dibuat.



Gambar 5. Halaman Login

Gambar 5 menunjukkan gambar login untuk aplikasi. Dalam penelitian ini, role untuk login dibagi menjadi 3 yaitu pasien, dokter dan kasir. Dokter dapat melakukan beberapa aktivitas diantaranya adalah melihat data pasien dan juga dapat melihat riwayat penyakit pasien. Hal ini dilakukan agar dokter dapat mempertimbangkan jenis obat yang akan diberikan, apakah akan berdampak pada penyakit lainnya atau tidak. Pasien disini berfungsi untuk melihat catatan medisnya, sedangkan kasir berfungsi untuk mengecek resep yang masuk ke kasir dan berapa jumlah pembayaran yang harus dibayarkan oleh pasien.

Selamat Datang Dokter Malika



Gambar 6. Halaman Dokter

Gambar 6 merupakan gambar halaman dokter. Halaman dokter dibuat minimalis agar sesuai dengan fungsinya. Di halaman dokter, dokter dapat mencari nama atau nomor pasien terlebih dahulu untuk melihat riwayat penyakit pasien. Dokter juga dapat menuliskan resep baru di halamannya. Hal ini dilakukan agar resep dapat dibuat menjadi digital dan dapat langsung diberikan ke kasir sehingga pasien hanya perlu 1 kali menunggu untuk membayar resep obat saja.

Selamat Datang Dokter Malika



Gambar 7. Halaman Riwayat Pasien

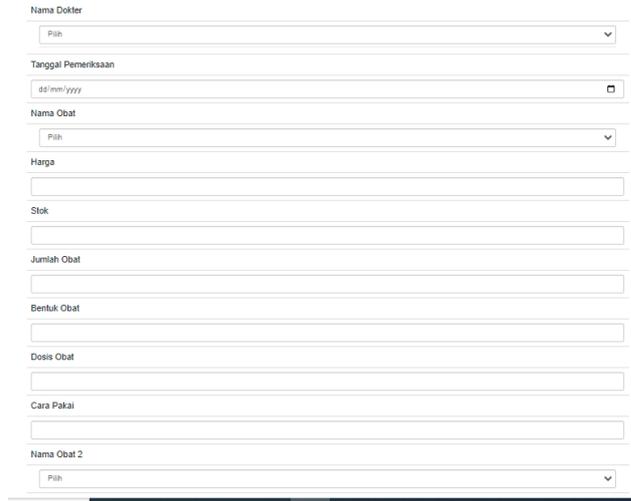
Gambar 7 menunjukkan halaman riwayat pasien. Pada halaman ini yang diperlihatkan hanyalah data penting dari pasien seperti nomor pasien dan alamat pasien untuk mengklarifikasi jika ternyata terdapat pasien dengan nama yang sama. Riwayat penyakit pasien diperlihatkan untuk memberikan pertimbangan terhadap dokter pada saat akan memberikan resep obat.

Form Resep Baru



Gambar 8. Halaman Form Resep Baru

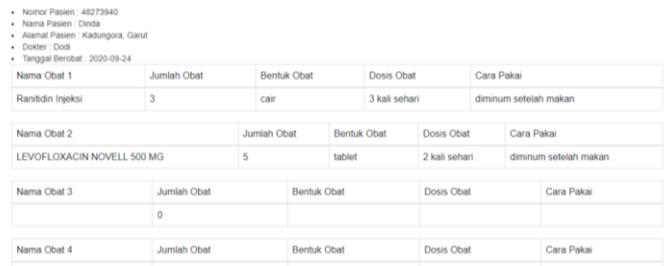
Gambar 8 merupakan halaman form resep baru. Dokter dapat mencari nama atau nomor pasien terlebih dahulu sehingga data umum pasien seperti nama, nomor dan alamat pasien akan tampil di kolom yang telah disediakan.



Gambar 9. Halaman Isian form Resep Baru

Gambar 9 merupakan halaman lanjutan dari halaman form resep baru yang mana pada halaman ini diisikan mengenai nama dokter yang menangani kemudian diisikan tanggal pemeriksaan, dan mencari nama obat dari kolom nama obat. Saat obat tersebut di klik maka akan muncul keterangan mengenai harga dan stok obat. Selanjutnya dokter hanya perlu mengisi jumlah obat, bentuk obat, dosis obat, dan cara pakai obat tersebut. Obat yang dapat dimasukkan saat ini maksimal 5 jenis obat dari 1 dokter dengan acuan dari wawancara yang telah dilakukan sebelumnya.

Halaman Detail Resep



Gambar 10. Halaman detail resep

Gambar 10 menunjukkan halaman detail resep yang akan diterima oleh pasien, pada halaman ini akan terlihat detail resep yang diberikan oleh dokter beserta jumlah biaya yang harus dibayarkan oleh pasien untuk dapat menebus obat tersebut. Adanya kalkulasi biaya yang dapat ditemukan oleh pasien akan membuat pasien mempunyai persiapan untuk proses pembayaran. Total bayar yang harus dibayar oleh pasien adalah 515.000.

Hai Kasir



Gambar 11. Gambar Halaman Kasir 1

Hai Kasir

	Harga Obat	Jumlah Obat	Nama Obat	Harga Obat	Jumlah Obat	Nama Obat	Harga Obat	Jumlah Obat	Nama Obat	Harga Obat	Jumlah Obat	Nama Obat	Harga Obat	Jumlah Obat	Total Bayar
1	40000	6	Methylprednisolone	20000	6	Ranitidin 150mg	5000	6	Sulfamethoxazole	40000	1		0	0	515000

Gambar 12. Gambar Halaman Kasir 2

Gambar 11 dan 12 menunjukkan gambar halaman kasir. Halaman kasir hanya akan menunjukkan resep yang dating pada tanggal sekarang, sehingga data resep yang kemarin tidak akan tampil. Pada gambar 8 terlihat bahwa pasien bernama Wika dengan dokter yang memeriksanya bernama Muti. Jumlah obat yang diberikan oleh dokter sebanyak 4 jenis, dengan total bayar yang harus dibayar oleh pasien adalah 515.000.

Pengujian keberfungsian aplikasi dilakukan dengan cara survei pada 30 responden dengan menggunakan metode Black Box Testing. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada table 1 dibawah.

TABEL 1. Hasil Pengujian Black Box Testing

No	Kasus yang diuji	Skenario Uji	Hasil yang diinginkan	Hasil Pengujian
1	Halaman Login	Memasukkan user dari berbagai role, misal dokter atau kasir kemudian diarahkan ke halaman masing-masing.	Saat memasukkan user dokter dan di klik button login, maka diarahkan ke halaman dokter, saat memasukkan user kasir, maka diarahkan ke halaman kasir.	<input checked="" type="checkbox"/> Berfungsi
2	Mencari riwayat pasien	Pada halaman dokter terdapat fungsi untuk mencari nama pasien untuk melihat riwayat penyakit dari pasien.	Saat memasukkan nama pasien atau nomor pasien kemudian di klik tombol cari, maka langsung ditampilkan data ringkas mengenai pasien termasuk riwayat penyakit pasien.	<input checked="" type="checkbox"/> Berfungsi
3	Form Membuat resep baru	Pada halaman dokter dapat membuat	Form resep baru berfungsi, yang mana	<input checked="" type="checkbox"/> Berfungsi

		resep baru untuk pasien.	pada saat mencari ringkasan tentang pasien dari tombol search data langsung ada, kemudian dokter mengisi data yang diperlukan mengenai keterangan obat. Sedangkan mengenai nama obat dokter dapat langsung mencarinya dengan fitur dropdown.	
4	Data dapat dilihat di halaman kasir	Setelah dokter mengisi form resep obat untuk pasien, maka data tersebut dapat terlihat di halaman kasir.	Di halaman kasir, data resep dokter dapat terlihat dengan total bayar yang sudah dikalkulasikan di halaman kasir.	<input checked="" type="checkbox"/> Berfungsi

Williams menyatakan bahwa pengujian *blackbox* adalah pengujian yang mengabaikan mekanisme internal sistem atau komponen dan hanya berfokus pada output yang dihasilkan dalam menanggapi input yang dipilih dan kondisi eksekusi. Pengujian dengan menggunakan Black Box Testing hanya berfokus kepada hasil akhir dari software apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak, sehingga hasil pengujian dikategorikan hanya dalam dua kategori yaitu berfungsi atau tidak berfungsi. Berdasarkan data yang telah didapatkan (lihat table 1) diketahui bahwasanya kasus/yang diuji semuanya dapat berfungsi dengan baik.

Penelitian ini lebih menitikberatkan pada membangun aplikasi dan menganalisa pada aplikasi yang menghubungkan antara resep elektronik dengan kasir. Pada penelitian ini juga sudah dapat menghubungkan antara resep obat dengan jumlah yang harus dibayar oleh pasien pada saat akan menebus obat.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa penelitian ini menghasilkan keberfungsian *software* dengan seluruh scenario dapat dilakukan dengan baik. Dengan adanya aplikasi ini, maka pasien tidak perlu menunggu 2 kali untuk membayar, pasien hanya perlu menunggu 1 kali yaitu untuk proses membayar saja dengan adanya

panggilan dari kasir. Estimasi waktu yang diperlukan untuk 1 pasien pada bagian kasir untuk menginputkan obat dan mencari harga obat kemudian menjumlahkan total obat sekitar 3-5 menit tergantung dari banyaknya obat yang diresepkan. Setelah membayar, pasien akan menunggu sekitar 1 menit untuk memperoleh bill pembayaran. Dengan menggunakan aplikasi ini, waktu 3-5 menit dapat disingkat menjadi 1-2 menit dikarenakan kasir sudah langsung mendapatkan kalkulasi dari jumlah obat yang diresepkan. Total waktu yang diperlukan di bagian kasir jika menggunakan metode manual sekitar 4-6 menit, sedangkan dengan menggunakan aplikasi adalah 2-3 menit untuk 1 orang pasien.

B. Saran

Proses pembayaran disini masih bersifat manual dalam artian membayar langsung ke loket. Untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan untuk proses pembayaran melalui bank yang bisa diajak untuk Kerjasama agar proses pembayaran dapat dilakukan dengan tanpa menggunakan uang tunai.

PENGHARGAAN

Terima kasih kepada pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini yaitu Tri Arif Wiharso dan para responden. Tidak lupa untuk pihak Universitas yang telah membantu dalam proses pelaksanaannya.

REFERENSI

- [1] Pusat Bahasa Kemdikbud, "Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI)," *Kementerian. Pendidik. dan Budaya*, 2016.
- [2] Permenkes, *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 73 Tentang Standar Pelayanan Kefarmasian di Apotek*. 2016.
- [3] Y. H. Jani, M. A. Ghaleb, S. D. Marks, J. Cope, N. Barber, and I. C. K. Wong, "Electronic Prescribing Reduced Prescribing Errors in a Pediatric Renal Outpatient Clinic," *J. Pediatr.*, 2008, doi: 10.1016/j.jpeds.2007.09.046.
- [4] L. Hakim and L. Deswinda, "Assessing the Effects of e-servicescape on Customer Intention: A Study on the Hospital Websites in South Jakarta," *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 169, no. August 2014, pp. 227-239, 2015, doi: 10.1016/j.sbspro.2015.01.306.
- [5] F. M. Hall and M. L. Janower, "The new requirements and testing for American Board of Radiology certification: A contrary opinion," *Radiology*, vol. 248, no. 3, pp. 710-712, 2008, doi: 10.1148/radiol.2483080860.
- [6] E. Ramadhani, "Desain E-Health : Sistem Keamanan Aplikasi E-health Berbasis Cloud Computing Menggunakan Metode Single Sign On," *Semin. Nas. Inform. Medis*, 2015.
- [7] Menkes RI, "Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 192/menkes/sk/vi/2012 tentang," vol. 2008, pp. 4-72, 2012.
- [8] M. P. Bach, S. Seljan, B. Jaković, A. Buljan, and J. Zoroja, "Hospital Websites: From the Information Repository to Interactive Channel," 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.12.155.
- [9] C. Pagliari *et al.*, "What is eHealth (4): A scoping exercise to map the field," *Journal of Medical Internet Research*. 2005, doi: 10.2196/jmir.7.1.e9.
- [10] D. R. Hansberry, J. Bornstein, N. Agarwal, K. E. McClure, S. P. Deshmukh, and S. Long, "An Assessment of Radiology Residency Program Websites," *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 15, no. 4, pp. 663-666, 2018, doi: 10.1016/j.jacr.2017.11.010.
- [11] Juwita, F. Rivai, and Ansariadi, "Qualitative study on implementation of electronic recipes (E-recipes) in Dr. Wahidin Sudirohusodo Hospital, Makassar," *Enferm. Clin.*, 2020, doi: 10.1016/j.enfcli.2019.10.085.
- [12] Y. Yudhanto and S. A. S. A. S. Siwiantoko, "Rancang Bangun Aplikasi E-Klinik Berbasis Web Menggunakan Framework PHP : Yii2," *Indones. J. Appl. Informatics*, 2019, doi: 10.20961/ijai.v3i1.31864.
- [13] A. S. Kenawy and V. Kett, "The impact of electronic prescription on reducing medication errors in an Egyptian outpatient clinic," *Int. J. Med. Inform.*, 2019, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2019.04.005.
- [14] R. S. Pressman, "Rekayasa perangkat lunak : pendekatan praktisi," *Komput. - PERANGKAT LUNAK, Andi Publ.*, 2002.
- [15] L. Linda, *Pengujian Perangkat Lunak (Software Testing)*. 2015.
- [16] R. Honarnezhad, M. Fathinia, and A. Khataee, "Mechanical production and sonocatalytic application of Cu₂S nanoparticles for degradation of isopropylxanthic acid: Kinetic modeling via white and black box methods," *J. Mol. Liq.*, 2019, doi: 10.1016/j.molliq.2019.110899.

Klasifikasi Ketertarikan Anak PAUD Melalui Ekspresi Wajah Menggunakan Metode CNN

Ajeng Restu Kusumastuti
Fakultas Sains dan Teknologi
Institut Sains dan Teknologi Terpadu
Surabaya institusi
Surabaya, Indonesia
reztoeadjenk@gmail.com

Yosi Kristian
Fakultas Sains dan Teknologi
Institut Sains dan Teknologi Terpadu
Surabaya institusi
Surabaya, Indonesia
yosi@stts.edu

Endang Setyati
Fakultas Sains dan Teknologi
Institut Sains dan Teknologi Terpadu
Surabaya institusi
Surabaya, Indonesia
endang@stts.edu

Abstract—The character of emotions in children is different from that of adults, where the characteristics of the emotions in children include, (1) Briefly and ends suddenly, (2) Seems greater or stronger, (3) Temporary or superficial, (4) Frequent, (5) Can be known clearly from behaviour, and (6) Reaction reflects individuality. Emotions that are felt can be expressed through faces, this is continuous with how interested the child is to the material presented in front of him. Measuring the interest classification in PAUD children in this study using CNN. In the process of training the level of interest in PAUD children, the accuracy value of the four models always increases from epoch 25 until 100 with the highest value being the Raj Mehrotra architecture. But during the data testing process, the architecture in this study increased slightly and the highest peak reached an accuracy value of 81.66%. It is 3.33% better than the result obtained with the Raj Mehrotra architecture, and 1.66% better than R. Cui architecture.

Keywords— Expression, Faces, CNN.

Abstrak— Emosi adalah perasaan atau afeksi yang timbul, ketika seseorang berada dalam suatu keadaan yang dianggap penting oleh individu tersebut. Karakteristik emosi pada anak berbeda dengan karakteristik yang terjadi pada orang dewasa, dimana karakteristik emosi pada anak itu antara lain, (1) Berlangsung singkat dan berakhir tiba-tiba, (2) Terlihat lebih hebat atau kuat, (3) Bersifat sementara atau dangkal, (4) Lebih sering terjadi, (5) Dapat diketahui dengan jelas dari tingkah lakunya, dan (6) Reaksi mencerminkan individualitas. Emosi yang dirasakan dapat diekspresikan melalui wajah, hal ini berkesinambungan dengan seberapa tertariknya anak terhadap tayangan materi yang disajikan dihadapannya. Klasifikasi ketertarikan anak PAUD pada penelitian ini diukur menggunakan metode CNN. Dalam proses training klasifikasi ketertarikan anak PAUD, nilai akurasi keempat model selalu mengalami peningkatan mulai dari epoch 25 hingga 100 dengan nilai tertinggi adalah arsitektur Raj Mehrotra. Tetapi saat proses testing data, arsitektur pada penelitian ini mengalami peningkatan secara perlahan dan puncak tertinggi mencapai nilai akurasi 81,66%. Hal tersebut jauh lebih baik 3,33% dibandingkan hasil yang diperoleh dengan arsitektur Raj Mehrotra, dan 1,66% lebih baik dibandingkan arsitektur R. Cui.

Keywords— Ekspresi, Wajah, CNN.

PENDAHULUAN

Anak prasekolah adalah mereka yang berusia antara 3-6 tahun. Mereka biasanya mengikuti program prasekolah. Sedangkan di Indonesia, umumnya mereka mengikuti program tempat penitipan anak (3 bulan – 5 tahun) dan kelompok bermain (usia 3 tahun), sedangkan pada usia 4-6

tahun biasanya mereka mengikuti program taman kanak-kanak. [1]

Pada dasarnya, pendidikan prasekolah (preschool) adalah pendidikan untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan jasmani rohani anak didik di luar lingkungan keluarga sebelum memasuki pendidikan dasar. Taman kanak-kanak atau TK sebagai salah satu bentuk pendidikan prasekolah yang ada di jalur pendidikan sekolah merupakan usaha untuk mengembangkan seluruh segi kepribadian anak didik dalam rangka menjembatani pendidikan dalam keluarga ke pendidikan sekolah. [2] Pendidikan prasekolah kemudian dikenal dengan istilah PAUD atau singkatan dari Pendidikan Anak Usia Dini.

Emosi sebagai perasaan atau afeksi yang timbul ketika seseorang berada dalam suatu keadaan yang dianggap penting oleh individu tersebut. Emosi diwakilkan oleh perilaku yang mengekspresikan kenyamanan atau ketidaknyamanan terhadap keadaan atau interaksi yang sedang dialami. Emosi dapat berbentuk rasa senang, takut, marah, dan sebagainya. Karakteristik emosi pada anak berbeda dengan karakteristik yang terjadi pada orang dewasa, dimana karakteristik emosi pada anak itu antara lain, (1) Berlangsung singkat dan berakhir tiba-tiba, (2) Terlihat lebih hebat atau kuat, (3) Bersifat sementara atau dangkal, (4) Lebih sering terjadi, (5) Dapat diketahui dengan jelas dari tingkah lakunya, dan (6) Reaksi mencerminkan individualitas. [3]

Emosi yang dirasakan dapat diekspresikan melalui wajah, seperti yang dijelaskan oleh K Amda dan R Fitriyani melalui bukunya “Membaca Ekspresi Wajah”, dimana ekspresi wajah seseorang menyimpan banyak informasi. Salah satu contoh sederhana adalah ketika anak prasekolah menunjukkan ketertarikan terhadap tayangan yang disajikan dihadapannya melalui ekspresi gembira atau terkejut. Anak yang tertarik akan fokus melihat keseluruhan tayangan, sedangkan jika tidak tertarik maka tatapan mata hingga arah wajah tidak akan fokus melihat tayangan bahkan berpaling seluruhnya dan tidak menampilkan ekspresi gembira (happy). Secara berkesinambungan kondisi pembelajaran yang menyenangkan akan berdampak pada ekspresi kegembiraan anak. Sedangkan ekspresi emosi yang sering terjadi pada anak menurut Hurlock (2001) seperti yang dikutip oleh Dwi Nidika yaitu gembira, sedih, marah, cemburu, dan takut. [4]

Klasifikasi ketertarikan anak PAUD dapat dilakukan dengan mengenali ekspresi wajah. Proses pengenalan ekspresi wajah yang telah banyak diteliti, menggunakan dataset dengan subject orang dewasa seperti FER-2013 dan

CK+. Namun belum adanya penelitian yang melibatkan subject anak PAUD, dimana subject ini memiliki karakteristik yang berbeda dalam menampilkan emosinya. [3] Penelitian ini dilakukan untuk mengklasifikasikan ketertarikan anak PAUD, dengan subject anak-anak berusia 4-5 tahun, yang diambil secara langsung pada salah satu Taman Pendidikan Anak. Pada penelitian ini, algoritma pengenalan ekspresi wajah dilakukan menggunakan CNN (Convolutional Neural Network). Ekspresi yang berhasil dikenali, diharapkan dapat mengklasifikasikan ketertarikan anak PAUD dalam menerima sebuah informasi yang disajikan dihadapannya. Ekspresi yang ditampilkan anak sesuai dengan tampilan tayangan dan merupakan ekspresi dasar positif. Dalam penelitian ini, CNN digunakan untuk melakukan proses training data, sehingga dapat menghasilkan klasifikasi ketertarikan anak sesuai labelling pengajar. Penelitian ini membandingkan hasil pengukuran dari beberapa model CNN untuk mendapatkan nilai akurasi tertinggi dengan error yang kecil. Penelitian ini dapat membantu para pengajar dalam menentukan durasi dan metode pembelajaran online yang tepat digunakan selama masa pandemi. Supaya materi yang disampaikan lebih tepat sasaran dan sesuai dengan keterbatasan interaksi belajar.

MODEL CNN

Model yang pertama merupakan penelitian Yiliang Xie Et Al [5] yang berjudul "Improving The Lenet With Batch Normalization And Online Hard Example Mining For Digit Recognition". Dataset yang digunakan peneliti adalah MNIST untuk mengelompokkan digit recognition. Arsitektur CNN yang digunakan oleh peneliti adalah 2 conv layer dengan pembagian layer pertama diterapkan filter 3x3 sebanyak 32 menggunakan ReLU. Kemudian dilanjutkan layer kedua dengan filter dan activation function yang sama sebanyak 64. Setelah itu diikuti max pooling berukuran 2x2 sebelum memasuki proses regularisasi dropout sebesar 0,25. Setelah melalui proses regularisasi, maka hasil dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 128 kelas, untuk kemudian diregularisasi kembali dengan dropout sebesar 0,5. Proses terakhir adalah memprosesnya kedalam fully connected layer dengan 3 kelas.

Model CNN kedua, diambil melalui penelitian Yassine Ghouzam [6] dalam menjawab tantangan Kaggle terkait permasalahan deep learning berjudul "Introduction to CNN Keras". Dataset dalam penelitian ini, sama dengan yang digunakan oleh penelitian [5]. Arsitektur CNN yang digunakan oleh peneliti adalah 4 conv layer. Layer pertama diterapkan filter 3x3 sebanyak 32 dengan activation function ReLU, hal ini diulang pada layer kedua. Setelah itu diikuti max pooling berukuran 2x2 sebelum memasuki proses regularisasi dropout sebesar 0,25. Kemudian pada layer ketiga dan keempat, masing-masing menggunakan filter 3x3 sebanyak 64 dengan activation function ReLU. Setelah melalui layer tersebut, maka diterapkan max pooling berukuran 2x2 sebelum memasuki regularisasi dropout sebesar 0,25. Setelah melalui proses regularisasi, maka hasil dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 256 kelas, untuk kemudian diregularisasi kembali dengan dropout sebesar 0,5. Proses terakhir adalah memprosesnya kedalam fully connected layer dengan 3 kelas.

Model CNN ketiga, merupakan penelitian Raj Mehrotra [7] yang berjudul "Flower Recognition CNN Keras". Dataset

dalam penelitian ini, sama dengan yang digunakan oleh penelitian [5][6]. Arsitektur CNN yang digunakan adalah 4 conv layer. Layer pertama diterapkan filter 5x5 sebanyak 32 dengan activation function ReLU, dan diikuti max pooling berukuran 2x2. Hal yang sama diterapkan pada layer kedua hingga keempat dengan filter 3x3 sebanyak filter yang berbeda. Layer kedua sebanyak 64, sedangkan layer ketiga dan keempat sebanyak 96. Hasil terakhir dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 3 kelas.

Model CNN keempat, merupakan penelitian R. Cui Et Al [8] yang berjudul, "Facial Expression Recognition Based on Ensemble of Multiple CNNs". Dataset yang digunakan peneliti adalah CK+. Adapun arsitektur yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 conv layer dimana layer pertama diterapkan filter 7x7 sebanyak 32 dengan activation function ReLU dan diikuti max pooling berukuran 2x2. Pada layer kedua diterapkan filter 5x5 sebanyak 32 dengan activation function dan max pooling berukuran yang sama. Setelah melalui proses regularisasi, maka hasil dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 128 kelas, untuk kemudian diproses kedalam fully connected layer dengan 3 kelas.

Model CNN kelima, merupakan penelitian Kuang Liu Et Al [9] yang berjudul, "Facial Expression Recognition with CNN Ensemble". Dataset yang digunakan peneliti adalah FER-2013. Adapun arsitektur yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 conv layer dimana layer pertama diterapkan filter 5x5 sebanyak 64 dengan activation function ReLU dan diikuti max pooling berukuran 2x2. Pada layer kedua diterapkan filter 5x5 sebanyak 128 dengan activation function dan max pooling berukuran yang sama. Kemudian pada layer ketiga diterapkan filter 5x5 sebanyak 256 yang diikuti activation function juga maxpooling berukuran sama. Setelah melalui proses regularisasi, maka hasil dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 4096 kelas, untuk kemudian diregularisasi kembali dengan dropout sebesar 0,5. Proses terakhir adalah memprosesnya kedalam fully connected layer dengan 3 kelas. Arsitektur yang diujicobakan pada penelitian ini sesuai dengan subnet1.

Model CNN keenam, merupakan penelitian Yangho Ji Et Al [10] yang berjudul, "Sign Language Learning System with Image Sampling and Convolutional Neural Network". Dataset yang digunakan peneliti sesuai dengan penelitian [5][6]. Adapun arsitektur yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 conv layer dimana layer pertama diterapkan filter 3x3 sebanyak 32 dengan activation function ReLU dan diikuti max pooling berukuran 4x4. Pada layer kedua diterapkan filter 3x3 sebanyak 64 dengan activation function ReLU diikuti max pooling berukuran 2x2. Kemudian pada layer ketiga diterapkan filter 3x3 sebanyak 128 yang diikuti activation function ReLU diikuti maxpooling berukuran 2x2. Setelah melalui proses regularisasi, maka hasil dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 128 kelas, diikuti fully connected layer dengan 3 kelas.

Model CNN ketujuh, merupakan penelitian Su Yang Et Al [11] yang berjudul, "Video-Based Chinese Sign Language Recognition Using Neural Network". Dataset yang digunakan peneliti sesuai dengan penelitian [5][6][10]. Adapun arsitektur yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 conv layer dimana layer pertama diterapkan filter 5x5 sebanyak 16 dengan activation function ReLU dan diikuti max pooling berukuran 5x5. Pada layer kedua diterapkan filter 5x5 sebanyak 32 dengan activation function ReLU diikuti max pooling berukuran 3x3. Setelah melalui proses

regularisasi, maka diterapkan regularisasi dengan dropout sebesar 0,2. Setelah itu hasil dimasukkan kedalam fully connected layer dengan 128 kelas, untuk kemudian diregularisasi kembali dengan dropout sebesar 0,5. Proses terakhir adalah memprosesnya kedalam fully connected layer dengan 3 kelas.

Seluruh kompilasi dalam arsitektur model CNN yang diujicobakan pada penelitian ini, menggunakan adam optimizer. Penelitian [5][6][10][11] diujicobakan penerapan metode CNN sebagai pengenalan ekspresi wajah. Fully connected layer terakhir pada setiap penelitian telah disesuaikan dengan kebutuhan pengklasifikasian yaitu 3 kelas yang terdiri dari Cukup Tertarik, Tertarik, dan Tidak Tertarik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini digunakan untuk mengklasifikasikan ketertarikan anak PAUD melalui ekspresi wajah. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu dengan mengambil hasil rekaman ekspresi wajah anak, kemudian dilakukan pengolahan menggunakan metode CNN.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Dataset

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan 30 subject dengan rentang usia 4-5 tahun, yang kemudian dikenal dengan anak TK A. Setiap anak dilakukan proses perekaman video menggunakan 5 unit notebook dengan perincian: 1 video kamera internal, 2 video kamera eksternal, dan 2 kamera SLR dalam membantu proses perekaman wajah.



Gambar 2. Proses pengambilan data

Setiap anak melihat tayangan video berdurasi maksimal 5 menit melalui notebook yang disediakan, seperti yang dijelaskan pada gambar 1.

Setelah proses perekaman selesai dilakukan, maka tahapan penelitian dilanjutkan dengan melakukan konversi video ke gambar. Gambar yang didapatkan kemudian dilakukan pengelompokan oleh validator yaitu pengajar.

Hasil pengelompokan tadi kemudian dilakukan proses deteksi wajah, cropping area wajah, perubahan ke ruang warna grayscale. Hal tersebut dijelaskan pada tahapan preprocessing, sebelum diolah pada CNN dan menghasilkan prosentase ketertarikan.

B. Daftar Kelas

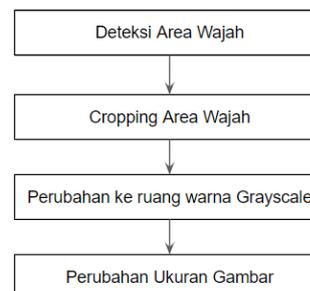
Hasil dari proses perekaman wajah, kemudian diolah menjadi gambar dengan memanfaatkan konverter *video to image* pada OpenCV. Total dataset yang digunakan sebanyak 243 gambar, terbagi kedalam 3 kelas yang dikelompokkan secara langsung oleh pengajar yaitu Tertarik (T), Cukup Tertarik (CT), dan Tidak tertarik (TT). Contoh gambar siswa yang mewakili setiap kelas dijelaskan pada tabel 2.

TABEL II. DAFTAR KELAS KETERTARIKAN ANAK PAUD

Nama Kelas	Contoh Gambar
Tertarik (T)	
Cukup Tertarik (CT)	
Tidak Tertarik (TT)	

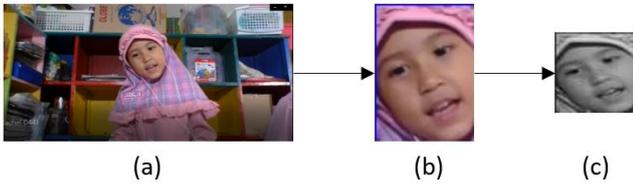
C. Preprocessing

Tahap preprocessing dilakukan untuk memudahkan proses training, sehingga waktu yang dibutuhkan pada setiap *epoch* lebih singkat. Tahapan preprocessing dilakukan dengan cara mendeteksi area wajah dengan memanfaatkan algoritma *viola jones*. [8] Setelah area wajah dideteksi, maka selanjutnya dilakukan pemotongan area tersebut yang dilanjutkan dengan perubahan ruang warna dari RGB ke grayscale dan perubahan ukuran menjadi 48x48 pixel. Adapun alur preprocessing dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 3. Tahapan Preprocessing

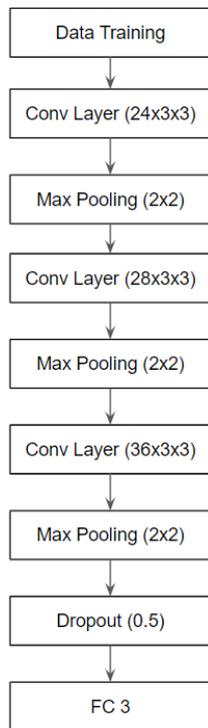
Langkah awal dalam tahapan ini adalah melakukan deteksi area wajah dengan memanfaatkan algoritma viola jones. [8] Setelah area wajah dideteksi, maka selanjutnya dilakukan pemotongan area tersebut yang dilanjutkan dengan perubahan ruang warna dari RGB ke grayscale dan perubahan ukuran menjadi 48x48 pixel.



Gambar. 4. (a) Hasil *video to frame* (b) Hasil deteksi dan cropping area wajah (c) Hasil perubahan ukuran dan warna

D. Model Penelitian

Arsitektur yang diujicoba oleh peneliti merupakan hasil kombinasi dan perubahan, dengan melihat hasil training dan testing penelitian sebelumnya. Dengan melakukan perubahan pada conv layer dan nilai dropout.



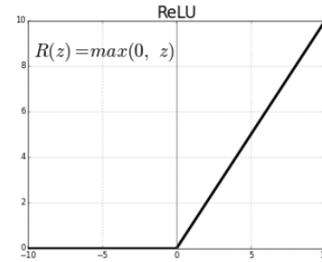
Gambar. 5. Arsitektur CNN

Dalam penelitian ini menggunakan 4 conv layer dimana layer pertama menggunakan filter 3x3 sebanyak 24 kernel, dan diterapkan activation function ReLU lalu diikuti max pooling 2x2. Layer kedua menggunakan filter 3x3 sebanyak 28 kernel, dan diterapkan activation function ReLU dan diikuti max pooling 2x2. Layer ketiga menggunakan filter 3x3 sebanyak 32 kernel, dan diterapkan activation function ReLU dan diikuti max pooling 2x2. Layer kedua menggunakan filter 3x3 sebanyak 36 kernel, dan diterapkan activation function ReLU dan diikuti max pooling 2x2. Optimizer yang digunakan adalah RMSprop dengan lr = 0,0004 dan diregularisasi menggunakan dropout sebesar 0,5. Regularisasi dropout diterapkan sebesar 0,5 untuk

menghindari terjadinya overfitting. Layer terakhir menggunakan fully connected layer dengan hasil keluaran 3 kelas untuk mewakili setiap tingkat ketertarikan.

Setiap conv layer terdapat hidden layer dengan activation function ReLU. Hal tersebut berengaruh pada efisiensi waktu komputasi dan meminimalisir terjadinya overfitting. Adapun fungsi ReLU dijelaskan pada rumus (1), dan visualisasi dijelaskan pada gambar 6. Activation function ini juga diadaptasi oleh peneliti berdasarkan arsitektur penelitian sebelumnya.

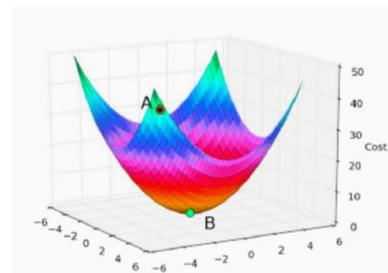
$$f(x) = \max(0, x) \tag{1}$$



Gambar. 6. Aktivasi ReLU

Sedangkan digunakan pooling layer dengan jenis max pooling berukuran 2x2. Pada prosesnya hal tersebut bergeser keseluruhan bagian dari feature map, dengan mengambil nilai tertinggi. Hal ini digunakan untuk mengurangi dimensi gambar sebagai upaya mempercepat proses komputasi dalam meminimalisir overfitting.

Nilai dropout diletakkan pada akhir sebelum diterapkannya fully connected layer, sebesar 0,5. Dropout merupakan sebuah teknik regularisasi dimana beberapa neuron dipilih secara acak dan tidak akan digunakan dalam proses training. Pada arsitektur ini, algoritma optimasi yang digunakan adalah RMSprop. RMSprop atau Root Mean Square Propagation digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan memperbaharui weight dan bias. Sehingga didapatkan nilai minimum global dimana cost function mencapai nilai terkecil, seperti yang dijelaskan pada gambar 7.

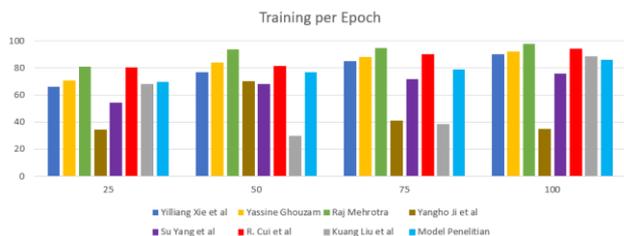


Gambar. 7. Visualisasi 3D RMSprop

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses training data menggunakan laptop dengan spesifikasi Core i5, memory 8 GB, dengan CPU 2,49 GHz. Library yang digunakan pada penelitian ini adalah Tensorflow dan Keras.

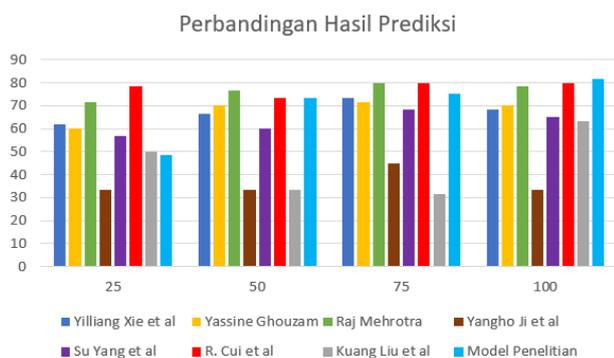
Dataset yang dijelaskan pada poin B bagian II, hanya mencakup keperluan training data yaitu sebanyak 243 data. Sedangkan untuk testing, menggunakan 60 data. Proses training data dibagi kedalam 4 tahapan yaitu 25 *epoch*, 50 *epoch*, 75 *epoch*, dan 100 *epoch*. Sehingga dapat dilihat perbandingan nilai akurasi yang didapatkan dari setiap tahapan.



Gambar 8. Perbandingan Hasil Training

Hasil training per *epoch* yang digambarkan pada gambar 8, menjelaskan uji coba model penelitian menghasilkan nilai yang meningkat secara perlahan yaitu 70, 77, 79, dan 86. Sedangkan nilai tertinggi pada *epoch* tertinggi yaitu 100, berada pada penelitian Raj Mehrotra. Nilai yang didapatkan secara berturut yaitu 81, 94, 95, dan 98. Hasil uji coba dengan arsitektur R. Cui et al merupakan salah satu hasil training tertinggi dengan nilai 80.36, 81.52, 90.18, dan 94.31.

Berdasarkan hasil nilai prediksi, model penelitian yang diuji coba diadaptasi dengan menggunakan 4 conv layer seperti penelitian [6], dengan melakukan perubahan pada filter, mengalami peningkatan. Nilai yang didapatkan yaitu 48.33, 73.33, 75, dan 81.66. Hal tersebut lebih tinggi 1.66% dibandingkan percobaan dengan arsitektur [8] dan 3.33% lebih tinggi dibandingkan percobaan dengan arsitektur [7]. Adapun perbandingan hasil prediksi dijelaskan melalui gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan Hasil Prediksi

Melalui grafik dapat dilihat bahwa model penelitian secara stabil mengalami peningkatan hasil prediksi per *epoch*. Sedangkan arsitektur penelitian lain mengalami peningkatan di *epoch* 50-75 dan sedikit menurun atau stabil pada *epoch* terakhir.

KESIMPULAN

Dengan ditambahkan dropout layer dan RMSprop optimizer pada fully connected layer, mampu meningkatkan performansi arsitektur CNN yang diusung. Hasilnya dapat dilihat melalui training dan testing, dimana model penelitian mampu mendapatkan peningkatan nilai secara perlahan, dan lebih baik dibandingkan uji coba dengan penelitian sebelumnya.

Dalam proses training, hasil tertinggi diperoleh dari hasil uji coba arsitektur Raj Mehrotra dan R. Cui, selisih yang diperoleh yaitu 14 dan 8.6. Sedangkan menurut hasil testing, selisih yang didapatkan antara kedua hasil training tertinggi dengan model penelitian, mengalami penurunan nilai hingga menghasilkan 3.33% dan 1.66% lebih tinggi.

REFERENSI

- [1] Soemiarti Patmonodewo, "Pendidikan Anak Prasekolah," (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2003), Cet. 2, hlm. 19.
- [2] Lift Anis Ma'shumah, "Pembinaan Kesadaran Beragama Pada Anak, dalam Ismail SM (eds), Paradigma Pendidikan Islam," (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2001), hlm. 216-217.
- [3] F. Nurmalitasari, P. M. Psikologi, F. Psikologi, and U. Gadjah, "Perkembangan Sosial Emosi pada Anak Usia Prasekolah," vol. 23, No. 2, pp. 103-111, 2015.
- [4] K Amda, R Fitriyani, "Membaca Ekspresi Wajah," Huta Publisher, Depok, 2016, hlm.17.
- [5] Yiliang Xie, Hongyuan Jin, Eric C.C Tsang, "Improving The Lenet With Batch Normalization And Online Hard Example Mining For Digits Recognition," IEEE Int. Conf. on Wavelet and Pattern Recognition. Eng., no. October, pp. 149-153, 2017.
- [6] Yassine Ghouzam, 2017. Introduction to CNN Keras - 0.997 (top 6%). [Online] [https://www.kaggle.com/yassineghouzam/introduction-to-cnn-keras-0-997-top-6#Introduction-to-CNN-Keras---Acc-0.997-\(top-8%\)](https://www.kaggle.com/yassineghouzam/introduction-to-cnn-keras-0-997-top-6#Introduction-to-CNN-Keras---Acc-0.997-(top-8%)) [Diakses 24 Agustus 2020].
- [7] Raj Mehrotra, 2018. Flower Recognition CNN Keras. [Online]. <https://www.kaggle.com/rajmehra03/flower-recognition-cnn-keras> [Diakses 24 Agustus 2020].
- [8] Ruoxuan Cui, Minyi Liu, and Manhua Liu, "Facial Expression recognition Based on Ensemble of Multiple CNNs", Springer International Publishing AG 2016, pp. 511-518, 2016.
- [9] Kuang Liu, Minming Zhang, and Zhigeng Pan, "Facial Expression Recognition with CNN Ensemble", IEEE Int. Conf. on Cyberworlds, pp. 163-166, 2016.
- [10] Yangho Ji, Sunmok kim, and Ki-Baek Lee, "Sign Language Learning System with Image Sampling and Convolutional Neural Network", IEEE Int. Conf. on Robotic Computing. Eng., no. May, pp. 371-375, 2017.
- [11] Su Yang, Qing Zhu, "Video-Based Chinese Sign Language Recognition Using Convolutional Neural Network", IEEE Int. Conf. on Com Software and Network. Eng., no May, pp. 929-934, 2017.

Implementation of Service Oriented Architecture in Cloud Computing for Periodic Salary Increment

Khairunnisa Saragih
Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Jawa Barat

nisasrgh@student.telkomuniversity.ac.id

Eko Darwiyanto
Informatika
Universitas Telkom
Bandung, Jawa Barat

ekodarwiyanto@telkomuniversity.ac.id

Hetti Hidayati
Rekayasa Perangkat Lunak Aplikasi
Universitas Telkom
Bandung, Jawa Barat

hettihd@telkomuniversity.ac.id

Abstract— Technological advances are used to help improve government performance in matters relating to the use of technology in the process of Periodic Salary Increment, which is the task of the sub-division of staffing at the Regional Government Forestry Service Office of West Java Province. Judging from the document for Standard Operating Procedures (SOP) for the subdivision of the West Java Provincial Government Forestry Service office in 2018, in the work process section of periodic salary increases with stages that require time and energy so that the performance process appears less effective. So that it implements a system that can complete the periodic salary work process using the Cloud Computing-based Service-Oriented Architecture (SOA) method. The purpose of using cloud computing is to increase reliability and flexibility without increasing computing costs. Cloud computing has become a solution and opportunity for the development of the Information and Communication Technology (ICT) industry to get better advantages over other technologies. On the other hand, the user does not need to see or have knowledge of the physical location and system configuration of the service. This research resulted in the performance of the sub-division of the staffing of the West Java Provincial Government Forestry Service in the process of making regular salary increases more effective. And from the test can prove that 74.74% of the questions answered "Yes" are successful.

Keywords—component; Service Oriented Architecture (SOA); Cloud Computing; Periodic Salary Increases; Usability Testing

INTRODUCTION

In the current industrial revolution era, local governments are required to carry out and create innovations, especially those related to public service innovation based on information and communication technology [1]. This is related to the use of technology in the process of Periodic Salary Increment which is the task of the staffing subsection of the Regional Government Forestry Service Office of West Java Province. The meaning of periodic salary increase is the salary increase given to Civil Servants (PNS) who have reached the working hours of the group specified for the periodic salary increase once every two years and when they have met the requirement [2]. Submission of Periodic Salary Increment at the Regional Government Forestry Service Office of West Java Province is one of the main tasks of the

staffing subsection and general subsection. From the Standard Operating Procedures (SOP) of the Administrative Subdivision in the process of making Periodic Salary Increment proposals, based on the results of an interview with one of the staffing subsection has several shortcomings, namely 1) Requires time and effort to compile documents for proposals for Periodic Salary Increment; 2) There is a possibility that the file data is not suitable so that you have to repeat the initial file preparation process which will increase the time for the process of proposing a Periodic Salary Increment; 3) During the data storage process there may be errors or even deletion of data without realizing it. Based on these shortcomings, the Service Oriented Architecture (SOA) model is one of the development methods that will be used in designing information systems in the process of Periodic Salary Increment. The method can be independent by dividing the problem into several services which is a way of solving the SOA model. This SOA method is one of the best choices in overcoming various problems, especially regarding integration between systems and platforms for both systems that are already running or systems that are in the development stage [3]. So that SOA can connect to the internet network, take advantage of internet-based computer technology such as cloud computing. Cloud computing is known for its flexibility and low cost. That is the most basic reason for many companies to use this technology. The company does not need to bother setting up their own infrastructure and server maintenance, which means cutting costs for the company. The company can also freely choose the appropriate service and can be changed as needed at any time.

Actually, there have been many examples of journals that use the SOA method with Cloud Computing, such as the research conducted by Muhammad Zulficar, but this research is applied to a system of periodic salary increases. The purpose of conducting this research is to apply the SOA method to be used in a system of Periodic Salary Increment. Design a system of Periodic Salary Increment using SOA with an object-oriented approach. And implementing a system of Periodic Salary Increment with the SOA method based on cloud computing.

SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA)

In the SOA perspective, services are the building blocks of enterprises. A company is defined by its collection of services, both internally and publicly available, and the patterns of interaction between services. Service interactions are not tied up internally within the company, but the

business landscape or business environment also consists of interacting services among various organizations. Thus, the welfare of a company and the business environment is determined by the quality of the implementation of this service [4].

SOA is an information technology architecture that defines an interaction model between the three main functional units [5].



Figure 1 SOA Methodologies in Design Stage by Suhardi

SOA methods can render functions as services and independent. Problem solving by dividing into several services is a way of solving the SOA model [6].

The Service Oriented Architecture (SOA) method is able to logically translate problems into more detailed and interconnected units. This method can be used on a large scale with a distributed computing approach, thus providing efficiency in system development. In addition, SOA can be translated as an arrangement of architectural rules that are arranged based on several elements in which each element can be related to various different architectural designs and styles [7].

Service Oriented Modeling Architecture (SOMA) methodology is a software development lifecycle method for developing a solution to a business problem using the SOA concept [3].

The process of implementing SOA in various information systems will run well and be able to provide significant benefits if supported by regulations in the SOA implementation process [8].

Making web applications using the SOA method, namely by creating service packages in the form of small units that can be developed continuously. This SOA method will also

be able to integrate various other package services that have been made [9].

RESEARCH METHODS

A. Research Activity Process

The research steps are described in outline as follows.



Fig. 2. Research Activity Process

Starting from the research preparation stage by looking for literature studies and conducting interviews with related parties. The second stage of the needs analysis is determining the services needed and determining the system requirements. The three stages of SOA identification by looking at the company's workflow process. The four stages of the SOA specification are analysis of the services to be provided and an overview of the services. Then the five stages of SOA implementation are implementation and application deployment.

B. Design Tools

System planning is an initial stage in making a system that requires a processor stage. In carrying out this research, the tool used to make system design was the Unified Modeling Language (UML) which consists of a use-case diagram to describe the system model, an activity diagram for program design, and a class diagram for database design.

C. Service Oriented Architecture (SOA) Design

The system model used in the design of Periodic Salary Increment at the Regional Government Forestry Service Office of West Java Province is described in the following use-case diagram.

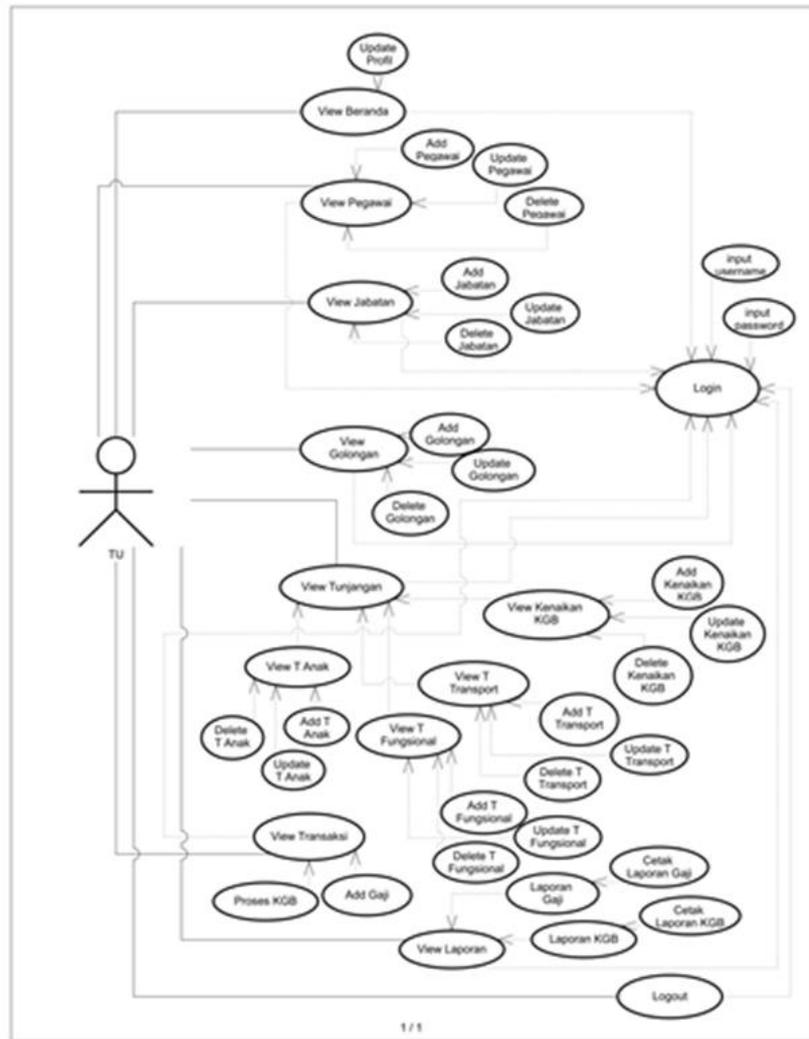


Figure 3 Usecase Diagram

As in the usecase image above. It can be seen that the actor is Administration (TU). TU can view, change and delete data on the web application. To be able to access TU, you must log in first. If the login is successful, the user can enter the application, and if not, it will return to the login page.

The program algorithm is described in the form of an activity diagram as follows.

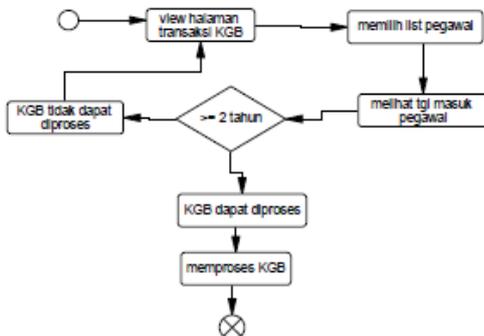


Figure 4 Activity Diagram

Starting from the start, the user will see the KGB application transaction page. Then choose a list of employees who will experience a periodic salary increase

process. After seeing the data on the year of entry for the employee, if the employee has worked for at least 2 years, the process of periodic salary increases can be continued.

The following class diagram is to show the relationship between one table and another in the database processing process. Figure 4 below is a description of the class diagram.

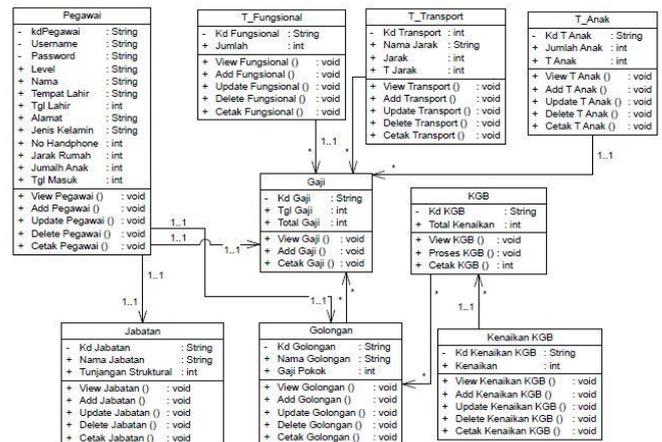


Figure 5 Activity Diagramz

In this study, nine tables are used, namely employee tables for employee data, salary tables for employee salary data, position tables for job data, class tables for group data, KGB tables for periodic salary increase processes, KGB increase tables for data on nominal amounts of periodic salary increases. , table T_Anak for child support data, table T_Transport for employee transportation allowance data, and table T_Functional for employee functional allowance data.

When designing SOA, it also describes the form of service implementation as shown in Figure 6 Here.

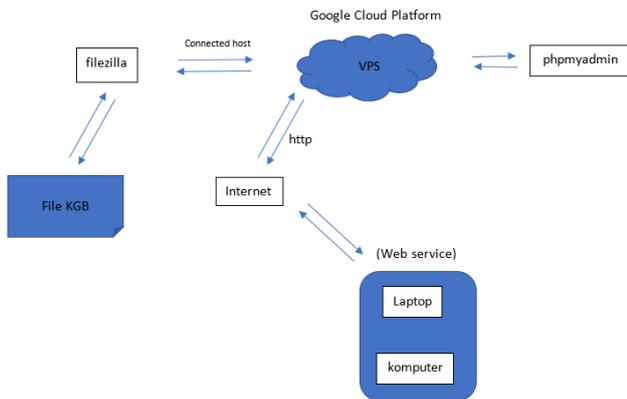


Figure 6 Service Implementasi

D. Cloud Computing Design

Cloud computing has several types. This research uses Platform as Service (PaaS) type. PaaS service is a service from a cloud provider platform that is ready to use. Which means that the cloud service provider is fully responsible for the running of the application so that it is perfect when used.

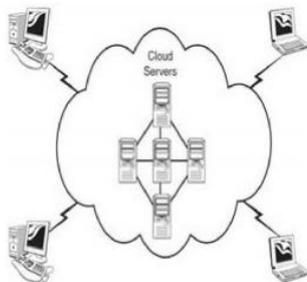


Figure 7 Cloud Computing Architecture (Shivaji P Mirashe, Dr. N.V. Kalyankar, 2010)

The stages in planning a cloud hosting system are the system analysis stage and the specification of system requirements. To create a cloud service, we need a server and a system that can provide self-service services. Server devices such as Google Cloud Platform. The reason for using the Google Cloud Platform is that users can innovate coding easily with services that are available on the google cloud platform.

E. Application Testing

Usability definition is the extent to which a product can be used by certain users to achieve the set targets with effectiveness, efficiency, and achieve user satisfaction, tasks, equipment. Based on this definition usability is measured based on components. Usability testing has 5

main components, namely learning ability, efficiency, memorability, errors, and satisfaction [10].

- 1) Learnability, namely how fast users are proficient in using the system and the learnability in using a function and what users want they can get.
- 2) Efficiency, namely as a resource expended to achieve accuracy and completeness of objectives.
- 3) Memorability, namely how the user's ability to retain his knowledge after a certain time, ability to remember is obtained from the placement of a menu that is always fixed.
- 4) Errors, namely how many errors the user makes including the discrepancy of what the user thinks with what the system presents.
- 5) Satisfaction, namely freedom from discomfort, and a positive attitude towards users or a subjective measure of how users feel about using the system.

The calculation of the percentage from the question table was done by changing into the numeric form of each answer with the rule of number 1 (one) if the answer from the respondent was "Yes" or check (√) in the column "Yes" and the number 0 (zero) was given to the answer "No" or tick (✓) on column no.

From each task point, the percentage was calculated, what percentage says "Yes" and what percentage says "No". From each task point in each subsection, the subtotal percentage was calculated, and what the respondent has given both the answers that can be answered or cannot be answered. According to Arikunto, quantitative tables for the calculation of the questionnaire on usability testing to measure the use of web applications.

TABLE I. SCORE CATEGORIES

Scor	Qualification	Result
85-100%	Very Good (VG)	Success
65-84%	Baik (B)	Success
55-64%	Good (G)	Unsuccess
0-54%	Less (L)	Unsuccess

The following is the calculation to get the value results from the test.

$$Value = \frac{Score}{Number\ of\ Respondents} \quad (1)$$

In equation (1) this can be seen to get the value results using the scores that have been obtained from the surveys that have been conducted then divided by the number of respondents who conducted the survey.

RESULTS AND DISCUSSION

The following was a display of the results of implementing the code for the application for Periodic Salary Increment at the Regional Government Forestry Service Office of West Java Province.

A. Page Views

Results of implementing code for periodic salary increase applications. The login portal is used to separate user usage which is divided into three parts.

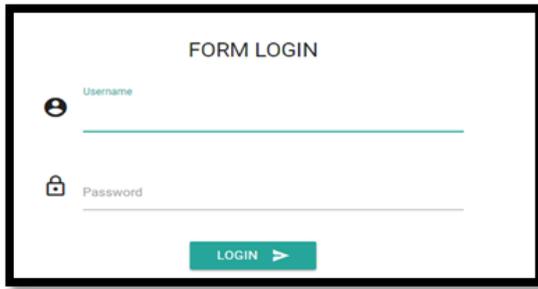


Figure 8 Login page

If the user is an ordinary employee, it will enter the application page for employees. Likewise, the display for employees of the subdivision of personnel who take care of proposing KGB and displays for the Head of Subdivision of Administration and the Head of CDK.

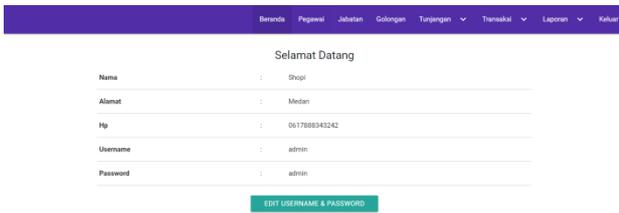


Figure 9 Home page

What distinguishes it from other user pages is the number of features and how the features work that has been provided according to individual needs. And for display when doing the KGB process as shown in Figure 8 below.

No	NIK	Nama	Jabatan	Golongan	Tanggal Masuk	Tanggal Kgb	Status
1	G4A 19680708 199803 1 005	BADRULHAMAN, S.Hut,MM	Kepala CDK	KEPALA SEKSI	2019-04-01	2021-04-01	PROSES
2	G3C 19630210 199203 1 008	ABDUROHMAN, S.Hut.	TU	KEPALA SUBBAGIAN	2016-04-01	2018-04-01	KGB
3	G3D 19641115 198803 2 008	YEPI,S.H.	TU	ANALISIS	2018-04-01	2020-04-01	KGB
4	G4A 19620419 199203 2 001	ADANG JUANDA, S.S.T.	TU	KEPALA SEKSI	2018-04-01	2020-04-01	KGB
5	G4B 19710503 199803 1 008	YAYAN ARIANTO, S.S.T.,M.P.	TU	KEPALA BIKANG	2016-10-01	2018-10-01	KGB
6	G1D 19640325 200701 1 005	A NONO	Pegawai	PENGENMUDI	2019-04-01	2021-04-01	PROSES
7	G3A 19711229 199803 1 002	ABDUL MUTOLIB	Pegawai	PENYULUH	2018-04-01	2020-04-01	KGB

Figure 10 KGB Process page

B. Implementation of Cloud Computing

The following are the steps for implementing cloud computing using Google Cloud Platform (GCP). The steps taken are as follows:

1. First, enter your google account.
2. Access the URL "console.cloud.google.com".
3. After entering the GCP dashboard, then create a file for the new project.
4. Next, click the navigation menu, select a compute engine, and click VM instances.
5. Add manage access to create a new server. Then fill in the form listed.

6. Download and install the FileZilla application from the following URL <https://filezilla-project.org/download.php?platform=win64>
7. Connect the host, username, password, port according to the server on the Google Cloud.
8. Upload the PHP file
9. Connect SSH, install "xampp", start "xampp"
10. The web application can be used.

C. Testing

The following is the data of respondents who conducted the test.

TABLE II. RESPONDENT

Respondents	Job Level	Age	Gender	Testing Time
1	Employee	56	Man	± 5 minute
2	TU	49	Man	± 5 minute
3	TU	56	Woman	± 13 minute
4	TU	53	Man	± 7 minute
5	TU	50	Man	± 17 minute
6	TU	56	Man	± 13 minute
7	TU	49	Man	± 10 minute
8	TU	50	Man	± 7 minute
9	TU	48	Man	± 10 minute
10	TU	49	Man	± 10 minute
11	TU	57	Man	± 13 minute
12	TU	48	Man	± 15 minute
13	TU	53	Man	±10 minute
14	TU	59	Man	± 8 minute
15	TU	46	Man	± 10 minute
16	TU	50	Woman	± 13 minute
17	TU	58	Man	± 15 minute
18	TU	51	Man	± 10 minute
19	TU	50	Woman	± 15 minute
20	TU	50	Man	± 20 minute
21	TU	56	Man	± 16 minute
22	TU	50	Man	± 17 minute
23	TU	57	Man	± 13 minute
24	Employee	54	Woman	± 7 minute
25	The head of the TU	55	Woman	± 10 minute
26	Employee	47	Man	± 6 minute
27	Employee	53	Man	± 5 minute
28	Employee	60	Man	± 20 minute
29	Employee	39	Woman	± 10 minute
30	Employee	40	Woman	± 17 minute

After designing and implementing the system, the testing process was carried out. The test was carried out using usability testing by 30 employees of the Service Office.

From the calculation of the percentage of respondents' answers on usability testing to measure the use of the Periodic Salary Increase website, it can be concluded that 74.74% of the questions answered "Yes". And 25.26% of the questions answered "No". Then, seen from the number of percents who answered "Yes", based on Table 1, the qualification of the website is Good (B) and the results are declared successful.

Furthermore, the percent of the statement "Yes" is calculated using equation (1), and the value is obtained, namely

$$Value = \frac{Score}{\dots}$$

$$= \frac{\text{Number of Respondents}}{30} = \frac{74.74}{30} = 2.45$$

The questions that have been given to respondents, it is divided into two, namely:

1. Who answered "Yes"
The Learnability component obtained 86.09%, the Efficiency component obtained 67.77%, the Memorability component obtained 75%, the Error component obtained 45.84%, and the Satisfaction component obtained 99%.
2. Who answered "No"
The Learnability component obtained 13.91%, the Efficiency component obtained 32.23%, the Memorability component obtained 25%, the Error component obtained 54.16%, and the Satisfaction component obtained 1%.

TABLE III. TEST RESULTS

	Yes (%)	No (%)
<i>Learnability</i>	86.09	13.91
<i>Efficiency</i>	67.77	32.23
<i>Memorability</i>	75	25
<i>Error</i>	45.84	54.16
<i>Satisfaction</i>	99	1
Total (%)	74.74	25,26

CONCLUSION

The conclusion that can be obtained from this research is that using the service oriented architecture (SOA) method which is described using the Unified Modeling Language (UML) can be a solution to the problem of the periodic salary increase process, so that it can improve the performance of employees in the personnel department. Servers are done by the server, so that users only need to use the results anywhere and anytime. And the results of application testing are 74.74% which is seen from the score table getting good qualifications with the results declared successful.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to the Forest Service Office of West Java Province for the support provided during this research.

REFERENCE

- [1] I. Setiawan, "Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0 Di Kota Pontianak," *Jurnal Teknologi dan Komunikasi Pemerintahan*, vol. 1, October 2019.
- [2] E. J. Wahyuni Eka Sari, "Kenaikan Gaji Berkala Pegawai Negeri Sipil Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighting," *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 14, September 2019.
- [3] Y. Gunawan, "Service-Oriented Architecture Untuk Aplikasi E-Procurement Dengan Metode Soma PT PLN Persero," *BINA INSANI ICT JOURNAL*, vol. 6, December 2019.
- [4] R. D. P. Y. Suhardi, "Service Engineering Based on Service Oriented Architecture Methodology," *TELKOMNIKA*, vol. 13, December 2015.
- [5] I. B. K. W. I. W. A. A. Irwan Hadi, "Rancang Bagun SOA pada Sistem Informasi Geografis Perijinan Pemerintah Kabupaten Lombok Barat (Design and Implementation of SOA in Licensing Geographic Information System of West Lombok District Government)," *J-COSINE*, vol. 1, December 2017.
- [6] M. I. H. Muhamad Muslih, "PENERAPAN SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA) GUNA MENINGKATKAN PELAYANAN MONITORING MAHASISWA BEASISWA DI PERGURUAN TINGGI BERBASIS WEB SERVICE," *Jurnal Tekno Insentif*, vol. 13, October 2019.
- [7] M. Muslih, "PENGEMBANGAN E-MARKETING PENERIMAAN MAHASISWA BARU (PMB) DENGAN MENGGUNAKAN METODE SERVICE ORIENTED ARCHITECTURE (SOA) : STUDI KASUS PADA STT NUSA PUTRA SUKABUMI," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 2015.
- [8] A. F. D. A. N. Khoirudin, "Hybrid Mobile Application Dengan Metode Service Oriented Architecture," *JURNAL INFORMATIKA UPGRIS*, vol. 5, 2019.
- [9] J. A. N. H. A. P. U. Rengga Asmara, "Integrasi E-Government Kabupaten Sidoarjo dengan Service Oriented Architecture (SOA)," *JURNAL INOVTEK POLBENG - SERI INFORMATIKA*, vol. 5, 2020.
- [10] D. S. Wibowo, "USABILITY TESTING SISTEM PADA E-ACADEMIC POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA," *Jurnal Emitorol*, vol. 16, 2016.

Pengaruh Latihan Menggunakan Simulator Sepeda Berbasis Virtual Reality Pada Keseimbangan Dan Gaya Berjalan Penderita Pasca Stroke

Muh. Fuad Al Haris
Jurusan Informatika
Politeknik Negeri Banyuwangi
Banyuwangi, Indonesia
f_haris@poliwangi.ac.id

Dianni Yusuf
Jurusan Informatika
Politeknik Negeri Banyuwangi
Banyuwangi, Indonesia
dianniyusuf@poliwangi.ac.id

Eka Mistiko Rini
Jurusan Informatika
Politeknik Negeri Banyuwangi
Banyuwangi, Indonesia
ekamrini@poliwangi.ac.id

I Putu Dody Lesmana
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
dody@polije.ac.id

Abstract— Impaired balance and gait are major problems in post-stroke physical therapy due to lack of motor, sensory and cognitive coordination. The purpose of this research was to determine the effect of using a virtual reality augmented cycling simulator in training post-stroke balance and gait. he research subjects involved 10 post-stroke patients who were randomly assigned to the test group (n = 5) and the control group (n = 5). All subjects who did walking exercises with the help of a physiotherapist for 20 minutes, while the trial group received additional VRAC exercises for 20 minutes, 5 times a week for 1 month.. Balance assessment is carried out using the Berg Balance Scale (BBS) and gait assessment using 10-MWT. From the trial results, it was found that the BBS and 10-MWT values of the test group experienced a significant increase compared to the control group. This suggests that the use of the VRAC simulator in stroke physical therapy can improve balance and gait so that it is suitable for further clinical use.

Keywords—balance; gait; VRAC; BBS; 10-MWT

Abstrak—Gangguan keseimbangan dan gaya berjalan merupakan masalah utama pada terapi fisik pasca stroke akibat kurangnya koordinasi saraf motorik, sensorik, dan kognitif. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan simulator sepeda berbasis virtual reality dalam melatih keseimbangan dan gaya berjalan pasca stroke. Subjek penelitian melibatkan 10 penderita pasca stroke yang secara acak dibagi dalam kelompok uji (n=5) dan kelompok kontrol (n=5). Semua subjek melakukan latihan berjalan dengan bantuan fisioterapis selama 20 menit, sedangkan kelompok uji coba mendapatkan tambahan latihan VRAC selama 20 menit, 5 kali seminggu selama 1 bulan. Penilaian keseimbangan dilakukan menggunakan Berg Balance Scale (BBS) dan penilaian gaya berjalan menggunakan 10-MWT. Dari hasil uji coba didapatkan bahwa nilai BBS dan 10-MWT dari kelompok uji mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan simulator VRAC dalam terapi fisik stroke dapat memperbaiki keseimbangan dan gaya berjalan sehingga sesuai digunakan secara klinis lebih lanjut.

Kata kunci—keseimbangan; gaya berjalan; VRAC; BBS; 10-MWT

PENDAHULUAN

Gangguan keseimbangan dan gaya berjalan pasca stroke merupakan penghalang utama bagi penderita stroke yang menyebabkan gangguan atau kesulitan dalam berjalan atau berpindah dari satu posisi ke posisi lain [1][2]. Hal ini disebabkan oleh gangguan pada fungsi koordinasi saraf otak dengan otot motorik, sensorik, dan kognitif yang membuat penderitanya sulit menggerakkan anggota tubuh dengan baik [3][4]. Gerakan tubuh yang tidak teratur dan sulit dikendalikan menyebabkan penderita pasca stroke mengalami kesulitan dalam menjalani aktivitas sehari-hari [5]. Oleh karena itu, terapi fisik untuk melatih keseimbangan dan gaya berjalan merupakan tujuan utama rehabilitasi stroke [2][3][6].

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, maka dikembangkan pemanfaatan teknologi *virtual reality* (VR) pada latihan terapi fisik pasca stroke menggunakan sepeda, dimana bersepeda merupakan aktivitas yang mendekati sama dengan berjalan dan mudah dilakukan tanpa harus berpindah tempat. [7][8] mengembangkan sistem VR bersepeda statik untuk memperbaiki keseimbangan tubuh bagi penderita pasca stoke dengan mendeteksi ketidaksimetrisan pada tekanan telapak kaki ketika mengayuh pedal (*bilateral pedal force*). [9][10] menggunakan audio dan penanda jalan (road marker) dalam VR bersepeda untuk melatih gerak motorik otot dan meningkatkan motivasi dan ketertarikan penderita pasca stroke dan Parkinson untuk mengikuti pola latihan yang diberikan. [11][12] mengembangkan kursi roda berpedal berbasis VR bagi penderita pasca stroke untuk melatih keseimbangan tekanan kaki menggunakan sensor accelerometer, putaran pedal dengan rotari encoder dan kontrol stir kursi roda untuk menghindari halangan dalam VE. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan teknologi VR pada latihan bersepeda statik dapat meningkatkan kekuatan otot, memperbaiki keseimbangan tubuh dan gaya berjalan, tetapi belum pernah diuji pada penderita kronik stroke dengan kecepatan berjalan antara 0.56-1.10 m/s.

Pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan prototip perangkat simulator *virtual reality augmented cycling*

(VRAC) yang terbukti meningkatkan luas gerak sendi dan kekuatan otot, tetapi juga mencapai kebugaran kardiorespirasi (VO_2 Maksimal) [13][14][15]. Dalam penelitian ini, akan diuji penggunaan simulator VRAC untuk melatih keseimbangan dan gaya berjalan pada penderita kronik stroke dimana penilaian hasil uji coba latihan akan diukur menggunakan BBS (*Berg Balance Scale*) untuk melihat sejauh mana pencapaian keseimbangan [16] dan 10-MWT (*10-Minutes Walking Test*) [17] untuk melihat sejauh mana perbaikan gaya berjalan pada penderita pasca stroke.

METODE

A. Perangkat Virtual Reality Augmented Cycling (VRAC)

Perangkat VRAC yang digunakan untuk melatih keseimbangan dan gaya berjalan pada penderita pasca stroke dalam penelitian ini dirancang sesuai dengan [13] dan ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Perangkat simulator VRAC: A) modul keseimbangan dan gaya berjalan; B) modul pengukur denyut jantung; C) modul kendali stir; D) modul akusisi dan pengolahan data; E) modul penampil simulasi



Gambar 2. Lingkungan virtual perangkat simulator VRAC

Perangkat simulator VRAC ini memiliki modul pengukur keseimbangan menggunakan *load cell* dan gaya berjalan menggunakan *accelerometer* untuk mendeteksi kemiringan kaki pada posisi dorsi dan plantar flexion dimana kedua sensor diletakkan sebagai alas pada kedua pedal sepeda statik. Untuk menjaga keamanan pengguna selama latihan menggunakan VRAC digunakan pengukur denyut jantung (dalam satuan BPM / *beat-per-minutes*) agar tidak melebihi denyut jantung maksimal sesuai protokol YMCA [18]. Sedangkan cara kendali stir kiri dan kanan dilakukan dengan sistem tombol *on-off* yang masing-masing terletak di stir

bagian kiri dan stir bagian kanan. Akusisi data dari masing-masing sensor pada modul penyusun VRAC dilakukan melalui nirkabel yang diteruskan ke kotak pengontrol, dimana hasil akusisi data akan dilakukan pengolahan dan ditampilkan pada lingkungan virtual VRAC pada layar tablet pada Gambar 2.

B. Subjek Penelitian

Penelitian ini dirancang secara randomisasi dan penilaian penelitian dilakukan secara *double-blind*. Randomisasi dilakukan untuk membagi subjek penelitian ($n=10$) dalam dua kelompok yaitu kelompok kontrol ($n=5$) dan kelompok uji ($n=5$) dengan kriteria subjek penelitian telah mengalami pasca stroke dengan gangguan pada ekstremitas bawah dan seluruh subjek telah menandatangani *informed consent* untuk menyelesaikan penelitian ini. *Double-blind* digunakan untuk memperkecil bias pengukuran dengan mengabaikan apakah subjek penelitian mengalami intervensi atau non-intervensi. Seluruh prosedur penelitian telah mendapatkan persetujuan dari komisi etik kedokteran Rumah Sakit Daerah dr Soebandi Jember.

Kriteria inklusi penelitian adalah adanya hemiparesis sekunder akibat stroke yang terjadi dalam 6 bulan terakhir, kemampuan berjalan 0.55-1.11 m/s mandiri dengan atau tanpa alat bantu, kemampuan untuk berkomunikasi dan memahami, tidak ada gangguan penglihatan, tidak memiliki gangguan muskuletal yang dapat mempengaruhi kemampuan dalam berjalan, dan memiliki nilai MMSE (*Mini Mental State Examination*) lebih besar dari 21. MMSE digunakan untuk menilai fungsi kognitif, kemampuan berpikir, dan kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari melalui proses wawancara langsung kepada subjek penelitian. Subjek yang tidak memenuhi kriteria inklusi dikeluarkan dalam penelitian. Kriteria subjek yang terlibat dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. KARAKTERISTIK SUBJEK PENELITIAN

	Kelompok Kontrol (n=5)	Kelompok Uji Coba (n=5)
Jenis kelamin (pria/wanita)	3/2	3/2
Umur (tahun)	60 ± 6	63 ± 6
Berat (kg)	67 ± 10	70 ± 10
Tinggi (cm)	168 ± 6	165 ± 7
MMSE	26 ± 2	26 ± 2

Subjek secara acak dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu kelompok kontrol dan kelompok uji coba dengan jumlah maksimal anggota setiap kelompok terdiri dari 5 subjek. Evaluasi dan data dianalisis oleh ahli fisioterapis. Semua peserta dilakukan evaluasi penilaian keseimbangan menggunakan BBS dan penilaian gaya berjalan menggunakan 10-MWT sebelum dilakukannya pelatihan dan dinilai ulang setelah satu bulan melakukan pelatihan. Semua subjek menerima latihan berjalan dengan bantuan fisioterapis selama 20 menit, 5 kali seminggu selama 1 bulan, sedangkan semua subjek yang masuk dalam kelompok uji coba mendapatkan tambahan latihan menggunakan VRAC selama 20 menit, 5 kali seminggu selama 1 bulan.

C. Prosedur Uji Coba

Sebelum memulai VRAC, pengguna duduk pada sadel sepeda dengan posisi knee flexion pada 75°, badan berada pada posisi tegap, dan kedua tangan masing-masing memegang stir sepeda kiri dan kanan pada bagian kendali stir yang dilengkapi tombol *on-off*. Selanjutnya, pengguna

memilih skenario yang tersedia pada simulator VRAC. Setiap skenario latihan sepeda menggunakan VRAC memiliki tiga tahapan, yaitu pemanasan, latihan, dan pendinginan. Selama tahap pemanasan dan pendinginan, pengguna bersepeda dengan beban 0.5 kg pada putaran 50 RPM dan mengatur denyut jantung antara 20-30BPM di atas denyut jantung istirahat (*resting heart-rate / RHR*) yang diukur sebelum tahap pemanasan dimulai. Pada tahap latihan, subjek (*rider*) bersepeda dibelakang *virtual trainer* dengan kecepatan 50-60 RPM tanpa henti dan menjaga jarak aman yang telah ditentukan dan mengatur denyut jantung dengan tidak melebihi denyut jantung target. Besar resistansi yang digunakan adalah 25-30 W. Latihan ini dilakukan selama 20 menit, 5 kali seminggu selama satu bulan.

Kemampuan dalam menyeimbangkan pedal VRAC dinilai menggunakan BBS (skala 0-56). Prosedur penilaian pengukuran BBS mengikuti aturan [19], dimana memiliki lima poin penilaian, yaitu "0" menunjukkan tingkat terendah dan "4" menunjukkan tingkat tertinggi. Terdapat 14 parameter BBS yang diukur, yaitu 1) duduk ke berdiri; 2) berdiri tanpa penyangga; 3) duduk tanpa penyangga; 4) berdiri ke duduk; 5) berpindah; 6) berdiri dengan mata tertutup; 7) berdiri dengan kedua kaki rapat; 8) meraih ke depan dengan lengan terulur maksimal; 9) mengambil objek dari lantai; 10) berbalik untuk melihat ke belakang; 11) berbalik 360°; 12) menempatkan kaki bergantian ke balok; 13) berdiri dengan satu kaki di depan kaki yang lain; 14) berdiri satu kaki. Percobaan pengukuran BBS ini dilakukan sebanyak tiga kali dan kemudian dihitung nilai rata-ratanya.

Sedangkan pemeriksaan gaya berjalan digunakan prosedur 10-MWT dengan mengukur panjang langkah. Sebanyak tiga kali percobaan dan dihitung rata-ratanya. Langkah-langkah 10-MWT meliputi 1) subjek diminta berjalan di atas tempat yang sudah ditandai dengan pita; 2) untuk menghilangkan komponen percepatan dan perlambatan yang terjadi di awal dan akhir berjalan, subjek diminta berjalan 1.2 meter sebelum tanda mulai dan berhenti 1.2 meter setelah tanda selesai; 3) mencatat waktu yang diperlukan untuk berjalan dengan jarak 10 meter dan banyaknya langkah subjek dicatat; 4) subjek berjalan dengan kecepatan yang nyaman.

Data yang telah diambil menggunakan BBS dan 10-MWT dari setiap subjek dilakukan analisis menggunakan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Tabel 1 diketahui bahwa tidak ada perbedaan secara signifikan pada kedua kelompok subjek penelitian. Sedangkan berdasarkan hasil uji coba yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa kelompok uji coba menunjukkan peningkatan signifikan dalam nilai BBS dan 10-MWT setelah intervensi ($p < 0.05$), sedangkan kelompok kontrol menunjukkan kenaikan pada nilai 10-MWT, tetapi tidak mengalami kenaikan secara signifikan pada nilai BBS ($p < 0.05$). Selain itu, kelompok uji coba menunjukkan peningkatan yang lebih besar dibandingkan kelompok kontrol dari tiga kali hasil pengukuran BBS dan 10-MWT. Hal ini menguatkan dan mendukung hasil penelitian [20][21][22] bahwa penggunaan media *virtual reality* seperti pada simulator VRAC dapat mempercepat pemulihan keseimbangan dan gaya berjalan pada penderita pasca stroke apabila dibandingkan terapi konvensional. Ini menunjukkan bahwa simulator VRAC dapat digunakan secara klinis lebih lanjut.

TABEL 2. PERBANDINGAN HASIL TERAPI KESEIMBANGAN DAN GAYA BERJALAN PADA KELOMPOK KONTROL DAN KELOMPOK UJI COBA

	Kelompok Kontrol (n=5)	Kelompok Uji Coba (n=5)
BBS (Berg Balance Scale)		
- Tahap sebelum latihan (pre-training)	37.12 ± 5.67	36.21 ± 5.104
- Tahap sesudah latihan (post-training)	37.50 ± 5.68	37.96 ± 5.71
- Pre-training – post-training	0.40 ± 0.88	1.75 ± 1.52
10-MWT		
- Tahap sebelum latihan (pre-training)	45.99 ± 13.28	44.81 ± 18.46
- Tahap sesudah latihan (post-training)	43.102 ± 12.10	37.80 ± 15.76
- Pre-training – post-training	1.96 ± 3.13	7.02 ± 7.02

KESIMPULAN

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menguji efektifitas latihan fisik untuk memperbaiki keseimbangan dan gaya berjalan pada penderita pasca stroke kronik menggunakan simulator VRAC. Dari hasil uji coba menunjukkan bahwa penggunaan simulator VRAC yang dipadu dengan rehabilitasi konvensional memberikan hasil yang lebih baik dalam memperbaiki keseimbangan dan gaya berjalan pasca stroke dibandingkan hanya menggunakan rehabilitasi konvensional saja.

REFERENSI

- [1] van Dijk, M. M., Sandstad, S., Ghosh, N., Dejaeger, E., Beyens, H., & Verheyden, G. (2015). Diagonal and lateral limits of stability post stroke show a significant relation with gait, balance and the risk of falling. *Physiotherapy*, 101, e1572-e1573.
- [2] Assayag, E. B., Shenhar-Tsarfaty, S., Kliper, E., Hallevi, H., Shopin, L., Bornstein, N. M., ... & Weiss, A. (2013). Balance and gait measures as predictors of cognitive function in post-stroke patients. *Journal of the Neurological Sciences*, 333, e251.
- [3] Yamasaki, H. R., An, Q., Kinomoto, M., Takahashi, K., Fujii, T., Kogami, H., ... & Sonoo, M. (2019). Organization of functional modularity in sitting balance response and gait performance after stroke. *Clinical Biomechanics*, 67, 61-69.
- [4] Katz-Leurer, M., Sender, I., Keren, O., & Dvir, Z. (2006). The influence of early cycling training on balance in stroke patients at the subacute stage. Results of a preliminary trial. *Clinical rehabilitation*, 20(5), 398-405.
- [5] Chang, J. T., Morton, S. C., Rubenstein, L. Z., Mojica, W. A., Maglione, M., Suttrop, M. J., ... & Shekelle, P. G. (2004). Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *Bmj*, 328(7441), 680.
- [6] Yang, Y. R., Tsai, M. P., Chuang, T. Y., Sung, W. H., & Wang, R. Y. (2008). Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait & posture*, 28(2), 201-206.
- [7] Yin, C., Hsueh, Y. H., Yeh, C. Y., Lo, H. C., & Lan, Y. T. (2016). A Virtual Reality- Cycling Training System for Lower Limb Balance Improvement. *BioMed research international*, 2016.
- [8] Lo, H. C., Hsueh, Y. H., Yeh, C. Y., & Chen, S. L. (2011, June). Development of a virtual reality leg-cycling training system for stroke patients. In *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2011 International Conference on* (pp. 1-2). IEEE.
- [9] Gallagher, R., Damodaran, H., Werner, W. G., Powell, W., & Deutsch, J. E. (2016). Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 13(1), 77.
- [10] Gallagher, R., Werner, W. G., Damodaran, H., & Deutsch, J. E. (2015, June). Influence of cueing, feedback and directed attention on cycling in a virtual environment: Preliminary findings in healthy adults and persons with Parkinson's disease. In *Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on* (pp. 11-17). IEEE.

- [11] Suqita, N., Yoshizawa, M., Kojima, Y., Tanaka, A., Abe, M., Homma, N., Kikuchi, K., Seki, K., & Handa, Y. (2013, March). Evaluation of navigation skill of elderly people using the cycling wheel chair in a virtual environment. In *Virtual Reality (VR), 2013 IEEE* (pp. 125-126). IEEE.
- [12] Sugita, N., Kojima, Y., Yoshizawa, M., Tanaka, A., Abe, M., Homma, N., Seki, K., & Handa, N. (2012, August). Development of a virtual reality system to evaluate skills needed to drive a cycling wheel-chair. In *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE* (pp. 6019-6022). IEEE.
- [13] Al Haris, M. F., & Rini, E. M. (2018). Perancangan Dan Validasi Modul Penyusun Serious Game Berbasis Sepeda Virtual Untuk Rehabilitasi Pasca Stroke. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT)*, 5(2), 113-120.
- [14] Lesmana, I. P. D. (2019). Panduan Uji Ketahanan Kardiorespiratorik Dengan Menggunakan Simulator VRAC (Virtual Reality Augmented Cycling). Diakses dari <https://e-hakcipta.dgip.go.id/index.php/c?code=ls21SKjTCCXpB3C0LyqBlbmWrDN6xK%2FAvrJh25UjOjQ%3D>
- [15] Lesmana, I. P. D., Widiawan, B., & Hartadi, D. R. (2020, July). Manipulation of Virtual Environment to Examine Perception and Vision Aspects of Individuals Post-Stroke When Driving VRAC Simulator. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1569, No. 2, p. 022010). IOP Publishing.
- [16] Blum, L., & Korner-Bitensky, N. (2008). Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical therapy*, 88(5), 559-566.
- [17] Datta, D., Ariyaratnam, R., & Hilton, S. (1996). Timed walking test—an all-embracing outcome measure for lower-limb amputees?. *Clinical rehabilitation*, 10(3), 227-232.
- [18] Beekley, M. D., Brechue, W. F., Dehoyos, D. V., Garzarella, L., Werber-Zion, G., & Pollock*, M. L. (2004). Cross-validation of the YMCA submaximal cycle ergometer test to predict VO2max. *Research quarterly for exercise and sport*, 75(3), 337-342.
- [19] Kornetti, D. L., Fritz, S. L., Chiu, Y. P., Light, K. E., & Velozo, C. A. (2004). Rating scale analysis of the Berg Balance Scale. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(7), 1128-1135.
- [20] Mohammadi, R., Semnani, A. V., Mirmohammadkhani, M., & Grampurohit, N. (2019). Effects of virtual reality compared to conventional therapy on balance poststroke: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 28(7), 1787-1798.
- [21] Plummer, P. (2017). Gait and balance training using virtual reality is more effective for improving gait and balance ability after stroke than conventional training without virtual reality [synopsis]. *Journal of physiotherapy*, 63(2), 114-114.
- [22] Pang, M. Y. (2014). Use of virtual reality in balance and gait training post-stroke. *Hong Kong Physiotherapy Journal*, 2(32), 49.

Dekomposisi Model Proses Bisnis Tebang Muat Angkut (TMA) Menggunakan *Refined Process Structure Tree* (RPST) dan Metrik Kompleksitas

Annisa Heparyanti Safitri
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim Malang
Malang, Indonesia
17650042@student.uin-malang.ac.id

Muhammad Ainul Yaqin
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim Malang
Malang, Indonesia
yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

Adi Heru Utomo
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
adiheruutomo@polije.ac.id

Abstract— In an organization, some problems often arise, one of which lies in the complexity of business process modeling. In business processes, high complexity values are complicated to analyze and maintain as a whole, so a method is needed to break down the business process into smaller parts called the *fragment process model*. Therefore, a decomposition was carried out to decompose the process model to make it simpler. The benefit of decomposition is to make it easier for users to compose the required business process model. We used three different scenarios for the TMA process model to analyze each *fragment*. There is a process model with scenarios that tend to be the sequence, multi-branching, and nested branching. Furthermore, to support the results of the RPST, the calculation of the average complexity value with the Yaqin Complexity formula, and the standard deviation for the process model *fragment* was also carried out. Our experimental results found that the rate of the tree at the RPST affected the number of *fragments*. Also, we found that the more profound the tree depth, the higher the average complexity value. In this study, we found that scenarios that tend to be sequential, have the lowest average complexity value with the number 22, and a standard deviation value of 5,567. While the highest value is in the scenario that has nested branching, and there is a repetition process with an average complexity value of 29.8 and a standard deviation value of 13.405.

Keywords— *Process Model, RPST, Decomposition, Complexity Matrix, Standard Deviation.*

Abstrak— Dalam suatu organisasi seringkali timbul beberapa permasalahan, salah satunya terletak pada kompleksitas pemodelan proses bisnis. Dalam proses bisnis, nilai kompleksitas yang tinggi rumit untuk dianalisis dan dipelihara secara keseluruhan, sehingga diperlukan metode untuk memecah proses bisnis menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang disebut model proses fragmen. Oleh karena itu, dekomposisi dilakukan untuk menguraikan model proses agar lebih sederhana. Manfaat dekomposisi adalah memudahkan pengguna untuk menyusun model proses bisnis yang dibutuhkan. Kami menggunakan tiga skenario berbeda untuk model proses TMA untuk menganalisis setiap fragmen. Terdapat model proses dengan skenario yang cenderung berurutan, bercabang banyak, dan bercabang bersarang. Selanjutnya untuk mendukung hasil RPST juga dilakukan perhitungan nilai kompleksitas rata-rata dengan rumus Yaqin Complexity, dan standar deviasi untuk fragmen model proses. Hasil eksperimental kami menemukan bahwa laju pohon di RPST memengaruhi jumlah fragmen. Selain itu, kami menemukan bahwa semakin mendalam kedalaman pohon, semakin tinggi nilai kompleksitas rata-ratanya. Pada penelitian ini ditemukan skenario yang cenderung berurutan, memiliki nilai rata-rata kompleksitas terendah dengan angka

22, dan nilai standar deviasi 5,567. Sedangkan nilai tertinggi ada pada skenario bercabang nested, dan terjadi proses pengulangan dengan nilai kompleksitas rata-rata 29,8 dan nilai standar deviasi 13,405.

Keywords— *Model Proses, RPST, Dekomposisi, Matrik Kompleksitas, Standar Deviasi.*

PENDAHULUAN

Proses bisnis merupakan sekumpulan aktivitas terstruktur dan saling terkait yang menghasilkan produk atau layanan tertentu [1]. Beberapa aktivitas bisnis disusun sedemikian rupa sebagai model proses bisnis. Model proses bisnis merupakan representasi dari fungsi-fungsi yang berkaitan dengan aktivitas bisnis seperti *input*, kontrol, *output*, dan sumber daya. Pada *Business Process Model Notation* (BPMN), model proses terdiri dari beberapa komponen seperti, acara, aktivitas, dan aliran kontrol [2]. Komponen-komponen tersebut hanya disusun untuk membentuk pola dasar yang disebut *Workflow Pattern* (WP).

Dalam suatu organisasi terdapat permasalahan yang sering muncul, salah satunya terletak pada tingkat kompleksitas pemodelan proses bisnis. Pada proses bisnis, nilai kompleksitas tinggi sangat sulit dianalisis dan di-maintenance secara keseluruhan, sehingga dibutuhkan sebuah metode untuk menguraikan proses bisnis menjadi bagian yang lebih kecil yang dinamakan *fragment* model proses. Metode ini disebut dengan dekomposisi [3].

Manfaat dilakukannya dekomposisi yaitu, untuk memudahkan user dalam *menguraikan* model proses bisnis yang dibutuhkan. Beberapa penelitian terkait dekomposisi sudah pernah dilakukan sebelumnya. Anugrah [4] mendekomposisi proses bisnis menggunakan *Refined Process Structure Tree* (RPST) dengan memecah keseluruhan model proses menjadi *fragment* model proses sehingga dapat memudahkan proses analisis. Selain itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Effendi menggunakan metode *top-to-down* proses *mining* berdasarkan perbaikan petri nets dari *multi-source event log* [5]. Selanjutnya ada juga penelitian yang dilakukan oleh Piotr [6] dalam penelitiannya, pendekatan dekomposisi otomatis model proses bisnis diusulkan. Menurut metode yang diajukan, diagram BPMN yang ada dibongkar menjadi bagian yang dapat digunakan kembali yang berisi sejumlah elemen yang diinginkan. Elemen dan struktur seperti itu dapat berfungsi sebagai pola desain dan divalidasi oleh pengguna dalam hal kebenaran. Pada langkah selanjutnya, model komponen ini dikategorikan dengan mempertimbangkan parameternya seperti sumber daya yang digunakan, serta data masukan dan keluaran. Komponen yang diklasifikasikan dapat dianggap

sebagai gudang suku cadang yang dapat digunakan kembali, yang dapat diterapkan lebih lanjut dalam desain model baru. Teknik yang diusulkan mungkin memainkan peran penting dalam memfasilitasi prosedur desain ulang proses bisnis, yang sangat penting terkait aplikasi teknik dan industri.

Kami mengusulkan solusi dengan menggunakan metode Refined Processed Structure Tree (RPST) dan algoritma *k-decomposition* sebagai metode dan algoritma dalam melakukan teknik dekomposisi model proses bisnis TMA. Sistem TMA tebu meliputi penebangan, pemuatan, pengangkutan/transportasi, dan disiplin antrian yang digunakan [7]. Banyak faktor yang mempengaruhi dalam membentuk sistem ini yang dilaksanakan dalam suatu lahan tebu. Setelah mendapatkan model *fragment* dari hasil dekomposisi, dilakukan pengukuran metrik kompleksitas menggunakan formula *Yaqin Complexity*. Kami menggunakan formula *Yaqin Complexity* karena formula ini lebih komprehensif dan lebih sensitif terhadap perubahan kecil dalam struktur model proses bisnis [8].

Rumusan masalah yang diajukan untuk penelitian ini yaitu bagaimana mendekomposisi model proses bisnis Tebang Muat Angkut (TMA) sehingga didapatkan beberapa *fragment* membentuk model proses bisnis Tebang Muat Angkut (TMA) dan bagaimana mengukur kompleksitas *fragment* hasil dekomposisi. *Fragment* model proses bisnis didekomposisi menggunakan *Basic Control Structure* (BCS) yaitu *sequence*, *AND split*, *XOR split*, *OR split* dan *loop* yang kami definisikan pada definisi 1[9].

Definisi 1. *Basic Control Flow Pattern*

Model proses bisnis (BP model) terdiri dari Basic Control Flow Pattern, dimana:

$$BCS = \{seq, AND, OR, XOR, cyc \in WP\}$$

BCS didefinisikan sebagai *seq* iff $t_0 \rightarrow tk$, di mana $t \in Ac$

BCS didefinisikan sebagai *AND* iff t_0 memiliki cabang t_01, \dots, t_0s , di mana $t \in Ac$

BCS didefinisikan sebagai *OR* iff t_0 memiliki cabang t_01, \dots, t_0s , di mana $t \in Ac$

BCS didefinisikan sebagai *XOR* iff t_0 memiliki cabang t_01, \dots, t_0s , di mana $t \in Ac$

BCS didefinisikan sebagai *cyc* iff tk memiliki cabang *loop*, di mana $t \in Ac$

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan *fragment-fragment* hasil dekomposisi dan menganalisis kompleksitas *fragment* tersebut. Untuk mencapai tujuan penelitian ini, kami melakukan percobaan dengan 3 skenario model proses TMA. Skenario model proses terdiri dari 3 model proses cenderung *sequence*, 3 model proses percabangan banyak dan perulangan, serta 3 model proses percabangan tersarang dan perulangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang diimplementasikan terbagi kedalam beberapa tahapan, ditunjukkan pada prosedur penelitian pada Fig. 1 berikut.



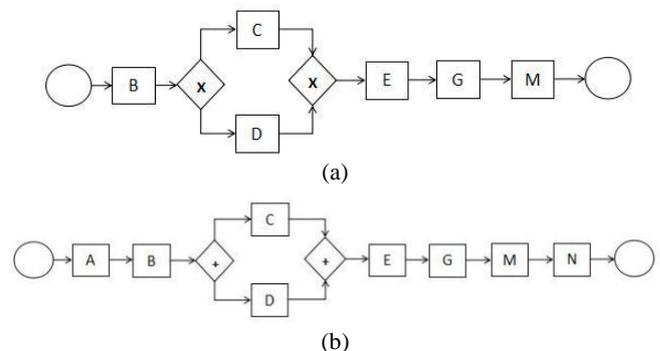
Fig. 1. Prosedur Penelitian

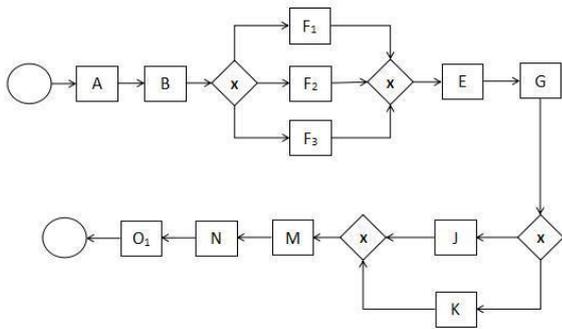
Pada tahap pertama yaitu dibuatnya berbagai jenis model proses dengan 3 skenario. Ada model proses yang cenderung *sequence*, ada juga model proses yang memiliki banyak cabang dan cabangnya tersarang, kemudian ada pula model proses yang cabangnya sedikit namun memiliki percabangan tersarang serta proses *looping* pada aktivitasnya.

Dalam penelitian ini, kami menggunakan model proses dengan 3 skenario untuk menguji RPST pada model proses BPMN. Ada yang cenderung *sequence*, adapula yang memiliki cabang banyak serta perulangan dan skenario untuk percabangan tersarang. Adapun contoh model proses yang digunakan, sebagai berikut.

Skenario 1. Model proses bisnis yang cenderung *sequence*.

Pada skenario 1, model proses TMA yang ditampilkan cenderung *sequence* atau hanya memiliki 1 percabangan. Model proses bisnis yang kami gunakan disajikan pada Fig. 2. Keterangan Fig. 2 disajikan pada Tabel 1. Proses yang terjadi juga sederhana dan tidak memiliki proses perulangan. Skenario 1 diusulkan untuk mengetahui pengaruh model proses secara *sequence* terhadap jumlah *fragment* dan kompleksitas rata-rata *fragment* yang terbentuk dari hasil dekomposisi. Berikut 3 model proses untuk skenario 1.



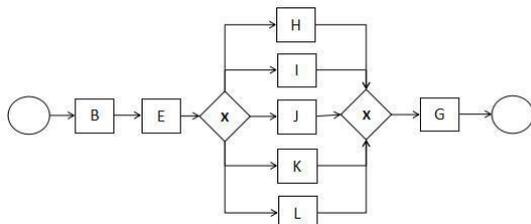


(c)

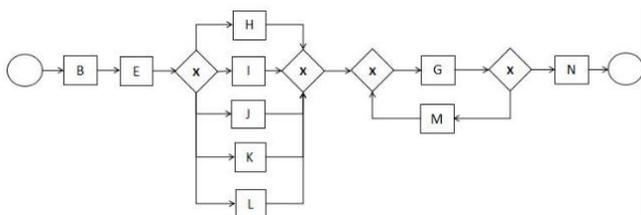
Fig. 2. Model proses cenderung sequence

Skenario 2. Model proses bisnis yang memiliki beberapa variasi percabangan dan perulangan.

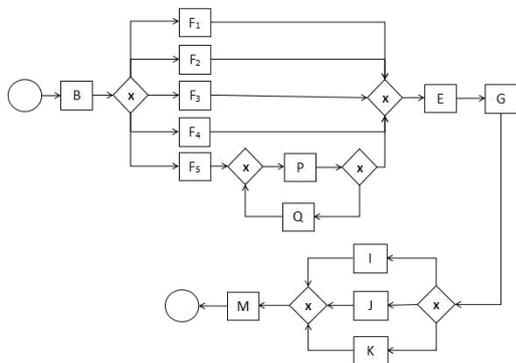
Pada skenario 2, proses TMA yang ditampilkan memiliki percabangan yang banyak. Model proses bisnis yang kami gunakan disajikan pada Fig. 3. Keterangan Fig. 3 disajikan pada Tabel. 1. Pada setiap model proses terdapat 5 percabangan XOR dan pada model b dan c terdapat proses perulangan. Skenario 2 diusulkan untuk mengetahui pengaruh kombinasi model proses yang memiliki percabangan tersarang dan perulangan terhadap jumlah *fragment* dan kompleksitas rata-rata *fragment* yang terbentuk dari hasil dekomposisi. Berikut 3 model proses untuk skenario 2.



(a)



(b)

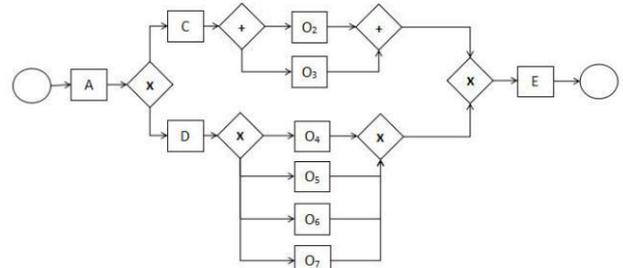


(c)

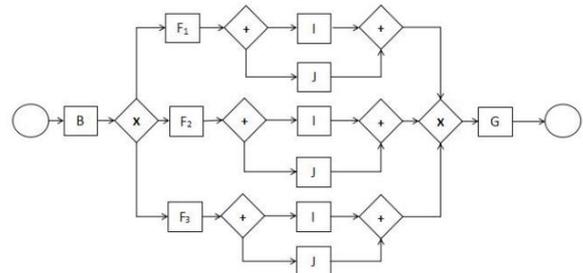
Fig. 3. Model proses cabang banyak

Skenario 3. Model proses bisnis yang memiliki variasi percabangan tersarang dan perulangan.

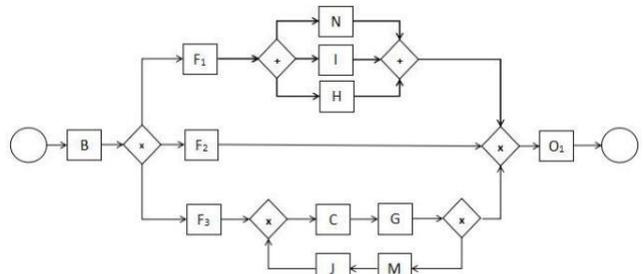
Pada skenario 3, proses TMA yang ditampilkan memiliki percabangan yang banyak. Model proses bisnis yang kami gunakan disajikan pada Fig. 4. Keterangan Fig. 4 disajikan pada Tabel. 1. Pada setiap model proses terdapat percabangan XOR dan percabangan tersarang AND. Selain itu, terdapat pula proses perulangan. 1 diusulkan untuk mengetahui pengaruh kombinasi model proses yang memiliki percabangan tersarang dan perulangan terhadap jumlah *fragment* dan kompleksitas rata-rata *fragment* yang terbentuk dari hasil dekomposisi. Berikut 3 model proses untuk skenario 3.



(a)



(b)



(c)

Fig. 4. Model proses cabang tersarang

TABLE I. KETERANGAN MODEL PROSES

Keterangan

A	= Persiapan alat	K	= Truk Normal
B	= Tebang	L	= Truk Besar
C	= Mekanik	M	= Drop
D	= Manual	N	= Timbang
E	= Muat	O ₁	= Kupas
F ₁	= Lahan 10ha	O ₂	= Grab Louder
F ₂	= Lahan 15ha	O ₃	= Cane Harvester
F ₃	= Lahan 20ha	O ₄	= Sabit
F ₄	= Lahan 25ha	O ₅	= Clurit
F ₅	= Lahan 30ha	O ₆	= Golok
G	= Angkut	O ₇	= Arit
H	= Lori	P	= Tebu diikat
I	= Pick up	Q	= Tebu dicacah
J	= Truk Biasa		

Setelah adanya model proses bisnis TMA dengan 3 skenario, selanjutnya dekomposisi dilakukan dengan menggunakan algoritma *k-decomposisiton*. Berikut penerapan algoritma *k-decomposition* untuk melakukan dekomposisi :

Algoritma 1. *k-decomposition*

procedure *k-dec*(RPST,*k*)

```

V =
{root(RPST)}
D = ∅
while V ≠ ∅ do
    v ← pop(V)
    if |v.arcs()| ≤ k then D = D ∪ {v}
    else V = V ∪ {children(v)}
return D
    
```

Algoritma *k-decomposition* menunjukkan bagaimana menghitung sebuah *k-decomposition*. Setiap *k* termasuk $1 \leq k \leq |A|$ (dimana $|A|$ ditujukan untuk jumlah anak panah dari keseluruhan model proses). Algoritma ini menyimpan satu set node yang sesuai dengan dekomposisi (*D*) dan satu set node untuk dipertimbangkan (*V*). Awalnya *V* berisi *root* dari RPST yaitu jaringan keseluruhan. Kemudian, algoritma memeriksa, untuk setiap node *v* yang akan dipertimbangkan, jika *v* memenuhi properti *k*, yaitu jumlah busur dari SESE *v* kurang dari atau sama dengan *k*. Jika ini kasusnya, *v* termasuk dalam dekomposisi. Jika tidak, ia membuang *v* dan menyertakan turunan RPST dari *v* ke dalam node untuk dipertimbangkan. Perlu diketahui, mengingat RPST apapun, *k-decomposition* selalu ada, yaitu, dalam kasus terburuk, dekomposisi yang dibentuk oleh semua daun RPST akan memenuhi definisi tersebut. Algoritma yang diusulkan memiliki kompleksitas linear sehubungan dengan ukuran RPST, dan penghentian dijamin oleh fakta bahwa ukuran komponen berkurang di setiap iterasi [10].

Setelah didapatkan dekomposisi untuk setiap model proses, dilakukan pengukuran kompleksitas menggunakan formula *Yaqin Complexity* [6] pada (1):

$$YC = Ns + As + CAND + CXOR + COR + Ccyc + CD \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami menggunakan Fig. 4 (c) sebagai contoh aplikasi metode RPST yang disajikan pada Fig. 5. RPST untuk model proses pada Fig. 4 (c) dapat dilihat pada Fig. 5 berikut.

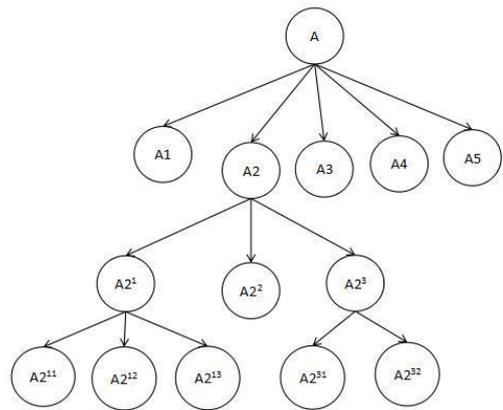


Fig. 5. RPST Model Proses Fig. 4 (c)

Fig. 5 menunjukkan salah satu contoh RPST dari model proses yang paling kompleks, yaitu Fig. 4 (c) dan diketahui bahwa kedalaman (depth) tree adalah 3. Dimulai dengan root pada node A kemudian terdapat 5 percabangan yaitu node A1, A2, A3, A4, dan A5. Pada node A2 terdapat percabangan lagi yaitu A21, A22, A23. Selain itu pada node A21 terdapat percabangan lagi yaitu A211, A212 dan A213. Terakhir, pada node A23 masih terdapat percabangan yaitu A231 dan A232.

Kami menerapkan algoritma *k-decomposition* dan metode RPST untuk melakukan dekomposisi pada Fig. 4 (c). Hasil dekomposisi dapat dilihat pada Fig. 6.

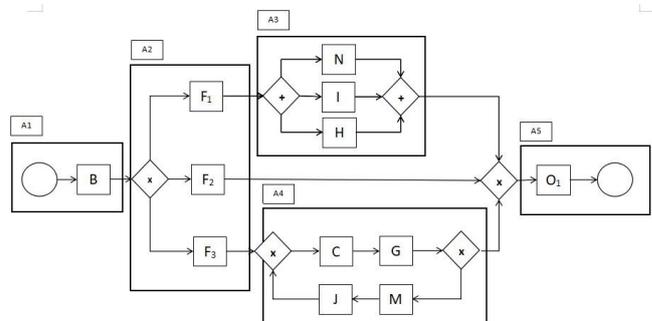


Fig. 6. Hasil Dekomposisi Fig. 4 (c)

Dekomposisi dilakukan hingga mendapatkan 5 sub model proses (*fragment*). Terdapat A1, A2, A3, A4, dan A5. Didapati bahwa sub model proses A1 dan A5 merupakan model proses dengan jenis *sequence*. Sedangkan pada sub model proses A2, merupakan model proses dengan jenis percabangan XOR dan terdapat percabangan tersarang. Kemudian untuk sub model proses A3 yang merupakan cabang dari A2 adalah model proses dengan jenis percabangan XOR. Terakhir terdapat sub model proses A4 yang merupakan model proses dengan jenis percabangan AND dan terdapat *looping* pada model proses tersebut.

Setelah Fig. 4 (c) mendapatkan hasil dekomposisi menggunakan RPST, dilakukan hal yang sama untuk model proses lainnya, sehingga dapat dilakukan perhitungan kompleksitas rata-rata untuk setiap *fragment*, seperti pada Tabel 3.

Berikut contoh perhitungan kompleksitas rata-rata *fragment* untuk Fig.4 (c) menggunakan (1):

- Langkah Pertama, hitung *fragment A1*
 $S_s = 1$
 $E_s = 0$
 $I_s = 0$
 $A_{cs} = 1$
 $B_t = 0$
 Dimana, $B_t = AND_s + OR_s + XOR_s$
 $AND_s = 0$
 $OR_s = 0$
 $XOR_s = 0$

Kemudian, $N_s = 1 + 0 + 0 + 1 + 0 = 2$

- Langkah Kedua, menghitung A_s
 $A_s = 1$
- Langkah Ketiga, menghitung C_{AND} , C_{XOR} , C_{OR} dan C_{cyc}

$C_{XOR} = 3 \cdot 0 = 0$

Sementara pada Fig. 4 (c) cabang XOR, *loop* tidak ditemukan, jadi $C_{XOR} = 0$,

$C_{cyc} = 3 \cdot 0 / 14 = 0$

- Langkah Keempat
 $D = 1$
 $D_{Avg} = 1/1 = 1$
 Jadi, $CD = 14 \cdot 1 = 14$
- Langkah Kelima, menghitung YC
 $YC = 3+1+0+0+0+0+14 = 17$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan nilai kompleksitas untuk keseluruhan model proses. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 2.

TABLE II. HASIL PENGUKURAN METRIK KOMPLEKSITAS MODEL PROSES BISNIS

Bussiness Model Process (BPM)	Ns	As	CAND	CXOR	COR	Ccyc	CD	YC
Fig. 2 (a)	10	10	0	6	0	0	18.62	44.62
Fig. 2 (b)	12	12	16	0	0	0	17.5	57.5
Fig. 2 (c)	18	20	0	18	0	0	19.824	75.824
Fig. 3 (a)	12	15	0	15	0	0	22.75	64.75
Fig. 3 (b)	16	20	0	15	0	0.428	22.90	74.328
Fig. 3 (c)	22	28	0	45	0	0.375	22.99	121.74
Fig. 4 (a)	18	20	8	18	0	0	24.5	90.5
Fig. 4 (b)	22	25	24	9	0	0	33.14	113.14
Fig. 4 (c)	20	24	24	24	0	0.857	33.74	126.597

Kami dapat bahwa nilai kompleksitas paling rendah ditemukan pada Fig. 2 (a) dengan nilai kompleksitas 44.62. Sedangkan nilai kompleksitas tertinggi ditemukan pada Fig. 4 (c) dengan nilai 126.597. Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan untuk seluruh *fragment* pada Fig. 4 (c). Maka didapatkan hasil pada Tabel 3.

TABLE III. RATA-RATA KOMPLEKSITAS FIG. 4 (C)

Fragment	Ns	As	CAND	CXOR	COR	Ccyc	CD	YC
A1	2	1	0	0	0	0	14	17
A2	5	6	0	9	0	0	14	34
A3	5	6	24	0	0	0	14	49
A4	6	6	0	3	0	3	14	32
A5	2	1	0	0	0	0	14	17
Rata-rata	29.8							
Standar Deviasi	13.405							

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan untuk seluruh skenario model proses dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.

TABLE IV. RATA-RATA KOMPLEKSITAS FRAGMENT

Skenario	BPM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	RR ^a	SD ^b
Skenario 1	Fig. 2 (a)	17	28	21	-	-	-	22	5.567
	Fig. 2 (b)	19	30	23	-	-	-	24	5.567
	Fig. 2 (c)	19	34	17	28	21	-	23.8	7.049
Skenario 2	Fig. 3 (a)	19	46	17	0	-	-	27.33	16.196
	Fig. 3 (b)	19	46	31	17	-	-	28.25	13.351
	Fig. 3 (c)	17	46	25.5	17	34	17	26.08	13.292
Skenario 3	Fig. 4 (a)	17	30	40	17	26	-	26	9.669
	Fig. 4 (b)	17	31	30	30	30	17	23	6.853
	Fig.4 (c)	17	34	49	32	17	-	29.8	13.405

^a RR = Rata-Rata
^b SD = Standar Deviasi

Dari hasil perhitungan pada tabel 4, kami menemukan bahwa nilai kompleksitas yang paling rendah ditemukan pada Fig. 2 (a) dengan rata-rata kompleksitas 22 dan standar deviasi 5.567. Sedangkan nilai yang paling tinggi ditemukan pada Fig. 4 (c) dengan rata-rata 29.8 dan standar deviasi 13.405.

Pada penelitian sebelumnya [4], model proses bisnis yang digunakan beru[a notasi petri net sedangkan pada penelitian yang kami lakukan, kami menggunakan BPMN. Selain itu, penelitian sebelumnya hanya menggunakan 1 skenario model proses, sedangkan kami menggunakan 3 skenario model proses yang kami ukur tingkat kompleksitas setiap *fragment* dan kompleksitas seluruh model proses. Kemudian untuk menguatkan hasil pengukuran kompleksitas, kami juga menyertakan pengukuran standar deviasi untuk setiap model proses.

KESIMPULAN

Dengan menggunakan RPST kita dapat mendekomposisikan keseluruhan proses bisnis menjadi lebih sederhana dan menjadi sebuah *fragment*. Metrik kompleksitas digunakan untuk menunjang hasil RPST yang telah dilakukan.

Metrik kompleksitas Yaqin memiliki kelebihan dalam mendeteksi perbedaan jumlah cabang, perbedaan struktur cabang bersarang, dan *looping* dalam model proses bisnis.

Berdasarkan hasil eksperimen kami, didapati bahwa tingkat kedalaman *tree* pada RPST mempengaruhi jumlah *fragment*. Semakin dalam tingkat kedalaman *tree*, semakin besar rata-rata nilai kompleksitasnya.

Pada penelitian ini kami menemukan bahwa skenario yang cenderung *sequence*, memiliki rata-rata nilai kompleksitas paling rendah dengan angka 22 dan nilai standar deviasi 5.567. Sedangkan nilai paling tinggi terdapat pada skenario yang memiliki percabangan tersarang dan terdapat proses perulangan dengan rata-rata nilai kompleksitas 29.8 dan nilai standar deviasi 13.405.

REFERENSI

- [1] M. Dumas, M. La Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers, *Fundamentals of Business Process Management*. Springer, 2013.
- [2] "Business Process Model and Notation (BPMN) 2.0," *Object Management Group*, 2011. .
- [3] I. G. Anugrah, "ANALISA SIMILARITAS MODEL PROSES BISNIS MENGGUNAKAN METODE HYBRID PROBABILISTIC LATENT SEMANTIC ANALYSIS (PLSA) DAN WEIGHTED DIRECTED ACYCLIC GRAPH (WDAG)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [4] I. G. Anugrah, R. Sarno, and R. N. E. Anggraini, "Decomposition using Refined Process Structure Tree (RPST) and Control Flow Complexity Metrics," in *2015 International Conference on Information and Communication Technology and Systems (ICTS)*, 2015, pp. 203–208, doi: 10.1109/ICTS.2015.7379899.
- [5] Y. A. Effendi, "Business Process Decomposing For Optimization Process Mining," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [6] P. Wiśniewski, "Decomposition of business process models into reusable sub-diagrams," *ITM Web Conf.*, vol. 15, p. 01002, 2017, doi: 10.1051/itmconf/20171501002.
- [7] I. A. bantacut, T., Sukardi dan Supatma, "KEHILANGAN GULA DALAM SISTEM TEBANG MUAT ANGKUT DI PABRIK GULA SINDANG LAUT DAN TERSANA BARU CIREBON," *J. Tek. Ind. Pertan.*, vol. 18, no. 2, pp. 1–19, 2005.
- [8] M. A. Yaqin, R. Sarno, and S. Rochimah, "Measuring Scalable Business Process Model Complexity Based on Basic Control Structure," *Int. J. Intell. Eng. Syst.*, vol. 13, no. 6, pp. 52–65, 2020, doi: 10.22266/ijies2020.1231.06.
- [9] J. Shao and Y. Wang, "A new measure of software complexity based on cognitive weights," *Can. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 28, no. 2, pp. 1–6, 2003, doi: 10.1109/CJECE.2003.1532511.
- [10] J. Munoz-Gama, J. Carmona, and W. M. P. Van Der Aalst, "Single-Entry Single-Exit decomposed conformance checking," *Inf. Syst.*, 2014, doi: 10.1016/j.is.2014.04.003.

Rancang Bangun Aplikasi Elektronik Transportasi Bandara Yogyakarta International Airport Berbasis Mobile Menggunakan Android Studio

Candra Agustina
Program Studi Sistem Informasi Akuntansi
Universitas Bina Sarana Informatika
Jakarta, Indonesia
candra.caa@bsi.ac.id

Sardiarinto
Program Studi Teknologi Komputer
Universitas Bina Sarana Informatika
Jakarta, Indonesia
sardiarinto.sdo@bsi.ac.id

Abstract— Yogyakarta International Airport is a new airport in Yogyakarta, located in Temon, Kulonprogo Regency. Yogyakarta International Airport began operations on May 6, 2019. It was marked by the first landing of Citilink from Halim Perdanakusuma Jakarta. To support airport operations, the Transportation Department also prepares supporting transportation modes, such as airport trains, Damri Buses and, Shuttle Bus to get to the Airport. This mode of transportation connects cities around the airport, such as Purworejo, Magelang, Yogyakarta City, and even Surakarta City. However, because the airport is still relatively new, the information obtained by the public is still minimal. Therefore an informative application is needed for prospective passengers to go to or leave the airport. The application is made based on mobile, by utilizing GPS technology to monitor the position of the vehicle in real-time. This application will make it easier for visitors to travel to areas around YIA Airport.

Keywords—*E-Transportation; Global Positioning System, Intelligent Transport System*

PENDAHULUAN

Lokasi Bandara Yogyakarta Internasional Airport terletak di Kecamatan Temon Kabupaten Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kecamatan Temon relatif lebih jauh dari Kota Yogyakarta bila dibandingkan dengan Bandara Adisucipto. Akses ke lokasi ini masih relatif sulit dijangkau dengan angkutan umum. Namun sesuai dengan beroperasinya Bandara Yogyakarta Internasional Airport ini tentunya perlu didukung oleh transportasi menuju ke kota disekitar Bandara. Adapun kota yang dimaksud adalah Yogyakarta, Magelang, Purworejo. Moda transportasi yang beroperasi di Bandara YIA adalah Bus Damri, Shuttle, dan kereta bandara. Seringkali calon penumpang mengalami kesulitan dalam menentukan transportasi apa yang akan digunakan. Karena

Abstrak— Bandara Yogyakarta Internasional Airport merupakan Bandara baru di Yogyakarta, terletak di kecamatan Temon, Kabupaten Kulonprogo. Bandara Yogyakarta Internasional Airport mulai beroperasi pada tanggal 6 Mei 2019. Ditandai dengan pendaratan pertama Citilink dari Halim Perdanakusuma Jakarta. Untuk mendukung operasional Bandara, Dinas Perhubungan menyiapkan juga moda transportasi penunjang, seperti kereta bandara, Bus Damri, dan Travel untuk menuju ke Bandara. Moda transportasi tersebut menghubungkan kota – kota disekitar Bandara, seperti Purworejo, Magelang, Yogyakarta Kota, Bahkan Kota Surakarta. Namun, karena bandara tersebut masih tergolong baru, maka informasi yang didapatkan masyarakat masih minim. Oleh karena itu diperlukan aplikasi yang informatif untuk calon penumpang baik untuk menuju ataupun meninggalkan Bandara. Aplikasi dibuat berbasis mobile, dengan memanfaatkan teknologi GPS untuk memantau posisi kendaraan secara *real time*. Aplikasi ini akan memudahkan pengunjung untuk melakukan perjalanan wisata ke daerah disekitar Bandara YIA.

Keywords—*E-Transportasi, Global Positioning System, Intelligent Transport System*

ketepatan waktu sangat di perlukan untuk menghindari penumpang ketinggalan pesawat.

Untuk mempermudah calon penumpang mendapatkan informasi yang lengkap, perlu dibuat sebuah aplikasi yang mencakup informasi rute, moda yang tersedia, tariff dan pemesanan tiket. Sistem informasi yang dibuat berbasis android karena merupakan program yang paling banyak digunakan saat ini.

Rute Pertama adalah Kota Yogyakarta ke/dari YIA. Saat ini dapat dilayani oleh Shuttle Damri dan Kereta Bandara, begitu pula dari Purworejo. Sedangkan dari Magelang dan Borobudur dilayani Bus Damri. Sebenarnya dari keseluruhan moda transportasi tersebut, sudah memiliki jam keberangkatan tetap. Akan tetapi karena jumlah penumpang yang masih sedikit maka untuk armada damri sering ada pembatalan perjalanan. Selama ini calon penumpang

mengandalkan alat komunikasi telepon untuk menanyakan jadwal keberangkatan secara real.

Mengingat bandara ini akan menjadi bandara utama dengan rute penerbangan internasional maka transportasi penunjang menjadi sangat penting. Penumpang yang dilayani tidak hanya berasal dari Indonesia saja, akan tetapi juga turis mancanegara. Mereka membutuhkan informasi yang cukup sebelum melakukan perjalanan wisata. Oleh karena itu sistem informasi transportasi ini mejadi hal yang wajib untuk di buat dan diterapkan agar cita-cita Yogyakarta sebagai Bali ke dua bisa terwujud.

Sistem informasi dibuat berbasis Android, dikarenakan saat ini perangkat tersebut paling banyak digunakan di dunia. Bersifat portable dan dapat digunakan dimana saja[1]. Diharapkan dengan kemudahan mendapatkan informasi ini akan menjadi layanan penunjang untuk masyarakat sehingga menjadi nilai positif bagi daerah di sekitar Bandara Yogyakarta Internasional Yogyakarta

a) Global Positioning System

Teknologi Global Positioning System atau biasa disebut GPS memanfaatkan satelit untuk menentukan posisi suatu objek. GPS bisa digunakan pihak kepolisian untuk melacak penjahat, ataupun menemukan orang hilang. Saat ini GPS juga sudah lazim digunakan pada kendaraan sehingga jika sesuatu saat dicuri bisa dilacak melalui perangkat tersebut. Selain itu GPS juga membantu seseorang untuk menjelajah daerah yang asing. Perangkat tersebut dapat memberikan informasi rute mana yang harus dilewati untuk sampai ke sebuah tempat[2]. Nurhartono (2015) membuat sistem untuk mengetahui posisi kendaraan yang hilang berbasis gps dan ditampilkan dengan smartphone. Dalam karya ilmiah tersebut sistem yang dibuat dapat digunakan dengan baik, mampu melakukan komunikasi data anatara mikrokontroler arduino ke perangkat modern gsm wavecom. Alat yang dirancang dapat mengirimkan data yang ditangkap oleh modul GPS unblok neo 6MV2 dalam bentuk SMS dan ditampilkan dengan fasilitas google maps. [3]

b) Pemrograman Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux. Android merupakan platform bersifat open source bagi pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri. Pada umumnya digunakan pada smartphone dan juga tablet PC[4]. Contoh pembuatan aplikasi ini adalah Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Berbasis Android Bagi Pengajar Anak Usia Dini. Aplikasi tersebut dikembangkan menggunakan applybuilder.com. Pembuatan kode program menggunakan kode dalam bentuk blok-blok logika yang disusun sesuai logika program.[5]

c) Algoritma Greedy

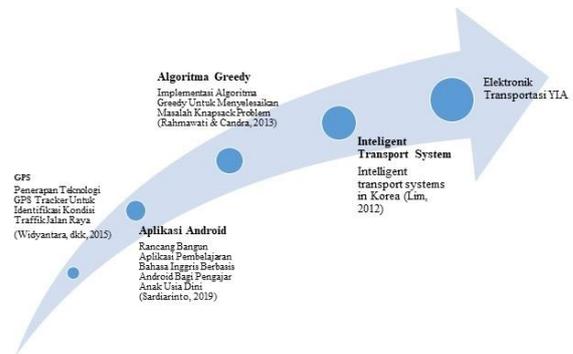
Munir dalam Ghozali dkk (2017) Algoritma Greedy adalah algoritma optimasi. Algoritma ini membentuk pemecahan langkah perlangkah. Dalam setiap langkah terdapat beberapa pilihan yang harus dipilih salah satu sebagai solusi terbaik. Contoh penerapan Algoritma Greedy adalah optimasi pencarian objek wisata yang dapat dikunjungi dengan alokasi waktu tertentu[6]. Rahmawati dan Candra (2013) mengemukakan bahwa Algoritma Greedy dapat digunakan untuk menyelesaikan knapsack problem. Algoritma Greedy

memiliki 3 sub menu, yaitu greedy by profit, greedy by weight, dan greedy by density. Dari ke 3 sub menu penyelesaian greedy by weight memiliki performa lebih rendah dibandingkan dengan greedy by profit dan greedy by density.[7]

d) Intelligent Transport System

Di Korea dikembangkan sistem transportasi yang canggih untuk mengotomatiskan operasi dan manajemen transportasi Diharapkan dengan otomatisasi tersebut akan meningkatkan efisiensi dan keamanan transportasi[8]. Untuk menunjang terciptanya Intelligent Transport system tersebut perlu dikembangkan sistem pemantau kendaraan untuk meningkatkan kepuasan pengguna. Azzahra (2016) merancang sebuah sistem tracking Bus Rapid Transit (BRT) lampung. Penelitian tersebut menghasilkan sebuah sistem tracking pada BRT dengan menggunakan perangkat GPS dan GSM (Global System for Mobile) yang digunakan untuk pengiriman informasi koordinat posisi bus[9].

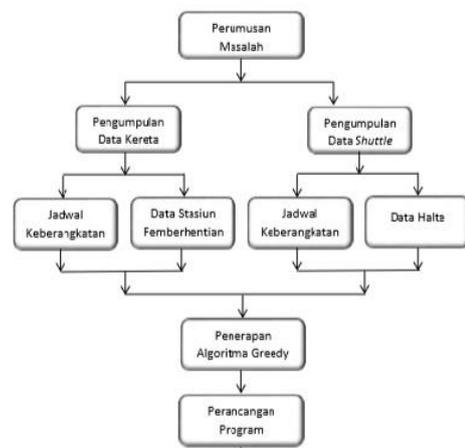
e) Roadmap Penelitian



Gambar 1 Roadmap Penelitian

METODE PENELITIAN

a) Kerangka Penelitian



Gambar 2 Kerangka Penelitian

Masalah yang ditemukan adalah belum adanya sistem informasi yang mencukupi bagi penumpang Bandara

Yogyakarta Internasional Airport untuk menuju dan keluar dari bandara. Sedangkan lokasi Bandara Yogyakarta International Airport berada diluar kota yang masih relative sepi. Hal ini bisa mengurangi minat pengguna karena kurangnya informasi tentang bagaimana menuju kota tujuan. Langkah berikutnya adalah pengumpulan data. Adapun data yang diperlukan adalah data kota tujuan, moda yang tersedia, titik pemberhentian, jadwal keberangkatan, jarak, waktu tempuh dan tarif. Data dikumpulkan dengan cara survey lapangan ke Purworejo, Magelang, Borobudur, dan Yogyakarta. Selain itu pengambilan data juga dilakukan melalui internet.

Metode Pengolahan Data

Data yang terkumpul diolah menggunakan Algoritma Greedy untuk memberikan saran kepada calon penumpang untuk memilih moda transportasi tercepat secara real time.

Data Keberangkatan kereta yang berhasil dikumpulkan adalah sebagai berikut :

Bandara YIA (Satiun Wojo) -

Sedangkan rute Damri sebagai berikut:

Untuk ShuttleQ saat ini melayani rute sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Penentuan Rute Berdasarkan Algoritma Greedy
Untuk menuju ke Bandara dapat di akses dari Borobudur, Purworejo, dan Kota Yogyakarta.

Rute yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Bandara YIA - Yogyakarta
2. Bandara YIA – Purworejo
3. Bandara YIA – Borobudur
4. Bandara YIA – Magelang

Dari Borobudur

1. Borobudur – Purworejo – Bandara YIA
2. Borobudur – Bandara YIA

Dari Purworejo

1. Purworejo – Bandara YIA

Pilihan moda transportasi dengan rute Bandara YIA – Yogyakarta ada 3 pilihan yaitu

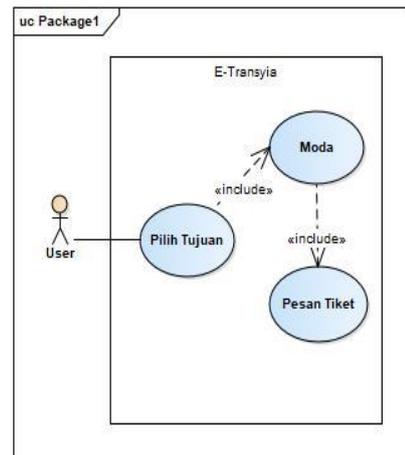
1. ShuttleQ
2. Kereta Bandara
3. Damri

Pilihan moda transportasi dengan rute Bandara YIA – Borobudur PP dilayani oleh Damri, begitupun rute Bandara YIA - Purworejo.

b) Perancangan UML

Desain sistem dilakukan dengan membuat model sistem menggunakan Diagram UML[10]

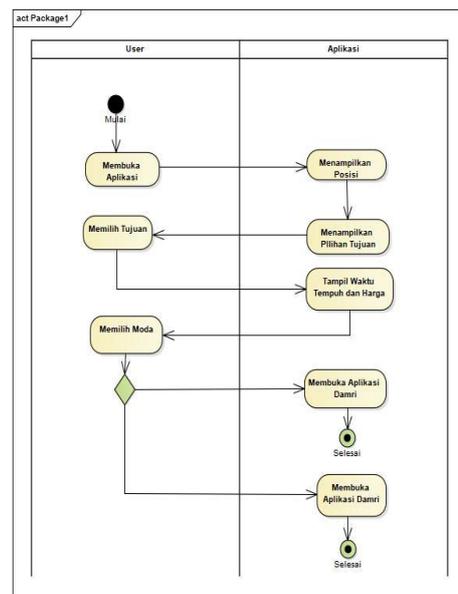
Use Case Diagram



Gambar 3. Use Case

User membuka aplikasi, kemudian terdeteksi lokasinya melalui teknologi GPS. Kemudian user memilih tujuan, aplikasi akan memunculkan pilihan moda yang tersedia beserta waktu tempuh lengkap dengan tariff, User pilih pesan tiket maka akan disambungkan ke aplikasi damri dan KA Bandara.

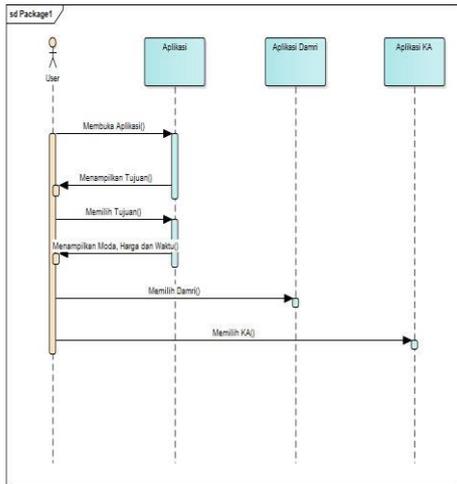
Activity Diagram



Gambar 4. Activity Diagram

Untuk activity diagram user membuka aplikasi, kemudian aplikasi akan menampilkan tujuan. User harus memilih tujuannya. Dari tujuan tersebut akan menampilkan moda yang tersedia. Dari pilihan tersebut nanti akan diarahkan ke aplikasi penyedia layanan tiket resmi.

Sequence Diagram



Gambar 5 Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan hubungan interaksi antara user dengan sistem. Didalamnya digambarkan user dan semua elemen yang terlibat, yaitu aplikasi E-TransYI, Aplikasi Kereta Bandara dan Aplikasi Damri.

c) Perancangan Antarmuka

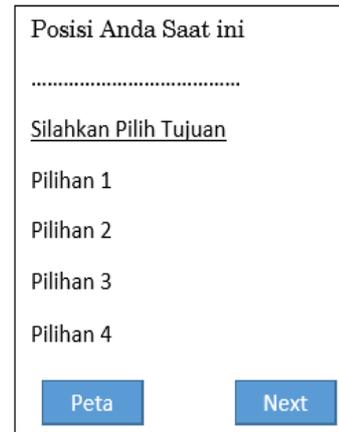
Halaman Depan / Selamat Datang



Gambar 6. Tampilan Depan

User masuk ke aplikasi, otomatis akan menampilkan halaman muka. Menunjukkan lokasi saat ini. User perlu klik Next untuk masuk kehalaman pilihan tujuan.

Halaman Pilih Tujuan



Gambar 7. Menu Pilihan Tujuan

Pilihan tujuan akan muncul tergantung pada posisi user pada saat membuka aplikasi.

Jika user berada di Bandara YIA akan muncul pilihan

1. Yogyakarta
2. Borobudur
3. Purworejo

Jika posisi selain di Bandara, pilihannya hanya Bandara YIA saja. Pilihan tujuan akan menentukan moda yang tersedia. Sesuai dengan data yang dikumpulkan akan muncul ketentuan sebagai berikut :

- a) User berada di Bandara YIA memilih tujuan Yogyakarta. Pilihan yang muncul adalah ShuttleQ, Kereta Bandara, Damri
- b) User berada di Bandara YIA memilih tujuan Borobudur maka akan muncul pilihan Damri.
- c) User berada di Bandara YIA memilih tujuan ke Purworejo maka akan muncul pilihan Damri.

Halaman Moda Pilihan



Gambar 8. Pilihan Moda Tersedia

Untuk halaman moda pilihan tergantung dari tujuan karena tidak semua tujuan dapat ditempuh dengan moda yang sama.

Jika berasal dari Bandara maka tujuan Yogyakarta akan muncul pilihan moda Shuttle, Kereta Api dan Damri. Jika yang dipilih Purworejo akan muncul pilihan Damri termasuk jika tujuan Borobudur dan Magelang. Saat ini hanya bisa ditempuh dengan menggunakan angkutan Damri.

User harus memilih untuk dapat memesan tiket sesuai dengan moda yang diinginkan. Berikutnya user akan diarahkan ke aplikasi resmi yang menjual tiket masing-masing moda.

Halaman Aplikasi Moda Pilihan

Setelah memilih moda pilihan maka user akan diarahkan menuju aplikasi penyedia tiket. Untuk aplikasi yang sudah ada saat ini baru Damri. Untuk aplikasi penyedia layanan tiket resmi menjadi target untuk penelitian pengembangan lanjutan dari penelitian ini.

KESIMPULAN

Rancangan program aplikasi ini mampu sesuai dengan permasalahan penumpang/ calon penumpang Bandara YIA. Aplikasi ini akan menunjukkan posisi pengguna, kemudian dapat menampilkan tujuan yang dapat dipilih oleh user. Kemudian aplikasi E-Transyia akan menunjukkan mode kendaraan yang dapat dipilih, biaya serta akses langsung ke aplikasi penyedia tiket. Akan tetapi untuk pilihan rute belum maksimal dikerjakan karena penelitian terpengaruh dengan merebaknya virus Covid-19 sehingga Bandara dan moda transportasi sekitarnya mengalami pembatasan operasi.

PENGHARGAAN

Terima kasih kepada DRPM yang telah membiayai penelitian ini sehingga penelitian ini dapat dijalankan sesuai dengan proposal yang telah diajukan. Selain itu juga saya ucapkan banyak terima kasih kepada rekan-rekan yang telah

membantu penelitian ini dari mulai awal sampai dapat diterbitkan pada jurnal ilmiah.

REFERENSI

- [1] R. Fadillah and L. Slamet, "Perancangan Aplikasi Mobile Learning Berbasis Android Di SMK Negeri 6 Padang," *J. Vokasional Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 61–70, 2019
- [2] O. O. Khalifa, J. Chebil, A.-H. Abdalla, and S. Hameed, "Ethical Issues In Monitoring And Based Tracking Systems," *Special Issue on Science and Ethics in Engineering.*, vol. 12, no. 5, pp. 123–129, 2012
- [3] Agus, N.. Perancangan Sistem Keamanan untuk Mengetahui Posisi Kendaraan yang Hilang Berbasis GPS dan Ditampilkan dengan Smartphone. UNY. 2016
- [4] Harahap, Nazarudin Safaat, "Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone dan Tablet PC Berbasis Android". Informatika. Bandung. 2012
- [5] Sardiarinto, "Rancang Bangun Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Berbasis Android Bagi Pengajar Anak Usia Dini" , Indonesian Journal on Networking and Security. APMMI, Vol 8 No 1, pp 44-49, 2019
- [6] A. E. Ghazali, B. D. Setiawan, and M. T. Furqon, "Aplikasi Perencanaan Wisata di Malang Raya dengan Algoritma Greedy," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer. Universitas Brawijaya*, vol. 1, no. 12, pp. 1459–1467, 2017
- [7] D. Rachmawati and A. Candra, "Implementasi Algoritma Greedy untuk Menyelesaikan Masalah Knapsack Problem," *J. SAINTIKOM*, vol. 12, no. 3, pp. 185–192, 2013
- [8] S. Lim, "Intelligent transport systems in Korea," *International Journal of Engineering and Industries.*, vol. 3, no. 4, pp. 58–64, 2013
- [9] M. Azzahra, "Implementasi Modul Global Positioning System (GPS) Pada Sistem Tracking Bus Rapid Transit (BRT) Lampung," *Univ. Lampung. Lampung*, vol. 14, no. 2, pp. 150–156, 2016.
- [10] Suendri, "Implementasi Diagram UML (Unified Modelling Language) Pada Perancangan Sistem Informasi Remunerasi Dosen Dengan Database Oracle (Studi Kasus: UIN Sumatera Utara Medan)," *J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2018, [Online].

Simulasi Model Proses Tebang Muat Angkut (TMA) *On Farm* pada Tanaman Tebu

Yayang Galuh Nur Khamidatullailiyah
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim
Malang, Indonesia
17650011@student.uin-malang.ac.id

Muhammad Ainul Yaqin
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Islam Negeri Maulana
Malik Ibrahim
Malang, Indonesia
yaqinov@ti.uin-malang.ac.id

Adi Heru Utomo
Jurusan Teknologi Informasi
Politeknik Negeri Jember
Jember, Indonesia
adiheruutomo@polije.ac.id

Abstract—Problems that often occur during Tebang Muat Angkut (TMA) season are the sugarcane production capacity that does not meet factory production targets and the accumulation of transportation queues during the sugarcane unloading process. To minimize the TMA process's occurrence, the researcher conducted a simulation to analyze the effective time. The software used in making the TMA simulation is AnyLogic. In this study, researchers used three sources representing sugarcane, land, and transportation. Delay time, arrival time, and capacity are variables that will be tested. The type of arrival time used is the *arrival rate* and *arrival schedule*. Researchers used a discrete event simulation model because it implements a system modeling process related to scheduling time. From the experiments that have been done, the arrival time of the sugarcane source is 1 / second, the land source is 1 / hour, and the transportation source is 1 / hour. Then the load capacity of transportation is 600 sugarcane. Then, delay time of cutting and bundle of sugarcane 0.5,1,1.5 seconds; load 0.5,1,1.5 hours; transportation 2,3,4 hours; and unload 0.5,1,1.5 seconds. The best time estimate in the simulation uses the *arrival rate* of 33.30 seconds, while in the *arrival schedule*, the estimated time is 33.72 seconds.

Keywords— TMA, AnyLogic, discrete event simulation

Abstrak— Masalah yang sering terjadi pada saat musim Tebang Muat Angkut (TMA) tebu yaitu kapasitas produksi tebu yang tidak memenuhi target produksi pabrik dan terjadinya penumpukan antrian transportasi pada proses bongkar tebu. Untuk meminimalisir terjadinya masalah pada proses TMA maka peneliti melakukan simulasi untuk menganalisa waktu yang efektif. Software yang digunakan dalam membuat simulasi TMA yaitu AnyLogic. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan tiga *source* yang merepresentasikan tebu, lahan, dan transportasi. *Delay time*, waktu kedatangan, dan kapasitas merupakan variabel yang akan diuji coba. Jenis waktu kedatangan yang digunakan yaitu *arrival rate* dan *arrival schedule*. Peneliti menggunakan model *discrete event simulation* karena simulasi ini menerapkan proses pemodelan sistem yang berkaitan dengan waktu penjadwalan. Dari percobaan yang telah dilakukan, diperoleh waktu kedatangan *source* tebu 1/seconds, *source* lahan 1/hours, dan *source* transportasi 1/hours. Lalu kapasitas muat dari transportasi sebesar 600 tebu. Kemudian, *delay time* tebang dan *bundle* tebu 0.5,1,1.5 seconds; muat 0.5,1,1.5 hours; angkut 2,3,4 hours; dan bongkar 0.5,1,1.5 seconds. Estimasi waktu terbaik pada simulasi menggunakan *arrival rate* sebesar 33.30 seconds, sedangkan pada *arrival schedule* estimasi waktu sebesar 33.72 seconds.

Keywords— TMA, AnyLogic, discrete event simulation

PENDAHULUAN

Pada saat memasuki musim Tebang Muat Angkut (TMA) tebu seringkali tenaga kerja tidak memperhitungkan waktu antara proses tebang, bundle tebu, muat, angkut, dan bongkar. Sehingga hal ini dapat mengakibatkan beberapa masalah seperti tidak dapat memenuhi kapasitas produksi tebu yang masuk ke pabrik dan terjadinya penumpukan antrian transportasi pada proses bongkar tebu [1].

Simulasi proses bisnis dalam lingkungan visual memungkinkan untuk menganalisis, meningkatkan dan mengoptimalkan proses yang menghasilkan pendekatan yang efektif dan realistis untuk manajemen proses bisnis. Oleh karena itu, dilakukan simulasi untuk menganalisa waktu yang efektif pada siklus tebang, muat, dan angkut. Simulasi juga dilakukan untuk melihat keterkaitan pada masing-masing variabel input. Salah satu *software* simulasi yang dapat digunakan yaitu, Anylogic[2].

Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan simulasi menggunakan anylogic terkait simulasi model proses bisnis pada permainan Hay Day. Proses simulasi ini dilakukan untuk membandingkan jumlah produk permainan Hay Day dan simulasi. Eksperimen yang dibuat pada simulasi permainan Hay Day adalah penambahan slot antrian pembuatan produk pada setiap mesin pengolahan yang menghasilkan produk lebih banyak. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan jumlah slot sangat berpengaruh untuk menghasilkan jumlah produk. Semakin banyak slot yang digunakan maka produk yang dihasilkan akan lebih banyak pula[2].

Dalam penelitian ini, peneliti menerapkan kapasitas tebu dan penentuan waktu antrian untuk diimplementasikan pada proses simulasi antrian Tebang Muat Angkut. Simulasi kemudian dilakukan menggunakan software Anylogic. Peneliti menggunakan tiga *source* yang merepresentasikan tebu, lahan, dan transportasi. Untuk melakukan simulasi, variabel yang diubah adalah *delay time*, waktu kedatangan, dan kapasitas. Pada waktu kedatangan menggunakan dua jenis kedatangan yaitu, *arrival rate* dan *arrival schedule*. *Arrival rate* digunakan apabila kedatangan agen dihasilkan pada tingkat kedatangan yang spesifik. Sedangkan *Arrival schedule* digunakan apabila agen dibuat menggunakan *arrival schedule*, yaitu jadwal yang menentukan berapa banyak agen yang harus dibuat pada saat-saat tertentu. Dua jenis kedatangan tersebut dipilih karena paling sesuai diterapkan dalam simulasi TMA.

Model simulasi merupakan salah satu bentuk model matematis yang bersifat deskriptif atau prediktif. Model simulasi sangat efektif digunakan untuk sistem yang relatif kompleks untuk pemecahan masalah dari model tersebut[3]. Simulasi memiliki metode tertentu untuk memetakan sistem

nyata menjadi sistem simulasi. Terdapat 3 metode simulasi, yaitu *system dynamics*, *discrete-event simulation*, dan *agent based simulation*. *System dynamics* adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan sistem yang dinamis (berubah dari waktu ke waktu), dimana dalam sistem tersebut terdapat hubungan sebab akibat antar variabel yang terjadi dalam sistem umpan balik. *Discrete event simulation* (DES) adalah suatu simulasi dimana perubahan statusnya terjadi pada titik-titik diskrit dalam waktu yang dipicu oleh kejadian (*event*). *Agent based modelling* adalah suatu metode yang digunakan untuk eksperimen dengan melihat pendekatan dari bawah ke atas bagaimana interaksi perilaku-perilaku individu dapat mempengaruhi perilaku sistem.

Penggunaan model *discrete event simulation* ini cocok digunakan dalam proses TMA dikarenakan simulasi ini menerapkan proses pemodelan sistem yang berkaitan dengan waktu penjadwalan. Simulasi yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu yang efektif dalam melaksanakan kegiatan TMA agar kapasitas produksi tebu dapat memenuhi target produksi pasar dan juga mencegah terjadinya penumpukan antrian transportasi pada proses bongkar tebu. Dengan menggunakan model simulasi ini, diharapkan kegiatan TMA dapat memiliki waktu yang lebih efektif, sehingga bisa memenuhi kapasitas produksi tebu yang masuk ke pabrik serta mencegah terjadinya penumpukan transportasi pada proses bongkar tebu.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pemodelan dan Simulasi

Model adalah suatu deskripsi atau analogi yang digunakan untuk membantu menggambarkan sesuatu yang tidak dapat diamati secara langsung [4]. Pada umumnya model didefinisikan sebagai suatu representasi sistem nyata. Sistem nyata adalah sistem yang sedang berlangsung di dunia nyata dan menjadi permasalahan yang sedang diteliti. Model dapat dikatakan juga sebagai representasi dari sistem. Suatu sistem real dapat dibuat modelnya agar dapat dengan mudah dipelajari dan ditingkatkan performanya tanpa harus melalui serangkaian eksperimen terhadap sistem real. Pemodelan dalam *science dan engineering* dilakukan dengan menurunkan perilaku sistem yang sebenarnya dalam bentuk variabel-variabel dimana keterkaitan diantaranya dapat diperlihatkan dalam suatu persamaan matematis.

Menurut Law and Kelton (2007), dikutip dari [5] simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses – proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa dipelajari secara ilmiah. Simulasi merupakan alat yang tepat untuk digunakan terutama jika diharuskan untuk melakukan eksperimen dalam rangka mencari komentar terbaik dari komponen-komponen sistem [6]. Hal ini dikarenakan sangat mahal dan memerlukan waktu yang lama jika eksperimen dicoba secara riil. Dengan melakukan studi simulasi maka dalam waktu singkat dapat ditentukan keputusan yang tepat serta dengan biaya yang tidak terlalu besar karena semuanya cukup dilakukan dengan komputer [7].

B. AnyLogic

AnyLogic adalah perangkat lunak simulasi yang digunakan untuk membuat lingkungan prototipe virtual. Anylogic mendukung perancangan simulasi perilaku diskrit,

kontinu, dan campuran dari sistem yang kompleks [8]. Pada AnyLogic terdapat menu *palette* yang menyediakan daftar elemen model grafis. Berikut adalah beberapa elemen yang digunakan dalam simulasi TMA [9]:

1. Source

Elemen *source* biasanya digunakan sebagai titik awal dari model proses. Dalam beberapa kasus, ada yang menggunakan dua atau lebih *block source* untuk mengimplementasikan pola kedatangan yang lebih kompleks. Pada *source* ini, pengguna dapat mengatur kedatangan *agent* dengan mengatur pada bagian *properties*. Terdapat enam kedatangan yaitu, *arrival rate*, *interarrival time*, *Arrival table in Database*, *Rate schedule*, *Arrival schedule*, dan *Calls of inject() function*.

Arrival rate digunakan apabila kedatangan agen dihasilkan pada tingkat kedatangan yang spesifik. *Interarrival time* merupakan ekspresi yang digunakan untuk mengevaluasi waktu tunda pada setiap agen [10]. Jika *interarrival time* digunakan dan terkadang mengevaluasi hingga tak terbatas, *source* berhenti menghasilkan agen dan tidak akan dilanjutkan. *Arrival table in Database* digunakan apabila agen dibuat sesuai dengan catatan pada tabel database yang ditentukan. *Rate schedule* digunakan apabila agen dibuat menggunakan *rate schedule*, yaitu jadwal yang menentukan bagaimana tarif kedatangan berubah seiring waktu. *Arrival schedule* digunakan apabila agen dibuat menggunakan *arrival schedule*, yaitu jadwal yang menentukan berapa banyak agen yang harus dibuat pada saat-saat tertentu. *Calls of inject() function* digunakan apabila agen tidak dibuat secara otomatis dan hanya dibuat pada panggilan metode *inject ()*.

2. Queue

Elemen antrian (*buffer*) agen yang menunggu untuk diterima oleh objek berikutnya dalam aliran proses. Antrian dapat berupa FIFO (*default*), LIFO, atau berbasis prioritas.

3. Pickup - Dropoff

Pickup menghapus agen dari objek *Queue* tertentu dan menambahkannya ke konten dari agen *container*. Ada beberapa kondisi pickup yang diberikan, berupa: *all agents*, *first N agents*, *exact quantity of agents* (blok akan menunggu sampai jumlah yang ditentukan tercapai), dan agen dengan kondisi yang diberikan benar. Agen yang ditambahkan nantinya dapat diturunkan menggunakan objek Dropoff.

Dropoff menghapus agen yang terdapat dalam agen *container* yang masuk dan mengeluarkannya melalui *port outDropoff*. Sama halnya dengan Pickup yang digunakan untuk menambahkan agen ke wadah, di sini agen dihapus sesuai dengan mode yang diberikan: *all agents*, *given number*, atau semua yang memenuhi kondisi yang diberikan.

4. Service

Elemen *service* merupakan gabungan antara *delay* dan *queue*, sehingga dapat digunakan untuk mengumpulkan sejumlah unit sumber daya, menunda agen dengan mengatur *delay time*-nya, kemudian melepaskan agen tersebut. Untuk dapat menjalankan *service*, kita harus mendefinisikan sumber daya yang digunakan pada kolom *Resource sets*.

5. Resource Pool

Mendefinisikan satu set unit sumber daya yang dapat dimasukkan dan dilepaskan oleh agen menggunakan blok

Seize, Release, Assembler atau *Service*. *Resource* terdiri dari tiga jenis yaitu, statis, bergerak (*moving*), dan portabel. Statis terikat ke lokasi tertentu (yaitu *node*) di dalam jaringan dan tidak dapat dipindahkan. *Resource moving* dapat bergerak sendiri, mereka dapat mewakili staf ataupun kendaraan. Lalu sumber daya portabel dapat dipindahkan oleh agen atau dengan memindahkan sumber daya tersebut.

6. Sink

Elemen yang digunakan untuk menyelesaikan agen, biasanya merupakan titik akhir dalam model proses. Agen tidak akan dihapus dari model jika tidak terhubung di akhir prosesnya dengan blok *sink* atau *exit*.

C. Discrete Event Simulation (DES)

Discrete Event Simulation (DES) adalah suatu model dalam sistem yang ditunjukkan sebagai kondisi variabel yang berubah seketika pada titik waktu (*point in time*) yang terpisah. (dalam persamaan matematika dapat dikatakan sistem berubah dalam titik waktu tertentu secara *z*). Dalam titik waktu ini akan terjadi suatu event, dimana event didefinisikan sebagai suatu kejadian yang dapat mengubah kondisi suatu sistem. DES digunakan untuk memodelkan suatu sistem yang berevolusi terhadap waktu sedemikian sehingga variabel state sistem hanya berubah nilai pada waktu-waktu tertentu yang banyaknya dapat dihitung. Contohnya adalah antrian. Pada sistem antrian, secara analitis sistem ini merupakan model yang mempunyai sifat kedatangan pelanggan ke dalam sistem dan kecepatan pelayanannya adalah menuruti distribusi Eksponensial. Sehingga, akan dengan mudah untuk menerapkan persamaan dan solusinya. Meskipun DES dapat diselesaikan secara analitis namun banyaknya data yang harus disimpan, dimanipulasi untuk kejadian di dunia real menunjukkan bahwa DES harus diselesaikan secara komputasi.

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian simulasi Tebang Muat Angkut (TMA). Langkah pertama melakukan pengamatan pada proses TMA. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui proses bisnis dari TMA. Selanjutnya, penelitian dilanjutkan dengan melakukan perancangan skenario kebutuhan dari proses bisnis TMA. Langkah ketiga melakukan pemodelan dan simulasi proses bisnis. Pemodelan dan simulasi TMA dilakukan menggunakan perangkat lunak AnyLogic.

Metode simulasi yang digunakan pada anylogic yaitu *Discrete Event Simulation* (DES). Dari beberapa metode simulasi yang ada, metode DES merupakan metode yang paling sesuai untuk mensimulasikan proses TMA karena, metode ini dapat digunakan untuk memodelkan suatu sistem yang berkaitan dengan waktu penjadwalan dan proses antrian. Pada DES, suatu kejadian (*event*) akan mempengaruhi kejadian (*event*) yang akan berlangsung selanjutnya. Kejadian-kejadian yang biasa terdapat dalam simulasi TMA diantaranya adalah kedatangan entitas tebu ke sebuah lahan, kegiatan tebang, selesainya aktivitas tebang tebu, kegiatan muat, kegiatan angkut, kegagalan resource, dan selesainya sebuah aktivitas TMA. Langkah terakhir yaitu melakukan analisis terhadap jadwal kedatangan dan delay pada simulasi TMA. Beberapa tahapan, ditunjukkan dengan kerangka konseptual pada Fig. 1.

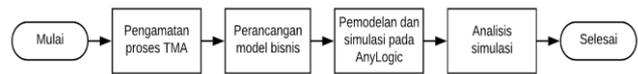


Fig 1. Kerangka Konseptual Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian simulasi Tebang Muat Angkut (TMA) menggunakan AnyLogic, peneliti menggunakan tiga *source*, yaitu tebu, lahan, dan transportasi dengan masing-masing kapasitas yang sudah ditentukan. *Maximum number of arrivals* pada masing-masing *source* tebu, lahan, dan transportasi secara berurutan bernilai 3000, 6, dan 5.

Penelitian menggunakan dua jenis *arrival defined by*, yaitu *rate* dan *arrival schedule* dalam melakukan simulasi proses TMA. Alasan menggunakan dua jenis kedatangan di atas karena fungsi dan penerapannya sesuai dengan simulasi yang akan dilakukan. Jenis kedatangan *rate* dilakukan untuk agen yang datang berdasarkan tingkat kedatangan (*arrival rate*) sedangkan *arrival schedule* dilakukan untuk agen yang dibuat menggunakan jadwal kedatangan. 3000, 6, dan 5.

Peneliti melakukan lima uji coba simulasi TMA menggunakan *Arrival rate*. Pada *source* tebu dan lahan, *arrival rate* dianggap sinkron sedangkan pada *source* transportasi dibuat berbeda karena peneliti hanya mengambil aktivitas mulai dari kegiatan tebang hingga bongkar di pabrik. Pada elemen pickup di lahan menggunakan jenis *exact quantity (wait for)* untuk menentukan kapasitas tebu pada setiap lahan. Sedangkan, untuk kapasitas muat pada transportasi menggunakan pickup jenis *quantity (if available)*. Oleh karena itu, input yang digunakan dalam percobaan ini berupa *arrival rate*, delay time, dan kapasitas pickup. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

TABLE I. HASIL SIMULASI MENGGUNAKAN ARRIVAL RATE

Source		U1	U2	U3	U4	U5
T e b u	Arrival rate	5/sec	30/sec	1/sec	1/sec	10/sec
	Kapasitas pickup	500	500	500	500	500
L a h a n	Arrival rate	15/min	1/min	4/hours	1/hours	1/hours
	Delay	Tebang sec	1,1.5,2 min	1,2,3 hours	0.5, 1, 1.5 sec	0.5,1,1.5 min
	Bundel tebu	0.5,1,1.5 min	1, 1.5, 2 sec	0.5,1,1.5 min	0.5,1,1.5 sec	0.5,1,1.5 min
T r	Arrival rate	5/hours	9/hours	1/hours	1/hours	5/hours

a n s p o r t a s i	Kapasitas pick Bundle	600	600	600	600	600	
	De lay	Muat	1,1.5,2 h	1,1.5,2 min	0.5,1,2 min	0.5,1,1.5 hours	0.5,1,1.5 min
		Angkut	1,2,3 hours	1,1.5,2 hours	1,1.5,2 min	2,3,4 hours	2, 3, 4 min
	Bongkar	1,1.5,2 min	0.5,1,1.5 min	0.5,1,1.5 min	0.5,1,1.5 sec	0.5,1,1.5 min	
	Waktu Simulasi	19,28 sec	35,06 sec	47,65 sec	33,30 sec	52,02 sec	
	Output	Gagal	Gagal	Gagal	Berhasil	Berhasil	
	Keterangan	202	1.678	685	3000	3000	

Hasil percobaan simulasi yang tidak sesuai menggunakan *arrival rate* ditunjukkan pada Fig. 2. Delay time yang tidak sinkron antara bundle tebu dengan source transportasi mengakibatkan terjadinya penumpukan pada antrian bundle tebu sehingga, hanya beberapa tebu yang bisa dimuat ke transportasi.

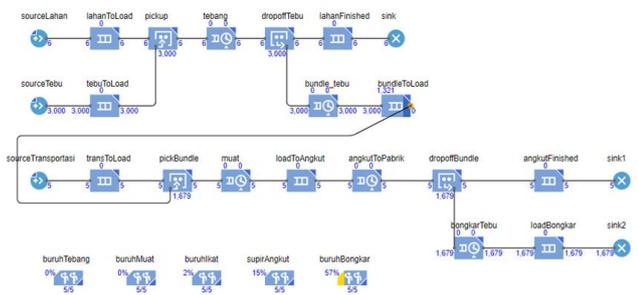


Fig. 2. Hasil Simulasi ke-2 Menggunakan *Arrival rate*

Fig. 3 menunjukkan hasil simulasi yang *output*-nya sesuai dengan *input* tebu yang masuk dimana *delay time* dan kapasitas pickup sudah sinkron, sehingga tidak terjadi penumpukan pada elemen.

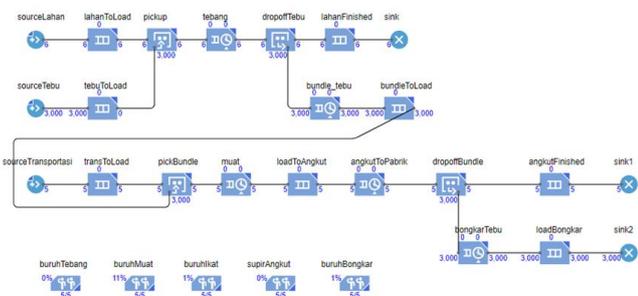


Fig. 3. Hasil Simulasi ke-4 Menggunakan *Arrival rate*

Peneliti menggunakan uji simulasi ke-4 pada tabel 1 karena memiliki estimasi waktu yang paling cepat. Berdasarkan simulasi tersebut, dilakukan percobaan kembali

untuk mendapatkan waktu simulasi yang paling efektif dimana *arrival rate* tebu dan transportasi dibuat mendekati uji 4. Beberapa uji simulasi untuk dianalisis terdapat pada tabel 2 berikut.

TABLE II. SIMULASI ANALISIS WAKTU MENGGUNAKAN ARRIVAL RATE

No .	Tebu*	Transport*	Waktu (s)	Ket
1	15	5	23.22	Gagal
2	25	6	25.25	Gagal
3	1	1	33.30	Berhasil
4	20	2	32.50	Berhasil
5	10	2	32.70	Berhasil
6	30	3	34.00	Berhasil
7	50	3	33.00	Berhasil
8	60	7	28.69	Gagal

*Tebu = *arrival rate* tebu (seconds)

*Transportasi = *arrival rate* transportasi (hours)

Berdasarkan tabel diatas, peneliti mengimplementasikan ke dalam bentuk grafik seperti terdapat pada Fig. 4 di bawah ini.

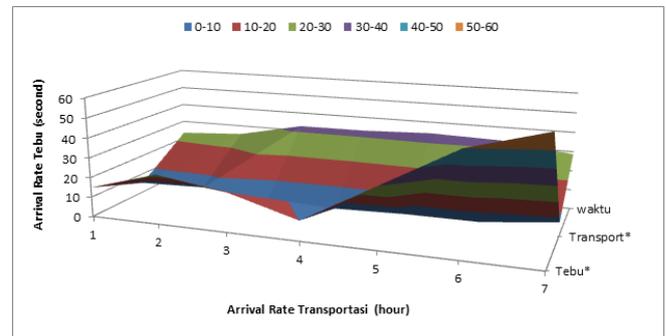


Fig. 4. Grafik *Arrival rate*

Selanjutnya peneliti melakukan uji simulasi kapasitas muat menggunakan *arrival rate* untuk mengetahui *output* yang akan didapatkan sehingga bisa diketahui kapasitas muat yang sesuai seperti pada tabel 3 berikut.

TABLE III. SIMULASI PADA KAPASITAS MUAT MENGGUNAKAN ARRIVAL RATE

No.	Tebu*	Transport*	Kapasitas Muat	Waktu (s)	Output	Ket
1	15	5	800	30.28	2400	Gagal
2	25	6	700	41.06	2800	Gagal
3	1	1	600	33.30	3000	Berhasil
4	20	2	300	26.26	1500	Gagal
5	10	2	200	21.90	1000	Gagal

6	30	3	400	35.67	2000	Gagal
7	50	3	450	35.63	2250	Gagal
8	60	7	500	36.33	2500	Gagal

*Tebu = arrival rate tebu (seconds)

*Transportasi = arrival rate transportasi (hours)

Berdasarkan tabel diatas, kapasitas muat pada uji ketiga merupakan yang paling sesuai untuk diterapkan dalam simulasi TMA dengan nilai kapasitas muat senilai 600 dan output tebu yang berhasil diproses senilai 3000.

TABLE IV. HASIL SIMULASI MENGGUNAKAN ARRIVAL SCHEDULE

Source (Schedule)		U1	U2	U3	U4	U5
Tebu	Repeat Every	5/s	30/s	1/s	1/sec	10/sec
	Kapasitas pickup	500	500	500	500	500
Lahan	Repeat Every	15/min	1/min	4/hours	1/hours	1/hours
	Kapasitas pickup	500	500	500	500	500
Delay Time	tebang	1,1.5,2 sec	1,2,3 min	1,2,3 hours	0.5,1,1.5 sec	0.5,1,1.5 min
	bundle tebu	0.5,1,1.5 min	1,1.5,2 sec	0.5,1,1.5 min	0.5,1,1.5 sec	0.5,1,1.5 min
Transportasi	Repeat Every	5/hours	9/hours	1/hours	1/hours	5/hours
	Kapasitas pickBundle	600	600	600	600	600
Delay Time	muat	1,1.5,2 hours	1,1.5,2 min	0.5,1,2 min	0.5,1,1.5 hours	0.5,1,1.5 min
	angkut	1,2,3 hours	1,1.5,2 hours	1,1.5,2 min	2,3,4 hours	2,3,4 min
	bongkar	1,1.5,2 min	0.5,1,1.5 min	0.5,1,1.5 min	0.5,1,1.5 sec	0.5,1,1.5 min
Waktu Simulasi		30,05 sec	39,30 sec	91,66 sec	33,72 sec	80,64 sec

Output	Gagal	Gagal	Gagal	Berhasil	Berhasil
Keterangan	600	11	2400	3000	3000

Simulasi ke-1 dari tabel 4 di atas disajikan pada Fig.5 berikut, dimana output yang keluar sebesar 600 buah tebu. Hal ini terjadi karena waktu pickup pada source lahan yang tidak sinkron dengan source tebu sehingga tidak semua tebu dapat dimuat ke lahan. Kemudian, waktu yang tidak sinkron juga terjadi pada source transportasi sehingga hanya satu transportasi saja yang dapat diproses hingga akhir.

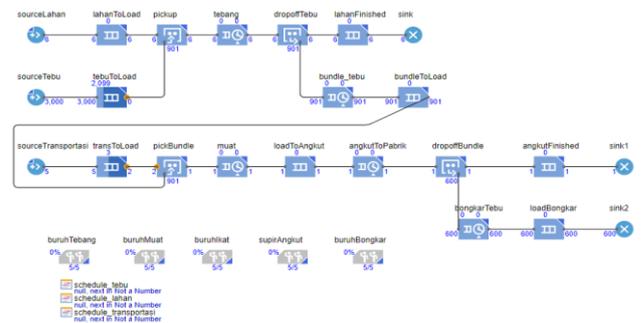


Fig. 5. Hasil Simulasi ke-1 Menggunakan Arrival schedule

Simulasi uji ke-4 dari tabel 4 ditunjukkan pada Fig. 6 yang memiliki nilai output sebesar 3000 tebu. Delay time pada setiap source memiliki waktu yang sinkron sehingga menghasilkan nilai output yang sesuai dengan nilai input.

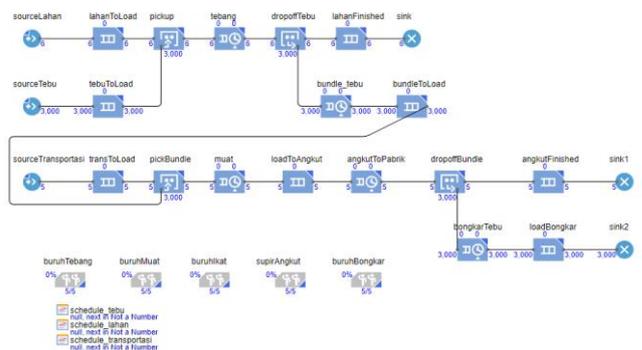


Fig. 6. Hasil Simulasi ke-4 Menggunakan Arrival schedule

Seperti pada pembahasan sebelumnya, peneliti menggunakan uji simulasi ke-4 pada tabel 4 karena memiliki estimasi waktu yang paling cepat. Berdasarkan simulasi tersebut, dilakukan percobaan kembali untuk mendapatkan waktu simulasi yang paling efektif dimana arrival schedule source tebu dan transportasi dibuat mendekati uji 4. Uji simulasi analisis waktu menggunakan arrival schedule disajikan pada tabel 5.

TABLE V. SIMULASI ANALISIS WAKTU MENGGUNAKAN ARRIVAL SCHEDULE

Uji	Tebu*	Transport*	Waktu (s)	Ket
1	15	5	34.84	Gagal
2	25	6	32.42	Gagal

3	1	1	33.97	Berhasil
4	20	2	75.82	Berhasil
5	10	2	47.55	Berhasil
6	30	3	105.56	Berhasil
7	50	3	165.50	Berhasil
8	60	7	19.19	Gagal

Berdasarkan tabel 5 diatas, peneliti mengimplementasikan ke dalam bentuk grafik yang terdapat pada Fig.7 di bawah ini.

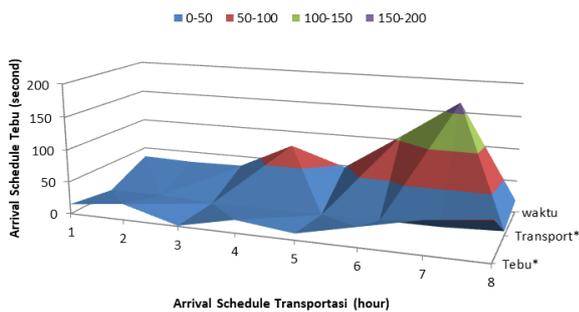


Fig. 7. Grafik Arrival schedule

Selanjutnya peneliti melakukan uji simulasi pada kapasitas muat dengan menggunakan *arrival schedule* untuk mengetahui *output* yang didapatkan sehingga dapat dianalisa kapasitas muat yang sesuai. Simulasi kapasitas muat transportasi menggunakan *arrival schedule* terdapat pada tabel 6.

TABLE VI. SIMULASI PADA KAPASITAS MUAT MENGGUNAKAN ARRIVAL SCHEDULE

No.	Tebu*	Transportasi*	Kapasitas Muat	Waktu (s)	Output	Ket
1	15	5	800	54.30	2400	Gagal
2	25	6	700	94.68	2800	Gagal
3	1	1	600	33.97	3000	Berhasil
4	20	2	300	47.12	1500	Gagal
5	10	2	200	44.33	1000	Gagal
6	30	3	400	76.17	2000	Gagal
7	50	3	450	139.4	2250	Gagal
8	60	7	500	166.4	2500	Gagal

*Tebu = *arrival schedule* tebu (seconds)

*Transportasi = *arrival schedule* transportasi (hours)

Berdasarkan tabel diatas, kapasitas muat pada uji ketiga merupakan yang paling sesuai untuk diterapkan dalam simulasi TMA dengan nilai kapasitas muat senilai 600 dan output tebu yang berhasil diproses senilai 3000. Untuk nilai kapasitas yang ± 600 maka output yang dihasilkan tidak sesuai dengan input.

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa penggunaan jumlah kapasitas muat yang mampu diangkat oleh masing-masing transportasi berpengaruh terhadap kapasitas produksi tebu. Simulasi TMA dengan kapasitas muat senilai 600 mampu menghasilkan 3000 output tebu yang berhasil diproses dengan hanya memakan durasi sebesar 33.97 s. Hal ini dapat terjadi karena, tidak adanya penumpukan antrian transportasi pada proses bongkar tebu.

Sehingga tujuan dari penelitian ini telah berhasil dilaksanakan yakni terkait analisis waktu yang efektif dalam melaksanakan kegiatan TMA agar kapasitas produksi tebu dapat memenuhi target produksi pasar dan juga mencegah terjadinya penumpukan antrian transportasi pada proses bongkar tebu sehingga bisa menghasilkan waktu yang efektif.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kapasitas tebu, *delay time*, dan antrian berpengaruh terhadap hasil waktu yang efektif dalam melaksanakan kegiatan TMA berdasarkan *arrival rate* dan *arrival schedule*. Sedangkan pada penelitian sebelumnya tentang simulasi model proses bisnis pada permainan Hay Day yang dibuat dengan menambahkan jumlah slot pada setiap mesin pengolahan produk yang terdapat pada setiap level yang bertujuan untuk mendapatkan hasil produk yang lebih banyak. Hasil penelitian dari simulasi permainan Hay Day dengan AnyLogic digunakan untuk pengambilan keputusan dalam meningkatkan level permainan.

KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi Tebang Muat Angkut (TMA) yang telah dilakukan dengan menggunakan dua jenis kedatangan yaitu, *arrival rate* dan *arrival schedule*, maka dapat disimpulkan bahwa sinkronnya waktu kedatangan, *delay time* dan kapasitas akan menghasilkan output yang sesuai serta estimasi waktu terbaik. Waktu terbaik dari *arrival rate* dan *arrival schedule* diperoleh apabila waktu kedatangan *source* tebu adalah 1/seconds, *source* lahan 1/hours, dan *source* transportasi adalah 1/hours. Lalu kapasitas muat dari transportasi adalah 600 tebu. Kemudian, *delay time* tebang dan *bundle* tebu 0.5,1,1.5 seconds; muat 0.5,1,1.5 hours; angkut 2,3,4 hours; dan bongkar 0.5,1,1.5 seconds. Estimasi waktu terbaik pada simulasi menggunakan *arrival rate* sebesar 33.30 seconds, sedangkan pada *arrival schedule* estimasi waktu sebesar 33.72 seconds.

REFERENSI

- [1] I. E. Kurniawan and Purwono, "Tebang, Muat dan Angkut di Wilayah PG Madukismo, Yogyakarta," *Agrohorti*, vol. 6, no. 3, pp. 354–361, 2018.
- [2] M. A. Yaqin, E. F. Febriana, Y. Rahmawati, and N. R. P., "Simulasi Model Proses Bisnis pada Permainan Hay Day," *Seniati*, pp. 20–29, 2019.
- [3] N. K. Kadir, "Survey Aplikasi Pemodelan Dan Simulasi Proses Bisnis Open Source," *Matics*, vol. 10, no. 2, pp. 59–64, 2018.
- [4] R. A. Mahessya, R. Pramana, Gushelmi, and Ikhsan, "Penerapan Queueing Theory Pada Sistem Antrian," *J. Sains dan Inform.*, pp. 9–16, 2017.
- [5] M. I. Nashrulhaq, C. Nugraha, and A. Imran, "Model Simulasi Sistem Antrean Elevator," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 02, no. 01, pp. 121–131, 2014.
- [6] A. T. Sinaga, M. Syahrizal, and M. Panjaitan, "Aplikasi Simulasi Antrian Pembayaran Pajak Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode First in First Out (Fifo) (Studi Kasus Samsat Tamiang)," *Pelita Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 77–83, 2017.
- [7] A. Thoriq, W. K. Sugandi, R. M. Sampurno, and R. P. Aji, "STUDI SIKLUS WAKTU PROSES MUAT ANGKUT TEBU SECARA MEKANIS DI PG. JATITUJUH, MAJALENGKA, JAWA BARAT," *J. Teknotan*, vol. 11, no. 1, pp. 61–67, 2017.

- [8] M. A. Yaqin, R. Samo, and A. C. Fauzan, "Scalability measurement of business process model using business processes similarity and complexity," *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, vol. 2017-December, no. September, 2017.
- [9] D. Ivanov, "Operations and Supply Chain Simulation with AnyLogic 7 . 2," *Oper. supply Chain Simul. with AnyLogic 7.2 Decis. Introd. notes master students. E-textbook, Berlin Sch. Econ. Law (preprint).*, no. 2, p. 97, 2017.
- [10] M. Fadlilah, S. Sugito, and R. Rahmawati, "Sistem Antrian Pada Pelayanan Customer Service Pt. Bank X," *J. Gaussian*, vol. 6, no. 1, pp. 71–80, 2017.