



Dewan Editor (*Editorial Board*)

Ketua Editor (*Chief Editor*)

Husni Thamrin, UMS (Scopus ID: 6504658751)

Editor Pelaksana (*Managing Editors*)

Fajar Suryawan, UMS (Scopus ID: 26644502100)
Gunawan Ariyanto, UMS (Scopus ID: 54911963500)
Nurgie Nurgiyatna, UMS (Scopus ID: 34168065700)

Anggota Dewan Editor (*Board of Editors*)

Didiek Wiyono, Universitas Sebelas Maret
Teguh Bharata Adji, Universitas Gadjah Mada
Sri Karnila, Informatics and Business Institute Darmajaya, Bandar Lampung
Asslia Johar Latipah, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
Yogiek Indra Kurniawan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Mitra Bestari (*Reviewers*)

Mitra bestari yang terlibat dalam tiap penerbitan bervariasi. Daftar mitra bestari dapat dilihat pada bagian belakang

Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika merupakan jurnal ilmiah nasional terakreditasi peringkat 2 berdasarkan SK DRPM Kemenristekdikti no. 21/E/KPT/2018 tanggal 9 Juli 2018 berlaku untuk vol. 2 no. 1 sampai vol. 6 no. 2. Jurnal memuat artikel ilmiah dalam rumpun Informatika yang meliputi bidang rekayasa perangkat lunak (*software engineering*), pengembangan sistem informasi, sistem komputer, dan jaringan komputer. Jurnal ini diterbitkan oleh Muhammadiyah University Press, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

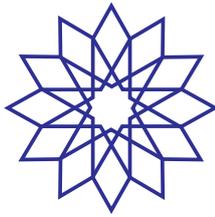
Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika is a national scientific journal that publishes scientific research papers/ articles or reviews in the field of Computer Systems and Informatics. The journal is accredited at level 2 according to decree of DRPM Ministry of Research and Higher Education number 21/E/KPT/2018 dated July 9th, 2018 which is valid since vol 2 issue 1 until vol 6 issue 2. The scope of this journal includes software engineering, information systems development, computer systems and computer networking. The journal is published by Muhammadiyah University Press (MUP), Universitas Muhammadiyah Surakarta.



Crossref

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS





Pengantar Editor

Puji syukur kami haturkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat dan ijinnya sehingga jurnal Khazanah Informatika volume 4 nomor 2 bulan Desember 2018 dapat diterbitkan. Semoga penerbitan ini menambah koleksi dan direktori ilmu pengetahuan khususnya pada bidang ilmu komputer dan informatika.

Terbitan kali ini berisi sebelas artikel. Artikel ditulis oleh para peneliti dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia, baik negeri maupun swasta.

Kami selaku editor mengucapkan terima kasih atas kepercayaan para penulis untuk mempublikasikan artikelnya di jurnal Khazanah Informatika. Kepercayaan ini akan kami jaga dengan merawat mutu jurnal ini. Selama bulan Januari-Desember 2018, kami mendapat kiriman 67 artikel, 19 artikel diputuskan untuk diterbitkan, 8 masih dalam proses review (untuk diterbitkan pada edisi mendatang jika diterima) dan 40 artikel tidak diteruskan ke proses penerbitan dengan berbagai alasan. Setiap artikel yang dikirim langsung diproses dan lama proses review sebuah artikel adalah rata-rata 43 hari sejak dikirim hingga dinyatakan diterima.

Mutu jurnal ini telah diakui secara resmi oleh DRPM Kemenristekdikti dengan menempatkan pada **peringkat 2 akreditasi jurnal** berdasarkan SK no. 21/E/KPT/2018 tanggal 9 Juli 2018 berlaku untuk vol. 2 no. 1 sampai vol. 6 no. 2. Selain itu reputasi jurnal Khazanah Informatika telah diakui lembaga internasional karena sejak Oktober 2016, jurnal telah terindeks oleh DOAJ (*Directory of Open Access Journal*).

Salam Hangat

Chief Editor

Daftar Isi

Penerapan Sinematografi dalam Penempatan Posisi Kamera dengan Menggunakan Logika Fuzzy	
<i>Hartarto Junaedi, Mochamad Hariadi, I Ketut Eddy Purnama</i>	55-61
Pengelompokan Komentar Netizen pada Media Sosial Pemerintah Daerah Berdasarkan Frekuensi Kata Kunci	
<i>Nur Aini Rakbmawati dan Nody Risky Pratomo</i>	62-68
Aplikasi <i>Paperless Library</i> dan Pengukuran Dampak dengan Model Is-Impact	
<i>Rahmandani Herlambang, Husni Thamrin</i>	69-76
Optimasi Metode Klasifikasi dengan Menggunakan Particle Swarm Optimization untuk Identifikasi Penyakit Diabetes Retinopathy	
<i>Toni Arifin, Asti Herliana</i>	77-81
Implementasi Kecerdasan Buatan dalam Menentukan Aksi Karakter pada Game RPG dengan Logika Fuzzy Tsukamoto	
<i>Dhemma Ratanajaya, Helmie Arif Wibawa</i>	82-89
Penerapan Metode <i>Certainty Factor</i> pada Sistem Pakar Penentuan Minat dan Bakat Siswa SD	
<i>Rizal Rachman, Amirul Mukminin</i>	90-97
Komparasi Kinerja Algoritma Data Mining pada Dataset Konsumsi Alkohol Siswa	
<i>Noviyanti Sagala, Hendrik Tampubolon</i>	98-103
Perancangan Sistem Penunjang Keputusan untuk Menentukan Jabatan Pengurus Organisasi Menggunakan Kombinasi Algoritma Simple Multi <i>Attribute Rating Technique</i> (SMART) dan <i>Forward Chaining</i>	
<i>Mardhiya Hayaty, Restu Fajri Irawan</i>	104-113
Perancangan Sistem Informasi Menggunakan <i>Enterprise Architecture Planning</i> (Studi	

Kasus pada Kecamatan di Kota Samarinda)

Anton Yudhana, Rusydi Umar, Faza Alameka 114-123

Sistem Inspeksi Kecacatan pada Kaleng Menggunakan Filter Warna HSL dan *Template Matching*

Budi Sugandi, Sintya Devi 124-130

***Self Organizing Maps (SOM)* untuk Pengelompokan Jurusan di SMK**

Rusydi Umar, Abdul Fadlil, Rifqi Rahmatika A 131-137

Penerapan Sinematografi dalam Penempatan Posisi Kamera dengan Menggunakan Logika Fuzzy

Hartarto Junaedi^{1*}, Mochamad Hariadi^{1,2}, I Ketut Eddy Purnama^{1,2}

¹Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Surabaya

²Departemen Teknik Komputer
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Surabaya

*Hartarto12@mhs.ee.its.ac.id

Abstrak-Penempatan posisi kamera secara manual membutuhkan proses dan perhitungan yang berulang-ulang untuk sebuah adegan, tentu saja hal ini akan membutuhkan banyak waktu dan biaya. Oleh karena itu dibuat sebuah sistem penempatan posisi kamera secara otomatis dalam lingkungan virtual yang sesuai dengan kaidah sinematografi. Sistem akan menangani pengaturan kamera untuk mendapat sudut, jarak, dan ketinggian yang cocok untuk setiap adegan. Penelitian ini akan menggunakan simulasi permainan komputer dengan beberapa aksi dengan dua macam gaya penempatan posisi kamera yaitu kamera statis dan kamera dinamis. Metode yang digunakan adalah logika fuzzy dengan metode *mamdani*. Terdapat 3 tahapan yang dilakukan yaitu tahap masukan dari pengguna berupa kombinasi penekanan tombol untuk melakukan sebuah aksi. Tahap kedua adalah sistem inferensi fuzzy yang akan mengolah *input* menjadi *output*. Tahap terakhir adalah perekaman aksi berdasarkan posisi kamera yang telah ditentukan. Selain itu dalam simulasi permainan ini akan dipasang modul *event selector* untuk validasi aksi dan modul *state director* untuk operator transisi kamera virtual. Uji coba dilakukan dengan cara merekam 7 macam aksi dan akan divalidasi berdasarkan *profiling* dan responden. Dari uji coba didapatkan nilai 3.66 untuk kamera statis dan 4.08 untuk kamera dinamis. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu melakukan penempatan posisi kamera sesuai kaidah sinematografi.

Kata kunci: logika *fuzzy*, *machinima*, penempatan posisi kamera, *state director*, *event selector*

1. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan komputer sangat berkembang dalam semua industri. Termasuk penggunaan komputer dalam dunia kreatif semacam pengembangan permainan komputer dan dunia animasi. Penggunaan teknologi sekarang bergeser dari 2D menjadi 3D dan dituntut ke level yang lebih tinggi lagi. Permainan komputer dan animasi dituntut semakin riil sesuai dengan dunia nyata. Karena itulah dibutuhkan keterlibatan seorang sutradara yang mengerti kaidah sinematografi dalam proses pembuatan. Untuk menyampaikan ide kreatifnya terkadang seorang sutradara membutuhkan sebuah *story board* [1].

Salah satu teknologi komputer untuk mendukung pembuatan produk sinematik adalah *machinima*. *Machinima* adalah sebuah teknik menggunakan teknologi mesin grafis 3D untuk menghasilkan karya sinematik dalam lingkungan virtual secara *real time* [2]. Saat membuat sebuah film, penempatan atau pergerakan kamera dilakukan oleh seorang animator atau juru kamera. Tetapi penempatan kamera virtual membutuhkan banyak pemodelan dan

perhitungan yang harus diulangi untuk setiap adegan. Tentu saja hal ini membutuhkan biaya dan waktu yang cukup tinggi [3].

Film *Avatar* yang disutradarai oleh James Cameron merupakan tonggak kelahiran produksi film berbasis lingkungan virtual [4]. Untuk menghasilkan film ini, dibuat sebuah sistem teknologi kamera virtual untuk merekam apa yang diinginkan oleh sang sutradara. Kamera virtual ini memiliki kemampuan layaknya kamera manual biasa tetapi hanya dapat dipergunakan dalam lingkungan virtual.

Sinematografi adalah pengaturan pencahayaan dan kamera ketika merekam gambar fotografi untuk sebuah sinema [5]. Agar dapat menghasilkan sebuah film yang baik, maka kaidah sinematografi perlu diperhatikan. Dengan adanya penataan kamera yang baik sebuah film dapat menjadi lebih menarik dan sesuai dengan jalan cerita yang dibuat. Sinematografi yang baik akan membantu penonton untuk dapat memahami ide atau jalan cerita yang diangkat. Adapun beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam dunia sinematografi adalah *camera angle*, *continuity*, *cutting*, dan *composition* [6].



Gambar 1. *Camera angle*

Terdapat beberapa hal penting dalam sinematografi, salah satunya adalah penempatan kamera atau yang biasanya dikenal dengan *camera angle*. *Camera angle* adalah penempatan posisi kamera untuk merekam sebuah adegan pada film [7]. Setiap adegan pada film dapat diambil dari beberapa perspektif yang berbeda. Beberapa kaidah dalam sinematografi antara lain berdasarkan jarak pengambilan (*close up shot*, *medium shot*, dan *long shot*), berdasarkan tinggi (*low angle shot*, *eye level shot*, dan *high angle shot*). Bisa juga dikombinasikan misalkan *eye level shot* dan *medium shot* secara bersamaan. Posisi ini diambil sejajar mata dan jaraknya menengah. Gambar 1 menunjukkan beberapa macam *camera angle*.

Setiap sutradara film memiliki gaya yang unik untuk mengarahkan dan mengambil gambar adegan. Gaya inilah yang akan membedakan antara seorang sutradara dengan sutradara lainnya. Tetapi tentu saja ada aturan yang harus tetap dipatuhi untuk menjaga kesinambungan dalam perpindahan objek dan letak objek [8]. Gaya ini yang akan diterapkan pada sebuah animasi atau permainan komputer. Dengan penerapan sebuah gaya maka permainan atau animasi akan lebih menarik. Bayangkan sebuah permainan terkenal seperti *Mario Bros* yang terkenal dan sudah banyak penelitian mengenainya [9][10]. Permainan sederhana dengan sistem *side scroll* dan penempatan kamera secara statis, jika dipasang *engine* kamera *action adventure* maka suasana permainan akan berbeda.

2. Penelitian sebelumnya

Beberapa penelitian dalam bidang animasi dan *machinima* telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Beberapa rujukan yang bisa menjadi dasar penelitian ini akan dijelaskan.

Permainan komputer akan berbeda dengan produk sinematik lain semacam film karena sifat *real time* dari permainan itu sendiri [11]. Berbeda dengan film yang untuk sebuah adegan bisa direkam beberapa kali dan bisa juga berhenti dahulu untuk dilanjutkan beberapa waktu kemudian.

Permasalahan *Visual Camera Composition (VCC)* dicoba diselesaikan dengan metode *evolutioner* yaitu *Particle Swarm Optimization (PSO)* [12]. Penelitian ini menggunakan pendekatan *hybrid* untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Tahap pertama yang dilakukan adalah menghitung semua posisi kamera dengan semua batasan

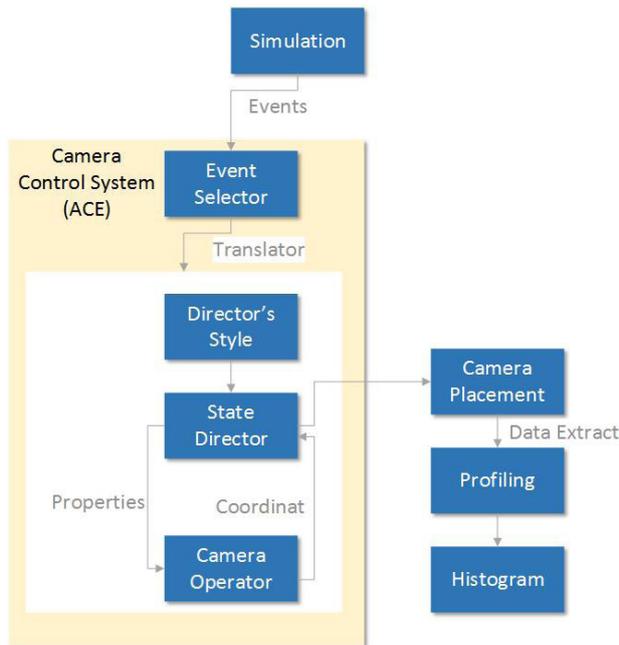
yang ada, dan kemudian pada tahap kedua akan dihitung ulang menggunakan algoritma *PSO* berdasarkan area yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil perhitungan adalah posisi kamera, area perekaman atau orientasi kamera dan *Field of View (FOV)* yang akan direkam oleh kamera.

Algoritma *PSO* juga dapat digunakan untuk memberikan kecerdasan kepada agen untuk memiliki perilaku tertentu [13]. Peneliti yang lain juga memanfaatkan *PSO* dan metode *local regression* untuk memperhalus pergerakan kamera virtual yang dibuat [14]. Salah satu masalah utama kamera virtual adalah perpindahan kamera virtual terus menerus sehingga penonton merasa terganggu, oleh karena itulah dibutuhkan pendekatan untuk membuat gerakan kamera lebih halus. Kaidah sinematografi juga diterapkan dengan menggunakan algoritma *multi objective PSO* untuk virtual *photography* [15]. Beberapa kaidah dalam fotografi yang digunakan antara lain *rule of third*, *horizontal line* dan *Point of Interest (POI)*.

Beberapa penelitian juga berkonsentrasi terhadap penempatan posisi kamera kedua. Penggunaan dua buah kamera virtual tentu saja akan membantu mempercepat proses pengambilan gambar karena kamera pertama tidak perlu digeser terlalu jauh dari posisi awalnya [16] [17]. Penelitian yang berkaitan dengan kamera kedua salah satunya menggunakan pendekatan metode *behavior tree*. *Behavior tree* digunakan untuk memberikan kecerdasan pada kamera kedua untuk ditempatkan sedangkan kamera pertama diletakkan secara statis. Penelitian yang lain juga menggunakan metode *behavior tree* untuk menerapkan kaidah sinematografi. Respons kamera virtual terhadap lingkungan dan aksi akan disimpan dalam sebuah *smart events* [18]. Penelitian lain yang cukup berkaitan dengan penelitian ini yaitu penelitian yang mengusulkan sebuah bahasa semi otomatis untuk melakukan kontrol terhadap kamera virtual dalam lingkungan virtual [19]. Penelitian ini memberikan ide untuk memanfaatkan *state director* untuk memperhalus transisi pengeseran kamera virtual. Penelitian yang lain mencoba menempatkan posisi kamera untuk *first person navigation* berdasarkan parameter input seperti tinggi dan berat [20].

Penelitian dengan pendekatan metode *Support Vector Machine (SVM)* digunakan untuk melakukan kontrol kamera virtual secara *real time* pada lingkungan atau masalah *storytelling* [21]. Sekumpulan pengetahuan mengenai sinematografi dilatihkan ke dalam *SVM* untuk menempatkan posisi kamera. Input dari *SVM* adalah adegan, lingkungan virtual, dan aktor. Sistem yang dikembangkan memiliki beberapa modul antara lain modul sutradara, modul juru kamera, dan modul penulis di mana semua modul akan berinteraksi. Penelitian dengan pendekatan *machine learning* juga dibuat untuk menciptakan sebuah kamera virtual yang bisa memprediksi posisi kamera berdasarkan beberapa parameter input [22].

Beberapa penelitian yang dibahas, dapat dilihat bahwa pendekatan metode *evolutioner* dan pendekatan berbasis pelatihan semacam *support vector machine* dapat digunakan untuk melakukan penempatan posisi kamera secara otomatis maupun semi otomatis pada lingkungan virtual. Tetapi kedua pendekatan di atas tentu saja membutuhkan waktu komputasi yang cukup berat dan data untuk pelatihan, padahal dalam permainan komputer penempatan posisi kamera harus secara *real time* sesuai dengan masukan kombinasi tombol yang dilakukan oleh pengguna. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan pendekatan berbasis logika fuzzy.

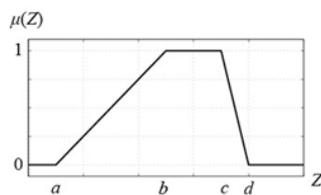


Gambar 2. Gambaran sistem

Tabel 1. Fuzzy input membership

Input Variable	Range	Membership Function		
		MF	Type	Control
Speed	0..10	Slow	**	[0,0,1,3]
		Medium	*	[2,5,8]
		Fast	**	[7,9,10,10]
Jump Power	-5..5	Low	**	[-5,-5,4,2]
		Normal	*	[-3,0,3]
		High	**	[2,4,5,5]
HP	0..10	Empty	**	[0,0,1,3]
		Normal	*	[2,5,8]
		Full	**	[7,9,10,10]
Power	0..10	Low	**	[0,0,1,3]
		Normal	*	[2,5,8]
		Full	**	[7,9,10,10]

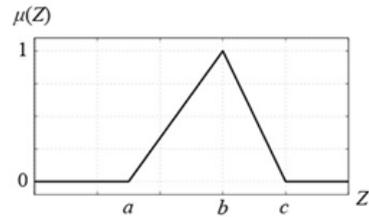
** fungsi keanggotaan trapezoidal
* fungsi keanggotaan triangular



Gambar 3. Fungsi keanggotaan trapezoidal

3. Metode

Penelitian ini akan mengusulkan sebuah teknik untuk menerapkan sebuah gaya sutradara pada penempatan posisi kamera virtual secara otomatis dalam lingkungan virtual (permainan komputer maupun animasi) sesuai dengan kaidah sinematografi.

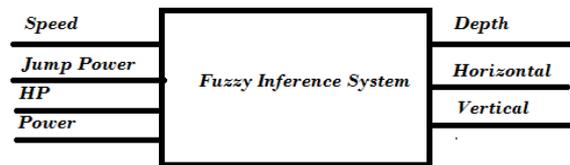


Gambar 4. Fungsi keanggotaan triangular

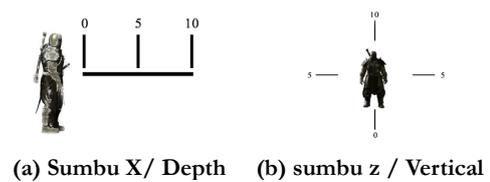
Tabel 2. Fuzzy output membership

Output Variable	Range	Membership Function		
		MF	Type	Control
Depth	0..10	Close Up	**	[0,0,1,3]
		Medium	*	[2,5,8]
		Long	**	[7,9,10,10]
Horizontal	-180..180	Front Left	**	[-180,-80,-160,-110]
		Left	*	[-160,-90,-20]
		Rear	*	[-90,0,90]
		Right	*	[20,90,160]
		Front Right	**	[110,160,180,180]
Vertical	0..10	Low level	**	[0,0,1,3]
		Eye level	*	[2,5,8]
		High level	**	[7,9,10,10]

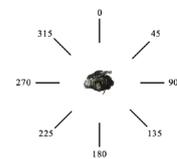
** fungsi keanggotaan trapezoidal
* fungsi keanggotaan triangular



Gambar 5. Fuzzy Inference System



(a) Sumbu X/ Depth (b) sumbu z / Vertical



(c) sumbu y / Horizontal

Gambar 6. Shot Direction Angle

Gambaran umum dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2. Simulasi merupakan sebuah permainan komputer untuk menguji sistem yang dikembangkan. Dari simulasi permainan yang dikembangkan akan ditangkap beberapa aksi yang ada berdasarkan masukan tombol keyboard dan parameter karakter yang ada semacam koordinat, atribut pemain, koordinat non playable character (NPC), maupun rintangan yang ada.

Event selector akan digunakan untuk melakukan pemilihan aksi yang valid berdasarkan transisi aksi. Jadi hanya aksi yang valid saja yang akan diteruskan ke dalam blok penempatan posisi kamera yang sesuai dengan kaidah sinematografi. Blok penempatan kamera akan menentukan posisi penempatan kamera virtual berdasarkan gaya yang dirancang, *state director* dan *camera operator*. Hasil dari penempatan posisi kamera virtual ini akan diukur dengan sistem lain untuk menghasilkan *profile* dalam bentuk *histogram*[23]. Dari histogram yang dihasilkan akan dapat dianalisis hasil penempatan posisi kameranya.

Logika fuzzy adalah bentuk dari logika dengan nilai kebenaran bernilai bilangan real berkisar antara 0 dan 1 yang dikenal dengan fuzzy (kabur). Hal ini berbeda dengan logika *boolean* yang nilai kebenaran hanya 0 dan 1. Logika fuzzy digunakan untuk menangani konsep kebenaran parsial, di mana nilai kebenaran di antara benar sepenuhnya dan salah sepenuhnya. Nilai dalam wilayah abu-abu. Logika fuzzy digunakan karena terdapat kemiripan bahasa linguistik yang digunakan dengan bahasa pada dunia sinematografi. Fungsi inferensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mamdani* karena kesesuaian akuisisi data dengan *output* fuzzy yang tidak linier atau konstan seperti inferensi *sugeno*.

Tabel 1 menunjukkan *input* fuzzy yang digunakan dalam percobaan ini. *Input* fuzzy bukan merupakan sebuah aksi dari penekanan tombol melainkan kombinasi parameter permainan. Misalkan aksi *idle* merupakan kombinasi dari *speed low*, *jump power low*, *HP normal* atau *full*, dan *power low*. Fungsi keanggotaan pada *input* fuzzy ini ada dua tipe yaitu *trapezoidal* dan *triangular*.

Gambar 3 menunjukkan fungsi keanggotaan *trapezoidal* di mana bentuk fungsinya adalah trapesium. Untuk membentuk fungsi tersebut dibutuhkan empat buah kontrol yaitu a, b, c, dan d. Rumus (1) menunjukkan perhitungan untuk fungsi keanggotaan *trapezoidal*.

$$\mu(Z) = \begin{cases} 0 & Z \leq a \text{ atau } Z \geq d \\ \frac{(Z-a)}{(b-a)} & a \leq Z \leq b \\ 1 & b \leq Z \leq c \\ \frac{(b-Z)}{(c-b)} & c \leq Z \leq d \end{cases} \quad (1)$$

Sedangkan pada fungsi keanggotaan *triangular* yang berbentuk segitiga membutuhkan tiga buah kontrol yaitu a, b, dan c seperti tampak pada Gambar 4. Rumus (2) menunjukkan perhitungan untuk fungsi keanggotaan *triangular*.

$$\mu(Z) = \begin{cases} 0 & Z \leq a \text{ atau } Z \geq c \\ \frac{(Z-a)}{(b-a)} & a \leq Z \leq b \\ \frac{(b-Z)}{(b-c)} & b \leq Z \leq c \end{cases} \quad (2)$$

Camera operator merupakan bagian penting dari sistem ini, di mana fungsi fuzzy untuk penempatan posisi kamera virtual ada di sana.

Gambar 5 merupakan blok *fuzzy inference system* yang dipakai dalam penelitian ini. Tabel 2 merupakan *output* fuzzy dan nilai *membership* yang digunakan. Tiga variabel yang ada merupakan representasi ilmu fotografi

atau sinematografi yang akan dikonversikan pada mesin permainan 3D menjadi sumbu x, y, dan z. Gambar 6 menunjukkan hubungan variabel *output* fuzzy dan sistem kordinat 3D. Dari gambar tersebut terlihat bahwa sumbu x pada sistem kordinat 3D menunjukkan jarak pengambilan gambar pada kamera virtual. Output pengambilan gambar berdasarkan jarak adalah *close up*, *medium*, dan *long shot*.

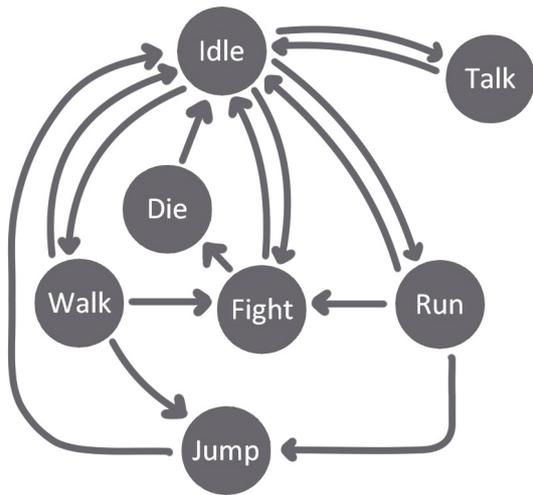
Event selector merupakan panduan dari permainan di mana sebuah transisi sebuah *state* atau aksi akan mempengaruhi aksi yang lain. Misalkan seorang pemain tidak bisa lompat dari kondisi *idle*, tetapi seorang pemain bisa lompat pada saat berada dalam kondisi berjalan atau berlari. Untuk setiap adegan dalam permainan akan dibuatkan sebuah *event selector*-nya. Gambar 7 adalah *event selector* yang digunakan dalam simulasi permainan penelitian ini.

State director adalah sebuah modul transisi untuk memperhalus pergerakan kamera pada saat ada instruksi penempatan posisi kamera yang baru berdasarkan output fuzzy. Jadi pergerakan kamera tidak berdasarkan sebuah fungsi garis atau kurva dari sebuah titik ke titik lain melainkan berdasarkan kaidah sinematografi. Berikut adalah beberapa *state director* yang dipakai dalam penelitian ini:

- *Camera Idle*
Merupakan *state* awal dari pergerakan kamera virtual.
- *Camera Behind Follow*
Kamera akan bergerak menuju posisi belakang pemain dengan jarak menengah atau *medium shot*.
- *Camera Behind Long*
Kamera akan bergerak terlebih dahulu menuju belakang pemain dengan jarak menengah kemudian akan ditarik ke belakang dengan jarak jauh.
- *Camera High Angle*
Kamera akan berputar terlebih dahulu ke sisi sebelah kiri pemain sampai berada di depan kepala pemain, kemudian kamera akan diangkat naik untuk mengambil gambar secara *high angle shot* cenderung ke *god shot* tepat di atas kepala pemain.
- *Camera Close Up*
Kamera akan berpindah ke depan pemain kedua agak condong ke sebelah kiri dan mengambil gambar secara *close up shot*.
- *Camera Left Follow*
Kamera akan berpindah ke sisi sebelah kiri pemain dengan jarak menengah.

Selain menggunakan *state director* untuk memperhalus transisi pergerakan kamera virtual, juga dilakukan pendekatan berbasis *threshold*. Seperti yang diketahui logika fuzzy sensitif terhadap perubahan *input* yang ada. Setiap perubahan *input* akan mempengaruhi nilai kordinat kamera virtual. Oleh karena itu supaya penempatan posisi kamera virtual ini menjadi nyaman tidak berubah-ubah terus maka kamera baru akan digeser sesuai sumbuanya bilamana sudut lebih dari 3 derajat.

Profiling adalah proses untuk menghitung posisi penempatan kamera berdasarkan pendekatan logika fuzzy. Proses ini akan mencoba mengukur penggunaan jenis-jenis pengambilan gambar sesuai dengan kaidah sinematografi yaitu *follow shot*, *close up shot*, *high angle shot*, *low angle shot*, dan *trunk shot* [23].



Gambar 7. Event selector



Gambar 8. Karakter simulasi

Tabel 3. Kompleksitas karakter

Karakter	Kompleksitas			
	Objects	Triangle	Vertices	Animation
Karakter Utama	10	20	30	11
NPC	70	80	90	3



Gambar 9. Area simulasi berupa bukit berbatuan

4. Implementasi dan Hasil

Untuk penelitian ini dibuat permainan komputer sederhana dengan menggunakan 3D engine Unity. Percobaan dilakukan dalam lingkungan komputasi sebagai berikut: Core I7-3630QM CPU @2.40 GHz, 16GB RAM dan Nvidia G-Force GT 650M, RAM 2GB video memory. Percobaan ini akan menggunakan dua buah karakter seperti tampak pada Gambar 8. Karakter yang dapat dimainkan dalam permainan komputer ini adalah karakter sebelah kiri sedangkan non playable character adalah karakter yang terletak di sebelah kanan. Kompleksitas karakter untuk simulasi dapat dilihat pada Tabel 3.



(a) Lari



(b) Berkelahi

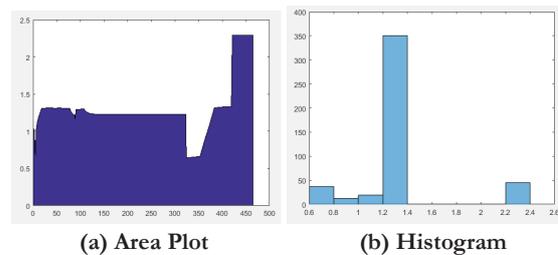


(c) Berjalan

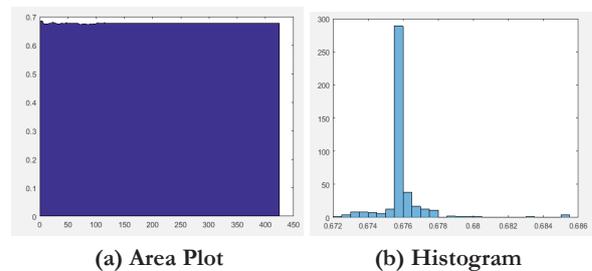


(d) Jatuh

Gambar 10. Beberapa rekaman aksi dalam simulasi



Gambar 11. Area plot dan histogram gaya dinamis



Gambar 12. Area plot dan histogram gaya statik

Skenario yang dirancang dalam permainan ini adalah sebagai berikut. Awalnya pemain akan berada di sebuah pergunungan berbatuan dan akan berjalan atau berlari bahkan melompat untuk melewati rintangan sampai menemukan NPC yang berada di sebuah lokasi. Pada saat bertemu dengan karakter NPC akan terjadi baku hantam antara kedua karakter. Sampai pemain utama kalah dan pingsan dan melihat ke arah musuh yang menyerangnya. Gambar 9 merupakan visualisasi area simulasi dalam penelitian ini.

Beberapa aksi yang dirancang dalam simulasi ini antara lain idle, berjalan, berlari, lompat, bicara, berkelahi, dan pingsan atau mati. Gambar 10 merupakan rekaman beberapa aksi dalam simulasi ini.

Tabel 4. Hasil pengujian responden

Gaya Kamera	Aksi							Transisi	
	1	2	3	4	5	6	7		
Kamera Statik	3.9	3.5	3.8	3.7	3.7	4.1	3.4	3.2	3.66
Kamera Dinamis	4.2	3.2	4.5	3.7	4.3	4.5	4.2	4.1	4.08

Percobaan ini akan menggunakan dua gaya yang berbeda. Satu gaya disebut dengan gaya dinamis dimana posisi kamera akan berubah-ubah sesuai dengan gaya yang dimasukkan dalam sistem sedangkan gaya lainnya adalah gaya statik di mana posisi kamera tidak akan diubah. Gaya kedua ini akan dijadikan *ground truth* pengukuran. Pada percobaan dengan gaya dinamis menghasilkan jumlah *frame* sebanyak 465 *frame* dan gaya statik menghasilkan *frame* sebanyak 425. Sedangkan jumlah aksi sama yaitu 7 buah aksi.

Untuk membuktikan apakah hasil penempatan posisi kamera virtual sudah sesuai hasilnya dengan yang diharapkan, maka selain dengan uji responden juga dihasilkan diagram area plot dan histogram. Diagram ini merupakan hasil *profiling* penempatan kamera berdasarkan gaya seorang sutradara [23]. Gambar 11 adalah gambar diagram untuk kamera dinamis dan Gambar 12 adalah gambar diagram untuk kamera statis. Untuk diagram area plot sumbu x adalah nomor *frame* dan sumbu y adalah output fuzzy dari sistem. Sedangkan untuk diagram histogram sumbu x adalah *output* fuzzy sedangkan sumbu y adalah frekuensi kemunculan.

Terlihat dari kedua diagram bahwa kamera statis jelas lebih monoton dibandingkan dengan kamera dinamis. Sedangkan berdasarkan diagram histogram terlihat bahwa modus kamera dinamis di atas nilai satu yaitu antara 1.2 dan 1.4 sedangkan kamera statis nilai modus di antara 0.6 dan 0.7.

Pengujian terhadap responden dilakukan terhadap 10 orang responden yang memiliki kualifikasi *game developer* dan terdapat 7 aksi yang dinilai oleh para responden dan 1 buah penilaian terhadap transisi pergerakan kamera virtual yang dibuat dalam simulasi. Hasil pengujian responden dapat dilihat pada Tabel 4.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini mengenalkan sebuah pendekatan baru untuk penempatan posisi kamera virtual secara otomatis pada lingkungan virtual yang sesuai dengan kaidah sinematografi dengan pendekatan logika fuzzy. Uji coba dilakukan pada sebuah permainan komputer sederhana dengan beberapa aksi.

Hasil pengujian berdasarkan kuesioner responden menghasilkan nilai rata-rata 3.66 dari skala 5 untuk kamera statis, memang terlihat bahwa permainan akan monoton karena posisi kamera virtual tidak berubah terhadap posisi pemain. Dan menghasilkan rata-rata 4.08 terhadap kamera dinamis. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan kaidah sinematografi menggunakan logika fuzzy untuk kamera dinamis ini cukup baik tidak monoton dan yang lebih penting adalah transisi dari pergerakan kamera dianggap cukup baik.

Penggunaan *event selector* dalam penelitian ini amat membantu dalam pembuatan simulasi karena dapat mengeliminasi urutan aksi yang tidak sesuai dengan dunia riil dan kaidah sinematografi. Sedangkan *state director* membantu dalam membuat transisi yang lebih halus dari perubahan posisi kamera virtual.

Berdasarkan hasil *histogram profiling* dan hasil kuesioner dapat disimpulkan bahwa dapat dilakukan penempatan posisi kamera yang sesuai dengan kaidah sinematografi secara otomatis, karena dalam permainan komputer penempatan dan pergerakan posisi kamera virtual dilakukan secara *real time*. Namun demikian diharapkan pada masa depan dapat dilakukan penelitian dengan melibatkan lebih banyak aksi serta adanya rintangan dan karakter *non playable character* yang bergerak secara mendadak.

6. Persantunan

Ucapan terima kasih diberikan kepada teman-teman mahasiswa di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh November atas bantuan dan saran-saran yang diberikan dalam menyelesaikan makalah penelitian ini. Terima kasih juga diberikan kepada mahasiswa Sekolah Tinggi Teknik Surabaya, Anggota Pusat Bisnis dan Multimedia Sekolah Tinggi Teknik Surabaya serta Focaloid (Komunitas Fotografi dan videografi) STTS dalam bantuannya untuk mempersiapkan data dan simulasi yang digunakan dalam penelitian ini.

7. Daftar Pustaka

- [1] J. Hart, *The Art of the Storyboard: A Filmmaker's Introduction*. Elsevier/Focal Press, 2008.
- [2] H. Hancock and J. Ingram, *Machinima For Dummies*. Wiley, 2007.
- [3] R. Ranon, L. Chittaro, and F. Buttussi, "Automatic camera control meets emergency simulations," *Comput. Graph.*, vol. 48, no. C, pp. 23–34, 2015.
- [4] J. Bennett and C. P. Carter, "Adopting virtual production for animated filmmaking," in *Creative Industries Faculty*, Singapore, 2014.
- [5] J. V. Mascelli, *The Five C's of Cinematography: Motion Picture Filming Techniques*. Silman-James Press, 1998.
- [6] B. Brown, *Cinematography: Theory and Practice: Imagemaking for Cinematographers, Directors & Videographers*. Focal Press, 2002.
- [7] D. Arijon, *Grammar of the Film Language*. Silman-James Press, 1991.
- [8] K. Sullivan, G. Schumer, and K. Alexander, *Ideas for the Animated Short with DVD | : Finding and Building Stories*. Focal Press, 2008.
- [9] A. Summerville, J. R. H. Mariño, S. Snodgrass, S. Ontañón, and L. H. S. Lelis, "Understanding Mario: An Evaluation of Design Metrics for Platformers," in *Proceedings of the 12th International Conference on the Foundations of Digital Games*, New York, NY, USA, 2017, pp. 8:1–8:10.

- [10] S. Karakovskiy and J. Togelius, "The Mario AI Benchmark and Competitions," *IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games*, vol. 4, no. 1, pp. 55–67, Mar. 2012.
- [11] N. Halper, R. Helbing, and T. Strothotte, "A Camera Engine for Computer Games: Managing the Trade-Off Between Constraint Satisfaction and Frame Coherence," *Computer Graphics Forum*, vol. 20, no. 3, pp. 174–183.
- [12] P. Burelli, L. Di Gaspero, A. Ermetici, and R. Ranon, "Virtual Camera Composition with Particle Swarm Optimization," in *Smart Graphics*, 2008, pp. 130–141.
- [13] H. Junaedi, M. Hariadi, and I. K. E. Purnama, "Multi Agent with Multi Behavior Based on Particle Swarm Optimization (PSO) for Crowd Movement in Fire Evacuation," 2013, pp. 366–372.
- [14] D. A. Prima, M. Hariadi, I. K. E. Purnama, and T. Usagawa, "Virtual Camera Movement with Particle Swarm Optimization and Local Regression," *International Review on Computers and Software (IRECOS)*, vol. 11, no. 9, pp. 773–793–793, Sep. 2016.
- [15] W. Barry and B. J. Ross, "Virtual photography using multi-objective particle swarm optimization," in *Proceedings of the 2014 Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*, Vancouver, BC, Canada, 2014, pp. 285–292.
- [16] A. Z. Fanani, D. A. Prima, B. B. F. Java, E. Suryapto, M. Hariadi, and I. K. E. Purnama, "Secondary camera movement in machinema using path finding," in *2013 International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering and Environment*, 2013, pp. 136–139.
- [17] D. A. Prima, B. B. Ferial Java, E. Suryapto, and M. Hariadi, "Secondary camera placement in Machinema using behavior trees," in *2013 International Conference on QiR*, 2013, pp. 94–98.
- [18] D. Markowitz, J. T. Kider, A. Shoulson, and N. I. Badler, "Intelligent Camera Control Using Behavior Trees," in *Motion in Games*, 2011, pp. 156–167.
- [19] W. Hu and X. Zhang, "A Semiautomatic Control Technique for Machinema Virtual Camera," in *2012 International Conference on Computer Science and Electronics Engineering*, 2012, vol. 1, pp. 112–115.
- [20] L. Terziman, M. Marchal, F. Multon, B. Arnaldi, and A. Lécuyer, "Personified and Multistate Camera Motions for First-Person Navigation in Desktop Virtual Reality," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol. 19, no. 4, pp. 652–661, Apr. 2013.
- [21] E. E. S. d. Lima, C. T. Pozzer, M. C. d'Ornellas, A. E. M. Ciarlini, B. Feijó, and A. L. Furtado, "Support Vector Machines for Cinematography Real-Time Camera Control in Storytelling Environments," in *2009 VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*, 2009, pp. 44–51.
- [22] P. Burelli and G. N. Yannakakis, "Adapting virtual camera behaviour through player modelling," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 25, no. 2, pp. 155–183, 2015.
- [23] H. Junaedi, M. Hariadi, and I. Purnama, "Profiling Director's Style Based on Camera Positioning Using Fuzzy Logic," *Computers*, vol. 7, no. 4, 2018.

Pengelompokan Komentar Netizen pada Media Sosial Pemerintah Daerah Berdasarkan Frekuensi Kata Kunci

Nur Aini Rakhmawati* dan Nody Risky Pratomo

Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

*nur.aini@is.its.ac.id

Abstrak—Menurut survei internetworldstats yang dirilis pada Januari 2018, jumlah pengguna internet di Indonesia telah mencapai 132,7 juta jiwa. Dari jumlah tersebut, 40% di antaranya merupakan pengguna aktif media sosial. Hal ini mengakibatkan peningkatan penerapan konsep *e-government* pada pemerintah dengan media sosial. Melalui media sosial, masyarakat dapat melakukan interaksi kepada akun media sosial pemerintah kota dalam memberikan informasi atau kritik dan saran terkait kotanya. Melalui fenomena tersebut, diperlukan aplikasi untuk melakukan pengelompokan komentar masyarakat di media sosial berdasarkan Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD). Proses kategorisasi dilakukan dengan melihat kesesuaian kata kunci SKPD dengan komentar pada media sosial Facebook, Twitter, dan Youtube akun resmi pemerintah kota dan *influencer*. Selain itu, aplikasi ini dapat memberikan rekomendasi kata kunci berdasarkan komentar yang masuk. Proses rekomendasi dilakukan dengan cara mengambil kata kunci yang memiliki frekuensi terendah. Dalam melakukan pengujian, digunakan pemerintah kota Depok sebagai contoh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari 4.325 komentar yang telah dilakukan *preprocessing*, 10,35% komentar berhasil dikategorikan sesuai SKPD. Pengujian rekomendasi kata turut dilakukan dengan mengambil dinas dalam pemerintahan kota yang sama. Dari 19 dinas, terdapat 3 dinas yang mendapatkan rekomendasi kata. Dari 3 dinas, 1 dinas memiliki kata kunci yang relevan dan 2 sisanya tidak relevan dengan SKPD. Hal ini disebabkan tidak tepatnya kata kunci SKPD untuk melakukan kategorisasi serta jumlah komentar terkategorisasi yang masih sedikit.

Kata kunci: *egovernment*, kategorisasi, media sosial, *regular expression*

1. Pendahuluan

Dalam pemerintahan tingkat kota, terdapat Satuan Kerja Perangkat Daerah (SKPD) yang bertujuan untuk menjalankan kebijakan, program, dan kegiatan pembangunan berdasarkan tugas dan fungsinya[1]. Dasar hukum yang mengatur dalam pembentukan SKPD terdapat dalam pasal 120 UU no. 32 tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah. SKPD adalah pelaksana fungsi eksekutif yang harus berkoordinasi satu sama lain agar penyelenggaraan pemerintahan dapat berjalan dengan baik. SKPD sendiri terbagi menjadi sekretariat daerah, staf-staf ahli, dinas-dinas, badan-badan, inspektorat daerah, dan lembaga-lembaga lain yang bertanggung jawab langsung kepada kepala daerah. Dengan adanya SKPD, pemerintah kota dapat membagi program pembangunan berdasarkan tugas dan fungsinya masing-masing. Di lain sisi, pemerintah sedang mengencankan konsep *e-government* sebagai upaya pemanfaatan dan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemerintahan. Melalui *e-government*, pemerintah dapat memberikan berbagai jasa pelayanan kepada masyarakat, menyediakan akses informasi dan mengadakan proses pemerintahan yang bertanggung jawab dan transparan kepada masyarakat.

Penerapan konsep *e-government* tidak terlepas dari

kemajuan pengguna internet di Indonesia yang mengalami pengembangan yang pesat. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Internetworldstats yang dirilis pada Januari 2018, jumlah pengguna internet di Indonesia telah mencapai 132,7 juta dari jumlah penduduk Indonesia sebesar 256,2 juta jiwa[2]. Hal ini menandakan kenaikan sebesar 51,8% dibandingkan dengan jumlah pengguna internet di Indonesia pada tahun 2014 dengan jumlah 88 juta pengguna internet. Dari jumlah tersebut, 40% di antaranya merupakan pengguna aktif media sosial. Dengan jumlah sebesar 106 juta jiwa yang menggunakan media sosial, 85% di antaranya mengakses media sosial melalui perangkat seluler[3].

Melalui media sosial, masyarakat dapat melakukan interaksi kepada akun media sosial pemerintah kota dalam memberikan informasi atau kritik dan saran terkait kotanya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sultana Lubna Alam dan Aodah Diamah pada halaman akun Facebook Pariwisata Pemerintah Australia, masyarakat secara aktif melakukan interaksi dengan cara memberikan informasi terbaru di halaman Facebook Pariwisata Pemerintahan Australia[4]. Dengan melihat kesempatan ini, pemerintah kota dapat mengetahui informasi dari komentar masyarakat melalui media sosial terkait permasalahan yang sedang terjadi atau topik yang sedang ramai dibicarakan masyarakat. Dengan mengetahui informasi atau permasalahan yang

terjadi di suatu kota, pemerintah kota dapat melakukan aksi sesuai dengan SKPD terkait sesuai dengan tugas dan fungsinya masing-masing.

Melalui fenomena tersebut, diperlukanlah suatu aplikasi yang bertujuan untuk melihat komentar masyarakat di media sosial yang telah terkategori berdasarkan SKPD di masing-masing kota. Dengan aplikasi ini, pemerintah kota dapat mengetahui topik apa yang sedang ramai dibicarakan masyarakat atau masalah yang sedang terjadi. Proses kategorisasi disesuaikan dengan kata kunci yang terkait dengan SKPD di masing-masing kota agar pemerintah kota langsung memberikan arahan kepada SKPD terkait. Pada penelitian sebelumnya kami sudah melakukan kategorisasi media sosial pemda[5][6], namun belum secara khusus melakukan kategorisasi di tingkat SKPD. Furqon *et al* [5] menganalisis jenis posting Pemda di media sosial seperti video, gambar dilihat dari banyaknya *like* dan hanya media sosial Facebook. Izzati *et al* [6] menganalisis jenis interaksi Pemda dengan masyarakat via media sosial. Analisis interaksi Pemda di media sosial juga dilakukan oleh Suryadharma [7] dengan menggunakan metode wawancara. Pentingnya penggunaan media sosial pada humas Pemda juga dikaji oleh [8][9].

Kontribusi dari penelitian ini adalah:

- a. Pengembangan aplikasi yang memudahkan pemerintah daerah untuk melakukan pengelompokan komentar sosial media
- b. Pemberian rekomendasi kata kunci untuk pengelompokan komentar sosial media.

2. Metode

Tahapan metodologi menjelaskan tahapan yang dilakukan dalam penelitian dari perancangan aplikasi hingga pembuatan visualisasi untuk aplikasi.

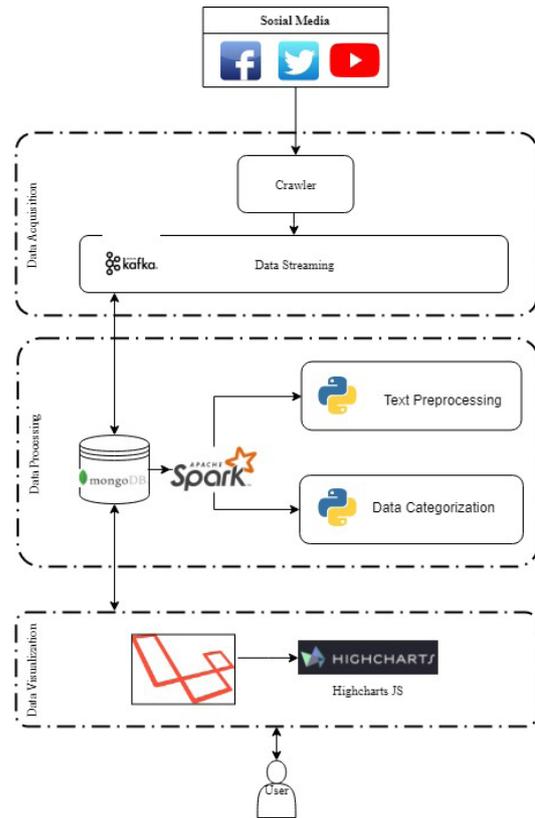
a. Perancangan Aplikasi

Tahap pertama yang dilakukan yaitu perancangan aplikasi. Perancangan aplikasi dilakukan dengan mendesain arsitektur sistem untuk aplikasi.

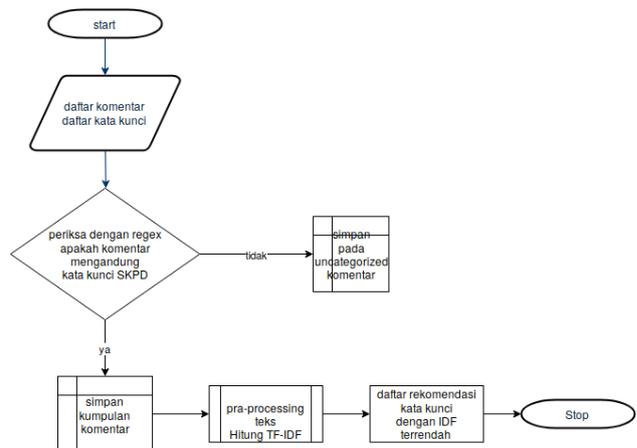
Arsitektur sistem (Gambar 1) dimulai dengan *crawler* yang melakukan pengambilan data dengan menggunakan API di masing-masing media sosial. Dalam melakukan pengambilan data, digunakan Apache Kafka sebagai *data pipeline* dalam *streaming data*. Data kemudian dilakukan *preprocessing* dan pengkategorian menggunakan Apache Spark. Data yang sudah dikategorikan dimasukkan ke dalam MongoDB dan ditampilkan kepada *user* melalui *website* dengan *framework* Laravel dan *library* highchart.

b. Akuisisi Data

Tahap ini dilakukan dengan pengambilan data pada akun resmi media sosial pemerintah kota di Indonesia dan akun *influencer* di masing-masing kota. Adapun media sosial yang digunakan yaitu Facebook, Twitter, dan Youtube. Proses pengambilan data dilakukan dengan teknik *crawling*. Proses *crawling* memanfaatkan *Application Programming Interface* (API) dari masing-masing media sosial. Adapun entitas yang diambil dalam proses *crawling* yaitu komentar yang masuk pada akun resmi media sosial pemerintah kota. Dalam melakukan akuisisi data digunakan aplikasi agregasi Apache Kafka untuk menyatukan data yang bersifat *streaming* dan digunakan *database* MongoDB sebagai tempat penyimpanan data.



Gambar 1 Arsitektur sistem



Gambar 2 Proses kategorisasi dan rekomendasi kata

c. Text Preprocessing

Tahapan *preprocessing data* dilakukan untuk mengubah setiap kata pada komentar di media sosial yang masuk menjadi sebuah *vector*. Dalam melakukan *text preprocessing*, terdapat tiga tahapan yang dilakukan yaitu *stemming*, *stop word removal*, dan *n-grams*. *N-grams* merupakan sebuah teknik untuk memecah kalimat menjadi potongan N kata. Dengan melakukan pemecahan kalimat menjadi kata, N grams dapat digunakan untuk memprediksi kata selanjutnya dalam sebuah kalimat. Hal ini membuat prediksi kata tidak hanya berupa satu kata namun lebih dari satu kata. N-grams terbagi menjadi empat jenis yaitu *Unigrams* dengan N=1, *Bigrams* untuk N=2, *Trigrams* dengan N=3, dan N grams untuk N>3. Dalam memberikan prediksi kata, N-grams bekerja

menggunakan Markov Assumption[10][11][12]. Hal ini bertujuan agar prediksi kata yang digunakan tidak melihat kata sebelumnya yang terlalu jauh. Perhitungan prediksi kata selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus (1):

$$P(W_n | W_{n-1}) = \text{Count}(W_n - 1, W_n) / \text{Count}(W_n - 1) \quad (1)$$

W_{n-1} = kata sebelumnya

W_n = prediksi kata

Dengan melihat kemungkinan tertinggi dari semua kata, prediksi pemilihan kata dapat dilakukan. Hal ini dinamakan dengan *Maximum Likelihood Estimation*.

Salah satu permasalahan yang terdapat pada *N-grams* yaitu bergantungnya struktur kalimat dalam pemilihan kata. Sebagai contoh, apabila kalimat yang diberikan memiliki keterangan tempat setelah subjek baru kemudian prediksi kata maka prediksi kata akan melihat kata terakhir dalam keterangan. Hal ini akan mengakibatkan bias karena prediksi kata akan lebih tepat jika melihat pada subjek yang diberikan.

d. Pengkategorian Komentar

Tahap ini bertujuan untuk melakukan kategorisasi dari komentar yang masuk. Dengan melakukan *pattern matching*, komentar yang memiliki kata kunci yang ditemukan dari *text preprocessing* akan disesuaikan dengan unit-unit dinas di pemerintah kota. Dalam melakukan *pattern matching*, terdapat langkah yang dilakukan yaitu *Regular Expressions*. *Regular expression* atau *Regex* merupakan *pattern* yang mengspesifikasikan kumpulan karakter yang ada dalam sebuah kalimat. *Regex* merupakan kalimat yang merupakan kombinasi dari *normal characters* dan *metacharacters* atau *metasequences*. *Metacharacters* atau *metasequences* merupakan sebuah karakter yang mewakili makna seperti kuantitas, lokasi, atau tipe karakter untuk melakukan *regex*[13]. Sekumpulan kata yang didapatkan dari *regular expression* dinamakan dengan *pattern matching*. Proses kategorisasi dan rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 2.

e. Rekomendasi Kata

Pada tahap ini dilakukan perhitungan IDF untuk komentar yang telah memiliki label dinas. Metode TF-IDF merupakan suatu cara untuk memberikan bobot hubungan suatu kata (*term*) terhadap dokumen. Metode ini menggabungkan dua konsep perhitungan bobot yaitu frekuensi kemunculan kata dalam dokumen dan *inverse* frekuensi dokumen yang mengandung kata tersebut[14]. TF adalah algoritma pembobotan heuristik yang menentukan bobot dokumen berdasarkan kemunculan *term* (istilah). Semakin sering sebuah *term* (istilah) muncul maka semakin tinggi bobot dokumen untuk istilah tersebut[15]. IDF merupakan banyaknya istilah tertentu dalam keseluruhan dokumen yang dapat dihitung dengan persamaan (2):

$$\text{Idf } j = \log(n/n_j) \quad (2)$$

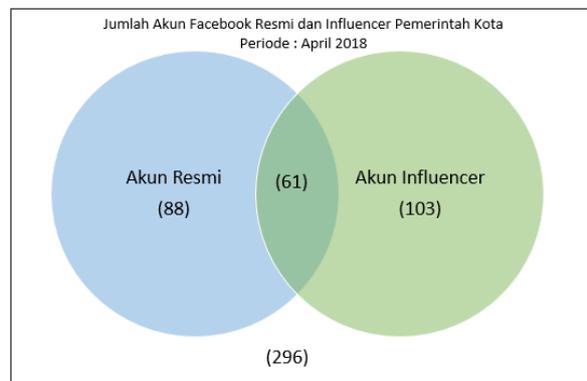
n = jumlah seluruh dokumen

n_j = jumlah dokumen yang mempunyai istilah j

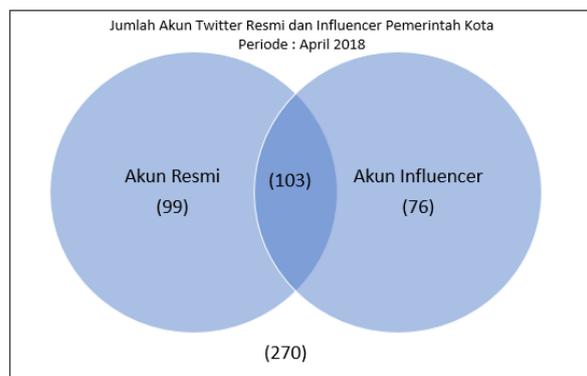
Kata yang memiliki nilai IDF paling rendah akan diambil dan digunakan sebagai rekomendasi kata kunci kepada dinas terkait.

Tabel 1. Jumlah akun media sosial dan *influencer* pemerintah kota April 2018

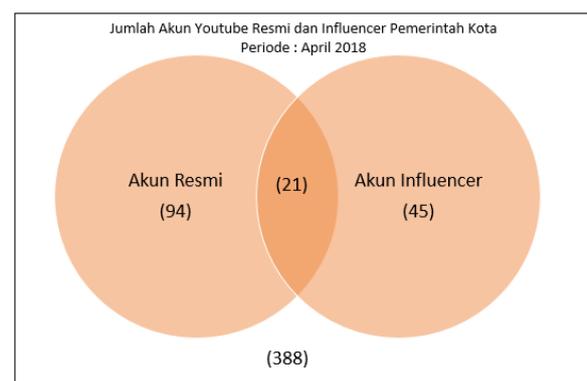
Media sosial	Jumlah Akun Resmi	Jumlah Akun <i>Influencer</i>
Facebook	260	164
Twitter	297	179
Youtube	223	40



Gambar 3. Jumlah akun facebook resmi dan *influencer*



Gambar 4. Jumlah akun twitter resmi dan *influencer*



Gambar 5. Jumlah akun youtube resmi dan *influencer*

f. Perancangan dan Pembuatan Visualisasi Aplikasi

Pada tahap ini dilakukan tahapan perancangan dan pembuatan visualisasi dengan *website*. Tahap ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan dan hasil akhir aplikasi berupa *website* sebagai bentuk visual dan memudahkan pemerintah kota untuk mengetahui komentar yang masuk sesuai dengan unit dinas masing-masing. Tahapan ini terbagi menjadi empat bagian yaitu perencanaan, desain, *coding*, dan pengujian.

Tabel 2. Kata kunci untuk dinas di pemerintah Kota Depok

Nama Dinas	Kata Kunci
Badan Keuangan Daerah	Anggaran
Dinas Kearsipan dan Perpustakaan	Buku
Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil	Penduduk
Dinas Kesehatan	Puskesmas
Dinas Ketahanan Pangan, Pertanian dan Perikanan	Pangan
Dinas Komunikasi dan Informatika	Teknologi
Dinas Koperasi dan Usaha Mikro	Usaha
Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan	Bersih
Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang	Infrastruktur
Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan	Kebakaran
Dinas Pemuda, Olahraga, Kebudayaan, dan Pariwisata	Wisata
Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu	Portal
Dinas Pendidikan	Sekolah
Dinas Perdagangan dan Perindustrian	Perdagangan
Dinas Perhubungan	Jalan
Dinas Perlindungan Anak, Pemberdayaan Masyarakat dan Keluarga	Anak
Dinas Perumahan dan Permukiman	Perumahan
Dinas Sosial	Masyarakat
Dinas Tenaga Kerja	Pekerjaan

Tabel 3. Persentase jumlah komentar yang masuk

Label	Persen
Dinas	10,35
Duplicate	1,11
Uncategorized	88,54

Tabel 4. Jumlah komentar untuk setiap media sosial Kota Depok

Akun Kota Depok	Label Dinas	Label <i>Duplicate</i>	Label <i>Uncategorized</i>
Facebook Resmi	224	34	744
Facebook <i>Influencer</i>	209	13	3003
Twitter Resmi	7	0	2
Twitter <i>Influencer</i>	0	0	0
Youtube Resmi	8	1	80
Youtube <i>Influencer</i>	0	0	0

3. HASIL

a. Pengambilan Data

Dalam melakukan pengambilan data, objek yang diambil yaitu komentar pada media sosial Facebook, Twitter, dan Youtube pada 413 kabupaten, 97 kota, dan 32 provinsi. Kemudian dilanjutkan dengan verifikasi akun resmi pemerintah dan akun *influencer* di masing-masing pemerintah kota. Berikut merupakan jumlah akun resmi dan akun *influencer* pada periode April 2018

Pada media sosial Facebook, terdapat 88 provinsi/kota yang hanya memiliki akun resmi, 103 provinsi/kota yang hanya memiliki akun *influencer*, 61 provinsi/kota yang keduanya memiliki akun resmi dan *influencer*, dan 296

provinsi/kota yang tidak memiliki akun resmi dan *influencer* (Gambar 3).

Gambar 4 memperlihatkan statistik media sosial Twitter dimana terdapat 99 provinsi/kota yang hanya memiliki akun resmi, 76 provinsi/kota yang hanya memiliki akun *influencer*, 103 provinsi/kota yang keduanya memiliki akun resmi dan *influencer*, dan 270 provinsi/kota yang tidak memiliki akun resmi dan *influencer*.

Gambar 5 menggambarkan kondisi media sosial Youtube, di mana terdapat 94 provinsi/kota yang hanya memiliki akun resmi, 45 provinsi/kota yang hanya memiliki akun *influencer*, 21 provinsi/kota yang keduanya memiliki akun resmi dan *influencer*, dan 388 provinsi/kota yang tidak memiliki akun resmi dan *influencer*.

Tabel 5. Jumlah komentar untuk setiap dinas di Kota Depok

Nama Dinas	FR	FI	TR	YR
Badan Keuangan Daerah	0	0	0	0
Dinas Kearsipan dan Perpustakaan	0	4	1	0
Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil	0	0	0	0
Dinas Kesehatan	8	1	1	0
Dinas Ketahanan Pangan, Pertanian dan Perikanan	1	0	0	0
Dinas Komunikasi dan Informatika	1	0	1	0
Dinas Koperasi dan Usaha Mikro	4	8	1	0
Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan	7	9	0	1
Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang	1	0	0	0
Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan	0	0	0	0
Dinas Pemuda, Olahraga, Kebudayaan, dan Pariwisata	2	4	1	0
Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu	0	0	0	0
Dinas Pendidikan	1	8	0	2
Dinas Perdagangan dan Perindustrian	0	0	0	0
Dinas Perhubungan	143	79	0	5
Dinas Perlindungan Anak, Pemberdayaan Masyarakat dan Keluarga	44	81	1	0
Dinas Perumahan dan Permukiman	0	0	0	0
Dinas Sosial	12	15	1	0
Dinas Tenaga Kerja	0	0	0	0

FR = Facebook resmi, FI = Facebook *Influencer*, TR = Twitter Resmi, YR = Youtube Resmi

Tabel 6. Kata kunci rekomendasi untuk dinas di Kota Depok

Nama Dinas	Kata Kunci Rekomendasi	Relevan/Tidak Relevan	Nilai IDF
D i n a s Perhubungan	<i>Traffic light</i>	Relevan	1.0
D i n a s Perlindungan Anak, Pemberdayaan Masyarakat dan Keluarga	Baca	Tidak Relevan	1.0
Dinas Sosial	Nik	Tidak Relevan	1.728

b. Hasil Pengelompokan

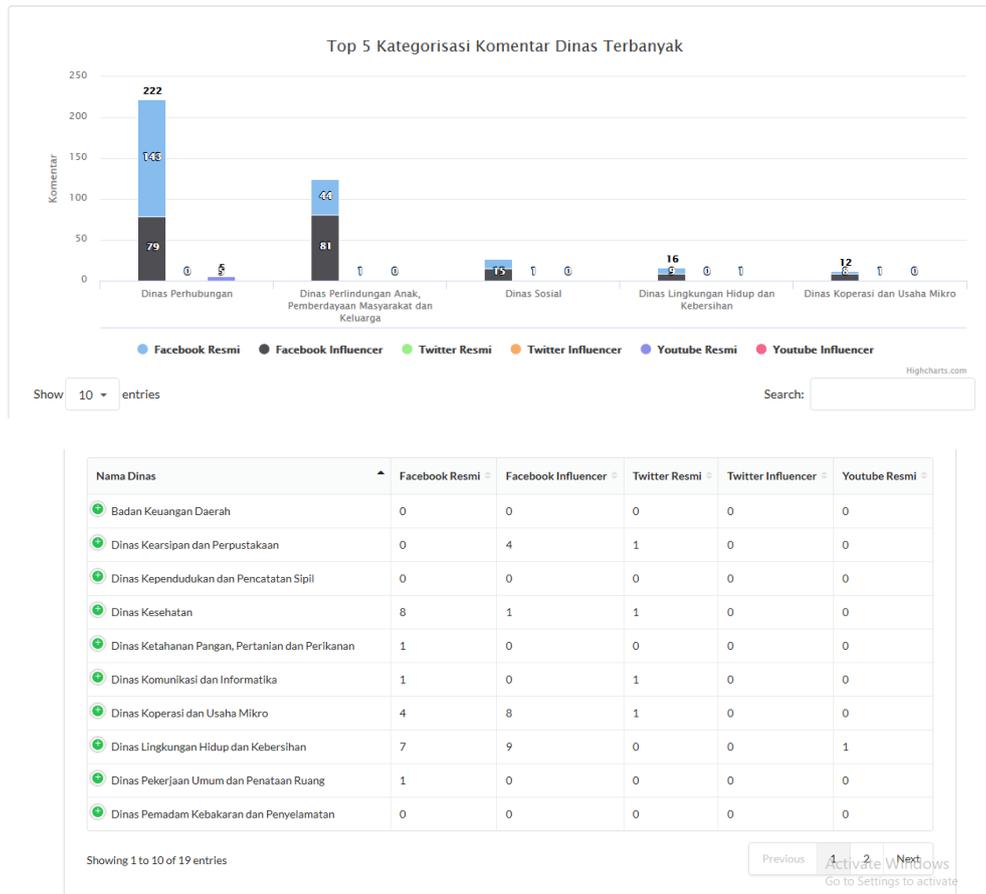
Pengujian hasil kategorisasi dilakukan pada akun media sosial Kota Depok. Pengumpulan komentar kota Depok untuk media sosial Facebook dan Youtube dilakukan pada periode 1 Januari 2016 hingga 29 Mei 2018 sementara untuk media sosial Twitter dilakukan pada periode 26 Juni 2018. Total komentar yang didapatkan berjumlah 4.609 komentar dengan rincian Facebook resmi berjumlah 1.038, Facebook *Influencer* berjumlah 3.473, Twitter resmi berjumlah 9 dan Youtube resmi berjumlah 89. Setelah didapatkan komentar, langkah selanjutnya dilakukan pemilihan kata kunci untuk masing-masing dinas pada pemerintah kota Depok. Tabel 2 menjelaskan kata kunci untuk dinas-dinas di kota Depok.

Komentar yang sudah didapatkan dilakukan *preprocessing* data. Dengan melakukan *preprocessing*, jumlah komentar berkurang menjadi 4.325 komentar. Selanjutnya komentar dilakukan kategorisasi berdasarkan kata kunci yang telah dipilih sebelumnya. Apabila kata kunci ditemukan maka akan diberi label sesuai dengan nama

dinas, apabila ditemukan lebih dari satu kata kunci akan diberi label "*duplicate*", dan apabila tidak ditemukan maka akan diberi label "*uncategorized*".

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa dari 4.325 komentar, 10,35% komentar berhasil diberi label dinas, 1,11% komentar diberi label "*duplicate*" dan 88,54% komentar diberi label "*uncategorized*". Berikut jumlah tabel untuk masing-masing komentar di setiap media sosial.

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa jumlah *uncategorized* pada akun sosial media Facebook sangat signifikan. Hal ini disebabkan karena kata kunci yang dimasukkan ke dalam dinas belum bisa merepresentasikan data komentar yang masuk. Hal tersebut berlaku pada akun media sosial Youtube di mana jumlah komentar yang terlabel *uncategorized* masih dominan dalam pelabelan. Pada akun sosial media Twitter, komentar yang masuk sudah dominan dengan label dinas karena data komentar memiliki kata kunci yang sesuai dengan dinas. Berikut merupakan hasil pelabelan untuk komentar di setiap dinas.



Gambar 6. Tampilan hasil kategorisasi aplikasi

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa Dinas Perhubungan memiliki jumlah komentar terbanyak yang disusun dengan Dinas Perlindungan Anak, Pemberdayaan Masyarakat, dan Keluarga. Hal ini menandakan bahwa *keyword* yang digunakan mewakili dari dinas terkait. Hasil kategorisasi kemudian ditampilkan melalui visualisasi pada aplikasi.

c. Rekomendasi Kata Kunci

Setelah didapatkan komentar yang telah terkategori maka langkah selanjutnya dilakukan pengujian terhadap rekomendasi kata kunci. Perhitungan kata kunci dilakukan dengan menghitung nilai IDF untuk setiap kata dalam komentar antar dinas. Perhitungan dilakukan terhadap dinas yang memiliki jumlah komentar di atas rata-rata komentar yang masuk di pemerintah kota tersebut. Sehingga tidak semua dinas memiliki kata kunci. Berikut merupakan kata kunci untuk masing-masing dinas. Pemilihan kata kunci dipilih berdasarkan kata kunci dengan nilai IDF terendah.

Berdasarkan table 6 diketahui bahwa terdapat tiga dinas yang memiliki rekomendasi kata dari komentar yang masuk. Adapun pada Dinas Perhubungan rekomendasi kata yang diberikan adalah “*traffic light*” dengan nilai IDF 1.0. Berdasarkan komentar yang didapatkan, kata “*traffic light*” relevan dengan SKPD yang ada karena komentar berupa saran masyarakat terhadap kondisi *traffic light* di kota Depok yang harus diubah. Pada Dinas Perlindungan Anak, Pemberdayaan Masyarakat, dan Keluarga rekomendasi kata yang diberikan yaitu “*baca*” dengan

nilai IDF 1.0. Kata “*baca*” dalam komentar tidak relevan karena komentar menyatakan keluhan kepada pemerintah kota Depok oleh masyarakat yang membaca *billboard* di kota Depok mengatakan kalau kota Depok adalah kota ramah anak, tetapi kenyataannya tidak. Terakhir pada Dinas Sosial memiliki rekomendasi kata “*nik*” dengan nilai IDF 3,6741. Kata kunci “*nik*” tidak relevan dengan SKPD karena kata ‘*nik*’ dalam komentar menyatakan keluhan masyarakat terhadap dibutuhkannya *nik* dalam proses registrasi sim *bandphone*.

Ketidakrelevanan kata kunci dipengaruhi oleh kata kunci dalam melakukan kategorisasi. Hal ini menyebabkan jumlah komentar yang terkategori menjadi sedikit dan mempengaruhi nilai IDF.

Gambar 6 menampilkan visualisasi yang terdapat pada *website*, di mana terdapat grafik batang kondisi setiap media sosial terhadap SKPD.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyajikan arsitektur untuk melakukan pengambilan data dari media sosial Facebook, Twitter, dan Youtube. Arsitektur ini mampu menjalankan proses pengumpulan data komentar pada akun resmi dan *influencer* di masing-masing media sosial. Pengujian kategorisasi komentar yang menggunakan 4.325 komentar pada akun media sosial Kota Depok yang telah dilakukan *preprocessing* menghasilkan 10,35% komentar dikategorikan dinas, 1,11% komentar dikategorikan *duplicate*, dan 88,54% komentar dikategorikan *uncategorized*

dengan kata kunci asumsi yang digunakan. Apabila kata kunci merepresentasikan komentar pada dinas, maka jumlah komentar yang terkategori dinas akan meningkat. Pengujian rekomendasi kata kunci yang menggunakan 19 dinas menghasilkan 1 kata kunci untuk setiap 3 dinas. Ketiga dinas tersebut memiliki jumlah komentar di atas rata-rata komentar yang telah terkategori. Adapun kata kunci yang dihasilkan tidak relevan untuk ketiga dinas. Hal ini disebabkan karena jumlah komentar di setiap dinas sangat sedikit dan nilai IDF untuk masing-masing kata bernilai sama.

5. Daftar Pustaka

- [1] Republik Indonesia, "UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 32 TAHUN 2004 TENTANG PEMERINTAHAN DAERAH," no. 1, pp. 1–7, 2004.
- [2] D. I. N. Indonesia, "Digital in India a Snapshot of the Country ' S Key Digital Statistical Indicators," *Hootsuite*, pp. 199–213, 2018.
- [3] TETRA PAK, "the Tetra Pak Index 2017," no. 10, 2017.
- [4] S.L. Alam and A. Diamah. "Understanding user participation in Australian Government tourism Facebook page." ACIS 2012: Location, location, location: *Proceedings of the 23rd Australasian Conference on Information Systems 2012*. ACIS, 2012.
- [5] M. A. Furqon, et al. "Analisis Jenis Posting Media Sosial Pemerintah Daerah di Indonesia Berdasarkan Like dan Analisis Sentimental Masyarakat." *Jurnal Sosioteknologi* 17.2 (2018): 177-190, 2018
- [6] A. N. Izzati, et al. "Kategorisasi Jenis Interaksi antara Pemerintah dan Masyarakat dan Popularitas Media Sosial Pemerintah Daerah." *Jurnal Sistem Informasi* 14.1 (2018): 1-8, 2018
- [7] B. Suryadharma, and T. D. Susanto. "Faktor Penerimaan Media Sosial Instansi Pemerintah di Indonesia." *INTEGER: Journal of Information Technology* 2.2 2017
- [8] N. Kurniasih, S. Sos, and M. Hum. "Penggunaan Media Sosial Bagi Humas Di Lembaga Pemerintah." *Forum Kebumasan Kota Tangerang*, 2013.
- [9] D. Purworini. "Model informasi publik di era media sosial: Kajian grounded teori di pemda sukoharjo." *Komuniti: Jurnal Komunikasi dan Teknologi Informasi* 6.1 (2017): 3-14, 2017
- [10] C. Ramisch. "N-gram models for language detection." *M2R Informatique-Double dipl'ome ENSIMAG-UJF/UFRIMA* (2008).
- [11] E. Manjavacas, et al. "Synthetic literature: Writing science fiction in a co-creative process." *Proceedings of the Workshop on Computational Creativity in Natural Language Generation (CC-NLG 2017)*, 2017
- [12] D. Jurafsky and J. H. Martin, "N-Grams" *Speech Lang. Process.*, pp. 2–7, 2014.
- [13] D. R. Tobergte and S. Curtis, "Regular Expression Pocket Reference," *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9. pp. 1689–1699, 2013.
- [14] O. Karmayasa and I. B. Mahendra, "Implementasi VSM dan Notasi Metode TF-IDF pada Sistem Temu Kembali Informasi," *J. Progr. Stud. Tek. Inform.*, p. 9, 2010.
- [15] M. Fitri. "Perancangan Sistem Temu Balik Informasi dengan Metode Pembobotan Kombinasi TF-IDF untuk Pencarian Dokumen Berbahasa Indonesia." *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi (JustIN)* 1.1 (2012): 80-85. 2013.

APLIKASI *PAPERLESS LIBRARY* DAN PENGUKURAN DAMPAK DENGAN MODEL *IS-IMPACT*

Rahmandani Herlambang, Husni Thamrin*

Program Studi Informatika
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Surakarta

*husni.thamrin@ums.ac.id

Abstrak-Perpustakaan digital adalah kumpulan benda digital termasuk pustaka buku, organisasi dari koleksi informasi beserta layanan, serta cara mengakses dengan tidak terbatas jarak dan waktu. misalnya situs *web* perpustakaan. Pelanggaran hak cipta pada pustaka digital sangat mungkin terjadi dan menjadi masalah serius karena benda digital mudah digandakan. Namun, hal tersebut dapat dicegah dengan solusi mengkonversi pustaka buku berformat *pdf/mobi/epub* ke bentuk gambar dan memberikan watermark. Seperti yang diterapkan pada pengembangan aplikasi perpustakaan digital oleh penulis untuk melindungi hak cipta pustaka. Fitur tersebut adalah salah satu keunggulan dari sistem yang dikembangkan, selain tampilan responsif pada platform desktop atau *mobile*. Terdapat fitur baca pustaka dengan tampilan buku digital, untuk pustaka *open access* bersifat *unlimited* untuk pembaca, sedangkan *closed access* bersifat terbatas untuk jumlah pembaca berdasarkan jumlah eksemplar pustaka yang disediakan. Aplikasi telah diuji dan diterapkan di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Hasil pengujian keberhasilan sistem informasi dengan model *IS-IMPACT* menunjukkan bahwa aplikasi sudah bermanfaat serta dapat digunakan untuk mengelola dan mengakses pustaka digital tanpa melakukan pelanggaran hak cipta

Kata Kunci: *perpustakaan digital, paperless, hak cipta, IS-Impact*

1. Pendahuluan

Perpustakaan digital adalah kumpulan benda digital, termasuk teks, video, audio, beserta metode akses dan pemeliharaan koleksi, Fox 1998 dalam Witten [1]. Selain merupakan kumpulan benda digital, istilah perpustakaan digital mencakup organisasi dari koleksi informasi beserta layanan yang terkait termasuk bagaimana pustaka diakses [2], [3]. Lebih dari itu, kegiatan perpustakaan digital mencakup proses pembuatan, penggunaan, dan pencarian konten digital [4].

Pengembangan perpustakaan digital memberikan keuntungan karena perpustakaan digital dapat “dikunjungi” dengan tidak terbatas jarak dan waktu [5], sebagai contoh akses dan pengambilan informasi secara *online* [6]. Menyediakan satu titik akses ke berbagai sumber yang terdistribusi secara mandiri [7]. Situs *web* perpustakaan adalah contoh definisi ini [8]. Perpustakaan semacam itu haruslah menarik secara visual, ergonomis mudah digunakan, menggabungkan kenyamanan serta kemampuan pencarian yang hebat, menawarkan fasilitas penjelajahan yang kaya dan alami [1].

Namun, terdapat masalah besar dalam pengembangan perpustakaan digital yaitu hak cipta. Sesuai dengan pasal 40 UU No.28 Tahun 2014, ciptaan yang mendapat perlindungan hak cipta salah satunya adalah buku dan semua hasil karya tulis [9]. Pustaka dengan hak cipta hanya

bisa dibaca dan tidak dapat digandakan atau disunting [10]. Penggandaan dan pengalihmediaan pustaka merupakan masalah di banyak perpustakaan Indonesia [11]. Salah satunya adalah pembajakan buku [9], koleksi digital yang dimiliki perpustakaan [12]. Pustaka digital sangat mudah untuk digandakan karena belum adanya regulasi di Indonesia yang mengatur perpustakaan digital. Padahal, penghormatan hak cipta dapat mendorong kreativitas penulis untuk menciptakan karya-karya berkualitas [13].

Untuk mengatasi permasalahan hak cipta atas pustaka, penulis mengembangkan aplikasi perpustakaan digital yang memperhatikan hak cipta pada pustaka digital. Aplikasi ini melakukan pengelolaan pustaka dan konten digital berbasis *website*. Aplikasi diuji di perpustakaan Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, sebuah universitas yang memiliki slogan *IT Based Paperless University*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi dapat digunakan untuk mengelola pustaka digital, mengakses pustaka digital tanpa melakukan pelanggaran hak cipta.

2. Metode

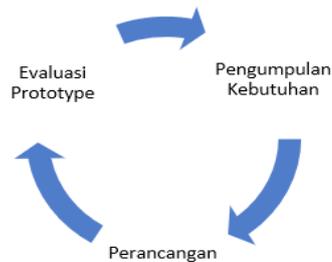
a. Metode Penelitian Sistem

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif bersifat reflektif, interpretatif, deskriptif [14]. Disimpulkan bahwa penelitian kualitatif semakin menemukan identitasnya sendiri

ketika dilihat dalam hal tujuan dan prosedur pendekatan kuantitatif dan kritis untuk komunikasi [15].

b. Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem perpustakaan digital sesuai SDLC (*Systems Development Life Cycle*) dengan metode *prototype*. Prototipe adalah model fisik kerja dari sebuah sistem atau subsistem, yang berfungsi sebagai versi awal dari sistem [16], sedangkan Sprague & McNurlin dalam Pliskin prototipe sebagai proses berulang dari menciptakan dengan cepat [17]. Metode *prototype* bisa digambarkan pada gambar 1.

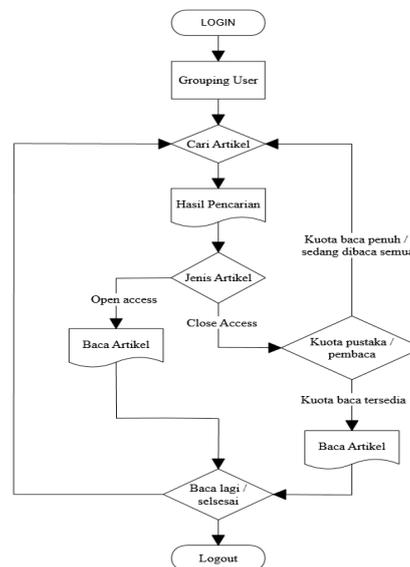


Gambar 1. Pengembangan dengan Metode *Prototype*

Langkah-langkah pengembangan sistem dalam *prototyping* seperti yang diidentifikasi oleh Pressman meliputi [18]:

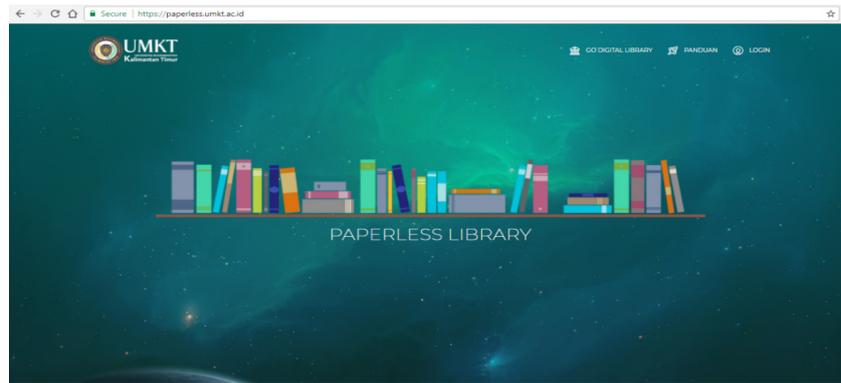
1. Pengumpulan kebutuhan
Tahapan pengumpulan kebutuhan dilakukan dengan mewawancarai atau diskusi dengan beberapa level aktor terkait seperti kepala IT UMKT, dosen pembimbing, serta pegawai perpustakaan UMKT/pustakawan. Hal tersebut dilakukan untuk mendefinisikan secara garis besar kebutuhan keseluruhan sistem serta kebutuhan *fungsional* dan *non fungsional*. Data yang sudah terkumpul disesuaikan dengan tujuan untuk mensukseskan salah satu visi misi UMKT “*IT-Based Paperless*”.
2. Desain cepat
Perancangan dilakukan sesuai definisi kebutuhan yang sudah terkumpul. Tahap ini melakukan desain *template frontend*/tampilan aplikasi *website* dengan mengutamakan kenyamanan pengguna pada *platform desktop* maupun *mobile*. Desain yang sudah dibuat selanjutnya akan dievaluasi kembali oleh aktor terkait.
3. Membangun *prototype*/mengkodekan sistem
Pada tahap ini *prototype* yang telah disepakati akan dikonversi ke dalam bahasa pemrograman *python* dan diterapkan pada *framework* Django sebagai *backend* atau sistem yang akan memproses berbagai *logic* algoritma program serta mengolah data. Beberapa algoritma penting akan dibuat seperti teknik untuk melindungi hak cipta pustaka dengan cara memberi *watermark* dan mengubah format pustaka dari *pdf*, *mobi*, *epub* ke gambar supaya tidak bisa di-*copy* dan diunduh. *Postgresql* digunakan untuk *database* sesuai kesepakatan dengan kepala IT UMKT.
Cara kerja program:
 - a. Anggota perpustakaan *login* sesuai *user password*.
 - b. *Grouping*, anggota perpustakaan akan diseleksi berdasarkan jurusan.
 - c. Pilih atau cari artikel.

- d. Menampilkan hasil pilihan artikel atau pencarian artikel.
- e. Jika artikel bersifat *open acces* bisa dibaca oleh semua *user* /anggota perpustakaan/mahasiswa, pustaka bersifat *unlimited*.
- f. Jika jumlah artikel yang bersifat *close access* belum ada yang membaca atau sedang dibaca, tetapi menyisakan slot untuk membaca, maka *user* bisa membaca artikel tersebut.
- g. Jika jumlah artikel yang bersifat *close access* sedang dibaca semua di waktu yang bersamaan, maka *user* yang ingin membaca harus menunggu atau mencari artikel lain. Sebagai gambaran jika ada 5 buku hanya bisa dibaca 5 *user* saja.
- h. Jika *user* sudah selesai membaca artikel yang dilindungi hak cipta, maka *user* yang sudah mengantri bisa membaca artikel.
- i. Jika sudah selesai membaca artikel, *logout* untuk keluar aplikasi

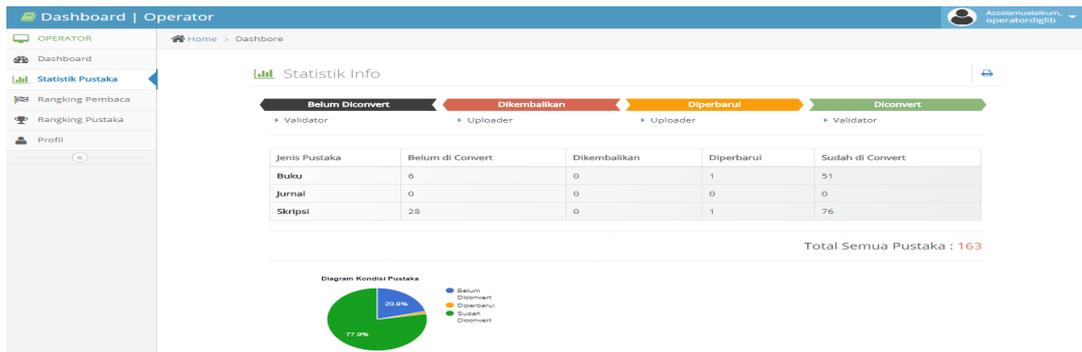


Gambar 2. Diagram Alir Konsep Sistem

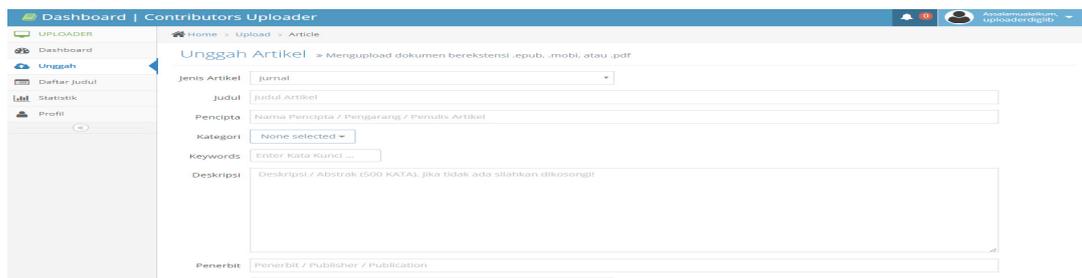
4. Menguji dan evaluasi sistem
Pengujian sistem menggunakan metode *black box testing*. Pada tahap ini kepala IT UMKT, dosen pembimbing dan pustakawan UMKT melakukan evaluasi terhadap sistem yang sudah dibuat. Apakah sesuai harapan dan kebutuhan, apabila belum sesuai maka akan dilakukan proses tahap 4 dan 5.
5. Penerapan sistem
Penerapan sistem dilakukan ke UMKT setelah aplikasi *paperless library* selesai pada semua tahap. Pada kegiatan ini dilakukan konfigurasi ke *server* supaya aplikasi *website* bisa diakses secara *online* dengan alamat <https://paperless.umkt.ac.id>.
6. Model pengukuran keberhasilan sistem informasi
Model yang digunakan untuk mengukur keberhasilan penerapan sistem perpustakaan digital mengadopsi teori model pengukuran *IS-Impact*/model *gab*. pendekatan kuantitatif data dikumpulkan melalui kuesioner dengan 37 pertanyaan dan 4 dimensi. Meliputi dampak individu, dampak organisasi, kualitas sistem, dan kualitas informasi [19].



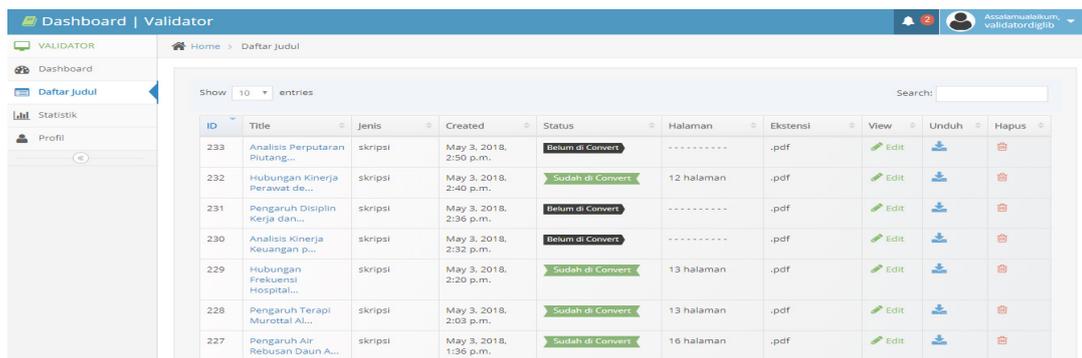
Gambar 3. Halaman Awal “PAPERLESS LIBRARY”



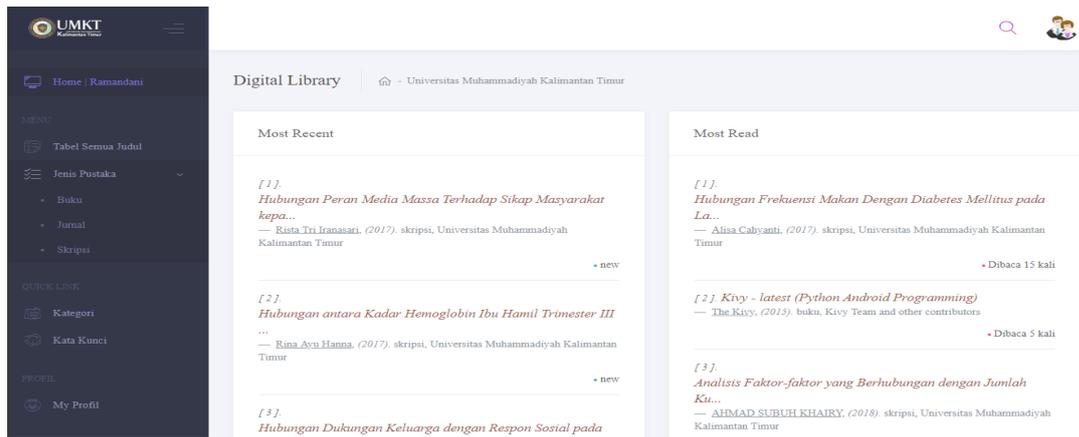
Gambar 4. Tampilan Halaman Operator



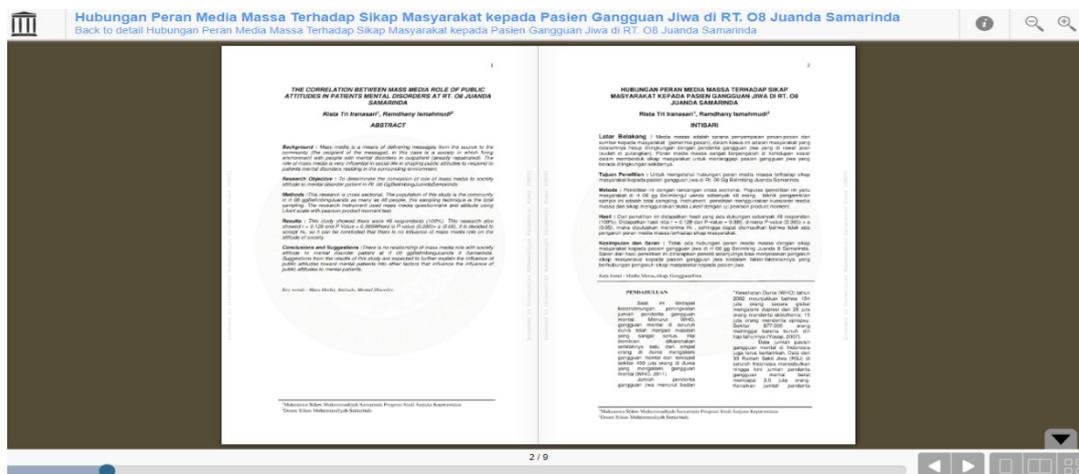
Gambar 5. Tampilan Halaman Uploader



Gambar 6. Tampilan Halaman Validator



Gambar 7. Tampilan Halaman anggota perpustakaan/pengunjung



Gambar 8. Tampilan Halaman “Baca”

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Implementasi Sistem

Hasil dari penelitian ini adalah sistem informasi pengelolaan pustaka dan konten digital berbasis *website* untuk sebuah perpustakaan digital dengan memperhatikan hak cipta. Sistem yang dibuat sudah diterapkan di Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur. Sistem berupa sebuah *website* yang bisa diakses secara *online* dengan alamat <https://paperless.umkt.ac.id>. Terdapat empat level aktor pengguna, terdiri dari *operator*, *uploader*, *validator*, dan anggota perpustakaan/mahasiswa.

Keunggulan yang ditunjukkan sistem perpustakaan digital ini adalah tampilan responsif di *platform* sistem operasi *desktop* dan *mobile*. Fitur unggulan di level pengguna anggota perpustakaan seperti tampilan buku digital pada halaman “baca” yang bisa menyesuaikan dengan ukuran layar sistem operasi *mobile/desktop*. Namun, untuk membaca koleksi pustaka hanya bisa diakses oleh anggota perpustakaan yang sudah *login*, anggota/*user* yang tidak *login* hanya bisa melihat sampai metadata saja. Disini pembaca dicegah untuk mengunduh *file* untuk semua koleksi pustaka. Selain itu terdapat fitur *quick link*/pencarian cepat berdasarkan kategori dan kata kunci. Tersedia juga pencarian hebat berdasarkan *input user* yang hasilnya akan di *highlight*.

Fitur utama pada level “uploader” adalah mengunggah pustaka dan mengisi metadata, serta memperbarui *file* jika pustaka dikembalikan oleh “validator”.

Fitur utama pada level “validator” yaitu memvalidasi pustaka dan mencocokkan metadata yang diunggah uploader dengan isi *file*, kemudian mengkonversi dari pustaka berformat *.pdf*, *.epub*, *.mobi* ke bentuk gambar yang sudah diberi *watermark*. Level pengguna “validator” dapat mengembalikan pustaka jika *file* pustaka yang diunggah oleh “uploader” salah atau tidak sesuai dengan metadata, diasumsikan bahwa terjadi *human error* uploader salah memilih *file*, serta dapat menyisipkan sebuah pesan khusus untuk “uploader”, sehingga “uploader” bisa memperbarui *file* tanpa mengisi ulang metadata.

Terdapat level pengguna “operator” yang dikhususkan untuk melihat semua statistik jumlah pustaka, status pustaka yang sudah di-*upload*, belum dikonversi, sudah dikonversi, dikembalikan, dan diperbaiki. Operator juga dapat melihat *ranking* anggota perpustakaan yang sering membaca di perpustakaan digital secara *online*, selain itu terdapat fitur melihat *ranking* pustaka yang sering dibaca. Level pengguna operator adalah pimpinan perpustakaan atau civitas UMKT yang mempunyai hak untuk memonitor *traffic* perpustakaan digital. Berikut adalah tampilan perpustakaan digital dengan nama aplikasi “PAPERLESS LIBRARY” ditunjukkan pada gambar 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Tabel 1. Pengujian *Black Box* pada *login*

No	Fitur	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil
1	<i>Login</i> anggota perpustakaan	Melakukan <i>login</i> dengan <i>google mail</i>	Berhasil <i>login</i> jika menggunakan <i>gmail</i> umkt.ac.id, dan gagal <i>login</i> jika menggunakan <i>gmail</i> selain umkt.ac.id	Valid
2	<i>Login</i> administrator	Melakukan <i>login</i> sesuai aktor akses uploader/validator/ operator	Berhasil <i>login</i> jika sesuai dengan hak akses aktor admin	Valid

Tabel 2. Pengujian *Black Box* pada level pengguna "Uploader"

No	Fitur	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil
1	Unggah pustaka berformat <i>pdf/ epub/ mobi</i> dan pengisian metadata	Pustaka tersimpan	Pustaka muncul pada tabel daftar judul	Valid
2	Daftar judul	Menampilkan pustaka yang sudah diunggah	Tampil daftar judul pustaka	Valid
5	Notifikasi	Menampilkan jenis pustaka yang dikembalikan oleh validator	Muncul jumlah dan jenis pustaka yang di kembalikan validator	Valid
6	Dashboard	Menampilkan panduan untuk uploader	Tampil panduan lengkap untuk uploader	Valid
7	Edit pustaka yang di kembalikan	Menampilkan pustaka yang di kembalikan validator	Tampil pustaka yang di kembalikan dan pesan khusus yang ditulis validator untuk uploader	Valid
8	Update <i>file</i> pustaka yang diperbaiki	Menyimpan pustaka yang sudah di perbaiki	Muncul notifikasi "pustaka di perbarui" dan Tampil pustaka yang di perbaiki di daftar judul	Valid

Tabel 3. Pengujian *Black Box* pada level pengguna "Validator"

No	Fitur	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil
1	Daftar judul	Menampilkan pustaka yang belum dikonvert, sudah dikonvert, diperbarui dikembalikan	Tampil daftar judul pustaka belum dikonvert, dikembalikan, diperbarui , sudah dikonvert	Valid
2	Statistik	Menampilkan statistik pustaka	Tampil statistik pustaka berdasarkan jenis pustaka dan status pustaka	Valid
3	Notifikasi	Menampilkan jenis pustaka yang diperbarui uploader	Muncul jumlah dan jenis pustaka yang di perbarui uploader	Valid
4	Edit pustaka	Menampilkan pustaka	Tampil pustaka yang belum/ dikonvert/dikembalikan/diperbarui/ sudah dikonvert	Valid
5	Simpan pustaka	Menyimpan pustaka	Pustaka bisa dibaca di <i>book view</i> , dan tampil pada daftar pustaka dengan status sudah dikonvert	Valid
6	Kembalikan pustaka	Mengembalikan pustaka	Muncul tambah catatan dan pustaka akan berubah status menjadi dikembalikan	Valid
7	<i>Download</i> pustaka	Mengunduh pustaka	Pustaka tersimpan dalam sistem operasi validator	Valid
8	Hapus pustaka	Menghapus pustaka	Pustaka terhapus dari daftar judul	Valid

Tabel 4. Pengujian *Black Box* pada level anggota perpustakaan/pengunjung

No	Fitur	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil
1	Tabel semua judul	Menampilkan semua judul pustaka	Tampil semua judul pustaka	Valid
2	Jenis pustaka buku/jurnal/skripsi	Menampilkan jenis pustaka buku/jurnal/skripsi	Tampil jenis pustaka buku/jurnal/skripsi secara <i>grouping</i> berdasarkan tahun, bulan. maupun berdasarkan jurusan khusus untuk skripsi	Valid
3	Kategori	Menampilkan pustaka sesuai kategori akademik	Tampil pustaka sesuai kategori akademik	Valid
4	Kata kunci	Menampilkan kata kunci	Tampil kata kunci dalam pustaka secara <i>grouping</i> danurut sesuai abjad	Valid
5	Pencarian	Menampilkan pustaka yang dicari	Muncul pustaka yang di cari sesuai <i>input</i> yang dimasukan oleh <i>user</i> . Muncul <i>highlight</i> jika pustaka ditemukan	Valid
7	Baca	Menampilkan pustaka	Tampil pustaka dengan tampilan buku digital	Valid
8	Profil	Menyimpan profil anggota perpustakaan	Tampil profil nama dan email anggota perpustakaan, jika sudah <i>login</i>	Valid

Tabel 5. Pengujian *Black Box* pada level pengguna "Operator"

No	Fitur	Test Case	Hasil Yang Diharapkan	Hasil
1	Statistik pustaka	Menampilkan statistik pustaka	Tampil statistik pustaka berdasarkan jenis pustaka , status pustaka, dan diagram <i>charts</i>	Valid
2	Rangking pembaca	Menampilkan rangking pembaca	Tampil rangking pembaca yang sering membaca	Valid
3	Rangking pustaka	Menampilkan rangking pustaka	Tampil rangking pustaka yang sering dibaca	Valid

Tabel 6. Hasil pengukuran keberhasilan dengan model *IS-Impact/Gable*

No	Fitur	Jumlah Responden	Jumlah Pertanyaan	Positif	Negatif
1	Kualitas Informasi	7	10	90 %	10 %
2	Kualitas Sistem	5	15	97,3 %	2,6 %
3	Dampak Organisasi	6	8	93,7 %	6,2 %
4	Dampak Individu	5	4	90 %	10 %

b. Pengujian *Black Box* Sistem

Keuntungan utama dari pengujian *black box* adalah pengujian tidak perlu memiliki pengetahuan khusus bahasa pemrograman, implementasi, dan dilakukan dari sudut pandang pengguna. Keuntungan signifikan dari pengujian *black box* adalah membantu mengungkap ambiguitas atau ketidakkonsistenan dalam spesifikasi persyaratan [20]. Pengujian *black box* dilakukan pada produk yang benar-benar selesai [21], [22] so any technique aiming at reducing software-testing costs is likely to reduce software development costs. Proposed by NASA in 1994, the Modified Condition/Decision Coverage (MC/DC. Tabel 1, 2, 3, 4, 5 menunjukkan hasil pengujian *black box* sistem perpustakaan digital.

c. Hasil Pengukuran Keberhasilan Sistem Informasi dengan Model *IS-Impact*

Hasil pengukuran model *IS-Impact/Gable*, dilakukan dengan memberikan 37 kuesioner dalam 4 dimensi. Yaitu, dampak individu bermakna sejauh mana telah

mempengaruhi kemampuan dan keefektifan atas nama organisasi dari pengguna, dampak organisasi bermakna sejauh mana sistem memiliki peningkatan dan kapabilitas organisasi, kualitas informasi bermakna ukuran kualitas informasi yang dihasilkan sistem, kualitas sistem bermakna ukuran kinerja dari teknis dan desain perspektif.

Terdapat beberapa pertanyaan dari setiap dimensi dengan jumlah berbeda-beda. Meliputi 4 pertanyaan pada dimensi dampak individu, 8 pertanyaan pada dimensi dampak organisasi, 15 pertanyaan pada dimensi kualitas sistem, 10 pertanyaan pada dimensi kualitas informasi. Responden adalah aktor dari uploader, validator, operator dan kepala *IT* UMKT. Terdapat 4 jawaban yang masuk dalam 2 golongan positif dan negatif. Dalam golongan positif terdapat jawaban sangat setuju, dan setuju. Sedangkan golongan negatif berupa jawaban tidak setuju dan sangat tidak setuju. Hasil dari jawaban kuesioner dalam dimensi ditotal dan dipresentase untuk menunjukkan hasil persen positif dan negatif, ditunjukkan pada table 6.

Makna dari tabel 6. Pada dimensi kualitas informasi dengan jumlah responden 7 dan 10 pertanyaan, didapatkan

hasil 90% respons positif dan 10% respons negatif. Pada dimensi kualitas sistem dengan jumlah responden 5 dan 15 pertanyaan didapatkan hasil 97,3% positif dan 2,6% negatif. Kemudian pada dampak organisasi dengan jumlah responden 6 dan jumlah pertanyaan 8 didapatkan 93,7% positif dan 6,2% negatif. Untuk dampak individu dengan 5 responden dan 4 pertanyaan didapatkan 90% positif dan 10% negatif.

Pengukuran keberhasilan sistem sangatlah penting dan sudah dilakukan oleh banyak peneliti dengan berbagai-beda model. beberapa metode seperti metode kualitatif dengan mengukur secara taksiran seperti yang dilakukan Al Chanani dan Thamrin [23]. Terdapat pula kerangka *PIECES* untuk menguji kepuasan pengguna seperti yang dilakukan Supriyatna dan Maria [24].

d. Pembahasan

Sistem perpustakaan digital sudah diterapkan pada server dengan alamat <https://paperless.umkt.ac.id>, sehingga dapat diakses secara *online*. Tampilan perpustakaan digital diciptakan responsive pada sistem operasi *desktop* atau *mobile*, dengan desain modern maka sangat mudah digunakan oleh *user*, selain itu menawarkan kenyamanan pengguna serta kemampuan pencarian pustaka secara cepat dan penjelajahan kelompok pustaka terstruktur.

Keunggulan dari level pengguna anggota perpustakaan adalah fitur “baca” berbentuk buku digital dengan mengutamakan tampilan kenyamanan saat membaca. Terdapat pustaka *open access* yang bersifat *unlimited* atau bisa dibaca oleh semua anggota perpustakaan dan *close access* yaitu bersifat terbatas bagi pembaca sesuai jumlah eksemplar pustaka yang disediakan. Untuk menjaga hak cipta pustaka, maka setiap pustaka diberi *watermark* kemudian dikonversi ke gambar supaya tidak dapat disalin atau digandakan. Tidak disediakan fitur *download* pustaka, namun jika pengguna mempunyai kemampuan untuk mengunduh gambar pustaka maka masih ada *watermark* yang tidak mudah untuk dihilangkan. Akan tetapi untuk mengakses fitur “baca”, seorang *user* diharuskan untuk *login* dengan *google mail* dengan indikator *domain* “@umkt.ac.id” yang diizinkan masuk, selain *domain* tersebut tidak mungkin untuk bisa *login* karena sudah dicegah oleh *google* atau dianggap bukan anggota perpustakaan UMKT.

Level pengguna “uploader” yang bertugas mengunggah pustaka dan “validator” yang akan memvalidasi pustaka untuk dinyatakan layak *publish* atau dikembalikan karena *file* pustaka tidak konsisten dengan metadata. Uploader dapat memperbaiki pustaka yang dikembalikan dengan bantuan membaca pesan spesifik kesalahan yang dikirimkan oleh validator, sehingga memudahkan uploader menemukan kesalahannya dan tidak perlu menuliskan ulang metadata serta meningkatkan kinerja uploader.

Level tertinggi adalah operator, yang mempunyai hak melihat seluruh statistik pada perpustakaan digital. Seperti statistik semua jumlah pustaka buku, skripsi, jurnal dengan spesifikasi status belum dikonversi, sudah dikonversi, dikembalikan, dan diperbarui. Operator juga dapat melihat *ranking* teratas pustaka yang sering dibaca oleh anggota perpustakaan. Fitur yang menarik adalah *ranking* nama anggota perpustakaan yang sering membaca *online*, fitur ini dapat dimanfaatkan untuk memberikan penghargaan/

reward kepada anggota perpustakaan dengan *ranking* teratas yang sering membaca, supaya minat baca semakin tinggi.

Manfaat penerapan perpustakaan digital “*Paperless Library*” bagi Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur diharapkan mampu berkontribusi dalam mendukung aktivitas akademik serta pembangunan sistem *IT* untuk meningkatkan *ranking* universitas baik dari lembaga akreditasi nasional, *Webometric* maupun *QS World University*. Serta menciptakan lingkungan *melek* teknologi untuk mahasiswa, sesuai dengan moto “*IT-Based Paperless University*” UMKT mengembangkan sistem perpustakaan digital.

Terdapat peluang bisnis untuk mengembangkan perpustakaan digital ini, yaitu sebuah instansi pengembang perpustakaan digital dapat bekerjasama dengan *developer* penerbit buku akademis maupun non akademis untuk memperkaya koleksi pustaka. Dengan cara pihak *developer* sebagai aktor “uploader” yang mempunyai hak mengunggah pustaka sesuai perjanjian berapa pustaka yang dibeli oleh instansi, sedangkan pihak instansi sebagai aktor “validator” untuk memastikan buku sesuai dengan jumlah perjanjian dan mencocokkan konsistensi metadata dengan *file*. Pustaka yang sudah dibeli hanya bisa dimiliki secara digital oleh mahasiswa sesuai jurusan akademis atau hanya bisa dibaca oleh satu *user* untuk setiap pustaka sesuai jumlah eksemplar seperti konsep penjualan buku tradisional.

4. Penutup

Perpustakaan digital dengan nama “*PAPERLESS LIBRARY UMKT*” telah selesai secara 100% sesuai dengan kebutuhan dan ikut mensukseskan moto UMKT “*IT-Based Paperless*”. Setelah uji *black box testing* secara fungsional sistem tidak mengalami *bug/error*.

Berdasarkan hasil pengukuran kemanfaatan dengan model *IS-IMPACT* bahwa kualitas informasi menunjukkan 90% positif dan 10% negatif, kualitas sistem 97,3% positif dan 2,6% negatif. Sedangkan dampak kemanfaatan terhadap organisasi 93,7% positif dan 6,2 % negatif. Dampak kemanfaatan terhadap individu 90% positif dan 10% negatif. Dengan demikian, disimpulkan bahwa 4 dimensi pengukuran model *IS-IMPACT* pada setiap indikator menunjukkan hasil rata-rata diatas 90% hasil positif, yang berarti bahwa aplikasi perpustakaan digital bermanfaat.

Namun dimasa depan perlu diukur tingkat kesuksesan sistem informasi seperti kualitas sistem, kualitas pelayanan, kualitas informasi dan kepuasan pengguna, dengan model lain. salah satunya adalah model *Delone & McLean*. Sebab kualitas informasi, sistem dan pelayanan sangat berpengaruh positif pada pengguna dan kepuasan pengguna, selanjutnya akan berpengaruh positif pada “*net benefit*” atau hasil [25], [26].

5. Daftar Pustaka

- [1] I. H. Witten, R. J. McNab, S. J. Boddie, and D. Bainbridge, “Greenstone: a comprehensive open-source digital library software system,” *Proc. Fifth ACM Conf. Digit. Libr. 02-07 June*, pp. 113–121, 2000.

- [2] W. Y. Arms, "Digital libraries," *Commun. ACM*, vol. 38, no. 4, pp. 23–28, 1995.
- [3] M. Lesk, *Practical Digital Libraries: Books, bytes, and bucks*. San Francisco, Calif.: Morgan Kaufmann Publishers, 1997.
- [4] C. Borgman, I. Sølvsberg, and L. (Eds. . Kovács, "Fourth DELOS Workshop . Evaluation of Digital Libraries : Testbeds , Measurements , and Metrics," no. June, 2002.
- [5] B. Sloan, "Service perspectives for the digital library remote reference services," *Libr. Trends*, vol. 47, no. 1, pp. 117–143, 1998.
- [6] S. Sood and V. Sreenivasulu, "Overhauling LISc curriculum with a slant to digital age: preparing library information centres and information professionals to the XXIst century," in *Proceedings of 49th FID Pre-Conference Education and Training*, 1998, pp. 112–18.
- [7] A. Paepcke *et al.*, "Using distributed objects for digital library interoperability," *Computer (Long Beach, Calif.)*, vol. 29, no. 5, pp. 61–68, 1996.
- [8] L. Francisco-Revilla, F. Shipman, R. Furuta, U. Karadkar, and A. Arora, "Managing change on the web," *Proc. first ACM/IEEE-CS Jt. Conf. Digit. Libr. - JCDL '01*, pp. 67–76, 2001.
- [9] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 tentang Hak Cipta, "Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia," 2014.
- [10] Susanto, "Desain dan Standar Perpustakaan Digital," *J. Pustak. Indones.*, vol. 10, no. 2, pp. 17–23, 2010.
- [11] S. Wisda Pradipta and A. Permana, "UPAYA PENERAPAN HAK CIPTA TERHADAP PEMANFAATAN KOLEKSI BUKAN BUKU DI PERPUSTAKAAN DAERAH PROVINSI JAWA TENGAH," vol. 1, no. 1, 2012.
- [12] D. Kusmawan, "Perlindungan Hak Cipta Atas Buku," *Perspektif*, vol. 19, no. 2, pp. 137–143, 2014.
- [13] S. Rumani, "Tinjauan Yuridis Pelaksanaan Hak Cipta dalam Open Access Informasi," vol. 5, no. 2, pp. 111–123, 2016.
- [14] H.-W. Lara, B. S. William, S. G. Leslie, and G. Rhonda, "Qualitative research methods for psychologists: Introduction through empirical studies," in *An Assimilation Analysis of Psychotherapy: Responsibility for "Being There,"* Academic Press, 2006, p. 512.
- [15] J. W. Chesebro and D. J. Borisoff, "What makes qualitative research qualitative?," *Qual. Res. Reports Commun.*, vol. 8, no. 1, pp. 3–14, 2007.
- [16] P. M. Ogedebe and B. P. Jacob, "Software Prototyping : A Strategy to Use When User Lacks Data Processing Experience," vol. 2, no. 6, pp. 219–224, 2012.
- [17] N. Pliskin and P. Shoval, "End-user prototyping: sophisticated users supporting system development," *ACM SIGMIS Database*, vol. 18, pp. 7–17, 1987.
- [18] R. . Pressman, *Software engineering: A practitioner's approach*. McGraw – Hill Publishing Company. New York, 1987.
- [19] G. G. Gable, D. Sedera, and T. Chan, "Re-conceptualizing Information System Success : The IS-Impact Measurement Model *," *J. Assoc. Inf. Syst.*, vol. 9, no. 7, pp. 377–408, 2008.
- [20] S. Nidhra and J. Dondeti, "Black Box and White Box Testing Techniques - A Literature Review," *Int. J. Embed. Syst. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 29–50, 2012.
- [21] P. Mitra, S. Chatterjee, and N. Ali, "Graphical analysis of MC/DC using automated software testing," *Int. Conf. Electron. Comput. Technol.*, pp. 145–149, 2011.
- [22] T. Murnane and K. Reed, "On the Effectiveness of Mutation Analysis As a Black Box Testing Technique," *Proc. 13th Aust. Conf. Softw. Eng.*, p. 12–, 2001.
- [23] U. Al chanani and H. Thamrin, "Pengembangan Sistem Monitoring Layanan Tata Usaha dan Analisis Kemanfaatannya: Studi Kasus di Fakultas Komunikasi dan Informatika," no. 2, pp. 114–121, 2018.
- [24] A. Supriyatna and V. Maria, "Analisis Tingkat Kepuasan Pengguna dan Tingkat Kepentingan Penerapan Sistem Informasi DJP Online dengan Kerangka PIECES," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 88–94, 2017.
- [25] W. H. DeLone and E. R. Mclean, "The DeLone and McLean Model of Information Systems Success," *J. Manag. Inf. Syst.*, vol. 19, no. 4, pp. 9–30, 2003.
- [26] T. McGill, V. Hoobs, and J. Klobas, "User Developed Applications and Information System Success: A Test od DeLone and McLean's Model," *Informations Resour. Manag. J.*, vol. 16(1), no. January, pp. 24–45, 2003.

Optimasi Metode Klasifikasi dengan Menggunakan Particle Swarm Optimization untuk Identifikasi Penyakit Diabetes Retinopathy

Toni Arifin*, Asti Herliana

Fakultas Teknik
Universitas BSI Bandung

Bandung

*toni.tfn@bsi.ac.id

Abstrak-Penyakit *diabetic retinopathy*, merupakan salah satu jenis penyakit yang bermula dari *diabetes mellitus*. Hingga dewasa ini, penyakit *diabetic retinopathy* masih sulit untuk dikenali pada tahap awal. Hal ini dimungkinkan karena sifat dari penyakit ini yang menyerang bagian dalam sistem saraf mata terlebih dulu. Hingga saat ini, para ahli masih mengandalkan pemeriksaan dengan menggunakan serangkaian tes pada mata serta memeriksa rekam medis dari pasien. Metode yang digunakan hingga saat ini, selain tentunya memerlukan proses yang panjang juga menghabiskan biaya yang tidak murah. Hal ini dapat menyulitkan penderita dengan kondisi ekonomi lemah. Penelitian yang dilakukan kali ini, bermaksud untuk mendapatkan metode klasifikasi terbaik yang dapat menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi bila dikombinasikan dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Setelah didapatkan metode klasifikasi terbaik, maka dikemudian hari penelitian ini dapat dikembangkan menjadi sebuah perangkat lunak pendeteksi *diabetic retinopathy*. Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode *Neural Network* (NN) merupakan metode terbaik dalam menghasilkan akurasi yang tinggi bila dikombinasikan dengan metode pemilihan fitur PSO.

Kata kunci: *Diabetic retinopathy*, Klasifikasi, Optimasi, *Particle Swarm Optimization*

1. Pendahuluan

Diabetes Mellitus (DM) merupakan salah satu penyakit dengan tingkat penderita yang cukup tinggi. Pada rentang antara Tahun 2007 sampai Tahun 2013, jumlah penderita diabetes di Indonesia mengalami peningkatan, dari 1.1% menjadi 2.1% [1]. Dengan tingginya penderita penyakit DM, maka akan lebih besar kemungkinan seseorang juga menderita penyakit komplikasi dari penyakit DM. Salah satu jenis penyakit yang merupakan penyakit komplikasi yang masih sulit disembuhkan dari DM adalah *Diabetic retinopathy* (DR). DR hingga saat ini masih sulit disembuhkan karena mayoritas penderita melakukan pemeriksaan di saat kondisi penyakit telah memasuki tahap berbahaya. Hal ini dikarenakan sifat dari penyakit DR ini yang tidak menunjukkan gejala yang terlihat bila masih pada tahap awal [2].

Dengan adanya fakta bahwa penyakit DR ini akan lebih mudah disembuhkan bila masih berada pada tahap awal, maka dibutuhkan suatu deteksi dini bagi para penderita DR agar tidak mencapai tahap lanjut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Antal dan Hajdu pada tahun 2014 dihasilkan sebuah basis data yang dapat dijadikan acuan bagi para peneliti dalam mengklasifikasikan kondisi penderita DR yang dikenal dengan nama mesidor dataset [3]. Dengan adanya dataset ini, maka beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan diantaranya penelitian mengenai

komparasi metode untuk memaksimalkan hasil klasifikasi telah dilakukan oleh para peneliti. Seperti yang dilakukan oleh Valverde, Garcia, Hornero, dan Galvez pada tahun 2016 dengan memanfaatkan data berupa data citra dari mesidor dataset. Pada penelitian ini, metode yang dikomparasikan terdiri dari *K-NN*, *Fuzzy C-Means*, *Neural Network*, *Support vector machine* dan *Multylayer Perceptron*. Pada penelitian ini, metode yang dikomparasikan terdiri dari *Fuzzy C-Means*, *K-NN*, *Multylayer Perceptron*, *Support vector machine* dan *Neural Network* [4].

Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Valverde, Garcia, Hornero dan Galvez, maka pada penelitian kali ini juga akan dilakukan komparasi metode untuk mendapatkan metode terbaik yang di kemudian akan dapat dijadikan acuan dalam pembuatan perangkat lunak deteksi penyakit DR. Untuk dapat memaksimalkan hasil klasifikasi, maka dilakukan juga optimasi pemilihan fitur dengan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO). Metode optimasi pemilihan fitur dilakukan dengan mengacu kepada penelitian yang dilakukan oleh Herliana pada tahun 2016 [5] di mana pada penelitian ini dibuktikan bahwa dengan menggunakan metode optimasi pada pemilihan fitur, dapat memaksimalkan hasil klasifikasi pada dataset yang berjumlah besar. Selain itu, penggunaan metode optimasi untuk memaksimalkan hasil klasifikasi pada penelitian ini juga didasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Arifin pada tahun 2017 [6] di mana pada

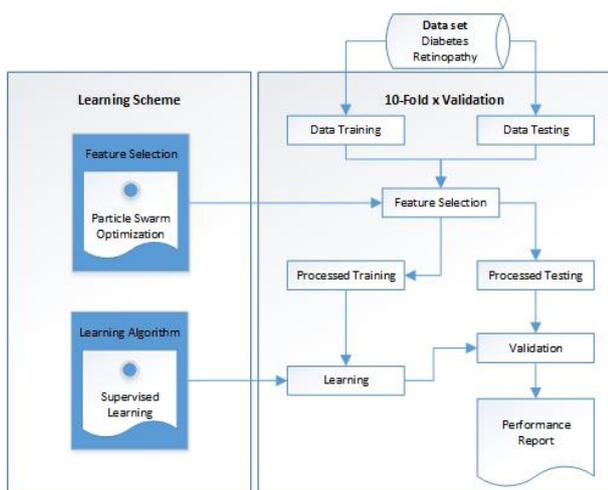
penelitian ini dibuktikan bahwa metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) dapat digunakan untuk meningkatkan hasil klasifikasi pada dataset yang berjumlah besar dan berbentuk citra.

Tabel 1. Atribut pada dataset diabetes retinopathy

Name	Information
Attribute 0	The binary result of quality assessment
Attribute 1	The binary result of pre-screening
Attribute 2-7	The results of MA detection
Attribute 8-15	Exudates are represented by a set of points rather than the number of pixels constructing the lesions
Attribute 16	The euclidean distance of the center of the macula and the center of the optic disc to provide important information regarding the patients condition
Attribute 17	The diameter of the optic disc
Attribute 18	The binary result of the AM/FM-based classification
Attribute 19	Class label. 1 = contains signs of DR (Accumulative label for the Messidor classes 1, 2, 3), 0 = no signs of DR
Class	1 = contains signs of DR (Accumulative label for the Messidor classes 1, 2, 3), 0 = no signs of DR.

Tabel 2. Jumlah dataset berdasarkan class

No	Jenis Klasifikasi	Jumlah Record Dataset
1	Contains signs	611
2	No signs	540
Jumlah		1151



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, maka pada penelitian kali ini menggunakan metode optimasi *Particle Swarm Optimization* yang dikombinasikan dengan beberapa

metode klasifikasi untuk mengetahui seberapa baikkah model yang diusulkan dalam proses klasifikasi, dan dapat memudahkan kinerja ahli dalam indentifikasi penyakit diabetes retinopathy.

2. METODE

Untuk memudahkan para ahli dalam mendeteksi dini penyakit Diabetes Rethinopathy, para peneliti telah berhasil membuat sebuah dataset hasil ekstraksi data citra retina mata yang terdiri dari 2 kelas yaitu kelas normal dan kelas yang terindikasi Diabetes Rethinopathy [7]. Dataset yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 1151 data. Di bawah ini adalah tabel 1 dan 2 yang menjelaskan dataset yang digunakan.

a. Kerangka Penelitian

Berdasarkan gambaran dari kerangka penelitian di atas pada gambar 1, dapat dijelaskan melalui langkah-langkah berikut:

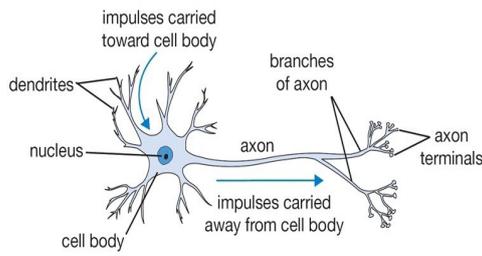
- Langkah pertama adalah memilih dataset yang akan digunakan dalam proses penelitian, dalam penelitian ini menggunakan dataset *Diabetic Rethinopathy*.
- Langkah selanjutnya pembagian dataset *Diabetic Rethinopathy* menjadi 10 bagian dengan menggunakan *10 fold cross validation*, semua bagian dataset akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*.
- Setelah pembagian data menjadi 2 bagian *training* dan *testing* dilakukan langkah seleksi fitur atau atribut dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization*
- Langkah selanjutnya setelah didapatkan atribut terbaik adalah tahapan klasifikasi data dengan metode klasifikasi data mining.
- Sementara itu data *testing* yang telah terseleksi kemudian dilakukan validasi dengan data *training*.
- Setelah data *training* dan *testing* divalidasi dengan menggunakan metode klasifikasi. Langkah terakhir yaitu membandingkan hasil klasifikasi untuk mengetahui metode terbaik untuk klasifikasi dataset *Diabetic Rethinopathy*.

b. Deep Learning

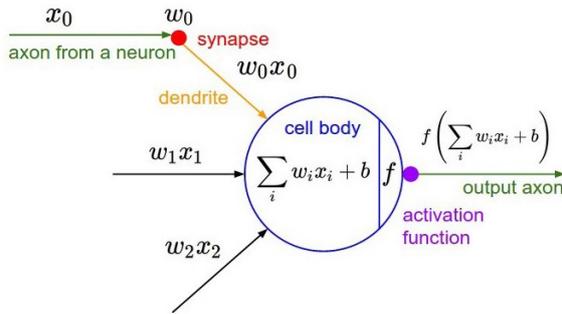
Deep learning mengacu pada algoritma *machine learning* dan andal dalam mengenali pola nonlinear yang kompleks pada data yang besar/*big data* [8], [9]. *Deep Learning* adalah sub-bidang dari *machine learning* yang dibuat oleh Hinton dan terinspirasi dari arsitektur otak manusia [9]. Dalam penelitian ini model metode klasifikasi dengan menggunakan *deep learning* akan diterapkan

c. Neural Network

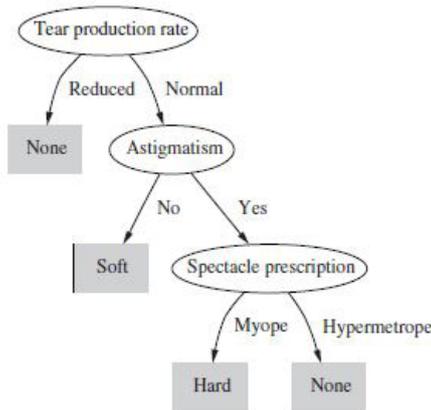
Neural Network adalah termasuk salah satu cabang dari bidang *soft computing*. Kemampuan dasar otak manusia menjadi acuan untuk diadopsi dalam *Neural Network*. Kemampuan tersebut adalah kemampuan untuk menerima stimulus, kemudian mengolah stimulus tersebut, dan memberikan tanggapan atau *output* sebagai hasil dari pengolahan stimulus. Variasi tanggapan atau *Output* merupakan fungsi dari dari variasi stimulasi dan kemampuan pengolahan yang dilakukan oleh otak[10]. Gambar 2 menyajikan ilustrasi dan formula dari algoritma *Neural Network* [11].



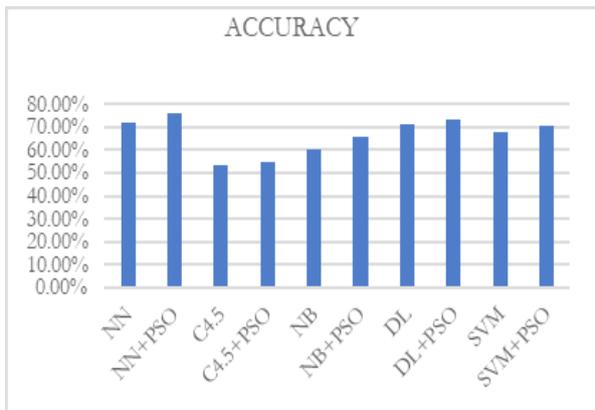
Gambar 2. Ilustrasi neural network



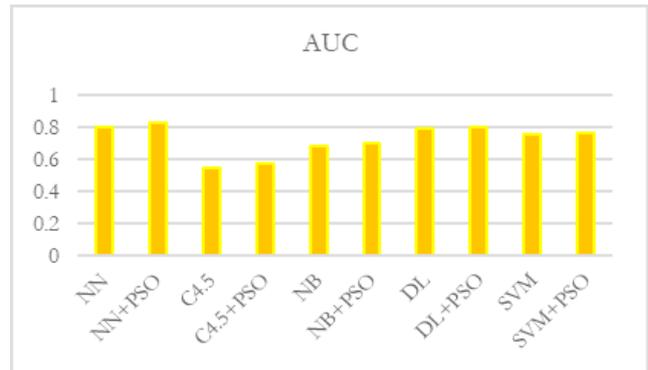
Gambar 3. Formula neural network



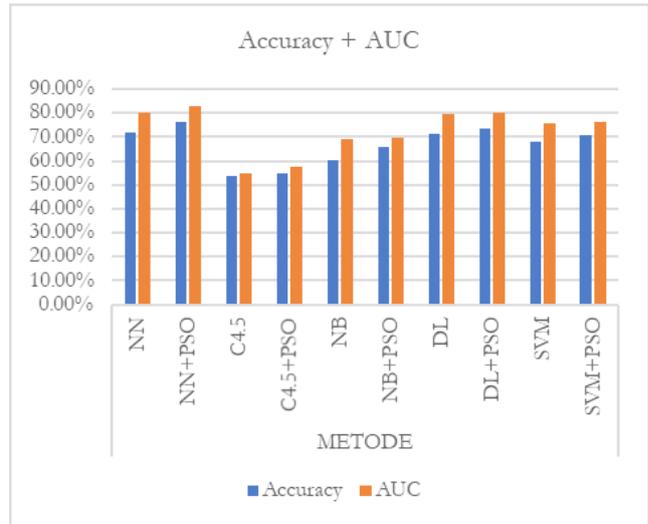
Gambar 4. Decision tree data lensa kontak



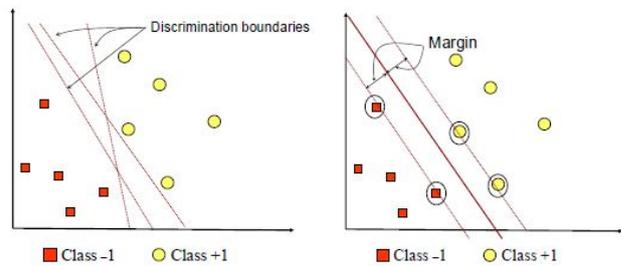
Gambar 5. Akurasi dari setiap metode



Gambar 6. AUC dari setiap metode



Gambar 7. Akurasi dan AUC dari setiap metode



Gambar 8. Proses SVM yang berusaha menemukan hyperplane terbaik untuk memisahkan keuda class -1 dan +1

d. C4.5 (Decision tree)

Decision tree merupakan model data mining yang bertujuan untuk mengekstraksi pengetahuan tersembunyi dari database yang besar [10]. Model decision tree ini kebanyakan diterapkan dalam analisis keputusan yang berperan dalam mengidentifikasi atau menentukan strategi yang paling sesuai untuk tujuan tertentu [12]. Gambar 4 merupakan contoh dari decision tree yang menunjukkan deskripsi struktural untuk data lensa kontak [10].

Tabel 3. Detail hasil eksperimen metode klasifikasi + *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Keterangan	METODE									
	NN	NN+PSO	C4.5	C4.5+PSO	NB	NB+PSO	DL	DL+PSO	SVM	SVM+PSO
Accuracy	71.76%	76.11%	53.69%	55.08%	60.30%	66.03%	71.50%	73.50%	68.20%	70.90%
AUC	0.803	0.827	0.549	0.574	0.689	0.699	0.795	0.803	0.757	0.765

e. *Naïve Bayes*

Naïve bayes merupakan metode klasifikasi yang dikenal sederhana namun sangat efisien, model probabilistik dari proses klasifikasi naïve bayes didasarkan pada teorema bayes [13]. Metode ini merupakan salah satu metode yang memberikan manfaat perhitungan probabilitas dan statistik berdasarkan pengalaman di masa sebelumnya [14]. Kelebihan dari metode naïve bayes ini dalam proses klasifikasi adalah dalam jumlah data *training* yang diperlukan untuk menentukan estimasi parameter. Jumlah tersebut cukup kecil dibanding metode yang lain. Naïve bayes selalu bekerja jauh lebih baik dibanding metode klasifikasi lain [11][5].

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) \cdot P(H)}{P(X)} \quad (1)$$

Keterangan:

- X : Data dengan *class* yang belum diketahui
 H : Hipotesis data merupakan suatu *class* spesifik
 $P(H|X)$: Probabilitas hipotesis H berdasar kondisi X (posteriori probabilitas)
 $P(H)$: Probabilitas hipotesis H (prior probabilitas)
 $P(X|H)$: Probabilitas X berdasarkan kondisi pada hipotesis H
 $P(X)$: Probabilitas X

f. *Support vector machine*

Support vector machine (SVM) merupakan algoritma *supervised learning* yang sangat populer [15]. *Support vector machine* lebih efektif dalam hal klasifikasi dan menghasilkan akurasi yang baik [16][6]. *Support vector machine* menunjukkan kinerja klasifikasi yang baik, dan secara komputasi sangat efisien untuk proses klasifikasi, selain itu SVM mewakili sekumpulan metode pembelajaran (*supervised learning*) yang banyak digunakan dalam pengenalan pola, analisis regresi dan klasifikasi [15][17].

g. *Particle Swarm Optimization* (PSO)

Particle Swarm Optimization (PSO) adalah teknik optimasi yang terinspirasi oleh perilaku sosial kawanan burung atau ikan. Karakteristik PSO secara umum adalah: sederhana konsepnya, komputasinya efisien, dan implementasinya mudah [18]. Sama halnya dengan GA (*Genetik Algorithm*), metode PSO adalah berbasis populasi, tetapi PSO tidak menggunakan konsep persaingan melainkan kerja sama. Partikel ke- i disajikan sebagai: $x_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,d})$ dalam ruang d -dimensi. Posisi partikel ke- i terbaik sebelumnya disimpan dan disajikan sebagai $pbest_i = (pbest_{i,1}, pbest_{i,2}, \dots, pbest_{i,d})$. Indeks partikel terbaik di antara semua partikel dalam kawanan *group* disajikan sebagai $gbest$. Kecepatan partikel ke- i disajikan sebagai: $v_i = (v_{i,1}, v_{i,2}, \dots, v_{i,d})$. Modifikasi kecepatan dan posisi tiap partikel dihitung menggunakan persamaan 2-3, memperhitungkan kecepatan saat ini dan jarak $pbest_i$ ke $gbest$. [12], [18].

$$v_{i,m} = w \cdot v_{i,m} + c_1 \cdot R \cdot (pbest_{i,m} - x_{i,m}) + c_2 \cdot R \cdot (gbest_m - x_{i,m}) \quad (2)$$

$$x_{id} = x_{i,m} + v_{i,m} \quad (3)$$

3. Hasil dan Diskusi

Data hasil eksperimen metode klasifikasi disajikan dalam Tabel 3. Hasil uji akurasi dari setiap metode yang diuji dapat dilihat pada Gambar 5. Sedangkan akurasi dan AUC dari setiap metode diilustrasikan pada Gambar 6-7.

Ilustrasi grafik dan tabel hasil eksperimen menggunakan berbagai metode klasifikasi berbasis *Particle Swarm Optimization* menunjukkan bahwa hasil eksperimen metode *Neural Network + Particle Swarm Optimization* adalah yang terbaik dari metode klasifikasi lain yang diuji, dengan akurasi 76.11% dan AUC 0.827%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan pada penelitian kali ini, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Penyakit *Diabetic retinopathy* (DR) merupakan salah satu jenis penyakit yang membutuhkan bantuan teknologi untuk melakukan deteksi dini, hal ini dikarenakan sifat dari penyakit ini yang tidak menunjukkan gejala yang nampak sampai menginjak tahap lanjut. Agar dapat membuat sebuah perangkat lunak yang dapat membantu para ahli dalam melakukan deteksi dini pada penyakit DR, maka perlu dilakukan sejumlah percobaan untuk mendapatkan metode terbaik yang nantinya akan digunakan dalam menentukan rule pada perangkat lunak deteksi dini penyakit DR ini.

Setelah melalui serangkaian uji coba, pada penelitian ini didapatkan bahwa dengan menggunakan metode *Neural Network* yang dikombinasikan dengan metode seleksi fitur *Particle Swarm Optimization* dapat memberikan hasil akurasi terbaik bila dibandingkan dengan metode lainnya yang juga diujicobakan pada penelitian kali ini. Penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam menentukan rule untuk pengembangan perangkat lunak deteksi awal penyakit DR dengan menerapkan metode *Neural Network* yang dioptimasi menggunakan *Particle Swarm Optimization*.

5. Daftar Pustaka

- [1] T.E. Pardede, D. Rosdiana, E. Christianto, "Gambaran Pengendalian Diabetes Melitus Berdasarkan Parameter Indeks Massa Tubuh dan Tekanan Darah di Poli Rawat Jalan Penyakit Dalam RSUD Arifin Achmad Pekanbaru", JOM FK Vol.4 No.1 Februari 2017
- [2] I. M. Dewi, "Mengenal Lebih Jauh Retinopathy Diabetik," www.columbiaasia.com, 2018. [Online].

- Available: <https://www.columbiaasia.com/indonesia/health-articles/mengenal-lebih-jauh-retinopathy-diabetik>.
- [3] A. Antal, B., & Hajdu, "An ensemble-based system for automatic screening of *diabetic retinopathy*," *Knowl. - Based Syst.*, pp. 20–27, 2014.
- [4] M. L. Valverde, C., Garcia, M., Hornero, R., & Galvez, "Automated detection of *diabetic retinopathy* in retinal images," *Indian J. Ophthalmology*, vol. 64, no. 1, pp. 26–32, 2016.
- [5] A. Herliana, "Optimasi Klasifikasi Sel Tunggal Pap Smear Menggunakan Correlation Based Features Selection (Cfs) Berbasis C4 . 5 Dan Naive Bayes," *J. Inform.*, vol. 3, no. 2, pp. 148–155, 2016.
- [6] T. Arifin, "Implementasi Algoritma PSO Dan Teknik Bagging Untuk Klasifikasi Sel Pap Smear," *J. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 155–162, 2017.
- [7] "Machine Learning Repository," 2018. [Online]. Available: <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>.
- [8] C. Fan, F. Xiao, and Y. Zhao, "A short-term building cooling load prediction method using deep learning algorithms," *Appl. Energy*, vol. 195, pp. 222–233, 2017.
- [9] W. Sun, B. Zheng, and W. Qian, "Computer aided lung cancer diagnosis with deep learning algorithms," vol. 9785, p. 97850Z, 2016.
- [10] I. H. Witten, *Data Mining Practical Machine learning Tools and Techniques*, vol. 18 Suppl, no. 1. 2017.
- [11] S. A. Pattekari and A. Parveen, "Prediction system for heart disease using Naive Bayes," *Int. J. Adv. Comput. Math. Sci. ISSN*, vol. 3, no. 3, pp. 2230–9624, 2012.
- [12] Y. Zhang, S. Wang, P. Phillips, and G. Ji, "Binary PSO with mutation operator for feature selection using *decision tree* applied to spam detection," *Knowledge-Based Syst.*, vol. 64, pp. 22–31, 2014.
- [13] S. Raschka, "Naive Bayes and Text Classification I - Introduction and Theory," pp. 1–20, 2014.
- [14] A. Pamungkas, "Algoritma k-means clustering dan Naive Bayes classifier untuk Pengenalan Pola Tesktur," *pemrogramanmatlab.com*, 2016. [Online]. Available: <https://pemrogramanmatlab.com/2016/06/24/algoritma-k-means-clustering-dan-naive-bayes-classifier-untuk-pengenalan-pola-tesktur/>.
- [15] L. Khedher, J. Ramírez, J. M. Górriz, A. Brahim, and F. Segovia, "Early diagnosis of Alzheimer's disease based on partial least squares, principal component analysis and *Support vector machine* using segmented MRI images," *Neurocomputing*, vol. 151, no. P1, pp. 139–150, 2015.
- [16] G. Cavallaro, M. Riedel, M. Richerzhagen, J. A. Benediktsson, and A. Plaza, "On Understanding Big Data Impacts in Remotely Sensed Image Classification Using *Support vector machine* Methods," *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens.*, pp. 1–13, 2015.
- [17] C. Cortes and V. Vapnik, "*Support vector machine*," *Mach. Learn.*, pp. 1303–1308, 1995.
- [18] F. Marini and B. Walczak, "*Particle Swarm Optimization* (PSO). A tutorial," *Cbemom. Intell. Lab. Syst.*, vol. 149, pp. 153–165, 2015.

Implementasi Kecerdasan Buatan dalam Menentukan Aksi Karakter pada Game RPG dengan Logika Fuzzy Tsukamoto

Dhemma Ratanajaya*, Helmie Arif Wibawa

Program Studi Informatika

Universitas Diponegoro

Semarang

*ratanajayaa@gmail.com

Abstrak- *Turn-based Role Playing Game* (RPG) adalah salah satu genre *video game* yang menggunakan sistem pertarungan antara dua kubu yang salah satunya dikontrol oleh pemain dan kubu lainnya oleh kecerdasan buatan. Pada RPG yang beredar di pasaran masih banyak *game* yang memiliki sistem kecerdasan buatan yang masih belum dapat mengambil keputusan yang paling baik untuk memenangkan pertarungan. Pada artikel ini dibahas tentang potongan dari *game* RPG yang didasarkan pada konvensi genre yang ditemukan pada *game* serupa. Setelah itu dibuat sistem kecerdasan buatan untuk mengontrol kubu musuh yang mampu melakukan pengambilan keputusan dengan tepat dalam pertarungan pada *game* tersebut. Logika *fuzzy* digunakan pada sistem kecerdasan buatan sebagai fungsi untuk melakukan pembobotan atas pilihan keputusan yang dapat dilakukan. Sistem kecerdasan buatan akan menggunakan metode inferensi Tsukamoto dan metode defuzzifikasi centroid. *Game* dibuat menggunakan *engine* Unity3D dan bahasa pemrograman C#. Proses pengembangan dilakukan dengan metode *extremme programming*. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa implementasi logika *fuzzy* Tsukamoto dalam *game* RPG telah mampu mengoptimalkan *game* tersebut yaitu karakter dalam *game* mampu memilih aksi yang harus dilakukan terhadap target yang dihadapi.

Kata kunci: *Game*; RPG; *Fuzzy* Tsukamoto; Kecerdasan Buatan; Unity3D; *Extremme Programming*

1. Pendahuluan

Role Playing Game (RPG) adalah *game* yang pemainnya berperan sebagai seorang tokoh di dalam *game*, biasanya pada *setting* fantasi atau fiksi ilmiah, yang dapat berinteraksi dengan dunia di dalam *game* tersebut [1][2][3]. Genre ini adalah salah satu genre *video game* yang paling populer dan telah melahirkan beberapa sub-genre serta variasi regional seperti Japanese RPG (JRPG) dan Western RPG (WRPG).

Perbedaan utama antara JRPG dan WRPG terletak pada bagaimana battle atau pertarungan antara karakter pemain dan karakter musuh yang dikendalikan oleh komputer dilakukan. JRPG pada umumnya menggunakan *turn-based battle system*, yaitu sistem pertarungan antara dua kubu yang masing-masing kubu saling bergantian melakukan aksi dengan menunggu *input* dari pemain seperti permainan catur. Sedangkan WRPG pada umumnya menggunakan *real-time battle system*, yaitu sistem pertarungan yang setiap karakternya, baik karakter pemain ataupun karakter musuh melakukan aksi secara bersamaan [4].

Pada *real-time battle*, karakter musuh yang dikontrol oleh komputer memiliki keuntungan yang besar seperti akurasi yang sempurna dan kecepatan reaksi yang instan dibandingkan dengan karakter pemain yang dikontrol oleh manusia. Sehingga yang perlu diperhatikan dalam mendesain karakter musuh dalam *game* seperti ini adalah bagaimana membuatnya lebih mudah dikalahkan dengan memberikan sifat-sifat “manusiawi” seperti kemampuan

untuk melakukan kesalahan. Namun lain halnya pada *game turn-based*. Kecepatan berpikir dan akurasi tidak diperhitungkan sehingga karakter pemain yang dikontrol oleh manusia dapat dengan mudah mengalahkan karakter musuh. Untuk menambah tantangan bagi pemain dalam *game* jenis *turn-based* ini, karakter musuh pada *game* perlu ditingkatkan kemampuannya. Karakter musuh yang dikontrol oleh komputer harus lebih mampu membaca keadaan lawan yang dikontrol oleh pemain. Selain itu karakter musuh harus mampu menentukan aksi yang harus dilakukan terkait kondisi lawan yang dihadapi. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah kecerdasan buatan pada karakter musuh. Teknologi sekarang ini dapat digunakan untuk mendesain kecerdasan buatan *game turn-based* [5]. Logika *fuzzy* sebagai salah satu metode di dalam memberikan kecerdasan buatan pada karakter musuh yang mana dapat digunakan untuk mengontrol karakter dalam *game* [6].

Logika *fuzzy* diperkenalkan pertama kali untuk pengembangan *game* pada 1996 pada *Game Developer Magazine* oleh Larry O’Brien dan sejak saat itu telah banyak dieksplorasi dan dikembangkan oleh pengembangan-pengembang lain. Bahkan Zarozinski menyatakan bahwa logika *fuzzy* selalu ada pada setiap *game*. Di dalam *game*, logika *fuzzy* pada umumnya diterapkan pada saat *game* atau karakter di dalam *game* perlu melakukan pengambilan keputusan berdasarkan data-data yang nilainya tidak tentu [7]. Shaout, *et al.* menggunakan model Mamdani untuk membuat ulang *game* Pac-Man [8]. Demikian juga Li, menggunakannya pada pembuatan ulang *game* Battle City [9].

Dibandingkan dengan teknik-teknik lainnya, sistem pengambilan keputusan berbasis logika *fuzzy* relatif mudah untuk didesain dan diimplementasikan. *Output* yang dihasilkannya tidak berbeda dengan sistem pengambilan keputusan berbasis data *crisp*. Perbedaannya hanyalah pada parameter atau *input* yang diterima, dan bagaimana mengolah *input-input* tersebut. Selain itu dari segi beban komputasi, logika *fuzzy* juga termasuk cukup ringan. Pengolahan data *input* dilakukan dengan aritmatika sederhana dan jumlahnya pun proporsional dengan jumlah data *input* [9][10].

Salah satu model inferensi logika *fuzzy* adalah model Tsukamoto. Pada model ini proses inferensi dilakukan dengan mendefinisikan beberapa *rules* dengan masing-masing *rule* menggunakan dua atau lebih variabel. Pada setiap *rule*, nilai alfa diambil dari nilai minimum atau maksimum dari kedua variabel. Setelah itu dilakukan proses defuzifikasi dengan metode rata-rata terbobot. Jika dibandingkan dengan model inferensi lainnya, model Tsukamoto mempunyai kemampuan yang lebih tinggi dalam pengambilan keputusan untuk melakukan suatu tindakan [11]. Model Tsukamoto mempunyai *output crisp* sehingga pengaturan hubungan antar nilai *input* dan *output* menjadi lebih optimal yang mana akan sangat membantu dalam pengaturan karakter pada *game* [12]. Penggunaan model Tsukamoto telah memberikan hasil yang baik dalam penentuan *kicking range* pada *game* sepak takraw [12], demikian juga dalam menentukan posisi pemain sepak bola [13]. Oleh karena itu pada artikel ini dibahas tentang penggunaan model Tsukamoto untuk mengatur tindakan karakter pada *game* RPG sehingga karakter musuh dalam *game* mampu melakukan aksi yang lebih optimal.

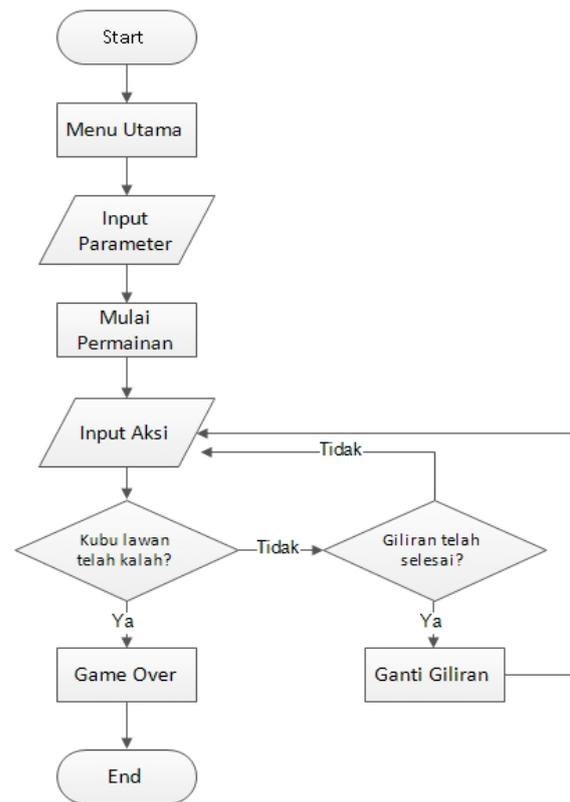
2. Metode

a. Desain Game

Game ini terdiri dari tiga subsistem yaitu Sistem Pertarungan, Sistem Menu, dan Sistem Kecerdasan Buatan, dengan fungsinya masing-masing. Sistem Pertarungan berfungsi untuk mengatur jalannya pertarungan dalam *game*, Sistem Menu berfungsi untuk menjalankan antarmuka sebagai penghubung antara pemain dan Sistem Pertarungan, sedangkan Sistem Kecerdasan Buatan berfungsi untuk menjalankan kubu lawan. Alur sistem *game* ditunjukkan pada gambar 1.

Sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1. Pada saat pemain memulai *game*, *scene* pertama yang akan dihadapi adalah menu utama. Pemain dapat memasukkan parameter-parameter untuk menentukan *state* awal pertarungan yang meliputi karakter masing-masing kubu dan giliran pertama. Jika sudah selesai pemain dapat menekan tombol start untuk memulai pertarungan.

Pada *battle scene* pemain dan kecerdasan buatan dapat memberikan perintah aksi kepada sistem pertarungan pada gilirannya masing-masing. Setelah eksekusi setiap aksi akan dilakukan pengecekan apakah kubu lawan sudah kalah, jika ya *game* akan berhenti, pemain dapat memilih untuk kembali ke menu utama. Sedangkan jika tidak akan dilakukan pengecekan apakah giliran dari kubu yang sedang berjalan telah selesai jika ya ganti giliran, jika tidak tunggu *input* aksi dari karakter selanjutnya.



Gambar 1. Alur sistem game

Tabel 1. Data atribut

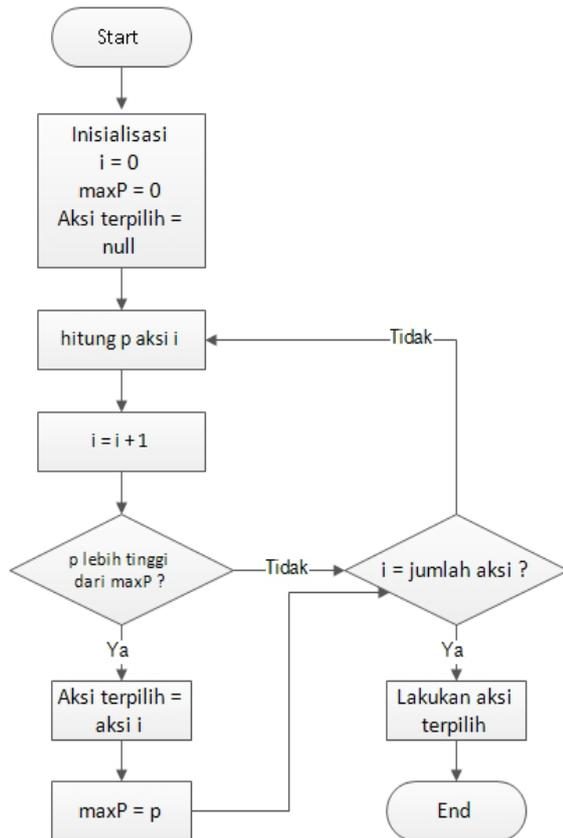
Atribut	Arti	Kegunaan
hp	Health Point	Kemampuan karakter untuk bertahan hidup
ep	Energy Point	Kemampuan karakter untuk melakukan aksi
atk	Attack	Kekuatan karakter dalam melakukan serangan fisik
def	Defense	Pertahanan karakter terhadap serangan fisik
mag	Magic	Kekuatan karakter dalam melakukan serangan mistis
res	Resistance	Pertahanan karakter terhadap serangan mistis
actions	Actions	Aksi-aksi yang dapat dilakukan oleh karakter

Tabel 2. Definisi atribut

Aksi	Cost	Target	Fungsi
Slash	12	Lawan	Mengurangi hp target
Punch	15	Lawan	Mengurangi hp dan ep target
Heal	40	Kawan	Menambah hp target
Fire	20	Lawan	Mengurangi hp target
Shoot	15	Lawan	Mengurangi hp target
Guard	0	Kawan	Menambah DEF dan RES target sebanyak 25% untuk satu giliran

Tabel 3. Data aksi

Karakter	HP	EP	ATK	DEF	MAG	RES	Actions
Knight	120	45	15	30	5	25	Slash, Guard
Fighter	100	60	30	20	5	15	Punch, Guard
Medic	90	90	5	15	30	30	Heal, Guard
Wizard	90	90	5	15	30	30	Fire, Guard
Archer	100	60	30	20	5	15	Shoot, Guard



Gambar 2. Alur proses kecerdasan buatan

b. Data Karakter dan Aksi

Pada tahap ini dirancang karakter-karakter dan aksi-aksi yang dapat dilakukan karakter tersebut. Desain dari karakter-karakter tersebut didasarkan pada konvensi RPG pada umumnya. Adapun game komersial yang dijadikan referensi untuk mendesain atribut-atribut karakter *game* ini yaitu Final Fantasy V dan Fire Emblem VII.

Pada game ini terdapat lima macam karakter, Knight, Fighter, Medic, Wizard, dan Archer. Masing-masing karakter memiliki 5 atribut yaitu Health Point (hp), Energy Point (ep) Attack (atk), Defense (def), Magic (mag), Resistance(res), dan Action. Atribut-atribut ini disajikan pada tabel 1. Adapun aksi yang dapat dilakukan oleh karakter adalah *slash*, *puch*, *beal*, *fire*, *shoot*, dan *guard*. Fungsi dari masing-masing aksi dapat dilihat pada tabel 2. Dari atribut dan aksi yang ada pada *game* ini maka masing-masing karakter akan memiliki kekuatan dan kelemahan masing-masing yang bersifat unik. *Knight* memiliki pertahanan tinggi dan serangan fisik lemah, *Fighter* memiliki serangan terhadap ep dan pertahanan sedang, *Medic* memiliki

kemampuan untuk memulihkan hp, *Wizard* memiliki serangan mistis kuat, dan *Archer* memiliki serangan fisik kuat serta pertahanan sedang. Detail dari atribut dan aksi yang dimiliki karakter dapat dilihat pada tabel 3.

Sebagian besar aksi yang dapat dilakukan oleh karakter memiliki kegunaan untuk menimbulkan *damage* (pengurangan nilai hp) terhadap karakter target. Masing-masing aksi memiliki rumus yang unik sebagai berikut

1. Aksi Slash

$$damage = \left(m \times \frac{actor.atk}{target.def} + b \right) \times y \quad (1)$$

2. Aksi Punch

$$damage = \left(m \times \frac{actor.atk}{0.5 \times (target.def + target.res)} + b \right) \times y \quad (2)$$

3. Aksi Heal

$$damage = -1 \times actor.mag \quad (3)$$

4. Aksi Fire

$$damage = \left(m \times \frac{actor.mag}{target.res} + b \right) \times y \quad (4)$$

5. Aksi Shoot

$$damage = \left(m \times \frac{actor.atk}{target.def} + b \right) \times y \quad (5)$$

6. Aksi Guard

$$target.def = 1.25 \times target.def \quad (6)$$

$$target.res = 1.25 \times target.res \quad (7)$$

dengan:

actor.atk : Atribut atk dari karakter yang melakukan aksi.

actor.mag : Atribut mag dari karakter yang melakukan aksi.

target.def : Atribut def dari karakter yang menerima aksi.

target.res : Atribut res dari karakter yang menerima aksi.

m : Konstanta yang bernilai 0.266. Merepresentasikan derajat kemiringan fungsi linier yang digunakan sebagai rumus damage aksi.

b : Konstanta yang bernilai -0.032

y : Konstanta yang bernilai 150

c. Desain Kecerdasan Buatan

Pengambilan keputusan pada kecerdasan buatan game ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai *priority point* dari setiap aksi yang mungkin. Alur berjalannya kecerdasan buatan dapat dilihat pada Gambar 2.

Pertama-tama program menginisialisasi variabel prioritas maksimum dengan nilai nol, dan aksi terpilih dengan nilai kosong. Setelah itu program akan melakukan iterasi sebanyak jumlah aksi yang mungkin. Pada setiap iterasi satu aksi akan dihitung nilai prioritasnya dan dibandingkan nilai prioritas maksimum. Jika nilai prioritasnya lebih tinggi maka aksi tersebut akan dijadikan aksi terpilih.

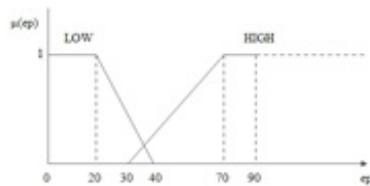
d. Himpunan Fuzzy

Logika *fuzzy* pada game ini merupakan inti dari sistem kecerdasan buatan secara keseluruhan. Pada tahap ini dirancang variabel-variabel *fuzzy*. Variabel-variabel yang digunakan untuk menentukan *priority* (p) suatu aksi mencakup *health point* (hp), *energy point* (ep), *dexterity*, dan *damage*. Variabel hp dan ep diambil secara langsung dari atribut target, variabel *dexterity* merupakan rata-rata dari defense dan resistance target, sedangkan variabel *damage* dihitung menggunakan rumus penghitungan *damage* yang dimiliki masing-masing aksi.

Fungsi keanggotaan masing-masing variabel *fuzzy* ditentukan dengan metode *trial and error* dengan pendekatan goal driven. Adapun fungsi keanggotaan tersebut adalah sebagai berikut:

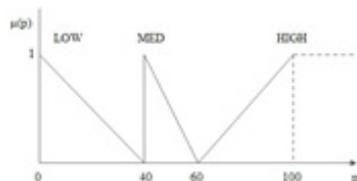
1) Aksi serangan *Slash*, *Fire*, dan *Shoot*

Variabel *damage* pada aksi *slash*



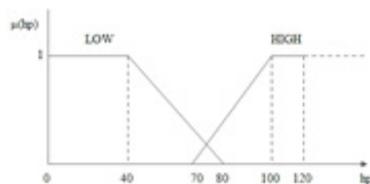
Gambar 3. Fungsi keanggotaan variabel *damage* pada aksi *slash*

Variabel *damage* pada aksi *fire* dan *shoot*



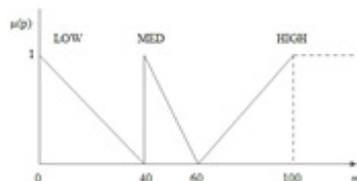
Gambar 4. Fungsi keanggotaan variabel *damage* pada aksi *fire* dan *shoot*

Variabel hp pada aksi *slash*, *fire*, dan *shoot*



Gambar 5. Fungsi keanggotaan variabel hp pada aksi *slash*, *fire*, dan *shoot*

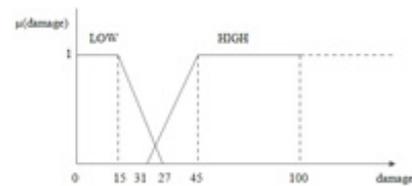
Variabel p pada aksi *slash*, *fire*, dan *shoot*



Gambar 6. Fungsi keanggotaan variabel p pada aksi *slash*, *fire*, dan *shoot*

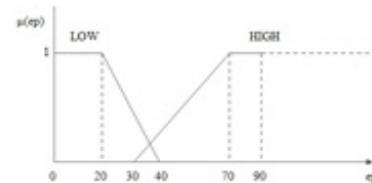
2) Aksi serangan *punch*

Variabel *damage* pada aksi *punch*



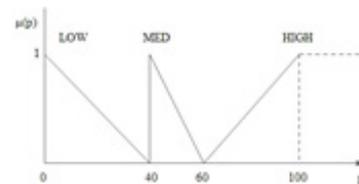
Gambar 7. Fungsi keanggotaan variabel *damage* pada aksi *punch*

Variabel ep pada aksi *punch*



Gambar 8. Fungsi keanggotaan variabel ep pada aksi *punch*

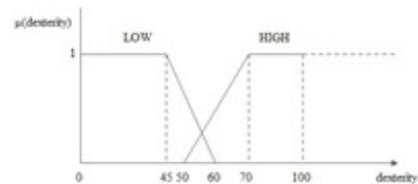
Variabel p pada aksi *punch*



Gambar 9. Fungsi keanggotaan variabel p pada aksi *punch*

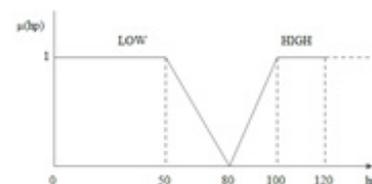
3) Aksi pemulihan (*Heal*)

Variabel *dexterity* pada aksi *heal*



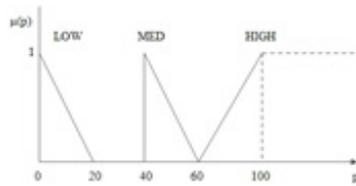
Gambar 10. Fungsi keanggotaan variabel *dexterity* pada aksi *heal*

Variabel hp pada aksi *heal*



Gambar 11. Fungsi keanggotaan variabel hp pada aksi *heal*

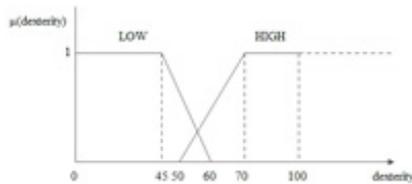
Variabel p pada aksi *beat*



Gambar 12. Fungsi keanggotaan variabel p pada aksi *beat*

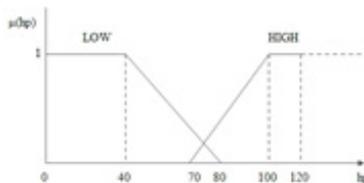
4) Aksi perlindungan (*guard*)

Variabel *dexterity* pada aksi *guard*



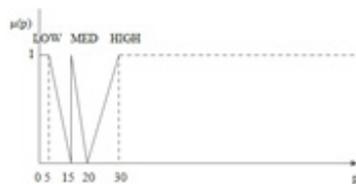
Gambar 13. Fungsi keanggotaan variabel *dexterity* pada aksi *guard*

Variabel *hp* pada aksi *guard*



Gambar 14. Fungsi keanggotaan variabel *hp* pada aksi *guard*

Variabel p pada aksi *guard*



Gambar 15. Fungsi keanggotaan variabel p pada aksi *guard*

e. Aturan Fuzzy

Berdasarkan peraturan *game* dan aksi-aksi yang telah ditentukan dapat didesain *fuzzy rules* sebagai basis dari pengambilan keputusan sistem kecerdasan buatan. Seperti pada fungsi keanggotaan *fuzzy* pada bab sebelumnya, perancangan *rules* juga dilakukan dengan metode *trial and error* dengan pendekatan *goal-driven*. Dalam artian aksi-aksi yang paling logis untuk dipilih pada berbagai situasi telah diketahui sehingga *fuzzy rules* perlu dirancang sedemikian rupa agar sistem kecerdasan buatan dapat memilih aksi-aksi tersebut.

Berdasarkan *fuzzy rules* yang digunakan, aksi dapat dikategorikan menjadi empat macam. Adapun keempat macam aksi tersebut beserta *fuzzy rules* yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Aksi serangan *Slash*, *Fire*, dan *Shoot*
Aksi *Slash*, *Fire*, dan *Shoot* berfungsi untuk mengurangi *hp* target (*damage*). Proses penghitungan *damage* dari ketiga aksi tersebut berbeda tetapi tujuannya sama. Tujuan dari kelompok aksi ini adalah untuk menimbulkan *damage* sebesar-besarnya atau mematikan target yang memiliki *hp* kecil. Sehingga *fuzzy rules* yang digunakan yaitu:
 - a. JIKA *damage* HIGH ATAU *hp* LOW MAKA p HIGH.
 - b. JIKA *damage* HIGH DAN *hp* HIGH MAKA p MED.
 - c. JIKA *damage* LOW ATAU *hp* LOW MAKA p MED.
 - d. JIKA *damage* LOW ATAU *hp* HIGH MAKA p LOW.
2. Aksi serangan *Punch*
Aksi *Punch* berfungsi untuk mengurangi *hp* dan *ep* target. Tujuan utama dari aksi ini adalah untuk menghambat atau menghentikan target dalam melakukan aksi pada giliran selanjutnya dengan cara mengurangi *ep* target di samping mengurangi *hp* seperti aksi serangan lainnya. Sehingga *fuzzy rules* yang digunakan yaitu:
 - a. JIKA *damage* HIGH DAN *ep* HIGH MAKA p HIGH.
 - b. JIKA *damage* HIGH DAN *ep* LOW MAKA p MED.
 - c. JIKA *damage* LOW ATAU *ep* HIGH MAKA p MED.
 - d. JIKA *damage* LOW DAN *ep* LOW MAKA p LOW.
3. Aksi pemulihan (*Heal*)
Aksi *Heal* berfungsi untuk menambah *hp* target. Tujuan dari aksi ini adalah untuk menyelamatkan karakter target dari kematian yang mungkin terjadi pada giliran selanjutnya. Sehingga *fuzzy rules* yang digunakan yaitu:
 - a. JIKA *dexterity* HIGH ATAU *hp* HIGH MAKA p LOW.
 - b. JIKA *dexterity* HIGH DAN *hp* LOW MAKA p HIGH.
 - c. JIKA *dexterity* LOW ATAU *hp* HIGH MAKA p LOW.
 - d. JIKA *dexterity* LOW DAN *hp* LOW MAKA p HIGH.
4. Aksi perlindungan (*Guard*)
Aksi *Guard* berfungsi untuk menambah pertahanan target untuk satu giliran. Tujuan dari aksi ini adalah untuk mengurangi *damage* dari serangan lawan yang mungkin terjadi pada giliran selanjutnya. Sehingga *fuzzy rules* yang digunakan yaitu:
 - a. JIKA *dexterity* HIGH DAN *hp* HIGH MAKA p LOW.
 - b. JIKA *dexterity* HIGH DAN *hp* LOW MAKA p MED.
 - c. JIKA *dexterity* LOW DAN *hp* LOW MAKA p MED.
 - d. JIKA *dexterity* LOW DAN *hp* LOW MAKA p HIGH.

Tabel 4. Pengujian karakter *knight* sampel *default*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Slash	P Guard
Biru	Knight	120	45	16	20	-
	Wizard	90	90	36	40	-
	Archer	100	60	26	21.5	-
Merah	Knight	120	45	-	-	9.8
	Wizard	90	90	-	-	10
	Archer	100	60	-	-	10

Tabel 5. Pengujian karakter *knight* sampel *ekstrem*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Slash	P Guard
Biru	Knight	40	33	16	46.9	-
	Wizard	90	70	36	40	-
	Archer	100	45	26	21.5	-
Merah	Knight	120	45	-	-	9.8
	Wizard	54	90	-	-	13.3
	Archer	100	60	-	-	10

Tabel 6. Pengujian karakter *fighter* sampel *default*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Punch	P Guard
Biru	Knight	120	45	39	63.8	-
	Wizard	90	90	49	70	-
	Archer	100	60	64	67.5	-
Merah	Knight	120	45	-	-	9.8
	Wizard	90	90	-	-	10
	Fighter	100	60	-	-	10

Tabel 7. Pengujian karakter *fighter* sampel *ekstrem*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Punch	P Guard
Biru	Knight	40	33	39	63.3	-
	Wizard	8	21	49	51.9	-
	Archer	100	45	64	66.3	-
Merah	Knight	68	33	-	-	14.5
	Wizard	54	70	-	-	13.3
	Fighter	100	45	-	-	10

Tabel 8. Pengujian karakter *medic* sampel *default*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Heal	P Guard
Biru	Knight	120	45	-	-	-
	Wizard	90	90	-	-	-
	Archer	100	60	-	-	-
Merah	Knight	120	45	-45	0	9.8
	Medic	90	90	-45	3.3	10
	Archer	100	60	-45	0	10

Tabel 9. Pengujian karakter *medic* sampel *ekstrrm*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Heal	P Guard
Biru	Knight	40	33	-	-	-
	Wizard	54	70	-	-	-
	Archer	100	45	-	-	-
Merah	Knight	120	33	-45	0	9.8
	Medic	90	90	-45	3.3	10
	Archer	18	60	-45	50	15

Tabel 10. Pengujian karakter *wizard* sampel *default*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Fire	P Guard
Biru	Knight	120	45	44	21.1	-
	Wizard	90	90	36	28.6	-
	Archer	100	60	75	46.7	-
Merah	Knight	120	33	-	-	9.8
	Wizard	15	90	-	-	10
	Archer	100	60	-	-	10

Tabel 11. Pengujian karakter *wizard* sampel *ekstrem*

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Fire	P Guard
Biru	Knight	60	33	44	58.3	-
	Wizard	90	70	36	54.9	-
	Archer	100	45	75	46.7	-
Merah	Knight	120	45	-	-	9.8
	Wizard	54	90	-	-	15
	Archer	100	60	-	-	10

f. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi pada model *Fuzzy* Tsukamoto dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata terbobot. Rata-rata terbobot dihitung berdasarkan *fire strength* dan nilai hasil inferensi yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya. Pada program ini inferensi *fuzzy* menggunakan empat rules sehingga rumus defuzzifikasi adalah sebagai berikut:

$$p = \frac{w_1 z_1 + w_2 z_2 + w_3 z_3 + w_4 z_4}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} \quad (8)$$

Dimana

p : nilai prioritas hasil rata-rata terbobot

z : nilai hasil inferensi

w : fire strength

Hasil akhir p merupakan nilai prioritas dari aksi yang sedang dihitung. Nilai inilah yang kemudian digunakan sebagai pembandingan antara satu aksi dengan lainnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas efektivitas kinerja kecerdasan buatan yang dihasilkan. Untuk itu perlu dilakukan pengujian dengan menganalisis nilai prioritas (p) setiap aksi oleh satu karakter pada situasi-situasi tertentu. Dari nilai prioritas tersebut dapat dilihat aksi yang dipilih dan dianalisis apakah pemilihan aksi tersebut sudah tepat atau tidak. Tepat tidaknya suatu aksi dinilai berdasarkan nalar dengan merujuk pada peran masing-masing karakter yang telah dijabarkan sebelumnya.

Data pengujian masing-masing karakter diambil dari dua macam sampel, yaitu sampel awal dan sampel ekstrem. Sampel awal adalah data yang diambil pada saat pertarungan pertama kali dimulai. Sedangkan sampel ekstrem diambil pada saat terdapat satu karakter yang diperkirakan akan memiliki prioritas tinggi sebagai target suatu aksi, misalkan karakter musuh yang memiliki HP rendah.

Tabel 11. Pengujian karakter *archer* sampel default

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Shoot	P Guard
Biru	Knight	120	45	36	15.9	-
	Wizard	90	90	75	60	-
	Archer	100	60	56	31.5	-
Merah	Knight	120	45	-	-	9.8
	Wizard	90	90	-	-	10
	Archer	100	60	-	-	10

Tabel 12. Pengujian karakter *archer* sampel ekstrem

Kubu	Karakter	hp	ep	Damage	P Shoot	P Guard
Biru	Knight	40	33	36	61	-
	Wizard	90	70	75	60	-
	Archer	100	45	56	31.5	-
Merah	Knight	120	33	-	-	9.8
	Wizard	54	90	-	-	15
	Archer	100	60	-	-	10

a. Pengujian Karakter Knight

Karakter Knight adalah karakter yang memiliki atribut pertahanan kuat dan serangan lemah. Peran utama karakter ini adalah untuk melakukan aksi *slash* terhadap karakter lawan yang lemah terhadap serangan fisik. Aksi *guard* hanya dilakukan pada saat karakter tidak memiliki ep yang cukup untuk melakukan serangan. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada saat karakter knight merah melakukan aksi pertama menghadapi musuh *knight*, *wizard* dan *archer*, aksi yang terpilih adalah slash terhadap *wizard* biru dengan nilai $p = 40$. Aksi tersebut memiliki prioritas tinggi karena menimbulkan *damage* yang paling tinggi. Tabel 5 menunjukkan bahwa pada situasi yang berbeda dengan karakter-karakter yang sama, aksi yang terpilih adalah *slash* terhadap karakter *knight* biru dengan nilai $p = 46.9$. Aksi tersebut terpilih karena *knight* biru sudah hampir mati dengan nilai $ep = 40$, meskipun *damage* yang dihasilkan lebih kecil daripada aksi *slash* terhadap *wizard* biru. Sedangkan untuk aksi *guard*, prioritas tertinggi adalah terhadap karakter *wizard* merah dengan nilai $p = 13.3$, pada kasus lain saat karakter *knight* merah tidak memiliki ep untuk melakukan aksi *slash*, aksi inilah yang akan dipilih. Prinsip yang sama terhadap penggunaan aksi *guard* juga berlaku bagi semua karakter lainnya kecuali *medic*.

b. Pengujian Karakter Fighter

Karakter Fighter adalah karakter yang memiliki atribut pertahanan sedang dan serangan yang mampu mengurangi ep target. Peran utama karakter ini adalah untuk melakukan aksi *punch* terhadap karakter yang memiliki ep tinggi, dimaksudkan agar karakter target tidak dapat banyak melakukan aksi pada giliran-giliran selanjutnya. Aksi *guard* hanya dilakukan pada saat karakter tidak memiliki ep yang cukup untuk melakukan serangan. Hasil pengujian karakter *fighter* dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7.

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada saat karakter *fighter* merah melakukan aksi pertama menghadapi musuh *knight*, *wizard*, dan *archer*, aksi yang terpilih adalah *punch* terhadap *wizard* biru dengan nilai $p = 70$. Aksi tersebut memiliki prioritas tinggi karena karakter target memiliki ep yang paling tinggi sebanyak 90 *point*. Tabel 7 menunjukkan

bahwa pada situasi yang berbeda dengan karakter-karakter yang sama, aksi yang terpilih adalah *punch* terhadap *archer* biru dengan nilai $p = 66.3$. Aksi tersebut terpilih karena *archer* biru memiliki nilai ep yang paling tinggi sehingga perlu dibungkam agar tidak dapat melakukan aksi pada giliran selanjutnya sebagaimana yang telah dilakukan terhadap *wizard* merah.

c. Pengujian Karakter Medic

Karakter Medic adalah karakter yang memiliki atribut pertahanan lemah dan aksi yang mampu memulihkan hp karakter kawan atau diri sendiri. Peran utama karakter ini adalah untuk memulihkan hp karakter kawan yang telah berkurang akibat serangan musuh dengan aksi *heal*. Aksi *guard* dilakukan pada saat tidak ada karakter kawan yang memerlukan pemulihan hp. Hasil pengujian terhadap karakter *medic* ini ditunjukkan pada tabel 8 dan tabel 9.

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada saat karakter *medic* merah melakukan aksi pertama dengan karakter kawan *knight* dan *archer*, aksi yang terpilih adalah *guard* terhadap diri sendiri dengan nilai $p = 10$. Aksi tersebut didahulukan atas aksi *guard* terhadap *archer* dengan nilai p yang sama karena pada iterasi program karakter *medic* merah dicek lebih awal. Dapat dilihat juga bahwa aksi *heal* memiliki prioritas yang sangat kecil atau pun nol terhadap karakter manapun dikarenakan hp setiap karakter masih penuh.

Tabel 9 menunjukkan bahwa pada situasi yang berbeda dengan karakter-karakter yang sama, aksi yang terpilih adalah *heal* terhadap *archer* merah dengan nilai $p = 50$. Aksi tersebut terpilih karena *archer* merah hampir mati dan memerlukan bantuan pemulihan hp.

d. Pengujian Karakter Wizard

Karakter Wizard adalah karakter yang memiliki atribut pertahanan lemah dan serangan mistis kuat. Peran utama karakter ini adalah untuk melakukan aksi *fire* terhadap karakter lawan yang lemah terhadap serangan mistis. Aksi *guard* hanya dilakukan pada saat karakter tidak memiliki ep yang cukup untuk melakukan serangan.

Pengujian terhadap karakter *wizard* dapat dilihat pada tabel 10 dan tabel 11.

Tabel 10 menunjukkan bahwa pada saat karakter *wizard* merah melakukan aksi pertama menghadapi musuh *knight*, *wizard* dan *archer*, aksi yang terpilih adalah *fire* terhadap *archer* biru dengan nilai $p = 46.7$. Sedangkan tabel 11 menunjukkan bahwa pada situasi yang berbeda dengan karakter-karakter yang sama, aksi yang terpilih adalah *fire* terhadap karakter *knight* biru dengan nilai $p = 58.3$. Aksi tersebut terpilih karena *knight* biru sudah hampir mati dengan nilai $hp = 60$, meskipun *damage* yang dihasilkan lebih kecil daripada aksi *fire* terhadap *archer* biru.

e. Pengujian Karakter Archer

Karakter Archer adalah karakter yang memiliki atribut pertahanan sedang dan serangan fisik kuat. Peran utama karakter ini adalah untuk melakukan aksi *shoot* terhadap karakter lawan yang lemah terhadap serangan fisik. Aksi *guard* hanya dilakukan pada saat karakter tidak memiliki ep yang cukup untuk melakukan serangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 12 dan tabel 13.

Tabel 12 menunjukkan bahwa pada saat karakter *archer* merah melakukan aksi pertama menghadapi musuh *knight*, *wizard*, dan *archer*, aksi yang terpilih adalah *shoot*

terhadap *wizard* biru dengan nilai $p = 60$. Aksi tersebut memiliki prioritas tinggi karena menimbulkan *damage* yang paling tinggi.

Sedangkan pada situasi yang berbeda dengan karakter-karakter yang sama sebagaimana ditunjukkan tabel 13, aksi yang terpilih adalah *shoot* terhadap karakter *knight* biru dengan nilai $p = 61$. Aksi tersebut terpilih karena *knight* biru sudah hampir mati dengan nilai $hp = 40$, meskipun *damage* yang dihasilkan lebih kecil daripada aksi *shoot* terhadap *wizard* biru.

f. Analisis Pengujian

Berdasarkan hasil uji yang telah dijabarkan, dapat diamati bahwa sistem *fuzzy* yang dirancang dengan pendekatan *goal-driven* dapat menghasilkan nilai keluaran yang diinginkan. Untuk karakter-karakter penyerang, *knight*, *wizard*, dan *archer*, *behavior* yang diinginkan dapat dicapai dengan memastikan nilai p dari aksi serangan harus selalu lebih tinggi dari nilai p aksi *guard*. Selanjutnya agar aksi serangan tersebut, diarahkan terhadap target yang tepat, maka perlu keseimbangan pembobotan antara pengaruh variabel *damage* dan hp target. Pada *state* awal permainan, variabel *damage*-lah yang lebih berperan dalam menentukan pemilihan serangan, sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4, Tabel 10, dan Tabel 12. Sedangkan jika ada satu karakter musuh memiliki hp dengan nilai ekstrem rendah, variabel hp -lah yang lebih berperan dalam menentukan pemilihan serangan, sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 5, Tabel 11, dan Tabel 13.

Untuk karakter *fighter*, nilai p aksi *punch* dipengaruhi oleh variabel *damage* dan ep . Dapat dilihat bahwa pada semua kasus variabel ep -lah yang lebih berperan dalam menentukan aksi yang terpilih sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Variabel *damage* berperan sebagai pembeda pada kasus saat ada dua karakter yang memiliki nilai ep berdekatan Selanjutnya untuk karakter *medic* yang cenderung lebih sering menggunakan aksi *guard*, aksi *heal* perlu didesain agar nilai p -nya selalu lebih rendah daripada aksi *guard* pada saat karakter target masih memiliki hp penuh. Nilai p aksi *heal* akan naik secara drastis melampaui nilai p maksimum aksi *guard* jika ada karakter yang telah berkurang hp -nya.

4. Kesimpulan

Dari hasil uji kinerja sistem cerdas pengimplementasian *fuzzy* Tsukamoto didapatkan bahwa semua karakter telah menunjukkan *behavior* sesuai dengan perannya masing-masing. Semua karakter mampu memutuskan aksi yang tepat sesuai dengan kondisi lawan yang dihadapi. Dengan demikian diambil kesimpulan bahwa dengan diimplementasikannya logika Fuzzy Tsukamoto dihasilkan sistem kecerdasan buatan yang mampu menangani setiap kombinasi karakter dan setiap *range* situasi yang dapat ditemui pada jalannya permainan.

5. Daftar Pustaka

- [1] A. Drachen, M. Copier, M. Hitchens, M. Montola, M. P. Eladhari, and J. Stenros, "Role-Playing Games: The State of Knowledge," *Break. New Gr. Innov. Games, Play. Pract. Theory. Proc. DiGRA 2009*, 2009.
- [2] M. Hitchens, A. Drachen, and others, "The many faces of role-playing games," *Int. J. role-playing*, vol. 1, no. 1, pp. 3–21, 2008.
- [3] J. Pulkkinen, "Design Values of Digital Role-Playing Games," no. April, 2014.
- [4] J. H. Lee, N. Karlova, R. I. Clarke, and K. Thornton, "Facet Analysis of Video Game Genres," *iConference 2014 Proc.*, 2014.
- [5] A. S. S. L. H, and P. Gonz, "Game AI for a Turn-based Strategy Game with Plan Adaptation and AI Planning," *Proceeding DIMEA '08 Proc. 3rd Int. Conf. Digit. Interact. Media Entertain. Arts*, no. 0642882, pp. 295–302, 2008.
- [6] U. Kose, "Developing a Fuzzy Logic Based Game System," *Comput. Technol. Appl.*, vol. 3, no. Game Development, pp. 510–517, 2012.
- [7] M. Pirovano, I. Elettronica, and P. Milano, "The use of Fuzzy Logic for Artificial Intelligence in Games The current state of Game AI," 2012.
- [8] A. Shaout, B. King, and L. Reisner, "Real-Time Game Design of Pac-Man Using Fuzzy Logic," *Int. Arab J. Inf. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 315–325, 2006.
- [9] Yifan Li, P. Musilek, and L. Wyard-Scott, "Fuzzy logic in agent-based game design," *IEEE Annu. Meet. Fuzzy Information, 2004. Process. NAFIPS '04.*, p. 734–739 Vol.2, 2004.
- [10] P. Tozour, "The Evolution of Game AI," *Ai Game Program. Wisdom*, vol. 1, pp. 3–15, 2002.
- [11] A. Saepullah and S. W. Romi, "Comparative Analysis of Mamdani, Sugeno And Tsukamoto Method of Fuzzy Inference System for Air Conditioner Energy Saving," *J. Intell. Syst.*, vol. 1, no. 2, pp. 143–147, 2015.
- [12] A. Maseleno and M. Hasan, "Finding Kicking Range of Sepak Takraw Game A Fuzzy Logic Approach – Maseleno – TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering FT," vol. 14, no. 3, pp. 557–564, 2015.
- [13] Y. A. Gerhana *et al.*, "Decision support system for football player's position with tsukamoto fuzzy inference system," *Aasec*, vol. 03014, pp. 1–6, 2018.

Penerapan Metode *Certainty Factor* pada Sistem Pakar Penentuan Minat dan Bakat Siswa SD

Rizal Rachman^{1*}, Amirul Mukminin²

Program Studi Sistem Informasi

¹STMIK Nusa Mandiri Jakarta

Jakarta

²AMIK Bina Sarana Informatika

Tasikmalaya

*Rizal.rzc@bsi.ac.id

Abstrak—Perkembangan adalah proses kedewasaan seseorang untuk mengembangkan kemampuan intelektualnya. Perkembangan usia 6–12 tahun adalah masa di mana anak memasuki tahap belajar di dalam sekolah dan di luar sekolah. Penentuan minat dan bakat perlu dilakukan untuk dapat mengetahui suatu keterampilan pada peserta didik, baik dalam segi akademis maupun kepribadian. Selain itu juga dilakukan pendampingan dan pengembangan keterampilan sesuai bakat yang ada pada peserta didik. Untuk mengetahui bakat dan minat pada peserta didik sekolah dasar dengan salah satu cara alternatif yaitu dibuat aplikasi sistem pakar penentuan minat dan bakat pada siswa sekolah dasar berbasis web, dengan adanya aplikasi sistem pakar tersebut, dapat membantu mengetahui bakat dan minat yang dimiliki pada peserta didik sekolah dasar. Dalam merancang sistem pakar ini menggunakan sebuah metode yaitu *Certainty Factor* atau faktor kepastian, merupakan suatu metode untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti ataukah tidak pasti yang berbentuk *metric* yang biasanya digunakan dalam sistem pakar. Informasi yang dihasilkan yaitu dapat menentukan jenis minat dan bakat berdasarkan ciri-ciri dan metode *certainty factor* juga dapat dijadikan alternatif dalam melakukan perhitungan terhadap penentuan minat dan bakat. Hasil uji konsultasi yang didapat dengan sistem ini menerangkan bahwa sistem mampu menentukan jenis kecerdasan minat dan bakat pada siswa sekolah dasar beserta informasi tentang jenis, berdasarkan ciri-ciri yang sebelumnya dipilih oleh pengguna dan informasi tentang stimulasi jenis minat dan bakat.

Kata kunci: sistem pakar, kecerdasan, minat dan bakat, *certainty factor*

1. Pendahuluan

Perkembangan adalah proses kedewasaan seseorang untuk mengembangkan kemampuan intelektualnya. Perkembangan usia 6–12 tahun adalah masa di mana anak memasuki tahap belajar di sekolah dan di luar sekolah. Anak secara formal belajar di sekolah sehingga menumbuhkembangkan terutama kemampuan kognitifnya. Selain itu anak melakukan berbagai hal di lingkungan rumah yang menumbuhkembangkan kemampuan sosial dan motoriknya. Banyak aspek perilaku pada usia tersebut yang di bentuk melalui penguatan verbal, keteladanan, dan identifikasi. Faktor yang mempengaruhi perkembangan anak tersebut adalah perkembangan fisik dan perkembangan kognitif [1].

Penentuan minat dan bakat perlu dilakukan untuk dapat mengetahui potensi peserta didik, baik dalam segi akademis maupun non-akademis. Pengetahuan itu diperlukan saat memberikan pendampingan dan pengembangan keterampilan yang sesuai bakat yang dimiliki. Keterampilan perlu dikembangkan sejak dini untuk dapat mengoptimalkan bakat yang ada pada peserta didik, sehingga dapat bersaing setelah lulus sekolah dalam kehidupan nyata terutama di dunia kerja. Penentuan bakat dan minat dapat memetakan arah pemilihan studi dan pengembangan diri untuk mendapatkan kompetensi dan keterampilan yang dibutuhkan oleh peserta didik.

Berdasarkan hasil penentuan bakat dan minat yang dilakukan, guru dapat mengelompokkan peserta didik sehingga lebih mudah untuk menentukan perlakuan dalam mengembangkan bakat dan minat yang dimiliki [2]. Peserta didik dapat pula mengetahui potensi diri dan melihat kelebihan dan kekurangan sehingga dapat mengoptimalkan pengembangan potensinya.

Peserta didik tingkat sekolah dasar berada pada peralihan ke dunia nyata yaitu ketika kemampuan kognitif anak berkembang untuk merencanakan sesuatu [3]. Usia siswa sekolah dasar yang lebih lanjut (usia 9–12 tahun) merupakan masa perkembangan keterampilan dan kreativitas serta intelegensi yang sangat pesat. Peran orang tua, guru, dan lingkungan sangat penting bagi perkembangan keterampilan dan kreativitas serta intelegensi anak di usia tersebut. Tanpa bimbingan dan dukungan dari ketiga pihak tersebut maka anak tidak dapat berkembang dengan optimal dan baik [4].

Banyak orang tua dan guru di Indonesia yang tidak mengetahui bakat dan minat anak atau tidak mengembangkan bakat yang dimiliki pada peserta didik. Perkembangan bakat peserta didik menjadi terhambat karena para orang tua dan guru tidak memberikan bimbingan khusus sesuai bakat yang dimiliki. Pengetahuan tentang minat dan bakat secara dini menjadi esensial demi pengembangan potensi peserta didik secara optimal.

Tabel 1. Tabel daftar jenis minat dan bakat

Daftar Jenis Minat dan Bakat		
Kode	Nama	Bidang/Profesi
MB1	Linguistik	Penulis, Wartawan, Penyair, Pengacara, pembicara, Politikus
MB2	Logika–Matematika	Akuntan, Dosen/Guru, Matematika, Teknisi, Programmer
MB3	Visual–Spasial	Pelukis, Design, Navigator, Arsitek
MB4	Kinestetik	Aktor/Aktris, Model, Atlet, Penari
MB5	Musikal	Musisi, Seniman, Penyanyi, Budayawan
MB6	Interpersonal	Sosiologi, Public Relation, Pengusaha, Pemuka Agama, Pramuniaga, Para Pendidik
MB7	Intrapersonal	Psikolog, Konselor, Trainer, Motivator
MB8	Naturalis	Antropolog, Arkeolog, Meteorolog, Neorolog
MB9	Eksistensial	Teolog, Filsuf

Tulisan ini mendeskripsikan upaya untuk menentukan bakat dan minat pada peserta didik sekolah dasar dengan menggunakan aplikasi yang menerapkan sistem pakar. Penerapan sistem pakar dimaksudkan untuk meniru cara dan perilaku pakar dalam melakukan sebuah tindakan atau mengambil sikap. Penggunaan aplikasi dengan sistem pakar dapat menghemat biaya dalam hal pakar tidak tersedia, atau jumlahnya tidak memadai. Aplikasi yang dibangun menggunakan metode *certainty factor*, yang mencoba melihat apakah sebuah fakta bersifat pasti atau tidak pasti. Metode tersebut digunakan karena dapat memberikan hasil yang akurat yang didapatkan dari perhitungan berdasarkan bobot gejala yang dipilih oleh pakar, mampu memberikan jawaban pada permasalahan yang tidak pasti. Metode ini memperhitungkan faktor tingkat keyakinan seorang pakar dengan memberikan bobot keyakinan sesuai dengan pengetahuan pakar [5].

Metode *certainty factor* ini telah dicermati oleh peneliti lain untuk berbagai pengamatan dan penerapan. Penerapan metode ini berhasil dalam proses penentuan jurusan di SMA berdasarkan nilai akademik dan tes psikologi [6]. Di bidang kedokteran, penerapan metode *certainty factor* berhasil mendeteksi penyakit akibat kekurangan gizi pada usia produktif [7], dan penentuan penyakit kulit dan kelamin [8], mendiagnosis penyakit infeksi saluran pernapasan atas [9], diagnosis penyakit pada ayam broiler [10], dan penentuan tingkat depresi dan gangguan kejiwaan [11].

2. Metode

a. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan untuk mencari dan mengumpulkan data agar dapat diolah menjadi informasi yang bermanfaat. Metode yang digunakan sebagai berikut:

1) Observasi

Penulis melakukan pengamatan secara langsung di Sekolah Dasar Negeri 044 Cicadas Awigombong

dengan memberikan pertanyaan atau kuisioner kepada guru serta orang tua murid untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dalam penulisan skripsi. Dari hasil pengamatan tersebut dapat didokumentasikan secara digital dan tertulis oleh penulis.

2) Wawancara

Dalam penulisan skripsi ini, untuk mendapatkan informasi data yang lengkap dan akurat maka penulis melakukan suatu metode tanya jawab pada guru yang berhubungan dengan bakat di Sekolah Dasar Negeri 044 Cicadas Awigombong dan dengan pakar di bidang psikologi yang meliputi tentang bakat dan minat.

3) Studi Pustaka

Selain melakukan kegiatan pengumpulan data di atas, penulis juga mengambil data dari buku, jurnal, *e-book* serta sumber-sumber lainnya seperti laman web, artikel dan dokumen yang berkaitan dengan materi skripsi.

b. Model Pengembangan Sistem

Pada penulisan ini penulis menggunakan metode *certainty factor* sebagai model inferensi untuk membangun aplikasi sistem pakar ini. Penerapan *certainty factor* sendiri yaitu:

1) Analisis kebutuhan *software*

Kebutuhan *software* adalah kemampuan yang dimiliki oleh perangkat lunak untuk memenuhi apa yang disyaratkan atau diinginkan oleh pemakai atau *user*.

2) *Design*

Pada tahap *design* penulis mulai membangun aplikasi sesuai kebutuhan serta perangkat yang akan digunakan dalam implementasi aplikasi sistem pakar ini.

3) *Code Generation*

Dari desain yang telah dibangun, penulis memasukkan rancangan tersebut ke dalam bahasa pemrograman melalui proses *coding*, tahapan ini adalah bagian implementasi dari tahapan sebelumnya, yaitu tahapan desain.

4) *Testing*

Menjadi sebuah keharusan menguji coba sebuah aplikasi sebelum digunakan, demikian juga dengan aplikasi sistem pakar ini harus melalui tahapan pengujian, supaya aplikasi bebas dari *bug* atau *error*. Sehingga aplikasi benar-benar memenuhi kebutuhan dari pemakai.

5) *Maintenance*

Pemeliharaan suatu perangkat lunak sangat diperlukan, termasuk pengembangan dari aplikasi tersebut.

c. Basis Pengetahuan

Pada penelitian ini basis pengetahuan yang diperoleh dengan cara tinjauan pustaka dari buku, artikel, observasi pakar dan melakukan penelitian-penelitian terdahulu yang membahas tentang penentuan kecerdasan minat dan bakat pada siswa SD.

Pada sistem pakar penentuan minat dan bakat ini memiliki 9 jenis minat dan bakat dan ada 66 ciri-ciri yang meliputi minat dan bakat, berikut adalah daftar jenis kecerdasan minat dan bakat dijelaskan pada Tabel 1 beserta ciri-cirinya dijelaskan pada Tabel 2 dan stimulasi pada 9 jenis kecerdasan minat dan bakat pada dijelaskan Tabel 3.

Tabel 2. Tabel daftar ciri-ciri minat dan bakat

Daftar Ciri-Ciri Minat dan Bakat		Daftar Ciri-Ciri Minat dan Bakat	
Kode	Ciri-ciri	Kode	Ciri-ciri
C1	Suka membaca	C38	Suka memberikan saran kepada orang lain
C2	Suka menulis	C39	Suka melakukan diskusi
C3	Suka bercerita	C40	Senang berada di antara banyak orang
C4	Suka berbicara	C41	Senang berkenalan dengan orang baru
C5	Mudah memahami kata-kata baru	C42	Mampu menjadi pemimpin bagi orang lain
C6	Suka berdebat dengan orang lain	C43	Senang mendengarkan orang lain
C7	Suka berpidato	C44	Suka mengajarkan sesuatu hal yang baru kepada orang lain
C8	Suka menghitung angka	C45	Mudah mengendalikan emosi
C9	Lebih suka menerangkan tujuan dengan menggunakan gambar	C46	Suka dengan keadaan yang tenang
C10	Suka bermain catur	C47	Selalu merencanakan sesuatu di agenda pribadi
C11	Suka berpikir secara ilmiah	C48	Mudah mengekspresikan keadaan
C12	Suka melakukan penelitian	C49	Suka merenung atau berpikir tentang kehidupan atau diri sendiri
C13	Suka menggunakan rumus	C50	Belajar atau bekerja dengan baik seorang diri
C14	Suka berhitung	C51	Memiliki rasa percaya diri yang tinggi
C15	Mudah memahami cerita	C52	Suka merawat tanaman
C16	Suka melukis	C53	Suka memelihara binatang
C17	Suka bermain dengan bentuk dan ruang	C54	Senang bertamasya ke alam terbuka
C18	Suka memotret	C55	Suka bertani
C19	Suka bermain <i>puzzle</i>	C56	Suka berkebun
C20	Mudah mengenali bentuk	C57	Suka mengoleksi bebatuan
C21	Suka melamun dan berkhayal	C58	Menonjol dalam mata pelajaran IPA atau lingkungan hidup
C22	Suka membuat sketsa	C59	Suka berkemah
C23	Suka senam	C60	Mempertanyakan keberadaan peran diri sendiri di alam dunia
C24	Suka menari	C61	Memiliki kesadaran diri yang tinggi
C25	Aktif dalam kegiatan fisik, seperti: berenang	C62	Lebih cenderung mengutamakan kepentingan keyakinan atau agama
C26	Suka olahraga bela diri	C63	Termotivasi secara internal
C27	Suka bermain drama	C64	Memiliki kasih sayang yang tinggi terhadap sesama
C28	Suka menirukan gerak	C65	Lebih tenang dan menguasai diri
C29	Menonjol dalam mata pelajaran olahraga	C66	Teguh dalam kesulitan
C30	Suka memainkan alat musik		
C31	Suka menyanyi		
C32	Suka mendengarkan lagu		
C33	Bisa menciptakan lagu		
C34	Mudah memahami irama lagu		
C35	Mengikuti kegiatan paduan suara		
C36	Bisa memainkan alat musik		
C37	Lebih dapat belajar dengan iringan lagu		

Tabel 3. Tabel stimulasi minat dan bakat

Minat dan Bakat	Stimulasi
Lingustik	<ul style="list-style-type: none"> - Adakah waktu saling bercerita bersama keluarga sehingga dapat melatih kemampuan berbicara dan mendengarkan anak serta libatkan anak untuk memberi pendapat. - Sering lakukan permainan kata-kata, seperti teka-teki, <i>scrabble</i>, plesetan atau pantun yang dikarang sendiri. - Mengikutkan anak belajar bahasa asing yang diminatinya. - Jika anak suka berdebat, bergabunglah dengan tim debat di sekolah (jika ada). - Jika anak suka menulis cerita, kembangkan potensinya dan beri motivasi bahwa ia bisa menjadi penulis, misalnya dengan memperlihatkan karangan buku-buku untuk anak. - Motivasi anak untuk membaca banyak hal.
Logika – Matematika	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan permainan yang menggunakan strategi atau logika, seperti catur, game yang mengasah otak komputer, dll. - Baca buku dan tonton program TV atau video tentang ilmu pengetahuan. - Lakukan eksperimen atau percobaan ilmiah (sains) sehingga melatih logika dan kreativitas anak. - Anak dapat menggunakan komputer, namun tidak hanya sebatas <i>games</i> atau internet, tetapi mempelajari cara kerja program di komputer. - Latih ananda untuk melakukan perhitungan matematika dimulai dari yang sederhana dalam benak/pikiran (tanpa alat bantu, seperti kalkulator atau kertas). - Kunjungi pameran atau museum ilmu pengetahuan.
Visual – Spasial	<ul style="list-style-type: none"> - Melakukan permainan yang melibatkan gambar atau bentuk tiga dimensi, seperti, kubus rubik, lego, <i>maze</i>, dll. - Ajarkan anak menguasai program komputer yang berhubungan dengan kemampuan visual, seperti menggambar atau mengedit foto di komputer. - Fasilitas dan ikut sertakan anak les gambar, lukis atau fotografi (sesuai minat anak). - Motivasi ananda untuk mengikuti kegiatan atau lomba yang berhubungan dengan minatnya (menggambar, melukis atau fotografi).
Kinestetik	<ul style="list-style-type: none"> - Fokus mendalami bidang kinestetik (berhubungan dengan keterampilan tubuh) yang diminati, misalnya olahraga (bola, voli, basket, dan lainnya), menari atau seni yang melibatkan keterampilan tangan (mengukir, kaligrafi, masak, atau lainnya). - Bergabung dengan tim ekstrakurikuler yang berhubungan dengan bidang kinestetik yang diminati. - Jika anak berminat dengan <i>acting</i>, cobalah mengikuti kursus drama (<i>acting</i>) dan ikut bermain sandiwara. - Ambil kursus seni bela diri.
Musikal	<ul style="list-style-type: none"> - Anak dapat belajar dengan diiringi oleh musik (jika tidak merasa terganggu). - Fokus mempelajari salah satu instrumen musik yang diminati. - Mendengarkan sebanyak mungkin jenis-jenis musik. - Libatkan diri dalam kegiatan musik sekolah - Dukung anak untuk belajar musik lebih dalam.
	<ul style="list-style-type: none"> - Tingkatkan kepercayaan diri anak dengan memuji usaha yang telah dilakukannya serta tidak merendahkan (mengejek) sifat dan perilakunya. - Dorong anak untuk berkenalan dan bekerja sama dengan banyak orang. - Dukung anak agar suka membantu dan berempati terhadap orang lain. - Motivasi anak agar mau terlibat dalam kegiatan di sekolah atau di rumah. - Latih kemampuan kepemimpinan anak dengan membiasakannya memimpin, mengatur suatu kegiatan atau ikut dalam organisasi sekolah.

Minat dan Bakat	Stimulasi
	<ul style="list-style-type: none"> - Latih anak untuk membuat rencana masa depan atau tujuan-tujuan yang ingin dicapainya (mulai dari hal kecil, misalnya ingin nilai rapor meningkat, dll) dan ditempel di dinding kamarnya. - Bantu anak untuk belajar mengenali kelebihan dan kelemahan dirinya (secara membangun dan tidak merendahkan) sehingga ia lebih mengenal diri dan mengembangkan potensinya. - Anak dapat membaca buku tentang pengembangan diri (seperti biografi atau berpikir positif, dll). - Biasakan anak untuk merenungkan apa yang terjadi setiap harinya untuk dijadikan pelajaran, (peristiwa yang terjadi, hal yang tidak berjalan lancar, dll). - Biasakan anak menulis tiga hal yang membuatnya merasa bersyukur atau senang setiap harinya.
Naturalis	<ul style="list-style-type: none"> - Mempelajari tentang alam (hewan, tumbuhan atau gejala alam) dengan membaca buku, majalah, program tv atau video. - Memelihara atau merawat hewan atau tanaman. - Mengunjungi tempat-tempat, seperti kebun binatang, taman bunga atau tempat alam lainnya sehingga anak mendapatkan informasi dan belajar tentang alam secara langsung. - Libatkan anak dalam organisasi lingkungan atau kegiatan 'penghijauan' sekolah atau lingkungan.
Eksistensial	<ul style="list-style-type: none"> - Latih kemampuan anak di wilayah kosmos dilakukan dengan sendiri di alam terbuka dan bercakap-cakap. - Latih kepekaan memaknai hidup dilakukan dengan bercakap-cakap, tulis buku harian, melihat film, dan cerita intraktif. - Membimbing anak memahami nilai ibadah dilakukan dengan pembiasaan dan dialog. - Latih pengalaman mendalam dilakukan dengan menggambar, latihan diam, dan cerita intraktif.

d. Certainty Factor

Faktor kepastian merupakan suatu metode untuk membuktikan apakah suatu fakta itu pasti ataukah tidak pasti yang berbentuk *metric* yang biasanya digunakan dalam sistem pakar. Metode ini sangat cocok untuk sistem pakar yang mendiagnosis sesuatu yang belum pasti [12].

Tahapan dalam merepresentasikan data-data kualitatif:

- 1) Kemampuan untuk mengekspresikan derajat keyakinan sesuai dengan metode yang sudah dibahas sebelumnya.
- 2) Kemampuan untuk menempatkan dan mengkombinasikan derajat keyakinan tersebut dalam sistem pakar.

Dalam mengekspresikan derajat keyakinan digunakan suatu nilai yang disebut *Certainty Factor* (CF) untuk mengasumsikan derajat keyakinan seorang pakar terhadap suatu data. Berikut adalah formulasi dasar dari *Certainty Factor*:

$$CF[H,E] = MB[H,E] - MD[H,E] \quad (1)$$

Keterangan:

CF = *Certainty Factor* (faktor kepastian) dalam hipotesis H yang dipengaruhi oleh fakta E.

MB = *Measure of Belief* (tingkat keyakinan), adalah ukuran kenaikan dari kepercayaan hipotesis H dipengaruhi oleh fakta E.

MD = *Measure of Disbelief* (tingkat tidak keyakinan), adalah keyakinan dari ketidakpercayaan hipotesis dipengaruhi fakta E.

E = Evidence (peristiwa atau fakta)

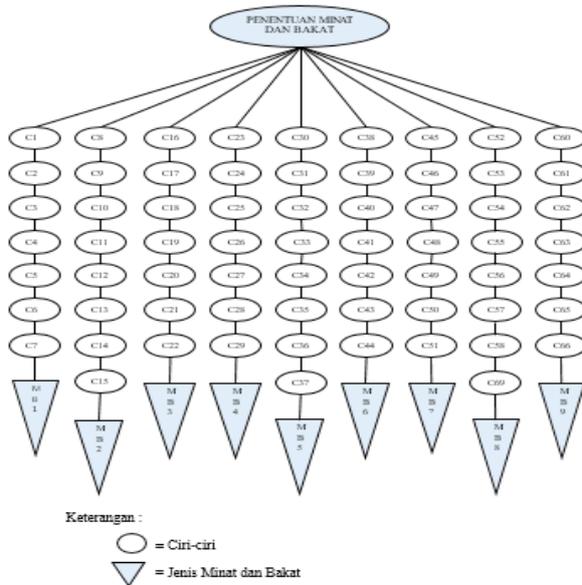
H = Hipotesis (Dugaan)

Untuk menggabungkan dua atau lebih aturan, sistem berbasis pengetahuan dengan beberapa aturan, masing-masing darinya menghasilkan kesimpulan yang sama tetapi faktor ketidakpastiannya berbeda, maka setiap aturan dapat ditampilkan sebagai potongan bukti yang mendukung kesimpulan bersama. Untuk menghitung CF (keyakinan) dari kesimpulan diperlukan bukti pengkombinasian sebagai berikut:

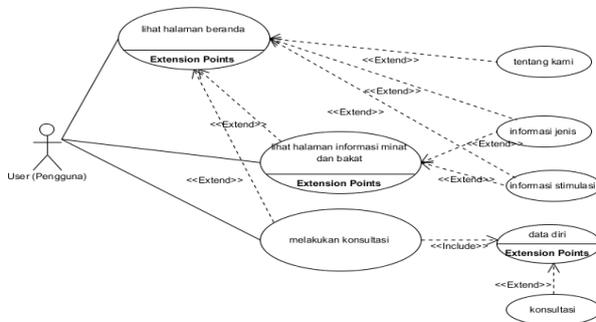
$$CF(R1,R2) = CF(R1) + [CF(R2)] \times [1-CF(R1)] \quad (2)$$

Jika kita hanya menambahkan CFR1 dan R2, kepastian kombinasinya akan lebih dari 1. Memodifikasikan jumlah kepastian melalui penambahan dengan factor kepastian kedua dan mengalikannya (1 dikurangi faktor kepastian pertama). Jadi, semakin besar CF pertama semakin kecil kepastian penambahan kedua. Tetapi faktor tambahan selalu menambahkan beberapa kepastian. Untuk aturan ketiga yang ditambahkan, dapat digunakan aturan sebagai berikut [13]:

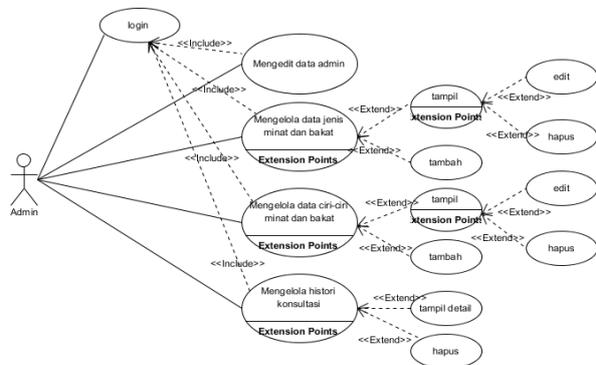
$$CF(R1,R2,R3) = CF(R1,R2) + [CF(R3)] [1-CF(R1,R2)] \\ = CF(R1,R2) + CF(R3) - [CF(R1,R2)] \cdot [CF(R3)] \quad (3)$$



Gambar 1. Pohon keputusan pakar



Gambar 2. Use case diagram user/pengguna



Gambar 3. Use case diagram admin

Untuk solusi dengan lebih banyak aturan dapat menggunakan persamaan yang secara bertingkat seperti pada persamaan diatas.

e. Pohon Keputusan Pakar

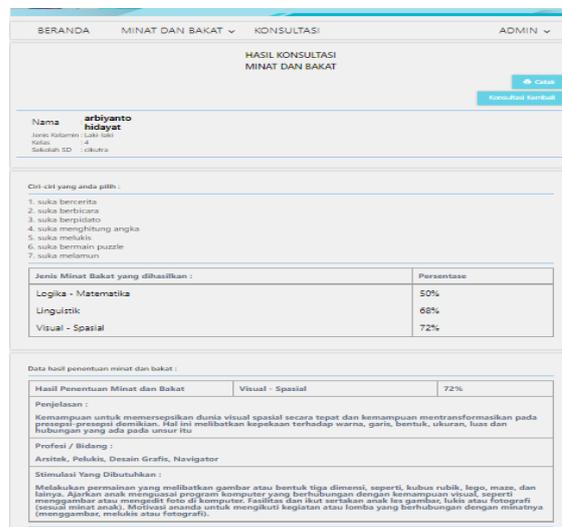
Pohon pakar adalah suatu pohon hierarki struktur yang terdiri dari node (simpul) yang menyimpan informasi atau pengetahuan dan cabang yang menghubungkan node. Sebuah pohon keputusan dibuat untuk memudahkan dalam pengambilan keputusan. Diagram keputusan merupakan gambaran secara sederhana permasalahan dan pemecahannya. Berikut adalah pohon pakar dari kasus penentuan minat dan bakat pada siswa SD dijelaskan di Gambar 1.



Gambar 4. Tampilan halaman beranda



Gambar 5. Halaman data diri



Gambar 6. Halaman hasil konsultasi

3. Hasil dan diskusi

Sistem pakar ini mendeteksi tingkat kecerdasan pada anak berbasis *website* yang dapat memudahkan dalam menentukan tingkat kecerdasan minat dan bakat anak SD menggunakan metode *Certainty Factor* dengan uraian implementasi sebagai berikut:

a. Tahapan Analisis

Berikut ini adalah rancangan awal dari sebuah sistem yang akan dibangun, perlu dilakukan analisa kebutuhan *software*, yaitu:

1. Kebutuhan Halaman *User* (Pengguna):
 - A1 *User* dapat melihat halaman beranda.
 - A2 *User* dapat melihat halaman informasi minat dan bakat.
 - A3 *User* dapat melakukan konsultasi.
2. Kebutuhan Admin:
 - B1 Admin *login*
 - B2 Admin dapat mengelola data admin
 - B3 Admin dapat mengelola data jenis minat dan bakat
 - B4 Admin dapat mengelola data ciri-ciri minat dan bakat
 - B5 Admin dapat mengelola data histori konsultasi
3. *Use Case Diagram*
Terdapat dua aktor pada *use case diagram* sistem pakar menentukan kecerdasan minat dan bakat pada anak ini yaitu *User*/Pengguna dan *Admin* diuraikan pada Gambar 2. dan Gambar 3.

b. Perhitungan Manual

Untuk menjelaskan perhitungan sistem pakar penentuan minat dan bakat pada siswa SD dengan menggunakan metode *certainty factor*. Diuraikan dengan contoh kasus sebagai berikut.

Dalam sistem pakar menentukan jenis minat dan bakat pada siswa SD ini terdapat perhitungan dalam menentukan *certainty factor*. Misalkan dalam menentukan minat dan bakat siswa SD memilih beberapa contoh ciri-ciri di antaranya:

- 1) Suka membaca
- 2) Suka berbicara
- 3) Suka berpidato

Berikut c

ontoh perhitungan *Certainty Factor*.

Minat dan Bakat 1 (Linguistik)

Ciri – ciri 1 $[h_1, e]$: Suka membaca (MB $[h_1, e] = 0,7$, MD $[h_1, e] = 0,4$)

Sehingga $CF[h_1, e] = 0,7 - 0,4 = 0,3$

Ciri – ciri 2 $[h_2, e]$. Suka berbicara (MB $[h_2, e] = 0,6$, MD $[h_2, e] = 0,4$)

Sehingga $CF[h_2, e] = 0,6 - 0,4 = 0,2$

Untuk mencari $CF[h_1 \wedge h_2, e]$ dapat diperoleh dari:

$$\begin{aligned} CF[h_1 \wedge h_2, e] &= CF[h_1, e] + CF[h_2, e] * (1 - CF[h_1, e]) \\ &= 0,3 + 0,2 * (1 - 0,3) \\ &= 0,44 \end{aligned}$$

Ciri – ciri 3 $[h_3, e]$: Suka berpidato (MB $[h_3, e] = 0,7$, MD $[h_3, e] = 0,3$)

Sehingga $CF[h_3, e] = 0,7 - 0,3 = 0,5$

Untuk mencari $CF[h_1, h_2 \wedge h_3, e]$ dapat diperoleh dari:

$$CF[h_1, h_2 \wedge h_3, e] = CF[h_1, h_2, e] + CF[h_3, e] * (1 - CF[h_1, h_2, e])$$

$$\begin{aligned} &= 0,44 + 0,5 * (1 - 0,44) \\ &= 0,746 \end{aligned}$$

Dari contoh tersebut dapat dilihat bahwa, faktor kepercayaan dalam kecerdasan linguistik jika memilih ketiga ciri-ciri tersebut, memberikan faktor kepastian adalah (0,746).

c. User Interface

User interface digunakan untuk memberi gambaran tampilan antar muka sistem yang dibangun. Tampilan halaman beranda merupakan halaman awal pada saat pertama kali mengakses aplikasi sistem pakar penentuan minat dan bakat pada siswa SD, berikut halaman beranda *User* ditampilkan di Gambar 4.

Halaman konsultasi merupakan halaman yang digunakan oleh siswa SD untuk melakukan konsultasi penentuan minat dan bakat. Pada halaman konsultasi siswa harus mengisi data diri (lihat Gambar 5) dan memilih ciri-ciri minat dan bakat sesuai kriteria untuk selanjutnya siswa mendapatkan hasil konsultasi seperti yang ditampilkan pada Gambar 6.

d. Diskusi

Perhitungan sistem menunjukkan nilai perbandingan yang sama antara hasil perhitungan manual dan perhitungan sistem yaitu 0,746 atau 74,60%. Angka ini menurut tabel interpretasi *Certainty Factor* menandakan bahwa nilai kebenaran mendekati hampir pasti. Artinya, pengaruh penerapan metode *certainty factor* dapat memberikan kontribusi untuk dapat menentukan minat dan bakat melalui ciri-ciri yang dimiliki oleh masing-masing siswa. Pengukuran oleh sistem pakar dapat memberikan hasil yang akurat sesuai yang dihasilkan oleh pakar.

Angka interpretasi yang didapat dalam penelitian ini termasuk tinggi. Penelitian oleh [14] menghasilkan kombinasi dan nilai *certainty factor* untuk jenis kepribadian yang dimiliki oleh user dengan tingkat kepastian 0,5742 atau dengan 57,42%. Sementara itu, penelitian oleh [15] menghasilkan nilai *certainty factor* 0,6 atau 60%. Angka ini diklaim oleh si peneliti telah menunjukkan bahwa sistem pakar yang dibangun mampu mengidentifikasi masalah yang dihadapi siswa sehingga membantu guru bimbingan konseling dalam menentukan jenis layanan yang diberikan.

Selain menggunakan *certainty factor*, sistem pakar dapat menerapkan berbagai algoritma yang telah ada seperti algoritma *breadth-first search* dan metode Dempster-Shafer. Perolehan angka interpretasi yang cukup tinggi diperoleh dalam penelitian oleh [16] yaitu sebesar 0,71 atau 71% menggunakan algoritma *breadth-first search*. Dengan angka interpretasi sebesar itu, peneliti mengklaim bahwa seorang pasien penyakit ginjal dapat melakukan diagnosis awal secara mandiri tanpa harus menunggu pemeriksaan oleh dokter. Penelitian oleh [17] menerapkan metode Dempster-Shafer yang menghasilkan bobot kepercayaan bernilai 0,81 atau 81%. Para peneliti selanjutnya menyatakan bahwa hasil diagnosis kerusakan jalur komunikasi yang dihasilkan oleh aplikasi telah sesuai dengan *rule* yang dipilih dan ditentukan oleh teknisi ahli.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dikembangkan dengan menerapkan metode *Certainty Factor* yang telah dibuat dapat menentukan minat dan bakat berdasarkan ciri-ciri. Metode *certainty factor* dapat dijadikan alternatif dalam melakukan perhitungan terhadap penentuan minat dan bakat. Aplikasi sistem pakar ini dapat membantu para guru, orang tua siswa atau siswa itu sendiri dalam menentukan minat dan bakat siswa. Aplikasi memberikan informasi tentang kecerdasan, minat dan bakat baik itu jenis, ciri-ciri atau pun stimulasi minat dan bakat dengan cara yang mudah.

5. Daftar Pustaka

- [1] J. Nurihsan and M. Agustin, *Dinamika Perkembangan Anak dan Remaja*. Bandung: PT. Refika Aditama, 2013.
- [2] Kemdikbud, "Pengembangan Bakat dan Minat," Jakarta, p. 7, 2016.
- [3] W. Yulianti, "Aptitude Testing Berbasis Case-Based Reasoning dalam Sistem Pakar untuk Menentukan Minat Dan Bakat Siswa Sekolah Dasar," *J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 1, no. 2, pp. 104–118, 2016.
- [4] F. N. Salisah, L. Lidya, and S. Defit, "Sistem Pakar Penentuan Bakat Anak dengan Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Ilm. Rekayasa dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 62–66, 2015.
- [5] A. F. Indriani, E. Y. Rachmawati, and J. D. Fitriana, "Pemanfaatan Metode Certainty Factor dalam Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Anak," *Techno.Com*, vol. 17, no. 1, pp. 12–22, 2018.
- [6] T. A. Cikraeni and Ruliah, "Penerapan Metode Certainty Factor untuk Keputusan Pemilihan Jurusan di SMA," *Progressif*, vol. 9, no. 1, 2015.
- [7] F. Wulandari and I. Yuliandri, "Diagnosa Gangguan Gizi Menggunakan Metode Certainty Factor," *J. Sains dan Teknol. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 305–313, 2014.
- [8] I. P. B. Krisnawan, I. K. G. D. Putra, and I. P. A. Bayupati, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Kulit dan Kelamin," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, 2014.
- [9] L. Septiana, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ispa dengan Metode Certainty Factor Berbasis Android," *J. Techno Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 2, pp. 1–7, 2016.
- [10] J. Rahmah and R. A. Saputra, "Penerapan Certainty Factor pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Saluran Pencernaan Ayam Broiler," *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 94–102, 2017.
- [11] A. Supiandi and D. B. Chandradimuka, "Sistem Pakar Diagnosa Depresi Mahasiswa Akhir Dengan Metode Certainty Factor Berbasis Mobile," *J. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 102–111, 2018.
- [12] S. Kusumadewi, *Artificial Intelegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2003.
- [13] M. Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*. Yogyakarta: Andi Offset, 2008.
- [14] N. A. Putri, "Sistem Pakar untuk Mengidentifikasi Kepribadian Siswa Menggunakan Metode Certainty Factor dalam Mendukung Pendekatan Guru," *INTECOMS J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 78–90, 2018.
- [15] D. Robiyono, B. Harijanto, and R. Rismanto, "Pengembangan Aplikasi Bimbingan dan Konseling (Studi Kasus : SMA Negeri 1 Bangil)," *Semin. Inform.*, 2016.
- [16] Y. aditya Pratama and E. Junianto, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal dan Saluran Kemih dengan Metode Breadth First Search," *J. Inform.*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [17] E. Lestari and E. U. Artha, "Sistem Pakar dengan Metode Dempster Shafer untuk Diagnosis Gangguan Layanan Indihome di PT Telkom Magelang," *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 16–24, 2017.

Komparasi Kinerja Algoritma Data Mining pada Dataset Konsumsi Alkohol Siswa

Noviyanti Sagala*, Hendrik Tampubolon

Departemen Sistem Informasi
Universitas Kristen Krida Wacana
Jakarta, Indonesia

*noviyanti.sagala@ukrida.ac.id

Abstrak-Data mining melakukan proses ekstraksi pengetahuan yang diperoleh dari sekumpulan data dalam jumlah besar. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan melakukan analisis kinerja algoritma data mining untuk memprediksi konsumsi alkohol dan menganalisis faktor-faktor yang terkait pada siswa tingkat menengah. Adapun tahapan yang dilakukan ialah *pre-process* data, seleksi fitur, klasifikasi, dan evaluasi model. Pada tahap *preprocess*, beberapa fitur diubah menjadi bentuk yang sesuai untuk memudahkan proses klasifikasi. Selanjutnya, algoritma Gain Ratio dan Fast Correlation Based Filter (FCBF) digunakan untuk memilih fitur-fitur yang relevan dan penting untuk digunakan dalam tahapan klasifikasi. Decision Tree C5.0, Support Vector Machine (SVM), K-Nearest Neighbor (KNN), dan Naive Bayes (NB) dieksekusi pada kelompok fitur yang terpilih. Akurasi model yang dibangun dievaluasi menggunakan 10-fold Cross-Validation (CV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model klasifikasi yang dibangun menggunakan Naive Bayes memiliki nilai akurasi tertinggi dengan menggunakan 5 fitur terbaik dari Gain Ratio. Selain itu, penggunaan metode pemilihan fitur mampu meningkatkan performa dari seluruh klasifier secara umum. Pengujian lebih lanjut pada data yang sama maupun berbeda perlu dilakukan untuk mendapatkan gambaran lebih mendalam mengenai kinerja algoritma-algoritma yang digunakan.

Kata kunci: *Data Mining*; Konsumsi Alkohol Siswa, *Naive Bayes*, KNN, *Decision Tree*.

1. Pendahuluan

Data mining adalah proses mengekstraksi dan mengidentifikasi pengetahuan yang didapatkan dari sekumpulan data yang cukup besar. Salah satu teknik data mining adalah klasifikasi yang digunakan untuk memprediksi kelas pada suatu label tertentu. Model klasifikasi yang dibangun berdasarkan data latih dan menggunakan model tersebut untuk mengklasifikasikan data uji.

Data mining telah menjadi area penelitian yang esensial dikarenakan potensinya pada institusi pendidikan [1]. Adapun beberapa penelitian sebelumnya menggunakan data mining berfokus pada prestasi akademik siswa, misalnya kelulusan atau nilai akhir siswa namun mengetahui pola perilaku siswa juga bermanfaat untuk meningkatkan evaluasi prestasi akademik siswa [2] [3]. Pola perilaku siswa mencakup perilaku di dalam dan di luar lingkungan sekolah. Salah satunya perilaku konsumsi alkohol.

Konsumsi alkohol merupakan masalah kesehatan yang umum, terutama di kalangan generasi muda. Data yang didapat dari World Health Organization (WHO) menunjukkan tingkat peminum usia dini dan pola konsumsi alkohol meningkat 71% di 73 negara [4]. Kecanduan alkohol dapat dipengaruhi beberapa faktor seperti genetika, lingkungan sosial, dan kesehatan mental. Konsumsi alkohol pada usia muda (pelajar) memberikan efek jangka panjang pada otak dan kinerja akademik siswa. Secara khusus, siswa yang pernah mengkonsumsi alkohol

yang berlebihan cenderung mengalami kesulitan berkaitan dengan memori otak dan kemampuan untuk fokus. Efek yang paling berbahaya adalah dapat memicu penggunaan narkoba, seperti marijuana, kokain, atau heroin. Di sisi lain, ditemukan bahwa sekolah berperan besar dalam memprediksi perilaku konsumsi alkohol di kalangan siswa [5].

Penelitian tentang konsumsi alkohol pada siswa telah dilakukan dengan beberapa algoritma data mining di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Palaniappan [6], model klasifikasi yang dikembangkan dengan menggunakan algoritma AutoMLP mencapai akurasi lebih tinggi yakni 64,54% jika dibandingkan dengan Artificial Neural Networks (ANN) hanya 61,78%. Fabio *et al.*, menerapkan teknik klasifikasi dan *clustering* untuk prediksi konsumsi alkohol dengan membuat segmentasi data menggunakan K-Means dan teknik data mining seperti Decision Tree, SVM, Bayesian Network, dan KNN. Hasil penelitian menunjukkan SVM lebih efisien daripada model lainnya [7]. Hariharan *et al.*, secara khusus menyebutkan bahwa faktor banyaknya waktu luang setelah sekolah adalah faktor yang paling mempengaruhi seorang siswa menjadi pecandu alkohol. Model prediksi dibangun menggunakan algoritma *Random Forest* [8]. Tetapi belum ada penelitian yang melakukan komparasi kinerja algoritma Naive Bayes, K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree C5.0, dan SVM sehingga belum diketahui metode yang paling akurat dalam membangun model klasifikasi pada *dataset* konsumsi alkohol pada siswa.

Kinerja algoritma data mining juga dipengaruhi oleh atribut-atribut yang digunakan pada tahap klasifikasi. Semakin banyak atribut yang digunakan boleh jadi semakin menurunkan performa metode klasifikasi jika fitur yang dipilih memiliki kekuatan diskriminasi kelas yang buruk [9]. Oleh karena itu, pemilihan atribut-atribut yang paling relevan dan informatif adalah hal yang penting dalam meningkatkan informasi tentang proses, mengurangi biaya dan penyimpanan, serta meningkatkan performa algoritma klasifikasi yang digunakan [10]. Pada penelitian ini, 2 algoritma pemilihan fitur Filter-based yaitu Gain Ratio dan Fast Correlation Based Feature (FCBF) diimplementasikan.

Dalam penelitian ini dilakukan komparasi kinerja algoritma data mining untuk mengetahui metode dengan performa prediksi konsumsi alkohol pada siswa yang terbaik dan faktor-faktor yang mempengaruhi siswa kecanduan terhadap alkohol berdasarkan model data yang ada.

2. Landasan Teori

a. Decision Tree C5.0

Algoritma decision tree merupakan algoritma yang paling sering digunakan untuk klasifikasi. Decision tree adalah sebuah diagram alir yang terdiri atas 3 *node* yaitu *root node*, *internal node*, dan *leaf node*. Algoritma C5.0 merupakan pengembangan dari algoritma C4.5 di mana lebih unggul dalam kecepatan, memori, dan efisiensi. Selain itu, algoritma C5.0 mampu menangani berbagai macam tipe data (kontinu, kategorikal, dan *timesteps*) dan *missing values* [11].

Decision tree dibentuk menggunakan nilai *entropy* dan *information gain*. *Entropy* menyatakan *impurity* suatu kumpulan objek dengan n kelas ditunjukkan oleh persamaan 1 dan persamaan 2 [12].

$$Info(D) = \sum_{i=0}^n p_i \text{Log}(p_i) \quad (1)$$

$$Info_A(D) = \sum_{j=0}^v \frac{|D_j|}{|D|} \times Info(D) \quad (2)$$

Information gain digunakan untuk mengukur ketidakpastian dalam teori informasi ditunjukkan oleh persamaan 3.

$$Gain(A) = Info(D) - Info_A(D) \quad (3)$$

b. Naïve Bayes

Naïve Bayes adalah metode data mining yang sederhana dan mudah untuk diimplementasikan dibandingkan metode yang lain dalam konteks klasifikasi. Metode ini juga mampu mengolah data numeric dan teks. *Theorema Bayesian* dijelaskan seperti pada persamaan 4 [13].

$$P(H|E) = \frac{P(H) \prod_{i=1}^q P(E_i|H)}{P(E)} \quad (4)$$

$P(H|E)$ adalah probabilitas data dengan vector E pada kelas H . $P(H)$ = probabilitas awal kelas H . $\prod_{i=1}^q P(E_i|H)$ = probabilitas independen kelas H dari semua fitur dalam vektor E .

Tabel 1. Deskripsi data yang digunakan

Atribut	Deskripsi
Sex	Jenis kelamin siswa (angka biner: perempuan{0} atau laki-laki{1})
Age	Usia siswa (numerik: 15-22)
School	Asal sekolah (binary: Gabriel Pereira or Mounsinho)
Address	Daerah tempat tinggal siswa (kota atau desa)
PStatus	Status orang tua (hidup bersama atau terpisah)
Medu	Pendidikan ibu (numerik: 0 ke 4.a)
Fedu	Pendidikan ayah (numerik: 0 ke 4.a)
Mjob	Pekerjaan ibu (nominal b)
Fjob	Pekerjaan ayah (nominal b)
Guardian	Wali (nominal: ibu, ayah atau lainnya)
Famsize	Jumlah keluarga(biner: <=3 atau > 3)
Famrel	Kualitas hubungan keluarga (numerik: 1 sampai 5)
Reason	Alasan memilih sekolah (nominal: dekat dengan rumah, reputasi sekolah, preferensi kursus atau lainnya)
Traveltime	Waktu perjalanan pulang ke rumah (numerik: 1 sampai 5)
Studytime	Waktu belajar mingguan (numerik: 1 sampai 5)
Failures	Jumlah kelas sebelumnya yang tidak lulus (numerik: n jika 1 <=n<3, else 4)
Schoolsup	Dukungan pendidikan ekstra dari sekolah (ya atau tidak)
Famsup	Dukungan pendidikan ekstra dari keluarga (ya atau tidak)
activities	Aktivitas ekstra-kurikuler (ya atau tidak)
Paidclass	Kelas ekstra berbayar (ya atau tidak)
Internet	Akses Internet di rumah (ya atau tidak)
Nursery	Nursery school (ya atau tidak)
Higher	Keinginan melanjutkan studi ke jenjang lebih tinggi (ya atau tidak)
Romantic	Memiliki hubungan romantis (ya atau tidak)
Freetime	Waktu luang setelah (numerik: 1 sampai 5)
Goout	Bergaul dan pergi bermain dengan teman-teman (numerik: 1 sampai 5)
Walc	Konsumsi alkohol di akhir pekan (numerik: 1 sampai 5)
Dalc	Konsumsi alkohol di hari kerja(numerik: 1 sampai 5)
Health	Kondisi kesehatan (numerik: 1- sangat buruk sampai 5-sangat baik)
Absences	Jumlah ketidakhadiran disekolah (numerik: 0 sampai 93)
G1	Nilai periode pertama (numerik: 0 sampai 20)
G2	Nilai periode kedua (numerik: 0 sampai 20)
G3	Nilai periode ketiga(numerik: 0 sampai 20)

Tabel 2. Konversi nilai berdasarkan sistem erasmus (*erupe system*)

	Range Score	Conversion
I (Very good)	16-20	A
II (Good)	14-15	B
III (Satisfactory)	12-13	C
IV (Sufficient)	10-11	D
V (Fail)	0-9	E

c. K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)

KNN bekerja secara sederhana dimana menyimpan seluruh kasus yang ada dan mengklasifikasikan kasus-kasus baru berdasarkan kemiripan (fungsi jarak). Kasus baru diklasifikasikan berdasarkan jarak data baru ke beberapa data/tetangga terdekat. Menghitung jarak menggunakan fungsi *Euclidean Distance* [14].

$$Euclidean = \sqrt{\sum_{i=1}^k (y_{2i} - y_{1i})^2} \quad (5)$$

y_2 =data latih, y_1 =data uji, i = variable data, n = dimensi data

d. Support Vector Machine (SVM)

SVM merupakan salah satu algoritma *machine learning* yang paling populer dan efektif digunakan pada klasifikasi dan pengenalan citra. Prinsip kerja SVM adalah mencari ruang pemisah yang paling optimal dari suatu data dalam kelas yang berbeda. Performa SVM sangat dipengaruhi oleh fungsi kernel dan parameter yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan kernel RBF (*Radial Basis Function*) karena mempunyai performa yang baik dengan kesalahan pelatihan yang minimum [15].

3. Metode

a. Dataset

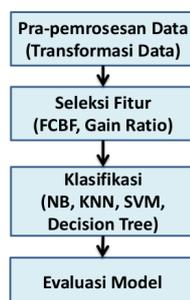
Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari UCI *Machine Learning* dengan 1024 data dan 33 atribut [16].

Tabel 1.

b. Metodologi

Pada penelitian ini, model prediksi konsumsi alkohol siswa dibangun dalam beberapa tahapan, yakni pra-proses data, seleksi fitur, membangun model klasifikasi, serta evaluasi model. Keseluruhan tahapan dilakukan menggunakan R Programming dan RStudio (IDE).

Metode yang diusulkan dalam studi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi yang diusulkan

Pra-pemrosesan data adalah tahapan yang membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan tahapan yang lainnya, dikarenakan data diolah agar dapat memenuhi kebutuhan dari inputan data pada setiap algoritma *data mining* yang diusulkan.

Tahapan pertama ialah *data-cleaning* yang dilakukan untuk memeriksa dan mengisi data yang hilang serta menangani data yang tidak konsisten. Setelah tahapan *data-cleaning* selesai dan diasumsikan bahwa atribut sudah dapat diakses sebagai kolom, transformasi data dilakukan, di antaranya atribut konsumsi alkohol di hari kerja (Dalc), konsumsi alkohol di akhir pekan (Walc), jumlah ketidakhadiran (Absence), dan nilai periode pertama sampai periode ketiga (G1-G3). Kemudian, target atribut (Alc) dirumuskan menggunakan persamaan (6) [6]. Selanjutnya, atribut "Absence" dimodifikasikan ke dalam nilai biner, di mana *absence* dirumuskan dengan persamaan (7) dan dengan mengasumsikan bahwa semakin tinggi jumlah ketidakhadiran maka semakin tinggi obsesi untuk meminum alkohol. Selain itu, atribut G1, G2, G3 diklasifikasikan ke dalam 5 level sesuai dengan sistem konversi nilai dari Erasmus sebagaimana dapat dilihat pada tabel 2. Selanjutnya, atribut numerik ditransformasikan menjadi kategorikal, di mana transformasi ini dilakukan secara otomatis dengan pemrograman R.

$$Alc = \frac{Dalc \times 5 + Walc \times 2}{7} \quad (6)$$

$$Absence = \begin{cases} 1, & absence \geq 10 \text{ hari} \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases} \quad (7)$$

Seleksi fitur terdiri dari dua tahap. Pertama, seleksi fitur yang digunakan untuk pelatihan dan pengujian. Kedua, penilaian kemampuan metode pemilihan fitur menggunakan pengklasifikasian yang berbeda. Metode berbasis filter kemudian didemonstrasikan di mana metode ini tidak memerlukan eksekusi ulang (*re-execution*) untuk algoritma penambahan data yang berbeda, serta memerlukan waktu yang lebih sedikit. Metode berbasis filter ini menerapkan beberapa pemeringkatan (*ranking*) atas atribut-atribut yang ada, yang artinya seberapa penting setiap fitur tersebut untuk proses klasifikasi.

Pada penelitian ini, dua algoritma berbasis *filter* diaplikasikan, yakni FCBF menggunakan pendekatan *multivariate* dan Gain Ratio menggunakan pendekatan *univariate*. Fitur-fitur diberi peringkat sesuai dengan relevansinya terhadap target variabel. Pada algoritma Gain Ratio, batas ambang (*threshold*) didefinisikan dengan memilih fitur-fitur terbaik dengan urutan 5,10,15,20, 25,30, dan 31 [17]. Kumpulan fitur tersebut kemudian digunakan sebagai data masukan (input) pada fase klasifikasi. Fase terakhir adalah klasifikasi dengan tujuan untuk memprediksi kelas dari target secara akurat untuk setiap kasus dalam data.

Tahapan klasifikasi terdiri dari dua langkah yakni membangun model dan menggunakan model yang sudah dibangun. Pada proses membangun model, kuantitas dari proses pengujian dan pelatihan diatur menggunakan *cross-validation*. Setelah itu, Naive Bayes, Decision Tree C5.0, KNN, dan SVM diaplikasikan dan dibandingkan pada sekumpulan data yang berisi fitur-fitur terpilih. Akan tetapi, parameter-parameter terkait tidak dirinci secara spesifik sebelumnya melainkan menjalankan langsung model yang ada di *library caret* yang tersedia pada R *Programming*.

Tabel 3. Hasil algoritma FCBF

Atribut	Information gain
<i>Sex</i>	0.03
<i>Goout</i>	0.018
<i>G1</i>	0.014
<i>Absences</i>	0.0076

Tabel 4. Hasil akurasi tertinggi dari masing-masing algoritma

Model	Akurasi
<i>Naive Bayes</i>	1
<i>KNN</i>	0.883
<i>C5.0</i>	0.876
<i>SVM</i>	0.893

Tabel 5. Akurasi dari model klasifikasi dengan gain ratio

Jumlah Atribut	Model	Akurasi
5	Naive Bayes	1
15	KNN	0.9126
30	C5.0	0.9047
31	SVM	0.893

Pada model KNN yang mana memiliki keunggulan pada kepraktisannya dan sederhana, nilai k yang optimum ditentukan menggunakan k -fold cross validation kemudian menggunakan nilai tersebut untuk membangun model prediksi. Metrik jarak yang digunakan pada algoritma ini adalah *Euclidean Distance*. Model SVM dibangun menggunakan kernel *Radial Basic Function* (RBF). Nilai parameter Cost (C) dan gamma (γ) dipilih dengan kombinasi terbaik dari kedua parameter tersebut di mana nilainya ditentukan menggunakan *cross validation*. Oleh karena itu, nilai dari C dan γ perlu dirinci dengan tepat, yakni $0 \leq C \leq 10000$ dan $0.01 \leq \gamma \leq 10$. Semakin besar rentang nilai pada Cost dan Gamma, semakin lama waktu komputasi yang diperlukan, namun memberikan rentang nilai yang terlalu kecil juga berakibat pada hasil yang tidak bisa diterima [18].

Setelah model klasifikasi prediktif selesai dibangun, dilakukan evaluasi kinerja dari model tersebut. Keakuratan dari model prediksi ini kemudian diestimasi menggunakan data uji. Dalam tahap ini estimasi tingkat akurasi model dilakukan dengan menggunakan metode *10-fold cross validation*. Metode ini membagi data ke dalam sepuluh partisi (*fold*) dari total data kemudian diambil satu *fold* untuk digunakan sebagai data uji dan kumpulan dari *fold* lainnya sebagai data latih, proses ini berlangsung selama sepuluh kali dan *fold* data uji yang digunakan berbeda setiap kalinya. Lalu rata-rata dari pengujian ini menjadi nilai akurasi dari model.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari tahapan *data cleaning* adalah tidak ditemukan data yang hilang, kosong, serta data yang tidak konsisten.

Kemudian hasil dari tahapan lainnya akan didiskusikan pada bagian sub bab berikut, yakni: hasil dari teknik seleksi fitur dan penerapan algoritma data mining.

a. Hasil Teknik Seleksi Fitur

Hasil seleksi fitur pada algoritma FCBF dengan menggunakan kumpulan fitur yang lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 mendeskripsikan atribut dengan skor *information gain* lebih tinggi memiliki pengaruh yang lebih kuat dalam pengklasifikasian data. Atribut jenis kelamin ternyata merupakan atribut yang sangat berpengaruh dalam menentukan apakah seorang siswa terindikasi menjadi peminum atau tidak. Hal ini diperkuat dari laporan tentang status global alkohol 2014 yang diterbitkan oleh WHO yang merepresentasikan bahwa peminum laki-laki lebih besar dari peminum perempuan. Perbedaan *information gain* dari atribut *Goout* dan *G1* ialah 0.004 yang berarti frekuensi bepergian (*going out*) dan nilai periode pertama (*G1*) tidak terlalu jauh berbeda. Selain itu, tingkat ketidakhadiran (*absence*) siswa yang semakin tinggi akan berakibat semakin besar pula peluang untuk siswa menjadi pecandu alkohol.

Selanjutnya, Gain Ratio di implementasikan untuk memberi peringkat pada fitur sesuai dengan relevansinya terhadap label. Hasil dari Gain Ratio diurutkan sesuai dengan tingkatan pengaruh terbesar dari atribut terhadap label, yakni; *sex*, *goout*, *studytime*, *absences*, *freetime*, *G1*, *G2*, *G3*, *higher*, *reason*, *school*, *address*, *Fjob*, *guardian*, *famsize*, *schoolsup*, *nursery*, *famsup*, *Mjob*, *Pstatus*, *paid*, *romantic*, *internet*, *activities*, *age*, *Medu*, *Fedu*, *traveltime*, *failures*, *famrel*, *health*. Dari hasil tersebut kemudian digunakan 5, 10, 15, 20, 25, 30 atribut tertinggi dalam proses klasifikasi.

Hasil Gain Ratio dengan menggunakan dua atribut pertama yang paling penting yakni *sex*, *goout*, memberikan hasil yang sama pada FCBF. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kelamin dan frekuensi bepergian memiliki pengaruh yang lebih besar untuk menentukan siswa tersebut peminum atau tidak daripada atribut yang lainnya. Namun berbeda dengan hasil Gain Ratio dan FCBF pada atribut *G1* di mana Gain Ratio memiliki pengaruh yang lebih besar pada siswa dibandingkan atribut *Studytime*.

Kemudian seluruh algoritma klasifikasi yang diimplementasikan pada sekumpulan fitur terpilih hasil dari algoritma pemilihan fitur dan kinerja algoritma dihitung pada data uji, hasilnya kemudian digunakan untuk menganalisis kemampuan dari masing-masing model.

b. Hasil Algoritma Klasifikasi

Hasil algoritma klasifikasi pada seluruh fitur (31 fitur) dapat dilihat pada tabel 4. Model NB mengungguli model lainnya dengan rata-rata akurasi 100% diikuti model SVM, sedangkan model yang dibangun menggunakan algoritma Decision Tree C5.0 menghasilkan akurasi terendah.

Hasil akurasi keempat *classifier* yang diimplementasikan pada fitur terpilih hasil algoritma FCBF menunjukkan algoritma C5.0, NB dan SVM mencapai akurasi tertinggi pada 89.23%, tetapi algoritma KNN mencapai akurasi 91.30%. KNN berhasil mengungguli model lainnya dengan 4 fitur terbaik hasil FCBF pada nilai $k=7$.

Performa algoritma C5.0, SVM, KNN, dan NB pada hasil fitur terpilih Gain Ratio sangat bervariasi. Akurasi tertinggi dari setiap model dapat dilihat pada tabel 5 pada setiap jumlah atribut yang digunakan. Algoritma C5.0 menghasilkan akurasi tertinggi (90.47%) ketika menggunakan top-30 fitur. Algoritma SVM mempertahankan hasil akurasi yang sama dengan hasil saat menggunakan fitur-fitur hasil FCBF yakni 89.32% dengan nilai parameter $C = 1$ dan $\gamma = 1$. SVM juga memberikan hasil yang konsisten ketika menggunakan fitur top-5. Pada model KNN, akurasi meningkat setelah menggunakan fitur top-15. Di sisi lain, model NB berhasil mencapai akurasi 100% pada saat menggunakan top-5 fitur, yang berarti model NB mengungguli model lainnya hanya dengan menggunakan 5 fitur.

Beberapa penelitian terdahulu menggunakan dataset yang sama menunjukkan hasil yang berbeda dengan penelitian ini dikarenakan penelitian ini menggunakan pra-pemrosesan data dan algoritma seleksi fitur yang berbeda.

Eksperimen oleh Fabio Mat dan M. Amran [19] menggunakan Decision Tree di KNIME Tool memberikan akurasi 92%. Selain itu, atribut siswa laki-laki dan frekuensi bepergian merupakan 2 atribut yang paling berpengaruh dalam memprediksi siswa yang kecanduan terhadap alkohol. Hasil ini serupa dengan hasil yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan penulis. Improvisasi dilakukan di mana metode yang diajukan menggunakan kombinasi antara algoritma K-Means Clustering dan Decision Tree, Bayesian Network, KNN, serta SVM. Algoritma SVM mengungguli performa algoritma yang lain dengan *precision* dan *recall* yang sama yaitu 98%. Pada penelitian ini tidak diimplementasikan metode pemilihan atribut. Kinerja algoritma AutoMLP dan standar MLP dibandingkan dan model klasifikasi yang dibangun menggunakan AutoMLP mencapai akurasi yang lebih baik dengan 64.54%. Eksperimen dilakukan pada RapidMiner Tool dan tidak menggunakan metode pemilihan fitur [6].

Performa Naïve Bayes juga mengungguli algoritma KNN, J48, ANN, dan ZeroR pada *dataset* diabetes [20]. Algoritma Naïve Bayes juga mencapai nilai akurasi, presisi, dan *recall* terbaik dibandingkan Decision Tree dan k-Nearest neighbor untuk mencari *design alternative* pada alat simulasi energi [21]. Penelitian lainnya pada referensi [22] – [24] juga menunjukkan hasil yang sama ketika performa Naïve Bayes dan Decision Tree dibandingkan.

Naïve Bayes menghasilkan performa yang baik dikarenakan kemampuan algoritma tidak hanya menangani atribut-atribut yang saling memiliki keterkaitan atau tidak memiliki keterkaitan apapun saat mengolah data dari domain yang bervariasi. Saat diimplementasikan pada kasus klasifikasi, kombinasi dari keseluruhan relasi atribut-atribut dalam kelas tertentu akan mempengaruhi bahkan menghilangkan relasi antar dua atribut dan tidak akan mempengaruhi klasifikasi. Distribusi keseluruhan relasi atribut-atribut pada kelas tertentu yang mempengaruhi klasifikasi Naïve Bayes tidak hanya relasi atau ketergantungan antar dua atribut yang berbeda [25]-[26].

Dalam penelitian ini, sama halnya dengan penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa model klasifikasi yang dibangun menggunakan algoritma Naïve Bayes (NB) adalah model yang terbaik dibandingkan dengan model lainnya walaupun menggunakan teknik seleksi fitur yang berbeda.

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini, beberapa teknik klasifikasi diterapkan pada data konsumsi alkohol siswa. Variasi algoritma klasifikasi yang diterapkan adalah Naïve Bayes, Decision Tree C5.0, KNN, dan SVM. Penentuan fitur-fitur relevan dan penting dicapai dengan algoritma Gain Ratio dan FCBF. Pemilihan fitur ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap konsumsi alkohol pada siswa. Model klasifikasi yang paling efisien dikelola dengan membandingkan rata-rata akurasi menggunakan *10-fold cross validation*. Secara umum, kinerja *classifier* menggunakan pemilihan fitur lebih baik daripada menggunakan seluruh fitur. Namun, Naïve Bayes dengan 5 fitur terbaik hasil Gain Ratio menghasilkan kinerja terbaik dengan akurasi 100%. Sementara, Decision Tree C5.0 dengan fitur lengkap menghasilkan akurasi model prediksi terendah di antara model lainnya. Namun, untuk memberikan lebih banyak wawasan atau gambaran terhadap kinerja algoritma klasifikasi yang digunakan, pengujian lebih lanjut pada *dataset* yang sama maupun menggunakan *dataset* yang berbeda perlu dilakukan.

6. Daftar Pustaka

- [1] R. Sumitha, E. S. Vinothkumar, and P. Scholar, "Prediction of Students Outcome Using Data Mining Techniques," *Int. J. Sci. Eng. Appl. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 132–139, 2016.
- [2] P. Kaur, M. Singh, and G. S. Josan, "Classification and Prediction Based Data Mining Algorithms to Predict Slow Learners in Education Sector," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 57, pp. 500–508, 2015.
- [3] R. Campagni, D. Merlini, R. Sprugnoli, and M. C. Verri, "Data Mining Models for Student Careers," *Expert Sys. App.*, vol. 42, no.13, pp. 5508–5521, 2015.
- [4] W. H. Organisation, "Global status report on alcohol and health," *World Heal. Organ.*, pp. 1–100, 2014.
- [5] S. Kairouz and E. M. Adlaf, "Schools, Students and Heavy Drinking: a Multilevel Analysis," *Addict. Res. Theory*, vol. 11, no. 6, pp. 427–439, 2003.
- [6] S. Palaniappan, N. A. Hameed, A. Mustapha, and N. A. Samsudin, "Classification of Alcohol Consumption among Secondary School Students," vol. 1, no. 4, pp. 224–226, 2017.
- [7] M.-P. Fabio, D. la Hoz-Manotas Alexis, M.-O. Roberto, M.-P. Ubaldo, D.-M. Jorge, and C.-N. Harold, "Designing A Method for Alcohol Consumption Prediction Based on Clustering and Support Vector Machines," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 14, no. 4, pp. 146–154, 2017.
- [8] B. Hariharan, R. Krithivasan, and A. Deborah, "Prediction of Secondary School Students' Alcohol Addiction using Random Forest," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 149, no. 6, pp. 975–8887, 2016.
- [9] Syaiful and Harianto, "Pemilihan Fitur untuk Monitoring dan Klasifikasi Kondisi Pahat," vol. 37, no. 1, pp. 32–40, 2016.

- [10] M. M. Abdul Jalil, F. Mohd, and N. M. Mohamad Noor, "A Comparative Study to Evaluate Filtering Methods for Crime Data Feature Selection," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 116, pp. 113–120, 2017.
- [11] R. Revathy and R. Lawrance, "Comparative Analysis of C4.5 and C5.0 Algorithms on Crop Pest Data," *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 50–58, 2017.
- [12] J. Han, M. Kamber, and J. Pei, *Data Mining Concepts and Technique*. 2011.
- [13] O. Ardhapure, G. Patil, D. Udani, and K. Jetha, "Comparative Study of Classification Algorithm for Text Based Categorization," *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 217–220, 2016.
- [14] Y. Kustiyahningsih, D. R. Anamisa, and N. Syafa'ah, "Sistem Pendukung Keputusan untuk Menentukan Jurusan pada Siswa SMA Menggunakan Metode KNN dan SMART," Skripsi, Universitas Trunojoyo, Madura, 2013.
- [15] A. M. Puspitasari, D. E. Ratnawati, and A. W. Widodo, "Klasifikasi Penyakit Gigi Dan Mulut Menggunakan Metode Support Vector Machine," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 802–810, 2018.
- [16] D. Dheeru and E. K. Taniskidou, "UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science, 2017.
- [17] N. Sagala and J. Wang, "A Comparative Study for Classification on Different Domain," *10th Intl. Conf. on Mach. Learn. and Comp.*, pp. 1–5, 2018.
- [18] S. W. Lin, K. C. Ying, S. C. Chen, and Z. J. Lee, "Particle Swarm Optimization for Parameter Determination and Feature Selection of Support Vector Machines," *Exp. Syst. Appl.*, vol. 35, no. 4, pp. 1817–1824, 2008.
- [19] F. Pagnotta and M. A. Hossain, "Using Data Mining to Predict Secondary School Student Alcohol Consumption," *Dep. Comput. Sci. Univ. Camerino.*, pp. 1–9, 2016.
- [20] A. S. Rani and S. Jyothi, "Performance Analysis of Classification Algorithms under Different Datasets," 3rd Intl. Conf. on Comp. for Sustainable Global Dev. (INDIACom), pp. 1584–1589, 2016.
- [21] A. Ashari, I. Paryudi, and A. M. Tjoa, "Performance Comparison between Naïve bayes, Decision Tree and k-Nearest neighbor in Searching Alternative Design in an Energy Simulation Tool," *Intl. J. of Adv. Comp. Science and App.*, vol. 4, pp. 33–39, 2013.
- [22] R. M. Rahman and F. Afroz, "Comparison of Various Classification Techniques using Different Data Mining Tools for Diabetes Diagnosis," *J. Softw. Eng. Appl.*, vol. 6, no. 1, pp. 85–97, 2013.
- [23] L. Dan, L. Lihua, Z. Zhaoxin, "Research of Text Categorization on WEKA," *3rd Intl. Conf. on Intelligent Sys. Design and Engi. App.*, 2013.
- [24] J. Huang, J. Lu, C. X. Ling, "Comparing Naive Bayes, Decision Trees, and SVM with AUC and Accuracy," *3rd IEEE Int. Conf. on Data Mining*, 2003.
- [25] E. Frank, L. Trigg, G. Holmes, and I. H. Witten, "Technical note: Naive Bayes for Regression," *Mach. Learn.*, vol. 41, no. 1, pp. 5–25, 2000.
- [26] H. Zhang, "The Optimality of Naive Bayes," *Florida Artif. Intell. Res. Soc. Conf.*, no. 2, pp. 1–6, 2004.

Perancangan Sistem Penunjang Keputusan untuk Menentukan Jabatan Pengurus Organisasi Menggunakan Kombinasi Algoritma Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) dan Forward Chaining

Mardhiya Hayaty*, Restu Fajri Irawan

Program Studi Informatika

Universitas AMIKOM Yogyakarta

Yogyakarta

*mardhiya_hayati@amikom.ac.id

Abstrak-Kebutuhan informasi pada era sekarang sangat tinggi, sehingga diperlukan pemrosesan data yang cepat, akurat, dan tepat. Informasi yang dihasilkan harus berkualitas sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Algoritma *Simple Multi Attribute Rating Technique* (SMART) adalah algoritma yang digunakan untuk pengambilan keputusan dengan menggunakan multikriteria, setiap kriteria memiliki nilai dan diberikan kepada setiap alternatif sehingga menghasilkan jumlah peringkat pembobotan untuk mendapatkan alternatif terbaik. Penggunaan algoritma SMART tidak dapat menentukan hasil secara spesifik seperti rekomendasi posisi jabatan sebuah organisasi, tetapi hanya berdasarkan peringkat tertinggi sebagai dasar seleksi calon pengurus, untuk mengatasi hal tersebut penelitian dikombinasikan dengan algoritma *Forward Chaining*. Proses algoritma *Forward Chaining* mensinkronkan fakta-fakta yang ada dengan *rule* yang telah ditetapkan dengan cara penelusuran secara runtut maju melalui penalaran logika IF-THEN, sehingga implementasi algoritma *Forward Chaining* dapat merekomendasikan posisi jabatan calon pengurus pada sebuah organisasi. Penelitian ini telah menghasilkan 25 orang kandidat pengurus organisasi dengan nilai terbaik dan sekaligus merekomendasikan posisi jabatan sekretaris sebanyak 3 orang, 2 orang bendahara, 4 orang jabatan aspirasi, bagian humas 4 orang, LITBANG berjumlah 5 orang, keorganisasian sebanyak 5 orang, 1 orang jabatan LITBANG atau jabatan aspirasi serta jabatan bendahara atau sekretaris sebanyak 1 orang

Kata kunci: *Simple Multi Attribute Rating Technique*, SMART, *Forward Chaining*, Sistem Penunjang Keputusan.

1. Pendahuluan

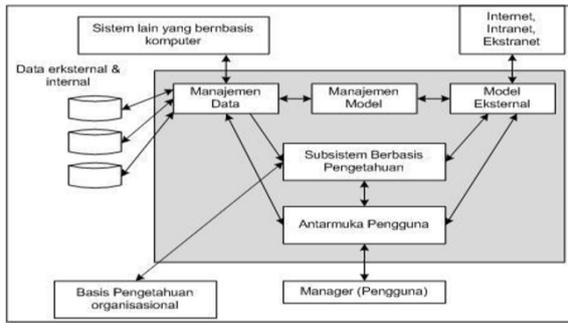
Pada era sekarang, kebutuhan informasi sangat tinggi sehingga pemrosesan data dituntut cepat dan informasi yang diperoleh harus akurat, informasi yang diperoleh dipergunakan sebagai pendukung pengambilan keputusan. Pengambilan keputusan sering terjadi kesalahan apabila tidak didukung informasi yang akurat[1]

Simple Multy Attribute Rating Technique (SMART), SMART adalah suatu metode pendukung keputusan menggunakan multi kriteria, setiap alternatif memiliki beberapa jumlah kriteria dan setiap kriteria memiliki nilai atau bobot peringkat, pembobotan digunakan pada setiap alternatif untuk memperoleh alternatif terbaik[2].

Penelitian sebelumnya, metode SMART telah digunakan untuk perhitungan kuantitatif dalam model pengambilan keputusan[3],[4]. Penelitian ini menghasilkan seleksi pemain-pemain terbaik pada sebuah turnamen tetapi tidak dapat menentukan posisi pemain[4]. Penelitian yang telah dilakukan penggunaan metode SMART hanya

dapat menentukan pendukung keputusan secara umum (hanya kandidat jumlah anggota) dan tidak spesifik seperti menentukan posisi, jabatan dan indikator-indikator spesifik lainnya. Oleh karena itu metode SMART akan dikombinasikan dengan metode Forward Chaining.

Forward Chaining merupakan suatu metode pencarian yang dimulai dari informasi-informasi yang ada dengan pengabungan rule, metode ini juga dinamakan dengan metode pelacakan maju karena proses pencarian informasi-informasi dilakukan di awal kemudian mendapatkan penyelesaiannya (penalaran dari masalah kemudian solusi) [5]. Penelitian sebelumnya dari metode ini digunakan sebagai metode yang membantu pengambil keputusan dari hasil perhitungan data bahan untuk laboratorium, metode pada penelitian ini memiliki kelemahan yaitu data-data yang dimasukkan kurang probalistik sehingga butuh dikombinasikan dengan metode yang lain untuk menutup kelemahannya, akan tetapi untuk pemilihan prioritasnya mana *supplier* yang penting metode ini sangat berjalan dengan baik [6].



Gambar 1. Arsitektur decisions support system

Penelitian lain dengan tingkat akurasi yang didapatkan sebesar 82% sudah akurat, dan metode Forward Chaining dipilih karena sudah sering dipakai diberbagai penelitian[7]. Kemudian penelitian yang lainnya, metode Forward Chaining ini digunakan untuk menghitung dan memberikan hasil kesimpulan dari *input* yang diberikan, dan kesimpulan yang dihasilkan kemudian akan diproses oleh alat dan dalam alat tersebut, metode ini bisa berjalan dengan sangat baik dalam memberikan kesimpulan dan pengendali[8]. Penelitian yang telah dilakukan di mana metode ini belum bisa memasukkan data-data probalistik yang membuat datanya tidak dapat secara fleksibel berubah sehingga metode ini harus digabungkan dengan metode yang lainnya.

Metode untuk menentukan calon kandidat pada kepengurusan sebuah organisasi selama ini masih bersifat manual, tidak adanya parameter yang jelas untuk mengukur kompetensi seseorang sehingga unsur subjektivitas masih sangat besar, selain itu penggunaan metode yang ada belum mampu menjawab kebutuhan akan pentingnya penentuan orang yang tepat untuk dipekerjakan di posisi jabatan yang tepat (*the right man on the right place*), rotasi jabatan kepengurusan organisasi setiap periode tertentu menjadikan struktur organisasi bergerak dinamis, sehingga perlu dirancang sebuah sistem pendukung keputusan untuk mengakomodasi kebutuhan tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan sistem penunjang keputusan untuk kepengurusan organisasi dengan menggunakan kombinasi metode SMART dan Forward Chaining agar informasi yang dihasilkan dapat mendukung sebuah keputusan yang tepat, proses diawali dengan seleksi rating menggunakan algoritma SMART, kemudian hasil dari rating seleksi menjadi parameter input algoritma Forward Chaining sesuai dengan rule yang telah ditetapkan.

2. Metode

a. Sistem Penunjang Keputusan

Sistem Penunjang Keputusan (SPK) ialah sekumpulan elemen-elemen dimana tiap elemen saling berhubungan satu sama lainnya untuk memproses sebuah inputan dan penilaian yang menghasilkan sebuah keluaran berupa informasi yang digunakan untuk membuat keputusan[9], [10], SPK memiliki fungsinya membantu dalam pengambilan keputusan bukan sistem yang mutlak untuk menentukan sebuah keputusan baik di dalam keadaan terstruktur atau semi terstruktur[10]. Terdapat

beberapa komponen yang dimiliki oleh DSS. Antara lain: Subsistem Manajemen Data, Subsistem Manajemen Model, Subsistem Antarmuka Pengguna dan Subsistem Manajemen Berbasis Pengetahuan yang ditunjukkan pada gambar 1.

b. Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART)

SMART adalah metode yang digunakan pengambilan keputusan yang secara keseluruhan dapat menghitung beberapa hal yang memiliki sifat kualitatif dan kuantitatif. Cara yang digunakan dalam penilaian metode ini adalah berupa pembobotan, di mana metode ini melihat beberapa parameter yang digunakan untuk penentuan keputusan, dan pada pemberian bobot, dan *range* nilai yang diberikan berbeda-beda sesuai seberapa penting dari parameter[11]. Alur perhitungan dari metode ini, sebagai berikut:

1. Menentukan kriteria yang dibutuhkan.
2. Menentukan nilai bobot dari setiap kriteria yang sebelumnya telah ditentukan sesuai nilai prioritas kriteria dengan menggunakan interval 1-100.
3. Menghitung nilai normalisasi dari hasil perbandingan nilai bobot setiap kriteria dengan jumlah nilai bobot kriteria, menggunakan rumus (1).

$$\text{Normalisasi} = W_j / \sum W_j \quad (1)$$

Keterangan :

W_j = Bobot setiap kriteria

$\sum W_j$ = Total bobot setiap kriteria

4. Memberikan nilai untuk setiap kriteria pada setiap alternatif.
5. Menentukan nilai utiliti dengan mengubah nilai pada setiap kriteria, menjadi nilai kriteria yang lebih baku, untuk nilai utiliti didapatkan dari rumus (2).

$$u_i(a_j) = 100 (C_{out} - C_{min} / C_{max} - C_{min})\% \quad (2)$$

Keterangan:

$u_i(a_j)$ = Nilai utiliti kriteria ke-1 untuk kriteria ke-i

C_{out} = Nilai kriteria ke-i

C_{min} = Nilai kriteria minimal

C_{max} = Nilai kriteria maksimal

6. Menentukan nilai akhir dari metode ini yaitu dengan cara mengalikan nilai utiliti yang didapatkan dengan nilai bobot yang telah dinormalisasikan, kemudian hasil perkalian tersebut dijumlahkan. Rumus (3) digunakan untuk mencari nilai akhir.

$$u(a_j) = \sum_{j=1}^m W_j \cdot u_i(a_j) \quad (3)$$

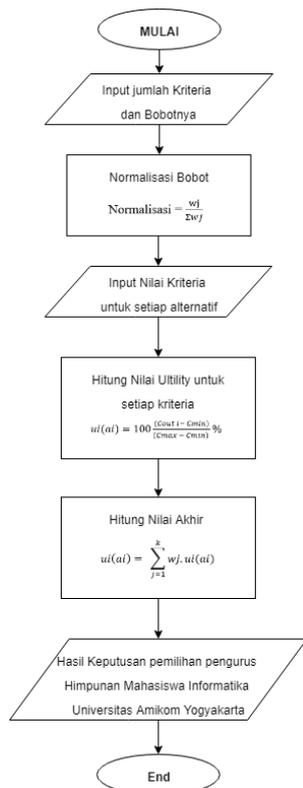
Keterangan :

$u(a_j)$ = Nilai total alternatif

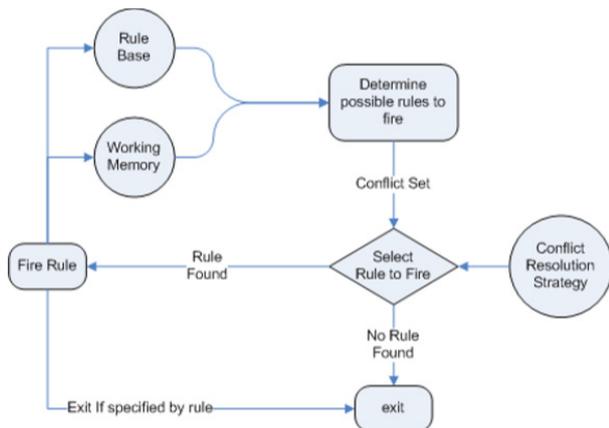
W_j = Hasil dari normalisasi bobot kriteria

$u_i(a_j)$ = hasil dari penentuan nilai utiliti[12]

Diagram alur perhitungan menggunakan algoritma SMART ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Proses SMART (simple multi attribute rating technique)



Gambar 3. Proses forward chaining (Sharma, Tiwari, & Kelkar, 2012)

Tabel 1. Kriteria dan bobot

Id_ Kriteria	Kriteria	Bobot (%)	Normalisasi
K001	Kepedulian	20	0.2
K002	Kritis	15	0.15
K003	Profesional	20	0.2
K004	Loyalitas	25	0.25
K005	Mental Kekeluargaan	20	0.2

Tabel 2. Nilai input kriteria

Nama	K001	K002	K003	K004	K005
C1	80	100	100	80	100
C2	100	100	100	100	80
C3	80	80	100	80	80
C4	80	80	100	80	80
C5	100	80	100	100	80
C6	40	40	40	40	40
C7	80	80	80	80	80
C8	100	80	100	80	100
C9	100	80	80	80	80
C10	60	80	60	60	80
C11	60	60	60	60	60
C12	80	80	100	100	80
C13	80	80	80	80	80
C14	100	80	80	80	100
C15	100	100	100	100	80
C16	80	80	100	100	100
C17	100	100	80	80	80
C18	80	80	80	80	80
C19	80	80	80	80	80
C20	100	80	100	100	100
C21	80	80	80	80	80
C22	80	80	80	80	80
C23	80	80	60	80	80
C24	100	100	100	100	80
C25	100	80	80	100	80
C26	80	80	100	80	80
C27	80	80	80	80	80
C28	80	80	80	80	80
C29	80	80	80	80	80
C30	80	80	80	80	80
C31	80	80	80	80	80
C32	80	80	100	100	80

c. Forward Chaining

Forward chaining adalah suatu metode yang sering digunakan untuk sistem pakar (*expert system*) diagnosis suatu penyakit, di mana metode ini adalah satu metode yang membuktikan hasil diagnosis dari proses-proses pencarian fakta-fakta yang diinputkan yang ditelusuri secara runtut dari satu fakta ke fakta yang lainnya sampai hasilnya didapatkan secara cepat dan tepat sesuai fakta-fakta yang ada[7], [13]. Metode ini pun sering disebut juga dengan metode runtut maju karena metode ini melacak dengan dimulai dari depan dimulai dari fakta-fakta yang ada dengan penggabungan rule-rule untuk menghasilkan suatu kesimpulan atau hasil diagnosisnya, metode ini diawali dengan proses *input* beberapa fakta, yang kemudian dari beberapa fakta yang diinputkan tersebut akan dikenai beberapa aturan, dan kemudian dari aturan-aturan yang diberikan menghasilkan suatu kesimpulan atau hasil. Metode ini juga memulai pencarian atau penalaran fakta-fakta yang ada dari sebelah kiri (IF THEN)[14]. Di mana

mesin pencari menggunakan metode ini dengan mencari aturan-aturan inferensi sampai bisa menemukan dari salah satu hipotesis (klausa IF-THEN) yang benar, kemudian setelah aturan ditemukan maka mesin melanjutkan untuk proses pengambilan keputusan untuk mendapatkan sebuah kesimpulan (THEN), serta menghasilkan tambahan informasi baru dari data yang disediakan. Mesin akan terus mengulang sampai tujuan ditemukan[15] yang ditunjukkan pada gambar 3.

d. Pengumpulan Data

Studi kasus dari penelitian ini yaitu penyeleksian dari kader untuk menjadi calon pengurus Himpunan Mahasiswa Informatika Universitas Amikom Yogyakarta.

Data yang digunakan pada penelitian ini dikumpulkan secara langsung dari sumbernya (data primer) yaitu kriteria-kriteria yang diperlukan dan penentuan nilai bobot dari setiap kriteria yang digunakan dalam penilaian. Penentuan jumlah kriteria, kriteria, nilai bobot dari masing-masing kriteria, bagian-bagian dari organisasinya, pernyataan-pernyataan yang akan dipakai ditentukan oleh pihak organisasi itu sendiri.

e. Perancangan Sistem

Rancangan dari sistem yang dibuat akan berbasis *website*, diagram konteks, dan diagram alir data akan digunakan untuk membantu dalam perancangan sistem.

3. Hasil

a. Implementasi algoritma Simple Multi Attribute Rating Technique

Terdapat 5 kriteria beserta nilai bobot untuk setiap kriteria yang dihasilkan. Data dari kriteria, nilai bobot serta perhitungan normalisasi terdapat pada tabel 1. Setiap kriteria yang telah dilakukan *input* nilai kriteria untuk 31 calon alternatif ditunjukkan pada tabel 2. Perhitungan nilai *utility* dilakukan untuk masing-masing calon alternatif, yang ditunjukkan pada tabel 3. Setelah perhitungan nilai *utility*, dilakukan perhitungan akhir untuk menentukan beberapa alternatif pengurus organisasi. Tabel hasil perhitungan ditunjukkan pada tabel 4. *Range* nilai untuk rekomendasi keputusan dari organisasi tersebut yang ditunjukkan pada tabel 5. Data hasil keputusan pada tabel 4 pihak organisasi merekomendasikan 25 orang nilai tertinggi yang akan diproses dengan metode forward chaining untuk merekomendasikan jabatan masing-masing sesuai dengan pernyataan yang mereka pilih dan datanya yang ditunjukkan pada tabel 6.

b. Implementasi algoritma Forward Chaining

Fakta-fakta dihimpun dari sejumlah pernyataan untuk implementasi *forward chaining* terdapat pada tabel 7.

c. Mesin Interferensi

Analisis data yang dilakukan adalah pengklasifikasian beberapa pernyataan, kemudian digolongkan berdasarkan jenis divisi tertentu yang ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 3. Nilai utility

Nama	K001	K002	K003	K004	K005
C1	0.75	1	1	0.75	1
C2	1	1	1	1	0.75
C3	0.75	0.75	1	0.75	0.75
C4	0.75	0.75	1	0.75	0.75
C5	1	0.75	1	1	0.75
C6	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
C7	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C8	1	0.75	1	0.75	1
C9	1	0.75	0.75	0.75	0.75
C10	0.5	0.75	0.5	0.5	0.75
C11	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
C12	0.75	0.75	1	1	0.75
C13	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C14	1	0.75	0.75	0.75	1
C15	1	1	1	1	0.75
C16	0.75	0.75	1	1	1
C17	1	1	0.75	0.75	0.75
C18	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C19	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C20	1	0.75	1	1	1
C21	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C22	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C23	0.75	0.75	0.5	0.75	0.75
C24	1	1	1	1	0.75
C25	1	0.75	0.75	1	0.75
C26	0.75	0.75	1	0.75	0.75
C27	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C28	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C29	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C30	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C31	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C32	0.75	0.75	1	1	0.75

Tabel 4. Hasil keputusan

Nama	K001	K002	K003	K004	K005	Total	Hasil Keputusan
C20	0.2	0.11	0.2	0.25	0.2	0.96	Sangat Layak
C2	0.2	0.15	0.2	0.25	0.15	0.95	Sangat Layak
C15	0.2	0.15	0.2	0.25	0.15	0.95	Sangat Layak
C24	0.2	0.15	0.2	0.25	0.15	0.95	Sangat Layak
C5	0.2	0.11	0.2	0.25	0.15	0.91	Sangat Layak
C16	0.15	0.11	0.2	0.25	0.2	0.91	Sangat Layak
C8	0.2	0.11	0.2	0.19	0.2	0.9	Sangat Layak
C1	0.15	0.15	0.2	0.19	0.2	0.89	Sangat Layak
C12	0.15	0.11	0.2	0.25	0.15	0.86	Sangat Layak
C25	0.2	0.11	0.15	0.25	0.15	0.86	Sangat Layak
C32	0.15	0.11	0.2	0.25	0.15	0.86	Sangat Layak
C14	0.2	0.11	0.15	0.19	0.2	0.85	Sangat Layak
C17	0.2	0.15	0.15	0.19	0.15	0.84	Sangat Layak
C3	0.15	0.11	0.2	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C4	0.15	0.11	0.2	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C9	0.2	0.11	0.15	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C26	0.15	0.11	0.2	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C7	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C13	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C18	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C19	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C21	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C22	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C27	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C28	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C29	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C30	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C31	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C23	0.15	0.11	0.1	0.19	0.15	0.7	Layak
C10	0.1	0.11	0.1	0.13	0.15	0.59	Layak
C11	0.1	0.08	0.1	0.13	0.1	0.5	Dipertimbangkan
C6	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	0.25	Tidak Layak

Tabel 5. Range nilai keputusan

Predikat	Keterangan
Sangat layak	≥ 0.8
Layak	≥ 0.55
Dipertimbangkan	≥ 0.35
Tidak Layak	≥ 0

Tabel 6. Data input untuk proses Forward Chaining

Nama	K001	K002	K003	K004	K005	Total	Hasil Keputusan
C20	0.2	0.11	0.2	0.25	0.2	0.96	Sangat Layak
C2	0.2	0.15	0.2	0.25	0.15	0.95	Sangat Layak
C15	0.2	0.15	0.2	0.25	0.15	0.95	Sangat Layak
C24	0.2	0.15	0.2	0.25	0.15	0.95	Sangat Layak
C5	0.2	0.11	0.2	0.25	0.15	0.91	Sangat Layak
C16	0.15	0.11	0.2	0.25	0.2	0.91	Sangat Layak
C8	0.2	0.11	0.2	0.19	0.2	0.9	Sangat Layak
C1	0.15	0.15	0.2	0.19	0.2	0.89	Sangat Layak
C12	0.15	0.11	0.2	0.25	0.15	0.86	Sangat Layak
C25	0.2	0.11	0.15	0.25	0.15	0.86	Sangat Layak
C32	0.15	0.11	0.2	0.25	0.15	0.86	Sangat Layak
C14	0.2	0.11	0.15	0.19	0.2	0.85	Sangat Layak
C17	0.2	0.15	0.15	0.19	0.15	0.84	Sangat Layak
C3	0.15	0.11	0.2	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C4	0.15	0.11	0.2	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C9	0.2	0.11	0.15	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C26	0.15	0.11	0.2	0.19	0.15	0.8	Sangat Layak
C7	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C13	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C18	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C19	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C21	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C22	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C27	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak
C28	0.15	0.11	0.15	0.19	0.15	0.75	Layak

Tabel 7. Tabel pernyataan

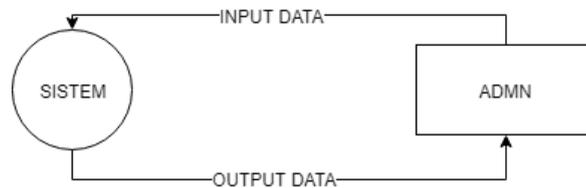
ID	Pernyataan
P001	Biasa mengelola dan mengerti semua administrasi yang berlaku secara baik.
P002	Mengerti dan pintar dalam mengelola di bidang surat menyurat
P003	Dapat mengatur agenda atau jadwal dari setiap kegiatan yang telah dibuat
P004	Memiliki kemampuan koordinasi yang baik dalam menentukan dan membuat kebijakan
P005	Bisa bekerja dalam tim dan memiliki kemampuan koordinasi yang baik
P006	Bisa bekerja dalam tekanan
P007	Baik dalam pengelolaan administrasi keuangan
P008	Memiliki kemampuan mengatur pola keuangan yang baik
P009	Trasparan terhadap semua bentuk transaksi untuk semua transaksi yang dilakukan
P010	Amanah untuk mengembang pengatur keuangan
P011	Bisa mengambil keputusan yang cepat dan tepat terkait keuangan yang akan dipakai.
P012	Mengikuti perkembangan teknologi setiap saat
P013	Tertarik dan mengikuti perkembangan di dunia penelitian
P014	Tertarik pada hal yang baru untuk menguliknya
P015	Bisa berfikir yang <i>out of the box</i>
P016	Suka dalam membuat penelitian terhadap apa yang ada di sekitar
P017	Suka dalam berbagi ilmu pengetahuan kepada orang lain
P018	Suka berhubungan dengan orang baru
P019	Bisa menjalin relasi yang baik dengan partner atau orang lain
P020	Bisa menjadi penghubung yang baik organisasi dengan personal dan institusi baik didalam atau diluar kampus.
P021	Aktif dalam penyerbaran informasi yang informatif
P022	Aktif dalam media sosial
P023	Bisa peka terhadap fenomena yang ada di sekitar dalam bentuk apapun
P024	Bisa berfikir kritis atas fenomena yang terjadi
P025	Bisa mengawal isu-isu yang ada yang ada di lingkungan sekitar sampai mendapatkan kejelasan
P026	Bisa melihat masalah dan fenomena yang terjadi dari segala aspek dan sudut
P027	Bisa mendengarkan keluh kesah dari sekitar kita terkait apa yang terjadi
P028	Bisa memperjuangkan hak-hak yang harusnya didapatkan
P029	Mempunyai manajemen manusia yang sangat baik
P030	Mengerti dengan baik terkait keadaan yang ada pada internal organisasi
P031	Bisa menjadi wadah curhatan semua orang yang berada pada internal organisasi
P032	Bisa memahami keadaan semua staff diinternal organisasi dengan
P033	Memiliki pendekatan yang baik kepada setiap staff yang ada pada internal

Tabel 8. Aturan pernyataan

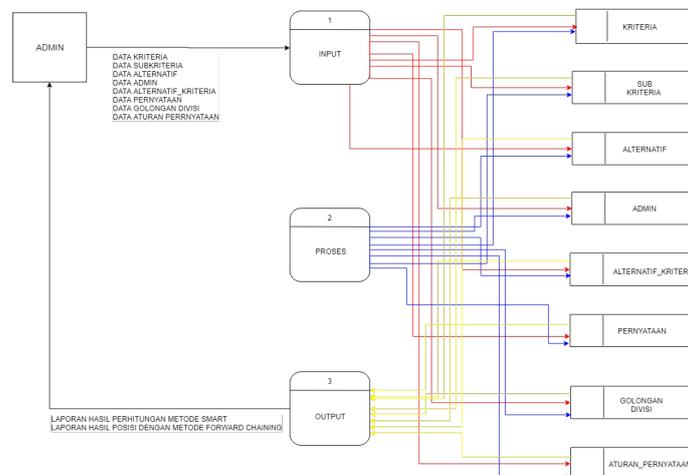
ID	Divisi	ID_Aturan
D001	Sekretaris	P001, P002, P003, P004, P005, P006
D002	Bendahara	P007, P008, P009, P010, P011, P005, P006
D003	Humas	P018, P019, P020, P021, P022, P005, P006
D004	Penelitian Dan Pengembangan	P012, P013, P014, P015, P016, P017, P005, P006
D005	Keorganisasian	P029, P030, P031, P032, P033, P005, P006
D006	Aspirasi	P023, P024, P025, P026, P027, P028, P005, P006

Tabel 9. Hasil pencarian

Nama	P1	P2	P3	P4	P5	Kode Posisi	Nama Posisi
C20	P001	P002	P003	P004	P005	D001	Sekretaris
C2	P007	P008	P009	P010	P011	D002	Bendahara
C15	P007	P008	P009	P010	P011	D002	Bendahara
C24	P001	P002	P003	P004	P005	D001	Sekretaris
C5	P001	P002	P003	P004	P005	D001	Sekretaris
C16	P018	P019	P020	P021	P022	D003	Humas
C8	P023	P024	P025	P026	P027	D005	Keorganisasian
C1	P012	P013	P014	P015	P016	D004	Litbang
C12	P023	P024	P025	P026	P027	D005	Keorganisasian
C25	P012	P013	P014	P015	P016	D004	Litbang
C32	P023	P024	P025	P026	P027	D005	Keorganisasian
C14	P018	P019	P020	P021	P022	D003	Humas
C17	P012	P013	P014	P015	P016	D004	Litbang
C3	P029	P030	P031	P032	P033	D006	Aspirasi
C4	P029	P030	P031	P032	P033	D006	Aspirasi
C9	P005	P006	P017	P028	P001	D004/D006	Litbang/ Aspirasi
C26	P023	P024	P025	P026	P027	D005	Keorganisasian
C7	P001	P002	P007	P008	P006	D001/D002	Sekretaris/ Bendahara
C13	P023	P024	P025	P026	P027	D005	Keorganisasian
C18	P012	P013	P014	P015	P016	D004	Litbang
C19	P018	P019	P020	P021	P022	D003	Humas
C21	P012	P013	P014	P015	P016	D004	Litbang
C22	P018	P019	P020	P021	P022	D003	Humas
C27	P029	P030	P031	P032	P033	D006	Aspirasi
C28	P029	P030	P031	P032	P033	D006	Aspirasi



Gambar 4. Diagram konteks



Gambar 5. Diagram alir data level 1

No	Nama Mahasiswa	Divisi	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	Kriteria 4	Kriteria 5	Hasil	Keterangan
-	Babot	-	0.2	0.15	0.2	0.25	0.2	-	-
1	Mister x	Keluargaan	0.2	0.15	0.2	0.25	0.2	1	Sangat Layak

Gambar 6. Interface Hasil Perangkingan/Peringkat

No	Nama Mahasiswa	P1	P2	P3	P4	P5	Kode Posisi	Nama Posisi
1	Mister 1	PXXX	PXXX	PXXX	PXXX	PXXX	DXXX	POSISI X
2	Mister 2	PXXX	PXXX	PXXX	PXXX	PXXX	DXXX	POSISI X

Gambar 7. Interface hasil metode forward chaining

Setiap divisi memiliki beberapa aturan yang selanjutnya menjadi sebuah kaidah berbasis aturan, kemudian dilakukan proses pengecekan apakah kaidah-kaidah tersebut sesuai atau tidak terhadap fakta-fakta dari user, jika sesuai maka fakta tersebut tersimpan dalam file berbasis pengetahuan sebagai pertimbangan untuk mendapatkan hasil keputusan, jika tidak sesuai maka user akan memberikan fakta-fakta yang lain. Proses pelacakan untuk mencari fakta yang sesuai dengan aturan IF-THEN.

Hasil perhitungan dari metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) sebanyak 25 orang dengan nilai tertinggi, kemudian setelah itu dilanjutkan dengan proses pengalokasian jabatan dengan menggunakan forward chaining, yang diawali dengan proses pengisian pernyataan, hasilnya ditunjukkan pada tabel 9.

d. Diagram Konteks

Diagram konteks sistem pendukung keputusan dengan kombinasi metode simple multi attribute rating technique dan forward chaining, yang ditunjukkan pada gambar 4.

e. Diagram Alir Data Level 1

Diagram alir data level 1 sistem pendukung keputusan dengan kombinasi metode simple multi attribute rating technique dan forward chaining, ditunjukkan pada gambar 5.

f. Desain User Interface Sistem

Proses pertama yang dilakukan adalah implementasi metode SMART untuk menentukan sejumlah orang dengan nilai tertinggi, *user interface* sistem akan menampilkan calon kandidat pengurus organisasi. Rancangan desain *User interface* hasil penilaian peringkat ditunjukkan pada gambar 6.

Hasil penilaian dengan nilai tertinggi dilanjutkan dengan proses metode forward chaining untuk penentuan posisi divisi atau jabatan sesuai dengan pernyataan yang telah diisi dengan desain *user interface* ditunjukkan pada gambar 7.

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan 25 orang kandidat pengurus organisasi dengan nilai terbaik dan sekaligus merekomendasikan posisi jabatan sekretaris sebanyak 3 orang, 2 orang bendahara, 4 orang jabatan aspirasi, bagian humas 4 orang, Litbang berjumlah 5 orang, keorganisasian sebanyak 5 orang, 1 orang jabatan Litbang atau jabatan aspirasi serta jabatan bendahara atau sekretaris sebanyak 1 orang.

Penggunaan kombinasi 2 (dua) metode yang diterapkan dengan metode Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART) dan Forward Chaining

telah menghasilkan *output* yang tidak hanya mencari dan menghasilkan sejumlah calon anggota organisasi akan tetapi calon tersebut direkomendasikan ke posisi jabatan masing-masing, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih spesifik dan posisi yang tepat serta memudahkan dalam pengambilan sebuah keputusan, sehingga bisa menutupi kelemahan algoritma Simple Multi Attribute Rating Technique (SMART).

Penggunaan dari kedua metode ini masih memiliki kelemahan yaitu belum dapat menyajikan persentase perbandingan yang lebih besar jika proses yang dihasilkan terdapat 2 klasifikasi atau lebih.

5. Daftar Pustaka

- [1] S. Aswati, N. Mulyani, Y. Siagian, and A. Z. Syah, "Peranan Sistem Informasi Dalam Perguruan Tinggi," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 79–86, 2015.
- [2] R. Sukmawati and E. K. Dewi, "Implementasi Metode SMART untuk Mengidentifikasi Perkembangan Anak dalam Mengikuti Ekstra," *J. Nusantara of Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 59–64, maret 2016.
- [3] A. S. Honggowibowo, "Sistem Pendukung Keputusan Penerimaan Calon Teknologi Adisutjipto Menggunakan Simple Multi Attribute Rating Technique," *J. angkasa*, vol. VII, no. 2, pp. 31–38, 2015.
- [4] H. R. Hatta, B. Gunawan, and D. M. Khairina, "Pemilihan Pemain Terbaik Futsal Dengan Metode Simple Multi Attribute Rating Tecnique Studi Kasus : Turnamen Futsal Di Samarinda," *Jurnal Informatika*, vol. 11, pp. 1–8, 2017.
- [5] R. R. Fanny, N. A. Hasibuan, and E. Bulolo, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Asidosis Tubulus Renalis Menggunakan Metode Certainty Factor Dengan Penulusuran Forward Chaining," *Media Inform. Budidarma*, vol. 1, no. 1, pp. 13–16, januari 2017.
- [6] R. Tri, T. Saptawati, and H. Pramono, "Kombinasi Metode Forward Chaining dan Analytic Hierarchy Process Untuk Pengelolaan Bahan Praktikum Laboratorium Biologi," *J. EECCIS*, vol. 10, no. 2, pp. 51–58, 2016.
- [7] B. F. Yanto, I. Werdiningsih, and E. Purwanti, "Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Anak Bawah Lima Tahun Menggunakan Metode Forward Chaining," *J. Inf. Syst. Eng. Bus. Intell.*, vol. 3, no. 1, pp. 61–67, 2017.
- [8] Y. Ek. Nugraha, B. Irawan, and R. E. Saputra, "Pengembangan Sistem Otomatisasi Pengendalian Nutrisi Pada Hidroponik Menggunakan Sistem Pakar Dengan Metode Forward Chaining," *e-Proceeding Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 2199–2206, 2017.
- [9] S. Mesdina, "Perancangan Aplikasi Penilaian Hasil Kinerja Dosen Terbaik Dengan Metode Simple Multi Attribute Rating Technique (Studi Kasus : Akper Yayasan Binalita Sudama Medan)," *J.Hasil Riset*, vol. IX, pp. 129–133, 2015.
- [10] A. Wanto and E. Kurniawan, "Seleksi Penerimaan Asisten Laboratorium Menggunakan Algoritma AHP Pada AMIK-STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar," *J. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–18, 2018.
- [11] E. Yulianti, "Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Mobil Dengan Metoda Simple Multy Attribute Rating (SMART), Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X," *J. Momentum*, vol. 17, no. 1, pp. 55–59, 2015.
- [12] D. Novianti, I. F. Astuti, and D. M. Khairina, "Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web Untuk Pemilihan Café Menggunakan Metode Smart (Simple Multi-Attribute Rating Technique) (Studi Kasus : Kota Samarinda)," *Semin. Sains dan Teknol. FMIPA Unmul*, pp. 1–5, 2016.
- [13] E. D. Widiyanto, Y. W. Zaituun, and I. P. Windasari, "Aplikasi Sistem Pakar Pendeteksi Penyakit Tuberkulosis Berbasis Android," *J. Ilmiah Ilmu Komputer dan Informatika : khabanah Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 47–54, 2018.
- [14] N. R. D. P. A and Y. P. Pamungkas, "Deteksi dini perilaku penyimpangan seksual menggunakan metode forward chaining berbasis web," *J.Informatika*, Vol. 3, pp. 52–58, 2018
- [15] I. Akil, P. Studi, M. Administrasi, and J. Timur, "ANALISA EFEKTIFITAS METODE FORWARD CHAINING DAN," *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 1, pp. 35–42, 2017.

Perancangan Sistem Informasi Menggunakan *Enterprise Architecture Planning* (Studi Kasus Pada Kecamatan di Kota Samarinda)

Anton Yudhana^{1*}, Rusydi Umar², Faza Alameka³

¹Jurusan Teknik Elektro
Universitas Ahmad Dahlan
D.I. Yogyakarta

²Jurusan Teknik Informatika
Universitas Ahmad Dahlan
D.I. Yogyakarta

³Magister Teknik Informatika
Universitas Ahmad Dahlan
D.I. Yogyakarta

*eyudhana@ee.uad.ac.id

Abstrak-Perancangan sistem informasi pada kecamatan sering dijumpai ketidakselarasan dengan proses bisnis dan IT. Untuk dapat menggabungkan informasi dan mesinergikan bisnis dan IT di kecamatan yang ada di Kota Samarinda, maka diperlukan suatu perancangan sistem informasi. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk menggambarkan kondisi organisasi saat ini dan merancang arsitektur *enterprise* adalah *Enterprise Architecture Planning* (EAP). Metode ini digunakan untuk menjabarkan dan merancang *enterprise architecture* yang tepat untuk mencapai tujuan bisnis pada kecamatan tersebut. Pada Penelitian yang dilakukan menghasilkan 5 kandidat entitas bisnis dan 8 kandidat aplikasi yang menjadi acuan pengembangan sistem informasi pada kecamatan di kota Samarinda.

Kata kunci: Perencanaan Arsitektur Enterprise, Sistem Informasi dan Teknologi Informasi, Kecamatan, Samarinda

1. Pendahuluan

Di era reformasi pada saat ini, masyarakat membutuhkan transparansi khususnya menyangkut program pembangunan yang diselenggarakan oleh pemerintah [1]. Pemerintah telah melakukan berbagai upaya untuk mewujudkan hal tersebut agar masyarakat mengetahui program-program yang dilaksanakan oleh pemerintah, salah satunya dengan bantuan SI (Sistem Informasi) [2]. Hal ini berkaitan dengan program *e-government* yang telah di keluarkan oleh pemerintah pusat [3].

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) sudah semakin luas terkhusus pada penggunaan Teknologi Informasi dan komunikasi (TIK) dan besar manfaatnya apabila diterapkan dalam hal meningkatkan pelayanan kepada masyarakat [4]. Bagi pemerintah di daerah yang tidak menggunakan teknologi yang sudah berkembang pada saat sekarang ini, sangatlah disayangkan padahal infrastruktur sangat mendukung untuk menerapkan *e-government* demi meningkatkan kualitas pelayanan publik.

Salah satu dampak dari pembangunan tanpa arah adalah susah penerapan *e-government* di instansi atau organisasi tersebut. Kendala dalam penerapan *e-government* itu sendiri adalah kesiapan sumber daya manusia dalam untuk mengelola *e-government* [5]. Pemerintahan yang di daerah dengan kondisi tidak menggunakan teknologi yang ada, sangat membutuhkan bantuan dari *stakeholder* agar

pemerintah daerah mulai memanfaatkan TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) untuk pelayanan masyarakat. Daerah yang dijadikan objek dalam penelitian ini adalah Kota Samarinda. Dalam penelitian ini dibahas mengenai pengembangan *e-government* di Kota Samarinda sehingga dihasilkan perancangan TIK yang lebih baik.

E-government bukanlah suatu proses yang mudah untuk mencapainya [6]. Agar hal ini bisa tercapai membutuhkan waktu yang sangat lama dan juga merupakan proses jangka panjang agar lebih terciptanya efektivitas untuk pelayanan kepada masyarakat. Tujuan dari *e-Government* di mana suatu pemerintahan melibatkan teknologi informasi untuk memperbaiki mutu (kualitas) pelayanan yang sedang berjalan [7]. Oleh sebab itu, diperlukan suatu metode perancangan strategis dalam pengembangan *E-government* itu sendiri

Kota Samarinda memiliki 10 kecamatan dan 52 kelurahan [8]. Tetapi hampir semua kecamatan di Samarinda belum memiliki *master plan/road map* untuk meningkatkan kualitas pelayanan publik mereka. Dalam hal ini dapat memunculkan beberapa permasalahan yaitu: tidak adanya kemauan dari pemerintah dalam menggunakan teknologi informasi, kurangnya SDM yang berkompeten, belum adanya divisi khusus TI yang ada di kecamatan tersebut. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah master plan perancangan arsitektur *e-government* yang menyeluruh untuk kota Samarinda sehingga nantinya TIK dapat diimplementasikan dengan baik .

Dengan melihat kondisi yang ada, maka penelitian yang dilakukan adalah membuat arsitektur enterprise sistem informasi pelayanan publik sebagai rencana strategis. Arsitektur enterprise merupakan secara salah satu cara untuk menggambarkan tentang sebuah *enterprise* secara logis dan menghasilkan sebuah kumpulan arsitektur yang meliputi bisnis, informasi, aplikasi dan teknologi [9]. EAP (*Enterprise Architecture Planning*) merupakan sebuah alur pengertian arsitektur dalam penggunaan informasi [10] dalam penerapan arsitektur tersebut. EAP merupakan strategi *enterprise* untuk menghadapi persaingan dan perkembangan sistem informasi [11]

Pada penelitian ini menghasilkan sebuah perancangan pengembangan TIK yang saling terhubung sebagai salah satu strategi pengembangan TIK dan implementasinya untuk kecamatan-kecamatan yang ada di Kota Samarinda. *Enterprise Architecture Planning* merupakan metode yang mengusulkan beberapa langkah terstruktur dalam proses perencanaan sistem informasi [11][12]. Pemilihan *Enterprise Architecture* sebagai kerangka kerja dalam melakukan pengembangan TIK dibangun mampu menyesuaikan dengan pengembangan TIK di masa yang akan datang[11].

Hasil dari metode EAP merupakan sebuah dokumen perancangan pengembangan sistem informasi atau yang sering dibidang sebagai dokumen tata kelola organisasi dalam rentan waktu tertentu, di mana dalamnya berisikan berbagai kebutuhan dalam pengembangan sistem informasi dan perancangan strategis organisasi dalam mengimplementasikan dan membangun sistem informasi [13] dalam instansi tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

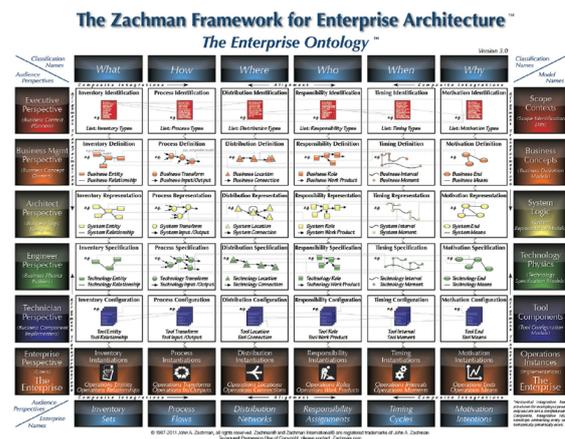
a. Penelitian yang relevan

Pada penelitan yang dilakukan [14], [15], [16], [10], [17], [18], [19], [20] melakukan penelitian menggunakan *Enterprise architecture planning* menggunakan kerangka *zachman framework* dalam dunia Pendidikan, yang menghasilkan beberapa perencanaan pengembangan sistem informasi dan teknologi informasi yang sesuai dengan kebutuhan dari lokasi masing-masing penelitian tersebut, sedangkan pada penelitan [21][22][23][24][25] dilakukan di lingkungan instansi pemerintahan dan menghasilkan beberapa perancangan yang sesuai dengan visi misi instansi tersebut.

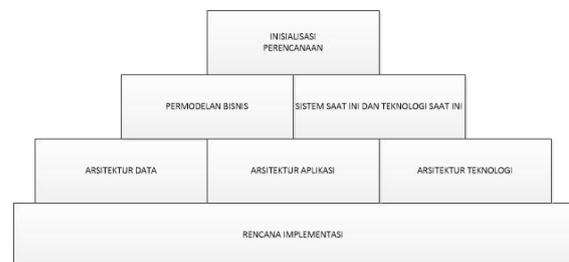
Pada penelitan [26] [27] [28] menjelaskan seberapa penting pendekatan *enterprise architecture planning* dalam perencanaan strategis pengembangan sistem informasi dan teknologi informasi dalam suatu instansi swasta maupun instansi Pendidikan.

b. EAP (Enterprise Architecture Planning)

Enterprise Architecture Planning (EAP) merupakan sebuah cara yang dikembangkan untuk membangun sebuah arsitektur *enterprise* [29][10]. Tahapan pembangunan EAP menurut Spewak dkk merupakan tahap untuk memulai, memahami kondisi sekarang pada lokasi penelitian, pengertian visi dan misi pada masa depan, dan tahap untuk menyusun tahapan perencanaan dalam mencapai visi dan misi pada masa yang akan datang [10][30]



Gambar 2. Zachman Framework



Gambar 1. Enterprise architecture planning

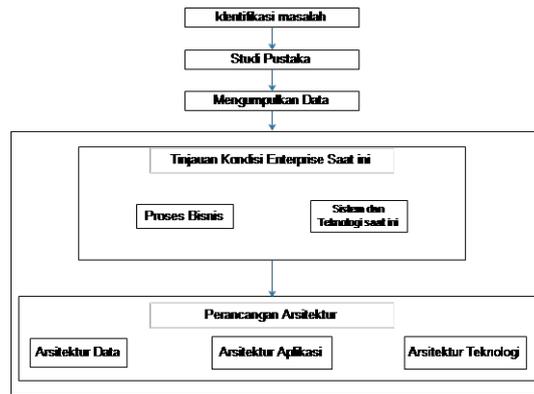
c. Kerangka kerja ZACHMAN FRAMEWORK

Zachman Framework merupakan skema untuk melakukan penggolongan-golongan organisasi, bagian pada *Zachman Framework* terdiri dari 6 kolom dan 6 baris. Tiap kolom merepresentasikan fokus, abstraksi, atau topik arsitektur *enterprise*. Tiap baris merepresentasikan perspektif berikut:

1. Perspektif Perencana: menetapkan konteks, latar belakang, & tujuan.
2. Perspektif Pemilik: menetapkan model konseptual dari *enterprise*.
3. Perspektif Perancang: menetapkan model sistem informasi sekaligus menjembatani hal yang diinginkan pemilik & hal yang dapat direalisasikan secara teknis dan fisik.
4. Perspektif Pembangun: menetapkan rancangan teknis & fisik yang digunakan dalam mengawasi implementasi teknis dan fisik.
5. Perspektif Subkontraktor: menetapkan peran dan rujukan bagi pihak yang bertanggung jawab untuk melakukan pembangunan sistem informasi.
6. Perspektif Fungsional: merepresentasikan perspektif pengguna dan wujud nyata hasil implementasi [31]

3. Metode

Penelitian ini mengacu pada metodologi dari *Enterprise Architecture Planning* (EAP)[10]. Langkah-langkah yang harus dilalui dengan baik agar pada penelitian yang dilaksanakan dapat berjalan dengan maksimal.



Gambar 3. Kerangka Penelitian

Uraian Prosedur	Pelaksana				Mutu Baku			Ket
	Administrasi umum	Subbag. Umum	Sekcam	Unit/seksi	Kelengkapan	Waktu	Output	
Pengelolaan Surat Masuk								
1. Menerima, mencatat, memberi nomer, memberikan lembar disposisi, dan kartu kendali surat masuk dan menyampaikan surat masuk	□				buku agenda surat masuk lembar disposisi kartu kendali surat masuk	3 Menit	Surat dicatat dalam buku agenda dan dilengkapi dengan lembar disposisi dan kartu kendali surat masuk	
2. Membaca isi surat dan mengarahkan pengolah dengan memberikan kode pada lembar disposisi	□	□			Surat dicatat dalam buku agenda dan dilengkapi dengan lembar disposisi dan kartu kendali surat masuk	5 menit	Surat masuk terdapat dalam buku bentuk dengan sudah diberi kode	
3. Menerima kembali surat masuk yang telah di beri disposisi	□				Surat masuk tercatat dalam buku bentuk dengan sudah diberi kode	2 Menit	Surat diterima dan siap untuk disposisi	
4. Mendisposisi surat masuk untuk di tindak lanjut			□		Surat diterima dan dibagikan posisi	5 menit	Surat telah diterima dan disposisi	
5. Menerima disposisi surat masuk dan mendistribusikan sesuai disposisi			□		Surat telah diterima dan disposisi	5 menit	Disposisi surat masuk	
6. Mencatat disposisi dalam buku tanda terima surat	□				Disposisi surat masuk	1 menit	Surat disampaikan sesuai disposisi	
7. mendistribusikan sesuai disposisi				□	Surat disampaikan sesuai disposisi	2 menit	Surat didistribusikan	

Gambar 4. Proses bisnis Surat masuk

No	Kegiatan	Pelaksana			Mutu Baku			Keterangan
		Camat	Kasi Pemerintahan	Staf	Kelengkapan	Waktu	Output	
1	Membuat SPPD dalam rangka Penyusunan Profil Kecamatan	3	3	4	SPT, Lembar SPPD	1 jam	Diterimanya surat permohonan	SOP Permohonan SPPD
2	Menyetujui SPPD dalam rangka Penyusunan Profil Kecamatan	3	3	4	SPT, Lembar SPPD	30 mnt.	Diteruskannya surat permohonan	
3	Menyusun format pendataan dalam rangka Penyusunan Profil Kecamatan	3	3	4	Form/Blanko Pendataan	1 hari.	Disetujuinya surat permohonan data	
4	Melakukan Pendataan/ Meminta Data melalui Surat	3	3	4	Surat, Form/Balno isian data	3 s.d 5 hari	Dilakukannya pendataan	Dapat dilakukan dengan surat
5	Mengolah data yang terkumpul	3	3	4	Form/Blanko Pendataan yang telah terisi	1 hari	Diolahnya data yang terkumpul	
6	Menyusun laporan hasil pendataan Profil Kecamatan	3	3	4	Laporan hasil pendataan	1 hari	Tersusunnya laporan	
7	Menyetujui laporan hasil pendataan Profil Pendataan	3	3	4	Laporan hasil pendataan	30 menit	Disetujuinya laporan hasil data	
8	Memperbanyak hasil penyusunan profil kecamatan	3	3	4	Data, Papan Informasi, Spidol	2 Jam	Tertuangkannya data pada papan	
9	Mengarsipkan hasil penyusunan profil kecamatan	3	3	4	-	-	-	

Gambar 5. Proses bisnis pembuatan profil kecamatan

a. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk menentukan salah satu masalah dari berbagai masalah apa saja yang terjadi di lokasi penelitian ini, dengan memberikan batasan dari permasalahan yang telah ditentukan.

b. Studi pustaka

Merupakan suatu cara pencarian data dan mengumpulkan data yang ditujukan pada pencarian data informasi yang terkait dengan penelitian melalui dokumen-dokumen, baik dokumen tertulis maupun gambar tertulis maupun gambar

c. Pengumpulan data

Pencarian data dilakukan untuk mencari data-data yang terkait dengan penelitian [19]. Data yang terkait dari penelitian dapat di bagi dua yaitu:

1. Data Utama
Data yang didapatkan langsung dari sumbernya dalam penelitian yang dilakukan.
2. Data Pendukung
Data pendukung merupakan data yang diperoleh atau di dapatkan untuk mendukung data utama yang telah didapat.

d. Tinjauan kondisi saat ini

Pada tahap tinjauan kondisi saat ini dapat dilakukan dengan dua tahap yaitu:

1. Proses bisnis
Pada tahap proses bisnis dapat dilakukan identifikasi dan dokumentasi struktur organisasi dan mengartikan fungsi bisnis dengan membuat model proses bisnis awal lalu menggabungkan fungsi-fungsi bisnis tahap awal terhadap unit organisasi agar dapat mengetahui tanggung jawab pada masing-masing unit bagi suatu fungsi bisnis [32].
2. Sistem dan teknologi saat ini
Pada tahap ini dilakukan identifikasi sistem dan teknologi yang digunakan *enterprise* saat sekarang ini dengan mengumpulkan data penggunaan teknologi informasi.

f. Perancangan arsitektur

1. Arsitektur data
Pendefinisian entitas data yang digunakan atau diperlukan bagi *enterprise*.
2. Arsitektur aplikasi
Penetapan dan mengartikan aplikasi-aplikasi yang dibutuhkan dalam pengelolaan data pada *enterprise*.
3. Arsitektur teknologi
Identifikasi dan pendefinisian teknologi yang dibutuhkan dalam *enterprise* untuk mengelola data.

4. Hasil

a. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yang terjadi di lokasi penelitian mencakup seperti berikut:

1. Penerapan untuk strategi menuju pengembangan *e-government* belum berjalan dengan baik, sehingga mengakibatkan kepada kualitas pelayanan kepada masyarakat kurang maksimal.
2. Penggunaan sistem informasi saat ini belum bisa dipergunakan secara efektif dikarenakan kurangnya sumber daya manusia untuk membangun sistem tersebut.
3. Pengelolaan data profil kecamatan masih bersifat manual, sehingga memperlambat pengelolaan data dari kecamatan yang ada di Kota Samarinda.

b. Inisialisasi Perencanaan.

Sebelum pembuatan perencanaan arsitektur *enterprise* pada kecamatan di Kota Samarinda, perlu dilakukan inisialisasi perencanaan untuk mengetahui kondisi awal proses bisnis dan sistem informasi beserta teknologi informasi yang ada pada kecamatan di Kota Samarinda.

Pembuatan EAP difokuskan pada pencarian data yang terkait dengan proses bisnis yang didukung oleh prosedur, alur kerja, deskripsi layanan. Kemudian EAP fokus pada pelayanan dan fasilitas yang diberikan oleh kecamatan saat ini melalui pengembangan *e-government* dan sistem informasi yang sudah ada dan dimiliki oleh kecamatan pada sistem informasi yang dimiliki oleh kecamatan di Kota Samarinda.

c. Kondisi saat ini

Pada tahapan ini dilakukan pemetaan terhadap kondisi *e-government* saat ini di kota Samarinda. Pemetaan dilakukan melalui observasi langsung ke setiap daerah. Dari setiap daerah tersebut, dilihat mengenai pengembangan dan implementasi TIK masing-masing.

Dari hasil obserbasi langsung ke lokasi penelitian yaitu kecamatan yang ada di Kota Samarinda, masih memanfaatkan sistem informasi dan teknologi informasi, sedangkan dari [3] meminta semua instansi pemerintahan menggunakan sistem informasi dan teknologi informasi untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat. Hal ini menimbulkan *gap* (jarak) yang harus diselesaikan. Melihat dari hasil observasi tersebut, perancangan *e-government* secara menyeluruh memang harus dilakukan agar pengembangan sistem informasi dan TIK dapat terpantau secara terpusat dan dapat dikoordinasikan dengan baik.

d. Proses bisnis yang berjalan di kecamatan

Proses bisnis diidentifikasi tanpa memperhatikan tanggung jawab organisasi terhadapnya, tetapi berdasarkan bisnis yang ada pada kecamatan. Berikut ini merupakan proses bisnis pelayanan publik pada kecamatan di Kota Samarinda

1. Proses bisnis surat masuk
Dari gambar 4 dapat dijelaskan proses bisnis yang terjadi di kecamatan yang ada di Kota Samarinda pada proses bisnis surat masuk, dari gambar 4 dapat diartikan bahwa proses surat masuk dilakukan oleh bagian administrasi umum, subbag umum, dan seckam, setelah melewati bagian diatas lalu surat masuk akan diterima pada unit/seksi yang surat tuju.
2. Proses bisnis pembuatan profil kecamatan
Dari gambar 5 dapat dijelaskan proses pembuatan profil kecamatan yang ada di Kota Samarinda, dari awal penyusunan profil kecamatan sampai mengarsipkan hasil penyusunan profil kecamatan. Bagian-bagian yang terlibat langsung pada pembuatan profil kecamatan yaitu, camat, kasi perintahan, dan staf untuk memperbanyak hasil dari laporan pengumpulan data untuk profil kecamatan yang ada di Kota Samarinda.

e. Sistem dan teknologi Saat ini

Dari analisis yang telah dilakukan pada kecamatan yang ada di Kota Samarinda, system, dan teknologi yang ada sekarang pada kecamatan yang ada di Kota Samarinda yaitu:

1. Aplikasi kepegawaian
Aplikasi kepegawaian berguna untuk mengetahui informasi seluruh pegawai yang ada di kecamatan yang ada di Kota Samarinda.
2. Aplikasi SIM presensi sidik jari
Aplikasi ini digunakan untuk presensi pegawai pada saat datang dan pegawai pulang pada kecamatan yang ada di Kota Samarinda, aplikasi ini digunakan untuk mengetahui kinerja pegawai dalam hal kehadiran.
3. Infrastruktur teknologi
Infrastruktur teknologi yang dimiliki oleh kecamatan yang ada di Kota Samarinda saat ini yaitu,

Tabel 1. Infrastruktur Teknologi

No.	Kelompok Teknologi	Rincian
1	Perangkat Keras	100 buah PC 200 Buah Laptop
2	Perangkat Lunak	Windows 7-10 Mysql PHP
3	Komunikasi	LAN WiFi Internet

Tabel 2. Analisis rantai pada kecamatan

Logistik masukan	Proses	Logistik keluaran
Pengelolaan surat masuk	1. Rekap data surat masuk 2. Pengelolaan surat masuk 3. Pelayanan surat masuk 4. Laporan surat masuk	Laporan surat masuk dan surat Keluar
Pengelolaan surat keluar	1. Rekap data surat keluar 2. Pengelolaan surat keluar 3. Pelayanan surat keluar 4. Laporan surat keluar	
Pembuatan profil kecamatan	1. Rekap data profil 2. Pengelolaan data profil	Laporan Profil kecamatan
Pembuatan monografi kecamatan	1. Rekap data penduduk 2. Pengelolaan data penduduk 3. Laporan	Laporan monografi kependudukan

Tabel 3. Four Stage Life Cycle berdasarkan proses bisnis kecamatan di kota Samarinda

Model Bisnis	Tahapan-Tahapan Siklus Hidup			
	Kebutuhan	Pencapaian	Pemeliharaan	Penghentian
Pengelolaan surat masuk	Perencanaan pengelolaan surat masuk	Pengelolaan surat masuk	Pemeliharaan surat masuk	Laporan surat masuk
Pengelolaan surat keluar	Perencanaan pengelolaan surat masuk	Pengelolaan surat masuk	Pemeliharaan surat masuk	Laporan surat masuk
Pembuatan laporan tahunan	Perencanaan pembuatan laporan tahunan	Laporan kegiatan pertahun	Pemeliharaan laporan tahunan	Cetak buku laporan tahunan
Pembuatan profil kecamatan	Perencanaan penyelenggara pembuatan profil kecamatan	Pengelolaan data profil kecamatan Pelayanan profil kecamatan	Pemeliharaan data profil kecamatan	Laporan profil kecamatan
Pembuatan monografi penduduk	Perencanaan penyelenggara pembuatan profil kecamatan	Pengadaan datamonografi kependudukan Pengelolaan data monografi kependudukan	Pemeliharaan data monografi kependudukan	Laporan monografi kependudukan

f. Analisis rantai

Analisis rantai pada kecamatan yang ada di Kota Samarinda terdiri dari aktivitas utama dan aktivitas pendukung. Di mana aktivitas utama adalah proses bisnis yang ada pada kecamatan di Kota Samarinda dan aktivitas pendukung adalah objek-objek yang mendukung aktivitas utama guna mendukung tercapainya target yang diinginkan dan analisis rantai dapat dijelaskan pada tabel 2 di bawah ini.

Fungsi-fungsi utama pada kecamatan di Kota Samarinda yang diperoleh sebagai hasil analisis nilai rantai Porter kemudian diturunkan atau didekomposisi sehingga mendapatkan fungsi-fungsi turunan menggunakan *tool Four Stage Life Cycle Business System Planning*. Dengan menggunakan *Four Stage Life Cycle*, yang ditunjukkan pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 4 Kandidat entitas data

Entitas Bisnis	Entitas Data
Pengelolaan surat masuk	Surat_masuk Staf Instansi laporan
Pengelolaan surat keluar	Surat_keluar Staf Instansi laporan
Pembuatan laporan tahunan	Subbagian Anggaran Kegiatan Kepegawaian Pengeluaran Pemasukan
Pembuatan profil kecamatan	Instansi Profil kecamatan
Monografi penduduk	Data_penduduk kecamatan

Tabel 5. Komunitas Aplikasi

No	Komunitas Aplikasi	Jenis Aplikasi
1	Pengelolaan surat masuk	1. Aplikasi surat masuk 2. Aplikasi kearsipan surat masuk
2	Pengelolaan surat keluar	a. Aplikasi surat keluar b. Aplikasi kearsipan surat masuk
3	Pembuatan laporan tahunan kecamatan	1. Aplikasi laporan kecamatan
4	Pembuatan profil kecamatan	a. Sistem informasi kecamatan b. Sistem informasi kelurahan
5	monografi Pembuatan kependudukan	1. Aplikasi monografi kependudukan kecamatan

Tabel 6. Analisis Dampak

Subyek Basis Data	Kandidat Aplikasi	Sistem Legacy Terkait	Analisis Dampak			
			Dipertahankan	Dimodifikasi	dibuat	Keterangan
Pengelolaan profil kecamatan	Sistem informasi profil kecamatan	Aplikasi profil kecamatan		√		Sistem yang dibuat untuk memberikan informasi-informasi yang terkait dengan kecamatan
Pengelolaan surat masuk	Sistem pengelolaan surat masuk	Aplikasi pengelolaan surat masuk		√		Sistem Informasi yang digunakan untuk mengolah surat masuk
Sistem pengelolaan surat keluar	Sistem pengelolaan surat keluar	Aplikasi Pengelolaan surat keluar	√			Sistem Informasi yang digunakan untuk mengolah surat keluar
Pengelolaan data monografi penduduk	Sistem informasi data monografi penduduk	Aplikasi pengelolaan data monografi penduduk		√		Sistem informasi yang digunakan untuk mengelola data monografi kependudukan
Pengelolaan laporan tahunan	Sistem informasi laporan tahunan	Aplikasi laporan kegiatan		√		Sistem informasi yang digunakan untuk pengelolaan pembuatan laporan kegiatan tahunan

Tabel 7. Matriks Unit Organisasi dan Aplikasi

Aplikasi	Unit Organisasi							
	Subbagian Tata Pemerintahan	Subbagian Umum	Administrasi Umum	Sekretaris Camat	Camat	Keamanan dan Ketertiban	Ekonomi dan Pembangunan	Staff/Pegawai
Sistem informasi laporan tahunan		√	√	√	√			√
Sistem pengelolaan data monografi kependudukan	√		√	√				√
Sistem profil kecamatan dan kelurahan			√			√		√
Sistem surat masuk		√	√					√
Sistem surat keluar		√			√			

Tabel 9. Daftar *platform* teknologi

No	Kelompok Aplikasi	Kelompok Teknologi	Jenis Teknologi	Rincian		
1	Sistem pengelolaan surat masuk, sistem pengelolaan surat keluar, sistem pengelolaan surat keluar, sistem informasi profil kecamatan, sistem informasi pengelolaan monografi kependudukan	Perangkat keras	1.1	Komputer	1.1.1 PC Intel/Sejenis a. HDD 500 Gb b. RAM 2 Gb c. Core 2 Duo 1.1.2 Laptop a. HDD 500 Gb b. RAM 2 Gb c. Intel Core I 3 1.1.2 <i>Monitor</i> 1.1.3 <i>Keyboard</i> 1.1.4 <i>Mouse</i>	
			1.2	Perangkat I/O	1.2.1 <i>Printer</i> 1.2.2 <i>Scanner</i>	
			1.3	Media Penyimpanan	1.3.1 Magnetik CD 1.3.2 <i>Flasdisk</i> 1.3.3 <i>Hardisk</i> eksternal	
			Perangkat Lunak	2.1	Sistem operasi	2.1.1 Windows 10 2.1.2 Linux
				2.2	Basis Data	2.2.1 MySQL 2.2.2 XAMPP
				2.3	Bahasa Pemrograman	2.3.1 PHP
				2.4	Lain-lain	2.4.1 Ms. Office 2.4.2 Adobe reader 2.4.3 Adobe Photosop 2.4.4 Mozilla Firefo
		Komunikasi	3.1	Jaringan	1.3.1 Wifi 1.3.2 Jaringan LAN	
			3.2	Perangkat Jaringan	3.2.1 Router 3.2.2 Swicht	

Dari tabel 3 dijelaskan bahwa model bisnis pengelolaan surat masuk dan surat keluar mempunyai pembuatan profil kecamatan dan memiliki pencapaian pengelolaan dan pelayanan data profil kecamatan dan akhir dari semua proses tersebut adalah laporan buku surat keluar

pada akhirnya akan membuat buku laporan surat masuk, model bisnis pembuatan profil kecamatan mempunyai kebutuhan untuk perencanaan akhir dari semua proses tersebut adalah laporan buku profil kecamatan

Tabel 10. Portofolio Aplikasi

Strategis	Potensial Tinggi
Sistem informasi kecamatan	Aplikasi pengelolaan data monografi kependudukan
Sistem informasi kelurahan	
Operasional Kunci	Pendukung
Aplikasi pengelolaan surat masuk	Aplikasi laporan tahunan kegiatan kecamatan
Aplikasi pengelolaan surat keluar	

Tabel 11. Rencana Implementasi

No.	Daftar Aplikasi	Kategori Portofolio Aplikasi
1	Sistem informasi kecamatan	Strategis
2	Sistem informasi kelurahan	Strategis
3	Aplikasi pengelolaan data monografi kependudukan	Potensial tinggi
4	Aplikasi pengelolaan surat masuk	Operasional kunci
5	Aplikasi pengelolaan surat keluar	Operasional kunci
6	Aplikasi laporan tahunan kegiatan kecamatan	Pendukung

g. Arsitektur data

Dalam pembuatan arsitektur data, jenis data utama yang mendukung fungsi dari proses bisnis yang telah diartikan harus ditetapkan dan diartikan. Berikut ini merupakan daftar entitas data yang dipakai oleh kecamatan yang ada di Kota Samarinda dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini.

h. Arsitektur aplikasi

Maksud dari arsitektur aplikasi untuk mengartikan aplikasi-aplikasi yang akan dipergunakan untuk mengelola data dan mendukung fungsi bisnis yang ada pada kecamatan. Melihat dari kerangka kerja *zachman framework* di mana arsitektur aplikasi berada pada kolom fungsi perspektif arsitek, yang mana arsitektur aplikasi merupakan sebuah model yang mendefinisikan kondisi awal aplikasi yang ada pada Kecamatan di Kota Samarinda, yang nantinya dapat dijadikan sebagai dasar dalam memilih penerapan aplikasi yang akan dikembangkan. Model arsitektur aplikasi yang terdapat pada kecamatan di Kota Samarinda dapat didefinisikan dengan beberapa model sebagai berikut:

1. Daftar kandidat aplikasi

Tahap awal dari pembuatan arsitektur aplikasi adalah membuat daftar target kandidat aplikasi, dapat dilihat pada tabel 5.

Pada tabel 5 di atas dijabarkan daftar kandidat aplikasi yang terbagi menjadi 5 sistem informasi dan 8 aplikasi. Di mana daftar kandidat aplikasi di atas dibagi menjadi 2 bagian yaitu kelompok aplikasi merupakan sistem informasi utama dari aplikasi-aplikasi yang dibangun untuk digunakan sesuai dengan bidangnya. Kemudian kandidat aplikasi merupakan aplikasi-aplikasi yang terdapat dalam kelompok aplikasi atau sistem informasi utama.

2. Analisis dampak

Analisis dampak merupakan penunjukan aplikasi terhadap sistem yang ada sekarang ini [33]. Kandidat aplikasi yang baru tentu memiliki dampak terhadap aplikasi yang telah ada sebelumnya (system legacy). Untuk itu maka perlu adanya analisis dampak dari

penunjukan aplikasi baru terhadap sistem legacy. Hasil analisis adalah penunjukan atas pilihan apakah tetap dipergunakan, diubah atau bahkan dibuat dengan pengembangan baru, dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini.

Tahapan selanjutnya untuk pembangunan arsitektur aplikasi adalah melakukan distribusi arsitektur organisasi. Tahapan ini dilakukan dengan membuat matriks aplikasi vs organisasi. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengidentifikasi aplikasi secara langsung didukung atau dilakukan oleh organisasi. Hubungan aplikasi dan organisasi dapat disajikan dalam tabel 7.

i. Arsitektur teknologi

Pembuatan arsitektur teknologi yaitu dengan mengartikan prinsip dan dasar teknologi utama yang diperlukan untuk menyediakan lingkungan yang membantu aplikasi. Pada tabel di bawah ini menjelaskan prinsip dan landasan teknologi yang ada di kecamatan dan kelurahan Kota Samarinda, dapat dilihat pada tabel 9 di bawah ini.

j. Portofolio aplikasi

Berdasarkan alur pembangunan portofolio yang telah dikemukakan oleh *ward* adalah pembangunan portofolio terbagi menjadi 4 aspek yaitu:

1. Aplikasi strategis: aplikasi bersifat penting untuk berkelanjutan strategi bisnis di masa yang akan datang.
2. Aplikasi operasional kunci: aplikasi yang dapan menjadi jaminan oleh enterprise untuk mencapai target yang sesuai diinginkan enterprise.
3. Aplikasi berpotensi tinggi: kesuksesan di masa yang akan datang.
4. Aplikasi pendukung: aplikasi yang dinilai penting namun tidak bersifat kritikal untuk kesuksesan enterprise.

Maka berikut ini adalah pengelompokan arsitektur aplikasi untuk yang dikelompokkan oleh 4 aspek:

k. Urutan implementasi

Berdasarkan alur yang telah dilakukan, maka dapat dilakukan urutan penerapan aplikasi yang dibangun atau di kembangkan pada kecamatan di Kota Samarinda, dapat dilihat pada tabel 11.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini adalah sebuah permodelan arsitektur enterprise dan berbentuk rencana implementasi pada pelayanan masyarakat dalam penggunaan teknologi informasi dan sistem informasi pada kecamatan yang ada di Kota Samarinda yang dapat digunakan untuk mendukung pelayanan publik pada kecamatan yang ada di Kota Samarinda sehingga terwujudnya keselarasan antara sistem informasi dan teknologi informasi dan pelayanan publik pada kecamatan di Kota Samarinda.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. Subhan, *Pelaksanaan Transparansi Pemerintahan Daerah dalam Perspektif Jaringan (Studi tentang Jaringan Antar Organisasi dalam Penyediaan Informasi Anggaran melalui Website Pemerintah Provinsi)*, no. August 2017. 2018.
- [2] Y. Utami, A. Nugroho, and A. F. Wijaya, "Perencanaan Strategis Sistem Informasi dan Teknologi Informasi pada Dinas Perindustrian dan Tenaga Kerja Kota Salatiga," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 3, p. 253, 2018.
- [3] Presiden Republik Indonesia, "Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 3 tahun 2003," *Instr. Pres.*, no. Undang-Undang Informasi dan Transaksi Elektronik, pp. 1–25, 2003.
- [4] T. F. Gafar, "Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (*E-Government*) dalam Pelayanan Kependudukan," *J. ALBOACEN*, vol. Volume 1, no. February 2018, pp. 0–27, 2013.
- [5] A. Cahyadi, "Konsep dan Permasalahan Latar Belakang dan Konsep," *J. WINNERS*, pp. 1–12, 2003.
- [6] Al-Hashmi and A. Darem, "Understanding Phases of E-government Project," *Emerg. Technol. E-Government*, pp. 152–157, 2008.
- [7] E. A. Sosiawan, "Tantangan dan Hambatan dalam Implementasi *E-Government* di Indonesia," *Semin. Nas. Inform.*, vol. 2008, no. semnasIF, pp. 99–108, 2008.
- [8] P. Daerah, "Peraturan Daerah Kota Samarinda Nomor 2 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Samarinda Tahun 2014-2034," no. 6, pp. 1–78, 2014.
- [9] Y. Miftahuddin, M. Ichwan, and M. Musrini, "Penerapan Metode EAP (*Enterprise Architecture Planning*)," *J. Inform.*, vol. 4, no. 1, 2013.
- [10] S. . Spewak, S. H., Hill, "Enterprise Architecture Planning," *John Wiley Sons, Inc.*, 1992.
- [11] K. Surendro, "Pemanfaatan *Enterprise Architecture Planning* untuk Perencanaan Strategis Sistem Informasi," *J. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2007.
- [12] T. Kristanto, "Enterprise Architecture Planning untuk Proses Pengelolaan Manajemen Aset dengan Zachman Framework," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 98, 2016.
- [13] S. Bambang Widodo, "Pengembangan *Blueprint It* dengan Zachman Framework di STP Trisakti," *J. Sist. Inf. (Journal Inf. Syst. 1/13 (2017), 49-66 DOI http://dx.doi.org/10.21609/jsi.v13i1.528*, vol. 12, pp. 82–89, 2016.
- [14] A. B. Hikmah, "Mendefinisikan *Enterprise Architecture Planning* dalam Perencanaan Integrasi Sistem Informasi Perpustakaan Sekolah," *J. Inform.*, vol. I, no. 2, pp. 130–135, 2014.
- [15] A. L. Tungadi and S. Suharjito, "Developing IT Strategic Planning Using Mobile Enterprise Architecture in the Academic Process of Atma Jaya Makassar University," *ComTech Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 8, no. 1, p. 29, 2017.
- [16] S. Bambang Widodo, "Pengembangan *Blueprint It* dengan Zachman Framework di STP Trisakti," *J. Sist. Inf.*, vol. 13, no. 1, pp. 49–59, 2017.
- [17] J. Bastari, "Pemanfaatan *Enterprise Architecture Planning* pada Akper Harum Jakarta," *Pilar Nusa Mandiri*, vol. IX, no. 2, pp. 153–164, 2013.
- [18] A. Khumaidi, A. Suryana, and E. Ridhawati, "Pada STMIK Pringsewu dengan Menggunakan Metodologi *Enterprise Architecture Planning (Eap)*," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan multi media*, vol. 3, pp. 6–7, 2016.
- [19] B. H. Purnomo, "Metode dan Teknik Pengumpulan Data dalam Penelitian Tindakan Kelas (*Classroom Action Research*)," vol. 8, p. 6, 2011.
- [20] M. B. W. Indra Permana Solihin, "Perencanaan Strategik Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (Si/Ti) dengan Framework Zachman di Universitas," *Pros. SINTAK 2017, ISBN 978-602-8557-20-7*, pp. 259–269, 2017.
- [21] R. Herdiansyah, "Enterprise Architecture Planning Sistem Informasi Usaha Kepariwisata Berbasis Web," vol. 2, no. 2, pp. 65–76, 2017.
- [22] A. T. Astri Veviyana, "Pembuatan *Enterprise Architecture Planning* dengan Menggunakan Kerangka Kerja Zachman di Majelis Pustaka dan Informasi PP Muhammadiyah Yogyakarta," *Astri Veviyana, Ali Tarmuji*, 2010.
- [23] B. F. Florensia et al., "Enterprise Architecture di Televisi Republik Indonesia (TVRI) Jawa Timur."
- [24] D. Saputra, "Perancangan *Enterprise Architecture Zachman Framework* untuk Jasa Layanan Pasang Baru dan Tambah Daya Listrik pada Perusahaan Jasa Listrik Swasta," *J. Khatulistiwa Inform.*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [25] A. P. Sahida and H. C. Rustamaji, "Sistem Informasi Pemerintahan Desa Menggunakan Framework Zachman Studi Kasus Desa Triwidadi, Pajangan, Bantul," *Telematika*, vol. 14, no. 02, pp. 89–99, 2017.
- [26] R. Yunis and Theodora, "Penerapan *Enterprise Architecture Framework* untuk Pemodelan," *JSM STMIK Mikroskil*, vol. 13, no. 2, pp. 159–168,

- 2012.
- [27] Taryana Suryana, "Perancangan Arsitektur Teknologi Informasi dengan Pendekatan *Enterprise Architecture Planning*," *J. Ilm. Unikom*, vol. 10, no. 2, pp. 223–236, 2012.
- [28] K. Surendro, "Pemanfaatan *Enterprise Architecture Planning* untuk Perencanaan Strategis Sistem Informasi," *J. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2007.
- [29] S. Buckl, A. M. Ernst, F. Matthes, R. Ramacher, and C. M. Schweda, "Using Enterprise Architecture Management Patterns to Complement TOGAF," *Proc.-13th IEEE Int. Enterp. Distrib. Object Comput. Conf. EDOC 2009*, no. May, pp. 34–41, 2009.
- [30] I. K. W. Adnyana, Y. H. Putra, and D. Rosiyadi, "Pengembangan Layanan Sistem Informasi dengan *Enterprise Architecture Planning* (Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung)," *J. INKOM*, vol. 9, no. 2, p. 73, 2016.
- [31] I. L. Sardi and K. Surendro, "Rekomendasi Perancangan Arsitektur *Enterprise* Pascamerger (Studi kasus : Universitas Telkom)," *Ind. J. Comput.*, vol. 1, no. February, pp. 61–76, 2016.
- [32] S. K. Sari and A. Asniar, "Analisis dan Pemodelan Proses Bisnis Prosedur Pelaksanaan Proyek Akhir Sebagai Alat Bantu Identifikasi Kebutuhan Sistem," *J. Inform. dan Elektron.*, vol. 7, no. 2, pp. 143–152, 2015.
- [33] Ramadiani, D. M. Khairina, and A. K. Aziz, "Perancangan *E-Government* Kelurahan Sempaja Timur Menggunakan *Enterprise Architecture Planning*," *Pros. Semin. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2017.

Sistem Inspeksi Kecacatan pada Kaleng Menggunakan Filter Warna HSL dan *Template Matching*

Budi Sugandi*, Sintya Dewi

Jurusan Teknik Elektro

Politeknik Negeri Batam

Batam

*budi_sugandi@polibatam.ac.id

Abstrak-Dalam industri makanan dan minuman dengan kemasan kaleng, pengecekan atau inspeksi kecacatan kaleng merupakan bagian penting dalam menjaga kualitas sebuah produk. Inspeksi tersebut sebagian masih menggunakan operator manual yang bergantung pada penglihatan para pekerja dengan segala keterbatasannya. Untuk menanggulangi masalah tersebut, artikel ini mengusulkan proses inspeksi kecacatan menggunakan filter warna HSL dan *template matching* berbasis *contour analysis* yang dilakukan secara otomatis tanpa bantuan operator. Proses inspeksi diawali dengan pengambilan citra RGB oleh kamera. Citra RGB tersebut kemudian dikonversi ke citra aras keabuan (*gray level*). Untuk dapat mendeteksi kecacatan, penulis memakai filter *luminance* dari ruang warna HSL. Proses *template matching* diterapkan pada masing-masing citra dengan cara membandingkan *contour* citra *template* sebagai *contour* citra referensi dengan *contour* citra uji. Kemasan kaleng yang digunakan sebagai *template* mempunyai diameter 4 cm. Dengan menggunakan kriteria uji jarak masing-masing *pixel* pada tiap lingkaran kaleng dengan lingkaran pada kaleng *template*, kaleng diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu kaleng OK (*Good*) atau *reject*. Hasil pengujian menunjukkan, dengan menerapkan nilai *threshold* sebesar 4 cm, nilai RMS untuk objek kategori OK adalah 0,59. Sementara untuk objek kategori *reject* didapatkan nilai RMS sebesar 19,59; 5,05 dan 15, 05 berturut-turut untuk objek *reject* karena diameter tidak beraturan, objek *reject* dengan pembuka kaleng terbuka dan objek *reject* tanpa pembuka kaleng.

Kata kunci: inspeksi kecacatan; filter warna HSL; *template matching*, *contour analysis*

1. Pendahuluan

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mengonsumsi bermacam-macam makanan atau minuman dengan kemasan kaleng. Setiap kemasan kaleng dalam satu produk pasti memiliki bentuk yang sama. Pengecekan kecacatan pada kemasan kaleng sebagian besar dilakukan secara manual menggunakan operator manusia yang prosesnya bergantung pada penglihatan mata para pekerja. Penglihatan manusia tentu saja memiliki keterbatasan akibat kelelahan maupun kekurangtelitian dalam pengecekan, sehingga membutuhkan tenaga pekerja yang banyak untuk memastikan akurasinya.

Beberapa studi telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan di atas. Salah satunya dengan menggunakan deteksi kelainan tekstur objek yang akan dibandingkan [1]. Dalam studinya, penelitian ini mengklasifikasi objek berdasarkan objek rusak atau tidak. Proses pengklasifikasian menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA). Sementara itu untuk menjamin kualitas kaleng agar produk yang dikemas terstandarisasi dan untuk meminimisasi kerusakan kaleng, pengontrolan kualitas kaleng menjadi sangat penting. Klasifikasi kaleng jenis *reject* pada beberapa ukuran volume kaleng juga pernah dilakukan sebelumnya [2]. Metode yang digunakan

adalah *Statistical Process Control* (SPC) dan *Statistical Quality Control* (SQC).

Pendeteksian objek berwarna sering kali menggunakan filter warna, baik itu filter warna RGB, HSL/HSV, maupun YCbCr [3]-[11]. Filter warna HSL/HSV banyak digunakan oleh banyak peneliti khususnya di bidang *object recognition* [3], *machine vision* [11] maupun *robot vision* [8], [10]. Penggabungan pendeteksian filter warna HSL dengan partikel filter sebagai metode untuk pelacakan objeknya berhasil memisahkan citra wajah dari citra latar dengan mengatur nilai filter warna HSL[3]. Sementara penggabungan metode pendeteksian objek dengan filter warna HSV dengan metode klasifikasi KNN (*K Nearest Neighbor*) dilakukan untuk mengklasifikasi objek berdasarkan data latih yang dibandingkan dengan data uji yang ada[11]. Penelitian ini berhasil mendeteksi dan mengklasifikasikan objek dengan tingkat akurasi 88.75% untuk objek tanpa citra latar dan 77,35% untuk objek dengan citra latar. Dalam bidang *robot vision*, filter warna HSV digunakan untuk mendeteksi gawang [10]. Hasil dari pendeteksian gawang akan menjadi referensi bagi robot untuk menentukan lokasi dirinya terhadap gawang.

Metode *template matching* merupakan metode untuk membandingkan citra referensi (*template*) dengan citra uji. *Template matching* telah banyak digunakan dalam beberapa

studi di bidang biometrik [12]-[14] maupun bidang pengenalan objek (*object recognition*) [15]-[17]. Metode *template matching* untuk biometrik dengan membandingkan ciri pada citra uji dan citra referensi telah dilakukan oleh [12]. Penelitian ini membandingkan beberapa ciri dalam satu citra wajah uji dengan ciri-ciri citra referensi. Ciri citra yang digunakan adalah nilai intensitas dari *pixel* tiap citra wajah. Metode ini banyak kelemahan karena citra wajah sangat sensitive terhadap cahaya. Perhitungan *cross correlation* antara citra uji dan citra referensi menunjukkan hasil yang menjanjikan [14]. Hanya saja dengan citra uji dan referensi yang banyak akan memerlukan waktu pemrosesan yang lama. Selain itu untuk beberapa kasus mempunyai akurasi yang rendah. Sementara itu untuk penggunaan *template matching* pada pengenalan objek telah dilakukan [17]. Penelitian ini menggabungkan *template matching* dengan algoritma *Artificial Bee Colony*. Penelitian ini berhasil mendeteksi objek dengan akurasi 100% dan berhasil mengoptimasi waktu pemrosesan.

Untuk mengatasi beberapa kekurangan dari metode yang telah digunakan oleh beberapa penelitian di atas, penelitian ini mengusulkan proses inspeksi kecacatan kaleng dengan mengaplikasikan filter warna HSL dan *template matching* berbasis *contour analysis* yang dilakukan secara otomatis tanpa bantuan operator. Filter warna HSL dipilih karena filter HSL merupakan filter warna yang tidak sensitif terhadap perubahan cahaya di sekitar objek. Filter warna HSL akan digunakan untuk mendeteksi kaleng dan memisahkan citra kaleng dari citra latar. Sementara *template matching* berbasis *contour analysis* digunakan untuk mengklasifikasi kaleng menjadi kaleng dengan kategori OK atau *reject*. Selain karena metode *template matching* ini mempunyai waktu pemrosesan yang relatif cepat, juga mempunyai tingkat akurasi yang tinggi. Dengan menggabungkan kedua metode tersebut, tingkat keakurasian pengujian akan menjadi lebih baik.

Selanjutnya untuk memudahkan pembahasan, artikel ini disusun sebagai berikut. Sesi dua berisikan metode penelitian yang penulis lakukan. Hasil pengujian dan pembahasan ditempatkan di sesi tiga. Terakhir kesimpulan dipaparkan di sesi empat.

1. Metode

Proses inspeksi diawali dengan pengambilan citra oleh kamera. Citra yang tertangkap kamera merupakan citra RGB yang akan dikonversi ke citra aras keabuan (*gray level*). Untuk dapat mendeteksi kecacatan kaleng, penulis memakai filter *luminance* dari ruang warna HSL. Proses *template matching* diterapkan pada masing-masing citra dengan cara membandingkan citra *template* sebagai citra referensi dengan citra uji. *Template* yang digunakan adalah bentuk lingkaran dari kaleng yang tampak dari atas. Data *template* yang disimpan berupa data titik pada setiap keliling lingkaran. Dengan membandingkan jarak antara diameter kaleng *template* pada tiap titik uji dengan kaleng sampel, kaleng diklasifikasikan menjadi dua kategori yaitu kaleng OK (*Good*) atau kaleng *reject*. Kriteria uji yang digunakan adalah jarak masing-masing *pixel* pada tiap lingkaran kaleng dengan lingkaran pada kaleng *template*.

a. Citra RGB (Red, Green dan Blue)

Sebuah citra didefinisikan sebagai fungsi dua dimensi

dari pasangan koordinat yang menyatakan posisi dari titik citra dan nilai intensitas atau *gray level* dari citra di titik tersebut. Jika nilai intensitas atau derajat keabuan citra tersebut dilakukan proses kuantisasi dan pada pasangan koordinat dilakukan proses sampling, maka hasil dari kedua proses tersebut akan menghasilkan citra digital. Citra digital terdiri dari elemen-elemen gambar atau *pixel* (*picture elemen*) yang mempunyai lokasi dan intensitas tertentu. Citra RGB adalah citra asli hasil penangkapan kamera. Citra RGB mempunyai tiga kanal warna *Red*, *Green* dan *Blue* yang masing-masing mempunyai 256 level warna dari 0–255.

b. Citra Aras Keabuan (Gray Scale Image)

Citra keabuan merupakan citra yang nilai intensitas pikselnya didasarkan pada derajat keabuan. Pada citra keabuan, derajat warna hitam sampai dengan putih dibagi ke dalam 256 derajat keabuan di mana warna hitam sempurna direpresentasikan dengan nilai 0 dan putih sempurna dengan nilai 255.

Citra RGB dapat dikonversi menjadi citra keabuan yang hanya mempunyai satu kanal warna. Persamaan yang umumnya digunakan untuk mengkonversi citra RGB menjadi citra keabuan ditunjukkan pada rumus (1).

$$\text{citra keabuan} = 0.298 * R + 0.587 * G + 0.114 * B \quad (1)$$

c. Filter Citra HSL

Warna HSL (*Hue, Saturation, Luminance*) merupakan salah satu warna yang digunakan untuk memfilter (membedakan) objek yang satu dari objek lainnya. Warna HSL banyak digunakan sebagai filter objek berwarna terutama jika keadaan latar yang berubah-ubah karena pengaruh cahaya. Dibanding warna aslinya RGB, warna HSL lebih mudah digunakan untuk membedakan objek yang satu dengan objek lainnya. Gambar 1 menunjukkan contoh konversi citra dari RGB ke HSL.

Konversi warna RGB ke warna HSL ditunjukkan dalam rumus (2).

$$r = \frac{R}{255}; g = \frac{G}{255}; b = \frac{B}{255}$$

$$d = \max(r, g, b) - \min(r, g, b)$$

$$L = \frac{\max(r, g, b) + \min(r, g, b)}{2} \quad (2)$$

$$H = \begin{cases} 0, & \text{if } d = 0 \\ \frac{60(G - B)}{d}, & \text{if } \max = r \\ 120 + \frac{60(B - R)}{d}, & \text{if } \max = g \\ 240 + \frac{60(R - G)}{d}, & \text{if } \max = b \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{if } d = 0 \\ \frac{d}{\max(r, g, b) + \min(r, g, b)}, & \text{if } L < 0.5 \\ \frac{d}{2 - \max(r, g, b) - \min(r, g, b)}, & \text{if } L > 0.5 \end{cases}$$

Besarnya nilai dari HSL ini adalah sebagai berikut: $0 \leq L \leq 1$, $0 \leq S \leq 1$, dan $0 \leq H \leq 360^\circ$.



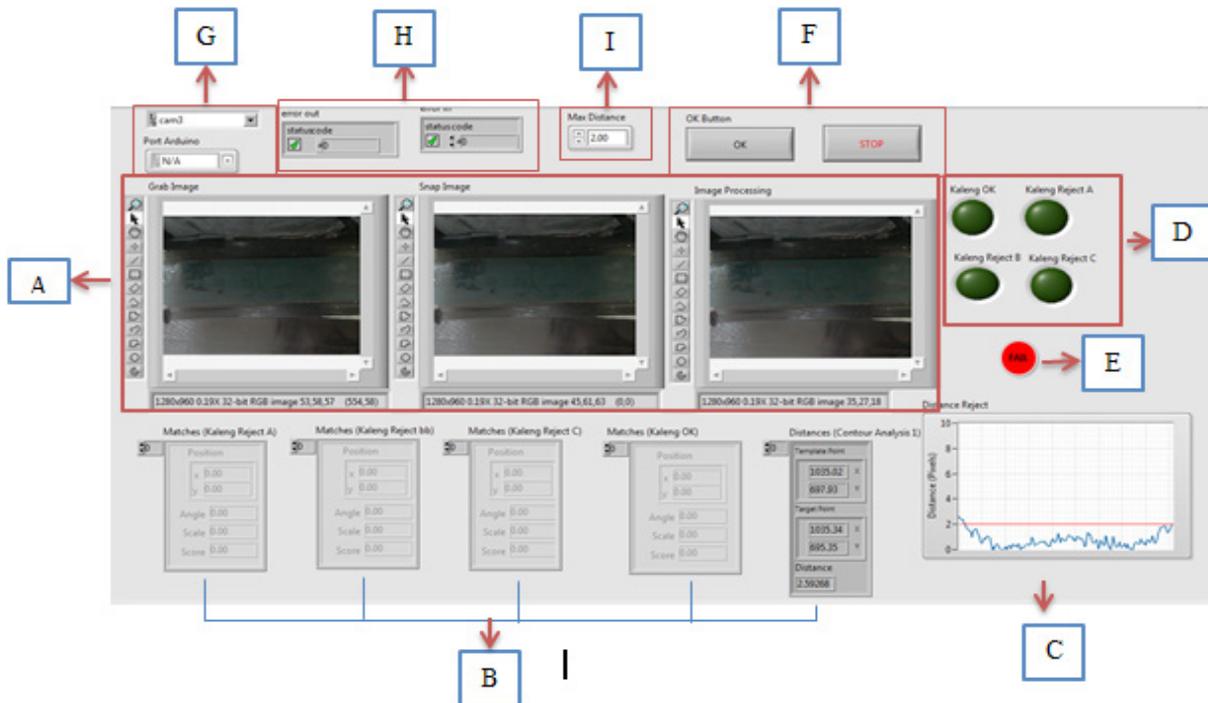
a. Original image

b. HSL image

Gambar 1. Konversi Citra RGB ke HSL



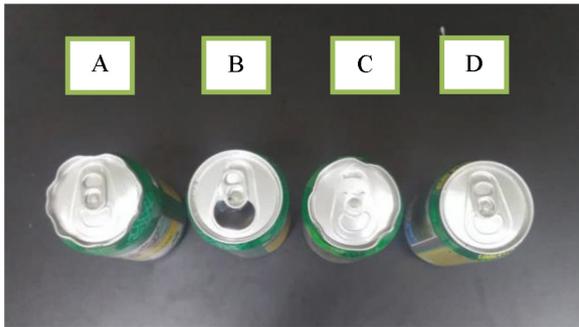
Gambar 2. Ekstraksi template

Gambar 3. Tampilan *interface* aplikasi

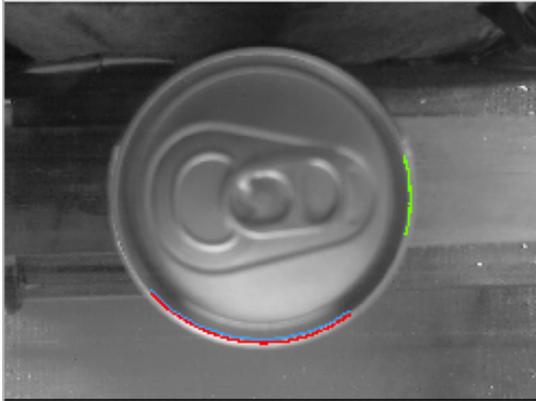
d. Template Matching

Template matching adalah suatu proses membandingkan suatu citra *template* (referensi) dengan citra uji dengan suatu kriteria *matching*. Bagian ini merupakan bagian kunci yang menentukan keberhasilan proses pengklasifikasian kaleng. Dalam artikel ini digunakan *template matching* berbasis *contour analysis*, yaitu *template matching* yang didasarkan pada penghitungan kemiripan *contour* antara objek yang diuji dengan objek referensi. Proses *template matching* dilakukan setelah didapatkan citra objek yang akan diuji. Citra objek ini didapatkan dari proses filter warna HSL. Proses *template*

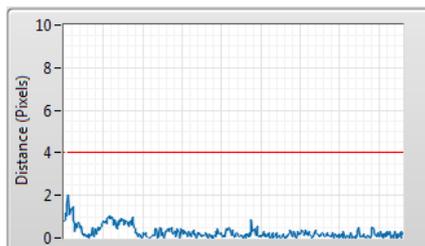
matching didahului dengan proses ekstraksi *template* untuk mendapatkan data ciri dari *template* yang dibutuhkan sebagai ciri referensi. Gambar 2 menunjukkan hasil ekstraksi titik-titik pada keliling lingkaran kaleng sebagai ciri *contour* yang akan dianalisis kemiripannya. Garis merah menunjukkan kumpulan titik-titik uji pada *template* di keliling lingkaran. Setelah *template* diekstraksi, ciri tersebut disimpan dalam *database* yang akan dijadikan sebagai *template*. Ciri objek disimpan dalam bentuk jarak titik-titik dalam garis merah terhadap pusat lingkaran dalam kaleng sebagai *contour* yang akan dianalisis.



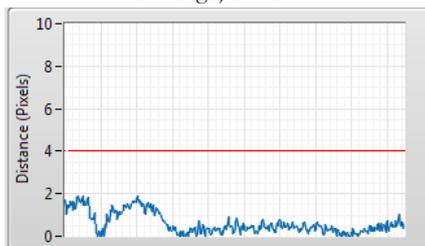
Gambar 4. Sample uji.



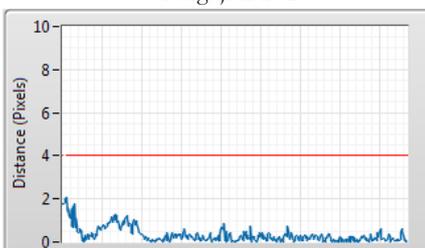
Gambar 5. Sampel uji pada kondisi GOOD (OK)



a. Pengujian ke 1



b. Pengujian ke 2



c. Pengujian ke 3

Gambar 6. Hasil pengujian objek OK

Langkah selanjutnya adalah menghitung *matching score* pada tiap titik uji antara kaleng uji dan kaleng *template*. *Matching score* dihitung berdasarkan nilai RMS (*Root Mean*

Square) dari jarak tiap titik pada kaleng uji ke titik pada *template* dihitung berdasarkan rumus (3).

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N}} \quad (3)$$

dengan x adalah jarak masing-masing titik ke titik uji *template*. Objek yang *matching* akan mempunyai nilai RMS di bawah *threshold* yang telah ditentukan

3. Hasil

Gambar 3 menunjukkan tampilan *interface* aplikasi yang dibuat berdasarkan *NI Labview Vision* yang terdiri dari *A* adalah 3 buah *picture box* yang berfungsi untuk mengakuisisi *frame* video, menampilkan gambar dan menampilkan hasil pengolahan gambar, *B* adalah tampilan untuk memonitoring data yang keluar pada *template matching*, *C* adalah grafik yang keluar pada *template matching*, *D* adalah indikator untuk membedakan jenis kaleng yang OK atau *reject*, *E* adalah lampu status kaleng OK atau *reject*, *F* adalah tombol OK untuk meng-*capture* gambar, *G* adalah *combo box* untuk memilih *port* kamera dan *arduino* yang digunakan, *H* adalah indikator *error* apabila sistem mengalami kesalahan, *I* adalah nilai maksimum *distance pixels* dalam menentukan nilai kaleng OK atau *reject*.

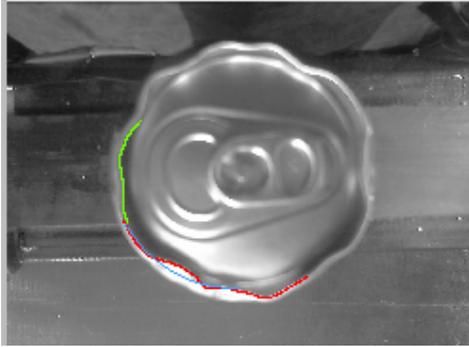
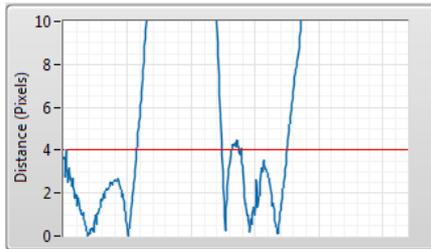
Sampel uji ditunjukkan oleh gambar 4. *A* adalah kaleng *reject1* dengan diameter yang tidak sesuai. *B* adalah kaleng *reject2* dengan pembuka kaleng terbuka. *C* adalah kaleng *reject3* dengan diameter yang tidak beraturan dan tidak memiliki pembuka kaleng. *D* adalah kaleng dengan kondisi baik (OK).

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan *template matching* berbasis *contour analysis* untuk menentukan kriteria *reject* pada kaleng. *Contour analysis* akan menghitung kemiripan dua objek dengan menghitung jarak masing-masing titik terhadap titik uji. Dalam pengujian ini, penulis menggunakan lingkaran dengan diameter 4 cm sebagai *template*. Proses *template matching* dilakukan untuk setiap titik dalam lingkaran kaleng yang berjarak kurang dari 4 cm. Dengan membandingkan tiap titik pada semua sampel, kita dapat mengetahui suatu sampel termasuk objek yang OK atau *reject*.

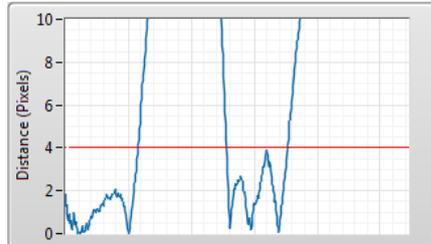
a. Pengujian sample dengan kondisi Good (OK)

Pada pengujian kaleng *Good* (OK), penulis uji sampel sebanyak 3 kali dengan orientasi peletakan objek yang berbeda. Sampel yang diuji ditunjukkan pada gambar 5. Garis merah merupakan jarak diameter objek referensi sedangkan warna biru adalah jarak tiap *pixel* terhadap *template* lingkaran.

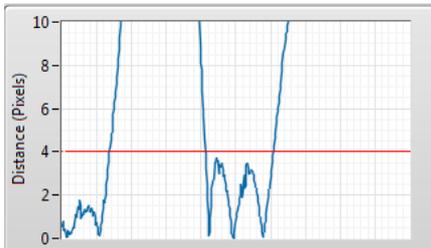
Hasil pengujian ditunjukkan gambar 6. Sumbu *Y* menunjukkan jarak tiap *pixel* dan sumbu *X* menunjukkan posisi titik tersebut pada lingkaran dimulai dari sudut 0–360. Garis merah pada grafik merupakan *threshold* pada tiap titik sebagai pembatas suatu objek mirip dengan objek referensi. Dari ketiga pengujian di atas didapatkan bahwa tidak ada satu nilai dari posisi titik uji pada kaleng yang melebihi *threshold*. Nilai RMS hasil pengujian masing-masing yaitu 0,39; 0,74 dan 0,57 *pixels*. Sehingga rata-rata RMS untuk ketiga pengujian di atas adalah 0,59 *pixels*. Hal ini menunjukkan bahwa sample uji masuk kriteria ok (*GOOD*).

Gambar 7. Sampel uji kaleng *reject1*

a. Pengujian ke 1



b. Pengujian ke 2



c. Pengujian ke 3

Gambar 8. hasil pengujian objek *reject1*

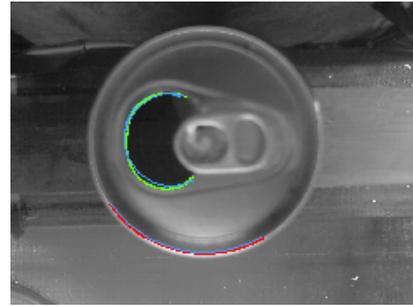
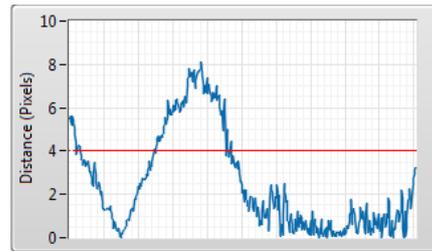
b. Pengujian sample reject 1

Pada pengujian kaleng *reject 1* (kaleng dengan diameter yang tidak sesuai), penulis uji sampel sebanyak 3 kali dengan orientasi peletakan objek yang berbeda. Sampel yang diuji ditunjukkan pada gambar 7. Hasil pengujian ditunjukkan gambar 8.

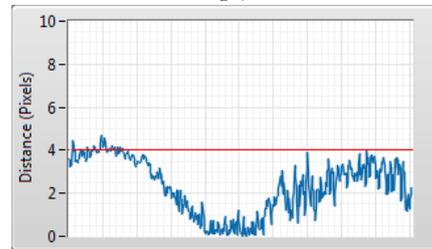
Dari ketiga pengujian di atas didapatkan bahwa ada beberapa titik dalam kaleng yang jarak pixelnya melebihi *threshold*. Nilai RMS hasil pengujian masing-masing yaitu 17,39; 20,87 dan 20,51 *pixels*. Sehingga rata-rata RMS untuk ketiga pengujian di atas adalah 19,59 *pixels*. Hal ini menunjukkan bahwa sampel uji masuk kriteria *reject*.

c. Pengujian sample reject 2

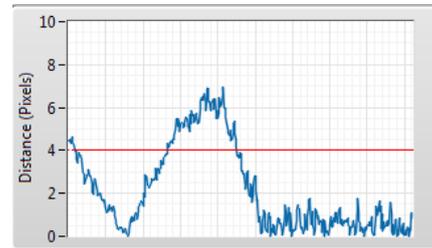
Sampel uji *reject2* (kaleng dengan pembuka kaleng terbuka) dan hasil pengujian ditunjukkan oleh gambar 9 dan gambar 10.

Gambar 9. Sampel uji kaleng *reject2*

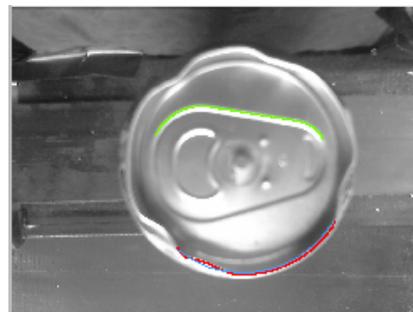
a. Pengujian 1



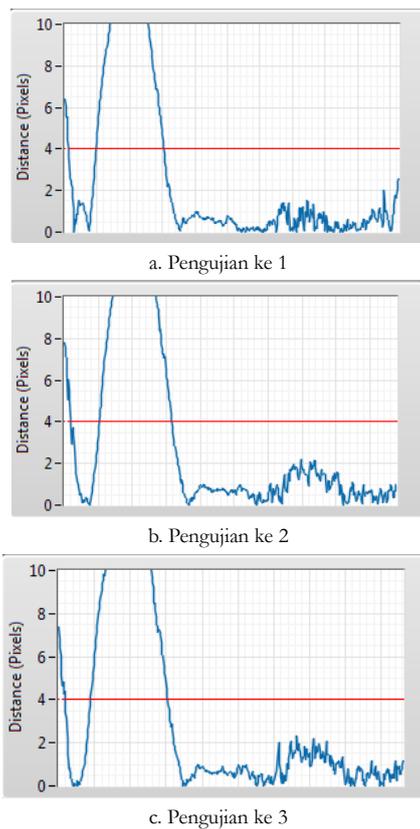
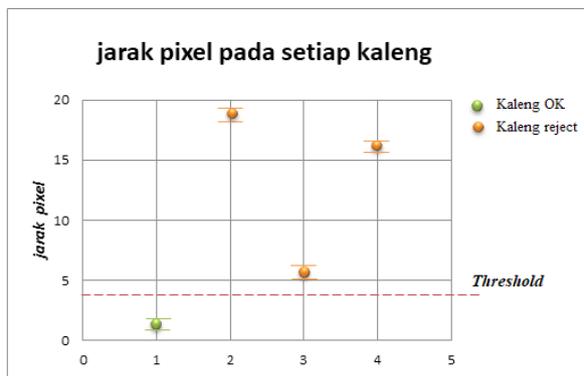
b. Pengujian 2



c. Pengujian 3

Gambar 10. hasil pengujian objek *reject2*Gambar 11. Sampel uji kaleng *reject3*

Ketiga pengujian menunjukkan ada beberapa titik dalam kaleng yang jarak pixelnya melebihi *threshold*. Nilai RMS hasil pengujian masing-masing yaitu 4,72; 5,19 dan 5,24 *pixels*. Rata-rata RMS untuk ketiga pengujian di atas adalah 5,05 *pixels*. Hal ini menunjukkan bahwa sampel uji masuk kriteria *reject*.

Gambar 12. hasil pengujian objek *reject3*Gambar 13. Grafik jarak rata-rata *pixel* pada setiap kaleng pengujian

d. Pengujian sample reject 3

Sampel uji *reject3* (kaleng tanpa pembuka kaleng terbuka dan diameter tidak beraturan) dan hasil pengujian ditunjukkan oleh gambar 11 dan gambar 12.

Ketiga pengujian menunjukkan ada beberapa titik dalam kaleng yang jarak *pixel*-nya melebihi *threshold*. Nilai RMS hasil pengujian masing-masing yaitu 14,72, 15,19 dan 15,24 *pixels*. Rata-rata RMS untuk ketiga pengujian di atas adalah 15,05 *pixels*. Hal ini menunjukkan bahwa sampel uji masuk kriteria *reject*.

Dari keempat pengujian yang dilakukan (1 kaleng OK dan 3 kaleng *reject*), didapatkan jarak *pixel* rata-rata untuk masing-masing kategori digambarkan dalam grafik pada gambar 13. Terlihat bahwa untuk kaleng dengan kategori OK, nilai jarak *pixel* berada di bawah nilai *threshold*, sementara 3 kaleng *reject* mempunyai jarak *pixel* di atas *threshold*.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menerapkan filter warna HSL untuk mendeteksi objek kaleng dari citra yang tertangkap kamera dan melakukan penklasifikasian objek dalam kategori OK atau *reject* menggunakan *template matching* berdasarkan *contour analysis*. Filter HSL dapat mendeteksi objek kaleng dengan baik dalam kondisi latar yang berubah. *Template matching* berhasil mengklasifikasi objek melalui tiga kali pengujian dengan orientasi dan posisi objek yang berbeda. Objek berhasil diklasifikasi dengan baik dalam dua kategori OK atau *reject*. Dengan menerapkan nilai *threshold* sebesar 4, didapatkan nilai RMS untuk objek kategori OK adalah 0,59. Sementara untuk objek kategori *reject* didapatkan nilai RMS sebesar 19,59; 5,05; dan 15,05 berturut-turut untuk objek *reject* karena diameter tidak beraturan, objek *reject* dengan pembuka kaleng terbuka dan objek *reject* dengan tanpa pembuka kaleng.

Penelitian ini masih perlu ditingkatkan terutama dalam pendeteksian objek yang *reject* sedikit seperti diameter hanya di satu sisi yang berbeda. Hal ini masih memungkinkan dikategorikan objek *good*. Perbaikan perlu dilakukan dengan menambahkan kriteria klasifikasi lainnya seperti *pixel matching*. Ini masih tersisa untuk penelitian selanjutnya.

5. Daftar Pustaka

- [1] V. Mosorov and J. Nowakowski, "Image Defect Detection Methods for Visual Inspection Systems," in Proceeding of International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics, 2007.
- [2] A. Addien and P. W. Laksono, "Analisis Pengendalian Kualitas Coca-Cola Kaleng Menggunakan Statistical Process Control pada PT CCAI Central Java," in Prosiding Seminar dan Konferensi Nasional, pp. 8–9, 2017.
- [3] B. Sugandi, "Deteksi dan Pelacakan Wajah Berdasarkan Warna Kulit Menggunakan Partikel Filter," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 2, pp. 116–122, 2017.
- [4] K. Basha, P. Ganesan, V. Kalist, B. S. Sathish, and J. M. Mary, "Comparative Study of Skin Color Detection and Segmentation in HSV and YCbCr Color Space," *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 57, pp. 41–48, 2015.
- [5] R. Wijanarko and N. Eko, "Deteksi Wajah Bebas Segmentasi Warna Kulit Menggunakan Ruang Warna YCbCr dan Template Matching," *J. Ilm. Cendekia Eksakta*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2017.
- [6] N. Izzati, N. Anis, M. Razali, and H. Achmad, "Fire Recognition Using RGB and YCbCr Color Space," *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 21, pp. 9786–9790, 2015.
- [7] M. Balcilar, M. F. Amasyali, and A. C. Sonmez, "Moving Object Detection using Lab2000HL Color Space with Spatial and Temporal Smoothing," *J. Appl. Math. Inf. Sci.*, vol. 1766, no. 4, pp. 1755–1766, 2014.

- [8] S. Tsai and Y. Tseng, "A novel color detection method based on HSL color space for robotic soccer competition," *Comput. Math. with Appl.*, vol. 64, no. 5, pp. 1291–1300, 2012.
- [9] A. M. Aibinu, A. A. Shafie, and M. J. E. Salami, "Performance Analysis of ANN based YCbCr Skin Detection Algorithm," *Proceeding Int. Symp. Robot. Intell. Sensors*, vol. 41, no. Iris, pp. 1183–1189, 2012.
- [10] N. S. Widodo and A. Rahman, "Vision Based Self Localization for Humanoid Robot Soccer," *Telkonnika*, vol. 10, no. 4, pp. 637–644, 2012.
- [11] E. Budianita and L. Handayani, "Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K- Nearest Neighbour Untuk Membangun Aplikasi Pembeda Daging Sapi dan Babi," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 12, no. 2, pp. 242–247, 2015.
- [12] G. Sharma, "Image Recognition System using Geometric Matching and Contour Detection," *J. Comput. Appl.*, vol. 51, no. 17, pp. 48–53, 2012.
- [13] B. Leksono, A. Hidayatno, and R. R. Isnanto, "Aplikasi Metode Template Matching untuk Klasifikasi Sidik Jari," *Transmisi*, vol. 13, no. 1, pp. 1–6, 2011.
- [14] M. & S. R. Bianco Simone & Buzzelli, "Object Detection Using Feature-based Template Matching," *Proc. SPIE - Int. Soc. Opt. Eng.*, 2013.
- [15] W. and Y. P. A, "Penggunaan Template Matching untuk Identifikasi Kecacatan pada PCB," in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 2008.
- [16] I. Pham, R. Jalovecky, and M. Polasek, "Using template matching for object recognition in infrared video sequences," in *Proceeding of IEEE/AIAA 34th Digital Avionics Systems Conference (DASC)*, p. 8C5-1-8C5-9, 2015.
- [17] A. Banharnsakun and S. Tanathong, "Object Detection Based on Template Matching through Use of Best-So-Far ABC," *Comput. Intel. Neurosci.*, 2014.

Self Organizing Maps (SOM) untuk Pengelompokan Jurusan di SMK

Rusydi Umar*, Abdul Fadlil, Rifqi Rahmatika Az Zahra

Program Studi Magister Teknik Informatika

Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

*rusydi_umar@rocketmail.com

Abstrak-Permasalahan pemilihan jurusan yang tepat banyak dirasakan oleh siswa yang baru lulus sekolah SMP. Salah satu penyebab permasalahan tersebut adalah kebanyakan calon siswa merasa tidak mempunyai bakat dan tidak menguasai dalam beberapa materi pelajaran. Setiap orang pasti mempunyai bakat, seperti halnya orang pintar dan kurang pintar pasti mempunyai bakat juga. Bakat dan minat yang dimiliki sangat diperlukan seseorang dalam proses belajar. Seseorang harus mampu menentukan bidang yang diminati untuk dapat mengembangkan potensi yang dimilikinya. Langkah yang tepat untuk mempermudah siswa memilih jurusan adalah dengan metode *clustering*. *Clustering* merupakan pembelajaran yang tidak terbimbing atau juga disebut dengan *unsupervised learning*. Pengelompokan dilakukan berdasarkan rekam data kuisioner yang telah dibagikan kepada calon siswa. *Self Organizing Map (SOM)* merupakan metode untuk membagi pola masukan ke dalam beberapa kelompok *cluster*. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan klastering/pengelompokan jurusan sekolah terhadap siswa yang mengalami kebingungan untuk memutuskan. Pengelompokan didasarkan pada *skill*, bakat, dan minat masing-masing siswa. Pengelompokan pada penelitian ini bermanfaat bagi siswa-siswi yang mengalami kesulitan untuk memutuskan jurusan sekolah yang dituju. Hasil dari perhitungan tersebut berupa *cluster*. Hasil pengelompokan dapat digunakan sebagai rekomendasi pada calon siswa sesuai dengan *skill*, bakat, dan minat yang dimiliki.

Kata kunci: Clustering, Jaringan Syaraf Tiruan, Self Organizing Map.

1. Pendahuluan

Permasalahan pemilihan jurusan yang tepat banyak dirasakan oleh siswa yang baru lulus sekolah SMP. Pengambilan keputusan dengan memilih jurusan yang sesuai akan berdampak pada kehidupan ke depan [1]. Salah satu penyebab permasalahan memilih jurusan adalah banyaknya calon siswa merasa tidak mempunyai bakat, tidak pintar dalam beberapa materi pelajaran. Setiap orang pasti mempunyai bakat. Bakat dan minat mempermudah seseorang dalam proses belajar. Orang pintar dan kurang pintar pasti mempunyai bakat. Permasalahan yang dihadapi calon siswa adalah belum menemukan bakat yang dimiliki. Pengelompokan perlu dilakukan agar dapat membantu calon siswa yang akan memilih jurusan.

Pengelompokan data berdasarkan kemiripan/ketidakmiripan tanpa ada *cluster* yang diketahui disebut dengan pembelajaran tidak terbimbing atau *unsupervised learning*. Menurut struktur, *clustering* dibagi menjadi dua, berbasis hierarki satu data tunggal bisa dianggap sebuah *cluster* dan berbasis partisi yang membagi *set* data ke dalam sebuah *cluster* yang tidak tumpang tindih, contohnya *K-Means*, *DBSCAN*, *Self Organizing Map* [2]. Syaripudin [3] melakukan penelitian tentang studi komparatif penerapan Metode *Hierarchical*, *K-Means*, dan *Self Organizing Maps (SOM)* *clustering* pada basis data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma SOM menghasilkan akurasi yang lebih baik dalam mengklasifikasikan objek ke dalam kelompok pencocokan. Pengelompokan hierarki dan SOM

menunjukkan hasil yang baik saat menggunakan kumpulan data kecil dibandingkan dengan menggunakan algoritma *k-means*.

Penelitian tentang penerapan metode *Self Organizing Map (SOM)* untuk visualisasi data geospasial pada sistem informasi sebaran Data Pemilih Tetap (DPT) menggunakan Matlab 7.01, ArcGIS 9.0, berbasis *desktop* dilakukan oleh Yunus Anis dan R.Rizal Isnantob [4]. Aplikasi yang dibuat dapat menyelesaikan pengambilan keputusan terkait visualisasi data DPT dengan berbagai pertimbangan menyangkut jumlah pemilih, jumlah TPS dan beberapa pertimbangan lainnya dengan menggunakan metode SOM. Meylindra Arini dan Rully A [5] melakukan penelitian tentang karakteristik pelanggan telepon kabel dengan SOM & *K-MEANS* untuk klasifikasi pelanggan Perusahaan Telekomunikasi menggunakan tool Matlab, SOM & *K-MEANS*, berbasis *Desktop*. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode SOM dan *K-means*, dengan melakukannya terhadap data *call detail record*. Azzahra [6] melakukan penelitian tentang metode *Fuzzy C-Means* untuk pengelompokan calon siswa SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta. Data yang dikelompokkan pada penelitian ini berdasarkan 3 kelompok. Data tersebut dapat membantu calon siswa dalam memilih jurusan sesuai dengan *cluster* yang dipilih.

Metode SOM adalah metode visualisasi data melalui penggunaan *Self Organizing Map Neural Networks*. SOM memerlukan penentuan laju pembelajaran, fungsi pembelajaran, jumlah iterasi yang diinginkan dalam

proses pengelompokannya. Untuk memberikan hasil pengelompokan, metode *Self Organizing Map* tidak memerlukan fungsi objektif seperti *K-Means* dan *Fuzzy CMeans* pada kondisi yang telah mencapai iterasi yang optimal, SOM akan terus berjalan sampai target iterasi yang ditentukan terpenuhi. Pengelompokan dengan metode SOM berdasarkan *skill*, bakat, dan minat calon siswa. Berdasarkan penelitian yang dahulu, penulis menggunakan metode SOM untuk menyelesaikan permasalahan penentuan jurusan bagi calon siswa baru. Pengelompokan ini dapat digunakan untuk mengetahui kelompok-kelompok calon siswa berpotensi dan akhirnya dapat diarahkan untuk mengambil jurusan berdasarkan potensi yang telah dimiliki.

2. Dasar Teori

Teuvo Kohonen pada tahun 1990-an memperkenalkan Algoritma *Self Organizing Map* (SOM) sebagai metode Jaringan Syaraf Tiruan. SOM merupakan salah satu *Unsupervised Artificial Neural Network* (*Unsupervised ANN*) di mana dalam proses pelatihan tidak memerlukan pengawasan. Pengelompokan data sesuai fitur-fitur dari vektor *input* data *input* [7]. Pada jaringan SOM masing-masing *neuron* akan dibentuk berdasarkan nilai tertentu dalam suatu *cluster*. Pada proses *cluster* yang berjalan bobot *vector* paling cocok dengan pola masukan akan terpilih sebagai pemenang [4].

Berikut adalah langkah-langkah algoritma SOM [8]:

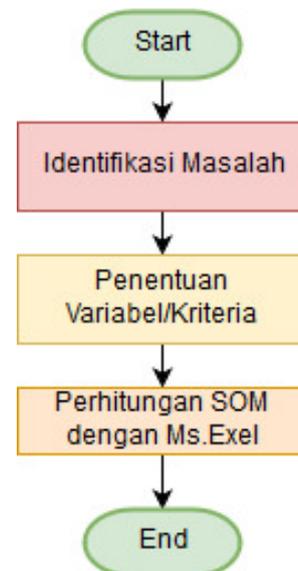
- 1) Inisialisasi bobot *input* dan *output* w_{ij} dengan nilai *random* 0-1,
 - Menetapkan parameter *learning rate* (η),
 - Memilih salah satu *input* dari vektor *input* yang ada,
- 2) Selama syarat kondisi berhenti bernilai *false*, kerjakan langkah 2-8
- 3) Menghitung jarak (d_j) antar vektor *input* dan *output* dengan rumus: $D(j) = \sum (w_{ij} - x_i)^2$
- 4) Mencari nilai terkecil dari seluruh bobot (d_j). *Index* dari bobot (d_j) yang paling mirip disebut *winning neuron*,
- 5) Memperbarui setiap bobot w_{ij} dengan menggunakan rumus:

$$w_{ij}(\text{baru}) = w_{ij}(\text{lama}) + \alpha \cdot [x_i - w_{ij}(\text{lama})]$$
- 6) Memperbarui *learning rate* (α), dimana $0 < \alpha(t) < 1$ perbarui dengan rumus:
- 7) Mengulangi langkah 6 sampai dengan langkah 7 hingga mencapai iterasi atau *epoch* maksimal. Kondisi pemberhentian w_{ij} apabila w_{ij} hanya berubah sedikit saja, berarti iterasi sudah mencapai konvergensi sehingga dapat dihentikan.

3. Metode

a. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menyajikan hasil survei berupa kuisioner data penelitian. Responden dari kuisioner penelitian ini adalah oleh calon siswa yang akan masuk SMK. Penentuan responden secara *random*. Data yang digunakan berjumlah 9 data. Data sekunder penelitian diambil dari beberapa sumber yaitu: internet, buku, artikel, dll. Selanjutnya data dijadikan *input* algoritma SOM pada penelitian ini. Proses pengelompokan menggunakan metode SOM menggunakan simulasi di MS.Exel.



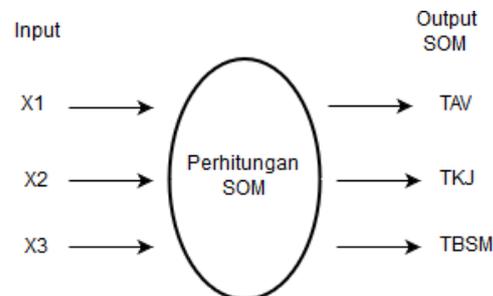
Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tabel 1. Kriteria

Variabel/Kriteria	Keterangan
X_1	<i>Skill</i>
X_2	Bakat
X_3	Minat

Tabel 2. Cluster

Cluster	Keterangan
TAV/ P1	Teknik Audio Video
TKJ/P2	Teknik Komputer Jaringan
TBSM/P3	Teknik Bisnis Sepeda Motor



Gambar 2. Proses *Self Organizing Map*

b. Tahap Penelitian

Tahap penelitian dimulai dengan menentukan identifikasi masalah, penentuan variabel/kriteria, perhitungan SOM dengan Ms.Exel. Tahapan-tahapan yang dilakukan merupakan tahapan yang urut dari awal hingga akhir terdapat pada gambar 1.

Pada tahap identifikasi masalah, masalah yang terjadi di masyarakat menjadi latar belakang adanya perhitungan tersebut. Penentuan variabel/kriteria pada tahap ini, variabel inputan dari data yang ada merupakan hal yang harus diketahui lebih jelas sebelum proses pengelompokan dilakukan. Di tahap perhitungan data inputan yang telah ditentukan akan diproses sehingga mendapatkan hasil berupa data cluster sesuai cluster yang ada dan iterasi yang telah ditentukan.

Tabel 3. Uji validitas kriteria skill

NAMA	KRITERIA 1								
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
rxv	0,78	0,47	0,71	0,75	0,69	0,76	0,88	0,88	0,40
t-hitung	2,20	1,33	2,02	2,11	1,95	2,16	2,50	2,50	1,13
t-tabel	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
signifikansi validitas	valid	valid	valid	Valid	valid	valid	valid	valid	valid

Tabel 4. Uji validitas kriteria bakat

NAMA	KRITERIA 2								
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
rxv	0,53	0,38	0,72	0,49	0,59	0,80	0,70	0,72	0,59
t-hitung	1,49	1,07	2,04	1,37	1,67	2,25	1,98	2,05	1,67
t-tabel	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
signifikansi validitas	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid	valid

Tabel 5. Uji validitas kriteria minat

NAMA	KRITERIA 3								
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
rxv	0,33	0,67	0,40	0,61	0,32	0,59	0,53	0,59	0,90
t-hitung	0,94	1,90	1,13	1,71	0,90	1,67	1,49	1,66	2,54
t-tabel	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	$\frac{0,6}{3}$	0,63	0,63	0,63
signifikansi validitas	valid	valid	valid	Valid	valid	valid	valid	valid	valid

Table 6. Nilai alpha cronbach's

Kriteria	Alpha Cronbach's	Keterangan
Skill	0.61	Reliabel
Bakat	0.78	Reliabel
Minat	0.65	Reliabel

Tabel 7. Tabel hasil kuisioner

Data	Parameter		
	Skill	Bakat	Minat
1	42	40	39
2	41	35	29
3	54	26	30
4	37	39	37
5	34	30	32
6	54	25	26
7	35	32	35
8	32	59	22
9	27	59	23

c. Menentukan Kriteria

Hasil penelitian yang diharapkan adalah pengelompokan jurusan menggunakan metode *Self Organizing Map* (SOM). Berdasarkan 3 jenis kriteria utama yaitu kemampuan *skill*, bakat, dan minat yang dipakai, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tiga variabel yang ada X_1 merupakan skill yang dimiliki calon siswa, X_2 merupakan bakat, dan X_3 yang merupakan minat yang dimiliki. Kemudian ada beberapa cluster yang diinginkan yaitu pada Tabel 2.

Tiga *cluster* yang ada, yaitu: TAV adalah Teknik Audio Video, TKJ adalah Teknik Komputer Jaringan, dan TBSM adalah Teknik Bisnis Sepeda Motor.

d. Proses Self Organizing Map

Gambar 2, merupakan data yang telah dimasukkan kemudian diproses. Proses yang ada pada program merupakan implementasi dari metode *Self organizing Map* (SOM) dengan mengelompokan data/klastering.

Tabel 8. Data yang sudah dinormalisasi

Data	Parameter		
	P1	P2	P3
1	0.625	0.563	0.531
2	0.594	0.406	0.219
3	1.000	0.125	0.250
4	0.499	0.531	0.469
5	0.375	0.250	0.313
6	1.000	0.094	0.125
7	0.406	0.313	0.406
8	0.313	1.156	0.000
9	0.156	1.156	0.091

Tabel 9. Tabel jarak Iterasi 1(data 1)

D (Jarak Neuron)		
D1	D2	D3
0.311	0.214	0.102
0.751	0.142	0.11
1.418	0.190	0.231
0.334	0.371	0.056
0.785	0.371	0.096
1.641	0.248	0.430
0.606	0.418	0.005
0.821	1.449	0.848
0.145	1.677	0.883

4. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan *Self Organizing Map* (SOM) yang dilakukan pada Ms.Exel 2016 telah dilakukan. Hasil dari perhitungan tersebut ditampilkan pada Tabel 4-6.

a. Hasil Uji Validitas dan Rehabilitas

1) Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk memastikan seberapa baik suatu instrumen untuk mengukur konsep yang seharusnya diukur. Penelitian dikatakan valid apabila adanya kesamaan antara data yang telah terkumpul dengan data yang diteliti [9]. Rumus yang digunakan adalah *Product Moment* dari Karl Pearson, persamaan 1.

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{\{N \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}} \quad (1)$$

a. Kriteria *Skill*

Validitas merupakan ketepatan alat ukur untuk yang dilakukan untuk mendapatkan data. Suatu kriteria dikatakan valid apabila kriteria tersebut mampu mencapai pengukuran yang amat tepat. Suatu kriteria dikatakan valid apabila $p \text{ value} \leq$ taraf signifikansi (α) 0,05. Hasil validasi terdapat pada Tabel 3.

b. Kriteria Bakat

Hasil dari uji validitas kriteria bakat dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, korelasi butir instrumen valid jika nilai korelasinya lebih besar dari t-tabel. Dari tabel di atas didapat rxy pada

B1 1,49 lebih besar dr t-tabel 0,63 maka dapat dikatakan instrumen valid.

c. Kriteria Minat

Hasil uji validitas kriteria minat disajikan pada tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, diperoleh hasil rxy =0.33. Jika t-hitung >t tabel dengan nilai 0,63 maka dapat disimpulkan bahwa kualitas variabel minat merupakan konstruksi (*construct*) yang valid untuk variabel pengelompokan jurusan.

2) Rehabilitas

Rehabilitas berhubungan dengan hasil ketetapan pengukuran. Kuisisioner dapat dikatakan reabel apabila memberikan data relatif (sama) pada saat dilakukan pengukuran kembali. Uji reabilitas dilakukan dengan rumus *cronbach*, persamaan 2.

$$r_{11} = \left[\frac{k}{(k-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (2)$$

Hasil uji reabilitas dapat diketahui dengan nilai *alpha cronbach's* disajikan dalam Tabel 6. Hasil uji reabilitas menunjukkan *skill* dengan nilai 0,61, bakat dengan nilai 0,78 dan minat dengan nilai 0,65. Karena nilai *alpha cronbach's* masing masing kriteria memiliki nilai yang >0.

b. Data Kuisisioner

Berdasarkan *form* kuisisioner yang telah dibagikan kepada calon siswa, dapat diperoleh skor dari masing-masing kriteria calon siswa. Hasilnya terdapat pada tabel 7.

Tabel 10. Tabel update bobot Iterasi 1 (data 1-9)

Data	Update bobot		
1	0.390	0.934	0.875
	0.940	0.553	0.193
	0.715	0.473	0.521
2	0.390	0.934	0.875
	0.940	0.553	0.193
	0.642	0.433	0.340
3	0.390	0.934	0.875
	0.976	0.296	0.227
	0.642	0.433	0.340
4	0.390	0.934	0.875
	0.976	0.296	0.227
	0.538	0.492	0.417
5	0.390	0.934	0.875
	0.976	0.296	0.227
	0.440	0.347	0.355
6	0.390	0.934	0.875
	0.990	0.175	0.166
	0.440	0.347	0.355
7	0.390	0.934	0.875
	0.990	0.175	0.166
	0.420	0.326	0.385
8	0.344	1.067	0.350
	0.990	0.175	0.166
	0.420	0.326	0.385
9	0.231	1.121	0.159
	0.990	0.175	0.166
	0.420	0.326	0.385

Data *skill*, bakat, dan minat yang disajikan merupakan penjumlahan skor dari masing-masing kriteria pada tiap-tiap data. Kriteria skor yang dipakai untuk masing masing data calon siswa. seperti di bawah ini:

- 5 = Sangat Tidak Mampu
- 4 = Tidak Mampu
- 3 = Cukup Mampu
- 2 = Mampu
- 1 = Sangat Mampu

c. Perhitungan SOM

Dari 9 data hasil kuisioner akan dilakukan *clustering*. Untuk mempermudah proses perhitungan dilakukan normalisasi. Data yang telah dinormalisasi dapat dilihat dalam Tabel 8.

- Jumlah data (n) = 9
- Jumlah variabel input (m) = 3
- Jumlah *cluster* yang diinginkan (k) = 3
- *Learning rate* (α) = 0.6

1. Inisialisasi bobot

Inisialisasi bobot, dengan ukuran matrik dimensi 3x3 secara acak digunakan bobot awal sebagai berikut:

Bobot_Input W:

$$W = \begin{pmatrix} 0,390 & 0,934 & 0,875 \\ 0,940 & 0,553 & 0,193 \\ 0,849 & 0,338 & 0,506 \end{pmatrix}$$

2. Menghitung jarak (d_j) antar vektor *input* dan *output* dengan *neuron output* dengan rumus:

$$D(j) = \sum_i (w_{ij} - x_i)^2 \quad (3)$$

Perhitungan jarak, Tabel 9, berhasil menghitung jarak terkecil, yaitu jarak terkecil adalah *neuron* ke-1, maka *neuron* 1 diperbarui bobotnya.

3. Memperbarui setiap bobot w_{ij} dengan menggunakan rumus:

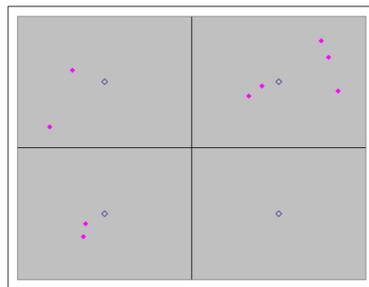
$$W_{ij}(\text{baru}) = W_{ij}(\text{lama}) + \alpha(X_i - W_{ij}(\text{lama})) \quad (4)$$

Bobot diperbarui berdasarkan jarak terkecil dari perhitungan jarak pada Tabel 9. Dari perhitungan bobot di atas didapatkan bobot baru setelah diperbarui, Tabel 10.

Setelah bobot baru diperbarui, kemudian lanjutkan langkah yang sama untuk semua data yang ada, dan lanjutnya iterasi sampai *epoch* maksimal. Selisih antara w_{ij} saat itu dengan w_{ij} pada iterasi sebelumnya merupakan kondisi penghentian iterasi. Hasil iterasi terakhir dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Tabel perbaikan bobot neuron di iterasi terakhir

Data	Update Bobot		
1	0.226	1.139	0.105
	0.995	0.140	0.171
	0.477	0.392	0.404
2	0.226	1.139	0.105
	0.995	0.140	0.171
	0.494	0.394	0.377
3	0.226	1.139	0.105
	0.996	0.138	0.183
	0.494	0.394	0.377
4	0.226	1.139	0.105
	0.996	0.138	0.183
	0.495	0.415	0.390
5	0.226	1.139	0.105
	0.996	0.138	0.183
	0.477	0.390	0.379
6	0.226	1.139	0.105
	0.997	0.131	0.174
	0.477	0.390	0.379
7	0.226	1.139	0.105
	0.997	0.131	0.174
	0.466	0.378	0.383
8	0.239	1.141	0.089
	0.997	0.131	0.174
	0.466	0.378	0.383
9	0.226	1.143	0.090
	0.997	0.131	0.174
	0.466	0.378	0.383



Gambar 3. Ekstraksi ciri pada 3 Cluster

Tabel 12. Tabel hasil setelah epoch iterasi terakhir

Data	Parameter			Cluster
	P1	P2	P3	
1	0.625	0.563	0.531	3
2	0.594	0.406	0.219	3
3	1.000	0.125	0.250	2
4	0.499	0.531	0.469	3
5	0.375	0.250	0.313	3
6	1.000	0.094	0.125	2
7	0.406	0.313	0.406	3
8	0.313	1.156	0.000	1
9	0.156	1.156	0.091	1

Perbaikan bobot dalam Tabel 11 merupakan bobot *neuron* di iterasi terakhir. Hasil iterasi pada bobot map tidak terjadi perubahan atau *epoch* maksimal, dengan demikian iterasi sudah sesuai dengan target konvergensi sehingga dapat dihentikan.

c. Ekstraksi Ciri

Pada ekstraksi ciri dengan 3 *cluster* hasil terbaik ditunjukkan pada gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan ekstraksi ciri pada TAV yaitu 2 titik diatas berwarna merah yang merupakan data yang mendekati *cluster* 1, kemudian TKJ 2 titik di bawah kiri berwarna merah yang merupakan data yang mendekati *cluster* 2, dan TBSM 5 titik berwarna merah yang masing-masing merupakan ekstraksi ciri dari 3 *cluster*.

Pengelompokan ini terdapat tiga kelas yaitu c1,c2,c3, sehingga *clustering* ini menggunakan ukuran *cluster* sebanyak tiga. Banyaknya anggota masing-masing *cluster* dengan ukuran *cluster* 3 disajikan pada Tabel 12. Pada dasarnya pengelompokan jurusan dapat dikelompokkan setelah ada data. *Clustering* dilakukan untuk membantu menyederhanakan penentuan/pengelompokan data calon siswa sesuai dengan *skill*, bakat, minat calon siswa. Hasil dari pengelompokan dapat membantu kebingungan calon siswa karna merasa tidak mempunyai bakat dan tidak pintar dalam beberapa materi pelajaran.

5. Kesimpulan

Dapat diambil kesimpulan bahwa pengelompokan menggunakan *Self Organizing Map* (SOM) dapat membantu calon siswa mengambil keputusan berdasarkan perhitungan *skill*, bakat, serta minat yang dimiliki siswa. Pengelompokan perlu dilakukan agar dapat membantu menentukan jurusan pada SMK yang diminati. Hasil dari perhitungan berupa *cluster* atau hasil pengelompokan sebagai rekomendasi pada calon siswa yang sesuai dengan kemampuan *skill*, bakat, dan minat yang dimiliki. Nilai terkecil dari 3 *cluster* yang dihitung akan masuk sesuai jurusan yang sudah ditentukan, berdasarkan hasil penelitian yang sudah dicapai pada hasil *epoch* iterasi terakhir. Untuk penelitian

selanjutnya dapat dilakukan perbandingan dengan metode lain.

6. Daftar Pustaka

- [1] P. D. Ariani, E. M. Kusuma, D. K. Basuki, K. P. Keputih, and S., “*Sistem pendukung keputusan pemilihan jurusan di SMK menggunakan Neuro Fuzzy*”, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-14627-paperpdf.pdf>
- [2] E. Prasetyo, “*Data Mining, Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*”; Andi Offset, Yogyakarta, 2014.
- [3] U. Syaripudin, I. Badruzaman, E. Yani, and M. Ramdhani, “*Studi komparatif penerapan Metode Hierarchical, K-Means dan Self Organizing Maps (SOM) clustering pada basis data*”, Jurnal ISTEK. Vol. VII, No. 1, pp. 132–149, 2013.
- [4] Y. Anis and R. R. Isnanto, “*Penerapan Metode Self-Organizing Map (SOM) Untuk Visualisasi Data Geospasial Pada Informasi Sebaran Data Pemilih Tetap (DPT)*,” *J. Sist. Inf. Bisnis*, vol. 01, pp. 48–57, 2014.
- [5] A. Meylindra, dan A. Rully, “*K-Means Untuk Klasifikasi Pelanggan Perusahaan*,” Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia, ITS Surabaya, September, 2014.
- [6] R. R. Az-Zahra, R. Umar, and A. Fadlil, “*Fuzzy C-Means Method For Clustering The New Student Candidate At SMK Muhammadiyah 3 Yogyakarta*,” *Kinetik*, vol. 3, no. 4, 2018.
- [7] S. L. Shieh and I. E. Liao, “*A new approach for data clustering and visualization using self-organizing maps*,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 39, no. 15, pp. 11924–11933, 2012.
- [8] S. J. Jek, *Jaringan Saraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset, 2009.
- [9] Sugiyono, “*Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*”, Alfabeta, Bandung, 2011.

Mitra Bestari (Reviewer)

Dewan editor mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas partisipasi para reviewer berikut ini yang telah membantu dalam proses penerbitan jurnal Khazanah Informatika volume 4 tahun 2018.

1. Adi Supriyatna, AMIK BSI Karawang
2. Aris Rakhmadi, UMS
3. Asslia Johar Latipah, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
4. Azizah Fatmawati, UMS
5. Bana Handaga, UMS
6. Bayu Adhi Tama, Universitas Sriwijaya
7. Dedi Gunawan, UMS
8. Dwi Ely Kurniawan, Politeknik Negeri Batam
9. Endah Sudarmilah, UMS
10. Endang Wahyu Pamungkas, UMS
11. Fatah Yasin, UMS
12. Friyadie, STMIK Nusa Mandiri Jakarta
13. Heru Supriyono, UMS
14. Indra Waspada, Universitas Diponegoro
15. Jan Wantoro, UMS
16. Mardhiya Hayaty, Universitas AMIKOM Yogyakarta
17. Naufal Azmi Verdikha, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
18. Rofilde Hasudungan, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur
19. Sitaresmi Wahyu Handani, AMIKOM Purwokerto
20. Siti Puspita Sakti, STMIK Syaik Zainuddin NW Anjani
21. Sukirman, UMS
22. Tati Ernawati, Politeknik TEDC Bandung
23. Titin Pramiyati, UPN "Veteran" Jakarta
24. Umi Fadlilah, UMS
25. Yusuf Sulisty Nugroho, UMS

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi



Kutipan dari Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia
Nomor: 21/E/KPT/2018, Tanggal 9 Juli 2018
Tentang Hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 1 Tahun 2018

Nama Jurnal Ilmiah

Khazanah Informatika: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika

E-ISSN: 2477-698X

Penerbit: Prodi Informatika Universitas Muhammadiyah Surakarta

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 2

Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun, yaitu
Volume 2 Nomor 1 Tahun 2016 sampai Volume 6 Nomor 2 Tahun 2020

Jakarta, 9 Juli 2018
Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan



Dr. Muhammad Dimiyati
NIP. 195912171984021001

