



Intelligent System and Information Security [an Introduction]

Erik Iman Heri Ujianto, dkk

Universitas Teknologi Yogyakarta
2020

Intelligent System and Information Security [an Introduction]

Oleh : Erik Iman Heri Ujianto
Arif Amrulloh
Triyas Hevianto Saputro
Gunawan Wibisono
Intan Setiawati
Saifuddin
Agus Rakhmadi Mido
Fitria Ilhami Ikromina
Tri Waluyo
Nur Hidayati

Editor : Tri Widodo

ISBN : 978-623-7746-10-2

Penerbit:

Universitas Teknologi Yogyakarta

Redaksi:

Jl. Siliwangi, Jombor, Sleman, Yogyakarta

Email: publikasi@uty.ac.id

Website: www.uty.ac.id

Cetakan pertama, Mei 2020

Hak Cipta ©2020 pada penulis,

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa ijin dari penulis

Intelligent System and Information Security

[an Introduction]

Penulis:

Erik Iman Heri Ujjianto
Arif Amrulloh
Triyas Hevianto Saputro
Gunawan Wibisono
Intan Setiawati
Saifuddin
Agus Rakhmadi Mido
Fitria Ilhami Ikromina
Tri Waluyo
Nur Hidayati

Editor:

Tri Widodo

Universitas Teknologi Yogyakarta
2020

Kata Pengantar

Alhamdulillah, Puji syukur atas Rahmat dan Ni'mat yang Allah SWT berikan kepada kita semua, sehingga penyusunan Book Chapter Intelligent System and Information Security [an Introduction] ini dapat terlaksana dengan baik.

Book Chapter ini diambil dari berbagai referensi yang penyusun cantumkan. Penyusunan Book Chapter ini tidak terlepas dari berbagai bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Semoga Book Chapter ini dapat memudahkan para mahasiswa dan pembaca dalam memahami dan mempelajari isu terkait sistem cerdas maupun keamanan informasi.

Book Chapter ini tidak terlepas dari berbagai kekurangan, semoga kekurangan yang ada tidak mengurangi esensi dari manfaat Book Chapter ini. Kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan.

Yogyakarta, Mei 2020

Penyusun

Daftar Isi

Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
BAGIAN 1. INTELLIGENT SYSTEM	
Introduction to Intelligent System	1
1 Penggunaan Data Mining untuk Rekomendasi Jadwal Perkuliahan Menggunakan Algoritma Naïve Bayes, Algoritma Genetika dan Tabu Search	8
2 Penggunaan Data Mining untuk Analisis Kecenderungan Pengguna Twitter	19
3 Analisis Ekstraksi Ciri dan Pengenalan Pola untuk Deteksi Penderita Covid-19	39
4 Pemanfaatan Image Processing untuk Deteksi Penyakit Tanaman Padi	50
5 Sistem Pendukung Keputusan untuk Evaluasi Penentuan Proposal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat	68
BAGIAN 2. INFORMATION SECURITY	
Introduction to Information Security	83
6 Keamanan Informasi Menggunakan Teknik Steganografi	90
7 Teknik Watermarking untuk Video Digital	108
8 Perancangan Learning Management System	125
9 Review Pemanfaatan E-Voting	135

BAGIAN 1. INTELLIGENT SYSTEM

Introduction to Intelligent System

Erik Iman Heri Ujjianto

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Kajian tentang sistem cerdas (*intelligent system*) meliputi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), kecerdasan komputasional (*computational intelligence*), Sistem pendukung keputusan (*decision support system*), penambangan data (*data mining*), dan lain-lain. Mekanisme kecerdasan buatan meliputi pembelajaran, penalaran, dan persepsi. Penelitian dengan topik-topik yang berhubungan dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merujuk kepada kemampuan piranti (mesin) untuk menunjukkan perilaku cerdas, mengemulasi dan mensimulasi metode akuisisi dan aplikasi pengetahuan serta penalaran manusia. Kecerdasan komputasional (*computational intelligence*) merupakan kajian dari mekanisme adaptif yang menjadikan perilaku cerdas pada lingkungan yang kompleks dan berubah. Sistem pendukung keputusan (*decision support system*) merupakan pemodelan pembuatan keputusan dengan memanfaatkan kecerdasan komputasional, model matematis, dan optimasi. Data mining merupakan bidang penelitian yang luas yang memproses, mentransformasikan, mengumpulkan, dan menemukan informasi tersembunyi yang banyak dibutuhkan untuk aplikasi komputer dalam hal algoritma, teknik, dan eksperimen.

Kata Kunci: *intelligent, artificial, computational, decision*

1. Pendahuluan

Penelitian tentang sistem cerdas (*intelligent system*) cukup berkembang meliputi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), sistem berbasis pengetahuan (*knowledge based system*), jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*), sistem agen (*agent systems*), dan sistem pendukung

keputusan (*decision support system*), serta penambangan data (*data mining*) dalam berbagai bentuk seperti teks/dokumen, citra, sensor, dll. Topik-topik penelitian dalam kecerdasan buatan meliputi: a).Sistem agen (*agent systems*), seperti membangun sistem yang berfungsi sebagai agen (contoh: *driver agent*, agen monitoring proyek, dll); b). Sistem penalaran komputer berbasis kasus (*case based reasoning systems*); c). Sistem pakar (*expert system*)/sistem berbasis pengetahuan (*knowledge based systems*); d). Pemrosesan bahasa alami (*natural language processing*); e). Pengenalan pola (*pattern recognition*); f).Pencarian solusi untuk penyelesaian masalah (*searching*); g).Sistem panca indera (*vision system*); h). Permainan (*games*). Topik-topik tersebut merupakan kajian penelitian yang mendalami cara untuk mengorganisasikan, merepresentasikan, menyimpan pengetahuan (*knowledge*) dan memanfaatkan pengetahuan secara tepat, dan efisien untuk menyelesaikan permasalahan, mendesain, dan membangun sistem cerdas (*intelligent system*).

2. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Perkembangan komputer dan teknologi informasi saat ini secara umum sangat membantu manusia diberbagai bidang kehidupan [1]. Salah satu bidang yang mengalami perkembangan pesat adalah kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merujuk pada simulasi kecerdasan manusia di dalam mesin yang diprogram untuk berpikir dan meniru tindakan manusia. Karakteristik ideal *Artificial Intelligence* (AI) adalah terkait kemampuannya untuk merasionalisasi dan mengambil tindakan yang memiliki peluang terbaik untuk mencapai tujuan tertentu. Kecerdasan buatan berprinsip bahwa kecerdasan manusia dapat didefinisikan sedemikian rupa sehingga mesin dapat dengan mudah meniru seperti manusia, dapat menjalankan tugas dari yang sederhana hingga yang kompleks. Mekanisme kecerdasan buatan meliputi pembelajaran, penalaran, dan persepsi.

Penelitian dengan topik-topik yang berhubungan dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) merujuk kepada kemampuan piranti (mesin) untuk menunjukkan perilaku cerdas, mengemulasi, dan mensimulasi metode akuisisi dan aplikasi pengetahuan serta penalaran manusia. Contoh implementasi *Artificial Intelligence (AI)*, antara lain: **Otomasi**, sistem atau proses yang berfungsi secara otomatis, misalnya otomatisasi proses robotik dapat diprogram untuk melakukan tugas bervolume tinggi dan berulang seperti yang digunakan dalam jalur perakitan produksi mobil. **Visi mesin**, teknologi menangkap dan menganalisis informasi visual menggunakan konversi analog-ke-digital kamera dan pemrosesan sinyal digital, digunakan dalam berbagai aplikasi dari identifikasi tanda tangan hingga analisis citra medis. **Pemrosesan bahasa alami** (*Natural Language Processing/NLP*), pemrosesan bahasa manusia oleh program komputer, salah satu contohnya adalah deteksi *spam*, yang melihat baris subjek dan teks email dan memutuskan apakah itu termasuk sampah. Pendekatan saat ini NLP didasarkan pada pembelajaran mesin (*machine learning*). Tugas NLP termasuk terjemahan teks, analisis sentimen, dan pengenalan suara. **Robotika**, robot digunakan untuk melakukan tugas sulit (bagi manusia) dan harus dilakukan secara konsisten. Para peneliti juga menggunakan pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk membangun robot yang dapat berinteraksi dalam lingkungan sosial. **Mobil dengan pengemudi otomatis**, menggunakan kombinasi visi komputer, pengenalan gambar, dan pembelajaran mendalam untuk membangun keterampilan otomatis dalam mengemudikan kendaraan, dengan tetap berada di jalur dan menghindari penghalang yang tak terduga.

Selain itu berkembang juga kecerdasan komputasional (*computational intelligence*). Kecerdasan komputasional merupakan kajian dari mekanisme adaptif yang menjadikan perilaku cerdas pada lingkungan yang kompleks dan berubah. Penciptaan model algoritma untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks, meliputi jaringan syaraf

tiruan (*artificial neural network*), komputasi evolusioner (*evolutionary computation*), kecerdasan kelompok (*swarm intelligence*), penalaran Bayes (*Bayesian reasoning*), dan sistem fuzzy (*fuzzy system*). Salah satu penerapan jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*) menggunakan metode *backpropagation*. Beberapa tahapan *backpropagation*[2] yaitu dengan inisialisasi bobot, aktivasi, menghitung bobot input dan bias output dan perubahan bobot dan bias. Selain itu berkembang juga penelitian-penelitian berbasis metode *fuzzy*. Penggunaan metode *fuzzy logic* dapat dikembangkan dengan Python aplikasi, lebih cepat dan mudah karena modul *fuzzy* dan matematika sudah tersedia [3].

3. Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System*)

Keputusan merupakan hasil dari proses memilih pilihan terbaik diantara beberapa alternatif yang telah tersedia [4]. Pengambilan keputusan merupakan tugas utama seorang manajer atau pengguna sistem pendukung keputusan [5]. Kegiatan yang diperlukan adalah mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan serta menentukan metode pengambilan keputusan yang akan digunakan sebagai dasar untuk mengambil keputusan [4]. Pengambilan keputusan terdiri atas identifikasi masalah, pemilihan alternatif penyelesaian masalah, evaluasi serta pemilihan alternatif keputusan [5]. Setiap keputusan yang dibuat mempunyai tujuan yang akan dicapai. Pembuatan keputusan berarti memilih / menentukan pilihan terbaik dari beberapa alternatif pilihan yang tersedia.

Sistem Pendukung Keputusan (*Decision Support System/DSS*) merupakan sistem dalam memecahkan permasalahan secara semi terstruktur dengan hasil berupa informasi atau sebuah usulan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan [5]. Sistem ini merupakan suatu sistem berbasis komputer yang ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan dalam memanfaatkan data dan model tertentu untuk memecahkan berbagai persoalan yang tidak terstruktur [6]. Sistem pendukung keputusan (*decision support system*) termasuk Sistem

Pendukung Keputusan Kelompok (*Group DSS*) merupakan pemodelan pembuatan keputusan dengan memanfaatkan kecerdasan komputasional, model matematis, dan optimasi. Sistem pendukung keputusan merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk mempertinggi efektifitas pembuatan keputusan. Sedangkan manajemen pengetahuan (*knowledge management*) meliputi pengelolaan pengetahuan (*knowledge*) secara eksplisit dan sistematis, serta proses yang terkait dengan penciptaan, ekstraksi, transformasi, penyimpanan, penggabungan, pemanfaatan dan pengembangan pengetahuan (*knowledge*) dalam mencapai suatu tujuan.

4. Penambangan Data (*Data Mining*)

Data mining adalah suatu proses mengidentifikasi data agar menjadi sebuah informasi maupun keputusan [7]. Data mining adalah proses penyaringan data yang relevan sesuai dengan minat bisnis seseorang dari kumpulan besar data menggunakan teknik dan algoritma yang berbeda seperti *Association*, *Clustering* dan *Classification* [8]. Tinjauan [9] dalam penerapan data mining dan analisis sejauh ini memiliki tujuan untuk prediksi, deteksi dan pengembangan strategi manajemen berdasarkan data yang dikumpulkan. Aplikasi data mining yang sukses telah memberikan dorongan bagi pihak-pihak yang relevan untuk memanfaatkannya secara penuh karena mereka menyadari bahwa data mining sangat penting dalam perolehan informasi yang berharga untuk semua sektor yang terlibat dalam industri yang terkait [10]. Data mining merupakan bidang penelitian yang luas yang memproses, mentransformasikan, mengumpulkan, dan menemukan informasi tersembunyi yang banyak dibutuhkan untuk aplikasi komputer dalam hal algoritma, teknik, dan eksperimen [11]. Penambangan data dikenal sebagai alat penemuan pengetahuan untuk menemukan pengetahuan baru atau pola tersembunyi yang tak terduga dari basis data [12]. Data mining memanfaatkan teknik statistik, matematik, dan kecerdasan buatan untuk melakukan ekstraksi dan identifikasi informasi.

5. Kesimpulan

Penelitian tentang sistem cerdas (*intelligent system*) cukup berkembang. Salah satu bidang yang mengalami perkembangan yang pesat adalah kecerdasan buatan. Selain itu berkembang juga kecerdasan komputasional (*computational intelligence*). Sistem pendukung keputusan (*decision support system*) merupakan pemodelan pembuatan keputusan dengan memanfaatkan kecerdasan komputasional, model matematis, dan optimasi. Data mining adalah suatu proses mengidentifikasi data agar menjadi sebuah informasi maupun keputusan.

Daftar Pustaka

- [1] Sunarya, I Made Gede., Purnami, Ida Ayu Putu. 2014. Pengembangan Media Pembelajaran Matakuliah Pengantar Kecerdasan Buatan Bahasan Jaringan Syaraf Tiruan. Seminar Nasional Riset Inovatif, [S.l.], v. 2, dec. 2014. Available at: <<https://eproceeding.undiksha.ac.id/index.php/senari/article/view/757>>
- [2] Ismanto, E. P. C. E., 2017. Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation Dalam Memprediksi Ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Riau. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(2), 83-98. <http://jurnal.univrab.ac.id/index.php/rabit/article/view/152>
- [3] Aritonang, C.R., Atmam, A., and Zondra,E., 2019. “Analisis Putaran Motor Pada Electrical Submersible Pump (ESP) Menggunakan Fuzzy Logic Controler Berbasis Python”, *SainETIn*, vol. 4, no. 1, pp. 32 – 39.
- [4] Diana,. 2018. Metode dan Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- [5] Sofian, Ofan., Joseph, Fauziyah. 2020. Sistem Pendukung Keputusan Studi Kasus Penentuan Kesehatan Gizi Balita. Yogyakarta: Deepublish.
- [6] Nofriansyah, Dicky., Defit, Sarjon., 2017. Multi Criteria Decision Making (MCDM) pada Sistem Pendukung Keputusan. Yogyakarta: Deepublish.
- [7] Hadikristanto, Wahyu; Fitri, Vidya Anis. 2019. Penerapan Algoritma Naïve Bayes Berbasis Particle Swarm Optimization (PSO) dalam Menangani Kasus Kanker Payudara. *Jurnal SIGMA*, [S.L.], V. 9, N. 1, P. Halaman 111 – 120. ISSN 2407-3903. Available At: <<https://www.jurnal.pelitabangsa.ac.id/index.php/sigma/article/view/472>>

- [8] Umadevi, S., 2017. "A Survey on Data Mining Classification Algorithms," *International Conference on Signal Processing and Communication (ICSPC 17)*, pp. 264-268.
- [9] Goswami, S., Chakraborty, S., Ghosh, S., Chakrabarti, A., Chakraborty B., 2018. *A Review on Application of Data Mining Techniques to Combat Natural Disasters*. *Ain Shams Eng J* 2018;9:365–78. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.01.012>.
- [10] Lashari, S.A., 2018. "Application of Data Mining Techniques for Medical Data Classification: A Review," *MATEC Web of Conferences* 150, pp. 1-6.
- [11] Rahman, N., 2018, "Data Mining Techniques and Applications: A Ten-Year Update", *International Journal of Strategic Information Technology & Applications*, vol.9, no.1, pp.78-97.
- [12] Najafabadi, M.K., 2017. "A Survey on Data Mining Techniques in Recommender Systems," *Soft Computing*, vol. 23, p. 627–654.

Penggunaan Data Mining untuk Rekomendasi Jadwal Perkuliahan Menggunakan Algoritma Naïve Bayes, Algoritma Genetika dan Tabu Search

Arif Amrulloh¹, Erik Iman Heri Ujianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹arif.amrulloh@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Penjadwalan mata kuliah pada perguruan tinggi menjadi masalah penting karena penjadwalan mata kuliah rutin dilakukan disetiap awal semester, Bentrok jadwal dosen, ruangan, mata kuliah, jam perkuliahan menjadi masalah serius yang perlu diperhatikan supaya proses perkuliahan bisa berjalan dengan baik. Data mining bisa membantu pihak institusi dalam proses penggalian data yang tersedia agar bisa proses pembuatan jadwal perkuliahan bisa lebih optimal. Untuk menunjang proses tersebut perlu digunakan sebuah metode dan algoritma yang sesuai dengan kebutuhan institusi, metode Naïve Bayes bisa dimanfaatkan untuk mengklasifikasi data berdasarkan jenisnya, sedangkan Algoritma genetika dapat dikombinasikan dengan Tabu Search untk penyusunan jadwal perkuliahan agar tidak terjadi bentrok atau duplikat data.

Kata Kunci: Data Mining, Naïve Bayes, Algoritma Genetika, Tabu Search

1. Pendahuluan

Penjadwalan perkuliahan merupakan salah satu masalah penelitian yang menantang yang melibatkan siswa, fakultas, ketersediaan ruang kelas, ukuran kelas dan banyak faktor lainnya. Karena kebanyakan masalah penjadwalan, penjadwalan kursus menjadi masalah NP-Hard. Karena sifatnya yang menantang, seringkali tujuan utama hanya untuk menemukan solusi yang layak yang memenuhi persyaratan siswa, dosen dan kelas daripada mencari optimalitas yang menghasilkan lingkungan

pengajaran yang paling efektif bagi sebagian besar siswa. [1]. Penambangan data pendidikan berguna untuk membantu pendidik meningkatkan perencanaan administrasi dan layanan terhadap siswa mereka [2]. Penambangan data (*Data Mining*) merupakan bidang penelitian yang luas yang memproses, mentransformasikan, mengumpulkan, dan menemukan informasi tersembunyi yang banyak dibutuhkan untuk aplikasi komputer dalam hal algoritma, teknik, dan eksperimen [3].

Penambangan data (*Data Mining*) adalah proses penyaringan data yang relevan sesuai dengan minat bisnis seseorang dari kumpulan besar data menggunakan teknik dan algoritma yang berbeda seperti *Association*, *Clustering* dan *Classification* [4]. Berdasarkan masalah ini, metode pengolahan data diperlukan, yaitu klasifikasi. Klasifikasi adalah salah satu metode untuk menemukan model atau fungsi yang menjelaskan dan membedakan konsep atau kelas data [5]. Sedangkan metode Naive Bayes adalah metode yang sangat terkenal untuk klasifikasi teks karena asumsi kisi efektif, implanisasi cepat dan mudah [6].

Selain menggunakan metode Naive Bayes, Algoritma genetika dan Tabu Search juga dapat dikombinasikan untuk optimalisasi pada proses penjadwalan perkuliahan, Algoritma Genetika (GA) adalah salah satu metode perhitungan yang digunakan dalam penjadwalan aplikasi. GA menjalankan operasi pengulangan (seleksi, crossover, mutasi, dan penggantian) hingga kondisi pengulangan berhenti, Penggunaan GA dalam penjadwalan dilaporkan dapat menghasilkan jadwal yang optimal [7]. Algoritma Tabu Search TS menggunakan memori untuk menyimpan informasi yang terkait dengan proses pencarian, yang membantu dalam menghindari siklus (solusi menghindari data yang sudah dikunjungi sebelumnya supaya tidak dipilih kembali) [8].

2. Data Mining

Data Mining memiliki peran penting yang signifikan dalam institusi pendidikan. Pengetahuan yang diperoleh dengan teknik

penambangan data dapat digunakan untuk membuat yang keputusan efektif yang dapat meningkatkan dan memajukan kinerja siswa dalam pendidikan [9]. Penggalan data memiliki potensi untuk menghasilkan lingkungan yang kaya pengetahuan yang dapat membantu meningkatkan kualitas keputusan secara signifikan. Aplikasi data mining yang sukses telah memberikan dorongan bagi pihak-pihak yang relevan untuk memanfaatkannya secara penuh karena mereka menyadari bahwa data mining sangat penting dalam perolehan informasi yang berharga untuk semua sektor yang terlibat dalam industri yang terkait [10]. Penambangan data dikenal sebagai alat penemuan pengetahuan untuk menemukan pengetahuan baru atau pola tersembunyi yang tak terduga dari basis data [11]. Selain dalam institusi pendidikan data mining juga banyak digunakan dalam berbagai macam aplikasi, seperti diagnosis medis, target pemasaran, memperkirakan pemirsa pengguna televisi, desain produk, prediksi keuangan, deteksi penipuan kartu kredit [12]. Di lingkungan pendidikan, data mining telah diterapkan untuk berbagai tujuan dan untuk menyelesaikan berbagai tugas [13].

3. Algoritma Naïve Bayes

Naïve Bayes adalah metode penganalisis probabilistik sederhana yang menghitung satu set probabilitas dengan menjumlahkan kombinasi frekuensi dan nilai dari dataset yang diberikan. Algoritma ini menggunakan teorema Bayes dan mengasumsikan semua atribut independen atau non-dependen. Naif Bayes didasarkan pada asumsi penyederhanaan independen secara kondisional jika diberi nilai output. Keuntungan menggunakan Naif Bayes adalah metode ini hanya membutuhkan sejumlah kecil data pelatihan untuk menentukan parameter yang diperlukan dalam proses klasifikasi [14]. Naive Bayes (NB) adalah metode klasifikasi yang telah dipelajari secara luas untuk kategorisasi teks. NB mengadopsi asumsi bahwa nilai fitur tertentu tidak tergantung pada nilai fitur lainnya. Dalam konteks klasifikasi teks, asumsi Naive Bayes adalah bahwa probabilitas setiap kata yang muncul dalam sebuah

dokumen tidak tergantung pada kemunculan kata lain dalam dokumen yang sama. Ada dua jenis pengklasifikasi teks berbasis NB. Yang pertama disebut multivariat Bernoulli NB, yang menggunakan vektor biner untuk mewakili dokumen, di mana masing-masing komponen vector menyatakan apakah suatu istilah ada atau tidak ada dalam dokumen. Yang kedua adalah multinomial NB, yang juga memperhitungkan frekuensi istilah dalam dokumen [15].

Algoritma Naive Bayes adalah algoritma klasifikasi berdasarkan statistik pada teorema Bayes yang membantu kita menemukan probabilitas terjadinya dua peristiwa berdasarkan probabilitas terjadinya setiap peristiwa individu. Algoritma ini bekerja pada prinsip bahwa setiap atribut independen tidak terkait dengan yang lain. Ada tiga Klasifikasi Naive Bayes yang populer yaitu Gaussian Naive Bayes Classifier, Multinomial Classification Naive Bayes dan Klasifikasi Bernoulli Naive Bayes [16]. Pendekatan yang digunakan dalam klasifikasi Naive Bayes sangat sederhana. Dengan melakukan sejumlah kecil pelatihan data dimungkinkan dapat mengklasifikasikan contoh yang diberikan. Misalnya untuk memprediksi buah "apel", berdasarkan pada warna merah, dan bentuknya bulat itu diklasifikasikan sebagai apel yang menunjukkannya sebagai model independen. Metode ini juga cocok untuk situasi yang kompleks [4]. Teorema Bayes adalah rumus matematika yang digunakan untuk menentukan probabilitas bersyarat (Eq1), yang dinamai setelah abad ke-18 oleh Ahli matematika Inggris Thomas Bayes [12].

$$P(A|B) = \frac{P(A) P(B|A)}{P(B)}$$

Keterangan:

$P(A | B)$ adalah probabilitas terjadinya peristiwa A saat peristiwa B terjadi,

$P(A)$ adalah probabilitas terjadinya A,

$P(B | A)$ adalah probabilitas terjadinya peristiwa B saat peristiwa A terjadi,

$P(B)$ adalah probabilitas terjadinya B.

4. Algoritma Genetika dan Tabu Search untuk penjadwalan

Jadwal kuliah diatur sedemikian rupa sehingga semua kuliah berjalan dengan baik. Menyusun jadwal kuliah adalah tugas besar. Ada banyak komponen yang terlibat dalam jadwal kuliah, seperti waktu, ruangan, dosen, dan kuliah. Itu menjadi masalah jika dosen harus mengajar di dua kelas yang berbeda secara bersamaan. Selanjutnya, kami menyebutnya sebagai masalah jadwal kuliah yang saling bertentangan. Tidak mudah untuk menyelesaikan masalah, karena jika kita mengubah waktu, itu akan mempengaruhi kuliah lainnya [17]. Optimalisasi dan penjadwalan adalah aspek penting dari banyak proses, ketika jumlah pengajar dan mata kuliah meningkat, siswa mulai mempertimbangkan mata kuliah dan dosen yang berbeda untuk mata pelajaran pilihan mereka, dan masalah ini menarik minat para peneliti di bidang optimisasi. Ada banyak faktor yang mempengaruhi keputusan siswa seperti waktu perkuliahan yang berbeda, pengajar dan pilihan mata kuliah, dan jam kuliah yang berbeda. Kendala ini menjadi sulit untuk ditangani dengan tangan atau pikiran ketika jumlah mata kuliah yang tersedia mencapai ratusan [18]. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan algoritma yang dapat membantu proses penjadwalan, Algoritma Genetika dapat dikombinasikan dengan tabu search untuk optimalisasi penjadwalan.

Pada dasarnya, Algoritma Genetika adalah program komputer yang mensimulasikan proses evolusi, dengan memproduksi kromosom setiap populasi secara acak dan memungkinkan kromosom-kromosom itu bereproduksi sesuai dengan hukum evolusi yang mungkin diharapkan menghasilkan kromosom utama atau yang lebih baik. Kromosom ini merupakan solusi dari masalah yang diangkat, sehingga ketika kromosom yang baik dihasilkan, diharapkan solusi yang baik untuk masalah ini juga diperoleh. Ada lima komponen utama penyelesaian masalah dengan menggunakan algoritma genetika, yaitu [19] [20] :

1. Teknik Pengkodean (*Encoding Technique*)

Teknik pengkodean meliputi pengkodean gen dari kromosom. Gen adalah bagian dari kromosom. Satu gen tunggal biasanya akan

mewakili satu variabel. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk: string bit, pohon, array bilangan real, aturan, elemen permutasi, elemen program, atau representasi lainnya yang dapat diimplementasikan untuk operator genetik.

2. Initialization Population

Ukuran populasi tergantung pada masalah yang harus dipecahkan dan jenis operator genetik yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, maka harus melakukan inisialisasi kromosom yang ada dalam populasi. Inisialisasi dilakukan secara acak dengan mempertimbangkan solusi awal dan domain kendala yang digunakan. Membangun populasi awal yang dihasilkan secara acak, sedangkan populasi berikutnya adalah hasil evolusi kromosom melalui iterasi yang disebut generasi. Suatu proses yang menghasilkan sejumlah individu secara acak (random). Jumlah populasi tergantung pada masalah yang harus dipecahkan dan jenis operator genetik yang akan diterapkan. Setelah jumlah populasi ditentukan, maka lakukan inisialisasi kromosom yang ada dalam populasi.

3. Selection Function

Dalam setiap generasi, kromosom akan melalui proses evaluasi menggunakan alat ukur yang disebut fungsi kebugaran. Fungsi kebugaran dapat berupa fungsi matematika atau fungsi lain yang ingin melihat masalah yang terselesaikan. Seleksi bertujuan untuk memberikan peluang yang lebih besar untuk reproduksi anggota populasi yang paling cocok. Nilai kesesuaian suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom populasi.

4. Operator Genetics

Algoritma genetika adalah proses pencarian heuristik dan pemilihan acak sehingga operator penekanan digunakan untuk menentukan keberhasilan algoritma genetika dalam menemukan solusi optimal suatu masalah yang diberikan. Hal yang perlu diperhatikan adalah untuk menghindari terjadinya konvergensi prematur, mencapai solusi optimal yang belum waktunya, dalam arti bahwa solusi yang

diperoleh adalah hasil optimal lokal. Ada dua jenis operator yang digunakan dalam algoritma genetika, yaitu operator untuk melakukan rekombinasi dan operator mutasi.

5. Parameter Determination

Penentuan parameter yang dimaksud adalah parameter kontrol algoritma genetika yaitu peluang crossover dan mutasi. Nilai parameter ini ditentukan berdasarkan masalah yang harus dipecahkan.

Algoritma genetika adaptif mengadopsi rumus P_c dan P_m , yang diusulkan oleh Schaffer [21]:

$$P_c = \frac{P_{c2}(f_m - f')}{f_m - f_a} \quad (f' \geq f_a) \quad (1)$$

$$P_c = P_{c1} \quad (f' < f_a) \quad (2)$$

$$P_m = \frac{P_{m2}(f_m - f)}{f_m - f_a} \quad (f \geq f_a) \quad (3)$$

$$P_m = P_{m1} \quad (f < f_a) \quad (4)$$

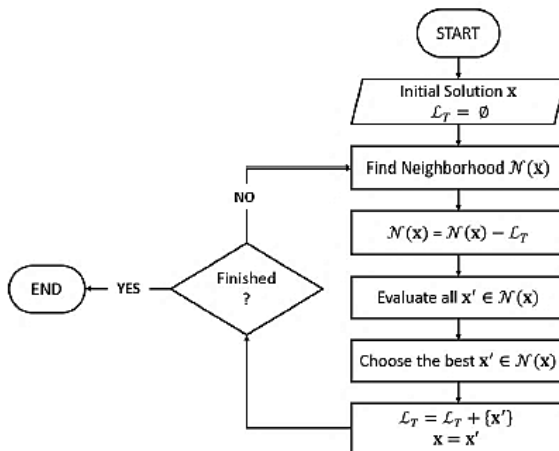
Keterangan:

f_m adalah individu dengan kebugaran terbesar dalam suatu populasi; f_a adalah rata-rata kebugaran dalam suatu populasi; f' adalah individu dengan kebugaran terbesar dalam operasi silang; f adalah kebugaran individu varian; P_{c1} , P_{c2} , P_{m1} dan P_{m2} adalah nilai dari [0,1];

Tabu Search (TS) awalnya disarankan oleh Glover [22] [23] [24]. TS adalah algoritma pencarian yang dimulai dari satu solusi acak dan memperbaruinya ke salah satu tetangga saat ini. Proses berlanjut sampai kriteria yang ditentukan dipenuhi dan solusi terbaik terlihat selama proses pencarian dikembalikan. Algoritma tabu search digunakan karena

kemampuannya menghafal untuk menghindari titik yang dikunjungi sebelumnya dengan menggunakan Tabu List [22].

Algoritma pencarian tabu telah digunakan secara luas untuk tujuan pemrograman integer selama bertahun-tahun. Tabu Search menggunakan prosedur lokal (atau pencarian lingkungan) untuk beralih secara iteratif dari satu solusi potensial x untuk solusi yang ditingkatkan x' di lingkungan $N(x)$ dari x , sampai beberapa kriteria berhenti dan telah terpenuhi. lingkungan $N(x)$ terdiri dari titik terdekat yang dapat diterima di sekitar titik saat ini x . Prosedur pencarian lokal sering terjebak pada minimum lokal. Untuk menjelajahi area pencarian ruang yang akan dibiarkan tidak dijelajahi oleh pencarian lokal lainnya, tabu search memungkinkan untuk memilih tetangga x' yang akan memperburuk tujuan (jika tidak ada langkah peningkatan tersedia). Untuk menghindari perulangan di antara dua solusi, beberapa tetangga dilarang dan disimpan dalam tabu list LT. Biasanya, tabu list berisi poin-poin yang sebelumnya dikunjungi. Panjang tabu list LT menentukan memori algoritma. Gambar 1 menunjukkan ciri khas dari tabu search [23].



Gambar 1. Workflow khas tabu search

5. Kesimpulan

Algoritma Tabu Search dikembangkan untuk memecahkan masalah dengan strategi langkah baru. Strategi ini menyediakan lingkungan yang terstruktur, yang bervariasi dengan ukuran masalah [24]. Dengan kombinasi algoritma genetik dan tabu search dapat membantu memecahkan masalah penjadwalan. Dalam hal ini, kombinasi dari algoritma genetika dan tabu search dapat membuat jadwal penggantian dengan waktu dan ruangan berbeda untuk waktu terbatas, Algoritma genetika dan tabu search mampu memberikan solusi optimal dengan kombinasi kombinatorial masalah untuk menyelesaikan masalah penjadwalan yang rumit. Masalah yang sulit dapat diselesaikan tanpa data yang hilang atau duplikat [25].

Daftar Pustaka

- [1] Y. Z. Ali Akgunduz, "INNOVATIVE COURSE SCHEDULING AND CURRICULUM DESIGN," *Proc. 2016 Canadian Engineering Education Association (CEEA16) Conf*, no. 001, pp. 1-5, 2016.
- [2] P. Rojanavasu, "Educational Data Analytics using Association Rule," *The 4th International Conference on Digital Arts, Media and Technology and 2nd ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering*, pp. 142-145, 2019.
- [3] N. Rahman, "Data Mining Techniques and Applications: A Ten-Year Update," *International Journal of Strategic Information Technology and Applications*, vol. 9, no. 1, pp. 78-97, 2018.
- [4] S.Umadevi, "A Survey on Data Mining Classification Algorithms," *International Conference on Signal Processing and Communication (ICSPC 17)*, pp. 264-268, 2017.
- [5] A. P. Wibawa, "Naïve Bayes Classifier for Journal Quartile Classification," *ijES*, vol. 7, no. 2, pp. 91-99, 2019.
- [6] M. Abbas, "Multinomial Naive Bayes Classification Model for Sentiment Analysis," *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, vol. 19, no. 3, pp. 62-67, 2019.

- [7] D. Kristiadi, "Genetic Algorithm for Lecturing Schedule Optimization (Case Study: University of Boyolali)," *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, vol. 13, no. 1, pp. 83-94, 2019.
- [8] I. Alharkan, "Tabu search and particle swarm optimization algorithms for two identical parallel machines scheduling problem with a single server," *Journal of King Saud University – Engineering Sciences*, pp. 1-9, 2018.
- [9] C. Jalota, "Analysis of Educational Data Mining using Classification," *2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (Com-IT-Con)*, pp. 243-247, 2019.
- [10] S. A. Lashari, "Application of Data Mining Techniques for Medical Data Classification: A Review," *MATEC Web of Conferences 150*, pp. 1-6, 2018.
- [11] M. K. Najafabadi, "A survey on data mining techniques in recommender systems," *Soft Computing*, vol. 23, p. 627–654, 2017.
- [12] M. M. Saritas, "Performance Analysis of ANN and Naive Bayes Classification Algorithm for Data Classification," *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, vol. 7, no. 2, p. 88–91, 2019.
- [13] E. Fernandes, "Educational data mining: Predictive analysis of academic performance of public school students in the capital of Brazil," *Journal of Business Research*, pp. 1-9, 2018.
- [14] F. Harahap, "Implementation of Naïve Bayes Classification Method for Predicting Purchase," *The 6th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM 2018)*, 2018.
- [15] X. Deng, "Feature selection for text classification: A review," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 78, p. 3797–3816, 2018.
- [16] G. Singh, "Comparison between Multinomial and Bernoulli Naïve Bayes for Text Classification," *2019 International Conference on Automation, Computational and Technology Management (ICACTM)*, pp. 593-596, 2019.
- [17] R. Marwati, "Fuzzy evolutionary algorithm to solve chromosomes conflict and its application to lecture schedule problems," *Proceedings of International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education (MSCEIS 2015)*, 2015.
- [18] S. Uslu, "Course Scheduler and Recommendation System for Students," *2016 IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, 2016.

- [19] G. Urva, "Genetic algorithm for optimization of lecturer schedule preparation," *1st International Conference on Advance and Scientific Innovation (ICASI)*, vol. 1175, pp. 1-6, 2019.
- [20] M. M. Jalalian, "A Genetic Algorithm for Scheduling a Semi-Continuous Process Industry: A Case Study," *IFAC PapersOnLine*, vol. 52, no. 13, pp. 1849-1853, 2019.
- [21] W. Wen-jing, "Improved Adaptive Genetic Algorithm for Course Scheduling in Colleges and Universities," *iJET*, vol. 13, no. 6, pp. 29-42, 2018.
- [22] H. Alazzam, "A hybrid job scheduling algorithm based on Tabu and Harmony search algorithms," *The Journal of Supercomp.*, vol. 76, no. 12, p. 7994–8011, 2019.
- [23] A. Hoffmann, "EOS Lumping Optimization Using a Genetic Algorithm and a Tabu Search," *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol. 174, pp. 1-18, 2018.
- [24] M. Kumar, "A Tabu Search Algorithm for Simultaneous Selection and Scheduling of Projects," *Harmony Search and Nature Inspired Optimization Algorithms*, pp. 1111-1121, 2018.
- [25] V. Kinasya, "Application of (Genetic – Tabu Search) Algorithms for Subsequent Lease Schedule," *INCITEST*, vol. 407, pp. 1-4, 2018.

Penggunaan Data Mining untuk Analisis Kecenderungan Pengguna Twitter

Triyas Hevianto Saputro¹, Erik Iman Heri Ujiyanto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹triyas.hevianto.saputro@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Twitter merupakan salah satu *platform* media sosial yang menyediakan ruang publik untuk mengemukakan opini. Dengan kemajuan teknologi, trending topik ter-update dapat langsung dilihat melalui *platform* ini. Pengetahuan yang terkandung dalam opini-opini ini dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan manajemen. *Web scrapping* merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk menggali data pada halaman website. Dalam tulisan ini mereview beberapa penelitian terdahulu yang membahas terkait dengan *data mining* dan sentimen analisis. Algoritma *machine learning* telah digunakan untuk mengklasifikasikan bahasa alami.

Kata Kunci: *Data Mining, Sentimen Analisis, Machine Learning*

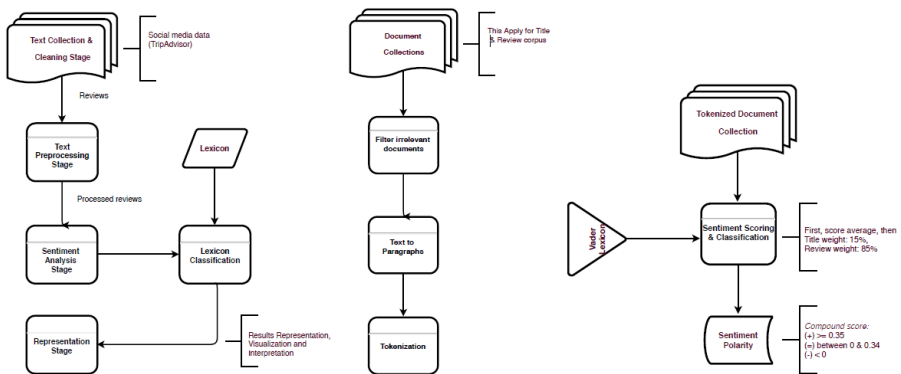
1. Pendahuluan

Media sosial (medsos) online merupakan tempat untuk berbagi pandangan dan perspektif bagi pengguna tentang berbagai isu dan subjek dengan teman, saudara, keluarga dan lain sebagainya [1] [2]. Media sosial dan internet juga muncul sebagai sumber informasi yang penting [3] [4]. Melalui medsos kita dapat saling berbagi pemikiran, keadaan, mental, momen, pendirian sosial, nasional, masalah internasional melalui pesan teks, foto, audio dan video dan posting. Emosi adalah karakteristik yang mencerminkan kepribadian dan sifat-sifat perilaku manusia [1]. Dengan kemajuan teknologi informasi [5], orang-orang dapat menyalurkan opininya melalui posting di medsos. Mereka dapat menyatakan opininya dapat berupa status, komentar, blog, dll [5]. Biasanya [6] [7] , *tweet* diklasifikasikan sebagai positif, netral atau negatif . Medsos yang banyak

digunakan orang-orang untuk menyatakan emosi saat ini seperti facebook, tweeter, instagram, dll. Dalam [1] yang diambil dari situs resmi tweeter, data tweeter merupakan pilihan medsos yang populer sebagai analisis teks. Dalam [8] juga memilih Twitter sebagai *micro logging platform* di mana pelanggan, konsumen, dan pengguna suatu produk dapat mengekspresikan pendapat mereka tentang produk tersebut. Analisis sentimen *tweet* telah dilakukan untuk mengukur opini publik tentang berita, berbagai kebijakan, peraturan perundang-undangan, tokoh, dan gerakan sosial [6]. Analisis sentimen dapat digunakan untuk mengklasifikasi polaritas opini public [8] [9]. Banyak perusahaan melakukan berbagai jenis survei seperti survei pemenuhan Produk, survei produk dan persaingan pasar, survei ekuitas merek, survei layanan pelanggan, survei penerimaan dan permintaan produk baru, survei kepercayaan dan loyalitas pelanggan, dan banyak survei lainnya untuk perusahaan dan peningkatan produk [8] [10]. Survei semacam ini membutuhkan banyak anggaran, tenaga kerja dan banyak waktu dan laporan yang dihasilkan pada proses ini mungkin tidak asli. *Online Social Network (OSN)* seperti Facebook, Google+, dan Twitter telah mengubah sistem saat ini dalam banyak dimensi.

Data mining [11] [12] telah menjadi objek penelitian yang aktif selama beberapa dekade, namun sifat rumit dari data mining masih belum sepenuhnya dipahami. Tinjauan [3] dalam penerapan data mining dan analisis sejauh ini memiliki tujuan untuk prediksi, deteksi dan pengembangan strategi manajemen berdasarkan data yang dikumpulkan. *Scraping web* sangat diperlukan oleh sejumlah profesional dan peneliti yang memerlukan data untuk pemrosesan, analisis, dan ekstraksi konsekuensi signifikan [13]. Dengan hal ini, penambangan data dapat dilakukan dengan teknologi *scraping* pada *website*. Dalam makalah ini [11], eksplorasi data mining yang luas yaitu mengumpulkan data tambahan secara otomatis saat diperlukan untuk penambangan data yang efektif. Pengumpulan ulasan yang ditulis orang melalui situs website dapat

memberikan efek yang mendalam pada proses pengambilan keputusan [5]. Teknik perayapan dan pengkikisan web merupakan aspek penting untuk penambangan data. Fokus dalam [11] proses membangun lingkungan untuk memfasilitasi penambangan data yang diperluas dapat dilakukan dengan pendekatan sederhana untuk menggambarkan seluruh proses menggunakan alat perayapan web yang ada. Penggabungan data set tambahan untuk mendapatkan nilai rekomendasi yang lebih baik. Data mining dan analisis dapat dilakukan dengan satu aplikasi yang sama, dalam penelitian ini [5] menawarkan alat perangkat lunak berbasis *cloud*. Alat ini untuk menganalisis data media sosial secara besar-besaran telah tersedia [5]. Karakteristik utama alat ini adalah untuk mengumpulkan data dari media sosial, menganalisis gabungan dari orang dan komentar, untuk mendeteksi polaritas teks, memprediksi pola perilaku dari informasi, dan melakukan pengunduhan data, *preprocessing*, analisis dan visualisasi dengan aplikasi yang sama.



Gambar 1 Flowchart metodologi; Tahap metodologi lengkap (kiri); Tahap persiapan teks (tengah); Tahap analisis sentimen (kanan) [5]

Analisis sentimen memiliki hubungan yang erat dengan penambangan data [14]. Seperti yang telah terurai sebelumnya, untuk mengetahui opini publik yang tersebar bebas di internet perlu dilakukan penambangan data. Opini-opini tersebut dapat diambil melalui berbagai

platform online. Dalam referensi [15] beberapa teknik untuk membuat data Twitter lebih dapat digunakan untuk layanan darurat dan untuk mengeksplorasi informasi apa yang dapat diambil dari *tweet*. Para penulis [15] [16] juga menunjukkan keberhasilan *Naïve Bayes Classifier* secara otomatis menghapus data yang tidak relevan dan secara dramatis mengurangi jumlah informasi yang perlu kami proses secara manual. Tetapi peneliti lain [17] [18] dengan masalah yang berbeda menerangkan bahwa *Support Vector Machine (SVM)* [19] memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi daripada *Naïve Bayes Classifier* dalam menganalisis sentimen. Dalam [19] *SVM* digabungkan dengan *Decision Tree* akan memberikan akurasi yang lebih baik daripada algoritma *Random Forest* dan *Naïve Bayes*. Teknik penambangan data dapat digunakan untuk memprediksi [14] [20] suatu kejadian berdasarkan sentimen analisis yang tercermin dalam data tweeter.

Para penulis juga telah banyak [21] melakukan survei terkait dengan penambangan data melalui media sosial yang mengarah pada identifikasi pengetahuan yang tersembunyi dalam data. Para peneliti [19] [22] [23] [24] telah membandingkan beberapa algoritma untuk mengklasifikasi data *stopword* untuk memprediksi sentimen menggunakan data teks yang berasal dari situs web atau media sosial. Penambangan teks [25] juga dapat digunakan untuk membangun pengetahuan dasar untuk memberikan informasi dan membangun strategi manajemen. Peneliti lain [26] menggunakan teknologi *Deep Learning* untuk menemukan fitur dalam ulasan berdasarkan sentimen pengguna dengan [27] algoritma *Recursive Neural Network (RNN)*.

Data publik yang tersedia pada media sosial seperti tweeter telah banyak digunakan untuk analisis sentimen terkait dengan hal-hal yang sedang trend. Wabah pandemi *coronavirus (COVID-19)* telah terjadi sejak akhir tahun 2019 lalu. Wabah ini telah memberikan tekanan luar biasa pada warga negara, sumber daya dan ekonomi dunia. Karantina mandiri, tindakan jaga jarak, larangan perjalanan dan penutupan bisnis mengubah pola masyarakat seluruh dunia. Telah banyak postingan online yang

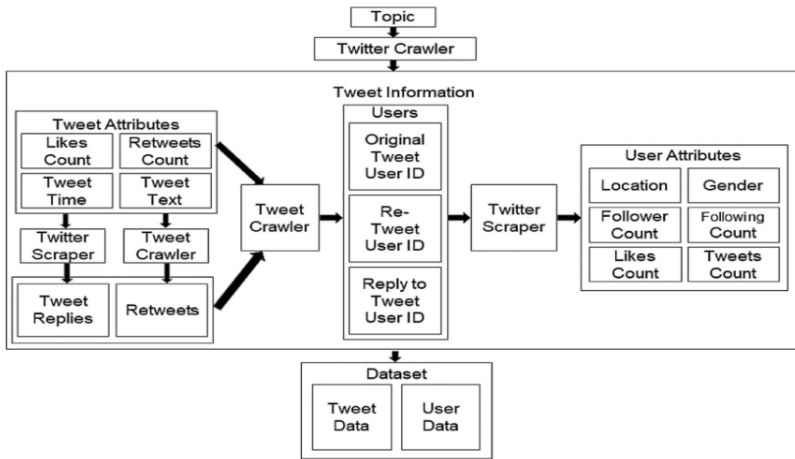
tersebar secara bebas pada media social tweeter terkait dengan fenomena saat ini. Dalam [28] telah mengumpulkan dataset tweeter multibahasa tentang COVID-19 yang dikumpulkan sejak sejak 22 Januari 2020. Dalam [28] berharap dataset ini dapat membantu melacak kesalahan informasi ilmiah coronavirus dan rumor yang tidak terverifikasi, atau memungkinkan pemahaman akan rasa takut dan panik dan tidak diragukan lagi. Dengan beberapa ulasan penelitian sebelumnya, kami mengusulkan penambangan data tweeter terkait dengan wabah COVID-19 dengan scraping web. *Scraping web* dilakukan langsung tanpa menggunakan *API tweeter* dan menggunakan beberapa pustaka yang tersedia dalam bahasa pemrograman python. Data yang dikumpulkan kemudian dilakukan *preprocessing* dan diklasifikasikan dengan algoritma [29] *machine learning*. Sehingga dengan harapan dapat menemukan informasi pengetahuan yang terkait dengan wabah tersebut melalui data tweeter. Pada bagian yang selanjutnya akan dibahas tentang ringkasan studi-studi terdahulu yang berkaitan dengan analisis sentimen.

2. Data Mining dan Sentimen Analysis

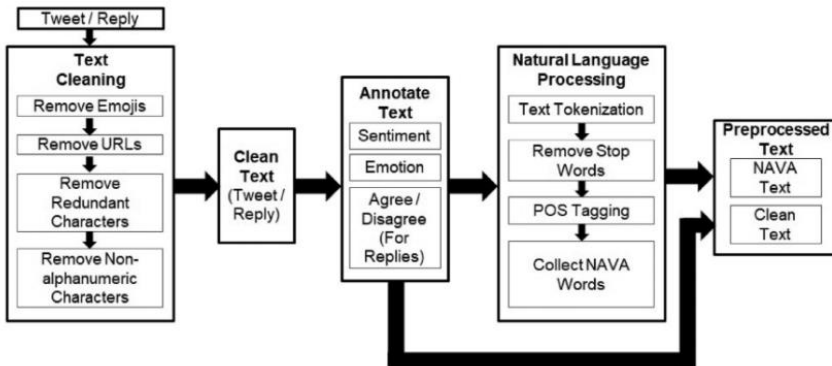
Jejaring sosial telah muncul sebagai platform yang menyediakan bagi orang-orang untuk berbagi pandangan dan perspektif mereka tentang berbagai isu. Dalam makalah ini [1], bertujuan untuk mendeteksi dan menganalisis sentimen dan emosi yang diungkapkan oleh orang-orang dari teks dalam posting twitter dan digunakan untuk menghasilkan rekomendasi. Dataset yang digunakan untuk eksperimen ini berisi kumpulan *tweet*, komentar, *retweet*, dan informasi penggunaanya. Kata kunci pencarian dalam penelitian ini adalah - #Syria, #DonaldTrump, #SchoolShooting, #Christmas2017, #NewYear, #ValentinesDay2018, #Terrorism, #olympicgames2018, #WomensDay, #Oscars2018. Pengumpulan data ini menggunakan *API tweeter* dan *web-page scraping*. Data yang dikumpulkan sebanyak 7246 tweet dan balasan mulai dari 25 Februari hingga 8 Maret 2018. Dari hasil data tweet dan balasan diperoleh informasi sebanyak 3607 pengguna. Dalam eksperimen ini teks diberi label

sentimen yang sesuai dengan polaritas 'Positif', 'Negatif', dan 'Netral' dengan spesifikasi karakteristik emosi 'Kemarahan', 'Jijik', 'Ketakutan', 'Kegembiraan', 'Kesedihan', 'Kejutan' dan 'Netral'. Pembuatan dataset menggunakan perayap untuk menemukan *tweet* asli (bukan *retweet*) tentang topik tersebut. Untuk meningkatkan kecepatan mengumpulkan balasan dari *tweet*, eksperimen ini menggunakan *Web-page Scrapper* di mana balasan dikumpulkan dengan mengikis halaman *tweet*. *Preprocessing* data meliputi pembersihan data yang dikumpulkan dan anotasi data sesuai dengan sentimen dan emosi. Model dalam eksperimen ini menggunakan Ekman's emotion model yang berisi enam emosi dasar manusia - Kemarahan, Jijik, Ketakutan, Kegembiraan, Kesedihan dan Kejutan. *Natural Language Processing (NLP)* digunakan dalam penelitian ini untuk memproses teks. Pembelajaran mesin adalah pilihan yang lebih baik untuk dataset yang lebih besar, dan pelatihan pengklasifikasi adalah pendekatan yang lebih umum daripada menciptakan kamus kata emosi.

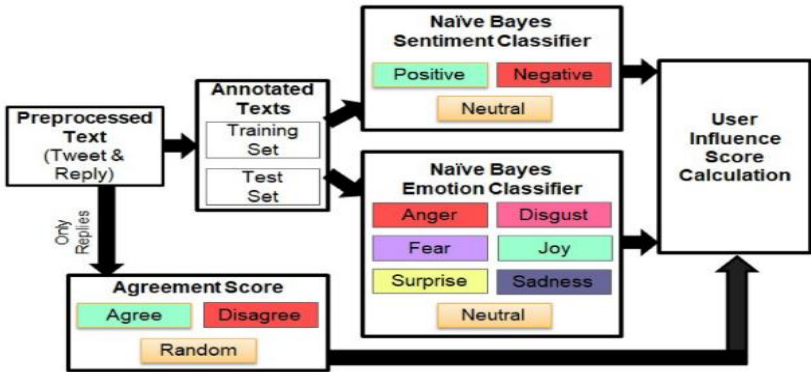
Eksperimen ini memilih algoritma Naïve Bayes untuk mengklasifikasikan *tweet* ke dalam kelas sentimen dan emosi yang sesuai, karena algoritma ini bekerja lebih baik daripada pendekatan pembelajaran mesin lainnya berdasarkan literatur sentimen dan deteksi emosi dari teks. Target penelitian ini adalah untuk menganalisis jaringan Twitter dari perspektif yang relatif lebih baru, pengamatan dilakukan dengan perilaku pengguna berdasarkan teks mereka (*tweet*, balasan) bersama dengan skor numerik seperti jumlah *tweet*, pengikut, dll. Eksperimen ini memberikan rekomendasi umum untuk menunjukkan siapa pengguna paling berpengaruh yang mengungkapkan emosi atau sentimen tertentu pada suatu masalah.



Gambar 2 Alur Kerja Pembuatan Dataset



Gambar 3 Alur Kerja *Preprocessing*

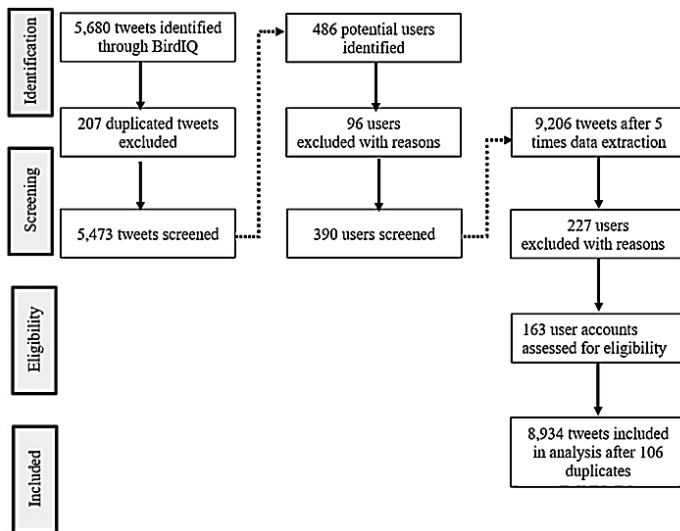


Gambar 4 Alur Kerja Klasifikasi & Pengaruh Perhitungan Skor

Penyalahgunaan situs media sosial, dalam hal ini twitter telah terjadi tentang prevalensi, konten dan karakteristik tweet tidak sopan yang diposting oleh perawat dan mahasiswa keperawatan. Dalam penelitian ini [2] bertujuan untuk menggambarkan karakteristik *tweet* yang diposting oleh perawat dan mahasiswa keperawatan di Twitter dengan fokus pada *cyberincivility*. Penambahan data dilakukan mulai dari bulan februari hingga April 2017 dengan menggunakan *Data Mining Tools*. Data diekstraksi menjadi data kuantitatif dan kualitatif dengan sampel sebanyak 163 data (data yang berasal dari perawat dan mahasiswa keperawatan) yang diidentifikasi dari tweeter. Penelitian ini menganalisis sebanyak 8934 tweets dengan menggunakan kombinasi SAS 9.4 dan NVivo 11. Dimana kombinasi SAS 9.4 untuk analisis untuk statistik deskriptif dan inferensial termasuk regresi logistik. Sedangkan NVivo 11 untuk mendapatkan pola deskriptif data tekstual yang tidak terstruktur.

Data tweets dikategorikan sebanyak 413 tweet (4,62%, n = 8934) sebagai tidak sopan. Dengan jumlah 240 (58%) terkait dengan keperawatan dan 173 lainnya (42%) dengan kehidupan pribadi. Temuan lainnya, dari 163 pengguna unik, 60 (36,8%) menghasilkan 413 posting tidak sopan. Sebagian besar *tweet* tidak sopan mengandung kata-kata yang tidak sopan (n = 135, 32,7%), materi yang eksplisit secara seksual atau sugestif (n = 37,

9,0%), pemanggilan nama ($n = 14$, 3,4%), dan komentar diskriminatif terhadap minoritas ($n = 9$, 2,2%). Konten tidak sopan lainnya termasuk promosi produk, komentar yang merendahkan terhadap pasien, agresi terhadap profesional kesehatan, dan pelanggaran HIPAA. Dari penelitian ini didapatkan bahwa perawat dan mahasiswa keperawatan berbagi tweet yang tidak sopan dapat merusak citra profesi dan melanggar kode etik. Upaya individu, interpersonal, dan institusional harus dilakukan untuk menumbuhkan budaya *cybercivility*.



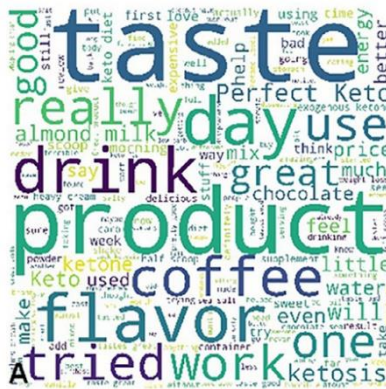
Gambar 5 Diagram Alir prosedur penambangan data dan pengambilan sampel.

Metode Logika fuzzy telah digunakan dalam analisis sentimen data twitter, sedangkan *neutrosophy* yang merupakan faktor dalam konsep ketidakpastian belum digunakan untuk menganalisis *tweet*. Konsep [6] *multi refined neutrosophic set (MRNS)* dengan dua keanggotaan positif, tiga tak tentu dan dua negatif diusulkan dalam penelitian ini. *Single valued neutrosophic set (SVNS)*, *triple refined indeterminate neutrosophic set (TRINS)* dan *MRNS* telah digunakan dalam analisis sentimen *tweets* pada sepuluh topik yang berbeda. Data *tweet* yang diperoleh sebanyak 1000 tweet untuk

setiap kasus yang dipertimbangkan. Topik kasus yang dipilih adalah *Farm loan wavier (FL)* - (28-12-2018), *Onion price (OP)* - (29-12-2018), *Foreign trips of PM (FT)* - (29-12-2018), *Women reservation bill (WB)* - (29-12-2018), *Triple talaq bill (TT)* - (29-12-2018), *POCSO act (PA)* - (29-12-2018), *UP mob violence (UP)* - (30-12-2018), *Trump wall (TW)* - (30-12-2018), *Yellow vests protest (YV)* - (30-12-2018), *#Metoo movement (MM)* - (30-12-2018). Delapan topik dipilih terkait dengan India dan dua topik terkait dengan Internasional. Penggunaan *API tweeter* dibuat untuk mendapatkan data tweet, dan bahasa pemrograman python digunakan untuk analisis data dari tweet yang telah dikumpulkan. Data tweet diambil menggunakan klien python tweepy, sedangkan pustaka python 'TextBlob' digunakan untuk membantu dalam memproses data tekstual. Beberapa pustaka python seperti panda, numpy, matplotlib, BeautifulSoup dan WordPunctTokenizer digunakan untuk membersihkan. Tweet dibersihkan disimpan sebagai file .CSV dan kemudian digunakan untuk analisis, menggunakan TextBlob. Klasifikasi normal tweet sebagai positif atau negatif atau netral menggunakan SVNS. Sedangkan klasifikasi menggunakan TRIN, dibuat dengan membagi tweet polaritas positif menjadi dua klasifikasi yang berbeda dan polaritas negatif menjadi dua klasifikasi yang berbeda. Klasifikasi MRNS dibuat dengan membagi tweet polaritas positif dan tweet polaritas negatif menjadi tiga klasifikasi yang berbeda. Analisis komparatif metode menunjukkan bahwa pendekatan dengan MRNS memberikan penyempurnaan yang lebih baik terhadap ketidakpastian yang ada dalam data.

Penambahan teks [9] ulasan online produk konsumen suplemen *β -hydroxybutyrate (BHB)* untuk menggali polaritas ulasan konsumen. Data teks yang digunakan sebanyak 71 produk yang diekstraksi dengan ekstensi *Chrome Web Scraper*. Data teks dikumpulkan dari website Amazon. Ulasan produk BHB dalam bentuk teks dikumpulkan dalam waktu 2 bulan dari tahun 2019. Seluruh kumpulan data teks mencakup 30.877 ulasan, 105.703 kalimat, dan 1.574.171 kata. Preprocessing diperlukan untuk

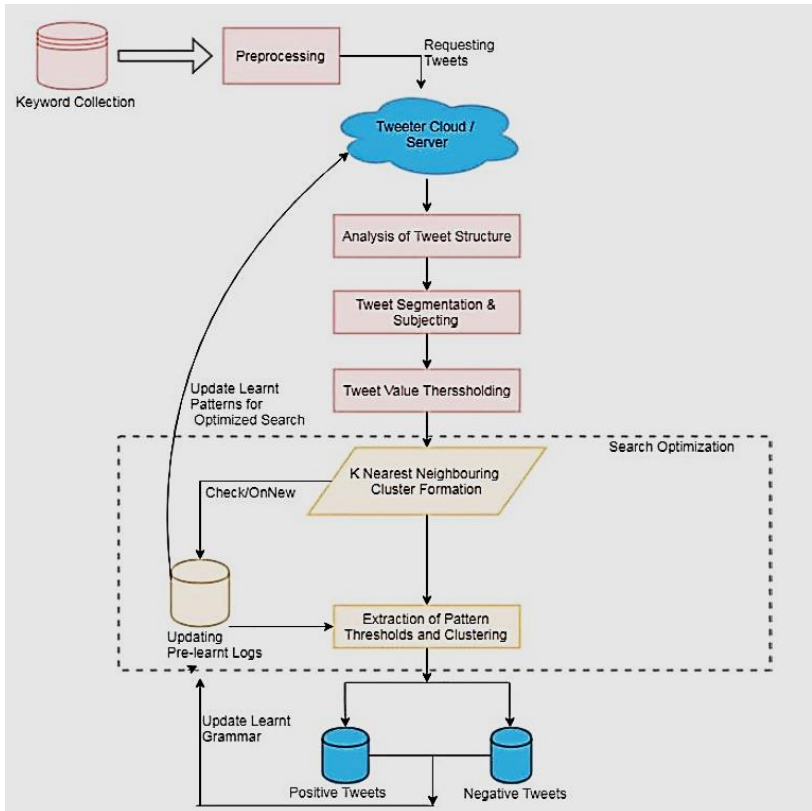
meminimalkan noise atau bias. Pendekatan analisis sentimen berbasis leksikon dikembangkan untuk mengklasifikasikan sentimen atau polaritas ulasan. Tokenisasi dengan *NLTK* dilakukan sebelum proses klasifikasi sentimen. Analisis kompleksitas teks merangkum jumlah ulasan online untuk satu produk, jumlah karakter, jumlah kata, jumlah kalimat, dan jumlah kata unik dalam ulasan tersebut. Analisis sentimen level kata dan level kalimat dilakukan untuk menilai cuplikan teks yang dianalisis dan memprediksi pasar produk.



Gambar 6 Contoh Visualisasi Statistik Data Ulasan Produk

Media sosial memiliki peran penting dalam proses pengambilan keputusan. Saat ini sebagian besar pengguna website saling terkait dan terkoneksi dengan media sosial dan blog. Berbagai peneliti mengusulkan alat analitik antar domain untuk mencari pengetahuan dan pengambilan keputusan dari suatu data. Adanya data yang tidak terstruktur, volatilitas data yang tidak dipetakan dan data yang tidak terbatas pada media social, hal ini akan menimbulkan masalah utama karena atribut. Pendekatan baru yang diusulkan dalam [4] pengelompokan lintas yang berhubungan dengan nilai ambang batas untuk ekstraksi dan klasifikasi pola struktural. Dengan memodifikasi dari algoritma *K-Nearest Neighboring (KNN)* digunakan untuk pemetaan ambang batas dari file-file log tweeter. Dalam [4] pemisahan nilai pencarian berdasarkan permintaan di bawah

pendekatan pembelajaran terawasi untuk klasifikasi *tweet* positif dan negatif menggunakan pendekatan *KNN* dan *Thersholding*.

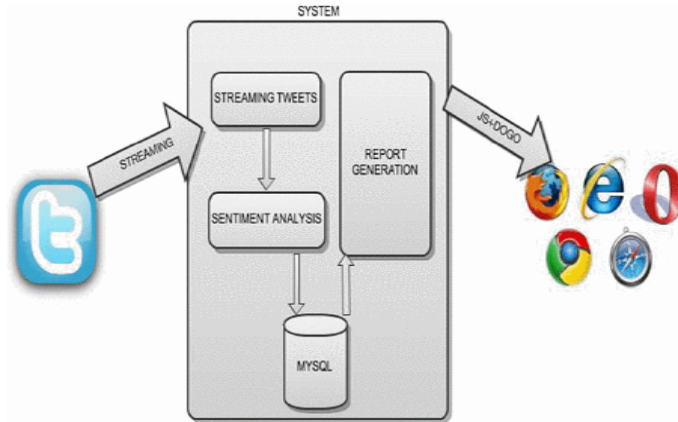


Gambar 7 Arsitektur Sistem Optimalisasi Tweet Sosial dan Kerangka Kerja Penambangan [4]

Analisis sentimen adalah peran mengidentifikasi pendapat, emosi dan mengevaluasi dalam teks yang diberikan dengan tujuan untuk mengklasifikasikan polaritas teks secara keseluruhan. Dalam [30] melakukan penelitian untuk mengetahui sentimen orang terhadap pariwisata di Oman melalui kumpulan data pada tweeter. Metode yang diusulkan berdasarkan ontology spesifik domain. Konsep analisis sentimen sematik yang memperhatikan makna sematik kata, dan

diklasifikasikan ke dalam semantik kontekstual dan konseptual. Dimana semantik kontekstual dengan mempertimbangkan tentang kata tetangga sedangkan semantik konseptual tergantung pada pengetahuan luar seperti ontologi dan jaringan semantik. Semantik konseptual sebagai fitur yang digabungkan dengan metode pembelajaran mesin *Naïve Bayes* untuk meningkatkan kinerja analisis sentimen. Dalam eksperimen ini menggunakan TAGS untuk mendapatkan *dataset* tweeter. Sekitar 4432 *tweet* diambil tentang Oman. Dataset secara acak dibagi menjadi 80% data pelatihan dan 20% data pengujian. Dalam makalah ini telah menguji efek dari empat faktor yaitu ontologi spesifik domain, ekstraksi opini entitas spesifik, pendekatan berbasis leksikon dan analisis sentimen semantik konseptual untuk menentukan analisis sentimen *tweet* tentang pariwisata Oman. Pendekatan baru termasuk analisis sentimen semantik konseptual secara ekspresif meningkatkan kinerja analisis sentimen.

Penambahan opini juga dapat dikenal dengan analisis sentimen berkaitan dengan deteksi dan klasifikasi sentimen dalam teks. Pendekatan yang dipilih dalam [8] berdasarkan pada pendapat kata-kata dalam konteksnya. Tujuan dalam [8] untuk mengurangi pengeluaran perusahaan dalam survei dengan menggunakan jejaring sosial online. Serta menganalisis posting, *tweet*, dan diskusi publik lainnya tentang produk perusahaan dengan memfilter dan dengan pemrosesan bahasa alami. Pendekatan yang penulis usulkan terdiri dari mendapatkan kata kunci dari pengguna, streaming *tweet* publik, analisis sentimen, penyimpanan basis data, dan pembuatan laporan.



Gambar 8 Desain arsitektur [8]

Model yang diusulkan dapat membantu manajemen untuk melakukan survei mereka dengan mengatasi semua kelemahan metode survei tradisional. Istimewa ini mengumpulkan data yang diperlukan dari pelanggan tanpa secara eksplisit meminta survei dengan menggunakan jejaring sosial online seperti Twitter, Facebook, MySpace, Blogs, dan banyak forum diskusi lainnya di mana pengguna umumnya berbicara dengan teman mereka tentang produk. Dengan model yang ditawarkan pihak manajemen dapat memahami area untuk meningkatkan produk, denyut nadi publik dan pengaruh pada pangsa pasar.

3. Ringkasan Data Mining dan Analisis Sentimen

Tabel Ringkasan Data Mining dan Analisis Sentimen

Penulis	Data	Objek Penelitian	Polaritas Sentimen	Metodologi
Kashfia Sailunaz, Reda Alhadj (2019) [1]	Data tweeter 25 Februari hingga 8 Maret 2018	Menganalisis emosi orang melalui teks dalam posting twitter	- Positif, Negatif, Netral	- API tweeter dan web-page scraping - Ekman's emotion model - algoritma Naïve Bayes
Jennie C. De Gagne, Katherine Hall, Jamie L. Conklin, Sandra S. Yamane, Noelle Wyman Roth, Jianhong Chang, Sang Suk Kim (2019) [2]	Data tweeter Februari hingga April 2017	Menganalisis tentang prevalensi, konten dan karakteristik tweet tidak sopan yang diposting oleh perawat dan mahasiswa keperawatan	- Positif, Negatif	- Data Mining Tools - Kombinasi SAS 9.4 dan NVivo 11 - Regresi logistik
Ilanthenral Kandasamy, W.B. Vasantha, Jagan M. Obbineni, F. Smarandache (2020) [6]	Beberapa kasus pada tahun 2008-2019	Menganalisis delapan topik dipilih terkait dengan India dan dua topik terkait dengan Internasional dari tweeter	- positif, negatif, netral (SVNS) - 2 positif, 2 negatif (TRIN) - 3 positif, 3 negatif (MRNS)	- API tweeter - klien python tweepy - refined neutrosophic sets (SVNS, TRIN, MRNS)
Ji Li, Dan Lowe, Luke Wayment, Qingrong Huang (2020) [9]	Dalam waktu 2 bulan dari tahun 2019	Menganalisis ulasan online produk konsumen suplemen β -	- Positif, negatif	- Chrome Web Scraper - Pendekatan analisis sentimen

		hydroxybutyrate (BHB) dari website Amazon		berbasis leksikon - NLTK
Raghavendra T S, K G Mohan (2019) [4]	File log tweeter	Menganalisis file log tweeter	- Positif, negatif	pendekatan KNN dan Thersholding.
Vallikannu Ramanathan, T.Meyyappan (2019) [30]	Data tweeter	Mengetahui sentimen orang terhadap pariwisata di Oman melalui kumpulan data pada tweeter	- Positif, negatif	- ontology spesifik domain - pembelajaran mesin Naïve Bayes - pendekatan berbasis leksikon
T. K. Das, D. P. Acharjya and M. R. Patra (2014) [8]	Data tweeter	melakukan survei mereka dengan mengatasi semua kelemahan metode survei tradisional	- positif, negatif atau netral	- API Twitter - API Alkimia - Java swings - PHP dan Java Script - MySQL
Enrico Laoh, Isti Surjandari, Nadhila Idzni Prabaningtyas (2019) [23]	Ulasan data website	Menganalisis ulasan di situs web	- positif dan negatif	- SVM - RNTN
Md. Golam Sarowar, Mushfiqur Rahman, Md. Nawab Yousuf Ali, Omor Faruk Rakib (2019) [24]	dataset di situs web e-commerce	Menganalisis ulasan di situs web	- positif dan negatif	- Pustaka NLTK python - TF-IDF - KNN - SVM - PCA - CNN - Random Forest - Logistic Regression
Rahul Iyer, Rohit Mandrekar,	data ulasan produk	Menganalisis ulasan di situs web	- positif dan negatif	- Deep Learning - RNN - Scrapper dengan

Atishay Aggarwal, Pranav Chaphekar, Gresha Bhatia (2017) [26]	dari website Amazon			Python - NLP
---	---------------------	--	--	--------------

4. Kesimpulan

Twitter merupakan salah satu *platform* media sosial yang menyediakan ruang publik untuk mengemukakan opini. Dengan kemajuan teknologi, trending topik ter-update dapat langsung dilihat melalui *platform* ini. Pengetahuan yang terkandung dalam opini-opini ini dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan management, baik untuk bisnis, penanggulangan bencana, prediksi maupun yang lainnya. *Web scrapping* merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk menggali data pada halaman website. Data yang terkumpul kemudian dilakukan *preprocessing* dan pembelajaran mesin sehingga dapat ditemukan suatu pola atau pengetahuan tertentu. Dalam tulisan ini telah dijelaskan beberapa penelitian terdahulu yang membahas terkait dengan *data mining* dan sentimen analisis. Teknik penambangan data pada tweeter telah banyak ditemukan. Beberapa algoritma *machine learning* juga telah digunakan untuk mengklasifikasikan bahasa alami.

Daftar Pustaka

- [1] Sailunaz K, Alhaji R. Emotion and sentiment analysis from Twitter text. *J Comput Sci* 2019;36:101003. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2019.05.009>.
- [2] De Gagne JC, Hall K, Conklin JL, Yamane SS, Wyman Roth N, Chang J, et al. Uncovering cyberincivility among nurses and nursing students on Twitter: A data mining study. *Int J Nurs Stud* 2019;89:24–31. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2018.09.009>.
- [3] Goswami S, Chakraborty S, Ghosh S, Chakrabarti A, Chakraborty B. A review on application of data mining techniques to combat natural disasters. *Ain Shams Eng J* 2018;9:365–78. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.01.012>.

- [4] Raghavendra TS, Mohan KG. Web mining and minimization framework design on sentimental analysis for social tweets using machine learning. *Procedia Comput Sci* 2019;152:230–5. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.05.047>.
- [5] Agüero-Torales MM, Cobo MJ, Herrera-Viedma E, López-Herrera AG. A cloud-based tool for sentiment analysis in reviews about restaurants on TripAdvisor. *Procedia Comput Sci* 2019;162:392–9. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.002>.
- [6] Kandasamy I, Vasantha WB, Obbineni JM, Smarandache F. Sentiment analysis of tweets using refined neutrosophic sets. *Comput Ind* 2020;115:103180. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103180>.
- [7] Valdivia A, Luzón MV, Herrera F. Sentiment Analysis in TripAdvisor. *IEEE Intell Syst* 2017;32.
- [8] Das TK, Acharjya DP, Patra MR. Opinion mining about a product by analyzing public tweets in Twitter. 2014 Int. Conf. Comput. Commun. Informatics Ushering Technol. Tomorrow, Today, ICCCI 2014, vol. ICCCI-201, IEEE; 2014, p. 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2014.6921727>.
- [9] Li J, Lowe D, Wayment L, Huang Q. Text mining datasets of β -hydroxybutyrate (BHB) supplement products' consumer online reviews. *Data Br* 2020;30. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105385>.
- [10] Kaur R, Singh H, Gupta G. A Review on Sentimental Analysis on Facebook Comments by using Data Mining Technique. *Int J Comput Sci Mob Comput A* 2019;8:17–21.
- [11] Kaspala LP, Akella VNSS, Chen Z, Shi Y. Towards Extended Data Mining: An Examination of Technical Aspects. *Procedia Comput Sci* 2018;139:49–55. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.216>.
- [12] Sureshkumar T, Vadivel G. A Survey on Data Mining Techniques in Social. *Int J Innov Res Comput Commun Eng* 2018;6:7519–22. <https://doi.org/10.15680/IJIRCCE.2018>.
- [13] Singrodia V, Mitra A, Paul S. A Review on Web Scrapping and its Applications. 2019 Int. Conf. Comput. Commun. Informatics, ICCCI 2019, IEEE; 2019, p. 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2019.8821809>.

- [14] Rajan AP, Victor SP. Web Sentiment Analysis for Scoring Positive or Negative Words using Tweeter Data 2014;96:33–7.
- [15] Spielhofer T, Markham D, Greenlaw R, Hahne A. Data mining twitter during the UK floods Investigating the potential use of social media in emergency management. Proc. 2016 3rd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. Disaster Manag. ICT-DM 2016, 2016. <https://doi.org/10.1109/ICT-DM.2016.7857213>.
- [16] Chauhan C, Sehgal S. Sentiment analysis on product reviews. Proceeding - IEEE Int Conf Comput Commun Autom ICCCA 2017 2017;2017-Janua:26–31. <https://doi.org/10.1109/CCAA.2017.8229825>.
- [17] Dhini A, Kusumaningrum DA. Sentiment Analysis of Airport Customer Reviews. IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag., vol. 2019-Decem, IEEE; 2019, p. 502–6. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2018.8607335>.
- [18] Prameswari P, Zulkarnain, Surjandari I, Laoh E. Mining online reviews in Indonesia’s priority tourist destinations using sentiment analysis and text summarization approach. Proc. - 2017 IEEE 8th Int. Conf. Aware. Sci. Technol. iCAST 2017, vol. 2018- Janua, 2017, p. 121–6. <https://doi.org/10.1109/ICAwST.2017.8256429>.
- [19] Chauhan C, Sehgal S. Sentiment classification for mobile reviews using KNIME. 2018 Int. Conf. Comput. Power Commun. Technol. GUCON 2018, IEEE; 2019, p. 548–53. <https://doi.org/10.1109/GUCON.2018.8674946>.
- [20] Bing L, Chan KCC, Ou C. Public sentiment analysis in twitter data for prediction of a company’s stock price movements. Proc. - 11th IEEE Int. Conf. E-bus. Eng. ICEBE 2014 - Incl. 10th Work. Serv. Appl. Integr. Collab. SOAIC 2014 1st Work. E-Commerce Eng. ECE 2014, IEEE; 2014, p. 232–9. <https://doi.org/10.1109/ICEBE.2014.47>.
- [21] Gupellil I, Boukhalfa K. Social big data mining: A survey focused on opinion mining and sentiments analysis. 12th Int Symp Program Syst ISPS 2015 2015:132–41. <https://doi.org/10.1109/ISPS.2015.7244976>.

- [22] Jain AP, Katkar VD. Sentiments analysis of Twitter data using data mining. Proc. - IEEE Int. Conf. Inf. Process. ICIP 2015, IEEE; 2016, p. 807–10. <https://doi.org/10.1109/INFOP.2015.7489492>.
- [23] Laoh E, Surjandari I, Prabaningtyas NI. Enhancing hospitality sentiment reviews analysis performance using SVM N-grams method. 2019 16th Int. Conf. Serv. Syst. Serv. Manag. ICSSSM 2019, IEEE; 2019, p. 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2019.8887662>.
- [24] Sarowar MG, Rahman M, Yousuf Ali MN, Rakib OF. An Automated Machine Learning Approach for Sentiment Classification of Bengali E-Commerce Sites. 2019 IEEE 5th Int. Conf. Converg. Technol. I2CT 2019, IEEE; 2019, p. 1–5. <https://doi.org/10.1109/I2CT45611.2019.9033741>.
- [25] Kim SM, Ha YG. Automated discovery of small business domain knowledge using web crawling and data mining. 2016 Int. Conf. Big Data Smart Comput. BigComp 2016, IEEE; 2016, p. 481–4. <https://doi.org/10.1109/BIGCOMP.2016.7425974>.
- [26] Iyer R, Mandrekar R, Aggarwal A, Chaphekar P, Bhatia G. RecoMob: Opinion mining for product enhancement. 2017 Int. Conf. Comput. Commun. Informatics, ICCCI 2017, 2017. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2017.8117687>.
- [27] Prameswari P, Surjandari I, Laoh E. Opinion mining from online reviews in Bali tourist area. Proceeding - 2017 3rd Int. Conf. Sci. Inf. Technol., vol. 3, 2017, p. 226–30. <https://doi.org/10.1109/ICSITech.2017.8257115>.
- [28] Chen E, Lerman K, Ferrara E, Rey M. # COVID-19: The First Public Coronavirus Twitter Dataset. 2020.
- [29] Karim A, Hassan A. Reviews Sentiment analysis for collaborative recommender system. Kurdistan J Appl Res 2017;2. <https://doi.org/10.24017/science.2017.3.22>.
- [30] Ramanathan V, Meyyappan T. Twitter text mining for sentiment analysis on people’s feedback about Oman tourism. 2019 4th MEC Int. Conf. Big Data Smart City, ICBDSM 2019, IEEE; 2019, p. 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICBDSC.2019.8645596>.

Analisis Ekstraksi Ciri dan Pengenalan Pola untuk Deteksi Penderita Covid-19

Gunawan Wibisono¹, Erik Iman Heri Ujianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia
[1gunawan.wibisono@student.uty.ac.id](mailto:gunawan.wibisono@student.uty.ac.id), [2erik.iman@uty.ac.id](mailto:erik.iman@uty.ac.id)

Abstrak

Penyakit paru paru saat ini menjadi salah satu penyakit yang mendapat perhatian khusus dikarenakan adanya pandemi Covid-19, dari citra x-ray seorang dokter dapat menganalisa penyakit paru paru yang diderita seorang pasien. Ilmu pengetahuan yang semakin canggih menawarkan sebuah alternatif solusi dalam pemberian pendukung keputusan dari sebuah proses pengolahan citra yaitu dengan cara ekstraksi fitur citra atau gambar x ray paru paru yang kemudian diklasifikasikan pada penyakit paru paru tertentu. Sistem ekstraksi citra sebagai pendukung keputusan dalam proses klasifikasi penyakit paru paru diharapkan dapat membantu menganalisa penyakit paru paru dari seorang pasien.

Kata Kunci: Paru-paru, X Ray, Ekstraksi, Pengolahan Citra, Klasifikasi

1. Pendahuluan

Gambar(citra) merupakan media yang digunakan untuk menyimpan data visual, sebagai contoh gambar dua dimensi yang sering dipergunakan untuk menyimpan suatu kejadian. *Feature Extraction* atau ekstraksi ciri merupakan proses pengindeksan suatu database citra dengan isinya. Secara matematik, setiap ekstraksi ciri merupakan *encode* dari *vector* n dimensi yang disebut dengan *vector* ciri. Komponen *vector* ciri dihitung dengan pemrosesan citra dan teknik analisis serta digunakan untuk membandingkan citra yang satu dengan citra yang lain. Ekstraksi ciri

diklasifikasikan ke dalam 3 jenis yaitu *low-level*, *middle-level*, dan *high-level*. *Low-level* merupakan ekstraksi ciri berdasarkan isi visual seperti warna dan tekstur, *middle-level* merupakan ekstraksi berdasarkan wilayah citra yang ditentukan dengan segmentasi, sedangkan *high-level* merupakan ekstraksi ciri berdasarkan informasi semantic yang terkandung dalam citra[1].

Pengolahan citra digital mengalami kemajuan penting dalam bidang kedokteran ketika ditemukannya tomografi terkomputerisasi (*computerized tomography / CT*) pada tahun 1970-an dan kini teknologi tomografi sudah maju sangat pesat. Pengolahan citra digital dapat digunakan untuk identifikasi tumor atau kanker Rahim, identifikasi penyakit paru-paru, identifikasi penyakit hati, identifikasi penyakit tulang, segmentasi tulang dari otot lainnya, klasifikasi gigi dan analisa citra mikroskopis [2].

Dalam proses ekstraksi yang kemudian dilanjutkan ke proses pengolahan citra diperlukan sebuah dataset, dataset berupa gambar/citra dari banyak hal, jika dalam dunia kesehatan sebagai contoh adalah foto paru paru, retina, gigi, tulang dan sebagainya. Secara umum, efisiensi dan keefektifan dari setiap proses deteksi, pengenalan, pencocokan, dan klasifikasi sangat tergantung pada ukuran dataset dan fitur yang diekstraksi [3].

2. Ekstraksi Ciri

Dalam penelitian [4] menggunakan 46 dataset citra paru paru yang merupakan citra x ray dengan tujuan untuk mengklasifikasikan citra tersebut untuk mendeteksi osteoporosis. Dalam klasifikasi terdapat 3 prinsip dasar yaitu :

- a. Representasi, ekstraksi fitur tertentu untuk merepresentasikan atau menggambarkan konten dari citra (gambar)

- b. Adaptasi, merupakan bagian dari proses tersebut diatas dalam memilih fitur terbaik untuk melihat informasi yang diskriminatif
- c. Generalisasi, bagian ini mengacu pada pelatihan dan evaluasi dalam pengklasifikasian.

Proses klasifikasi menggunakan algoritma atau metode KNN (*K-Nearest Neighbour*), metode untuk mengklasifikasikan objek berdasarkan data pembelajaran yang berlokasi dekat objek, sesuai dengan jumlah tetangga terdekat atau nilai k . Kemudian, tetangga dekat atau jauh biasanya dihitung berdasarkan jarak Euclidean. Klasifikasi KNN dilakukan dengan mencari k terdekat tetangga menguji data dan memilih kelas dengan paling banyak anggota.

Ekstraksi fitur tekstur, fitur yang membedakan adalah tekstur yang merupakan mendefinisikan karakteristik pada gambar. Teknik fitur ekstraksi dilakukan dengan proses pemindaian untuk mencari jejak derajat abu-abu setiap dua piksel, dipisahkan oleh a jarak tetap d dan sudut θ .

Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), merupakan metode yang dapat digunakan untuk analisis tekstur dalam analisis gambar aplikasi, terutama di bidang biomedis. Kemunculan bersama Matriks dibentuk dari gambar sehubungan dengan pasangan piksel yang memiliki intensitas tertentu. Akurasi yang didapat dari keseluruhan implementasi kemampuan menilai osteoporosis dengan benar adalah 97,83%. Oleh karena itu, baik GLCM dan KNN dapat digunakan sebagai fitur ekstraksi dan klasifikasi gambar x-ray Thorax hanya sebagai alat pendukung keputusan dalam penilaian osteoporosis. Namun demikian akurasi penilaian ini sangat tergantung pada x-ray kualitas gambar.

Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan *K-Nearest Neighbour* (KNN) berhasil diterapkan untuk mengekstraksi fitur dan mengklasifikasikan gambar x-ray Thorax. Eksraksi fitur dari korteks

klavikula dari gambar x-ray thorax dalam formulir ketebalannya mampu memberikan informasi tentang kualitas tulang untuk penilaian osteoporosis. Analisa terhadap citra / gambar x ray dada atau paru paru penderita Tuberculosis (TB) merupakan tema dari penelitian [5], dalam penelitian tersebut peneliti menggunakan ekstraksi fitur dari citra x ray paru paru dengan metode *principal components analysis* (PCA) dan *kernel principal component analysis* (kPCA) untuk menganalisa penyakit tuberculosis (TB).

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh mikobakterium yang biasanya menyerang paru paru. TB ditularkan dari satu orang ke orang lain melalui udara ketika orang yang terinfeksi bersin atau batuk. TB sebagian besar terjadi di paru-paru tetapi juga dapat terjadi di bagian lain tubuh seperti otak, tulang belakang, ginjal dan tulang. Gejala utama TB adalah penurunan berat badan, demam, menggigil, lemah, dan hasil rontgen dada batuk. Setiap tahun Hari TB Sedunia yang diakui pada 24 Maret adalah kesempatan untuk meningkatkan kesadaran tentang TB dan mendukung upaya pencegahan dan pengendalian TB di seluruh dunia. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) [12] memantau tingkat TB di setiap negara di dunia. Di seluruh dunia, lebih dari 9 juta orang mengembangkan TB setiap tahun dan 1,5 juta meninggal karena penyakit ini.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis gambar rontgen dada untuk mengekstraksi fitur yang relevan yang mewakili gejala TB dengan menerapkan pemrosesan gambar konsep. Fitur yang diekstraksi diperiksa menggunakan PCA dan kPCA, maka transformasi fitur diarahkan ke model regresi linier untuk mengklasifikasikan penyakit TB.

Gambar x-ray harus terlebih dahulu melewati pra dan kemudian fitur fitur penting diekstraksi dari daerah yang terkena x-ray menggunakan metode pengolahan gambar, setelah melewati proses

ekstraksi dan pemilihan fitur kemudian dianalisa menggunakan teknik klasifikasi data mining. Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut :

- a. Pra Pemrosesan (*preprocessing*), Pra-pemrosesan gambar x-ray dilakukan untuk menghilangkan *noise* dan data yang berlebih. Ini dilakukan dengan menggunakan metode *Gaussian blur* filter.
- b. Ekstraksi fitur, Fitur geometris dan fitur berbasis Tekstur dapat digunakan untuk mengukur karakteristik TB. Baik deskriptor bentuk dan deskriptor tekstur diekstraksi dari gambar x-ray. Mengekstraksi sebanyak mungkin fitur dari area penting TB adalah salah satu perhatian penelitian ini yang dilakukan dengan menerapkan *roipoly* () berfungsi menggunakan perangkat lunak matlab.

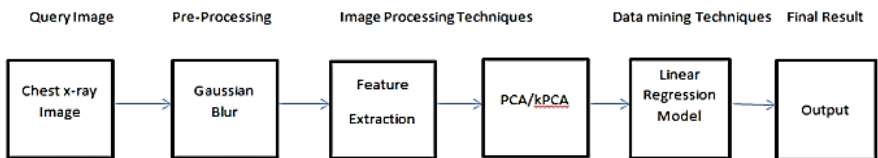
Deskriptor tekstur didefinisikan menjadi empat belas statistik yang dapat dihitung dari matriks kemunculan bersama dari gambar. Ekstraksi fitur tekstur mengacu pada karakteristik permukaan dan penampilan suatu objek dalam suatu gambar. Entropi dapat ditemukan dengan menggunakan fungsi *entropy* (), *graycrops* () digunakan untuk mengekstraksi Homogenitas, Kontras, Energi, Korelasi. *numel* (UL) di mana UL mewakili keseragaman, Mean, Standar Deviasi dapat dihitung menggunakan $SD = \sqrt{VR}$ Dimana VR mewakili varians dan Skewness dengan menggunakan *function skewness* (). Semua nilai fitur ini diekstraksi dari gambar rontgen dada.

- c. Principal Component Analysis (PCA) dan Kernel. Principal Component Analysis (kPCA), PCA adalah metode linier, ketika diterapkan pada fitur yang diekstraksi dari langkah 3 yang menghasilkan sumbu yang berisi vektor Eigen utama yang sesuai yang mewakili data yang tersebar di sepanjang sumbu tersebut, dimana semua fitur di sepanjang sumbu varian komponen utama pertama tertinggi jika dibandingkan dengan komponen utama

yang lain. Di sini sumbu berhubungan dengan nilai Eigen terbesar dari data. Maksimal PCA varian fitur yang diekstraksi yang tidak berkorelasi. kPCA adalah teknik nonlinear yang merupakan perluasan dari PCA yang menggunakan metode kernel. kPCA diterapkan pada fitur yang diekstraksi di mana komponen utama dihitung menggunakan fungsi kernel Radial Basis dengan $\gamma = 1,00$. Fitur-fitur ini akhirnya ditempatkan di ruang yang diubah secara nonlinier.

- d. Model klasifikasi regresi linier, Kinerja ruang fitur yang diubah diukur menggunakan model regresi linier. Model regresi linier diterapkan pada hasil PCA dan kPCA. Di sini fitur dipilih menggunakan metode M5 prime dengan menghilangkan fitur collinear dengan toleransi minimum 0,05.
- e. Hasil akhir, Fitur yang diperoleh dari gambar x-ray diklasifikasikan sebagai gambar yang terpengaruh atau normal dengan menggunakan model regresi linear dan kinerja PCA dan kPCA sehubungan dengan pemilihan fitur filter dan wrapper metode dievaluasi menggunakan teknik validasi silang 10 kali lipat.

Tahapan tersebut dapat digambarkan pada gambar 1.



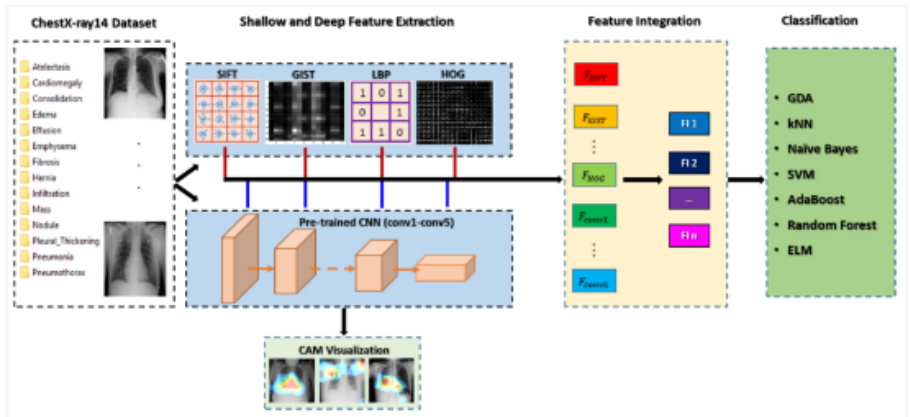
Gambar 1. Ekstraksi dan pemilihan fitur gambar X-ray

Kesimpulan pada penelitian tersebut adalah konsep pemrosesan gambar untuk mengekstrak yang relevan dan penting fitur dari gambar rontgen dada untuk mendiagnosis apakah seseorang terinfeksi TB atau

tidak, yang secara luas mencakup preprocessing data dan proses ekstraksi fitur. Filter dan metode pemilihan fitur pembungkus diimplementasikan pada fitur yang diekstrak ini. Fitur yang diperoleh sangat diproyeksikan ke ruang fitur mana PCA atau kPCA diterapkan pada ruang ini. Kemudian model klasifikasi regresi linier diterapkan menganalisis penyakit TB. Kinerja PCA dan kPCA diperiksa dan ditemukan keakuratannya PCA menggunakan pendekatan wrapper 96,07% lebih baik jika dibandingkan dengan akurasi kPCA yaitu 62,50%.

Penelitian [6] membahas tentang diagnosis dini dan pengobatan penyakit paru-paru sangat penting untuk mencegah kematian di seluruh dunia. diusulkan kerangka kerja baru untuk mengintegrasikan banyak fitur dari shallow feature dan deep feature. Fitur representatif dan diskriminatif diperoleh untuk membedakan 14 patologi dari dataset ChestX-ray14 publik setelah melakukan percobaan komprehensif penelitian menghasilkan peta utama penyakit meskipun memiliki sejumlah terbatas kotak patologi yang beranotasi. Selain itu, pendekatan dalam penelitian ini menghasilkan akurasi klasifikasi kompetitif dibandingkan dengan pendekatan baseline.

Pendekatan tahapan prosesnya adalah sebagai berikut, (1) ekstraksi fitur menggunakan kedua deskriptor shallow handcraft dan CNN dalam pra-pelatihan, dan lokalisasi daerah patologis melalui CAM; (2) integrasi fitur yang sesuai dengan eksperimen besar dan mahal; dan (3) klasifikasi 14 penyakit toraks menggunakan berbagai pengklasifikasi. Pendekatan tersebut dapat dijelaskan pada gambar dibawah ini,



Gambar 2. Pendekatan tahapan proses klasifikasi

- a. Ekstraksi Shallow Feature, Untuk menggabungkan fitur lokal pelengkap secara efektif, digunakan empat jenis deskriptor fitur buatan tangan yang berbeda untuk mengekstraksi informasi gambar dari berbagai aspek. SIFT mengekstrak informasi struktural dari tambalan gambar, GIST memperoleh skala dan informasi orientasi dari berbagai bagian gambar sebagai amplop gambar, LBP memungkinkan ekstraksi informasi tekstur, dan HOG menghitung terjadinya orientasi gradien pada bagian-bagian yang dilokalisasi dari suatu gambar yang menghasilkan kelayakan yang tinggi untuk masalah pendeteksian objek.
- b. Ekstraksi Deep Feature, untuk menghasilkan CAM dari 14 wilayah patologis dan mengekstrak fitur-fitur yang mendalam, digunakan pra training DenseNet-12, yang dilatih untuk mendeteksi pneumonia dari dataset ChestX-ray14. Dibandingkan dengan CNN yang dipra-training sebelumnya, DenseNet-121 dapat meningkatkan asupan informasi dan gradien melalui jaringan, di mana suatu lapisan memperoleh pengetahuan kolektif dari semua lapisan sebelumnya; meneruskan peta fitur sendiri ke lapisan

berikutnya; dan kemudian menggabungkannya ke dimensi kedalaman. Dengan demikian, jaringan bisa lebih tipis dan kompak karena memiliki lebih sedikit lapisan. Kesalahan pelatihan dapat dengan mudah disebarkan ke lapisan sebelumnya secara lebih langsung dan lebih banyak efisiensi komputasi cenderung ditarik. Jaringan juga dapat mempelajari pola fitur yang lebih beragam dan lebih kaya karena classifier di DenseNet menggunakan fitur dari semua level kompleksitas yang memberikan batas keputusan yang lebih halus saat data pelatihan tidak mencukupi.

- c. Integrasi Feature, setelah mengekstraksi semua data didapatkanlah fitur set, untuk menggunakan integrasi fitur terbaik secara efisien, pertama-tama evaluasi kinerja masing-masing deskriptor. Fitur dengan kinerja klasifikasi tinggi dipilih untuk kombinasi berikut. Fitur-fitur tersebut disimpan jika akurasi klasifikasi meningkat dan mereka dibuang jika sebaliknya.
- d. Klasifikasi fitur, evaluasi kemampuan representatif dari fitur terintegrasi dengan beberapa metode yaitu Gaussian Discriminant Analysis (GDA), K-Nearest Neighbour (KNN), Naive Bayes, Support Vector Machine, Adaptive Boosting (Adaboost), dan Random Forest.

3. Pembahasan Materi

Dalam proses ekstraksi fitur diperlukan sebuah dataset yang sudah tervalidasi atau hasil yang ada dalam dataset tersebut valid. Validitasnya ditentukan dari mana dataset tersebut diambil, ekstraksi fitur dari dataset ini memiliki banyak cara atau metode dengan banyak hasil yang ingin dicapai juga. Secara garis besar, ekstraksi sebuah fitur dari dataset meliputi beberapa tahapan yaitu penyiapan dataset, pra proses dataset, ekstraksi fitur, pengolahan ekstraksi fitur tersebut, pelatihan dan klasifikasi. Pada

tahap klasifikasi inilah dapat dilihat apakah hasil klasifikasi sesuai dengan hasil yang ada pada dataset yang digunakan.

Metode dalam Pra-pemrosesan gambar x-ray dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Gaussian blur* filter. Metode pengolahan citra antara lain adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), *Principal Component Analysis* (PCA) dan *Kernel. Principal Component Analysis* (kPCA) serta *Shallow and Deep Feature Extraction*. Dalam proses klasifikasinya dapat menggunakan *K-Nearest Neighbour* (KNN), Regresi Linier, *Gaussian Discriminant Analysis* (GDA), Naive Bayes, *Support Vector Machine*, *Adaptive Boosting* (Adaboost), dan *Random Forrest*.

Dataset x ray paru paru dapat diambil dari berbagai sumber seperti kaggle.com yang merupakan portal penelitian yang berisi bahan penelitian, dataset, literatur, serta hasil penelitian. Dataset yang tersedia erupakan dataset yang sudah digunakan dalam penelitian sebelumnya dan diijinkan untuk digunakan dalam penelitian selanjutnya untuk menguji metode yang berbeda. Dataset lain yang dapat digunakan adalah dataset yang berasal dari institusi tertentu, misalnya dataset paru paru didapatkan dari rumah sakit khusus paru paru, dataset seperti ini tentu mempunyai tingkat validitas yang tinggi serta dapat dipertanggungjawabkan selama penggunaannya diijinkan oleh institusi tersebut.

4. Kesimpulan

Pada penyusunan ini dapat disimpulkan bahwa proses ekstraksi fitur dari dataset yang valid dapat digunakan dalam klasifikasi penyakit tertentu, dalam hal ini adalah penyakit paru paru. Ada beberapa metode yang dapat digunakan dan diintegrasikan dalam proses pengklasifikasiannya. Penelitian tentang ekstraksi fitur pada dataset penyakit paru paru penting dalam rangka memberikan penjelasan tentang ciri citra paru paru yang tidak sehat.

Daftar Pustaka

- [1] Sugiariha IGRA, Sudarma M, Widyantara IMO. Ekstraksi Fitur Warna, Tekstur dan Bentuk untuk Clustered-Based Retrieval of Images (CLUE). *Tekno Elektro* 2017;16:85–90.
- [2] Bisri H, Bustomi MA, Purwanti E. Klasifikasi Citra Paru-Paru dengan Ekstraksi Fitur Histogram dan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation. *J SAINS DAN SENI POMITS* 2013;2:68–71.
- [3] Yusoff N, Alamro L. Implementation of feature extraction algorithms for image tampering detection. *Int J Adv Comput Res* 2019;9:197–211.
- [4] Riandini, Delimayanti MK. Feature extraction and classification of thorax x-ray image in the assessment of osteoporosis. *Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics*, 2017. <https://doi.org/10.11591/eecsi.4.986>.
- [5] Roopa H, Asha T. Feature Extraction of Chest X-ray Images and Analysis Using PCA and kPCA. *Int J Electr Comput Eng* 2018;8:3392–8.
- [6] Ho TKK, Gwak J. Multiple feature integration for classification of thoracic disease in chest radiography. *Appl Sci* 2019. <https://doi.org/10.3390/app9194130>.

Pemanfaatan Image Processing untuk Deteksi Penyakit Tanaman Padi

Intan Setiawati¹, Erik Iman Heri Ujianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹intansetiawati@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Indonesia sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani, namun belakangan ini hasil pertanian tidak memuaskan dan bahkan mengalami kerugian. Kerugian ekonomi dan produksi menjadi hal utama yang terjadi karena penyakit pada padi. Untuk mengendalikan penyakit seperti itu diperlukan untuk mendeteksi penyakit tanaman padi. Penyakit-penyakit pada tanaman padi ini biasanya terjadi karena penyakit patogen seperti jamur, bakteri dan virus, dan karena kondisi lingkungan yang merugikan. Karena itu diperlukan untuk mendiagnosis penyakit tanaman padi. Penelitian ini memperkenalkan pendekatan baru mengenai pendeteksian penyakit pada tanaman padi dengan mencoba menyajikan studi rinci tentang berbagai teknik pengolahan citra untuk mendeteksi penyakit pada tanaman padi. Warna primer adalah gambar RGB yang digunakan untuk menemukan penyakit segmentasi. Dalam teknik tersebut digunakan untuk mengidentifikasi penyakit dari gejala awal kehilangan hasil. Dalam gambar digital teknik pemrosesan, mereka digunakan untuk peningkatan gambar sedangkan JST digunakan untuk klasifikasi.

Kata Kunci: Penyakit padi, pemrosesan gambar, jaringan saraf tiruan.

1. Pendahuluan

Padi adalah tanaman pangan yang penting dan merupakan makanan paling stabil mayoritas populasi dunia [1]. Untuk meningkatkan permintaan, produktivitas harus ditingkatkan. Namun, penyakit tanaman telah kehilangan hasil utama dalam produksi tanaman padi [2]. Dalam konteks ini, Diagnosis tanaman yang akurat pada tahap awal sangat

penting. Itu penyakit yang disebabkan oleh tanaman padi sangat sulit diidentifikasi dengan menggunakan metode tradisional seperti pengamatan mata telanjang [3]. Gambar teknologi pemrosesan telah banyak digunakan dalam pertanian untuk identifikasi penyakit tanaman. Jadi gambar tanaman bias diproses melalui penglihatan komputer dari gejala awal hingga prediksi penyakit. Perangkat lunak MATLAB digunakan untuk menganalisis gambar memprediksi penyakit pada tanaman padi melalui gambar daun. Daun tanaman padi dapat terinfeksi oleh beberapa penyakit, seperti, Bakteri Leaf Blight yang disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae*, Bintik Brown disebabkan oleh jamur *Helminthosporiose*, Leaf Blast disebabkan oleh jamur *Pyricularia grisea* [4]. Mengidentifikasi penyakit melalui mata telanjang sering rentan terhadap tingkat kesalahan yang tinggi dan klasifikasi yang salah. Ini kertas mengusulkan metode yang memecahkan masalah ini dan membantu dalam mengidentifikasi dan mengklasifikasikan penyakit daun dengan menerapkan berbagai pemrosesan gambar dan algoritma jaringan saraf. Karena kompleksitas ini, bahkan ahli agronomi dan ahli patologi tanaman yang berpengalaman sering gagal untuk mendiagnosis penyakit tanaman secara akurat. Penggunaan sistem otomatis yang dapat mendeteksi dan mendiagnosis penyakit tanaman dapat secara eksponensial membantu ahli agronomi mengawasi tanaman dan memastikan kesehatan tanaman yang baik. Ini sederhana sistem otomatis, juga dapat membantu para petani di seluruh dunia hidup dalam kondisi terpencil yang kurang tepat alat untuk mendiagnosis penyakit tanaman dan meningkatkan kesehatan tanaman untuk meningkatkan hasil [5]. Pada penelitian ini mencoba menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan alat otomatisasi pendeteksi penyakit tanaman padi menggunakan image processing dan jaringan saraf tiruan.

2. Topik/Tema Kajian (Sistem Cerdas/ Tema Teknik Digital image processing)

a. Penyakit Padi

Penyakit yang terjadi pada beras dapat menurunkan kualitas biji-bijian. Itu bisa saja disebabkan oleh bakteri, virus, atau jamur [10]. Tingkat keparahan tanaman memiliki gejala dan tanda yang berbeda, dijelaskan di bawah ini Brown Spot: tempat Brown disebabkan oleh jamur patogen koleoptil. Infeksi dimulai dengan lesi kecil, bundar, kuning coklat atau coklat pada daun. Pada infeksi parah itu menyebabkan kehilangan hasil 45% [6] Bakteri Daun Busuk: Bakteri busuk disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas oryzae*. Gejala-gejala ini dapat muncul sebagai Water-garis-garis basah dan kekuningan di tepi bergelombang. Begitu parah infeksi terjadi membunuh seluruh cuti [7].

b. Digital image processing

Perkembangan teknologi pemrosesan gambar baru-baru ini telah memberikan kemungkinan untuk menciptakan suatu sistem untuk mengenali gambar digital. Perkembangan ini dirangkum dalam **table.1** berikut ini:

No	Researchers	Usefulness	Definition
1.	S. Muthuselvi and P. Prabhu (2016) [8]	Digital image processing techniques – a survey (teknik pengolahan citra digital – survey)	Digital Image Processing (DIP) adalah proses gambar digital menggunakan berbagai komputer algoritma. Pemrosesan gambar digital ini telah digunakan di sejumlah bidang seperti pola pengakuan, penginderaan jauh, penajaman gambar, pemrosesan warna dan video dan medis. Kertas ini menyajikan tinjauan singkat dan tinjauan literatur

			tentang teknik pemrosesan gambar digital seperti gambar pra-pemrosesan, kompresi gambar, deteksi tepi dan segmentasi.
2.	Dwi Esti Kusumandari, Muhammad Adzkia, Sanggam P. Gultom, Mardi Turnip, Arjon Turnip (2018) [9]	Detection of Strawberry Plant Disease Based on Leaf Spot Using Color Segmentation	Tanaman stroberi adalah tanaman buah yang memiliki nilai cukup tinggi. Buah stroberi mengandung jumlah tinggi serat, vitamin C, asam folat, kalium dan antioksidan. Berkultivasi stroberi adalah tugas yang mudah karena tanaman stroberi sering dipengaruhi oleh kedua mikroorganisme, hama dan bakteri. Untuk mengurangi penyebaran penyakit pada tanaman stroberi, yang pertama pengenalan penyakit stroberi akan dilakukan menggunakan pemrosesan gambar digital. Digital gambar daun diproses untuk menentukan status kesehatan tanaman stroberi. Proses dilakukan pada gambar digital termasuk peningkatan gambar, segmentasi warna dari RGB ruang warna menjadi ruang warna HSV, segmentasi regional untuk menentukan area cacat daun dan daun

			<p>utuh. Pemrosesan gambar menunjukkan akurasi deteksi 85% yang diperoleh.</p>
3.	<p>Ayesha .L Tilwani, Prof. Devang G. Jani (2017) [10]</p>	<p>Disease Detection in Leaves using Image Processing Techniques</p>	<p>Produk pertanian rentan terhadap penyakit karena menyerang jamur, bakteri, dan juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang buruk. Gejalanya pertama kali terlihat pada daun, batang dll. Makalah ini mengusulkan metodologi untuk mendeteksi penyakit pada daun. Tujuannya adalah untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan penyakit. Gambar daun ditangkap dan beberapa digunakan untuk tujuan pelatihan dan beberapa digunakan sebagai gambar uji. Metode yang diusulkan pertama meningkatkan gambar dan kemudian mengubah gambar RGB menjadi ruang warna HSV kemudian mengelompokkan bagian yang sakit dari bagian yang sehat menggunakan K-mean clustering. Ekstraksi fitur dilakukan menggunakan GLCM dan klasifikasi dilakukan menggunakan SVM</p>
4.	<p>Dr. Sridhathan C, 2Dr. M. Senthil Kumar (2018) [11]</p>	<p>Plant Infection Detection Using Image Processing</p>	<p>Identifikasi penyakit tanaman adalah kunci untuk mencegah kerugian dalam produktivitas dan meningkatkan kualitas produk pertanian. Metode tradisional menghabiskan</p>

			<p>lebih banyak waktu, pekerjaan yang membosankan untuk pekerja. Di lahan pertanian besar, deteksi dini penyakit tanaman dengan menggunakan teknik otomatis akan mengurangi hilangnya produktivitas. Dalam tulisan ini, kami mengusulkan deteksi otomatis berbasis visi deteksi penyakit tanaman menggunakan Teknik Pemrosesan Gambar. Algoritma pemrosesan gambar dikembangkan untuk mendeteksi infeksi atau penyakit tanaman dengan mengidentifikasi fitur warna area daun. Algoritma K mean digunakan untuk segmentasi warna dan GLCM digunakan untuk klasifikasi penyakit. Infeksi tanaman berbasis penglihatan menunjukkan hasil yang efisien dan kinerja yang menjanjikan</p>
5.	Shuyu Zhou, Geng Zhang, Jia Li (2013) [12]	Application of Digital Image Processing Technology in Interferometer	<p>Untuk sejarah perkembangan citra digital pemrosesan dan konten yang terlibat. Keberangkatan dari sudut</p>

			<p>pandang keunggulan dan pengembangan tren teknologi pemrosesan gambar digital, dan digital teknologi pemrosesan gambar dalam aplikasi spesifik interferometer membuat tingkat analisis tertentu. Di dalam kertas, teknologi pemrosesan gambar digital dalam berbagai aplikasi dan signifikansi interferometer, dibuat beberapa penelitian, harapkan penelitian dan analisis ini, untuk pengembangan teknologi pemrosesan gambar digital dan pengembangan lebih lanjut dalam interferometer, untuk memastikan rujukan dan signifikansi bimbingan.</p>
--	--	--	--

Dari beberapa penelitian diatas pemrosesan gambar digital cenderung berevolusi menjadi arus utama terbesar dengan dukungan dari bidang teoretis lainnya yang didukung oleh perkembangan cepat dari disiplin ilmu yang tepat seperti matematika, aljabar linier, statistik, Komputasi Lunak, dan ilmu syaraf untuk menyelesaikan berbagai masalah.

c. Ekstraksi fitur

Dalam pembelajaran mesin, pengenalan pola dan gambar pemrosesan, teknik ekstraksi fitur diterapkan dapatkan fitur yang akan berguna dalam mengklasifikasikan dan pengakuan gambar. Teknik ekstraksi fitur adalah membantu dalam berbagai aplikasi pemrosesan gambar, mis. pengenalan karakter. Sebagai ekstraksi fitur menentukan

perilaku suatu gambar, mereka menunjukkan tempatnya dalam hal penyimpanan diambil, efisiensi dalam klasifikasi dan jelas dalam konsumsi waktu juga fitur metode ekstraksi dalam kasus aplikasi pengenalan karakter. Namun, pemilihan fitur membutuhkan pemahaman dan interpretasi fitur yang tepat nilai-nilai. Kami menggunakan berbagai fitur di bawah tiga kategori: warna, tekstur, dan bentuk. Secara total, kami telah mengekstraksi 88 fitur dari bagian penyakit daun gambar [13].

d. Klasifikasi

Kami menggunakan SVM untuk klasifikasi penyakit. SVM adalah pendekatan pembelajaran yang diawasi dan tidak menderita masalah yang terjadi karena tugas berat badan acak dalam Jaringan Saraf Tiruan. Ini mengklasifikasikan data pelatihan berdasarkan kelas yang diberikan sebagai label kelas pelatihan. Kelas yang dapat dipisahkan secara linear dapat diidentifikasi menggunakan hyperplane sedangkan untuk titik data yang tidak dapat dipisahkan secara linear bisa ditangani menggunakan fungsi kernel yang sesuai. Dalam pekerjaan kami, kami memiliki tiga kelas (penyakit). Kami menggunakan kernel Gaussian untuk klasifikasi multiclass [14,15,16].

e. JST

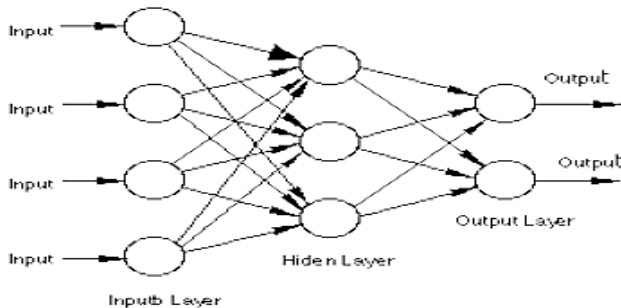
Jaringan saraf tiruan adalah struktur jaringan saraf otak dan mereka relatif kasar untuk elektronik jaringan. Di ANN kita hanya dapat memproses catatan satu per satu suatu waktu dan mereka dapat belajar dengan membandingkannya klasifikasi dengan catatan lain (sebagian besar arbitrer) dengan klasifikasi aktual dari catatan yang diketahui. Sementara memproses catatan pertama pada tahap awal yang diklasifikasikan kesalahan dari catatan yang diketahui dan memberi mereka kembali jaringan saraf. Nanti kita bisa memodifikasi kesalahan dalam algoritma jaringan untuk iterasi lebih lanjut.

Fungsi neuron jaringan buatan:

1. Ada satu set nilai input dan bobot terkait.
2. Jumlah bobot dan hasil peta ke output adalah fungsi neuron.

Neuron disusun dengan tiga lapisan berbeda adalah lapisan input, lapisan tersembunyi, lapisan keluaran. Lapisan input terdiri dari nilai rekaman dan disusun dengan neuron penuh jaringan ke lapisan berikutnya. Di lapisan tersembunyi itu terdiri dari beberapa jaringan saraf dan ada dengan satu saraf jaringan. Lapisan selanjutnya adalah lapisan tersembunyi.

Akhirnya lapisan keluaran adalah final terdiri dari satu node untuk masing-masing kelas. Di sini catatan ditugaskan dengan nilai tertinggi dibandingkan dengan nilai-nilai lain dan jaringan terdiri dari nilai tugas untuk setiap node tunggal [17,18].



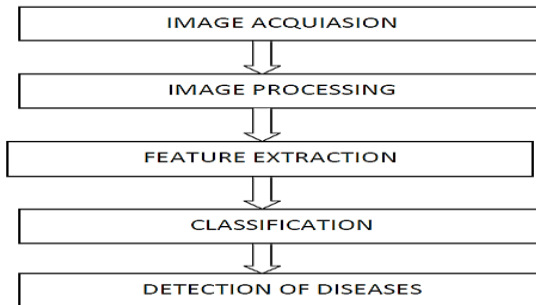
Gambar 1. Typical Neural Network

3. Pembahasan Materi

Metode yang digunakan untuk penelitian deteksi dan klasifikasi penyakit tanaman padi menggunakan solusi berbasis pemrosesan gambar. Secara keseluruhan konsep untuk algoritma terkait visi gambar Klasifikasi hampir sama dan ditunjukkan pada gambar.2. Pertama, gambar digital diperoleh dari lingkungan menggunakan kamera digital. Maka teknik pengolahan gambar adalah diterapkan pada gambar yang diperoleh untuk mengekstrak fitur yang bermanfaat itu diperlukan untuk analisis lebih lanjut. Setelah itu jaringan saraf. Teknik ini digunakan untuk klasifikasi sesuai spesifik masalah. Gambar berikut menunjukkan kepada kami

langkah-langkah dasar yang digunakan. Prosedur langkah demi langkah seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

- a) Akuisisi gambar RGB
- b) Ubah gambar input menjadi ruang warna
- c) Segmen komponen
- d) Dapatkan segmen yang bermanfaat
- e) Menghitung fitur warna
- f) Mengkonfigurasi jaringan saraf untuk pengakuan.



Gambar 2. Prosedur dasar untuk Deteksi Penyakit Daun

A. Image acquisition

Gambar-gambar daun padi dapat dipengaruhi oleh berbagai penyakit seperti bercak coklat dan hawar daun bakteri [19]. Penyakit-penyakit itu diambil oleh kamera digital canon dengan resolusi tinggi [20]. Dua berbeda jenis daun padi dikumpulkan untuk penelitian iniprediksi penyakitnya. Sampel terpilih dari Bacterial Leaf Blight (bakteri *Xanthomonas oryzae*) dan Brown Spot (jamur *Helminthosporiose*) diambil dari tanaman padi untuk dianalisis lebih lanjut. Untuk diproses lebih lanjut gambar disimpan dalam RGB dandiubah ke format JPEG. Akhirnya gambar diproses untuk memprediksi penyakit menggunakan MATLAB Toolbox. Analisis Gambar untuk Mengelompokkan Daun yang Terinfeksi Beberapa gambar memiliki kelemahan seperti kabur atau buruk kontras. Untuk membuat kualitas, gambar harus ditingkatkan memetakan piksel nilai ambang batas bawah dan batas atas nilai ke nilai piksel baru [21].

B. Image pre-processing

Setelah akuisisi gambar dan membuat gambar database, langkah selanjutnya adalah pra-pemrosesan gambar. Untuk memperoleh data gambar asli pra-pemrosesan gambar langkah prosesnya sangat efisien. Dalam pra-pemrosesan gambar kami menekan yang tidak diinginkan distorsi gambar-gambar ini dan meningkatkan beberapa gambar fitur-fitur penting untuk pemrosesan lebih lanjut dan tugas analisis. Dalam langkah pra-pemrosesan gambar itu termasuk ruang warna konversi, peningkatan gambar dan segmentasi gambar. Gambar yang kami peroleh memiliki beberapa format gambar. Ini gambar dikonversi ke format RGB. Gambar RGB daun diubah menjadi representasi ruang warna. Untuk tentukan warna dalam beberapa cara standar yang diterima adalah tujuan konversi ruang warna. Gambar RGB ini daun dikonversi ke dalam format gambar HSV.

- ✓ HUE - Ini adalah atribut warna yang menggambarkan warna murni sebagai dirasakan oleh pengamat.
- ✓ SATURATION-Saturasi disebut sebagai kemurnian relatif atau jumlah cahaya putih yang ditambahkan ke rona.
- ✓ VALUE - Nilai berarti amplitudo cahaya.

Setelah proses transformasi ruang warna, rona komponen digunakan untuk analisis lebih lanjut. Kejenuhan dan nilai dijatuhkan karena tidak memberikan informasi tambahan. Penelitian ini mengubah ukuran dan memotong gambar menjadi dimensi 897x3081 piksel untuk mengurangi kebutuhan memori dan daya komputasi. Selain itu, tugas penting adalah menghapus latar belakang dari gambar. Kita mengeksplorasi empat teknik secara empiris untuk menghapus latar belakang dari gambar daun: (1) menerapkan mask yang dihasilkan berdasarkan gambar asli, (2) menerapkan mask yang dihasilkan berdasarkan nilai-nilai komponen Hue dari gambar dalam ruang warna HSV, (3) menerapkan mask dihasilkan berdasarkan Nilai komponen nilai gambar dalam ruang warna HSV, dan

akhirnya (4) menerapkan mask yang dihasilkan berdasarkan nilai komponen Saturasi dari gambar dalam ruang warna HSV

C. Feature extraction

Kami mengekstrak tiga kategori fitur: warna, bentuk, dan tekstur. Kita gunakan fitur berikut dalam pekerjaan kami:

1. Ekstraksi Fitur Warna

Pertama, kami mengekstrak komponen R, G, dan B dari gambar yang hanya mengandung porsi yang sakit dan menyimpannya ke dalam variabel yang berbeda. Setelah itu kita ekstrak saja nilai bukan nol dan menerapkan fungsi `mean2` dari Matlab. Proses yang sama juga diulang untuk menemukan nilai rata-rata komponen H, S dan V dari gambar (dalam Ruang warna HSV) dan untuk komponen L, A, dan B dari gambar (dalam warna LAB ruang). Kami menerapkan fungsi `std2` dari Matlab pada nilai bukan nol dari R, G, dan B komponen warna.

2. Ekstraksi Fitur Bentuk

Luas total bagian penyakit dari daun dihitung. Itu dihitung dengan mengubah gambar tersegmentasi menjadi biner dengan ambang menggunakan `0,28` Fungsi inbuilt Matlab `im2bw` (). Fungsi ini memberikan output sebagai gambar biner mengandung 1 dan 0. Setelah itu area gambar biner dihitung menggunakan fungsi `bwarea`. Jumlah tempat sakit juga merupakan salah satu fitur penting. Ini dihitung dengan menggunakan teknik deteksi gumpalan. Gumpalan adalah objek dalam gambar biner. Gambar Biner dari bagian yang sakit digunakan dalam menemukan jumlah gumpalan di gambar. Jumlah komponen yang terhubung adalah jumlah bintik-bintik sakit pada gambar topeng. Setelah itu kami menemukan area proporsi menggunakan persamaan berikut:

$$Proportion\ area = \frac{Area\ of\ each\ blob}{Total\ area\ of\ all\ blobs} \quad (1)$$

3. Ekstraksi Fitur Tekstur

Kami menggunakan matriks tingkat kejadian bersama Gray (GLCM) untuk mengekstraksi fitur tekstur. GLCM berisi jumlah kemunculan setiap tingkat abu-abu dalam gambar. Secara umum, GLCM memindai gambar dalam empat arah yang berbeda. Kami mengekstrak fitur dengan mempertimbangkan semua arah. Fungsi Matlab `graycomatrix()` digunakan untuk membuat GLCM. Ukuran GLCM yang dipertimbangkan adalah $8 * 8$. Menggunakan Fungsi Matlab disebut `graycoprops()`, kita dapat menemukan nilai-nilai semua property GLCM yang kontras, korelasi, energi, dan homogenitas. Kami juga menghitung naungan kluster dan keunggulan kluster.

D. Classification

Penelitian disini menyiapkan tiga model klasifikasi berdasarkan jumlah fitur yang dipilih. Model 1 terdiri dari 88 fitur termasuk 70 fitur tekstur, 14 fitur warna, dan 4 fitur bentuk. Model 2 terdiri dari 72 fitur termasuk 54 fitur tekstur, 14 fitur warna, dan 4 fitur bentuk. Model 3 terdiri dari 40 fitur termasuk 22 fitur tekstur, 14 fitur warna, dan 4 fitur bentuk. Kami membuat sekutu memberikan label untuk setiap penyakit, yaitu, hawar daun bakteri = 1, bercak coklat = 2, dan Leaf smut = 3. Kami menggunakan Support Vector Machine (SVM) untuk menghasilkan tiga model klasifikasi untuk pengenalan penyakit. Kami menggunakan perpustakaan `libsvm` untuk klasifikasi. Kami menggunakan fungsi kernel Radial Basis (Gaussian kernel). Kernel ini fungsi umumnya digunakan untuk klasifikasi multiclass. Kami juga mengamati efeknya dari berbagai parameter SVM seperti biaya dan gamma pada keakuratan kami model klasifikasi.

E. Neural Networks

Beberapa langkah yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan:

1. Training of neural network

Dalam fase pelatihan, kelas saat ini dari setiap catatan adalah diketahui dan karena itu output node dapat ditetapkan Nilai "benar" "1"

untuk simpul sesuai dengan yang benar kelas dan "0" untuk yang lain. Dengan demikian dimungkinkan untuk jaringan nilai yang dihitung, untuk node output ke ini "benar" nilai-nilai, dan dihitung sebagai istilah kesalahan untuk setiap node. Istilah kesalahan ini kemudian digunakan untuk menyesuaikan bobot lapisan tersembunyi sehingga mudah - mudahan, di waktu berikutnya nilai output akan lebih dekat dengan nilai "benar". Untuk mengklasifikasikan penyakit pada pengklasifikasi jaringan saraf daun anggur digunakan dan untuk hasil yang diinginkan harus dilatih. Ada empat langkah dalam proses pelatihan:

- a. Kumpulkan data pelatihan
- b. Buat jaringan.
- c. Latih jaringan.
- d. Menguji dan memvalidasi respons jaringan terhadap input baru.

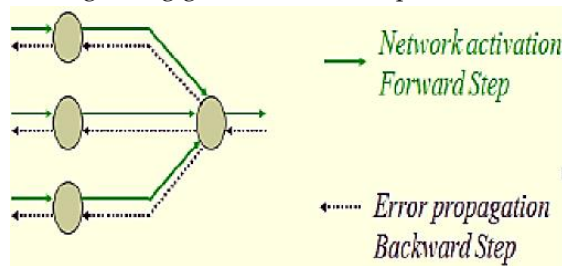
Algoritma back propagation digunakan dalam layered feed-meneruskan JST. Kembali jaringan saraf propagasi arsitektur dipilih karena sederhana dan salah satu yang paling jaringan saraf yang biasa digunakan.

2. Back propagation algorithm

Propagasi balik paling populer, efektif dan mudah pelajari model untuk jaringan yang rumit dan berlapis-lapis. Ini yang terbesar kekuatan dalam solusi nonlinier untuk masalah yang tidak jelas. Jaringan propagasi belakang yang khas memiliki lapisan input, lapisan keluaran dan setidaknya satu lapisan tersembunyi. Tidak ada batas teoritis pada jumlah lapisan tersembunyi tetapi biasanya hanya ada satu atau dua, beberapa pekerjaan telah dilakukan menunjukkan bahwa maksimum lima lapisan diperlukan untuk dipecahkan masalah kompleksitas. Kembali propagasi menyesuaikan bobot NN untuk meminimalkan total jaringan berarti kesalahan kuadrat. Ide dasar dari algoritma propagasi balik adalah untuk mengurangi kesalahan, sampai JST mempelajari data pelatihan. Ketika akhirnya sistem telah dilatih dengan benar dan tidak diperlukan pembelajaran lebih lanjut, beban dapat, jika diinginkan, dibekukan. Proses

pelatihan untuk jaringan saraf digunakan untuk mendapatkan output yang diinginkan ketika input spesifik diberikan. Demikianlah kesalahannya nilai dihitung dari selisih antara yang sebenarnya dan output yang diinginkan, untuk meminimalkan kesalahan gambar 3. metode propagasi kembali Bobot harus disesuaikan karena kesalahan tergantung beban. Kesalahan jaringan akan ditentukan oleh jumlah kesalahan semua neuron di lapisan output. Propagasi balik terdiri dari aplikasi berulang dua lintasan berikut:

- Maju terus: Pada langkah ini, jaringan diaktifkan pada satu contoh dan kesalahan (masing-masing neuron) lapisan output dihitung.
- Backward pass: pada langkah ini kesalahan jaringan digunakan untuk memperbarui bobot. Kesalahan disebarakan ke belakang dari lapisan keluaran melalui jaringan lapis demi lapis. Ini dilakukan dengan secara rekursif menghitung gradien local setiap neuron



Gambar 3. Back propagation algorithm

4. Kesimpulan

Penelitian ini memperkenalkan pendekatan baru mengenai pendeteksian penyakit pada tanaman padi dengan mencoba menyajikan studi rinci tentang berbagai teknik pengolahan citra untuk mendeteksi penyakit pada tanaman padi. Warna primer adalah gambar RGB yang digunakan untuk menemukan penyakit segmentasi. Dalam teknik tersebut digunakan untuk mengidentifikasi penyakit dari gejala awal kehilangan hasil. Dalam gambar digital teknik pemrosesan, Algoritma memisahkan warna daun, warna tanda dan iluminasi dari yang berbeda saluran warna.

Pembahasan mengarah pada cara pemrosesan gambar, ekstraksi fitur, dan hasil klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan. Hasilnya menunjukkan bahwa suatu Algoritma menjadi mudah untuk analisis fitur akhir. Penelitian kedepan nantinya diharapkan adanya terobosan baru mengenai ekstraksi pigmen analisis fitur dan untuk membedakan jenis penyakit dari klasifikasi gambar selain dengan cara yang dilakukan oleh penelitian yang telah dibahas.

Daftar Pustaka

- [1] Zhang N, Wang M & Wang N. Precision agriculture-a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*; Vol.36, No.2-3, 2002, pp.113-132.
- [2] Strange RN & Scott PR. Plant disease: a threat to global food security. *Phytopathology*; Vol.43, 2005, pp.83-116.
- [3] Barbedo JG. Digital image processing techniques for detecting, quantifying and classifying plant diseases. *Springerplus*; Vol.2, No.1, 2013, pp.660-671.
- [4] Phadikar S, Sil J & Das AK. Rice diseases classification using feature selection and rule generation techniques. *Comput. Electron. Agric*; Vol.90, 2013, pp.76-85
- [5] Dr. Neha Mangla, Priyanka B Raj, Soumya G Hegde, Pooja R. Paddy Leaf Disease Detection Using Image Processing and Machine Learning. *IJIREICE*; Vol. 7, Issue 2, February 2019.
- [6] Anthonys G & Wickramarachchi N. An image recognition system for crop disease identification of paddy fields in Sri Lanka. *ICIIS 4th Int. Conf. Ind. Inf. Syst., Conf. Proc.*, 2009, pp.403-407.
- [7] Asfarian A, Herdiyeni Y, Rauf A & Mutaqin KH. Paddy diseases identification with texture analysis using fractal descriptors based on fourier spectrum. *Proceeding Int. Conf. Comput. Control. Informatics Its Appl. Recent Challenges Comput. Control Informatics*, 2013, pp.77-81.
- [8] S. Muthuselvi and P. Prabhu. Digital Image Processing Techniques – A Survey, *International Multidisciplinary Research Journal*; Vol 5, No. 11, 2016.

- [9] Dwi Esti Kusumandari, Muhammad Adzkie, Sanggam P. Gultom, Mardi Turnip, Arjon Turnip. Detection of Strawberry Plant Disease Based on Leaf Spot Using Color Segmentation. *Journal of Physics; Conference Series, Procedia Engineering* 41, Juli 2018.
- [10] Ayesha.L Tilwani, Prof. Devang G. Jani. Disease Detection in Leaves using Image Processing Techniques. *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering (IJARECE)*; Vol. 4, No. 4, 2017.
- [11] Dr. Sridhathan C, 2Dr. M. Senthil Kumar. Plant Infection Detection Using Image Processing. *IJMER*, Vol. 8, No. 7, 2018.
- [12] Shuyu Zhou, Geng Zhang, Jia Li. Application of Digital Image Processing Technology in Interferometer. *SPECIAL FOCUS PAPER; Volume 9, Special Issue* 6 July 2013.
- [13] Harshadkumar B. Prajapati, Jitesh P. Shah, Vipul K. Dabhi. Detection and Classification of Rice Plant Diseases. *Intelligent Decision Technologies*; vol. 11, no. 3, pp. 357-373, 2017.
- [14] S. T and D. T. Classification of paddy leaf diseases using shape and color features. *International Journal of Electrical and Electronics Engineers*; vol. 7, no. 1, pp. 239–250, 2015.
- [15] A. K. Singh, R. A, and B. S. Raja. Classification of rice disease using digital image processing and svm. *International Journal of Electrical and Electronics Engineers*; vol. 7, no. 1, pp. 294–299, 2015.
- [16] S. Phadikar, J. Sil, and A. Das. Classification of rice leaf diseases based on morphological changes. *International Journal of Information and Electronics Engineering*; vol. 2, no. 3, p. 460, 2012.
- [17] M. A. A. Kahar, S. Mutalib, And S. Abdul-Rahman. Recent advances in mathematical and computational methods. in *Recent Advances in Mathematical and Computational Methods*; pp. 248–257.
- [18] G. Jayanthi, K.S. Archana, A. Saritha. Analysis of Automatic Rice Disease Classification Using Image Processing techniques. *IJEAT*; vol.8, no.3, 2019.
- [19] Hamuda E, Ginley BM, Glavin M & Jones E. Automatic crop detection under field conditions using the HSV colour space and morphological operations. *Comput. Electron. Agric*; Vol.133, 2017, pp.97–107.

- [20] Zhang M & Meng Q. Automatic citrus canker detection from leaf images captured in field. *Pattern Recognit. Lett.*, (2011).
- [21] Shrivastava S, Singh SK & Hooda DS. Color sensing and image processing-based automatic soybean plant foliar disease severity detection and estimation. *Multimed. Tools Appl*; Vol.74, No.24, (2015), pp.11467–11484

Sistem Pendukung Keputusan untuk Evaluasi Penentuan Proposal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Saifuddin¹, Erik Iman Heri Ujjianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹saifuddin@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Dalam melaksanakan perwujudan Tri Dharma perguruan tinggi oleh tenaga pendidik (dosen) adalah melakukan penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan pengajaran. Setiap proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang diajukan oleh dosen harus melalui tahap seleksi, baik seleksi tahap administrasi maupun seleksi substansi. Penyeleksian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang masuk akan diseleksi oleh tim reviewer yang ditetapkan oleh LPPM. Hal inipun juga dilakukan oleh LPPM Universitas Tunas Pembangunan (UTP) dalam penyeleksian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, namun dalam penilaian proposal penelitian dan pengabdian masyarakat masih menggunakan cara manual tanpa adanya sistem yang membantu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu kombinasi alternative yang diajukan dalam penelitian ini adalah melakukan pembobotan kriteria dan evaluasi proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang diajukan oleh dosen di lingkungan UTP menggunakan sistem pendukung keputusan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan SAW (*Simple Additive Weighting*).

Kata Kunci: Sistem pendukung keputusan, AHP, SAW

1. Pendahuluan

Dalam melaksanakan perwujudan Tri Dharma perguruan tinggi oleh tenaga pendidik (dosen) adalah melakukan penelitian, pengabdian kepada masyarakat dan pengajaran. Perguruan tinggi berkewajiban menyelenggarakan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat disamping melaksanakan pendidikan sebagaimana dalam Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Pasal 20. Sejalan dengan kewajiban tersebut, Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi pasal 45 mengaskan bahwa penelitian perguruan tinggi diarahkan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan daya saing bangsa. Oleh karena itu setiap perguruan tinggi, melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) yang merupakan suatu lembaga yang menyelenggarakan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat bagi dosen dengan pengelolaan, penilaian serta pendanaan sepenuhnya yang dilaksanakan secara profesional dan proporsional. Dalam melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat haruslah sesuai prosedur yang telah ditetapkan LPPM. Dari prosedur yang ada, salah satunya adalah penilaian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat dapat dinyatakan layak atau tidak layak untuk dilaksanakan dan didanai oleh perguruan tinggi.

Setiap proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang diajukan oleh dosen harus melalui tahap seleksi, baik seleksi tahap administrasi maupun seleksi substansi. Penyeleksian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang masuk akan diseleksi oleh tim reviewer yang ditetapkan oleh LPPM. Hal inipun juga dilakukan oleh LPPM Universitas Tunas Pembangunan (UTP) dalam penyeleksian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, namun dalam penilaian proposal penelitian dan pengabdian masyarakat masih menggunakan cara manual tanpa adanya sistem yang membantu. Adapun selama ini proses seleksi yang dilaksanakan LPPM UTP sesuai prosedur

yang ada yaitu dengan melakukan proses pengusulan proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, kemudian dinilai oleh tim reviewer berdasarkan lembar penilaian dan kriteria yang telah ditentukan. Namun kegiatan tersebut belum didukung dengan sistem informasi sehingga proses seleksi proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat harus dilakukan dengan rekapitulasi data penilaian yang membutuhkan waktu penilaian yang cukup lama. Hal ini tentu kurang efisien karena jika ada dosen mengusulkan proposal harus menunggu lama untuk tahu hasilnya apakah diterima, diterima dengan perbaikan atau tidak diterima.

Selain itu proses penilaian belum menggunakan metode yang relevan sehingga hasil penilaian seleksi proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat belum obyektif karena hasil penilaian proposal yang diperoleh oleh dosen pengusul merupakan hasil akhir dalam bentuk rekomendasi kelayakan yang tertuang dalam surat keputusan, sehingga perlunya penerapan sistem pendukung keputusan dengan kriteria yang sesuai dengan kebutuhan seleksi proposal penelitian seperti masalah yang diteliti, metode penelitian, potensi tercapainya luaran penelitian, kelayakan sumber daya; sedangkan kriteria yang sesuai dengan kebutuhan seleksi proposal pengabdian kepada masyarakat seperti analisis kondisi mitra saat ini, permasalahan mitra dan solusi yang ditawarkan, kelayakan metode pendekatan permasalahan yang terjadi, kelayakan pengusul, dan kelayakan penggunaan RAB. Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu kombinasi alternative yang diajukan dalam penelitian ini adalah melakukan pembobotan kriteria dan evaluasi proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang diajukan oleh dosen di lingkungan UTP menggunakan sistem pendukung keputusan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan SAW (*Simple Additive Weighting*). Diharapkan dengan adanya sistem ini dapat memberikan keputusan yang dapat membantu LPPM UTP dalam menentukan kelayakan proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta mempermudah tim

penilai (reviewer) untuk menyelesaikan penilaian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat oleh dosen.

2. Topik/Tema Kajian (Sistem Pendukung Keputusan)

Penelitian yang terkait antara lain adalah: Proses penilaian membutuhkan waktu dan tempat yang lama objektifitas penilaian masih tidak mengikuti standar Kementristek Pendidikan Tinggi, maka perlu menyelesaikan masalah dengan merancang sistem informasi yang disajikan dengan membangun metode keputusan sistem pendukung menggunakan Simple Additive Weighting (SAW) sebagai metode untuk memproses pembelajaran data dan Analytical Hierarchy Process (AHP) sebagai metode yang dapat memproses data penelitian dan penilaiannya berdasarkan kriteria, maka nilai metode AHP dan SAW akan digunakan memberikan rekomendasi kepada pemeringkatan dosen terbaik dari Untirta (Universitas Sultan Agung Tirtayasa) [1]. Setelah dilakukan analisis kuesioner menggambar kesimpulan pengembangan pendukung keputusan pegawai menggunakan metode AHP bahwa penelitian memiliki bobot 43% bila dibandingkan dengan kriteria lain dalam penilaian kinerja staf akademik di Kampala International University (KIU). Diikuti dengan metode pengajaran (30%), kualitas pengajaran (16%), inisiatif (7%) dan keterampilan pribadi (4%). Ini menunjukkan bahwa penelitian adalah kriteria utama dan penting faktor yang digunakan dalam menentukan tingkat kinerja staf akademik. Juga sehubungan dengan consistency ratio (C.R) dari kriteria pengganti dan alternatif [2]. Bahwa kriteria yang ditentukan (berdasarkan prioritas) dalam penelitian ini adalah wawancara, tes psiko, tes tulis, dan tes kesehatan. Jumlah kandidat telah ditentukan dalam penelitian ini lima kandidat.

Penelitian ini ditentukan pada perusahaan XYZ dan penerimaan karyawan pada peserta pelatihan manajemen program. Dan untuk jumlah karyawan untuk mencari hanya 2 kandidat. Perhitungan Evaluasi Proses

Multi-Faktor Proses (MFEP) hanya menghitung bobot kriteria dengan nilai evaluasi setiap kandidat. Selagi Analytical Hierarchy Process (AHP), dengan Multi-Faktor Proses Evaluasi (MFEP) yaitu menghitung bobot kriteria dengan nilai evaluasi masing-masing kandidat, tetapi sebelum nilai evaluasi diproses dalam perhitungan matriks untuk melakukan perbandingan pasangan (antara kandidat) dan dilengkapi dengan perhitungan rasio konsistensi. Jika dilihat dari proses perhitungannya, Analytical Hierarchy Process (AHP) lebih kompleks dibandingkan dengan Proses Evaluasi Multi-Faktor (MFEP).

Perhitungan data dengan kedua metode, memiliki hasil yang sama, yaitu kandidat yang memenuhi syarat diterima oleh kandidat 2 dan Calon 4 dengan masing-masing nilai 8,42 dan 8,23 (untuk MFEP) dan 0,277 dan 0,342 (untuk AHP). Dan keduanya metode dapat memberikan rekomendasi kepada pembuat keputusan [3]. Dalam penelitian ini, pendekatan AHP & Metode TOPSIS dengan tujuan dari penelitian ini adalah mengusulkan model untuk mengevaluasi mesin terbaik oleh menggunakan perbandingan tiga mesin yang ada. Selama prosedur penilaian, metode AHP telah diterapkan untuk menentukan bobot kriteria dan untuk menentukan peringkat mesin. Untuk itu Alasannya, makalah ini telah menyajikan kerangka kerja prototype menggunakan proses AHP dengan TOPSIS algoritma sebagai alat yang efektif untuk mesin pendukung keputusan seleksi. Dalam penelitian ini, bobot kriteria yang berbeda dihitung menggunakan metode AHP dan untuk memilih mesin yang paling diinginkan salah satu yang terkenal Metode MCDM yaitu metode TOPSIS telah digunakan [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klaster yang cocok untuk Indeks Prestasi, jumlah Unit Kredit Semester, pendapatan Orangtua dan tanggungan orang tua adalah 4, 2, 3, 2. Dengan nilai Indeks Xie-Beni masing-masing 0,00267, 0,0022, 0,0025, 0,00384. Berdasarkan permasalahan yang muncul dalam penelitian ini akan dibuat suatu sistem pendukung keputusan penerimaan beasiswa dengan menggunakan metode AHP dengan mengoptimalkan algoritma clustering

yang dapat membantu Universitas AMIKOM dalam menentukan mahasiswa yang berhak mendapatkan beasiswa berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, algoritma dalam penelitian ini juga dapat dikembangkan untuk penelitian lebih lanjut. Dari hasil penelitian yang dilakukan, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut: (1) Hasil penelitian ini berupa rekomendasi sebagai referensi Universitas dalam memberikan beasiswa baik prestasi beasiswa maupun beasiswa untuk masyarakat miskin; (2) Berdasarkan perhitungan indeks validitas Xie-Beni, jumlah cluster optimal untuk indeks prestasi adalah 4, jumlah kredit 2 cluster, pendapatan orang tua 3 cluster, tanggungan 2 orang cluster; (3) Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap kedekatan masing-masing node klaster berdasarkan kriteria yang digunakan didapat hasil bahwa Indeks Prestasi 4 terdapat 4 klaster dengan nilai 0,00267, Jumlah Cluster 2 dengan nilai 0,0022, Orangtua pendapatan 3 dengan nilai 0,0025 dan tanggungan orang tua 2 cluster dengan nilai 0,00384 [5]. Berdasarkan temuan masalah yang dijelaskan, ada beberapa metode yang dapat digunakan dan digabungkan pemecahan masalah, salah satunya adalah pengambilan keputusan metode yang menggunakan AHP dan SAW. Dimana AHP digunakan sebagai penghitung bobot untuk masing-masing kriteria. Sementara SAW digunakan sebagai proses pemeringkatan. Diharapkan bahwa menggabungkan kedua metode tersebut dapat membantu tim penilai membuat keputusan dalam pemilihan personil sesuai dengan kriteria.

Hasil tulisan ini disarankan menggunakan gabungan Metode AHP dan SAW untuk memaksimalkan dukungan keputusan proses pemilihan penyanyi terbaik. Kriteria yang digunakan untuk menganalisis tingkat konsistensi bobot prioritas memiliki hasil yang konsisten itu cukup untuk menentukan penyanyi terbaik berdasarkan semuanya alternatif yang tersedia. Berdasarkan hasil pengukuran dari keakuratan penggunaan metode dan pilihan ahli tim memperoleh hasil yang baik dengan persentase akurasi 84,61%. Jika dibandingkan dengan penelitian

sebelumnya, kombinasinya AHP dan SAW, metode dapat meningkatkan akurasi hasil peringkat alternatif dan dapat berfungsi sebagai pedoman dasar untuk membantu pengambilan keputusan [6].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui caranya kombinasi AHP dan SAW dalam membangun dukungan keputusan sistem untuk merekomendasikan tujuan wisata di Bali. Studi kasus menggunakan empat kriteria: transportasi, fasilitas, kelas bintang sebagai keuntungan kriteria dan harga sebagai kriteria biaya. Dalam metode SAW, digunakan sebagai pengambil keputusan perlu memasukkan bobot semua kriteria secara langsung. Berat yang dimasukkan terkadang tidak mewakili prioritas masing-masing kriteria dengan tepat. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan metode lain yang dapat menghitung bobot masing-masing kriteria berdasarkan prioritas pengguna. Sedangkan, AHP digunakan untuk menghitung bobot masing-masing kriteria berdasarkan matriks kriteria berpasangan yang diinput oleh pengambil keputusan. AHP memeriksa konsistensi matriks menggunakan rasio konsistensi, dan hasilnya $<0,1$, yang berarti konsisten [7]. Metode ini diterapkan dan didemonstrasikan menggunakan data nyata sampel di Universitas Syiah Kuala. Dalam memilih tujuh dari sepuluh siswa dan kemudian memberi peringkat mereka berdasarkan kebijakan universitas Beasiswa Prestasi Akademik dan Bantuan Keuangan. Untuk meningkatkan efisiensi metode SAW, berbasis web aplikasi seperti PHP dapat dilakukan untuk pekerjaan di masa depan. Itu Keterbatasan makalah ini adalah bahwa metode SAW tidak dapat menangani namun ketidakjelasan penilaian para ahli saat pengambilan keputusan proses. Dalam hal ini, angka fuzzy dapat digunakan untuk mengukur matriks evaluasi dan metode SAW dapat ditingkatkan dengan menggunakan angka fuzzy [8]. Metode ini dipilih karena mampu memilih alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang ada berdasarkan kriteria yang ditentukan. Penelitian dilakukan dengan mencari nilai bobot untuk setiap atribut kemudian dilakukan pemeringkatan yang akan menentukan alternatif yang optimal. Penerapan

metode Simple Additive Weighting (SAW) di Indonesia pengambilan keputusan tingkat kenaikan gaji dilakukan dengan mencari jumlah bobot kriteria pada setiap alternatif dan pada atribut yang membutuhkan matriks keputusan normalisasi, kemudian melakukan proses pemeringkatan hingga nilai preferensi untuk menentukan alternatif yang mendapat kenaikan gaji antara 5% - 15% atau tidak sama sekali mendapat kenaikan gaji [9]. Metode AHP dan SAW dapat digunakan secara bersamaan untuk menghitung kriteria bobot untuk masuk siswa baru di sekolah. Metode AHP digunakan untuk menentukan bobot awal perhitungan kriteria yang ditetapkan oleh sekolah. Hasil kenaikan berat badan awal akan digunakan oleh metode SAW untuk temukan pilihan siswa terbaik yang dipilih. Sistem pendukung keputusan menggunakan AHP dan SAW metode dapat membantu proses seleksi siswa baru dengan cepat dan tepat berdasarkan minat, bakat, dan kemampuan yang sesuai dengan bobot setiap kriteria [10]. Bahwa system pendukung keputusan mampu menentukan pembelajaran yang efektif pada STMIK Pringsewu dengan kriteria sebagai berikut: orientasi, metode, media dan motivasi [11]. Dalam evaluasi kinerja dosen menggunakan metode AHP dan SAW dapat memberikan tingkat konsistensi 90,39% dari 10 indikator kriteria. Dengan 28 dosen sebagai alternatif, yang mengajar 47 mata pelajaran [12]. Program studi PTN akan diberikan alternatif dari studi tersebut program di PTN lain dengan 5 kriteria yang telah ditentukan dan dihitung dengan menggunakan metode AHP. Studi alternatif PTN program yang memiliki total nilai perhitungan AHP tertinggi akan direkomendasikan untuk peserta untuk pertama kalinya [13]. Dalam penelitian lainnya, AHP diuji meskipun banyak diterapkan tetapi jika terlalu banyak kriteria akan mengurangi tingkat akurasi AHP, sementara SAW memiliki akurasi sedikit lebih baik daripada AHP [14]. Dari hasil implementasi prototype Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Kelayakan Proposal Penelitian Dosen menggunakan Metode SAW dan WP didapatkan kesimpulan berupa: Hasil pengujian menggunakan uji perbandingan sebanyak 6 uji sehingga

didapatkan metode SAW yang memiliki tingkat akurasi terbaik yaitu 29,2% [15]. Perancangan dalam sistem pemilihan pelanggan terbaik dengan menerapkan metode perhitungan SAW (Simple Additive Weighting) menghasilkan rekomendasi-rekomendasi pelanggan terbaik Bravo berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan, sehingga rekomendasi tersebut akan menjadikan bahan pertimbangan dan membantu pihak Bravo dalam pemberian reward kepada para pelanggan terbaiknya [16].

3. Pembahasan Materi

Dalam pembahasan materi ini kami menjelaskan langkah-langkah dalam penentuan nilai pada metode SAW dan AHP, sehingga nanti akan sebagai perbandingan dari hasil penelitian yang akan dilakukan dalam penentuan nilai system pendukung keputusan terhadap penilaian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang diajukan oleh dosen di Universitas Tunas Pembangunan, berikut prosedur penentuan nilainya:

3.1 Simple Additive Weighting (SAW)

Metode Simple Additive Weighting (SAW) adalah sering juga dikenal istilah metode penjumlahan tertimbang. Konsep dasar dari metode Simple Additive Weighting (SAW) adalah mencari penjumlahan peringkat kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut [17]. Dalam metode Simple Additive Weighting (SAW) membutuhkan proses normalisasi matriks (X) ke skala yang bisa dibandingkan dengan semua alternatif, Adapun langkah penyelesaian dalam metode menggunakan SAW [18] adalah:

- a) Tentukan alternatif (Calon), yaitu A_i (yaitu prosesnya) menentukan nilai alternatif), contoh: $A_1, A_2,$
- b) Tentukan kriteria yang akan digunakan sebagai referensi dalam pengambilan keputusan, mis. C_j (mis. proses penentuan nilai kriteria) contoh: $C_1, C_2, \dots C_N$
- c) Memberikan nilai kesesuaian setiap alternative setiap kriteria contoh: A_1 dengan $C_1 =$ nilai

- d) Tentukan bobot preferensi atau kepentingan (W) contoh kriteria apa pun: C1: ...%, C2:%, CN:%
- e) Buat tabel peringkat kesesuaian dari salah satu alternative pada setiap kriteria. Pada tahap ini proses penyelesaian di Poin / angka 2 (dua) di atas dibuat berdasarkan kesesuaian tabel peringkat.

Tabel 1. Nilai Kecocokan

Alternatif	Kriteria			
	C1	C2	Cn
A1	Nilai A1C1	Nilai A1C2	Nilai A1Cn
A2	Nilai A2C1	Nilai A2C2	Nilai A2Cn
.....
An	Nilai AnC1	Nilai AnC2	Nilai AnCn

- f) Buat matriks keputusan X yang dibentuk dari tabel rating kesesuaian salah satu alternatif pada setiap kriteria. Nilai X setiap alternatif (Ai) pada setiap kriteria (Cj) sudah ditentukan. Contoh: Lalu hasilnya:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11}/Maxi & X_{12}/Maxi & \dots & X_{1j}/Maxi \\ X_{21}/Mini & X_{22}/Mini & \dots & X_{2j}/Mini \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{i1}/Maxi & X_{i2}/Maxi & \dots & X_{ij}/Maxi \end{bmatrix} \quad (1)$$

- g) Lakukan normalisasi keputusan matriks X dengan menghitung nilai peringkat kinerja ternormalisasi (rij) dari alternatif Ai pada kriteria Cj.

$$r_{ij} = \begin{bmatrix} X_{ij} \\ Maxi(X_{ij}) \\ Mini(X_{ij}) \\ X_{ij} \end{bmatrix} \quad (2)$$

h) Menghitung nilai alternatif terakhir, dapat ditemukan menggunakan persamaan:

$$V_i = \sum_j^n = 1 w_i r_{ij} \quad (3)$$

3.2 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) adalah teori umum tentang pengukuran. Empat skala pengukuran yang berbeda yang biasanya digunakan secara berurutan adalah skala nominal, ordinal, interval, dan rasio yang dapat dikategorikan ke dalam skala yang lebih rendah, tetapi tidak sebaliknya. Skala rasio pendapatan per bulan dapat dikategorikan ke dalam skala ordinal tingkat atau kategori pendapatan (tinggi, sedang, rendah) skala nominal. Sebaliknya, jika pengukuran dilakukan di waktu data yang diperoleh adalah ordinal atau kategori, semakin tinggi data skala tidak dapat diambil [19]. Dalam menyelesaikan masalah AHP ada beberapa prinsip yang harus dipahami adalah sebagai berikut [17]:

- a) Membuat hierarki; Sistem yang kompleks dapat dipahami dengan memecahnya menjadi elemen - elemen pendukung, disatukan elemen digabungkan secara hierarki atau mengatasinya.
- b) Kriteria dan alternatif penilaian: Kriteria alternatif dan dilakukan dengan perbandingan berpasangan. Untuk berbagai masalah, skala 1 hingga 9 adalah skala terbaik untuk mengutarakan pendapat. Nilai pendapat kualitatif dan definisi skala komparatif Saaty dapat diukur dengan menggunakan analisis tabel seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 di bawah ini [20]:

Tabel 2. Skala prioritas

Skala	Informasi	Deskripsi
1	Kedua elemen itu sama pentingnya	Dua elemen memiliki efek yang sama pada suatu tujuan
3	Satu elemen adalah sedikit lebih	Pengalaman dan penilaian mendukung sedikit lebih

	penting daripada lain (sedikit lebih penting)	banyak dari elemen lainnya
5	Satu elemen adalah lebih penting dari yang lainnya (jelas lebih penting).	Pengalaman dan penilaian sangat kuat mendukung satu elemen di atas lain.
7	Satu elemen adalah jelas lebih banyak penting dari apapun elemen lainnya (sangat lebih penting).	Salah satu yang terkuat elemen dipertahankan dan dominan dalam praktik.
9	Salah satunya elemen penting dari elemen yang lain (mutlak lebih penting).	Bukti mendukung tugas dalam hubungannya dengan yang lain dengan tingkat tertinggi keandalan.
2,4,6,8	Ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan.	Nilai ini diberikan saat ada dua kompromi antara dua pilihan.

- c) Lakukan normalisasi pada matriks perbandingan berpasangan dengan menjumlahkan nilai masing-masing kolom matriks pasangan yang cocok kemudian membagi setiap nilai dari kolom dengan jumlah kolom yang sesuai untuk mendapatkan normalisasi matriks

$$\bar{a}_{jk} = \frac{a_{jk}}{\sum_{l=1}^m a_{lk}} \quad (4)$$

- d) Hitung bobot sintesis dengan menjumlahkan setiap kolom di baris yang sama dari hasil normalisasi perbandingan dari matriks

$$\sum \text{column} = k_1 + k_2 + k_3 \dots \dots kn \quad (5)$$

- e) Menghitung nilai eigen dengan mengalikan masing-masing kolom matriks yang cocok di baris yang sama, kemudian diangkat dengan nomor kriteria yang ada

$$\lambda_1 = (k_1 \times k_2 \times k_3 \dots \dots kn)^{\frac{1}{n}} \quad (6)$$

- f) Hitung bobot prioritas masing-masing kriteria dengan nilai eigen untuk setiap kriteria dibagi dengan total jumlah nilai eigen.

- g) Hitung pentingnya setiap kriteria dengan membagi berat sintesis berdasarkan bobot prioritas.
- h) Hitung nilai eigen maksimum (maks) dengan membagi jumlah total nilai penting dengan jumlah kriteria.
- i) Mengukur konsistensi penggunaan untuk memastikan penilaian untuk pengambilan keputusan sangat konsisten.

$$CI = \frac{(k_{maks}-n)}{n}$$

- j) Memeriksa konsistensi dalam hierarki asalkan jika rasio konsistensi (CI / IR) kurang dari atau sama dengan 0,1 maka hasil perhitungan dinyatakan benar [21].

$$CR = \frac{CI}{IR}$$

4. Kesimpulan

Dengan adanya system pendukung keputusan dengan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dan SAW (*Simple Additive Weighting*) diharapkan bisa mengatasi permasalahan penentuan proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang layak didanai UTP, sehingga dengan adanya sistem ini dapat memberikan keputusan yang dapat membantu LPPM UTP dalam menentukan kelayakan proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat serta mempermudah tim penilai (*reviewer*) untuk menyelesaikan penilaian proposal penelitian dan pengabdian kepada masyarakat oleh dosen.

Daftar Pustaka

- [1] A. M. Januriana, D. Wiguna, and S. N. Aji, "Recommendations of the Best Lecturers Selection Method Using Simple Additive Weighting (SAW) and the Analytical Hierarchy Process (AHP) Abstract ;," *Int. J. Comput. Tech.*, vol. 5, no. 5, pp. 154–161, 2018.
- [2] S. G. Fashoto, O. Amaonwu, and A. Afolorunsho, "Development of A Decision Support System on Employee Performance Appraisal using AHP Model," *JOIV Int. J. Informatics Vis.*, vol. 2, no. 4, p. 262, 2018.

- [3] M. A. Maricar and M. Sudarma, "Decision Support System of the Employees Acceptance using Analytical Hierarchy Process (AHP) and Multi Factor Evaluation Process (MFEP)," *Int. J. Eng. Emerg. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 48–54, 2016.
- [4] R. Karim and C. L. Karmaker, "Machine Selection by AHP and TOPSIS Methods," *Am. J. Ind. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [5] C. Series, "Optimization Of Clustering Algorithm On Decision Support System Of Scholarship Recipients Using Analytical Hierarchy Process Method Optimization Of Clustering Algorithm On Decision Support System Of Scholarship Recipients Using Analytical Hierarchy Proces," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1140, pp. 1–10, 2018.
- [6] A. Cahyapratama, "Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) and Simple Additive Weighting (SAW) Methods In Singer Selection Process," *Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, no. Mcdm, pp. 234–239, 2018.
- [7] P. I. Ciptayani, N. G. A. P. H. Saptarini, P. Alit, W. Santiary, I. N. Gede, and A. Astawa, "Decision Support System for Tourist Destination using the Combination of AHP and SAW," 2018 2nd East Indones. Conf. Comput. Inf. Technol., pp. 271–275, 2018.
- [8] I. Irvanizam, "Multiple Attribute Decision Making with Simple Additive Weighting Approach for Selecting the Scholarship Recipients at Syiah Kuala University," *Int. Conf. Electr. Eng. Informatics (ICELTICs 2017)*, no. ICELTICs, pp. 245–250, 2017.
- [9] N. Setiawan et al., "Simple Additive Weighting as Decision Support System for Determining Employees Salary," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. January, pp. 309–313, 2018.
- [10] S. Wijayanto, D. Napitupulu, K. Adiyarta, and A. Perdana, "Decision Support System of New Student Admission Using Analytical Hierarchy Process and Simple Additive Weighting Methods Decision Support System of New Student Admission Using Analytical Hierarchy Process and Simple Additive Weighting Methods," *Int. Conf. Comput. Sci. Appl. Math.*, vol. 1255, 2019.
- [11] E. Anggraeni et al., "Modelling effectiveness of IS learning methodology with AHP method," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, pp. 4708–4714, Nov. 2018.

- [12] B. Daniawan, "Evaluation of Lecturer Teaching Performance Using AHP and SAW Methods," *bit-Tech*, vol. 1, no. 2, pp. 30–39, 2018.
- [13] F. Retrialisca, Y. A. Effendi, and N. Nuzulita, "Decision Support System and Recommendation on SBMPTN Try-Out with Analytic Hierarchy Process (AHP)," *Proc. - 2019 Int. Conf. Comput. Sci. Inf. Technol. Electr. Eng. ICOMITEE 2019*, vol. 1, pp. 169–174, 2019.
- [14] M. M. D. Widianta, T. Rizaldi, D. P. S. Setyohadi, and H. Y. Riskiawan, "Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods (AHP, TOPSIS, SAW & PROMENTHEE) for Employee Placement," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 953, no. 1, 2018.
- [15] Z. Y. Mubarak, E. Utami, and E. T. Luthfi, "Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Kelayakan Proposal Penelitian Dosen Menggunakan Metode Simple Additive Weighting dan Weight Product," *SEMNAS TEKNO MEDIA ONLINE*, vol. 6, no. 1, pp. 2–8, 2018.
- [16] F. Sholikhah, D. H. Satyareni, and C. S. Anugerah, "Perancangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pelanggan Terbaik Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (SAW) Pada Bravo Supermarket Jombang," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, p. 40, 2016.
- [17] E. L. Ruskan, "Kolaborasi Metode Saw Dan Ahp Untuk Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kinerja Asisten Laboratorium," *J. Sist. Inf.*, vol. 9, no. 1, 2017.
- [18] D. F. Shiddieq and E. Septyan, "Analisis perbandingan metode ahp dan saw dalam penilaian kinerja karyawan (studi kasus di pt. Grafindo media pratama bandung)," *J. Komput. Bisnis*, vol. 10, no. 2, 2017.
- [19] M. Brunelli, *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer, 2015.
- [20] R. Morgan, "An investigation of constraints upon fisheries diversification using the Analytic Hierarchy Process (AHP)," *Mar. Policy*, vol. 86, pp. 24–30, 2017.
- [21] K. A. Wiguna, R. Sarno, and N. F. Ariyani, "Optimization solar farm site selection using multi-criteria decision making fuzzy ahp and promethee: case study in bali," in *2016 International Conference on Information & Communication Technology and Systems (ICTS)*, 2016, pp. 237–243.

BAGIAN 2. INFORMATION SECURITY

Introduction to Information Security

Erik Iman Heri Ujjianto

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Penelitian tentang keamanan informasi (*information security*) meliputi kriptografi (*cryptography*), dan penyembunyian informasi (*information hiding*) seperti steganografi (*steganography*), dan *watermarking*. Kriptografi ada di kehidupan sehari-hari, seperti di jaringan telepon bergerak (*mobile phone*), internet untuk *e-commerce*, dan ATM pada bank. Tujuan kriptografi adalah untuk melindungi pesan rahasia dengan cara penyandian. Steganografi merupakan ilmu dan seni menyembunyikan pesan rahasia di dalam pesan lain sehingga keberadaan pesan rahasia tersebut tidak diketahui. Watermarking merupakan teknik untuk menyisipkan informasi tertentu ke dalam data digital. Watermarking versus steganografi mempunyai perbedaan yang signifikan, jika pada steganografi pesan rahasia disembunyikan di dalam cover (cover hanya sebagai pembawa), sedangkan pada teknik watermarking cover yang berfungsi sebagai media penampung perlu dilindungi kepemilikannya dengan memberinya label (*watermark*).

Kata Kunci: *information, security, cryptography, steganography, watermarking*

1. Pendahuluan

Pendekatan yang biasa dilakukan untuk meningkatkan keamanan komputer antara lain dengan membatasi akses fisik terhadap komputer, menerapkan mekanisme pada sistem operasi dan perangkat keras untuk keamanan komputer, serta strategi *programming* untuk menghasilkan program aplikasi komputer yang dapat diandalkan. Selain keamanan

komputer dari sisi fisik dan sistem, keamanan dapat dilihat dari sudut pandang informasinya. Aspek / servis dari keamanan [1] informasi meliputi: 1).*Authentication*, penerima informasi dapat memastikan keaslian pesan, bahwa pesan itu berasal dari orang yang dimintai informasi, artinya informasi itu benar- benar datang dari orang yang dikehendaki. 2).*Integrity*, keaslian pesan yang dikirim melalui jaringan dapat dipastikan bahwa informasi yang dikirim tersebut tidak dimodifikasi orang yang tidak berhak. 3).*Non repudiation*, merupakan hal yang berkaitan pengirim pesan, bahwa pengirim tidak dapat mengelak bahwa dialah yang mengirim informasi tersebut. 4).*Authority*, informasi yang berada pada sistem jaringan tidak dapat dimodifikasi oleh pihak yang tidak berhak untuk mengaksesnya. 5).*Confidentiality*, merupakan usaha untuk menjaga informasi dari orang yang tidak berhak mengakses informasi tersebut. 6).*Privacy*, berkaitan dengan data-data yang bersifat privat/pribadi. 7).*Availability*, berhubungan dengan ketersediaan informasi ketika diperlukan. 8).*Access Control*, berhubungan dengan cara pengaturan akses terhadap informasi, dan masih berhubungan dengan masalah otentikasi dan privasi.

Aspek/servis dari keamanan data/informasi sangat perlu dipahami oleh semua pihak. Selain itu diperlukan teknik dan mekanisme terkait dengan keamanan data/informasi. Ada beberapa cara untuk melakukan pengamanan data atau pesan [2], antara lain menggunakan teknik kriptografi dan teknik steganografi

2. Kriptografi (*Cryptography*)

Kriptografi adalah proses linguistik, matematik, dan representasional yang berbeda dari komputasi, dinyatakan berdasarkan fakta sejarah bahwa sebagian besar kriptografi dilakukan dengan kertas, tinta, dan berikutnya telegraf [3]. Kriptografi mempunyai sejarah yang panjang, mulai dari kriptografi Caesar yang berkembang pada zaman sebelum masehi sampai dengan kriptografi modern yang digunakan dalam

komunikasi antar komputer saat ini. Saat ini penerapan kriptografi telah ada dalam kehidupan sehari-hari. Algoritma yang digunakan pada saat ini sudah sangat berbeda dengan awal sejarah kriptografi (klasik). Sebuah algoritma kriptografi (*cryptographic algorithm*) disebut *cipher*. *Cipher* modern diklasifikasikan berdasar pada bagaimana *cipher* tersebut beroperasi menggunakan sebuah atau dua buah kunci.

Di dalam kriptografi terdapat proses enkripsi (*encryption*) dan dekripsi (*decryption*). Enkripsi (*encryption*), merupakan proses mengubah pesan asli (*plaintext*) menjadi pesan yang ter-sandi-kan (*ciphertext*), disebut juga "*encipher*". Dekripsi (*decryption*) merupakan proses sebaliknya, mengubah *ciphertext* menjadi *plaintext*, disebut juga "*decipher*". Dasar matematis dari proses enkripsi dan dekripsi adalah relasi antara dua himpunan yang berisi elemen *plaintext* dan elemen yang berisi elemen *ciphertext*. Enkripsi dan dekripsi merupakan fungsi transformasi antara himpunan-himpunan tersebut. Apabila elemen-elemen *plaintext* dinotasikan dengan P, elemen-elemen *ciphertext* dinotasikan dengan C, sedang untuk proses enkripsi dinotasikan dengan E, dan proses dekripsi dengan notasi D. Maka, Enkripsi: $E(P) = C$ dan Dekripsi: $D(C) = P$ atau $D(E(P)) = P$.

Saat ini mekanisme enkripsi kriptografi telah diterapkan diberbagai bidang, seperti di jaringan telepon bergerak (*mobile phone*), internet untuk *e-commerce*, dan ATM pada bank. Tujuan kriptografi adalah untuk melindungi pesan rahasia dengan cara melakukan penyandian. Selain untuk menjaga kerahasiaan (*confidentiality*) pesan, kriptografi juga digunakan untuk menangani: a).Kabsahan pengirim (*user authentication*), apakah pesan yang diterima benar-benar berasal dari pengirim yang sesungguhnya?. b).Keaslian pesan (*message authentication*): berkaitan dengan keutuhan pesan (*data integrity*), apakah pesan yang diterima tidak mengalami perubahan (modifikasi)?. c).anti-penyangkalan (*nonrepudiation*): pengirim tidak dapat menyangkal (berbohong) bahwa pesan yang dikirim berasal darinya.

Ada banyak variasi tipe *chiper*, namun kriptografi dapat diklasifikasikan sebagai kriptografi klasik dan kriptografi modern. Kriptografi klasik biasanya menggunakan teknik substitusi dan transposisi. Klasifikasi kriptografi juga bisa didasarkan pada kunci yang digunakan, yaitu Simetris dan Asimetris. Kriptografi simetris prosesnya satu kunci digunakan untuk proses enkripsi dan dekripsi. Kriptografi Asimetris menggunakan kunci yang berbeda untuk proses enkripsi dan dekripsi. Skema ini disebut juga sebagai Kriptografi *Public-Key*, karena kunci untuk enkripsi dibuat secara umum (*public-key*) dapat diketahui siapa pun, namun untuk proses dekripsi dibuat satu kunci (*private-key*) hanya oleh yang berwenang untuk melakukan proses dekripsi.

3. Steganografi (*Steganography*)

Steganografi secara harfiah mempunyai arti tulisan tersembunyi, yang berasal dari bahasa Yunani untuk tujuan komunikasi dan berbagi informasi [4]. Steganografi dapat didefinisikan sebagai ilmu dan seni menyembunyikan pesan rahasia di dalam pesan lain sehingga keberadaan pesan rahasia tersebut tidak diketahui. Beberapa terminologi yang biasa digunakan di dalam teknik steganografi, antara lain: a).Hidden/embedded message, yaitu pesan yang (akan) disembunyikan; b).Cover, yaitu media penampung yang (akan) digunakan untuk menyembunyikan *embedded message*; dan c).Stego object, yaitu media digital yang (sudah) berisi *embedded message*.

Steganografi dapat dibagi menjadi beberapa kategori, yang paling umum untuk teknik penyembunyian adalah jenis steganografi: domain spasial (*spatial domain*), domain frekuensi (*frequency domain*) dan domain parametrik (*parametric domain*). Ada 3 (tiga) jenis steganografi berdasarkan perbedaan pada sifat dan kombinasi input/outputnya, yaitu: steganografi murni (*pure steganography*), steganografi kunci rahasia (*secret key steganography*), dan steganografi kunci publik (*public key steganography*). Ada tiga parameter pengukuran di dalam teknik steganografi, antara lain:

a).*Imperceptibility*, keberadaan pesan rahasia tidak dapat dipersepsi oleh mata manusia; b).*Fidelity*, mutu cover tidak banyak berubah akibat proses penyisipan/penyembunyian pesan; dan c).*Recovery*, pesan yang disembunyikan bisa diungkap/didapatkan kembali.

4. Watermarking

Watermarking digital didefinisikan sebagai proses untuk menyembunyikan informasi ke dalam citra *host*, yang harus dilindungi dan diekstraksi untuk perlindungan hak cipta dan verifikasi [5]. Watermarking merupakan teknik untuk menyisipkan informasi tertentu ke dalam data digital. Watermark dapat berupa teks yang berisi informasi *copyright*, atau gambar berupa logo, atau data audio dan rangkaian *bit* bermakna. Watermark berguna untuk membuktikan kepemilikan, *copyright protection*, otentikasi, *fingerprinting*, *tamper proofing*, *distribution tracing*, dan sebagainya. Parameter pengukuran di dalam teknik watermarking adalah *imperceptibility*, yaitu keberadaan *watermark* tidak dapat dipersepsi oleh mata manusia; dan *robustness*, yaitu watermark tetap kokoh terhadap berbagai serangan yang dilakukan pada citra ber-*watermark*.

Tren masalah watermarking saat ini adalah bagaimana mengoptimalkan *trade-off* antara visibilitas (*imperceptibility*) citra ter-*watermark* terhadap pengaruh distorsi dan *robustness* terhadap penyisipan watermark [6]. Perbedaan watermarking versus steganografi adalah jika pada steganografi, pesan rahasia disembunyikan di dalam media penampung (*cover*), artinya *cover* hanya sebagai pembawa. Pada teknik watermarking media penampung tersebut justru dilindungi kepemilikannya dengan pemberian label hak cipta (berupa *watermark*). Pada steganografi, kekokohan (*robustness*) data tidak terlalu penting, sedangkan pada teknik watermarking kekokohan *watermark* merupakan properti utama, karena *watermark* tidak boleh rusak atau hilang meskipun media penampung (*cover*) dimanipulasi/diserang.

5. Rekayasa Perangkat Lunak

Konsep dan teori tentang keamanan informasi perlu diimplementasikan. Implementasi dari teknik keamanan informasi dilakukan dengan mengembangkan aplikasi sekuriti melalui proses rekayasa perangkat lunak. Rekayasa perangkat lunak [7] adalah prinsip yang digunakan dalam pengembangan perangkat lunak. Penelitian tentang rekayasa perangkat lunak (*software engineering*) antara lain meliputi semua tahapan pengembangan perangkat lunak, mulai dari *user requirement analysis*, desain (*design*), implementasi (*implementation*) dan pemeliharaan (*maintenance*). Rekayasa Perangkat Lunak (*software engineering*) juga meliputi a).*Model checking*, melakukan pemodelan untuk testing validasi dan verifikasi perangkat lunak; b).*Software process*, tahap-tahap pembuatan perangkat lunak dan pemeliharannya; (c).*Software testing*, pengujian untuk validasi dan verifikasi perangkat lunak; (d).*Software project management*, pengelolaan pembuatan perangkat lunak.

6. Kesimpulan

Keamanan informasi (*information security*) meliputi kriptografi (*cryptography*), dan penyembunyian informasi (*information hiding*) seperti steganografi (*steganography*), dan *watermarking*. Kriptografi bertujuan untuk melindungi pesan rahasia melalui penyandian. Steganografi bertujuan agar keberadaan pesan rahasia tidak diketahui. Watermarking merupakan teknik menyisipkan informasi tertentu ke dalam data digital. Watermarking versus steganografi mempunyai perbedaan yang signifikan, jika pada steganografi pesan rahasia disembunyikan di dalam cover, artinya cover hanya sebagai pembawa, sedangkan pada teknik watermarking justru cover sebagai media penampung yang perlu dilindungi kepemilikannya dengan memberinya label (*watermark*). Berbagai teknik keamanan informasi diimplementasikan dengan mengembangkan aplikasi sekuriti melalui proses rekayasa perangkat lunak.

Daftar Pustaka

- [1] Rahardjo, Budi. 1999. Keamanan Sistem Informasi Berbasis Internet. PT Insan Komunikasi/Infonesia, Bandung, Link URL tersedia di: <https://id.scribd.com/document/100385700/Keamanan-Komputer-Budi-Raharjo>
- [2] Pabokory, F.N., 2015. "Implementasi Kriptografi Pengamanan Data pada Pesan Teks, Isi File Dokumen, dan File Dokumen Menggunakan Algoritma Advanced Encryption Standard," *Jurnal Informatika Mulawarman*, vol. 10, no. 1, pp. 20-31.
- [3] Hamlin, N. 2017. "Number in Mathematical Cryptography," *Open Journal of Discrete Mathematics*, vol. 7, pp. 13-31.
- [4] Arun C, Murugan S. 2018. *Design of image steganography using LSB XOR substitution method*. Proc 2017 IEEE Int Conf Commun Signal Process ICCSP 2017 2018;2018-Janua:674-7. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2017.8286444>.
- [5] Haribabu, M., Bindu, C.H., and Swamy,K.V., 2016. "A Secure & Invisible Image Watermarking Scheme Based on Wavelet Transform in HSI Color Space," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 93, no. September, pp. 462-468.
- [6] Wahono, R.S., 2015. Integrasi Discrete Wavelet Transform dan Singular Value Decomposition pada Watermarking Citra untuk Perlindungan Hak Cipta. *Journal of Intelligent Systems*, Vol. 1, No. 2, December 2015.
- [7] Saini, D., 2016. *Applications of Various Artificial Intelligence Techniques in Software Engineering*. *International Journal for Research in Emerging Science and Technology*, Volume-3, Issue-3, Mar-2016

Keamanan Informasi Menggunakan Teknik Steganografi

Agus Rakhmadi Mido¹, Erik Iman Heri Ujianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹agus.rakhmadi.mido@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Sosial media menjadi media yang paling diminati saat ini, pengguna yang dimudahkan dalam berbagi konten, input, interaksi dan lainnya. Dalam berbagi media foto maupun video sering disalah gunakan karena kurangnya keamanan pada media tersebut. Keamanan media sangat diperlukan guna menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Banyak metode dalam mengamankan media salah satunya menggunakan teknik steganografi. Steganografi adalah teknik yang terdiri dari serangkaian metodologi yang diterapkan untuk menyembunyikan pesan rahasia di *file cover* sehingga pesan rahasia tidak dapat dikenali dan diperhatikan pada citra stego. Penelitian ini rangkuman metode terbaru pada teknik steganografi. *File cover* merupakan media yang berfungsi menampung informasi rahasia. Rangkuman metode menunjukkan bahwa metode yang paling banyak digunakan adalah Least Significant Bit (LSB) karena mudah diterapkan sehingga dapat dikembangkan dan dikombinasikan dengan metode ataupun teknik lainnya guna meningkatkan keamanan dalam menyembunyikan informasi rahasia. LSB menghasilkan rata-rata tingkat akurasi error terendah dibandingkan dengan metode lainnya.

Kata Kunci: Sosial Media, Steganografi, *File Cover*, Citra Stego, LSB.

1. Pendahuluan

Teknologi informasi dan komunikasi telah berkembang dengan cepat, dengan pekembanganya munculnya media sosial yang sangat diminati dan digunakan saat ini. Media sosial adalah kumpulan saluran komunikasi online yang didedikasikan untuk berbagi konten, input, interaksi, dan

kolaborasi berbasis komunitas. Kemampuan untuk memudahkan berbagi foto, pendapat, peristiwa, yang telah mengubah cara hidup. Dalam berbagi media foto maupun video sering disalah gunakan karena kurangnya keamanan pada media tersebut. Masalah keamanan dan kerahasiaan data merupakan salah satu aspek penting dari suatu informasi. Dengan berkembangnya teknik pengambilan informasi secara ilegal, banyak orang yang mencoba untuk mengakses informasi yang bukan haknya. Keamanan media sangat diperlukan guna menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Banyak metode dalam mengamankan media salah satunya menggunakan Teknik steganografi. Steganografi merupakan salah satu teknologi keamanan yang masih digunakan sampai saat ini. Steganografi secara harfiah berarti grafik tertutup, yang berasal dari bahasa Yunani untuk tujuan komunikasi dan berbagi informasi [1]. Dalam steganografi teknik yang paling sering digunakan adalah LSB dimana mengganti bit yang terakhir dalam piksel citra.

Pada penelitian [2] menggunakan metode LSB Word-Hunt (LSB WH) adalah pendekatan LSB baru yang terinspirasi oleh kata-hunt puzzle. Fokus utama LSB WH adalah untuk mengurangi Jumlah Modifikasi yang Diharapkan per Piksel (ENMPP) bila dibandingkan dengan metode lain dalam literatur. Hasil menunjukkan bahwa LSB yang memiliki ENMPP sekitar 0,315, untuk gambar alami dengan tekanan tinggi pada bit kedua dan ketiga paling signifikan. Hasil juga menunjukkan bahwa metode baru ini kuat untuk serangan statistik chi-square. Penelitian [3] Menerapkan metode wavelet multi-resolusi dan paket wavelet untuk menguraikan sinyal ucapan menjadi tiga dan dua lapisan, masing-masing diekstraksi statistik histogram, HMFD dan momen gabungan keduanya, dibandingkan dengan fitur MFCC klasik, dan fitur fitur MFCC 36 dimensi untuk training SVM diklasifikasikan oleh sampel naskah yang diuji. Hasil pendeteksian diuji dengan steganografi pencocokan LSB dari laju peningkatan yang berbeda dalam sinyal ucapan, masing-masing, terbukti bahwa kinerja

deteksi dengan HMFD yang diterapkan lebih besar daripada momen statistik histogram. HPM dengan dekomposisi paket Wavelet (WPD) dapat secara efektif mendeteksi tingkat penyisipan rendah. bit (LSB) pidato steganografi, akurasinya dapat 60,8% sedangkan tingkat embedding hanya 3%.

Penelitian ini mencoba untuk membandingkan terutama dari beberapa penelitian terdahulu yang telah membahas steganografi dalam beberapa metode. Kualitas dan ketahanan citra yang dihasilkan dari beberapa algoritma steganografi citra berbasis domain spasial dan transformasi dengan penerapan teknik proses Image Enhancement terutama operasi titik (point operation) berupa histogram equalization, contrast stretching, brightening serta gamma correction pada citra penampung sebelum dan sesudah disisipi pesan.

2. Teknik Steganografi

Steganografi adalah teknik yang terdiri dari serangkaian metodologi yang bertujuan menyembunyikan informasi rahasia di multimedia seperti gambar, video, sinyal audio dll. Terutama, gambar steganografi menyembunyikan banyak informasi di gambar sampul sehingga secara alami sehingga pengguna lain tidak mengenali keberadaan data tersembunyi ketika melihat citra stego [4]. Steganografi mempunyai teknik domain spasial dan transformasi. Least Significant Bit termasuk domain spasial yang paling sering digunakan dalam menyembunyikan informasi rahasia menggunakan citra. Metode Least Significant Bit (LSB) yaitu metode yang tidak terlalu kompleks serta penyimpanan pesan pada cover object juga cukup besar, sehingga memungkinkan dalam melakukan penyisipan data. Dasar dari metode ini adalah bilangan berbasis biner yaitu 0 dan 1, maka proses penerapan menjadi lebih mudah. Lebih lanjut metode ini berhubungan erat dengan ukuran 1 bit, bit yang diganti hanya bit yang paling akhir, maka stego image atau media penampung yang

dihasilkan hampir sama persis dari sebelum dilakukan steganografi sehingga tidak mengubah cover image secara signifikan.

Teknik citra biasanya menggunakan metode LSB dengan mengganti nilai bit terakhir pada suatu citra sedangkan metode transform terbalik kan matriks pada gambar kedua metode ini memiliki tujuan yang sama yaitu menyimpan pesan rahasia ke dalam gambar. Dalam steganografi audio, pesan rahasia dimasukkan ke dalam sinyal audio digital yang menghasilkan sedikit perubahan urutan biner dari file audio yang sesuai. Teknik menggunakan IP datagram Ini adalah pendekatan lain dari steganografi, yang mempekerjakan menyembunyikan data di tingkat datagram jaringan dalam jaringan berbasis TCP / IP seperti internet. Network Covert Channel adalah sinonim dari steganografi jaringan. Tujuan keseluruhan dari pendekatan ini untuk membuat stego datagram tidak terdeteksi oleh pengamat jaringan seperti sniffer, Intrusion Detection System (IDS) dll. Dalam pendekatan ini informasi yang akan disembunyikan ditempatkan di header IP dari TCP / IP datagram. Beberapa bidang header IP dan header TCP dalam jaringan IPv4 dipilih untuk menyembunyikan data.

3. Pembahasan Materi

Steganografi adalah teknik mengamankan informasi rahasia dengan cara menyembunyikan ke dalam media. Perbedaan antara kriptografi dan steganografi. Tujuannya adalah untuk mengembangkan pendekatan baru untuk menyembunyikan informasi rahasia dalam gambar atau audio atau video, dengan mengambil keuntungan dari manfaat menggabungkan kriptografi dan steganografi. Dalam metode ini, pesan dienkripsi dengan menggunakan algoritma AES dan hash kunci menggunakan SHA-2 untuk mencegah dari serangan. Setelah itu, melakukan beberapa modifikasi pada algoritma LSB dengan menambahkan kunci untuk membuat proses persembunyian tidak berurutan. Hasil yang dicapai menunjukkan bahwa metode yang di usulkan mendorong dalam hal ketahanan dan

keamanan[5]. Kunci dekripsi disematkan dalam gambar terenkripsi dengan memanfaatkan machine learning, pengelompokan pengelompokan terdekat-centroid, diikuti oleh pencocokan Least Significant Bit (LSB-M) dalam domain spasial. Gambar pertama kali dienkripsi dengan algoritma Advanced Encryption Standard (AES) dalam mode output feedback (OFB), setelah itu kunci AES tertanam ke dalam gambar yang dienkripsi. Cluster terdekat-centroid pendahuluan diikuti dengan mangacak urutan piksel dalam cluster sebelum menerapkan LSB-M membuat serangan lebih kompleks, karena bit kunci tersebar di dalam gambar terenkripsi. Pengujian menghasilkan nilai uji di atas rata-rata 0,0594 untuk Mean Squared Error (MSE) menegaskan bahwa individu jahat tidak dapat mendeteksi keberadaan data stego dalam gambar sampul. Selain itu, perubahan histogram intensitas piksel yang dapat diabaikan juga memvalidasi efektivitas skema yang diusulkan. Efisiensi 77% rata-rata dan 1,5 kali faktor percepatan dicapai melalui pemrosesan paralel menunjukkan efektivitas metode Crypto-Stego bersama untuk kerahasiaan gambar [6].

Pada refrensi [7] Metode Steganografi dengan teknik kompresi teks LZMA yang memungkinkan pengguna untuk menyembunyikan total teks menjadi gambar. WhatsApp juga tidak memungkinkan untuk mengirim file .apk, Penulis telah mengembangkan dan menggunakan sistem aplikasi android untuk dapat mengirim file .apk ke pengguna WhatsApp. Aplikasi dapat menyembunyikan data di belakang gambar dan dapat berbagi file apk melalui WhatsApp. Aplikasi ini dikembangkan dengan menggunakan teknik steganografi dan kompresi LZMA. Kelebihan dari aplikasi ini adalah memberikan keamanan ganda dengan menggunakan steganografi dan kompresi. Metode yang digunakan untuk menggambarkan desain adalah metode substitusi LSB XOR sedangkan itu meningkatkan penggunaan keamanan. Metode ini memiliki kunci rahasia 8bit acak yang awalnya XOR dengan warna RGB yang mengarah untuk menahan

embedding berbagi data dan kemudian setelah mengganti LSB piksel kita mendapatkan data yang diekstraksi yang merupakan pesan aktual dari metode pengkodean. Memiliki kapasitas penyimpanan untuk menyembunyikan sejumlah besar karakteristik selain fitur yang ada dari penyembunyian data dan juga berbagi data[1]. Metode Coding Aritmatika untuk kompresi data dan dekompresi data. Untuk menjaga keaslian file data, teknik fungsi hash (SHA 256) ditambahkan. Makalah ini menyajikan prototipe yang disebut Ste-Chy sebagai bukti konsep kombinasi dari teknik-teknik ini. Untuk tujuan otentikasi rahasia, pesan rahasia disembunyikan bersama dengan gambar target. Kualitas gambar asli dan gambar stego dalam karya ini menghasilkan gambar gambar di tingkat yang dapat diterima oleh pengguna. Semakin besar rahasia pesan, kompresi akan menghasilkan rasio kompresi yang lebih tinggi[8].

Metode steganografi diusulkan dengan mewakili gambar sampul menggunakan urutan Fibonacci. Representasi gambar dalam deret Fibonacci memungkinkan peningkatan bidang bit dari bidang 8-bit ke bidang 12-bit. Hasil eksperimental dari metode yang diusulkan dibandingkan dengan metode steganografi lain yang ada menunjukkan bahwa metode kami tidak hanya mencapai embedding data rahasia yang tinggi tetapi juga memberikan kualitas tinggi gambar stego dalam hal rasio signal-to-noise puncak (PSNR). Selanjutnya, kekokohan teknik juga dievaluasi dengan adanya serangan noise pada gambar sampul [9]. Menggunakan algoritma histogram of oriented gradient (HOG) untuk menemukan arah tepi dominan untuk setiap 2 2 blok gambar sampul. Blocks of interest (BOIs) ditentukan secara adaptif berdasarkan besaran gradien dan sudut gambar sampul. Kemudian, algoritma PVD digunakan untuk menyembunyikan data rahasia dalam arah tepi dominan, sedangkan substitusi LSB digunakan dalam dua piksel lainnya yang tersisa. Eksperimen ekstensif menggunakan berbagai gambar standar mengungkapkan bahwa skema yang diusulkan memberikan kapasitas

embedding yang tinggi dan kualitas visual yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa metode berbasis PVD dan LSB lainnya [10].

Pengembangan steganografi di dalam file audio sebagai cover menggunakan teknik Lifting Wavelet Transform (LWT) dan Dynamic Key (DK) yang digabungkan dengan enkripsi AES. Teknik ini menandai sebuah bingkai akan menjadi Kunci Dinamis dan kemudian data rahasia dienkripsi AES menggunakan Kunci Dinamis yang sudah ada, kemudian data yang dienkripsi tersebut tertanam dalam bingkai penutup audio menggunakan LWT. Data rahasia dapat didekripsi sebaliknya dengan menggunakan bingkai yang ditandai tanpa harus memasukkan kunci secara manual [11]. Hasil operasi filter sangat bergantung pada ruang warna yang bekerja dan variasi antara ruang warna yang berbeda mungkin besar. Meskipun ini mungkin tidak terlihat dalam banyak situasi, itu harus menjadi perhatian jika pencitraan warna berkualitas tinggi adalah masalah [12]. Sistem yang membutuhkan pemrosesan awal untuk menyematkan citra, beberapa upaya, dan pengujian untuk memastikan keberhasilan, menunjukkan bahwa untuk menyembunyikan pesan teks yang lebih panjang dan file gambar kecil dalam file sampul JPEG dan mengirimkannya menggunakan Facebook [13].

Steganografi gambar menggunakan logika reversibel berdasarkan Quantum dot Cellular Automata (QCA). Feynman gate digunakan untuk mencapai encoder dan decoder reversibel untuk steganografi gambar. Sirkuit komunikasi nano untuk steganografi gambar ditampilkan menggunakan sirkuit encoder / decoder yang diusulkan. Sirkuit QCA yang diusulkan memiliki biaya kuantum yang lebih rendah daripada desain tradisional. Ini menunjukkan fungsionalitas efektivitas biaya dari desain yang diusulkan. Sirkuit yang diusulkan memiliki peningkatan 28,33% dalam hal luas di atas sirkuit logam-oksida-semikonduktor komplementer. Untuk melakukan steganografi gambar digunakan teknik LSB; rasio signal-tonoise (SNR), SNR puncak dan mean squared error (MSE) juga dihitung[14]. Penelitian dilakukan untuk mengembangkan multiphase dan

beberapa algoritma enkripsi yang akan memberikan keamanan dan keamanan data yang lebih baik. Aplikasi android dikembangkan untuk mengimplementasikan dan menguji hal yang sama untuk memeriksa kerentanannya. Algoritma yang menyediakan beberapa enkripsi dilakukan secara pengacakan. Beberapa yang kuat dan aman, kriptografi dikategorikan menjadi simetris dan asimetris dimasukkan ke dalam karya yang dikembangkan. Algoritma yang dimaksud adalah Advanced Encryption Algorithm (AES-256 bit), RSA, Data Encryption Standard (DES), Blowfish, Caesar Cipher dan ROT13. Validasi dari pekerjaan yang dikembangkan dibandingkan hasilnya dengan algoritma kontemporer yang tersedia berdasarkan evaluasi parameter seperti kompleksitas waktu, keamanan dan ukuran data[15].

Pada forensik juga steganografi sering diterapkan yaitu, Teknik anti-forensik steganografi dengan merancang dan mengimplementasikan aplikasi yang akan memindai, hash, dan menganalisis untuk informasi tersembunyi pada gambar, video atau file audio pada perangkat android dan mengumpulkan data untuk profil atau investigasi digital. Data ponsel dihubungkan menggunakan usb debug melalui ADB. Setelah itu data diambil, Aplikasi melakukan fungsi hash ke opsi yang dipilih untuk menjaga integritas data. Aplikasi memiliki modul untuk pemindaian untuk memeriksa apakah ada data tersembunyi di dalam file di perangkat Android. Aplikasi memiliki tombol ekstraksi dan laporan yang nantinya untuk analisis dan pengambilan keputusan.

Penelitian ini dimaksudkan bukti konsep yang memungkinkan Penyidik Forensik untuk memeriksa ponsel yang berjalan pada OS Android dan memastikan ketersediaan bukti potensial [16]. Membahas berbagai teknik steganografi, artefak steganografi yang dibuat dan alat investigasi forensik yang digunakan dalam mendeteksi dan mengekstraksi steganografi dalam perangkat seluler. Sejumlah teknik steganografi akan digunakan untuk menghasilkan artefak yang berbeda pada dua platform

perangkat seluler utama, Android dan Apple. Hasil investigasi ini akan menghasilkan seperangkat pedoman dan rekomendasi untuk deteksi dan ekstraksi steganografi untuk investigasi forensik bergerak. Karena akan ada berbagai alat dan aplikasi yang digunakan untuk mendeteksi dan mengekstraksi informasi[17].

Steganografi spasial juga diterapkan, Skema steganografi chaotic domain spasial baru disajikan menggunakan juga algoritma enkripsi fraktal aliran baru untuk menyembunyikan teks-teks Turki yang dikodekan dan dikompresi Huffman. Studi ini terdiri dari empat fase utama. Pertama, sampel korpus kolumnis surat kabar Turki dikumpulkan untuk mendapatkan tidak hanya frekuensi surat termasuk karakter Turki khusus tetapi juga tanda baca, spasi, baris baru, kutipan, dll. Sebagai hasil dari fase pertama, kamus encoding Huffman statis adalah diperoleh untuk 102 karakter yang ditemui. Kedua, set super Mandelbrot digunakan dengan peta Logistik untuk mendapatkan kunci aliran satu kali pad untuk mengenkripsi teks terkompresi. Ketiga, dataran LSB dari gambar sampel dianalisis secara morfologis untuk menemukan lokasi piksel entropi rendah sehingga dalam fase steganografi lokasi yang terlihat dapat dihindari dan skema dapat menjadi lebih tahan terhadap analisis stego. Terakhir, fase steganografi kacau adalah fase akhir di mana data menyembunyikan pixel dipilih sesuai dengan fungsi kacau peta logistik maka LSB dari pixel yang dipilih diperbarui. Banyak tes dilakukan pada banyak gambar untuk menunjukkan kualitas gambar yaitu PSNR, SNR, SSIM, UIQI, Entropy, MSE, dan histogram.

Hasil menunjukkan bahwa skema yang diusulkan berhasil untuk enkripsi dan menawarkan steganografi yang kuat[18]. Menyembunyikan pesan dengan aman di dalam blok yang tidak tumpang tindih dari gambar warna yang diberikan dalam domain wavelet. Keempat sub-gambar dari transformasi wavelet dua dimensi dari dua pita warna digunakan untuk data embedding tanpa mempengaruhi persepsi gambar. Tingkat kesalahan

bit ekstraksi data tersembunyi dikurangi menjadi nol dengan memperkenalkan prosedur perbaikan baru dalam algoritma yang diusulkan. Prosedur perbaikan yang diperkenalkan memecahkan kesalahan ekstraksi bit tersembunyi yang disebabkan oleh proses pembulatan, aliran berlebih, dan sifat aproksimasi dalam dekomposisi yang jarang. Hasil eksperimen penulis menunjukkan bahwa data yang disematkan tidak dapat dilihat secara perseptual. Nilai puncak rata-rata signal-to-noise ratio (PSNR) dari metode yang diperkenalkan adalah sekitar 40 dan 11 dB lebih tinggi dari nilai rata-rata PSNR dari metode warna-MPSteg dan metode penyisipan domain wavelet 2-LSB [19].

Pada penelitian [20] steganalisis CD 2D berbasis Cloud yang baru, yang disebut RADS. Berbagai tahapan algoritma RADS, termasuk Clouding gambar, 2D CD relatif, ekstraksi fitur dan estimasi tingkat telah diselidiki secara rinci. Algoritma RADS multi-tahap juga dilengkapi dengan fitur lain yang sesuai seperti LES dan CMS untuk meningkatkan hasil analisis. Kompleksitas RADS disesuaikan berdasarkan pada pertukaran antara waktu pemrosesan dan akurasi analisis awal. Kinerja RADS tidak dapat dibandingkan dengan metode steganalime LSB superior yang diperkenalkan sebelumnya. RADS juga dapat memperkirakan tingkat penyematan LSB tanpa pengetahuan sebelumnya tentang karakteristik imajiner. Hasil simulasi menunjukkan bahwa RADS mengungguli metode terkenal untuk steganalisis steganografi LSB, terutama pada tingkat embedding rendah.

Dalam penelitian [21] metode menggunakan stego media (SMS) yaitu kombinasi dari kata, emotikon, dan bahasa yang sangat mirip dengan bentuk aslinya. Karena bahasa Lingo memperkenalkan kesempatan untuk mengekspresikan lebih banyak perasaan pada SMS, pengguna memiliki lebih banyak fleksibilitas untuk memilih kalimat yang tepat untuk menyampaikan pesan rahasia oleh perasaannya, berdasarkan pada emotikon dan bahasa.

Steganografi juga bisa menggunakan diterapkan pada QR Code [22] dengan metode pesan rahasia dienkripsi 'n' berapa kali menggunakan metode bit-wise columnar transposition dan setelah itu seluruh pesan terenkripsi adalah dikonversi menjadi bit dan embed menjadi beberapa file gambar. Untuk embed bit pesan rahasia yang penulis gunakan standar Metode substitusi bit LSB. Ukuran pesan rahasia juga dimasukkan ke dalam gambar yang sama. Akhirnya gambar tertanam menjadi kode QR Code. Metode enkripsi diimplementasikan dalam level bit dan juga pemilihan acak kolom tergantung pada pengguna memasukkan kunci rahasia sehingga oleh karena itu akan hampir mustahil bagi penyusup untuk menguraikan pesan terenkripsi di dalam gambar. Pada penelitian [23] Mempercepat STCs embedding hanya menghasilkan sedikit penurunan total waktu embedding. Penulis mengusulkan steganografi yang cepat dan aman berdasarkan penyederhanaan J-UNIWARD. Fungsi distorsi yang disederhanakan berdasarkan UNIWARD dirancang untuk mengurangi kompleksitas waktu. Menggunakan metode penanaman STC tersegmentasi, yang meningkatkan paralelisme komputasi dari penanaman STC beberapa kali tanpa menurunkan keamanan secara signifikan. Hasil percobaan menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dapat tiga kali lebih cepat daripada J-UNIWARD dengan tingkat keamanan yang sangat rendah.

Menggunakan pendekatan baru untuk blind decoding steganografi gambar menggunakan distribusi entropi local gambar yang diterjemahkan. Distribusi entropi lokal dari gambar yang didekodekan secara berbeda dari yang normal karena struktur gambar yang tidak normal dalam gambar yang didekodekan secara keliru. Blind decoding buta dalam steganografi gambar ini sangat berguna untuk mengekstraksi informasi gambar tersembunyi karena metode steganografi LSB, dan sangat sulit untuk menemukan metode tersebut dengan mengamati LSB yang dimanipulasi [4]. Konsep baru pergeseran arah vertikal dan horizontal, arah pemindaian

piksel, transposing gambar rahasia, membalik bit rahasia, dan menerapkan operasi XOR telah digunakan dan bit yang tepat untuk menyembunyikan data. Skema yang digunakan mencapai kapasitas embedding tinggi dan juga mencapai stego image imperceptibility yang diinginkan. Dibandingkan dengan skema LSB tradisional dan beberapa tolak ukur steganografi berbasis algoritma genetia (GA), skema yang diusulkan menunjukkan nilai PSNR yang lebih tinggi. Selain itu, skema yang diusulkan terbukti secara statistik tidak terdeteksi, dan secara visual tidak terlihat oleh mata manusia[24]. Skema yang diusulkan menguraikan piksel dalam gambar sampul menjadi dua bagian, yaitu bit signifikan lebih tinggi (HSB) dan bit paling signifikan (LSB), dan menghitung perbedaan HSB antara piksel yang berdekatan. Bit tertanam ke dalam HSB dengan menggeser tempat histogram nilai perbedaan HSB. Aturan shift dan shifting ditetapkan untuk semua nilai perbedaan HSB, dan reversibilitas dicapai. Selain itu, karena pemisahan HSB dan LSB, perubahan kecil berlaku untuk gambar stego yang dihasilkan oleh serangan tidak berbahaya seperti kompresi Joint Photographic Experts Group (JPEG), yang tidak akan mengubah nilai HSB serta nilai perbedaan HSB, dan kekokohan tercapai. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan karya-karya sebelumnya, kinerja skema yang diusulkan meningkat secara signifikan [25].

Metode yang disebut Adaptive Multi-level Phase Coding (AMPC) diusulkan untuk mengoptimalkan adaptif dan alokasi dinamis. Logika terbalik dari tradeoff utama digunakan untuk secara empiris merancang beberapa tingkat penyisipan yang secara simultan mencapai kinerja yang baik untuk semua aspek sebanyak mungkin. Kemudian, komponen adaptif ditambahkan dengan memilih tingkat penyematan yang memberikan kinerja terbaik untuk setiap proses penyematan. AMPC mampu mencapai tingkat penanaman yang stabil sebesar 33 Kbps pada 35 dB SNR, yang lebih tinggi dari tingkat penanaman metode pengkodean fase lainnya yang dicatat[26].

Penerapan steganografi juga banyak diimplementasi kedalam aplikasi berbasis mobile seperti pada penelitian [27] implementasi steganografi akan disertai dengan aplikasi kriptografi dalam bentuk enkripsi dan dekripsi. Metode ini berfungsi untuk pesan yang telah dienkripsi sebelumnya akan disembunyikan secara merata di setiap wilayah di MP3 atau WAV yang sudah dibagi, dengan memodifikasi / mengubah LSB wadah media dengan bit-bit informasi yang akan disembunyikan. Hasil penyembunyian sizenya audio tidak berubah. saat mengekstraksi semakin besar ukuran file, semakin besar waktu yang dibutuhkan. Dan file hasil diekstraksi sebagai file bersembunyi. Penelitian pada [28] Aplikasi video watermarking berbasis android menggunakan steganografi atau menggunakan metode Discrete Cosine Transform (DCT) telah dikembangkan. DCT adalah metode yang kuat, watermarking masih aman meskipun diserang atau diedit.

DCT sering digunakan dalam kompresi gambar JPEG dengan mengubah koefisien dan kemudian melakukan kuantisasi untuk mengurangi ukuran. Koefisien dibagi menjadi tiga frekuensi: frekuensi rendah, frekuensi menengah, dan frekuensi tinggi. Watermark akan disematkan menggunakan algoritma Koch Zhao di mana penyisipan dilakukan pada frekuensi tengah. Setelah watermarking berhasil disematkan, itu akan dibandingkan dengan kualitas video asli menggunakan parameter PSNR. Percobaan menunjukkan bahwa video yang diberi watermark memiliki PSNR > 30 dB. Kemudian, penelitian [29] kata sandi tekstual akan ditampilkan dalam gambar menggunakan teknik steganografi. Semua data dan informasi penting seperti kata sandi disimpan dalam gambar yang dienkripsi sebagai operator sehingga sulit bagi brute force attack untuk memecahkannya. LSB steganografi dikombinasikan dengan kriptografi AES untuk menyembunyikan kata sandi, untuk memberikan keamanan tingkat tinggi pada sistem autentikasi yang berjalan di bawah Android. Pada penelitian [30] juga menyajikan

perbandingan antara kinerja yang diperoleh oleh sistem steganografi yang dianalisis dalam penelitian. Aplikasi SmartSteg menonjol dengan kecepatan tinggi, kapasitas muatan, variasi muatan, antar operasi dan ketahanan terhadap peningkatan steganalisis. Fitur-fitur ini membuktikan kemampuan SmartSteg untuk menjadi solusi kuat dan stabil untuk steganografi pada platform seluler. Penulis memilih untuk merancang SmartSteg dengan cara modular. Pendekatan aplikasi ini memungkinkan untuk memperluas fasilitas baru atau untuk meningkatkan kinerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan materi diatas, teknik steganografi memiliki banyak metode yang dapat diterapkan diberbagai platform. Beberapa metode seperti LSB lebih banyak digunakan dibandingkan metode lainnya. LSB memiliki kemudahan dalam menyembunyikan informasi sehingga metode ini selalu dikembangkan dengan hal baru dan dikombinasikan dengan teknik lainnya seperti kriptografi. Kemudahan steganografi LSB dikarenakan hanya bit terakhir dari pixel yang digunakan untuk memasukkan informasi rahasia, setelah disembunyikan kualitas gambar stego masih sangat bagus. Hasil dari penelitian yang menggunakan steganografi metode LSB memiliki skala error terendah.

Daftar Pustaka

- [1] Arun C, Murugan S. Design of image steganography using LSB XOR substitution method. Proc 2017 IEEE Int Conf Commun Signal Process ICCSP 2017 2018;2018-Janua:674-7. <https://doi.org/10.1109/ICCSP.2017.8286444>.
- [2] Carneiro Tavares JR, Madeiro Bernardino Junior F. Word-Hunt: A LSB Steganography Method with Low Expected Number of Modifications per Pixel. IEEE Lat Am Trans 2016;14:1058-64. <https://doi.org/10.1109/TLA.2016.7437258>.

- [3] Yang W, Tang S, Li M, Cheng Y, Zhou Z. Steganalysis of low embedding rates LSB speech based on histogram moments in frequency domain. *Chinese J Electron* 2017;26:1254–60. <https://doi.org/10.1049/cje.2017.09.026>.
- [4] Kim CR, Lee SH, Lee JH, Park JI. Blind decoding of image steganography using entropy model. *Electron Lett* 2018;54:626–8. <https://doi.org/10.1049/el.2017.4276>.
- [5] AL-Shaaby AA, AlKharobi T. Cryptography and Steganography: New Approach. *Trans Networks Commun* 2017;5. <https://doi.org/10.14738/tnc.56.3914>.
- [6] Shifa A, Afgan MS, Asghar MN, Fleury M, Memon I, Abdullah S, et al. Joint Crypto-Stego Scheme for Enhanced Image Protection with Nearest-Centroid Clustering. *IEEE Access* 2018;6:16189–206. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2815037>.
- [7] Dhanawe SA, Doshi SV. Hiding file on Android mobile and sending APK file through whats app using steganography and compression techniques. *Int Conf Signal Process Commun Power Embed Syst SCOPES 2016 - Proc* 2017:106–10. <https://doi.org/10.1109/SCOPES.2016.7955621>.
- [8] Danuputri C, Mantoro T, Hardjianto M. Data Security Using LSB Steganography and Vigenere Chiper in an Android Environment. *Proc - 4th Int Conf Cyber Secur Cyber Warf Digit Forensics, CyberSec 2015* 2016:22–7. <https://doi.org/10.1109/CyberSec.2015.14>.
- [9] Rehman A, Saba T, Mahmood T, Mehmood Z, Shah M, Anjum A. Data hiding technique in steganography for information security using number theory. *J Inf Sci* 2019;45:767–78. <https://doi.org/10.1177/0165551518816303>.
- [10] Hameed MA, Hassaballah M, Aly S, Awad AI. An adaptive image steganography method based on histogram of oriented gradient and PVD-LSB techniques. *IEEE Access* 2019;7:185189–204. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960254>.

- [11] Anwar M, Sarosa M, Rohadi E. Audio steganography using lifting wavelet transform and dynamic key. Proceeding - 2019 Int Conf Artif Intell Inf Technol ICAIIT 2019 2019:133–7. <https://doi.org/10.1109/ICAIIT.2019.8834579>.
- [12] Burger W, Burge MJ. Filters for Color Images 2016:367–89. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6684-9_15.
- [13] Hiney J, Dakve T, Szczypiorski K, Gaj K. Using Facebook for image steganography. Proc - 10th Int Conf Availability, Reliab Secur ARES 2015 2015:442–7. <https://doi.org/10.1109/ARES.2015.20>.
- [14] Debnath B, Das JC, De D. Reversible logic-based image steganography using quantum dot cellular automata for secure nanocommunication. IET Circuits, Devices Syst 2017;11:58–67. <https://doi.org/10.1049/iet-cds.2015.0245>.
- [15] Kaur H, Singh Gill HP, Sarmah D. Multiphase and Multiple Encryption. 1st Int Conf Data Sci Anal PuneCon 2018 - Proc 2018:1–8. <https://doi.org/10.1109/PUNECON.2018.8745400>.
- [16] Mambodza WT, Nagoormeeran AR. Android mobile forensic analyzer for stegno data. IEEE Int Conf Circuit, Power Comput Technol ICCPCT 2015 2015. <https://doi.org/10.1109/ICCPCT.2015.7159271>.
- [17] Burrows C, Zadeh PB. A mobile forensic investigation into steganography. 2016 Int. Conf. Cyber Secur. Prot. Digit. Serv. (Cyber Secur., IEEE; 2016, p. 1–2. <https://doi.org/10.1109/CyberSecPODS.2016.7502340>.
- [18] Kasapbasi MC. A New Chaotic Image Steganography Technique Based on Huffman Compression of Turkish Texts and Fractal Encryption with Post-Quantum Security. IEEE Access 2019;7:148495–510. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2946807>.
- [19] Ahani S, Ghaemmaghani S. Colour image steganography method based on sparse representation. IET Image Process 2015;9:496–505. <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2014.0351>.
- [20] Farhat F, Ghaemmaghani S. Towards blind detection of low-rate spatial embedding in image steganalysis. IET Image Process 2015;9:31–42. <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2013.0877>.

- [21] Iranmanesh V, Jing Wei H, Lee Dao-Ming S, Arigbabu OA. On using emoticons and lingoies for hiding data in SMS. 2nd Int Symp Technol Manag Emerg Technol ISTMET 2015 - Proceeding 2015:103–7. <https://doi.org/10.1109/ISTMET.2015.7359010>.
- [22] Majumdar S, Maiti A, Nath A. New Secured Steganography Algorithm Using Encrypted Secret Message inside QR TM Code: System Implemented in Android Phone. Proc - 2015 Int Conf Comput Intell Commun Networks, CICN 2015 2016:1130–4. <https://doi.org/10.1109/CICN.2015.329>.
- [23] Su A, Ma S, Zhao X. Fast and Secure Steganography Based on J-UNIWARD. IEEE Signal Process Lett 2020;27:221–5. <https://doi.org/10.1109/LSP.2020.2964485>.
- [24] Wazirali R, Alasmay W, Mahmoud MMEA, Alhindi A. An Optimized Steganography Hiding Capacity and Imperceptibly Using Genetic Algorithms. IEEE Access 2019;7:133496–508. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2941440>.
- [25] Wang W, Ye J, Wang T, Wang W. Reversible data hiding scheme based on significant-bit-difference expansion. IET Image Process 2017;11:1002–14. <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2017.0151>.
- [26] Alsabhany AA, Ridzuan F, Azni AH. The Adaptive Multi-Level Phase Coding Method in Audio Steganography. IEEE Access 2019;7:129291–306. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2940640>.
- [27] Lindawati, Siburian R. Steganography implementation on android smartphone using the LSB (least significant bit) to MP3 and WAV audio. Proc - ICWT 2017 3rd Int Conf Wirel Telemat 2017 2018;2017-July:170–4. <https://doi.org/10.1109/ICWT.2017.8284161>.
- [28] Busiri MG, Munir R. Mobile Application of Video Watermarking Using Discrete Cosine Transform on Android Platform. Proc 2017 5th Int Conf Instrumentation, Commun Inf Technol Biomed Eng ICICI-BME 2017 2018:207–12. <https://doi.org/10.1109/ICICI-BME.2017.8537779>.
- [29] Mantoro T, Permadi DD, Abubakar A. Stegano-image as a digital signature to improve security authentication system in mobile

computing. 2016 Int Conf Informatics Comput ICIC 2016 2017:158–63.
<https://doi.org/10.1109/IAC.2016.7905708>.

- [30] Bucerzan D, Rațiu C. Testing methods for the efficiency of modern steganography solutions for mobile platforms. 2016 6th Int Conf Comput Commun Control ICCCC 2016 2016:30–6.
<https://doi.org/10.1109/ICCCC.2016.7496734>.

Teknik Watermarking untuk Video Digital

Fitria Ilhami Ikromina¹, Erik Iman Heri Ujianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹fitria.ilhami.ikromina@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Penggunaan konten multimedia semakin berkembang di internet khususnya video digital, adanya pemalsuan, penipuan dan pembajakan konten video menjadi permasalahan saat ini karena ketersediaan sumber daya untuk berbagi konten. Pemberian hak cipta video digital sangat penting agar tidak disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, banyak cara dapat dilakukan untuk memberikan hak cipta dalam suatu video salah satunya *digital watermarking*. *Digital Watermarking* digunakan untuk mencegah replikasi ilegal atau eksploitasi konten digital, menjaga konten digital serta melindungi penyalinan multimedia secara illegal. Penggunaan beberapa metode antara lain *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Discrete Fourier Transform (DFT)* akan dibandingkan metode mana yang paling baik, efektif, kuat, memiliki tingkat *invisibility* yang bagus artinya watermark yang disisipkan tidak terlihat dapat dibuktikan dengan nilai PSNR yang cukup tinggi. Serta tahan dan *imperceptibility* dari beberapa serangan antara lain *salt & pepper noise*, *Gaussian noise*, *speckle noise*, *Poisson's noise*, *blurring*, *rotation*, *sharpening* dan *image cropping* dalam perlindungan hak cipta konten video digital.

Kata Kunci: *Digital Watermarking*, DWT, DCT, DFT, PSNR

1. Pendahuluan

Era teknologi yang semakin pesat saat ini, internet menjadi salah satu sumber informasi bagi kalangan masyarakat [1]. Penggunaan konten multimedia semakin berkembang di internet khususnya video digital, adanya pemalsuan, penipuan dan pembajakan konten video menjadi

permasalahan saat ini [2]. Hal ini mengundang tantangan baru untuk mengamankan distribusi video. Perlindungan konten multimedia digital sangat penting saat ini karena ketersediaan sumber daya untuk berbagi konten seperti video, musik, audio dan gambar secara illegal [3]. Keamanan adalah salah satu bagian terpenting sekarang, terkait dengan hak cipta konten digital untuk menjamin identifikasi kepemilikan [4]. Pemberian hak cipta video digital sangat penting agar tidak disalahgunakan oleh pihak yang tidak bertanggung jawab, banyak cara yang dapat dilakukan untuk memberikan hak cipta dalam suatu video salah satunya *digital watermarking*. *Digital watermarking* adalah proses persembunyian atau memasukkan sebuah informasi dalam multimedia untuk perlindungan hak cipta dengan menetapkan identifikasi dan otentikasi [5,6]. Informasi tersebut dapat berupa citra digital, audio maupun video [7]. *Digital watermarking* dalam multimedia menjadi teknologi yang efisien untuk mengamankan data video digital [8]. *Digital watermarking* digunakan untuk mencegah replikasi illegal atau eksploitasi konten digital, menjaga konten digital serta melindungi penyalinan multimedia secara illegal [9,10].

Digital watermarking mengacu pada penyisipan watermark dalam dokumen dan file multimedia secara berurutan untuk melindungi mereka dari penyalinan illegal dan mengidentifikasi manipulasi [11]. Teknik watermarking menggunakan gambar berwarna sebagai tujuan perlindungan hak cipta dari video serta warna watermarking yang tertanam kedalam video dalam bentuk yang tidak terlihat (*invisible*). *Invisible watermarking* adalah teknologi yang bisa menyelesaikan masalah perlindungan hak cipta [5]. Identifikasi kepemilikan serta informasi yang tersembunyi dengan menggunakan beberapa metode antara lain *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *Discrete Cosine Transform* (DCT), *Discrete Fourier Transform* (DFT). Dari ketiga metode tersebut peneliti membandingkan metode mana yang paling baik, efektif, kuat, memiliki tingkat *invisibility* yang bagus artinya watermark yang disisipkan tidak terlihat dapat

dibuktikan dengan nilai PSNR yang cukup tinggi. Serta tahan dan *imperceptibility* dari beberapa serangan antara lain *salt & pepper noise*, *Gaussian noise*, *speckle noise*, *Poisson's noise*, *blurring*, *rotation*, *sharpening* dan *image cropping* dalam perlindungan hak cipta konten video digital.

2. Keamanan Informasi

Penelitian yang terkait antara lain adalah Teknik *Discrete Wavelet Transform* (DWT) yang diusulkan menunjukkan efisiensi tinggi dan terbukti tahan terhadap beberapa serangan seperti *Gaussian*, *salt and pepper*, *rotation*, *frame dropping*, *cropping* dan *averaging* serta teknik yang diusulkan menunjukkan *imperceptibility* yang tinggi di mana tidak ada degradasi visual terlihat dalam video klip setelah penanaman watermark dan diekstraksi dengan PSNR rata-rata untuk semua bingkai watermark adalah 57.3118, nilai PSNR ini, tidak ada penurunan kualitas dalam video yang ditandai dengan watermark [8].

Discrete Wavelet Transform (DWT) digunakan sebagai domain penyisipan atau ekstraksi watermark, kekokohan teknik ini diuji dengan menerapkan berbagai jenis serangan seperti geometris, noise, format-kompresi, dan serangan pemrosesan gambar, hasil simulasi menunjukkan efektivitas dan kinerja yang baik serta dapat menghemat sumber daya sistem, kapasitas memori, dan bandwidth komunikasi [9]. Keuntungan utama metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Discrete Cosine Transform* (DCT) kuat dan tahan terhadap berbagai serangan antara lain *image cropping*, *rotation*, *Gaussian noise*, *salt and pepper noise*, *Poisson's noise*, *speckle noise* dengan hasil implementasi menunjukkan bahwa video yang disematkan adalah sangat baik dengan PSNR tinggi dan memiliki artefak visual yang sangat rendah [2]. Analisis kinerja dari *invisible watermarking* dapat diukur dengan perbandingan *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) sehubungan dengan masing-masing menanamkan dan mengekstraksi gambar [5]. Analisis diberikan dengan metrik yang berbeda seperti PSNR untuk mengukur tembus pandang

dengan nilai 160.7011 dB serta Metrik lain seperti MSE dan NCC dimaksudkan untuk menggambarkan kualitas watermark dengan kesamaan pengukuran, nilai untuk MSE untuk pendekatan yang diusulkan adalah 0,0068 dan NCC adalah 1 yang membuktikan watermark bebas dari serangan [12]. Skema *Discrete Wavelet Transform* (DWT) dan *Singular Value Decomposition* (SVD) kuat terhadap *compression*, *crop*, *noise*, *contrast* dan *tamper*, PSNR dan MSE dihitung untuk menguji metode yang diusulkan, teknik *invisible watermarking* untuk video dengan memasukkan logo terkait pemilik atau pelanggan sebagai watermark menggunakan DWT dan SVD menunjukkan kekuatannya melalui eksperimen., memilih video dengan resolusi 640 x 480, dengan frame rate 29.976, ukuran watermark adalah 40 x 30, dan ukuran blok 16 x 16 untuk mengakomodasi semua bit watermark ke bingkai tunggal menghasilkan nilai PSNR 39 Db, metode yang diusulkan masih memberikan PSNR kompetitif dan dapat diterima karena bit watermark tertanam ke dalam nilai singular daripada ke konten itu sendiri [3].

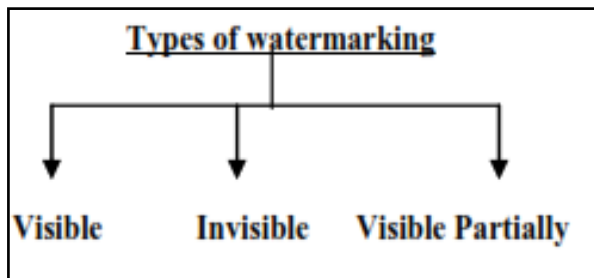
Discrete Wavelet Transform (DWT) dan *Principal Component Analysis* (PCA) diterapkan untuk setiap blok di dua pita LL & HH, skema ini diuji oleh berbagai serangan, hasil eksperimen tidak menunjukkan perbedaan yang terlihat antara bingkai watermark dan bingkai asli, menunjukkan ketahanan terhadap berbagai serangan seperti *gaussion noise*, *salt & pepper noise*, *median filtering*, *rotation*, *cropping*, menghasilkan NC adalah 1 dan PSNR yang memiliki skor tinggi yaitu 44.097 [13]. Sistem yang diusulkan memungkinkan watermarking dengan menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT) yang memiliki kapasitas *embedding* lebih besar dan memberikan hasil yang lebih baik dengan akurasi tinggi, untuk melindungi video dari proses enkripsi pengguna yang tidak sah [14].

Kerangka kerja berdasarkan teknik Hartung yang bergantung pada komunikasi *spread spectrum* dalam *Discrete Cosine Transform* (DCT), hasil eksperimen dengan mempertimbangkan berbagai pendekatan JPEG kompresi, distorsi geometris dan noise, hasil menunjukkan kinerja yang

baik terhadap metode yang diusulkan, teknik yang disajikan tidak hanya berlaku untuk video MPEG-2, tetapi juga untuk video pengkodean *Discrete Cosine Transform* (DCT) lainnya seperti MPEG-1, H261 dan H263 [15]. Penggunaan video RGB dengan ukuran 1,78 MB digunakan sebagai video host untuk menanamkan watermark, dalam video itu total frame 225 dan 25fps proses tertanam terjadi, 225 frame dikonversi menjadi bingkai abu-abu, pesan rahasianya juga dikonversi ke nilai biner, gambar skala abu-abu dan nilai biner ditandai, menemukan nilai PSNR sebesar 147.7584 untuk setiap video dan nilai MSE adalah 0,0249 untuk setiap bingkai video [16].

3. Pembahasan Materi

Watermarking adalah teknik penyembunyian informasi yang disisipkan pada media lain dengan tujuan untuk melindungi media yang disisipi suatu informasi dari pembajakan, penyalahgunaan hak cipta dan sebagainya. Watermaking merupakan cara untuk menyisipkan watermark ke dalam citra yang ingin dilindungi hak ciptanya [17]. Jenis watermark berdasarkan persepsi manusia dibagi menjadi tiga jenis terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Jenis Watermarking [18]

a. *Visible Watermarking*

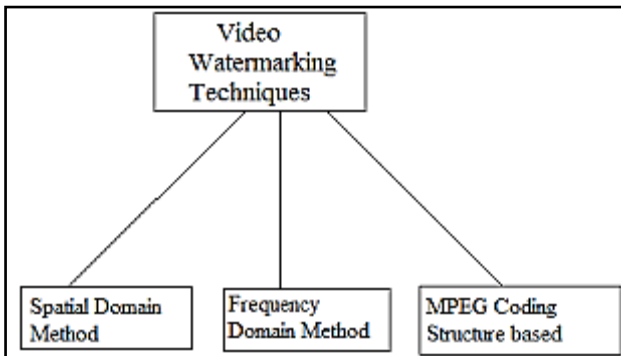
Merupakan jenis watermark yang dapat dilihat oleh panca indra manusia (mata telanjang). Sifat watermark ini sangat kuat bahkan sangat sulit dihapus keberadaannya walaupun tidak menjadi bagian dari *image* [19].

b. *Invisible Watermarking*

Watermark jenis ini tidak dapat dilihat oleh panca indera, yang bertujuan memberikan informasi yang bersifat rahasia dan untuk melindungi hak cipta orang lain dari orang yang tidak bertanggung jawab. Jenis watermark ini dapat dilihat melalui proses komputasi yaitu dengan cara mengekstrak gambar yang ter-watermark [19].

c. *Visible partile*

Watermarking yang terlihat sebagian adalah kombinasi dari *visible watermarking* dan *invisible watermarking*. *Visible watermarking* dimasukkan dalam gambar host dan kemudian *invisible watermarking* ditambahkan ke watermark yang sudah *visiblewater* [18]. Teknik *video watermarking* terdiri tiga teknik terlihat pada Gambar 2 [20].



Gambar 2 Teknik video Watermarking [20]

a. *Spatial Domain Method*

Teknik watermarking domain spasial menanamkan watermark dengan memodifikasi nilai piksel dari gambar atau video host langsung. Kompleksitas dan kesederhanaan komputasi yang rendah adalah kekuatan utama metode domain piksel. Untuk kinerja yang lebih baik secara real time teknik ini lebih menarik.

- *Least Significant Bit Modification (LSB)*
 Dalam teknik ini setiap piksel digunakan untuk menyematkan watermark atau informasi hak cipta. Di dalam gambar sampel teknik digunakan untuk menyimpan watermark, di mana kita dapat menanamkan objek yang lebih kecil beberapa kali. Modifikasi LSB adalah alat yang cocok untuk steganografi karena merupakan alat sederhana dan kuat, tapi itu tidak bisa dipertahankan dalam aplikasi watermarking [20].
- Teknik Berbasis Korelasi
 Cara paling mudah untuk menambahkan watermark ke gambar di domain spasial adalah menambahkan pola noise acak semu ke nilai luminance dari pikselnya.

b. *Frekuensi Domain Method*

Sebagian besar teknik watermarking tertanam ke dalam domain frekuensi bukan domain spasial untuk kekokohan mekanisme watermarking. *Discrete Wavelet Transform (DWT)*, *Discrete Cosine Transform (DCT)*, *Discrete Fourier Transform (DFT)* adalah tiga metode utama transformasi data.

- *Discrete Cosine Transform (DCT)*
 Menurut [21], Transformasi DCT merupakan salah satu transform coding yang akan merubah byte data dari domain spasial menjadi domain frekuensi dan memisahkan byte data tersebut menjadi dua bagian, yaitu frekuensi tinggi (koefisien DC) dan frekuensi rendah (koefisien AC). Pada DCT, koefisien DC digunakan sebagai tempat penyisipan pesan. Hal ini dikarenakan koefisien DC memiliki kapasitas persepsi yang lebih tinggi dari pada koefisien AC sehingga proses penyisipan tidak akan mengubah kualitas gambar secara visual. Selain itu, sinyal proses dan distorsi gambar memiliki pengaruh yang lebih rendah terhadap koefisien DC daripada koefisien AC. Transformasi citra dilakukan dengan menggunakan *Discrete Cosine Transform (DCT)*, sehingga dapat dikatakan bahwa

penyisipan dilakukan pada ranah DCT. Penyisipan dilakukan terhadap citra bitmap dengan kedalaman warna 24 bit. DCT digunakan untuk metransformasikan nilai intensitas blok 8x8 pixelnya yang berurutan dari *image* menjadi 64 koefisien DCT kedalam frekuensi dasarnya, diubah koefisien - koefisiennya dan kemudian ditransformasikan kembali dengan *Inverse Discrete Cosine Transform* (IDCT). Setiap basis matriks dikarakteristikan oleh frekuensi *spatial horizontal* dan *vertical*. Dalam konteks citra, hal ini menunjukkan tingkat signifikansi secara perseptual, artinya basis fungsi dengan frekuensi rendah memiliki sumbangan yang lebih besar bagi perubahan penampakan citra dibandingkan basis fungsi yang memiliki frekuensi tinggi. Nilai konstanta basis fungsi yang terletak di bagian kiri atas sering disebut basis fungsi DC, dan DCT koefisien yang bersesuaian dengannya disebut koefisien DC (DC coefficient). Masukan proses DCT berupa matrik $N \times N$. Persamaan DCT untuk matrik berukuran $N \times N$ dapat dituliskan seperti persamaan 1 :

$$S(u, v) = \frac{2}{\sqrt{nm}} C(u)C(v) \sum_{y=0}^{m-1} \sum_{x=0}^{n-1} S(x, y) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{2m} \quad (1)$$

Dimana:

$S(u,v)$ = data pada domain frekuensi

$S(x,y)$ = data pada domain ruang

Output dari fungsi DCT adalah nilai komponen frekuensi tertentu dan output dari fungsi ini ditentukan oleh dua parameter, yaitu u dan v . Cara menentukan mana yang frekuensi rendah dan mana yang frekuensi tinggi adalah dengan menjumlahkan nilai u dan v . Jadi jika $u+v$ makin tinggi berarti $S(u,v)$ menyatakan komponen frekuensi yang makin tinggi. Input dan Output dari fungsi DCT juga merupakan suatu matriks dengan ukuran $N \times N$. $P(x,y)$ adalah nilai pixel pada koordinat (x,y) , index dimulai dari 0.

Kelebihan kompresi data menggunakan *Discrete Cosine Transform*, antara lain:

1. DCT mampu menghitung kuantitas bit-bit data gambar dimana pesan tersebut disembunyikan didalam.
2. Kokoh terhadap manipulasi pada stego-object.

Sedangkan kekurangan kompresi data menggunakan *Discrete Cosine Transform*, antara lain:

1. Tidak tahan pada perubahan suatu objek karena pesan mudah dihapus sebab tempat penyisipan diketahui dengan metode DCT.
2. Penerapan algoritma panjang dan membutuhkan banyak perhitungan.

Teknik DCT (*Discrete Cosine Transform*) sering dilakukan digunakan untuk menandai aliran video terkompresi. DCT koefisien dalam aliran video dapat dimodifikasi tanpa harus terlebih dahulu membuka kompresi video atau kompres lagi setelah watermarking [22].

- *Discrete Wavelet Transform* (DWT)

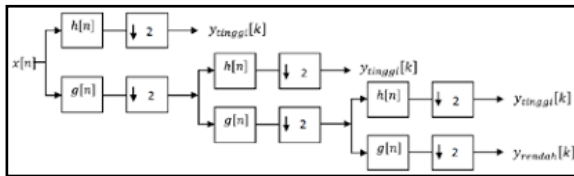
Menurut [21], secara umum transformasi wavelet diskrit merupakan dekomposisi citra pada frekuensi subband citra tersebut. Komponen subband transformasi wavelet dihasilkan dengan cara penurunan level dekomposisi. Implementasi transformasi wavelet diskrit dapat dilakukan dengan melewatkan sinyal melalui sebuah *lowpass filter* dan *highpass filter* dan melakukan *downsampling* pada keluaran masing - masing filter. *Highpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi tinggi dan *lowpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi rendah. Proses dekomposisi dapat melalui satu atau lebih tingkatan.

Dekomposisi satu tingkat dapat ditulis seperti persamaan 2 sebagai berikut:

$$y_{tinggi}[k] = \sum_n x[n]h[2k - n] \quad (2)$$

$$y_{rendah}[k] = \sum_n x[n]g[2k - n] \quad (3)$$

$y_{tinggi}[k]$ dan $y_{rendah}[k]$ adalah hasil dari *highpass filter* dan *lowpass filter*, merupakan sinyal asal, adalah *highpass filter*, dan adalah *lowpass filter*. Dekomposisi wavelet tiga tingkat U terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Dekomposisi Wavelet Tiga Tingkat U

Dengan menggunakan koefisien Transformasi Wavelet Diskrit ini maka dapat dilakukan proses *Inverse Discrete Wavelet Transform* (IDWT) untuk merekonstruksi menjadi sinyal asal seperti terlihat pada persamaan 3.

$$X[n] = \sum_k (y_{tinggi}[k]h[-n + 2k] + y_{rendah}[k]g[-n + 2k]) \quad (1)$$

Proses rekonstruksi merupakan kebalikan dari proses dekomposisi sesuai dengan tingkatan pada proses dekomposisi. Transformasi wavelet diskrit dimensi dua dapat digambarkan seperti Gambar 4.

LL2	HL2	HL1
LH2	HH2	
LH1		HH1

Gambar 4 Transformasi Wavelet Diskrit Dimensi Dua

- *Discrete Fourier Transform (DFT)*
Pendekatan ini pertama-tama mengekstrak kecerahan yang harus ditandai bingkai, menghitung DFT full-frame dan kemudian mengambil besarnya koefisien. Watermark terdiri dari dua string alfanumerik. Koefisien DFT diubah, kemudian IDFT. Hanya bingkai pertama dari masing-masing GOP yang ditandai, yang terdiri dari dua belas bingkai, meninggalkan yang lain tidak rusak. Ini adalah ketahanan yang baik untuk pemrosesan gambar yang biasa sebagai penyaringan linear atau non-linear, penajaman, kompresi JPEG dan menolak transformasi geometris sebagai penskalaan, rotasi dan tanam.
- *Singular Value Decomposition (SVD)*
Suatu teknik yang dapat digunakan dalam teknik kompresi gambar, tetapi bisa juga diterapkan pada watermarking. SVD dilakukan setelah nilai singular biasanya dimodifikasi baru ditempelkan watermark. SVD *pseudo-invers* kemudian diterapkan untuk mendapatkan konten asli. SVD bisa digunakan sendiri untuk watermarking, tetapi juga sering digunakan dalam teknik hibrida seperti menggabungkan SVD dan DCT.
- c. MPEG Coding Structure Based
Teknik video watermarking yang menggunakan MPEG-1, -2 dan -4 struktur pengkodean sebagai komponen primitif terutama untuk tujuan mengintegrasikan watermarking dan kompresi untuk mengurangi

pemrosesan video real-time secara keseluruhan kompleksitas. Kompresi dalam skema berbasis blok seperti MPEG-2 dicapai dengan menggunakan gerak maju dan dua arah. Ada sejumlah MPEG-2 dan -4 berbasis teknik yang telah diusulkan, termasuk pendekatan berbasis pada modifikasi GOP, koefisien DCT frekuensi tinggi manipulasi, klasifikasi blok DCT [20].

Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)

Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) adalah salah satu metode yang cukup populer digunakan dalam pengukuran kualitas video maupun citra secara objektif. Metode ini menggunakan sinyal citra sebagai parameter objektif. Metode ini membandingkan antara kualitas citra yang telah disisipi watermark (citra ber-watermark) dengan citra asal (citra host). PSNR dirumuskan seperti pada persamaan 3 [23] :

$$PSNR = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{2^{M-1}}{MSE} \right)^2 \tag{3}$$

Dimana, 2^{M-1} adalah maksimum nilai pixel untuk M-bit citra. Interpretasi nilai PSNR terhadap kualitas citra dapat dikatakan baik sekali jika nilai PSNR lebih besar dari 33 dB dan dikatakan buruk jika nilai PSNR kurang dari 30 Db [23].

MSE

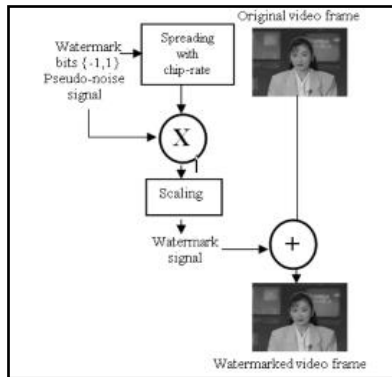
Parameter ini membandingkan tanda air yang diekstraksi dengan tanda air asli video. Rumus MSE terlihat pada persamaan 4.

$$MSE = \frac{1}{m \times n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x[-y(i,j)]^2 \tag{2}$$

Dimna $x(i,j)$ adalah gambar host dan $y(i,j)$ adalah gambar watermark [17]

Penanaman watermark

Prinsip visualisasi proses penanaman watermark terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Prinsip visualisasi proses penanaman watermark [15]

Ekstraksi watermark

Watermark dapat diekstraksi dengan atau tanpa menggunakan sinyal aslinya. Ekstraksi watermark adalah kebalikan dari prosedur penyisipan watermark. Proses ekstraksi watermark dilakukan dengan bingkai watermarked, bingkai video asli, menanamkan parameter kekuatan x dan ukuran watermark [12]. Di bidang *digital watermarking*, ada berbagai kategorisasi serangan terhadap watermark, antara lain [10]:

a. Serangan Subtraktif

Dalam serangan ini, musuh atau pengguna jahat mencoba mendeteksi keberadaan, lokasi watermarking dan mencoba untuk mengekstraknya dari host. Serangan subtraktif yang efektif adalah serangan yang dilakukan di tempat dengan mempertahankan konten asli agar tetap bernilai.

b. Serangan Distortif

Jika musuh atau pengguna jahat menerapkan beberapa transformasi distorsi secara seragam di atas objek untuk menurunkan watermark sehingga menjadi tidak terdeteksi / tidak dapat dibaca. Yang efektif serangan distortif adalah serangan di mana orang tidak lagi dapat mendeteksi watermark terdegradasi

3. Serangan Aditif

Musuh atau pengguna jahat dapat menambah host dengan memasukkan watermark W (atau beberapa tanda lain). Serangan aditif yang efektif adalah tanda musuh sepenuhnya ditimpa tanda asli, sehingga tidak dapat lagi diekstraksi.

4. Penyaringan

Pemfilteran low-pass, misalnya, tidak menyebabkan degradasi yang cukup besar pada watermarked gambar, video atau audio, tetapi dapat secara dramatis mempengaruhi kinerja, karena spread-like-spectrum tanda air memiliki kandungan spektral frekuensi tinggi yang tidak dapat diabaikan.

5. Tanam

Serangan yang sangat umum karena dalam banyak kasus penyerang tertarik pada sebagian kecil objek yang diwatermark, seperti bagian dari gambar tertentu atau bingkai dari urutan video. Dengan ini watermark perlu tersebar di dimensi di mana serangan ini terjadi.

6. Kompresi

Serangan yang tidak disengaja yang muncul sangat sering di aplikasi multimedia. Secara praktis semua audio, video dan gambar yang saat ini didistribusikan melalui Internet telah terkompresi. Jika watermark diperlukan untuk menahan tingkat kompresi yang berbeda, itu biasanya disarankan untuk melakukan tugas penyisipan watermark di domain yang sama di mana kompresi dilakukan tempat.

7. Rotasi dan Penskalaan

Deteksi dan ekstraksi berbasis korelasi gagal ketika rotasi atau penskalaan dilakukan pada gambar yang diberi watermark karena watermark yang tertanam dan versi yang dibuat secara lokal tidak lagi memiliki pola spasial yang sama. Jelas itu akan terjadi mungkin untuk melakukan pencarian lengkap pada berbagai sudut rotasi dan faktor penskalaan hingga puncak korelasi ditemukan, tetapi ini sangat rumit.

8. Statistik Rata-rata

Penyerang dapat mencoba memperkirakan watermark dan kemudian membatalkan watermark objek kurangi estimasi. Ini berbahaya jika watermark tidak banyak bergantung pada data dengan objek watermark yang berbeda akan mungkin untuk meningkatkan estimasi dengan sederhana.

4. Kesimpulan

Pemberian watermarking untuk video digital menggunakan metode *Discrete Wavelet Transform* (DWT), *Discrete Cosine Transform* (DCT), *Discrete Fourier Transform* (DFT) akan dibandingkan metode mana yang paling baik, efektif, kuat, memiliki tingkat *invisibility* yang bagus artinya watermark yang disisipkan tidak terlihat dapat dibuktikan dengan nilai PSNR yang cukup tinggi. Serta tahan dan *imperceptibility* dari beberapa serangan seperti *salt & pepper noise*, *Gaussian noise*, *speckle noise*, *Poisson's noise*, *blurring*, *rotation*, *sharpening* dan *image cropping* dalam perlindungan hak cipta konten video digital. Aplikasi penyisipan watermarking menggunakan ketiga metode itu diharapkan tidak dapat dikenali secara kasat mata.

Daftar Pustaka

- [1] Agustina R, Asmara RA. Penyisipan Watermark Menggunakan Metode Discrete Cosine transform pada Citra Digital. *J Inform Polinema* 2015;2:29–34. <https://doi.org/10.33795/jip.v2i1.51>.
- [2] Bhavsar CA, Talbar SN. A robust digital watermarking using DWT and DCT 2010;28–28. <https://doi.org/10.1049/ic.2009.0138>.
- [3] Bhargavi Latha S, Venkata Reddy D, Damodaram A. Digital video watermarking using DWT and singular values. *ACM Int Conf Proceeding Ser* 2016;04-05-March-2016. <https://doi.org/10.1145/2905055.2905137>.

- [4] Pohan N, Saragih R, Rahim R. Invisible Watermarking Audio Digital with Discrete Cosine Transform. *Int J Sci Res Sci Technol* 2017;3:21–5.
- [5] Pradhan D. Implementation of Invisible Digital Watermarking Technique for Copyright Protection using DWT-SVD and DCT. *Int J Adv Eng Res Sci* 2017;4:63–9. <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.7.10>.
- [6] Sawant PM. Digital Watermarking System for Video Authentication 2018:193–7. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2018.7438>.
- [7] Febriani SR. Implementasi Digital Watermarking 2016;21:8–18.
- [8] Rajab L, Al-Khatib T, Al-Haj A. A Blind DWT-SCHUR Based Digital Video Watermarking Technique. *J Softw Eng Appl* 2015;08:224–33. <https://doi.org/10.4236/jsea.2015.84023>.
- [9] Ibrahim MM, Abdel Kader NS, Zorkany M. Video multiple watermarking technique based on image interlacing using dwt. *Sci World J* 2014;2014. <https://doi.org/10.1155/2014/634828>.
- [10] Nadu T. Survey on Digital Video Watermarking Techniques and Attacks on Watermarks. *Int J Eng Sci Technol* 2010;2:6963–7.
- [11] Abdulla SF, Anjaneyulu S. A Hybrid DWT-SVD Method for Digital Video Watermarking Using Random Frame Selection 2016;6:43–8.
- [12] Electronics NT, krJain Electronics A. An Approach to Embed Image in Video as Digital Watermark. *Int J Eng Res Technol* 2020;9:540–7.
- [13] Pik-Wah C, Lyu MR. Digital Video Watermarking Techniques for Secure Multimedia Creation and Delivery. *Int J* 2004;3:839–44.
- [14] Palaiyappan C PC. A Block Based Novel Digital Video Watermarking Scheme Using Dct. *IOSR J Electron Commun Eng* 2013;5:34–44. <https://doi.org/10.9790/2834-0523444>.
- [15] Al-Taweel SAM, Sumari P, Alomari SAK, Husain AJA. Digital video watermarking in the discrete cosine transform domain. *J Comput Sci* 2009;5:536–43. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2009.536.543>.
- [16] P S D, R R, D P, C DP. Digital Fragile Watermarking Video Based on Discrete Wavelet Transformation. *Int J Comput Sci Eng* 2019;6:5–9. <https://doi.org/10.14445/23488387/ijcse-v6i11p102>.

- [17] Bhardwaj A. Digital Video Watermarking Techniques: A Review. *Int J Eng Comput Sci* 2017;6:2–6. <https://doi.org/10.18535/ijecs/v6i5.23>.
- [18] Porwal P, Chaturvedi RN, Ghag MT, Poddar MN, Tawde MA. Digital Video Watermarking Using Least Significant Bit (LSB) Technique 2014;3:2491–6.
- [19] Sutoyo T, Mulyanto E, Suhatono V, Nurhayanti O, Wijanarto. *Teori Pengolahan Digital*. Yogyakarta: Andi Offset; 2009.
- [20] Gopika V, Mane GGC. Review Paper on Video Watermarking Techniques. *Int J Sci Res Publ* 2013;3:763–7.
- [21] Reva EY, Susilo B, Purwandari EP. Aplikasi Watermark Pada Citra Digital Menggunakan Kombinasi Metode Discrete Cosine Transform , Discrete Wavelet Transform Dan Singular Value Decomposition. *J Rekursif* 2016;4:152–60.
- [22] Banyal S, Sharma S. Digital Video Watermarking Using DWT and SVD Techniques 2016;5:223–7. <https://doi.org/10.17148/IJARCCCE.2016.51045>.
- [23] Syahbana YA, Yudhystira WI, Yulina S. Algoritma Penyisipan Frame untuk Peningkatan Akurasi Metode Aligned Peak Signal-to-Noise Ratio dalam Pengukuran Kualitas Video. *J Komput Terap* 2015;1:45–56.

Perancangan Learning Management System

Tri Waluyo¹, Erik Iman Heri Ujiyanto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia

¹triwaluyo@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

Pendidikan atau pembelajaran adalah komponen penting kehidupan dan tidak ada manusia yang bisa bertahan hidup tanpa pendidikan. Cara mengajar yang efektif memberikan kualitas pendidikan dan kemajuan pembelajaran. Teknologi Informasi (TI) memainkan peran penting dalam bidang pendidikan. E-learning adalah alat baru yang sangat populer mendukung pembelajaran jarak jauh tervirtualisasi melalui mekanisme komunikasi dengan internet. Sistem e-learning membutuhkan banyak perangkat lunak dan perangkat keras dengan biaya tinggi. Tidak semua lembaga pendidikan mampu membayar investasi tersebut. *Cloud computing* adalah solusi terbaik sebagai platform untuk memberikan dukungan ke sistem e-learning. Artikel ini memperkenalkan konsep e-learning dan infrastruktur *cloud computing*, serta menganalisa efektivitas e-learning sebagai media pembelajaran. Penelitian akan dilakukan pada mahasiswa yang sedang menjalani perkuliahan online dikarenakan pandemi Covid-19. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*.

Kata Kunci: E-learning, *Cloud Computing*, pembelajaran daring

1. Pendahuluan

Pendidikan atau pembelajaran adalah komponen penting kehidupan dan tidak ada manusia yang bisa bertahan hidup tanpa pendidikan. Pada saat ini ada banyak paradigma untuk mendapatkan pengetahuan atau mempelajari sesuatu. Salah satu paradigma pendidikan yang paling menjanjikan adalah e-learning. E-learning mengacu pada

penggunaan jaringan teknologi informasi (TIK) dalam proses belajar mengajar. Istilah lain juga digunakan untuk menggambarkan mode pengajaran dan pembelajaran ini termasuk pembelajaran online, pembelajaran virtual, pembelajaran terdistribusi, pembelajaran berbasis web dan jaringan [1], [2]. Pertumbuhan e-learning berhubungan langsung dengan peningkatan akses ke TIK, serta penghematan biaya. Kapasitas TIK untuk mendukung pembelajaran berbasis sumber daya multimedia dan mengajar juga relevan dengan meningkatnya minat dalam e-learning.

Ditengah pandemi Covid-19 yang melanda hampir seluruh wilayah negara di dunia ini, pembelajaran e-learning banyak diterapkan di lingkungan pendidikan baik perguruan tinggi maupun sekolah-sekolah. Himbaun untuk menghindari kerumunan dan sosial distancing menjadikan sistem pembelajaran e-learning sangat tepat untuk diaplikasikan agar proses belajar mengajar tetap berjalan dan materi dapat disampaikan.

Cloud computing adalah teknologi yang menggunakan internet dan server pusat jarak jauh untuk memelihara data dan aplikasi. *Cloud computing* memungkinkan konsumen dan bisnis untuk menggunakan aplikasi tanpa instalasi dan mengakses file pribadi mereka di komputer manapun dengan akses internet. Teknologi ini memungkinkan untuk komputasi yang jauh lebih efisien dengan memusatkan data penyimpanan, pemrosesan dan bandwidth. Bidang TIK sepenuhnya berubah karena *cloud computing* [1],[3]. Perubahan di *cloud teknologi* diadopsi oleh industri dan sistem pendidikan. Sekarang sistem pendidikan berubah secara drastis dari pola belajar dan gaya belajar diubah dengan bantuan teknologi. *Cloud computing* telah memungkinkan lembaga untuk memenuhi kepuasan pelanggan dan memberikan layanan berkualitas di biaya rendah dengan efisiensi dan efektivitas [4].

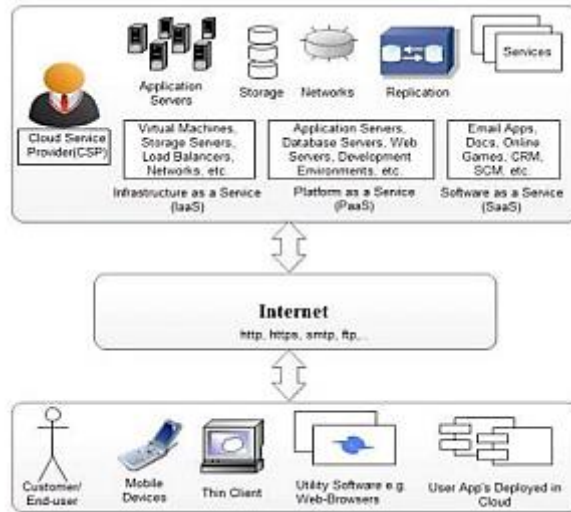
Sistem e-learning umumnya membutuhkan banyak perangkat lunak dan sumber daya perangkat keras. Banyak lembaga pendidikan

tidak mampu membayar investasi seperti itu, dan oleh karena itu cloud computing adalah solusi terbaik. Dalam artikel ini akan membahas konsep e-learning dan infrastruktur *cloud computing* dan manfaatnya, yang berasal dari sumber-sumber yang telah melakukan riset tentang e-learning berbasis *cloud computing* [2], [1]. Melalui beberapa penelitian terdahulu, kami berusaha memperkenalkan konsep e-learning dan infrastruktur *cloud computing*, serta menganalisa efektivitas e-learning sebagai media pembelajaran. Penelitian akan dilakukan pada mahasiswa yang sedang menjalani perkuliahan online dikarenakan pandemi Covid-19. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*.

2. E-Learning Berbasis *Cloud Computing*

a. Architecture of Modern E-learning Education System using *Cloud Computing*

Dalam makalah ini membahas perubahan karena infrastruktur *cloud* dan pertimbangan penggunaan data desentralisasi untuk menyediakan konten yang lebih baik, cepat dan efektif untuk sistem manajemen e-learning. Arsitektur baru untuk sistem pendidikan dengan mudah menghubungkan orang dan perangkat dengan sistem manajemen pembelajaran. Tujuan dari makalah ini adalah untuk memberi lingkungan e-learning berbasis cloud untuk generasi baru. Arsitektur sistem e-learning berbasis cloud perlu layanan internet cepat dan handal. Dengan arsitektur yang diusulkan ini berbagai layanan disediakan untuk pengguna sesuai dengan permintaan. Karena cloud adalah teknologi yang sangat booming dengan memindahkan pembelajaran berbasis web tradisional di lingkungan cloud, sehingga menjadi kombinasi yang hebat [3].



Gambar 1. Arsitektur *Cloud Computing*[3]

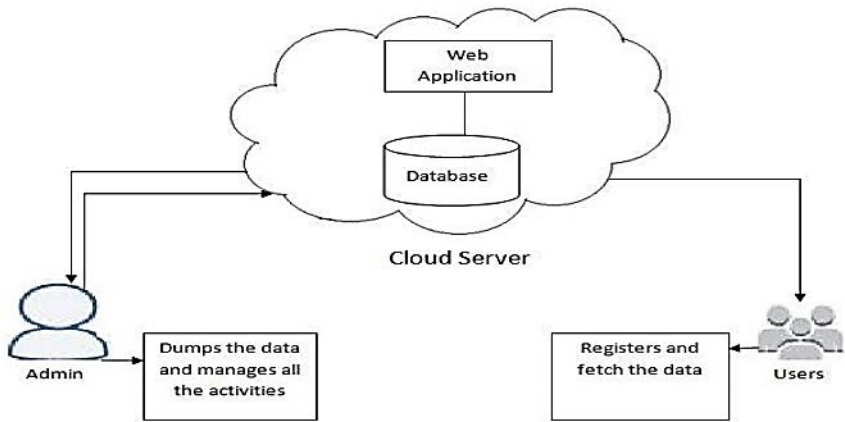
b. An Effective tool for Cloud based E-learning Architecture

Cloud computing memiliki aplikasi yang luar biasa dalam lembaga bidang pendidikan dan universitas karena menyediakan layanan pembelajaran dengan infrastruktur internet yang fleksibel. Dalam sistem berbasis web tradisional ketika mereka berada di lokasi yang menyebabkan banyak masalah muncul, seperti kekurangan dukungan infrastruktur yang mendasarinya, yang dapat secara dinamis mengalokasikan perhitungan sumber daya dan penyimpanan yang diperlukan untuk sistem e-learning. Akan tetapi saat ini web 2.0 dan cloud berhasil memperluas lingkungan e-learning kolaboratif dan interaktif. Tantangan aslinya tinggal interaksi teknologi untuk membangun pembelajaran. Teknologi yang muncul harus dikonsentrasikan untuk mengembangkan penggunaan aplikasi e-learning pada *cloud computing* dan web 2.0. Artikel ini menyajikan keuntungan dari mengintegrasikan teknik kolaborasi web 2.0 dan *cloud computing* di bidang e-learning. Kami menyediakan alat interaktif yang bisa digunakan untuk pendidikan sains.

Integrasi antara *cloud computing* sebagai platform dan web 2.0 disajikan sebagai solusi untuk membangun sistem e-learning yang efektif [5].

c. E-Learning Based on *Cloud Computing*

E-learning berbasis cloud adalah generasi baru dari e-learning tradisional. *Cloud computing* mendukung kemampuan secara dinamis mengalokasikan sumber daya komputasi dan penyimpanan yang diperlukan untuk e-learning. *Cloud computing* telah muncul sebagai platform yang tepat untuk bermigrasi dari sistem e-learning. Karena itu, sistem ini memungkinkan pertukaran konten pendidikan dan mengintegrasikan berbagai metode untuk belajar mengajar di sekolah. Aplikasi e-learning berdasarkan *cloud computing* dibuat melalui cloud komputasi penyimpanan data massal, komputasi kemampuan kecepatan tinggi, serta alokasi ideal dan mode berbagi sumber daya. *Cloud computing* baru-baru ini muncul sebagai paradigma yang menarik untuk mengelola dan memberikan layanan melalui internet. Situasi ekonomi sekarang akan memaksa pendidikan yang berbeda lembaga dan organisasi untuk mempertimbangkan mengadopsi cloud. Universitas telah mulai mematuhi inisiatif ini dan ada bukti yang menunjukkan penurunan biaya signifikan karena penerapan solusi cloud. Tujuan dari artikel ini adalah mengidentifikasi arsitektur yang akan menggunakan *cloud computing* dalam pendidikan tinggi [1].



Gambar 2. Diagram Arsitektur *Cloud Computing* [1]

d. An Overview of *Cloud Computing* for E-Learning With its Key Benefits

Cara mengajar yang efektif memberikan kualitas pendidikan dan kemajuan belajar, seperti e-learning kepada peserta didik dan juga pengajaran berkualitas tinggi pada tutor. Teknologi informasi (TI) memainkan peran penting dalam bidang pendidikan. Sekarang e-learning dan m-learning sudah menjadi tren teknologu pendidikan yang sangat populer. E-learning adalah alat baru yang terkait dengan pembelajaran jarak jauh tervirtualisasi melalui mekanisme komunikasi elektronik, khususnya internet untuk meningkatkan sistem pembelajaran tradisional. Sistem e-learning umumnya membutuhkan banyak perangkat lunak dan sumber daya perangkat keras. Saat ini banyak lembaga pendidikan tidak mampu membayar investasi seperti itu, dan karena itu lingkungan *cloud computing* adalah solusi terbaik. Lingkungan *cloud computing* meningkat cepat sebagai platform alami untuk memberikan dukungan ke sistem e-learning. Makalah ini menyajikan dampak penggunaan *cloud computing* untuk e-learning yang berisi lingkungan inovatif yang dihasilkan baik dari lingkungan belajar virtual dan pribadi. Makalah ini memperkenalkan

konsep e-learning dan cloud infrastruktur komputasi dengan manfaat utama mereka [6],

e. Impact of Cloud Computing in E-Learning

E-learning sebagai pendekatan penting untuk sistem pendidikan hari ini adalah salah satu efek baru dari teknologi. Jenis pelatihan ini menyarankan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi meningkatkan kualitas pengajaran dan pembelajaran melalui akses yang mudah ke sumber daya dan layanan pendidikan. *Cloud computing* menjadi teknologi yang dapat diadopsi bagi banyak orang atau organisasi dengan skalabilitas dinamis dan penggunaan sumber daya tervirtualisasi sebagai layanan melalui internet. *Cloud computing* berkembang pesat di semua bidang termasuk pendidikan. Sistem e-learning membutuhkan banyak sumber daya perangkat keras dan perangkat lunak. Banyak lembaga pendidikan tidak punya platform e-learning karena sumber daya dan biaya yang tinggi. Penggunaan *cloud computing* bisa membantu mengurangi biaya infrastruktur secara signifikan perangkat lunak dan sumber daya manusia. Makalah ini menggambarkan konsep e-learning dan cloud computing, bagaimana menerapkan sistem e-learning berbasis *cloud computing*, pemanfaatan perangkat keras dan sumber daya yang efisien [2].

f. Implications, Risks And Challenges Of Cloud Computing In Academic Field – A State-Of-Art

Di era moden ini, institusi pendidikan tinggi berkonsentrasi pada teknologi terbaru dan mengeksplorasi alat untuk pembelajaran. Pada kenyataannya distribusi sumber daya pendidikan mungkin tidak merata diseluruh negara. *Cloud computing* membawa berbagai manfaat untuk diintegrasikan ke dalam bidang akademik. Ada masalah resiko untuk mengadopsi cloud dalam menyimpan dan mengeksekusi data rahasia [7]. Makalah ini melakukan survei untuk menganalisis penggunaan, masalah dalam mengikuti *cloud computing* untuk fakultas, staf dan mahasiswa di

sektor pendidikan. makalah ini berfokus juga pada masalah keamanan dan pembagian resiko.

3. Pembahasan Materi

Arsitektur sistem e-learning berbasis *cloud computing* seperti yang terlihat pada gambar 1 dan gambar 2 diatas menunjukkan aliran dari keseluruhan dari sistem e-learning. Penggunaan e-learning dibagi menjadi 2 kelompok yaitu user dan administrator. Admin dapat membuang data dalam aplikasi web dan mengelola, mengontrol semua aktivitas aplikasi. Pengguna harus harus mendaftar dulu di aplikasi web, kemudian ditambahkan oleh admin [8],[3]. User dibagi menjadi tiga yaitu, pengajar, member dan pengunjung. User merupakan pemakai dalam situs web e-learning, sedangkan administrator adalah seorang yang bertanggung jawab atas pengolahan sistem e-learning sehingga menjadi terkontrol. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing pengguna:

- a. Administrator, berperan sebagai pengelola dan bertanggung jawab atas sistem e-learning. Administrator dapat melakukan proses manipulasi seperti penambahan, perubahan dan penghapusan data yang ada pada sistem. Dengan kata lain administrator diberikan hak untuk melakukan pengolahan data.
- b. Pengajar, berperan memberikan pengajaran kepada member, memberikan latihan penguasaan materi.
- c. Member, seorang member yang telah terverifikasi menjadi peserta mempunyai akses terhadap materi yang diberikan pengajar.
- d. Pengunjung, seorang pengunjung dalam web e-learning hanya menggunakan fasilitas yang terbatas hanya dapat mengakses tampilan utama, berita, about us serta dorm registriasi. Hal ini dikarenakan pengunjung tidak melakukan proses otentifikasi sehingga hak akses yang diberikan terbatas.

Cloud computing menawarkan layanan yang dapat dikelompokkan ke dalam kategori berikut:

- e. *Infrastructurur as a Service* (IaaS) : perangkat keras sumber daya (seperti penyimpanan) dan daya komputasi (CPU dan memori) ditawarkan sebagai layanan untuk pelanggan.
- f. *Software as a Service* (SaaS): aplikasi perangkat lunak yang ditawarkan kepada pelanggan.
- g. *Platform as a Service* (Paas): penyediaan fasilitas untuk mendukung siklus pengembangan aplikasi.
- h. *Cloud Community*: berbagi infrastruktur antara beberapa organisasi.
- i. *Cloud Hybrid*: komposisi dua atau lebih komunitas.

Beberapa contoh kampus yang telah menerapkan e-learning berbasis *cloud computing* yaitu University of California (UC) di Berkeley mengoperasikan kursus tentang cloud yang didukung oleh Amazon Web Services, berbasis pada model layanan Saas. University of Washington mengadopsi *cloud computing* untuk memberikan alat produktivitas dan kolaborasi untuk staf dan siswa yang didukung oleh Microsoft dan Google. University of Texas di Austin dan North Carolina State University mencapai penurunan pengeluaran substansial terkait TI [9].

4. Kesimpulan

Dalam situasi pandemi covid-19 saat ini, lembaga pendidikan menghadapi masalah dalam dukungan TI yang diperlukan untuk kegiatan pendidikan. *Cloud computing* dalam platform e-learning memungkinkan integrasi standar e-learning yang berbeda untuk peningkatan interoperabilitas objek pembelajaran. Konsep e-learning dengan *cloud computing* memberikan solusi biaya efektif untuk institusi akademik, pengajar dan pembelajar mereka. *Cloud computing* meningkat cepat, dengan aplikasi hampir di semua bidang, terutama di bidang pendidikan. ada beberapa batasan e-

learning yaitu kurangnya interaksi tatap muka dengan pengajar dan pembelajar, berkurangnya interaksi sosial dan budaya. Ada banyak manfaat dari menggunakan *cloud computing* untuk sistem e-learning.

Daftar Pustaka

- [1] Shirzad M, Ahmadipour M, Hoseinpanah A, Rahimi H. E-learning based on cloud computing. Proc 2012 Int Conf Cloud Comput Technol Appl Manag ICCCTAM 2012 2012;7:214–8. <https://doi.org/10.1109/ICCCTAM.2012.6488101>.
- [2] Aggarwal M, Rinkey, Gupta P. Impact of Cloud Computing in E-Learning: A Study. Int J Recent Innov Trends Comput Commun 2017;5:912–22.
- [3] Rinkey, Gupta P, Bhatnagar A. Architecture of modern e-learning education system using cloud computing. Int J Eng Adv Technol 2019;8:5132–7. <https://doi.org/10.35940/ijeat.F9567.088619>.
- [4] Machii JK, Science C, Mis MBA. Assessment of Cloud Computing Adoption for E-Learning by Institutions of Higher Learning in Nairobi County , Kenya. Int J Sci Res Innov Technol ISSN 2016;3:9–20.
- [5] Vanjulavalli N. An Effective tool for Cloud based E-learning Architecture 2015;6:3922–4.
- [6] Bosamia M, Patel A. An Overview of Cloud Computing for E-Learning with its Key Benefits. Int J Inf Sci Tech 2016;6:1–10. <https://doi.org/10.5121/ijist.2016.6201>.
- [7] Ananthi Claral Mary T, Arul Leena Rose PJ. Implications, risks and challenges of cloud computing in academic field – a state-of-art. Int J Sci Technol Res 2019;8:3268–78.
- [8] Ginting M. Pemanfaatan Cloud Computing Pada Aplikasi E-Learning. J Tek Inform Unika St Thomas 2018;3:40–4. <https://doi.org/10.25126/jtiik.201853595>.
- [9] Sharma P. E-Learning Using Cloud Computing and IT. Adv Comput Sci Inf Technol 2014;1:6–10.

REVIEW PEMANFAATAN E-VOTING

Nur Hidayati¹, Erik Iman Heri Ujianto²

Magister Teknologi Informasi Universitas Teknologi Yogyakarta
Jl.Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor Sleman Yogyakarta - Indonesia
¹nur.hidayati@student.uty.ac.id, ²erik.iman@uty.ac.id

Abstrak

E-Voting adalah suatu pemungutan suara dan penghitungan suara dalam suatu pemilihan dengan menggunakan perangkat elektronik. Tujuan dari electronic voting adalah menyelenggarakan pemungutan suara dengan biaya hemat dan penghitungan suara yang cepat dengan menggunakan sistem yang aman. Teknik pengumpulan data adalah Wawancara, observasi dan dokumen yang terkait dengan penelitian. Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif. Hasil Penelitian ini menjelaskan bahwa Sistem Electronic Voting dalam Pemilihan Kepala Desa di Kabupaten Sleman berjalan dengan efektif.

Kata Kunci: Electronic Voting, Efektivitas, Pilkadaes

1. Pendahuluan

Konsep demokrasi yang meletakkan rakyat sebagai unsur utama dalam bernegara merupakan nilai yang dipilih oleh hampir sebagian besar negara di seluruh dunia. Indonesia yang merupakan negara kesatuan dengan berbagai macam suku dan budaya juga memilih demokrasi sebagai bentuk pemerintahan yang dianggap paling cocok untuk diterapkan dalam proses bernegara. Demokrasi yang intinya berdasarkan pada konsep dari oleh dan untuk rakyat diwujudkan dengan adanya pemilihan presiden, anggota DPR, DPRD, DPD, Kepala Daerah secara langsung dengan tujuan agar masyarakat dapat memilih para pemimpin terbaik untuk mewakili kepentingan mereka. Dalam perkembangannya, mekanisme pemilihan

secara langsung tidak hanya dilakukan di tingkat pusat, provinsi, atau kabupaten/kota namun juga dilakukan hingga tingkat desa.

Desa yang merupakan kesatuan masyarakat hukum yang memiliki hak asal usul dan/atau hak tradisional mendapatkan eksistensi dan legitimasi berdasarkan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa. Dalam Undang-Undang Desa, Desa berwenang untuk mengatur dan mengurus urusan pemerintahan sendiri. Penyelenggaraan pemerintahan desa dilakukan oleh Kepala Desa yang dibantu Perangkat Desa. Berdasarkan ketentuan Pasal 34 Undang-Undang Desa, Kepala Desa dipilih langsung oleh penduduk desa. Pemilihan Kepala Desa di Kabupaten Sleman, selama ini dilakukan dengan sistem konvensional yaitu dengan mencoblos gambar calon kepala desa dengan menggunakan surat suara. Dengan era keterbukaan informasi dan perkembangan teknologi, masyarakat menuntut sistem pemerintahan yang cepat tepat, terbuka, efektif dan efisien. Hal ini juga berlaku dalam pemilihan Kepala Desa. Pemerintah Kabupaten Sleman berusaha merespon tuntutan ini dengan menginisiasi Sleman Smart Regency yang intinya mengoptimalkan teknologi untuk menyederhanakan sistem birokrasi dan mempermudah akses informasi masyarakat. Salah satu wujud konsep ini adalah pelaksanaan elektronik voting (e-voting) dalam pemilihan Kepala Desa yang akan diimplementasikan pada tahun 2020.

Sistem e-voting yang digunakan dalam pemilihan Kepala Desa memanfaatkan teknologi memiliki beberapa keuntungan dibandingkan sistem konvensional meliputi:

- a. Tidak perlu mencetak kertas surat suara, sehingga mendukung program *green* teknologi.
- b. Pemberian suara mudah, hanya menyentuh tanda gambar di panel.
- c. Proses penghitungan suara akan menjadi lebih cepat dan akurat.

- d. Data yang dihasilkan lebih terjamin dan berkualitas dari segi transparansi, akuntabilitas dan kecepatan bagi publik dalam mengakses hasil pemilihan.
- e. Sistem e-voting bisa menghasilkan jejak audit elektronik dan bentuk kertas audit atau struk suara pilihan pemilih. Hasil elektroik akan dicetak sebagai lampiran berita acara, sebagai dokumen hasil

Berdasarkan data dari Badan Pengkajian dan Penerapan Tehnologi (BPPT), 406 desa telah menggunakan e-voting dalam pelaksanaan pemilihan kepala dusun dan Kepala Desa.

2. Topik/Tema Kajian (Sistem Cerdas)

Penelitian yang terkait antara lain adalah:

E-voting harus diterapkan pada administrasi desa yang melakukan Pilkades secara manual, sedangkan untuk desa adat yang tidak melakukan pilkades, itu bisa diadakan sesuai dengan adat yang ada aturan E-voting di Pilkades perlu diimplementasikan karena efektif dalam memfasilitasi pemilih, akurat dan cepat dalam pemungutan suara / pengumpulan dan penghitungan, efisien, transparan, akuntabel dan membantu dalam proses perselisihan pasca Pilkades [1]. Evoting juga menghemat biaya dan waktu, dan juga transparan. E-voting menjadi suatu kebutuhan mengingat meningkatnya penggunaan teknologi di Indonesia berbagai bidang, bahkan untuk pemerintahan. Selain itu, kebijakan yang mengharuskan tidak hanya penggunaan e-voting metode dalam pemilihan kepala desa melainkan kebijakan yang memberi kebebasan kepada kabupaten / kota pemerintah untuk memilih metode yang akan digunakan dalam pemilihan kepala desa [1].

Seorang pemilih dapat masuk ke dalam kerangka kerja dan kemudian memutuskan untuk memilih seorang kandidat bahwa rincian suara harus disimpan dalam blok [2]. protokol potensial dapat dibuat sedemikian rupa sehingga proses pemungutan suara adalah benar-benar

terbuka, adil dan dapat diverifikasi secara independen oleh siapa pun [3]. Sistem saat ini tergantung pada banyak tenaga manusia untuk memastikan bahwa suara tidak dirusak. [3]. Menguatnya posisi relawan par tisan dalam pemilu didorong oleh tingkat kepercayaan publik terhadap partai politik yang lemah dalam sistem multipartai yang ketat dan kompleks, munculnya gaya partisipasi politik yang fleksibel dan berlandaskan semangat kewargaan, serta kooptasi pengertian dan fungsi relawan oleh partai politik demi menjangkau Keberadaan relawan pada mulanya dilandasi semangat antitesis bagi proses politik yang elitis, tetapi kemudian menjadi elemen komplementer bagi partai politik dalam upaya pemenangan pemilu [4]. Pentingnya posisi relawan partisan dalam pemilu 2019 di Indonesia menunjukkan bentuk partisipasi politik yang konvergen di mana konsep kelompok relawan dengan karakteristik gerakan akar rumput yang memiliki semangat kewarganegaraan berbau dengan kepentingan penuh politik pemilu.

Rendahnya tingkat kepercayaan publik terhadap partai politik telah menciptakan peluang politik bagi pertumbuhan kelompok sukarelawan partisan [4]. Relawan memberikan akses ke simpul basis massa yang dapat dikonversi menjadi dukungan suara. Relawan berjuang di luar arena lembaga dan tidak terikat oleh norma-norma politik, sehingga mereka lebih fleksibel untuk membenarkan masalah publik sementara pada saat yang sama menyerang kandidat lawan. Konvergensi partisipasi politik dalam sukarelawan partisan juga tercermin dalam konfigurasi kelompok sukarelawan yang mengikuti strategi tim kampanye dalam memperoleh potensi [4].

Pemilu mendatang tidak akan lagi berubah ketika tidak ada kejelasan hukum di Indonesia jika robot tersebut termasuk di dalamnya. Pemilu yang ditujukan untuk robot bukan menjadi kontradiksi tetapi merupakan jalan keluar untuk menghasilkan pemilu yang benar-benar adil. Ketika kita memilih robot dalam pemilihan, kecerdasan buatan memegang norma di masyarakat. Kecerdasan buatan akan menjadi

kebiasaan di Indonesia, beralih ke jus cogens karena sifat utamanya adalah kekuatan tidak langsung [5]. Sistem pemilu proporsional terbuka menyulitkan kebijakan afirmasi jika tidak diikuti komitmen partai. Untuk bisa mencapai keterwakilan 30% perempuan di lembaga perwakilan harus ada intervensi undang-undang yang memaksa partai melaksanakan kebijakan berkeadilan gender dalam pencalonan [6]. Konflik, dimulai dengan ketidakharmonisan antara pemimpin partai politik dan legislator, terutama yang telah menjadi anggota legislatif, dan berniat untuk maju lagi sebagai kandidat legislatif dari partai yang sama [7]. partisipasi rakyat dalam politik, dan perubahan sosial yang mereka miliki kekuatan untuk membuat adalah dasar bagi relevansi dan kelangsungan hidup demokrasi di negara ini sekarang, dan di tahun-tahun mendatang [8]. Pusat keberhasilan dan kegagalan politik pemilu adalah fungsi utama dan strategis dari semua ini dan organ integral dari demokratisasi yang merupakan inti dari perkembangannya [9].

3. Pembahasan Materi

Penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif pendekatan. Pendekatan ini digunakan untuk mendapatkan deskripsi komprehensif dari implementasi e-voting di Pilkades di lokasi penelitian. Utama pengumpulan data dilakukan selain langsung observasi di lapangan serta wawancara dengan beberapa sumber seperti pegawai Desa Badan Pemberdayaan Masyarakat (BPMD), Desa Ketua Komite Pemilihan dengan metode e-voting [1]. Data sekunder diperoleh dari dokumen pelaksanaan pemilihan Kepala Desa. Data kemudian dikurangi dengan fokus pada data yang benar-benar dibutuhkan, dan disajikan untuk memfasilitasi peneliti di memahami apa yang terjadi di lokasi penelitian. Itu data yang telah disajikan kemudian diverifikasi jika dalam jika ada data yang lemah, peneliti akan mengulangi mencari data yang lebih kuat [1].

a. Metode Kerja Sistem E-voting

Berikut gambaran metode kerja sistem e-voting meliputi:

1. e-Verifikasi

Tahapan pertama adalah melakukan e-verifikasi yang berbasis surat undangan. Calon pemilih diminta menunjukkan surat undangan yang kemudian diverifikasi. Jika terdaftar di DPT (Daftar Pemilih Tetap) di komputer panitia, calon pemilih resmi bisa memilih. Apabila calon pemilih tidak membawa surat undangan, maka pemilih bisa menunjukan KTP-El/KK/Suket. Selanjutnya, dokumen akan diverifikasi oleh petugas dan apabila dapat diterima maka pemilih dapat menggunakan hak pilihnya.

2. Mendapatkan Smart Card/Kartu pintar

Calon pemilih yang telah terverifikasi akan mendapatkan token berbentuk kartu dari panitia. Token ini berfungsi mengaktifkan pilihan di bilik suara. Data di dalamnya hanya bisa sekali mengaktifkan pilihan di bilik suara, setelah itu non-aktif.

3. Memilih di Bilik Suara

Di bilik suara, akan ada monitor layar sentuh yang menjadi perangkat memilih. Ketika token dimasukkan ke mesin, layar tersebut akan menampilkan kandidat yang bisa dipilih. Untuk memilih, pemilih cukup menekan gambar calon. Nanti akan muncul halaman konfirmasi "Anda yakin memilih kandidat A?" dan pilihan Ya dan Tidak. Sistem tidak membolehkan memilih dua calon atau lebih. Jika tidak ingin memilih (alias golput), pemilih bisa memilih opsi Pilihan Kosong. Setelah itu, pilihan akan dicetak di mesin printer yang ada di sebelah bilik suara. Hasil cetakan ini kemudian harus dilipat lalu dimasukkan ke Kotak Audit. Bukti fisik di Kotak Audit ini akan berfungsi sebagai alat bukti jika terjadi perselisihan.

4. Perhitungan Suara

Ketika proses pemilihan selesai, komputer di tiap bilik suara secara otomatis bisa langsung menampilkan perhitungan suara. Dengan begitu, tidak lagi dibutuhkan proses perhitungan suara manual. Setiap pihak yang berhak mendapatkan salinan hasil perhitungan suara juga akan mendapatkan bukti cetak dari hasil perhitungan suara.

b. Aplikasi e-voting

Aplikasi e-voting dibuat menggunakan bahasa pemrograman java (berekstensi jar), dengan alasan agar aplikasi ini bisa berjalan di sistem operasi windows. Database aplikasi menggunakan java derby. Terdiri dari 3 aplikasi java :

- Aplikasi Generator (.jar)
- Aplikasi Evoting (.jar)
- Aplikasi Surat Suara (.jar)

Aplikasi e-voting dan aplikasi generator dipersiapkan dan dioperasikan oleh Tim Teknis Utama dan Tim Teknis Lapangan

c. Keamanan Sistem E-voting

1. RAHASIA → sistem merahasiakan pilihan pemilih, hasil pilihan di enkripsi dan diacak urutannya.
2. AKURAT → semua surat suara pemilih dihitung secara akurat. Tanda pemilih sudah memilih adalah tercetaknya struk audit, diambil pemilih dan diverifikasi, lalu dimasukkan ke kotak audit.
3. DAPAT DIVERIFIKASI → pemilih secara personal dapat memastikan bahwa surat suara benar direkam sesuai pilihan, dihitung sesuai yang direkam dan pemilih dapat memverifikasi pilihannya

4. TIDAK TERLACAK → surat suara tidak dapat dilacak, Siapa memilih apa dalam rangka untuk pengamanan proses pemilihan, perangkat e-voting tidak terhubung ke jaringan internet apapun selama proses pemungutan suara berlangsung.

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan yang penulis telah lakukan di Kabupaten Sleman dalam hal pemilihan kepala desa dengan menggunakan E-Voting, maka diperoleh kesimpulan bahwa penerapan e- voting dalam pemilihan kepala desa di Kabupaten Sleman di ukur dengan menggunakan indikator pengukuran efektivitas yaitu Efisiensi, Kepuasan, dan Adaptasi telah cukup efektif penerapannya. Dikatakan efisien terbukti bahwa dengan menggunakan electronic voting proses pemilihan akan lebih menghemat waktu dan biaya jika dibandingkan dengan menggunakan manual. Jika menggunakan manual proses penghitungan suara membutuhkan waktu yang cukup lama, sedangkan menggunakan electronic voting dalam hal pemilihan sampai proses penghitungan suara akan langsung terinput secara otomatis di komputer milik panitia. Biaya yang dikeluarkan pemerintah pun dengan menggunakan manual juga terbilang cukup besar karena pemerintah harus mengeluarkan biaya lebih dalam penyediaan logistik berupa surat suara.

Daftar Pustaka

- [1] Tini A, Moh. Ilham A. H, Saidi F, Anung S.H, “ E-Voting in The Village Head Election in Batanghari and Kabupaten Boogor Regencies”, Jurnal Bina Praja vol. 10, no. 2, pp. 317–326, 2018.
- [2] Noor M, Ali A. S, “Election System Based on Blockchain Technology”, International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol 11, no 5, pp.13-31, 2019.

- [3] V. Arun, Aditya D, Sourav R, Rohan V. M, "E-Voting using a Decentralized Ethereum Application", *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)* Volume-8 Issue-4, pp *30-833, 2019.
- [4] Ari G. H, "Political Participation Convergence in Indonesia: A Study of Partisan Volunteers in the 2019 Election", *Jurnal Politik* Vol 4 no 2, pp. 264-295, 2019.
- [5] Tomy M, "General Election and the Study of The Future", *Jurnal Notariil*, Vol 3 no 2, pp 130-136, 2018.
- [6] Fitriyah, Supratiwi, "The Electability of Women Candidates in The Election of
- [7] Central Java DPRD in 2014", *Jurnal Komunitas*, vol 7 no 1, pp. 158-165, 2015.
- [8] Agus M. F, Moh M, Mohamed O. A, "Social Conflict In Contestation Of Indonesia Election", *The Journal of Society and Media*, Vol. 3 no 2, pp. 159-177, 2019.
- [9] Mike O, " An Assesment of Political Parties and Democratic Consolidation in Nigeria's Fourth Republic" *European Journal of Research in Social Sciences* Vol 4 No 1, pp. 34-50, 2016.
- [10] Akubo, A. Aduku, Yakubu, Adejo U, "Political Parties and Democratic Consolidation in Nigeria's Fourth Republic", *Global Journal of Political Science and Administration*, Vol 2 No 3, pp. 79-108, 2014.



©2020

Diterbitkan Oleh:

Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Siliwangi, Jombor, Sleman, Yogyakarta

email : publikasi@uty.ac.id

website : www.uty.ac.id



9 786237 746102