

Jurnal Ilmiah

Informatika Komputer

- INTERPRETASI SEISMIK DAN PEMODELAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE KONVERGENSI MULTIGRID: STUDI KASUS LAPANGAN X 187
Erviana Nisfiani, Wirya Sumantri, Lussiana ETP
- DEVELOPING THE INTERACTIVE MAGIC AR BOOKS WITH GAMIFICATION FOR PROMOTE STORY BOOK 196
Yulyani Arifin, Dionisius Andrian Wangsadani, Bagaskara Akbar Fadhillah, Mattheus Andrew Setiawan
- DETEKSTI TULANG BELAKANG PADA CITRA CT-SCAN MENGGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI SOBEL 207
Yuti Dewita Arimbi, Nelly Sofi
- DISTRIBUSI JARINGAN PUBLIK MENGGUNAKAN ROUTING OSPF DENGAN METODE REDISTRIBUSI INFRASTRUKTUR TERPUSAT 217
Alfa Farhan Syarief, Dwi Anindyani Rochmah
- IMPLEMENTASI ALGORITMA C4.5 UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT INFEKSI SALURAN KEMIH BERBASIS WEB 233
Muhammad Fikri Hasani, Sutikno
- IMPLEMENTASI METODE LEXICON BASE UNTUK ANALISIS SENTIMEN KEBIJAKAN PEMERINTAH DALAM PENCEGAHAN PENYEBAB VIRUS CORONA COVID-19 PADA TWITTER 247
Abdus Syakur
- PREDIKSI HARGA SAHAM INDEX IDX30 DI INDONESIA SAAT PANDEMI COVID-19 DENGAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) 261
Bayu Diharjo, Rifiana Arief

DEWAN REDAKSI JURNAL ILMIAH INFORMATIKA KOMPUTER

Penanggung Jawab

Prof. Dr. E.S. Margianti, S.E., M.M.
Prof. Suryadi Harmanto, SSI., M.M.S.I.
Drs. Agus Sumin, M.M.S.I.

Dewan Editor

Dr. Fitriarningsih, Universitas Gunadarma
Dr. Rodiah, Universitas Gunadarma
Dr. Ias Sri Wahyuni, S.Si, M.Si, Universitas Gunadarma

Mitra Bebestari

Prof. Dr. Rer. Nat. A. Benny Mutiara, Universitas Gunadarma
Prof. Dr. Achmad Nizar Hidayanto, Universitas Indonesia
Prof. Dr.-Ing. Adang Suhendra, S.Si, S.Kom, M.Sc, Universitas Gunadarma
Prof. Dr. Sarifuddin Madenda, Universitas Gunadarma
Surya Sumpeno, PhD, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Noor Akhmad Setiawan, Ph.D, Universitas Gadjah Mada
Dr. Paulus Insap Santosa, Universitas Gadjah Mada
Dr. Agus Harjoko, M.Sc, Ph.D, Universitas Gadjah Mada
Dr. Ernastuti, Universitas Gunadarma
Dewi Agushinta R., Universitas Gunadarma
Dr. Eri Prasetyo, Universitas Gunadarma
Dr. Sunny Arief Sudiro, STMIK Jakarta STI&K
Dr. Tubagus Maulana Kusuma, S.Kom.,Mengsc, Universitas Gunadarma
Dr. Lussiana ETP, S.si., M.T, STMIK Jakarta STI&K
Harry Budi Santoso, Ph.D, Universitas Indonesia

Sekretariat Redaksi

Universitas Gunadarma
Jalan Margonda Raya No. 100 Depok 16424
Phone : (021) 78881112 ext 516.

JURNAL ILMIAH INFORMATIKA KOMPUTER

NOMOR 3, VOLUME 26, DESEMBER 2021

DAFTAR ISI

INTERPRETASI SEISMİK DAN PEMODELAN BAWAH PERMUKAAN MENGUNAKAN METODE KONVERGENSI MULTIGRID: STUDI KASUS LAPANGAN X Ervina Nisfiani, Wiryana Sumantri, Lussiana ETP	187
DEVELOPING THE INTERACTIVE MAGIC AR BOOKS WITH GAMIFICATION FOR PROMOTE STORY BOOK Yulyani Arifin, Dionisius Andrian Wangsadani, Bagaskara Akbar Fadhillah, Mattheus Andrew Setiawan	196
DETEKSI TULANG BELAKANG PADA CITRA CT-SCAN MENGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI SOBEL Yuti Dewita Arimbi, Nelly Sofi	207
DISTRIBUSI JARINGAN PUBLIK MENGGUNAKAN ROUTING OSPF DENGAN METODE REDISTRIBUSI INFRASTRUKTUR TERPUSAT Alfa Farhan Syarief, Dwi Anindyani Rochmah	217
IMPLEMENTASI ALGORITMA C4.5 UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT INFEKSI SALURAN KEMIH BERBASIS WEB Muhammad Fikri Hasani, Sutikno	233
IMPLEMENTASI METODE LEXICON BASE UNTUK ANALISIS SENTIMEN KEBIJAKAN PEMERINTAH DALAM PENCEGAHAN PENYEBARAN VIRUS CORONA COVID-19 PADA TWITTER Abdus Syakur	247
PREDIKSI HARGA SAHAM INDEKS IDX30 DI INDONESIA SAAT PANDEMI COVID-19 DENGAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA) Bayu Diharjo, Rifiana Arief	261

INTERPRETASI SEISMIK DAN PEMODELAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE KONVERGENSI MULTIGRID: STUDI KASUS LAPANGAN X

¹Ervina Nisfiani, ²Wirya Sumantri, ³Lussiana ETP

^{1,3}Pascasarjana Magister Teknologi Informasi STMIK Jakarta STI&K

²Pacific Well Services, Jakarta

¹ervinanispiani@gmail.com, ²wirya.sumantri@gmail.com, ³lussiana.etp@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan berjalannya waktu, untuk meningkatkan efisiensi dalam pengerjaan permodelan bawah permukaan (sub surface model) banyak dikembangkan perangkat lunak untuk memudahkan pengerjaannya. Semua media kertas, analog, tape dikonversi menjadi media digital sehingga semua pengerjaan dilakukan menggunakan komputer atau workstation. Interpretasi seismik merupakan salah satu tahapan penting dalam eksplorasi hidrokarbon dimana dilakukan penafsiran atau interpretasi, evaluasi, pembahasan terhadap data seismik hasil akuisisi lapangan dan pemrosesan, diinterpretasikan ke dalam kondisi geologi yang diharapkan bisa mendekati kondisi geologi bawah permukaan sebenarnya. Penelitian ini bertujuan melakukan interpretasi seismik dengan mengimplementasikan metode konvergensi multigrid untuk membangun model bawah permukaan di lapangan X. Pengujian dilakukan dengan menggunakan data seismic tiga dimensi (3D). Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode konvergensi multigrid berhasil memberikan model bawah permukaan (sub surface model) dengan jelas, selain itu juga bisa menampilkan model bawah permukaan dalam bentuk tiga dimensi (3D)

Kata kunci: Metode Konvergensi Multigrid, Pemodelan Bawah Permukaan, Interpretasi Seismik.

Abstract

Over time, to increase efficiency in sub-surface modeling, a lot of software has been developed to make it easier to work with. All paper, analog, tape media are converted into digital media so that all work is done using a computer or workstation. Seismic interpretation is one of the important stages in hydrocarbon exploration where interpretation, evaluation, discussion of seismic data from field acquisition and processing is carried out, interpreted into geological conditions that are expected to be close to the actual subsurface geological conditions. This study aims to perform seismic interpretation by implementing the multigrid convergence method to build a subsurface model in field X. The test is carried out using three-dimensional (3D) seismic data. The test results show that the multigrid convergence method is successful in providing a clear sub-surface model, besides that it can also display sub-surface models in three-dimensional (3D) form.

Keywords: Multigrid Convergence Method, Subsurface Modeling, Seismic Interpretation.

PENDAHULUAN

Interpretasi seismik merupakan salah satu tahapan penting dalam eksplorasi hidrokarbon dimana dilakukan penafsiran atau interpretasi, evaluasi, pembahasan terhadap data seismik hasil akuisisi lapangan dan pemrosesan, diinterpretasikan ke dalam kondisi geologi yang diharapkan bisa mendekati kondisi geologi bawah permukaan sebenarnya [1]. Pada awal perkembangannya, kegiatan interpretasi seismik dilakukan dengan cara konvensional, yaitu dengan menggunakan banyak media kertas yang sebelumnya telah tercetak amplitudo atau reflektor seismik dari tahapan *processing*, semakin banyak dan panjang lintasan seismic, maka semakin banyak pula kertas yang diperlukan untuk interpretasi seismik. Dengan demikian mengakibatkan tidak efisiennya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Seiring dengan berjalannya waktu, untuk meningkatkan efisiensi dalam pengerjaannya, banyak dikembangkan perangkat lunak atau *software* untuk memudahkan pengerjaannya. Semua media kertas, media analog, media *tape* dikonversi menjadi media digital sehingga semua pengerjaan dilakukan menggunakan komputer atau *workstation* [2]–[6]. Tahapan pemodelan bidang bawah permukaan dilakukan setelah tahapan interpretasi seismik. Tahapan ini pada prinsipnya menghubungkan titik-titik dari interpretasi horizon menjadi bidang 2 dimensi atau 3 dimensi. Peran perangkat lunak yang

semakin maju sangat membantu tahapan ini karena sudah diterapkannya perintah-perintah algoritma untuk membentuk bidang permukaan [7]. Metode konvergensi multigrid digunakan *software Z* dalam membangun bidang bawah permukaan.

David Coeurjolly, et al. 2003, melakukan estimasi luas permukaan dengan menggunakan konvergensi multigrid, hasilnya menunjukkan tingkat efisiensi yang baik, namun demikian membutuhkan waktu yang lama jika digunakan untuk mengevaluasi banyak titik [8]. *Sri Wahyuningsih, et al, 2006* menentukan kecepatan dan kedalaman masing-masing lapisan dan membuat model geologi bawah permukaan serta menginterpretasikan hasil yang didapatkan dari hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *Reciprocal Hawkins* dan *software SRIM (Seismic Refraction Inverse Modelling)*[9]. *Ariel Henrique do Prado, et al, 2019* mengembangkan perangkat lunak untuk menganalisis data seismik dan melakukan interpretasi standar dengan menghubungkan setiap jejak seismik untuk menghasilkan garis reflektor yang ditafsirkan. Kelemahan dari pengembangan ini adalah alur kerja pemrosesan data khusus untuk menekankan struktur sedimen belum diuji coba, sehingga interpretasi saat ini bergantung pada pendapat subjektif dari masing-masing penafsir, yang mungkin mengarah pada kesimpulan yang bias [10].

Ayesha Abbas, et al, 2019 mengembangkan model 2D dengan menggabungkan *log*

sumur untuk menggambarkan potensi batuan *reservoir* di daerah yang menjadi perhatian [11]. Penelitian terkait pendekatan berbasis data, menggunakan neural network dengan arsitektur mendalam untuk mengungkap struktur kompleks pada visual citra [12]–[18], diterapkan pada data bawah serta permukaan, pembelajaran mendalam memungkinkan *geoscientist* untuk memahami kumpulan data besar dengan banyak variabel sambil menghindari human error [19]–[21]. Penelitian ini bertujuan melakukan interpretasi seismik dan mengimplementasikan metode konvergensi multigrad untuk membangun model bawah permukaan di lapangan X.

METODE PENELITIAN

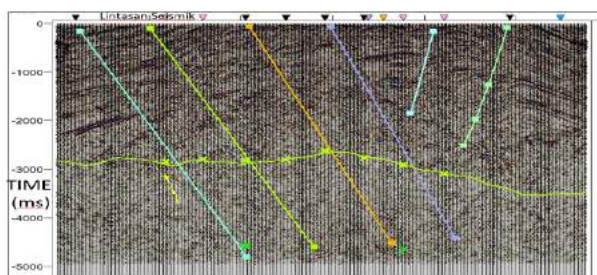
Interpretasi Data Seismik

Dari pengolahan data seismik, hasilnya yang berupa penampang seismik atau data SEG-Y, kemudian diinterpretasikan atau ditafsirkan. Tujuan interpretasi seismik adalah menggali dan mengolah berbagai informasi-informasi geologi bawah permukaan dari penampang seismik [22]. Pada eksplorasi minyak dan gas bumi, interpretasi ditujukan untuk mengetahui lokasi *reservoir hidrokarbon* di bawah permukaan [23]. Pada umumnya, penampang seismik ditampilkan

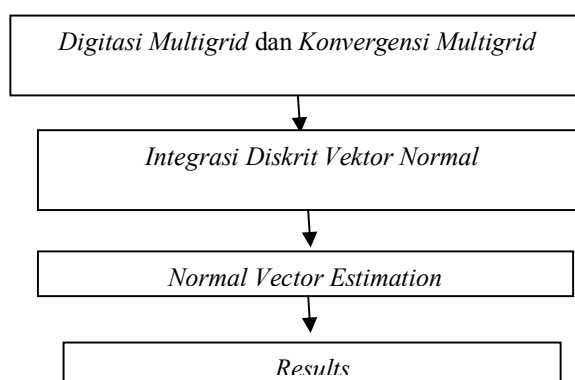
sebagai penampang waktu (*time section*), namun dapat juga ditampilkan sebagai penampang kedalaman (*depth section*) setelah melalui beberapa tahapan perhitungan tertentu [24]. Gambar 1 merupakan contoh dari hasil interpretasi penampang *seismic* dalam domain waktu (sejajar sumbu Y), sedangkan yang sejajar dengan sumbu X menunjukkan lintasan *seismic* [25]. Berdasarkan pada Gambar 1 hasil interpretasi berupa interpretasi sesar-sesar atau patahan yang berarah vertikal yang dibedakan dengan warna-warna, kemudian interpretasi horizon-horizon yang dicirikan dengan konsistensi batuan dengan arah horizontal atau lateral (berada di 2800-2900 ms). Metode yang digunakan untuk mempercepat proses interpretasi dalam banyak lintasan seismik, digunakan *autotracking*.

Pemodelan Bawah Permukaan

Setelah interpretasi data seismic selesai, kemudian dilakukan pemodelan bawah permukaan (sub surface model) [26]. Tujuan untuk mengetahui bentuk dan dimensi dari geometri bawah permukaan. Salah satu cara untuk menentukan bentuk dan dimensi geometri tersebut dilakukan dengan menggunakan dengan metode Konvergensi Multigrad [8]. Tahapan Konvergensi Multigrad Area Permukaan seperti pada Gambar 2



Gambar 1. Interpretasi Horizon dan Sesar di Satu Lintasan Seismik



Gambar 2. Tahapan Metode *Konvergen Multigrid*

Konvergensi Pemodelan atau pembuatan bidang bawah permukaan dilakukan dengan menggunakan metode konvergensi multigrid, yang diperkenalkan oleh David Coeurjally tahun 2002 [8]. Persamaan metode konvergensi multigrid adalah sebagai berikut :

1. Digitasi Multigrid dan Konvergensi Multigrid bertujuan mengestimasi luas permukaan, dengan menggunakan persamaan 1.

$$|E_A(dig_r(S)) - A(S)| \leq v(r) \text{ dan } \lim_{r \rightarrow \infty} v(r) = 0 \quad (1)$$

Dimana S adalah permukaan Jordan, dig_r adalah proses digitasi, E_A adalah estimator luas area berdasar $dig_r(S)$ dan $A(S)$ adalah luas area

dari permukaan S. Konvergen *multigrid* dengan kecepatan konvergen $v(r)$ jika dan hanya jika ada variabel r_0 dan $r \geq r_0$.

2. Integrasi Diskrit Vektor Normal

Luas permukaan $A(S)$ merupakan integrasi dari medan vector normal, seperti persamaan 2.

$$A(S) = \int_S \vec{n}(s) ds \quad (2)$$

Dimana n adalah vektor normal yang terkait dengan permukaan Euclidean S. Identy adalah integrasi vektor normal untuk data diskrit menghitung penjumlahan *dot product* yang terbatas antara estimasi normal pada setiap titik dari permukaan diskrit dan elemen permukaan dasar sebagai estimasi ds. Persamaan 3 diperhitungkan permukaan diskrit berbasis seluler yang rumit. Vektor

normal $\vec{n}^*(s)$ yang terkait dengan elemen permukaan s (atau surfel) sebagai estimasi vektor normal dan juga didefinisikan vektor normal dasar \vec{n}_{el} pada surfel sebagai vektor satuan ortogonal ke sel yang mengarah ke luar.

$$E_A(D_r(S)) = \sum_{s \in S} \vec{n}^*(s) \cdot \vec{n}_{el}(s) \quad (3)$$

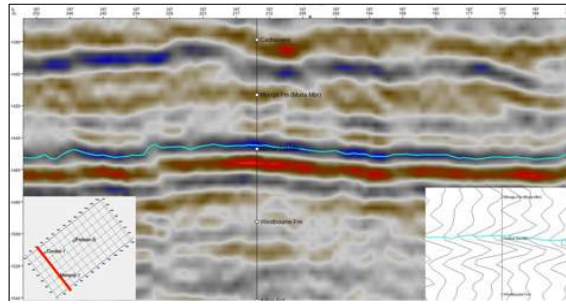
3. Perkiraan Vektor Normal

Karena vektor normal adalah konvergensi multigrid dan dihitung dalam waktu linier dalam jumlah elemen permukaan, estimasi luas permukaan adalah juga konvergensi multigrid [27]. Selanjutnya, karena integrasi proses diskrit vektor normal dilakukan dalam waktu linier dalam jumlah surfels (elemen permukaan s), algoritma global juga optimal untuk masalah tersebut.

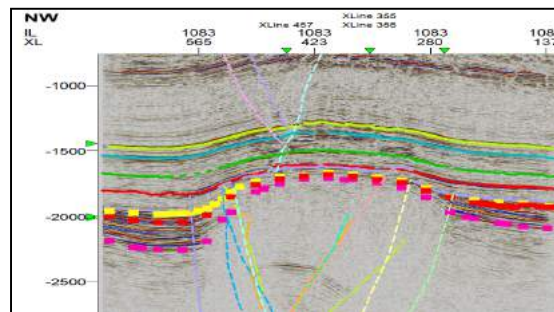
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data seismik 3D dalam domain waktu, terdiri dari 1327 lintasan *seismic* yang searah dengan *source (inline)* dan 708 lintasan *seismic* yang berpotongan dengan *inline (xline)*. Data sumur yang dipakai sebanyak tiga sumur, pada masing-masing sumur terdapat data *log-log*. Interpretasi seismik dilakukan dalam *window* interpretasi dan dalam *window* tiga dimensi (3D). Dari

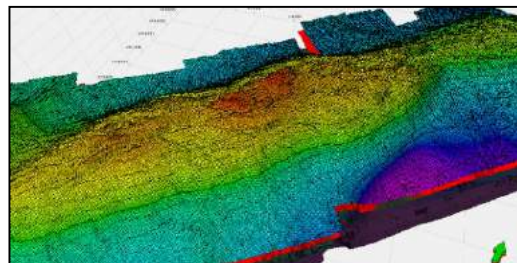
informasi geologi, log sumur dan laporan pemboran sumur-sumur, diketahui bahwa reservoir potensial di lapangan X adalah batupasir (*sandstone*) berselingan dengan tanah lempung (*shale*). Gambar 3 menunjukkan proses interpretasi untuk lapisan top formasi, atau bagian teratas dari reservoir *sandstone*. Amplitudo-amplitudo lembah (*trough*) bernilai negatif berwarna biru adalah horizon yang akan menjadi target interpretasi yang dianggap sebagai top formasi. Berdasarkan parameter pada Gambar 3, dilakukan pengolahan untuk mendapatkan interpretasi horizon di lintasan *seismic* yang lain. Hasil interpretasi horizon secara keseluruhan seperti pada Gambar 4. Selanjutnya adalah membangun model *reservoir* dengan mengimplementasikan metode konvergensi multigrid dari horizon-horizon hasil interpretasi sebelumnya (Gambar 4), metode ini melakukan interpolasi baik di lintasan seismik yang memiliki horizon, dan interpolasi pada lintasan seismik yang tidak memiliki horizon. Untuk lintasan-lintasan seismik yang tidak atau belum terinterpretasi (belum ada horizon), metode konvergensi multigrid melakukan interpolasi-interpolasi dari titik-titik atau horizon-horizon terdekat, atau dari horizon di lintasan-lintasan terdekat. Hasil model reservoir berdasarkan Gambar 4 didapatkan model seperti pada Gambar 5.



Gambar 3. Window Interpretasi Seismik



Gambar 4. Hasil Interpretasi Horizon Secara Keseluruhan



Gambar 5. Model Reservoir Hasil Konvergensi Multigrad

Gambar 5 menunjukkan hasil pemodelan bawah permukaan dalam *window* tiga dimensi (3D) dengan metode *konvergensi multigrad*. Warna-warna pada Gambar 5 menunjukkan ketinggian bidang permukaan yakni warna merah menunjukkan bidang permukaan paling tinggi dan seterusnya sampai dengan yang terendah terlihat pada warna ungu. Pembuktian keberadaan *hydrocarbon* di lapangan X diperlukan penelitian lanjutan

untuk memprediksi jenis *fluida hydrocarbon* dan diperlukan analisa log sumur (studi petrofisika), *inversi seismic* dan *seismic* atribut.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengujian dapat dinyatakan:

1. Hasil interpretasi seismik memperlihatkan bahwa model bawah permukaan berupa bidang antiklin dengan arah barat daya-timur laut.
2. Metode Konvergensi Multigrid berhasil memberikan model bawah permukaan (sub surface model) dengan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Sihombing and S. R. Zulivandama, "Interpretasi Data Seismik 2d Dan Data Sumur Untuk Identifikasi Morfologi Jebakan Gas Biogenik Di Barat Daya Perairan Kangean," vol. 7, no. 1, pp. 37–46, 2021.
- [2] L. Lamba, I. Haryanto, D. S. Herutomo, N. Ilmi, and E. Sunardi, "Geologi bawah permukaan dan perhitungan cadangan hidrokarbon dengan metode volumetrik berdasarkan interpretasi data seismik 2d daerah cekungan tanimbar," vol. 5, no. 4, pp. 394–404, 2021.
- [3] S. Kingdom and M. Hasib, "Interpretasi Data Seismik Dengan Menggunakan Software Kingdom 6.7.1," vol. IX, no. 4, pp. 159–164, 2020.
- [4] V. No *et al.*, "Mengidentifikasi Geometri Mud Volcano Di Daerah Berambai , Samarinda , Kalimantan Timur," vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [5] I. Ai and P. Neural, "Karakterisasi reservoir menggunakan metode Seismik Inversi Acoustic," vol. 5, no. June 2020, pp. 274–284, 2021.
- [6] R. Hidayat, E. L. Namigo, and M. Marwan, "Penentuan Sebaran Reservoir Belumai Sand Menggunakan Integrasi Inversi Model Based dan Atribut RMS Pada Lapangan 'TERATAI' Cekungan Sumatera Bagian Utara," *J. Ilmu Fis. | Univ. Andalas*, vol. 12, no. 1, pp. 26–34, 2020.
- [7] W. Hastomo, "Gesture Recognition For Pencak Silat Tapak Suci Real-Time Animation," *J. Comput. Sci. Inf.*, vol. 2, no. 13, pp. 91–102, 2020.
- [8] D. Coeurjolly, F. Flin, O. Teytaud, and L. Tougne, "Multigrid convergence and surface area estimation," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 2616, pp. 101–119, 2003.
- [9] S. Park, R. City, S. Dakota, S. Wahyuningsih, G. Yuliyanto, and M. I. Nurwidyanto, "Interpretasi Data Seismik Refraksi Menggunakan Metode Reciprocal Hawkins Dan Software Srim (Studi Kasus Daerah Sioux Park, Rapid City, South Dakota, Usa)," *Berk. Fis.*, vol. 9, no. 4, pp. 177–184, 2006.
- [10] A. H. Do Prado, R. P. De Almeida, L. N. Tamura, C. P. Galeazzi, and M. Ianniruberto, "Interpretation software applied to the evaluation of shallow seismic data processing routines in fluvial deposits," *Brazilian J. Geol.*, vol. 49, no. 2, pp. 1–11, 2019.
- [11] A. Abbas, H. Zhu, A. Anees, U. Ashraf,

- and N. Akhtar, “Integrated Seismic Interpretation, 2D Modeling along with Petrophysical and Seismic Attribute Analysis to Decipher the Hydrocarbon Potential of Missakeswal Area, Pakistan,” *J. Geol. Geophys.*, vol. 08, no. 01, pp. 1–12, 2019.
- [12] W. Hastomo, “Klasifikasi Covid-19 Chest X-Ray Dengan Tiga Arsitektur Cnn (Resnet-152, Inceptionresnet-V2, Mobilenet-V2),” vol. 5, no. D1, 2021.
- [13] W. Hastomo, “Convolution Neural Network Arsitektur Mobilenet-V2 Untuk Mendeteksi Tumor Otak,” vol. 5, no. Gambar 1, 2021.
- [14] W. Hastomo and S. Bayangkari, “Diagnosa Covid-19 Chest X-Ray Dengan Convolution Neural Network Arsitektur Resnet-152,” vol. 2, no. 1, pp. 26–33, 2021.
- [15] L. M. R. Rere, M. I. Fanany, and A. M. Arymurthy, “Simulated Annealing Algorithm for Deep Learning,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 72, pp. 137–144, 2015.
- [16] A. M. Ayumi, V., Rere, L. R., Fanany, M. I., & Arymurthy, “Random Adjustmen-Based Chaotic Metaheuristic Algorithms For Image Contrast Enhancement,” *J. Ilmu Komput. dan Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [17] L. M. Rasdi Rere, M. I. Fanany, and A. M. Arymurthy, “Metaheuristic Algorithms for Convolution Neural Network,” *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2016, 2016.
- [18] V. Ayumi, L. M. R. Rere, M. I. Fanany, and A. M. Arymurthy, “Optimization of convolutional neural network using microcanonical annealing algorithm,” *2016 Int. Conf. Adv. Comput. Sci. Inf. Syst. ICACSIS 2016*, pp. 506–511, 2017.
- [19] S. Lacaze, B. Durot, A. Devilliers, and F. Pauget, “Comprehensive Seismic Interpretation to Enhance Stratigraphy and Faults,” pp. 1429–1432, 2017.
- [20] Y. Guo, S. Peng, W. Du, and D. Li, “Fault and horizon automatic interpretation by CNN: A case study of coalfield,” *J. Geophys. Eng.*, vol. 17, no. 6, pp. 1016–1025, 2020.
- [21] G. Alregib *et al.*, “Subsurface Structure Analysis Using Computational Interpretation and Learning: A Visual Signal Processing Perspective,” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 35, no. 2, pp. 82–98, 2018.
- [22] F. Leo, H., Khakim, M., & Virgo, “Aplikasi Inversi Seismik Untuk Pemetaan Zona Reservoar Pada Lapangan Al-Basari Sub Cekungan Jambi Cekungan Sumatera Selatan,” Sriwijaya University, 2021.
- [23] W. Hastomo, A. S. Bayangkari Karno, N. Kalbuana, A. Meiriki, and Sutarno, “Characteristic Parameters of Epoch Deep Learning to Predict Covid-19 Data in Indonesia,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1933, no. 1, p. 012050, 2021.

- [24] W. Hastomo, A. S. B. Karno, N. Kalbuana, E. Nisfiani, and L. ETP, “Optimasi Deep Learning untuk Prediksi Saham di Masa Pandemi Covid-19,” *JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 133–140, 2021.
- [25] M. Dentith *et al.*, “Improved Interpretation of Deep Seismic Reflection Data in Areas of Complex Geology Through Integration With Passive Seismic Data Sets,” *J. Geophys. Res. Solid Earth*, vol. 123, no. 12, pp. 10,810–10,830, 2018.
- [26] D. Siska *et al.*, “Seismic Vulnerability Mapping of the Lhokseumawe Region to Support the Spatial Plan of Lhokseumawe City,” *J. Comput. Theor. Nanosci.*, vol. 17, no. 7, pp. 3153–3159, 2020.
- [27] E. Nisfiani, M. Radja, and W. Hastomo, “Designing an Information System Integration Enterprise Architecture with The TOGAF Framework in The Oil and Gas Business Unit Case Study : PT PWS,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 4, no. September, 2020.

DEVELOPING THE INTERACTIVE MAGIC AR BOOKS WITH GAMIFICATION FOR PROMOTE STORY BOOK

¹Yulyani Arifin,²Dionisius Andrian Wangsadani, ³Bagaskara Akbar Fadhillah,

⁴Matheus Andrew Setiawan

^{1,2,3,4}Computer Science Departement, School of Computer Science

Bina Nusantara University

Jakarta, Indonesia

¹yulyaniarifin@binus.ac.id, ²dionisius.wangsadani@binus.ac.id,

³bagaskhara.fadhillah@binus.ac.id · ⁴matheus.setiawan@binus.ac.id

Abstract

Children today tend to be more interested in playing with mobile phones than reading storybooks. The Interesting fairy tales from legends and traditional children's stories tend to be in the form of storybooks. And parents in the past often read fairy tales to their children. However, in modern times, each of them is busy with their mobile phone. Therefore, there is a need for a solution so children can be interested in reading fairy tale books without reducing the pleasure of playing games. The purpose of this research is to develop more interactive storybooks with Augmented Reality technology. The research method used is experimental research which starts from collecting data on needs through questionnaires and interviews with related parties, then analyzes and designs and manufactures prototypes which will be evaluated by usability testing and heuristic evaluation. From previous research, Augmented Reality technology has been widely applied in learning material. in schools and universities and also applied to the introduction of museums. From the storybooks themselves, there are already some who have implemented Augmented Reality or Gamification in applications. However, there is still no interaction between the user and the storybook. Therefore, this study develops an AR BOOK application where users can read storybooks while playing with Augmented Reality technology. The evaluation results show that the AR Book application can attract users to read stories from the application and users are entertained by this AR Book application. So it can be concluded that the addition of Augmented Reality and Gamification technology can attract the attention of users to read storybooks in a different way. For further development, traditional stories can be developed so that they can be better known by the younger generation.

Keywords: Augmented Reality, Gamification, Heuristic Usability Evaluation, Magic AR Book,

INTRODUCTION

Today's children prefer to use smartphones or tablets to view videos or play games. Children prefer to play games on smartphones than read story books. In ancient times, parents often read fairy tales from story books to their children before going to bed. However, nowadays it is rarely found due to the busyness of parents, as well as children's

preferences for playing gadgets. Many fairy tales are rarely interested in children. Children prefer cartoons or videos from existing channels. To attract children's attention to reading story books and educational books is not easy. Many studies have been conducted to find alternative methods to increase children's interest and increase children's understanding of learning material. One of them is the use of Augmented Reality technology which is

currently being developed. According to Elmqaddem The learning method for students in the 21st century is to apply Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) technology in education [1]. Study Literature conducted by Chen et al who conducted a survey on papers from 2011-2016 showed that many studies used the Augmented Reality method in learning both in the field of science and social science [2]. Augmented Reality technology has been widely accepted in the world of education as a means of learning [3]. Research related to Augmented Reality in Education is mostly carried out on children at the elementary school level [4]. Altinpulluk stated positive effects such as increased learning motivation from the application of Augmented Reality technology in education such as Human-Computer Interaction, Robotics and Remote Laboratory Systems[5]. Research related to the combination of Augmented Reality technology with Mobile technology will be increasingly in the coming year [6], [7]. Apart from education, AR technology can also be used for tourist purposes in museums. Rodrigues et al implementing AR technology in museums using the Adaptive Card UI. This helps visitors to explore the museum in an interesting way[8].

The application of Augmented Reality in picture books such as textbooks on bacteria was carried out by Hung et al which offers a different and fun learning experience for 5th graders of elementary school [9]. Picture

books that apply AR technology enhance learning experiences and understanding for children aged 5-6 years [10], [11]. Danaei et al compared the level of understanding of children who read printed story books and story books using AR technology and the results showed that the children's level of understanding of stories in AR story books was higher than children who read ordinary story books[12].

The relationship between parents and children can also be improved through story books that use AR. Cheng et al conducted a study which showed that the interaction between parents and children increased through the use of share story books using AR [13][14][15]. Through the use of AR technology, it can help the publishing industry in producing interactive story books using AR technology. Children are interested in using interactive story books that use a combination of audio, video and 3D objects [16]. To fulfill children's interest in playing games, the researchers suggest that apart from using AR technology in interactive story books, they also apply gamification in the story books. As we know, the world of education has also implemented gamification in learning and the results show children's interest in learning [17]. An example of gamification in learning that has been carried out by researchers is edutronics, which introduces electronic products through games [18]. While the example of gamification in history lessons about ancient kingdoms in the archipelago

[19]. Or BallonShooter which is a gaming application that teaches children how to count and recognize colors [20]. There are also researchers who combine chatbot with gamification to teach children how to live healthy [21]. Rodriquez et al have conducted an evaluation regarding the effect of gamification on the level of understanding of children related to culture [22]. Through the Dzongka application, children are taught to learn about English through the Bhutanese language [23]. This shows that gamification has a positive influence on children in understanding a certain material or topic. Hammady et al combined augmented reality with games to attract visitors to the museum [24]. In addition, Mesároš et al used a combination of Augmented Reality technology and games to become a virtual tour to introduce tourism objects in Slovakia [25].

The state of the art related to research related to digital storytelling books can be seen in the following explanation. Gironacci et al developed collaborative storytelling with a combination of Augmented Reality and Gamification [26]. The technique developed does not apply interaction with users. Meanwhile, researchers from the Philippines developed GoonAR, which is a children's story book in two languages, namely English and Filipino [27]. However, this application only applies AR technology without using gamification. Alhumaidan et al developed a collaborative augmented reality book based on the primary school textbook [28]. Nazaruddin

and Efendi (2018) developed a book using Pop- Up AR to increase focus and object recognition for children suffering from autism [29]. From the results of the existing state of the art, there are still advantages and disadvantages. Therefore, the authors propose a method that combines AR technology that has interactive design with users who are generally children and adds a mini-game in the digital storybook in order to increase interaction with children. The story developed is a children's story that contains moral that children can apply in their daily lives.

METHODS

The research methodology to be used is experimental research. Each stage will be explained as follow:

a. Discovering user needs

The author conducted a literature study related to similar research. Then make comparisons with existing similar applications. Next, conduct a survey questionnaire on children's parents and elementary school teachers to find out the needs of their children and the obstacles faced by parents and teachers. The survey data collected from random elementary school in Jakarta. The result of the survey mostly are quantitative data like the frequency of reading storytelling to children, which category story that mostly like by children, etc.

- b. Perform analysis on the data collected.
Due to quantitative data, so we are using the mean, the median also the average value from the survey result. From the survey results, a needs analysis was carried out related to the features that will be developed on the prototype.
- c. Doing interaction design and game play at this design stage, the main characters are designed to be displayed in the story. Then the mini game design will be used in this digital storybook.
- d. Prototype Development
The prototype is developed according to the features required by the user.
- e. Evaluation with potential users

To determine the suitability of applications made with user needs, a usability evaluation and a usability heuristic were carried out [30].

The usability testing will test with four tasks:

1. Scan the QR Code in the Story
2. Play the Drag and Drop minigame
3. Play the coloring minigame
4. Change the setting in application

The experiment scenario will follow these steps:

1. Each respondent will get a Story Book combined with QR Code.
2. Then, they try the prototype using the given task.
3. After that, they fill the questionnaire about how the satisfy or ease to use the prototype.

RESULT AND DISCUSSION

We are discovering the user requirement with 120 respondents with category as parent or kindergarten teacher. From the survey we have found that more than 60% very rare telling the story with their kids due too their parents are busy and their children not interest reading the storybook.

For the story that will be used on the Magic AR Book, more than 80% respondent like The Hare and The Tortoise story. About the AR Technology only 32% respondent has experience using this kind technology and more than 78% have heard about this AR. For the mini game implemented in the Apps, more than 75% like the coloring game and 49% like to drag and drop. So, the mini game implemented on the apps using the game play based on survey.

From the results of literature studies, user needs analysis, and comparative analysis of similar applications, an application with the following features is designed (Fig 1). This main feature based on Fig. 1 is playing. In feature playing, the user can see animation, also the gamification using AR Technology. The user can interaction with the Magic Book (Fig 2). The player can scan each page to follow the story. There are two mini games such as Drag and Drop (Fig 3), this kind of game will play interact the apps with the magic book. And the last mini games are coloring cakes (Fig 4). The story in the Magic Book is related with competition between the Hare and

The Tortoise. The Hare is confident can win the competition with the Tortoise but at the end the winner is not the Hare. This story has the

moral meaning that you cannot wait to do something, just focus what you want to do, do not interrupt with other thing.

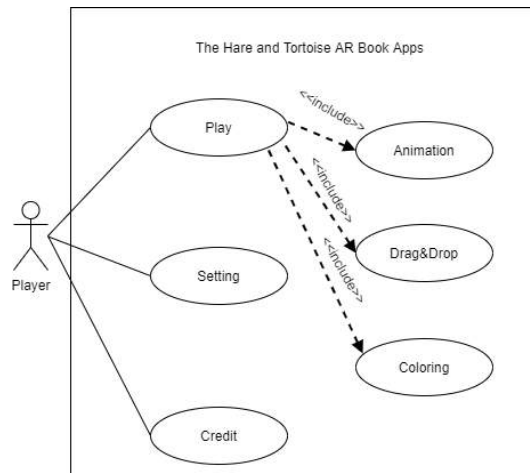


Figure 1. Use case of Hare and Tortoise AR Book



Figure 2. The Magic AR Book



Figure 3. The Drag and Drop Minigame



Figure 4. The Cake Coloring Mini Game

Based on the figure 5 this AR Book has two main characters: The Hare and The Tortoise. The Hare is a rabbit, he can run faster but he easily attracts to playing. The Tortoise is a turtle that very slowly when walking, but he still focusses on what to achieve and still walking, ignore any interesting activity like playing or buying snack, and finally he can win the competition with the Hare. The user journey from AR Book can be seen in Figure 6. It starts from pressing the Playing (Main) button then the

application will scan the marker on the Magic Book. The user can have three choices, they can directly play or do some configuration on Setting Button (Pengaturan).

At the last button display the credits information. If the user choose the Playing Button then open the Magic Book, , and scan the marker on the Magic Book page by page. This kind Magic Book can be played by the children with their parents. But also played by anyone that interested using this Magic Book.

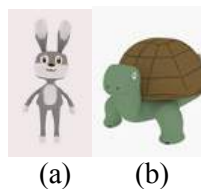


Figure 5. (a) The Hare (b) The Tortoise

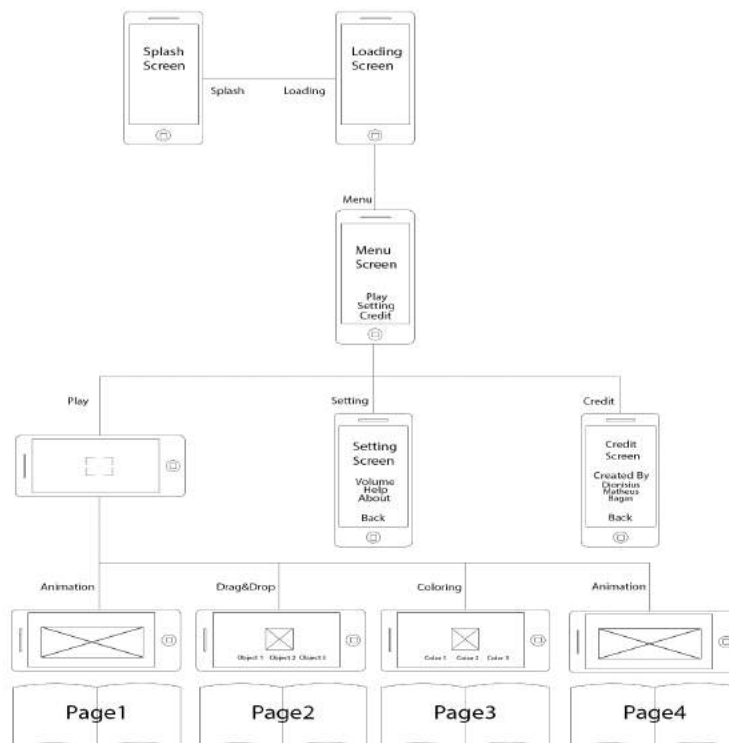


Figure 6. The User Journey of AR Book

Table 1. List of Usability Question

No	Question
Q1	Was the application in overall easy enough to understand?
Q2	Do you have problem when navigating the Magic AR Book?
Q3	Do you enjoy playing the mini game inside the application?
Q4	How easy to understand how to play the mini game?
Q5	Do you remember how to use the AR feature?
Q6	Do you find any error when using this application?
Q7	Do you satisfy this apps?

The question has been asked on usability evaluation such as (Table 1). The purpose of the question Q1, Q4, and Q5 to measure the ease of use and learning, the purpose of the question Q2, and Q6 to evaluate the rate of error and user interface problem, and the question Q3 and Q7 to measure the satisfaction aspect of usability. Based on usability evaluation, we have shared this application and tested by 31 respondents. The evaluation result that mentions there are more than 85% can understand how to use this apps and the magic books. There are more than 85% can easily navigate the magic book page by page. Also, more than 86% can still remember how to use the apps after demo application. It is around more than 86% satisfied with the application. They like the implementation Augmented Reality on the application. So, we can conclude that the Magic AR book and The Hare and The Tortoise AR Application can satisfy the user also they are enjoying with new experience reading interactive storybook with

Augmented Reality and gamification.

Based on Heuristic Usability Evaluation [30], we can conclude that:

- a. Visibility of the UI in the application and the Magic Book is very simple cause the general icon or interaction been used in the application.
- b. Match between the real world with system: the story is related with our daily life also the activity is same with our daily life
- c. User Control and Freedom: user can started scan with random page, and the user has given choices to choose the feature on the application
- d. Consistency and Standard: the color, the icon also the button has consistency in each feature and each page
- e. Error Prevention: There are message error if the user clicks the button wrongly
- f. Recognition than recall: the interaction or menu on the application is similar with common application so the user can

easily recognize again when reading the Magic AR Book.

- g. Flexibility and efficient to use: To starting using the marker, user only click one button (Playing Button) and the AR will started.
- h. Aesthetic and Minimalist Design : The design on the Magic AR book is simple and using the colorful design that can attract children or anyone to read the Magic AR Book.
- i. Help user to recognize : The user can easily play the minigame also using the AR with the icon that easy to recognize.
- j. Skills : There is no need to expert to play this application . Anyone can easily use this Magic AR Book and the Apps.
- k. Pleasurable and respectful interaction : Based on the evaluation with user, they were enjoy and have fun with this new experience reading the storybook.

We can conclude that this Magic AR Book and its AR Application has good usability. The user can efficiently and effectively use the feature on the apps. Also, the user satisfies with the new experience reading story book with playing mini games and interact with Augmented Reality Technology.

CONCLUSION AND FUTURE WORK

The implementation Augmented Reality technology and mini games on this application also the interactive interaction in the Magic ARBook can attract children to read the storybook. Also with combination animation, image, text also the audio in the Magic AR book and the ARapps can help user understand the story and easily to play the minigame inside the Magic AR Book. The user is not only for children but also for public whose interest with the story. The user is satisfied with the interface in The Magic AR Book also enjoyable playing the minigame inside the apps. Through this apps, they enjoy reading the AR Magic Story Book. For the future research, it can be implemented for a story also can add some new interface like natural user interface or gesture user interface.

REFERENCES

- [1] N. Elmqaddem, "Augmented Reality and Virtual Reality in education. Myth or reality?," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 14, no. 3, pp. 234–242, 2019.
- [2] P. Chen, X. Liu, W. Cheng, and R. Huang, "42. Βιβλιογραφική Για Ar," pp. 13 2017.

- [3] C. S. C. Dalim, H. Kolivand, H. Kadhim, M. S. Sunar, and M. Billinghamurst, "Factors influencing the acceptance of augmented reality in education: A review of the literature," *J. Comput. Sci.*, vol. 13, no. 11, pp. 581–589, 2017.
- [4] M. Akçayır and G. Akçayır, "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature," *Educ. Res. Rev.*, vol. 20, pp. 1–11, 2017.
- [5] H. Altinpulluk, "Determining the trends of using augment reality," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 24, no. 2, pp. 1089–1114, 2018.
- [6] Y. Chen, Q. Wang, H. Chen, X. Song, H. Tang, and M. Tian, "An overview of augmented reality technology," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1237, no. 2, 2019.
- [7] K. T. Huang, C. Ball, J. Francis, R. Ratan, J. Boumis, and J. Fordham, "Augmented versus virtual reality in education: An exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications," *Cyberpsychology, Behav. Soc. Netw.*, vol. 22, no. 2, pp. 105–110, 2019.
- [8] J. M. F. Rodrigues et al., "Adaptive card design UI implementation for an augmented reality museum application," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10277 LNCS, pp. 433–443, 2017.
- [9] Y. Hung, C. Chen, and S. Huang, "Applying augmented reality to enhance learning: a study of different teaching materials," pp. 1–15, 2016.
- [10] R. M. Yilmaz, S. Kucuk, and Y. Goktas, "Are augmented reality picture books magic or real for preschool children aged five to six?," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 48, no. 3, pp. 824–841, 2017.
- [11] R. M. Yilmaz, "Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education," *Comput. Human Behav.*, vol. 54, pp. 240–248, 2016.
- [12] D. Danaei, H. R. Jamali, Y. Mansourian, and H. Rastegarpour, "Comparing reading comprehension between children reading augmented reality and print storybooks," *Comput. Educ.*, vol. 153, no. March, p. 103900, 2020.
- [13] K. H. Cheng and C. C. Tsai, "The interaction of child-parent shared reading with an augmented reality (AR) picture book and parents' conceptions of AR learning," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 47, no. 1, pp. 203–222, 2016.
- [14] K. H. Cheng, "Exploring Parents' Conceptions of Augmented Reality Learning and Approaches to Learning by Augmented Reality with Their Children," *J. Educ. Comput. Res.*, vol. 55, no. 6, pp. 820–843, 2017.

- [15] K. H. Cheng, "Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes," *Australas. J. Educ. Technol.*, vol. 33, no. 4, pp. 53–69, 2017.
- [16] C. Dong and Z. Si, "The research and application of augmented reality in 3D interactive books for children," *Lect. Notes Electr. Eng.*, vol. 477, pp. 293–299, 2018.
- [17] A. May, "OpenRiver Gamification, Game-Based Learning, and Student Engagement in Education," 2021.
- [18] D. Assante, C. Fornario, A. El Sayed, and S. A. Salem, "Edutronics: Gamification for introducing kids to electronics," *IEEE Glob. Eng. Educ. Conf. EDUCON*, vol. 10-13-April, no. April, pp. 905–908, 2016.
- [19] M. Martin, R. Ryan, R. Dratama, and Y. Arifin, "Gamification for The Ancient Kingdom of Nusantara with User-Centered Design Approach," *COMTECH Comput. Math. Eng. Appl.*, vol. 09, no. 01, pp. 4–7, 2018.
- [20] M. T. Oyshi, M. Saifuzzaman, and Z. N. Tumpa, "Gamification in children education: Balloon shooter," 2018 4th Int. Conf. Comput. Commun. Autom. ICCCA 2018, pp. 1–5, 2018.
- [21] A. Fadhil and A. Villafiorita, "An Adaptive Learning with Gamification & Conversational UIs," *Adjun. Publ. 25th Conf. User Model. Adapt. Pers. - UMAP '17*, pp. 408–412, 2017.
- [22] I. Rodríguez, A. Puig, D. Tellols, and K. Samsó, "Evaluating the effect of gamification on the deployment of digital cultural probes for children," *Int. J. Hum. Comput. Stud.*, vol. 137, no. November 2018, p. 102395, 2020.
- [23] P. Tshering, D. Norbu, S. Dorji, N. Dema, and P. R. Dhungyel, "Experience of a Gamified Spelling Solving by Students for Learning Spelling: Development of Kids Spell Dzongkha App.," *Proc. 2018 Int. Conf. Curr. Trends Towar. Converging Technol. ICCTCT 2018*, pp. 1–5, 2018.
- [24] R. Hammady, M. Ma, and N. Temple, "Hammady2016.Pdf," pp. 181–187, 2016.
- [25] P. Mesároš et al., "Use of Augmented Reality and Gamification techniques in tourism," *e-Review Tour. Res.*, vol. 13, no. 1–2, pp. 366–381, 2016.
- [26] I. M. Gironacci, R. Mc-Call, and T. Tamisier, "Collaborative Storytelling Using Gamification and Augmented Reality," *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 10451 LNCS, pp. 90–93, 2017.
- [27] A. J. R. Desierto, A. S. A. Recaña, J. C. T. Arroyo, and A. J. P. Delima, "GoonAR: A bilingual children storybook through augmented reality technology using unity with vuforia framework," *Int. J. Adv. Trends*

- Comput. Sci. Eng., vol. 9, no. 3, pp. 3681–3686, 2020.
- [28] H. Alhumaidan, K. P. Y. Lo, and A. Selby, “Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook,” *Int. J. Child-Computer Interact.*, vol. 15, pp. 24–36, 2018.
- [29] M. A. Nazaruddin and M. Efendi, “The Book of Pop Up Augmented Reality to Increase Focus and Object Recognition Capabilities for Children with Autism,” *J. ICSAR*, vol. 2, no. 1, pp. 9–14, 2018.
- [30] T. H. Tsai, H. T. Chang, M. C. Yu, H. T. Chen, C. Y. Kuo, and W. H. Wu, “Design of a mobile augmented reality application: An example of demonstrated usability,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 9738, pp. 198–205, 2016.

DETEKSI TULANG BELAKANG PADA CITRA CT-SCAN MENGUNAKAN METODE DETEKSI TEPI SOBEL

¹Yuti Dewita Arimbi, ²Nelly Sofi

^{1,2}Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Informatika, Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya No. 100, Pondok Cina-Depok, 16424

¹yuti_dewita@staff.gunadarma.ac.id, ²nelly_sofi@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Metode deteksi tepi adalah salah satu operasi dalam pengolahan citra yang berguna untuk menetapkan batas atau tepi pada objek. Penelitian ini menggunakan metode Sobel untuk mendeteksi tepi tulang belakang. Deteksi tulang belakang bertujuan untuk mensegmentasi ginjal pada penelitian lanjutan. Posisi ginjal terletak di kanan dan kiri tulang belakang, hal ini akan memudahkan program melakukan segmentasi ginjal. Langkah awal dalam penelitian ini adalah konversi citra DICOM menjadi citra skala abu-abu, diikuti dengan langkah selanjutnya yaitu peningkatan citra menggunakan teknik filter median untuk mengurangi noise pada gambar. Hasil uji coba menunjukkan hasil deteksi tepi menggunakan Sobel berhasil mendeteksi tulang belakang. Namun, untuk menghasilkan deteksi tepi secara maksimal, citra input tetap perlu dilakukan proses perbaikan terlebih dahulu sebelum proses deteksi tepi dilakukan, meskipun metode Sobel mempunyai kelebihan untuk mengurangi noise dari metode deteksi tepi lainnya.

Kata Kunci: CT scan, deteksi tepi, filter, noise, Sobel, tulang belakang

Abstract

Edge detection method is one of the operations in image processing that is useful for setting boundaries or edges on an object. This study uses the Sobel method to detect the edges of the spine. Spinal detection aims to segment the kidneys in further research. Kidney position is located on the right and left of the spine, so this will facilitate the program to do kidney segmentation. The initial step in this research is the conversion of DICOM images into gray scale images, followed by the next step which is image enhancement using a median filter technique to reduce noise in the image. The trial results showed the results of edge detection using Sobel successfully detected the spine. However, to produce maximum edge detection, the input image still needs to be improved before the edge detection process is carried out, although the Sobel method has the advantage of reducing noise from other edge detection methods.

Keywords: CT scan, edge detection, filter, kidney, noise, Sobel, spine.

PENDAHULUAN

Penelitian Riset Kesehatan Dasar dari Badan penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2018 menyatakan bahwa prevalensi penderita penyakit gagal ginjal

kronik di Indonesia mengalami kenaikan sebesar 2% dari tahun 2013 menjadi 3,8% pada tahun 2018. Hal ini menunjukkan bahwa gagal ginjal kronik memerlukan perhatian khusus [1].

Deteksi batu ginjal pada tahap awal sangat penting untuk memfasilitasi intervensi

atau untuk menerima perawatan medis yang tepat [2]. Penyakit batu ginjal yang berulang maupun yang tidak terdeteksi pada tahap awal beresiko mengurangi fungsi ginjal dan mengakibatkan pelebaran ginjal. Hal ini memiliki implikasi pada derajat penyakit ginjal kronis bagi yang belum pernah didiagnosis sebelumnya. Saat ini, alat diagnosis dengan bantuan komputer seperti pencitraan ultrasound, CT scan (*Computed Tomography Scan*), dan sinar-X. CT scan banyak digunakan dalam teknik diagnostik non-invasif. Namun, kompleksitas struktur anatomi, pengacakan jaringan dan organ, dan kualitas gambar, adalah faktor yang membuat segmentasi citra CT scan menjadi hal yang tidak mudah [3].

Pemeriksaan dengan CT scan merupakan modalitas yang memiliki sensitifitas dan spesifisitas yang tinggi. Pemeriksaan ini mampu menunjukkan posisi batu, mengukur besar batu secara manual, dan menyingkirkan diagnosis banding seperti *appendicitis* atau pankreatitis [4]. Selain itu, teknologi CT scan mampu merekam informasi dalam organ tubuh, dan hasil akuisisi CT scan dapat memberikan gambaran objek-objek yang muncul pada ginjal. Teknologi ini dikembangkan berdasarkan prinsip akuisisi pada setiap irisan/potongan (*slice*) organ tubuh dari berbagai arah dengan menggunakan radiasi sinar-X. CT scan menghasilkan citra digital beresolusi tinggi dan lebih cepat dalam memperoleh informasi [5].

Peneliti Linguraru [6] mengusulkan metode semi-otomatis untuk kuantifikasi dan pemantauan tumor ginjal dari gambar CT scan. Penelitian [7] telah mengembangkan sistem otomatis untuk segmentasi ginjal dari gambar CT scan abdomen menggunakan citra yang berderau (*noise*). Peneliti [8] mengusulkan metode segmentasi citra dan deteksi tepi menggunakan operasi Canny dengan metode *threshold* untuk mendeteksi jaringan yang rusak dan menggunakan filter untuk memperbaiki citra yang berderau. Penelitian ini menggunakan citra MRI atau CT scan yang kemudian dikonversi menjadi citra keabuan untuk pengolahan selanjutnya. Peneliti Mariam [9] mengusulkan sistem berbantuan komputer untuk mengklasifikasikan penyakit ginjal USG secara otomatis menggunakan PCA dan *Neural Networks*. Penelitian ini mengklasifikasi penyakit ginjal ke dalam lima kelas: Normal, kista, batu, tumor dan gagal ginjal. Hasil klasifikasi mencapai 97 persen.

Segmentasi *watershed* adalah proses segmentasi yang baik untuk memisahkan kanker dari ginjal, dengan membandingkan bagian kanan dan kiri ginjal dan untuk menghitung sifat tekstur statistik yang berasal dari nilai rata-rata standar deviasi dan rata-rata *co-occurrence matrix* yang dapat membantu mendiagnosis jenis tumor. Pendekatan ini digunakan untuk mendiagnosis dan mendeteksi bagian yang tidak sehat dari bagian yang sehat dan tahap awal pembentukan dengan segmentasi dan klasifikasi gambar yang terintegrasi [10].

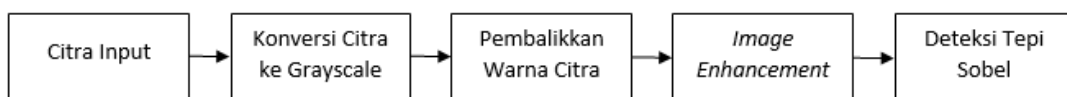
Pengembangan algoritma segmentasi ginjal semi-otomatis dalam gambar CT scan menggunakan morfologi matematika dengan pendekatan *watershed* yang dilakukan peneliti [11]. Sebagian besar algoritma segmentasi gambar CT scan menggunakan teknik *watershed* untuk mendapatkan kontur tertutup dan kontinu dengan akurasi tinggi. Beberapa penelitian umumnya menggunakan lokasi tulang belakang sebagai acuan seperti yang dilakukan peneliti Naegel [12]. Untuk membatasi wilayah ginjal, Benoit Naegel mengandalkan kolom tulang belakang untuk menemukan letak ginjal. Dalam pengembangan sistem deteksi wajah menggunakan metode Sobel menghasilkan deteksi tepi yang lebih baik dan jumlah piksel warna putih yang diperoleh lebih banyak dibandingkan dengan metode Laplacian [13]. Metode Sobel juga dapat digunakan untuk deteksi tepi untuk melihat indikasi tumor otak pada citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Hasil pengujian citra MRI tumor otak dari 30 gambar pengujian mempunyai persentase 60% menggunakan *morphological operations*, sedangkan untuk penggunaan

deteksi tepi Sobel menghasilkan persentase sekitar 62,11 % [14].

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi tepi tulang belakang menggunakan metode deteksi tepi Sobel untuk mengenali tulang belakang pada citra CT scan. Hasil deteksi tepi tulang belakang dapat digunakan untuk mengenali posisi ginjal yang berada di kanan dan kiri tulang belakang, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan implementasi deteksi tepi citra ginjal menggunakan operator Sobel dengan perbaikan citra menggunakan filter median, dan menggunakan perangkat lunak Matlab 2018a. Data yang digunakan dalam penelitian adalah citra medis dengan format DICOM dengan ukuran 512 x 512 pixel. Untuk melakukan pengujian dari metode tersebut maka akan dirancang sebuah aplikasi yang dapat mereduksi *noise* dengan uraian langkah kerja penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian pada Gambar 1, dimulai dengan citra *input* berupa citra medis dengan format DICOM, setelah program membaca citra *input*, kemudian citra medis dikonversi ke dalam bentuk *grayscale* atau citra keabuan. Langkah selanjutnya adalah mengubah citra *grayscale* menjadi citra negatif dengan membalikkan nilai citranya. Kemudian tahap berikutnya adalah perbaikan citra atau *image enhancement* yang menggunakan filter median, tujuannya untuk mengurangi *noise* berupa titik-titik pada citra. Hasil citra yang sudah diperbaiki dengan *enhancement* dapat dilakukan tahap deteksi tepi yang menggunakan operator Sobel untuk mengenali tulang belakang.

Citra input merupakan citra CT scan dengan posisi pengambilan citra secara axial yang disimpan dalam format DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) yang menghasilkan ekstensi *.dcm. Citra input merupakan citra dari pasien yang didiagnosis batu ginjal yang mengandung kalsium oksalat ataupun kalsium fosfat. Jenis batu ini bersifat radioopak. Batu dengan jenis radioopak menghasilkan warna putih saat pengambilan citra polos abdomen non kontras. Agar citra input dapat dikenali oleh program dan dilakukan proses pengolahan citra, maka diperlukan langkah untuk mengkonversi citra DICOM ke matriks citra keabuan (*grayscale*). Tahap konversi citra DICOM menjadi citra keabuan dapat dilihat pada persamaan (1) berikut:

$$grayscale = 0.299 * R + 0.5876 * G + 0.114 * B \quad (1)$$

Instruksi yang digunakan untuk mengonversi citra pada program Matlab, yaitu:

```
originalImage = mat2gray(dicomread_image);
imshow(originalImage);
```

Fungsi *mat2gray* mengubah variabel *dicomread_image* menjadi citra *grayscale*. Perintah *imshow* menampilkan hasil perubahan konversi citra. Tujuan konversi citra *input* menjadi citra *grayscale* dilakukan untuk menghapus tulisan atau simbol yang tidak diperlukan sehingga mempermudah citra CT scan dapat diolah pada pengolahan citra selanjutnya dan menghasilkan informasi pada properti DICOM yang dapat digunakan pada tahap penelitian selanjutnya.

Pembalikkan warna citra negatif di dapat dengan membalikkan nilai setiap pixel atau sering disebut dengan operasi negasi. Operasi membalikkan citra *grayscale* bertujuan untuk menghasilkan citra negatif sehingga diharapkan menguatkan intensitas objek yang diperlukan dan memudahkan pengolahan. Proses ini biasanya dilakukan pada citra medis seperti USG, dan foto sinar-X.

Proses pembalikan citra *grayscale* dilakukan dengan menggunakan persamaan (2).

$$f(x, y)' = 256 - f(x, y) \quad (2)$$

dengan $f(x, y)'$: citra negatif

$f(x, y)$: nilai keabuan dari citra *input*

Penelitian ini mencoba menggunakan metode median filter untuk menghilangkan citra yang berbintik-bintik. Metode *median filter* merupakan *filter non-linear*.

Dikatakan *non-linear* karena cara bekerja metode ini tidak termasuk dalam kategori operasi konvolusi. Untuk perhitungan operasi *non-linear* ini dengan cara mengurutkan nilai *pixel*, kemudian mengganti nilai *pixel* yang telah diproses dengan nilai tertentu. Nilai *pixel* yang memuat sejumlah nilai ganjil digeser dari nilai terkecil ke terbesar (*ascending*). Kemudian dihitung nilai median yang telah diurutkan sebelumnya, dan hasil dari nilai median tersebut menggantikan nilai yang terletak berada di pusat citra. *Filter* ini dapat dipakai untuk menghilangkan bintik-bintik atau derau. Nilai yang lebih baik digunakan untuk suatu pixel ditentukan oleh nilai median dari setiap pixel dan kedelapan pixel tetangga pada 8-ketetanggaan. Secara matematis filter median dapat dilihat pada persamaan (3) sebagai berikut:

$$\hat{f}(x, y) = \text{median}_{(p,q) \in S_{yx}}(g(p, q)) \quad (3)$$

Nilai dari citra yang direstorasi $\hat{f}(x, y)$ dari sebuah *pixel* yang dimasukkan ke dalam

perhitungan median. Median filter menggantikan nilai sebuah *pixel* dengan nilai median dari level *grayscale* pada *pixel-pixel* yang berdekatan. Hasil dari *filter median* terlihat bahwa *noise* dapat dihilangkan, tetapi detail pada citra tetap dipertahankan. Penelitian ini menggunakan metode deteksi tepi Sobel karena mampu mengurangi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi, dengan menghindari perhitungan gradient di titik interpolasi. Operasi Sobel menggunakan matriks tetangga yang berukuran 3x3 pixel untuk perhitungan gradientnya, dengan menitik beratkan pada pixel-pixel yang mendekati titik tengah matriks. Operasi Sobel melakukan deteksi tepi dengan memperhatikan tepi vertical dan horizontal, sehingga diterapkan dalam dua buah matriks *mask*. Matriks *mask* adalah matrik yang berukuran n x n yang sama dengan matriks tetangga. *Mask* yang pertama (*mask* horisontal) digunakan untuk menghitung selisih antara titik pada sisi horizontal dan *mask* yang kedua (*mask* vertikal) digunakan untuk menghitung selisih antara titik pada sisi vertikal.

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(a) mask horisontal

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

(b) mask vertikal

Gambar 2. Matriks *Mask* Operator Sobel (a) Mask Horizontal, (b) Mask Vertikal

Pada Gambar 2 terdapat dua *mask* untuk operator Sobel yaitu (a) *mask* horisontal dan (b) *mask* vertikal. Adapun perhitungan yang akan dilakukan adalah mengalikan matriks tetangga dengan matriks *mask* horisontal yang hasilnya berupa penelusuran secara horisontal (G_x). Selanjutnya dilakukan perkalian antara matriks tetangga dengan matriks *mask* vertikal yang hasilnya berupa penelusuran secara vertikal (G_y).

Hasil dari perkalian ini kemudian dijumlahkan sehingga menghasilkan penelusuran secara horisontal dan vertikal seperti pada persamaan 4.

$$G(x,y) = (G [f(x, y)]) \quad (4)$$

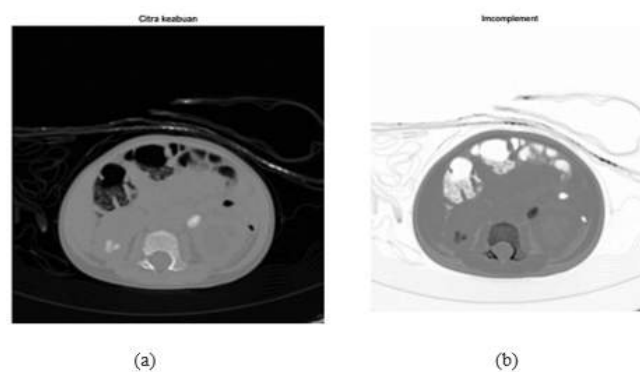
Untuk memutuskan apakah suatu pixel merupakan tepi atau bukan tepi dinyatakan dengan operasi pengambangan seperti pada persamaan 5.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{jika } G [f(x, y)] \geq T \\ 0, & \end{cases} \quad (5)$$

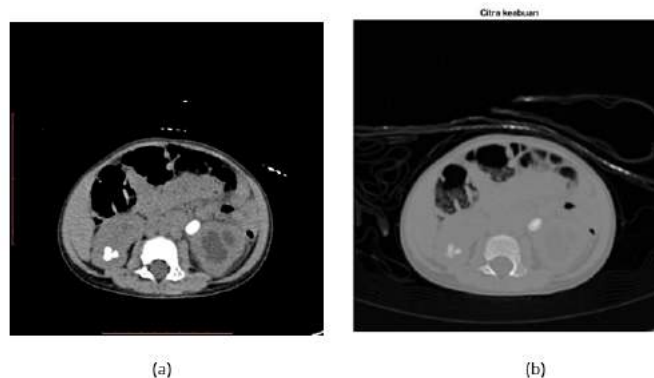
Persamaan 5 menyatakan bahwa T adalah nilai *threshold*, dan ambang batas nilai tepi pixel dinyatakan putih jika nilai = 1, dan pixel bukan tepi jika nilai = 0 yaitu hitam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal dari penelitian yang dilakukan adalah mengubah citra input menjadi citra *grayscale* dan terlihat bahwa citra hasil konversi memiliki *noise*, sehingga citra tidak memiliki kualitas yang cukup baik sedangkan citra *input* yang sudah mengimplementasikan *Median Filter* hasilnya menunjukkan adanya perbaikan kualitas citra, sehingga hasilnya terlihat lebih detail. Proses konversi ini juga menghilangkan huruf, dan symbol yang tidak digunakan pada proses selanjutnya. Hasil konversi citra DICOM menjadi citra *grayscale* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Citra Konversi *Grayscale* (a) Citra Input, (b) Hasil Konversi Citra

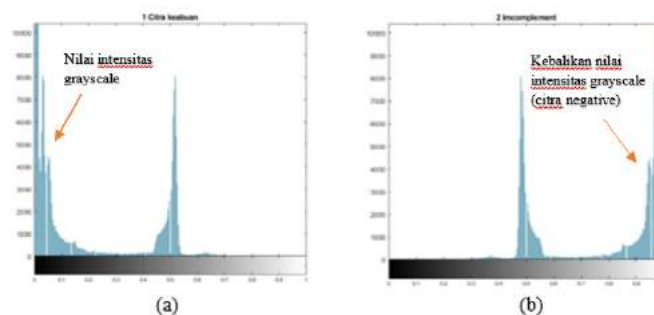


Gambar 4. (a) Citra *Grayscale*, (b) Citra Negatif Hasil Operasi Invers

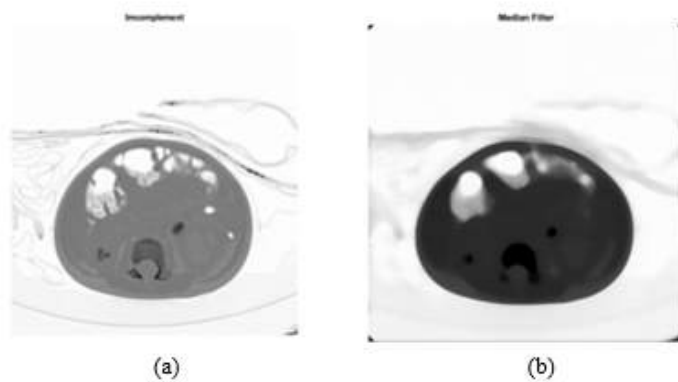
Pada Gambar 3 (a) citra input yang berformat DICOM terlihat jelas tulang belakang yang berada di tengah citra, dan beberapa batu yang mengandung kalsium oksalat terlihat berwarna putih yang menandakan intensitas warnanya tinggi (nilai intensitasnya mendekati 255 pada citra *grayscale*), (b) Hasil citra yang dikonversi ke citra *grayscale* terlihat intensitas citranya menurun sehingga terlihat kurang jelas, untuk itu diperlukan tahap membalikkan warna citra *grayscale* menjadi citra negatif menggunakan operasi invers. Tujuannya untuk memastikan apakah masih ada symbol, huruf, atau bagian citra yang tidak diperlukan di area yang akan diteliti lebih lanjut sehingga dapat dihilangkan pada proses selanjutnya. Hasil proses

pembalikan citra keabuan menjadi citra negatif dapat dilihat pada Gambar 4.

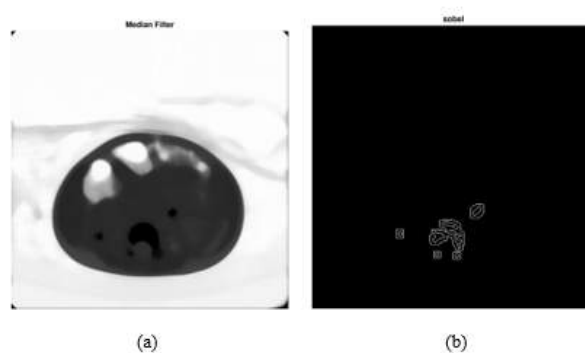
Hasil pembalikan citra keabuan yang diperlihatkan Gambar 4(a) adalah citra *grayscale* yang memiliki latar belakang yang intensitas yang rendah (mendekati nilai keabuan 0 = hitam) dan area abdomen memiliki intensitas keabuan yang tinggi (mendekati nilai keabuan 255 = putih) setelah dilakukan pembalikan citra *grayscale* menjadi citra negatif, hasilnya seperti pada Gambar 4 (b) tampak latar belakang citra memiliki intensitas keabuan yang tinggi, dan area abdomen memiliki intensitas keabuan yang rendah dibandingkan pada citra (a). Jika dilihat histogram pada Gambar 5, maka terlihat jelas bahwa nilainya juga ikut berubah dan bergeser.



Gambar 5. (a) Histogram Citra *Grayscale*, (b) Histogram Citra Negatif



Gambar 6. (a) Citra Negatif, (b) Citra Hasil Median Filter



Gambar 7. (a) Citra Hasil *Filtering*, (b) Citra Hasil Deteksi Tepi Sobel

Setelah tahap pembalikan warna citra atau yang biasa disebut citra negatif, dan memastikan bagian yang tidak diperlukan maka tahap berikutnya adalah perbaikan citra dengan metode Median Filter. Hasil operasi ini dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil dari perbaikan kualitas citra pada Gambar 6(b) terlihat intensitas keabuannya menjadi lebih rendah dibandingkan dengan Gambar 6(a). Permukaan citra 6(b) juga lebih jernih dan tidak ada lagi butir-butir seperti pasir. Intensitas warna citra pada tulang belakang terlihat lebih jelas daripada sebelumnya. Tujuan tahap ini adalah untuk memudahkan program membaca area pixel yang nilainya paling rendah. Untuk itu dapat

dilakukan tahap deteksi tepi menggunakan operator Sobel yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Tujuan deteksi tepi pada citra CT scan adalah mencari pixel yang bernilai paling rendah dan berdekatan. Jika program menemukan nilai pixel yang rendah dan saling bertetanggan maka program akan menyimpan dan menandai dengan titik. Program membaca per baris dari ujung kiri atas ke kanan sampai pixel terakhir pada citra Gambar 7(a). Jika program membaca intensitas pixel bernilai rendah dan bertetanggan maka program akan menandai, jika tidak maka tidak akan disimpan oleh program. Gambar 7(b) adalah hasil

deteksi tepi Sobel batu ginjal dan kiri serta deteksi tulang belakang.

Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa titik acuan dengan deteksi tepi telah berhasil diidentifikasi. Setelah titik acuan berhasil diperoleh maka dapat dilakukan tahap segmentasi untuk mengidentifikasi area ginjal pada penelitian selanjutnya.

KESIMPULAN

Implementasi metode deteksi tepi Sobel telah berhasil dilakukan pada citra CT scan dengan perbaikan citra terlebih dulu dengan proses *filtering* menggunakan metode *filter* median. Garis tepi tulang belakang terlihat jelas meskipun metode Sobel ini mempunyai kelebihan untuk mengurangi *noise* dari metode deteksi tepi lainnya. Untuk penelitian selanjutnya, deteksi Sobel dapat digunakan untuk mencari garis tepi ginjal yang posisinya berada di antara tulang belakang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. K. R. Indonesia, "Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas)," 2018. [Online]. Available: https://kesmas.kemkes.go.id/assets/uploads/dir_519d41d8cd98f00/files/Hasil-riskesdas-2018_1274.pdf. [Diakses 10 Desember 2021].
- [2] L. Rhodia, Karakteristik Penyakit Ginjal Anak Remaja Usia 15-18 Tahun di Indonesia Berdasarkan data Riskesdas tahun 2013, Jakarta: Thesis Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2017.
- [3] W. K. Q. Z. S. W. Hong Song, "Kidney Segmentation in CT Sequences Using SKFCM and Improved Growcut Algorithm," dalam IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM 2014), Belfast, UK, 2014.
- [4] S. S. N. Senthil Kumaran, "Segmentation of Renal Calculi from CT Abdomen Images by Incorporating FCM and Level Set Approaches," International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, ISO 3297:2007 Certified, vol. 5, no. 7, 2016.
- [5] P. Stanley H. Stern, Tabulation and Graphical Summary of 2000 Survey of Computed Tomography, Frankfort, Kentucky: Conference of Radiation Control Program Directors, Inc., 2007.
- [6] Y. J. G. R. P. J. L. W. M. S. R. M. Linguraru M. G., "Renal Tumor Quantification and Classification in Contrast-Enhanced Abdominal CT," Pattern Recognition, Elsevier, vol. 42, pp. 1149-1161, 2009.
- [7] W. B. Gao Yan, "Automatic segmentation of kidney without using contrast medium on abdominal CT images," dalam Intelligent System and Knowledge Engineering, Xiamen, 2008.
- [8] M. M. M. H. Z. Z. H. S. L. W. Ed-Edily Mohd Azhari, "Tumor detection in

- medical imaging: a Survey,” International Journal of Advanced Information Technology (IJAIT), vol. 4, no. 1, 2014.
- [9] A.-C. H. E.-D. M. N. M. Mariam Wagih Attia, “Classification of Ultrasound Kidney Images using PCA and Neural Networks,” International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA), vol. 6, no. 4, 2015.
- [10] E. H. H. A. N. Alyaa Hussein Ali, “Analysis and Classification of Kidney Images Using Watershed Segmentation and Texture Properties,” International Journal of Computer Science and Mobile Computing, vol. 5, no. 4, pp. 592-604, 2016.
- [11] I. H. A. B. Aicha Belgherbi, “Morphological Segmentation of The Kidneys From Abdominal CT Images,” Journal of Mechanics in Medicine and Biology, vol. 14, no. 5, 2014.
- [12] B. Naegel, Abdominal Organs Segmentation by A Topological and Morphological, Strasbourg: Thesis, Louis Pasteur University, 2004.
- [13] Kustanto, “Computing Grayscale of face detection menggunakan Sobel dan Laplacian of Gaussian,” Jurnal Antivirus, vol. 11, p. 1, 2017.
- [14] H. A. Oscar Adriyanto, “Deteksi Tepi untuk Indikasi Tumor Otak Menggunakan Metode Sobel dan Morphological Operations Berdasarkan Citra Magnetic Resonance Imaging,” Journal of Computer Engineering System and Science (CESS), vol. 3, p. 2, 2018.

DISTRIBUSI JARINGAN PUBLIK MENGGUNAKAN ROUTING OSPF DENGAN METODE REDISTRIBUSI INFRASTRUKTUR TERPUSAT

¹Alfa Farhan Syarief, ²Dwi Anindyani Rochmah

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana,

^{1,2}Jl. Raya Kranggan No.6, Jatiranggon, Kec. Jatisampurna, Kota Bks, Jawa Barat 17432

¹41517320004@student.mercubuana.ac.id, ²dwi.anindya@mercubuana.ac.id

Abstrak

Internet Service Provider atau yang lebih di kenal ISP adalah suatu badan usaha yang mengelola layanan jaringan internet. Dalam menyediakan layanan internet, beberapa ISP belum cukup handal dalam menyediakan infrastruktur jaringan yang baik. Hal ini dikarenakan infrastruktur masih terbatas pada area cakupan tertentu dan tidak adanya manajemen sentralisasi untuk pusat distribusi. Penelitian ini dilakukan untuk membuat perancangan infrastruktur jaringan baru untuk di implementasikan dengan menggunakan model jaringan distribusi jaringan publik secara terpusat. Penelitian ini menggunakan teknologi routing dinamik OSPF dengan metode redistribusi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan rancangan jaringan yang berdampak pada infrastruktur jaringan yang lebih luas dan fleksibel, stabil dan tidak menurunnya performa jaringan serta efisiensi biaya operasional maupun efisiensi penggunaan ip publik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa distribusi jaringan menggunakan routing OSPF dengan metode redistribusi berhasil di implementasikan sehingga membuat infrastruktur jaringan menjadi lebih handal serta menunjukkan tingkat latensi yang normal tanpa adanya pengurangan dengan rata-rata nilai latency sebesar 1ms.

Kata Kunci: Perancangan Jaringan, Redistribusi, Routing OSPF

Abstract

Internet Service Provider known as ISP is a business that provide internet access and service. In line providing internet service, some of ISP not reliable enough for providing infrastructure. This is due to network infrastructure coverage limitations and lack of centralization management for distribution access. This research is for develop network infrastructure for implementation using centralization network design for distribution public network. This research using OSPF routing technology with redistribution method. The purpose of this research is for generate network design which impact on large coverage infrastructure and flexible to deploy, stable with no performance degradation, and operation cost and public ip usage efficiency. The result of this research showing network distribution using OSPF routing with redistribution method successfully implemented and create reliable network infrastructure and showing a normal latency without any reduction which average value for latency is 1ms.

Keywords: Network Design, OSPF Routing, Redistribution

PENDAHULUAN

Perkembangan jaringan internet di era digital saat ini terus mengalami kemajuan dan menjadi kebutuhan sehari-hari. Hal ini terjadi karena informasi dan komunikasi sudah menjadi kebutuhan utama [1]. Fenomena ini menuntut perkembangan jaringan internet memiliki kecepatan yang tinggi secara performa dan kehandalan infrastruktur [2]. Performa dan infrastruktur jaringan yang bagus akan menghasilkan jaringan yang dapat dikembangkan untuk jangka panjang dan dapat meminimalisir terjadinya masalah pada jaringan.

Dalam menyediakan layanan internet, beberapa *Internet Service Provider (ISP)* atau dalam hal ini badan usaha yang menyediakan layanan jaringan internet yang salah satunya perusahaan tempat penelitian ini dilakukan, belum cukup handal dalam pengelolaan kapasitas dan infrastruktur jaringan. Sehingga pengelolaan infrastruktur terbatas secara area cakupan tertentu saja. Hal ini dikarenakan pusat distribusi layanan biasanya tidak ditempatkan secara terpusat melainkan terpisah di setiap cakupan area tertentu. Untuk menangani hal tersebut, maka perlu menggunakan model infrastruktur baru yang dapat memaksimalkan kehandalan suatu infrastruktur jaringan.

Penelitian ini menggunakan model infrastruktur dari penelitian yang serupa yaitu "Penerapan *Local Loop* Sebagai Efisiensi Biaya Antar Lintas Wilayah dengan Metode Berbagi Internet Menggunakan Mikrotik" [3].

Penelitian ini berkaitan dengan bagaimana infrastruktur yang tepat untuk pusat distribusi suatu layanan dalam hal ini koneksi internet. Perbedaan mendasar dengan penelitian terkait adalah adanya pengembangan pada penelitian terkait dengan menambahkan algoritma *routing* dinamik OSPF untuk mendistribusikan layanan ip publik yang dikelola suatu *Internet Service Provider (ISP)*.

Routing dinamik adalah suatu fungsi yang memberikan *router* kemampuan untuk dapat membuat tabel *routing* nya sendiri tanpa ada campur tangan pengelola jaringan [4]. *Routing* protokol memiliki tugas untuk mencari dan memberikan rute terbaik serta memperbarui informasi pada tabel *routing* jika ada perubahan pada jaringan [5].

Routing dinamik memiliki 2 klasifikasi protokol yang berbeda yaitu *routing* IGP dan EGP . *Routing* IGP (*Interior Gateway Protocol*), adalah *routing* dinamik yang digunakan untuk menghubungkan jaringan didalam kepemilikan *autonomous system (AS)* yang sama, seperti contohnya adalah *routing* OSPF. Sedangkan *Routing* EGP (*Exterior Gateway Protocol*), adalah *routing* dinamik yang digunakan untuk menghubungkan jaringan didalam kepemilikan *autonomous system (AS)* yang berbeda, seperti contohnya adalah *routing* BGP [6].

Autonomous System atau yang lebih dikenal AS adalah sekumpulan jaringan yang berada dalam satu kepemilikan atau administrasi [7]. Menurut Sihombing, AS terdiri dari sekumpulan *router* yang

membentuk satu pengelolaan yang menggunakan aturan *routing* (*routing policy*) yang sama. AS memiliki nomor identitas yang berbeda untuk masing-masing instansi kepemilikan administrasi yang berbeda [8]. Setiap instansi *Internet Service Provider* di Indonesia memiliki nomor *Autonomous System* nya sendiri yang terdaftar di bawah pengelolaan organisasi Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII). APJII sendiri merupakan turunan organisasi *Asia-Pacific Network Information Center* (APNIC) dan merupakan salah satu dari 5 distribusi *Regional Internet Registries* (RIR) dari organisasi *Internet Assigned Numbers Authority* (IANA) [9].

Penelitian ini akan dilakukan dengan cara simulasi perancangan jaringan menggunakan *routing* OSPF sebagai distribusi jaringan dan *routing* BGP sebagai simulasi pengujian interkoneksi jaringan publik. Perlu diketahui, *Open Shortest Path First* (OSPF) adalah salah satu jenis *routing Internal Gateway Protokol* (IGP) yang masuk kedalam klasifikasi *routing* protokol *link state* yang dibangun dalam sebuah *Autonomous System* atau kepemilikan suatu instansi [10]. OSPF membangun informasi *link state* dari *router* yang berada dalam satu domain OSPF untuk membuat grafik topologi dari jaringan.

Semua informasi rute paket, dihitung oleh OSPF untuk menghasilkan rute terdekat yang didasarkan pada algoritma *dijkstra*. Sehingga untuk menentukan jalur terpendek, dibutuhkan nilai bobot setiap link jaringan

yang berada dalam domain OSPF [11]. Sedangkan *Border Gateway Protocol* (BGP) adalah salah satu protokol *routing* dinamik yang memiliki tugas untuk memilih jalur *interdomain*.

Fungsi dari BGP adalah untuk bertukar informasi *routing* pada suatu *router* BGP dengan *router* BGP yang lain. BGP tidak dibangun untuk menghubungkan rute dalam *Autonomous System* (AS) yang sama, melainkan untuk menghubungkan antar AS. Hal ini dikarenakan *routing* protokol BGP memiliki peran atau fungsi sebagai *routing External Gateway Protocol* (EGP).

Selain memiliki fungsi sebagai penghubung antar AS atau kepemilikan administrasi yang berbeda, BGP juga digunakan sebagai *policy routing* atau pengaturan *routing* antar AS [12].

Dari keseluruhan penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode distribusi jaringan atau yang lebih di kenal dengan *Route Redistribution* (RR). RR adalah suatu metode *routing* yang digunakan untuk melakukan distribusi suatu protokol *routing* kedalam protokol *routing* yang lain.

Hal ini dilakukan karena suatu *routing* protokol tidak dapat terdistribusi ke dalam *routing* protokol lainnya [13]. *Route Redistribution* (RR) menentukan penyebaran informasi *routing* protokol apa saja yang perlu dikirimkan pada suatu *router*.

Contoh dari penerapan RR adalah pengiriman rute *routing* protokol RIP atau EIGRP kedalam domain *routing* protokol

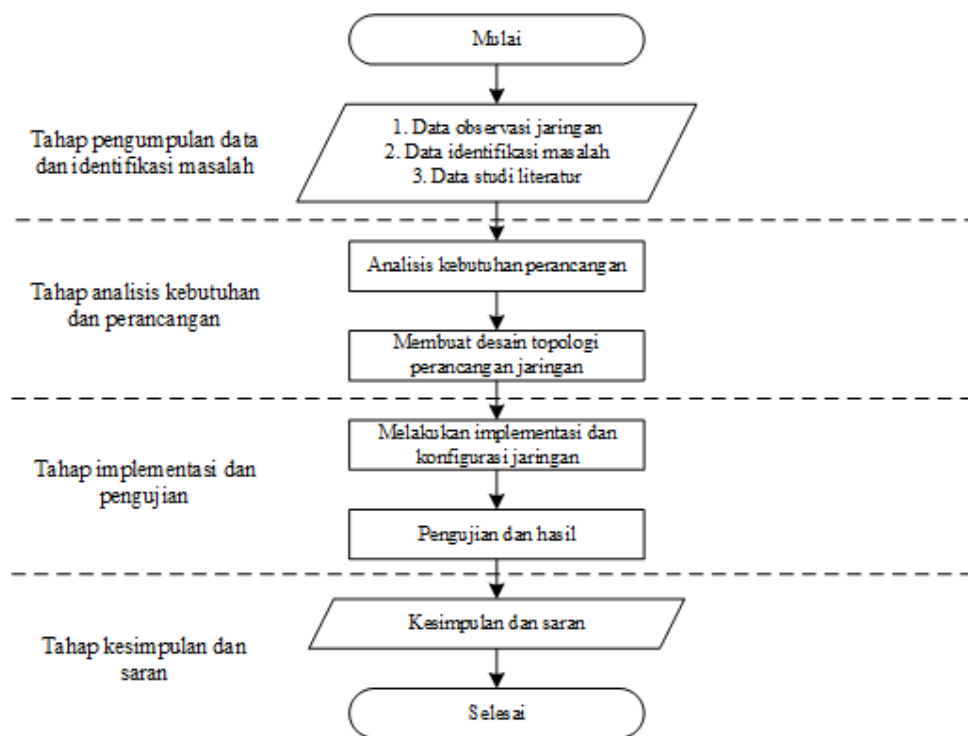
OSPF. Menurut Permana, penerapan RR adalah dengan cara menyuntikan rute suatu *routing* protokol kedalam protokol OSPF tersebut [14].

Keluaran dari penelitian ini memiliki tujuan untuk membuat dan mengimplementasikan perancangan jaringan dengan metode distribusi jaringan infrastruktur terpusat yang dapat mencakup pengelolaan area yang lebih luas, tidak ada penurunan pada performa jaringan, dapat diandalkan secara kualitas operasional baik dalam hal efisiensi operasional dan efisiensi alokasi ip publik.

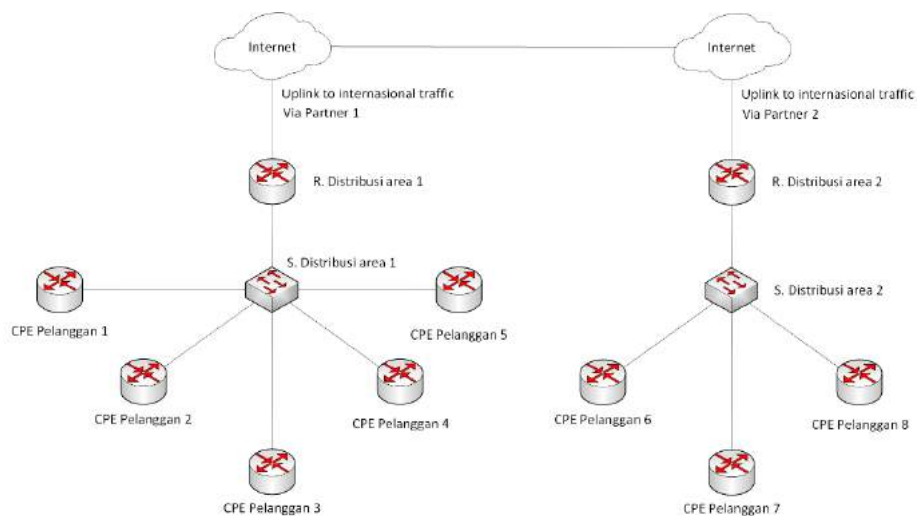
METODE PENELITIAN

Diagram Alir Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode penelitian yang terdiri dari analisis kebutuhan, perancangan, implementasi dan pengujian. Sedangkan pengumpulan data dan identifikasi masalah dilakukan dengan cara observasi, wawancara, studi literatur. Dari Gambar 1 dijelaskan pengumpulan data dan identifikasi masalah menentukan bagaimana penelitian ini dilakukan. Sehingga diperlukan tahapan penelitian yang terdiri dari analisis kebutuhan, membuat desain topologi perancangan jaringan, melakukan implementasi dan konfigurasi jaringan dan dilanjutkan dengan hasil dan pengujian.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian



Gambar 2. Topologi Jaringan Perancangan Lama

Identifikasi Masalah Perancangan Jaringan Lama

Gambar 2 menggambarkan bagaimana pusat distribusi masih di kelola oleh masing-masing area. Hal ini dikarenakan layanan *prefix* yang dimiliki oleh suatu penyedia layanan internet langsung terkoneksi dengan layanan ip transit menuju internet. Layanan ip transit adalah layanan yang membutuhkan *prefix* suatu penyedia layanan untuk di *advertising* atau diperkenalkan kedalam jaringan internet oleh pihak *partner provider*. Layanan ip transit membutuhkan *prefix /24* atau setara dengan 256 *host* untuk setiap interkoneksi.

Masalah yang ditemukan pada desain topologi perancangan lama adalah ketika terdapat kebutuhan penambahan area baru yang membutuhkan layanan jaringan ISP. Dalam hal ini perancangan jaringan lama tidak memiliki kemampuan infrastruktur jaringan

yang dapat menghubungkan antar area di dalam jaringan internal perusahaan. Hal ini dikarenakan masing-masing area langsung terhubung ke *traffic* internasional. Selain itu mahalnya biaya sewa layanan *link local loop* ke *provider* lain yang dapat menghubungkan antar area juga perlu di perhatikan.

Permasalahan lainnya muncul dari sisi teknis, dimana implementasi suatu ip publik untuk interkoneksi suatu transit *routing* BGP internasional memiliki nilai minimal yaitu 256 *host* atau setara dengan *prefix /24*. Hal ini membuat *prefix /24* yang digunakan masing-masing area tidak dapat diperkecil untuk dapat dialokasikan pada area yang lain.

Analisis Kebutuhan Perancangan Jaringan Baru

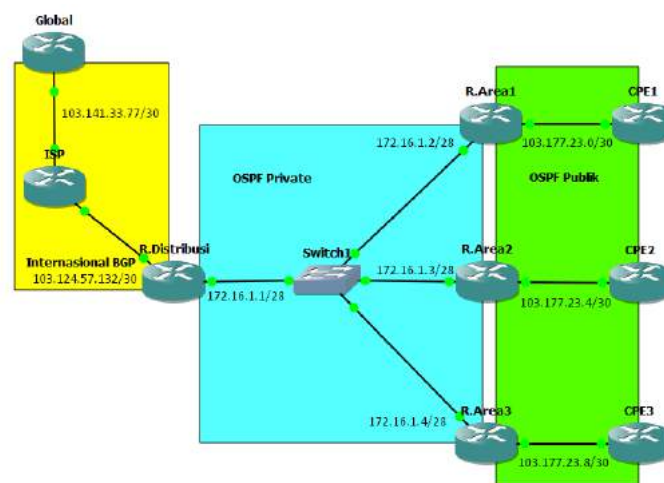
Dari beberapa permasalahan dan yang ditemukan pada perancangan jaringan lama, maka dibutuhkan perancangan jaringan baru yang dapat memenuhi kebutuhan serta dapat

meringankan biaya operasional dalam jangka panjang. Kebutuhan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut.

1. *Router* mikrotik yang digunakan sebagai pusat terhubungnya dengan interkoneksi internasional dan pusat distribusi layanan.
2. *Switch* yang digunakan sebagai pusat interkoneksi setiap *partner provider* yang terhubung secara *crossconnect* didalam data center bersama di cyber APJII.
3. Kolokasi atau penempatan perangkat didalam data center bersama.
4. *Crossconnect* dengan *provider* yang ingin terhubung. *Crossconnect* adalah interkoneksi antar perangkat jaringan yang dilakukan antar *provider* di dalam data center bersama.
5. Perubahan sewa dan jenis layanan perancangan jaringan lama untuk menyesuaikan dengan perancangan jaringan baru.

Perancangan dan Desain Jaringan Baru

Rancangan topologi jaringan yang di jelaskan pada penelitian ini merupakan rancangan topologi jaringan logika yang menggambarkan bagaimana interkoneksi dapat menghubungkan jaringan komputer melalui *network layer* (lapisan jaringan). Berbeda dari rancangan topologi jaringan fisik, rancangan topologi jaringan logika mendeskripsikan komunikasi jaringan melalui alamat ip. Gambar 3 menjelaskan *router* distribusi di setiap area terhubung ke jaringan *switch* menggunakan layanan *local loop* yang di sediakan *partner*. Semua *router* pada rancangan topologi akan menggunakan *routing dynamic* OSPF untuk saling bertukar informasi rute *routing* internal. Sedangkan interkoneksi jaringan publik yang langsung terhubung dengan pertukaran informasi *Autonomous System* pada *routing* BGP didalam jaringan internet, berada pada *router* distribusi utama yang berada di pusat cyber APJII.



Gambar 3. Topologi Jaringan Perancangan Baru

Tabel 1. Rancangan Konfigurasi IP Address

Perangkat	Port	Ip Address
Global	Eth1	103.141.33.77/30
ISP	Eth1	103.141.33.78/30
	Eth2	103.124.57.133/30
R. Distribusi	Eth1	103.124.57.134/30
	Eth2	172.16.1.1/28
R. Area1	Eth1	172.16.1.2/28
	Eth2	103.177.23.1/30
R. Area2	Eth1	172.16.1.3/28
	Eth2	103.177.23.5/30
R. Area3	Eth1	172.16.1.4/28
	Eth2	103.177.23.9/30
CPE1	Eth1	103.177.23.2/30
CPE2	Eth1	103.177.23.6/30
CPE3	Eth1	103.177.23.10/30

Perbedaan perancangan jaringan baru dengan perancangan jaringan lama terletak pada pusat layanan interkoneksi jaringan publik. Pada perancangan jaringan lama, pusat distribusi yang langsung terhubung ke jaringan internet masih di kelola oleh masing-masing area. Sementara perancangan jaringan baru pengelolaan pusat distribusi berada di pusat yaitu di data center bersama Cyber APJII. Sehingga setiap area yang terhubung ke pusat distribusi menggunakan layanan *local loop* masih berada dalam pengelolaan dan kontrol dalam satu layanan ip transit *prefix* yang sama.

Selanjutnya mengenai rancangan konfigurasi *ip address* yang dilakukan pada penelitian ini akan menggunakan simulasi *ip address dummy*. Karena pada perancangan jaringan lama penyedia layanan hanya memiliki 2-unit *ip address* publik dengan *prefix /24*, maka *ip address* pada simulasi perancangan ini akan menggunakan 2 unit ip *prefix dummy /24* yaitu 103.177.23.0/24 dan

103.144.73.0/24. Rancangan konfigurasi *ip address* akan menyesuaikan Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan penelitian implementasi secara simulasi dan konfigurasi setiap perangkat jaringan dibagi menjadi 4 tahapan dan dilanjutkan dengan tahapan pengujian hasil penelitian. Tahapan konfigurasi dan pengujian diantaranya adalah sebagai berikut :

Konfigurasi Interkoneksi Backbone

Untuk tahap pertama konfigurasi akan di lakukan pada area yang menjadi penghubung jaringan atau *backbone* antara pusat distribusi dengan setiap area. Jika *ip address* sudah di konfigurasi sesuai rancangan konfigurasi *ip address*, langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi *routing ospf* yang terdiri dari konfigurasi *OSPF interface*, *OSPF instance* dan *OSPF network*. Konfigurasi OSPF di lakukan pada

masing-masing *router* yang berada dalam area OSPF *private*. Konfigurasi *routing* OSPF pada setiap *router* adalah sebagai berikut.

1. Konfigurasi *routing* OSPF pada *router* distribusi :

```
[admin@R. Distribusi] > routing ospf
interface add interface=ether2
[admin@R. Distribusi] > routing ospf
instance set 0 router-id=172.16.1.1
[admin@R. Distribusi] > routing ospf
network add network=172.16.1.0/28
area=backbone
```

2. Konfigurasi *routing* OSPF pada *router* area1 :

```
[admin@R.Area1] > routing ospf
interface add interface=ether1
[admin@R.Area1] > routing ospf instance
set 0 router-id=172.16.1.2
[admin@R.Area1] > routing ospf network
add network=172.16.1.0/28
area=backbone
```

3. Konfigurasi *routing* OSPF pada *router* area2 :

```
[admin@R.Area2] > routing ospf
interface add interface=ether1
[admin@R.Area2] > routing ospf instance
set 0 router-id=172.16.1.3
[admin@R.Area2] > routing ospf network
add network=172.16.1.0/28
area=backbone
```

4. Konfigurasi *routing* OSPF pada *router* area3 :

```
[admin@R.Area3] > routing ospf
interface add interface=ether1
[admin@R.Area3] > routing ospf instance
set 0 router-id=172.16.1.4
[admin@R.Area3] > routing ospf network
add network=172.16.1.0/28
area=backbone
```

Konfigurasi Interkoneksi CPE

Tahap selanjutnya yaitu menambahkan jaringan pelanggan atau perangkat *Customer Premise Equipment* (CPE) untuk dimasukkan kedalam *routing* OSPF yang sudah di buat. Tahap ini dilakukan jika ada pemasangan jaringan untuk pelanggan baru. Konfigurasi untuk interkoneksi CPE terdiri dari konfigurasi *interface* dan *network* yang mengarah ke pelanggan pada *router* di masing-masing area. Metode yang dikenal dalam *routing* ini sering disebut dengan metode *advertising* suatu jaringan.

1. Konfigurasi *advertising* CPE1 pada *router* area1 :

```
[admin@R.Area1] > routing ospf
interface add interface=ether2
[admin@R.Area1] > routing ospf network
add network=103.177.23.0/30
area=backbone
```

2. Konfigurasi *advertising* CPE1 pada *router* area2:

```
[admin@R.Area2] > routing ospf
interface add interface=ether2
[admin@R.Area2] > routing ospf network
add network=103.177.23.4/30
area=backbone
```

3. Konfigurasi *advertising* CPE1 pada *router* area3 :

```
[admin@R.Area3] > routing ospf
interface add interface=ether2
[admin@R.Area3] > routing ospf network
add network=103.177.23.8/30
area=backbone
```

Setelah proses *advertising* pada *router* disetiap area dilakukan, maka *router* distribusi akan mengenali *network* setiap jaringan pelanggan. Setiap *network* pelanggan dapat di lihat pada *tabel routing* di *router* distribusi. Terlihat pada gambar 4, status “DAo” disisi kiri *tabel routing* menunjukkan bahwa *routing* menggunakan mode *dynamic* (D), aktif (A), dan berjalan pada *routing* OSPF (o). Selain itu

konfigurasi juga perlu dilakukan di setiap *router* CPE. Berbeda dengan konfigurasi pada *router* yang berada di dalam area *backbone*, pada CPE cukup melakukan konfigurasi *default route* secara statik. Hal ini dilakukan karena pelanggan tidak hanya ingin hanya mengenali *network backbone* saja, melainkan seluruh *network* yang berada di internet.

1. Konfigurasi *default route* pada *router* CPE1 :

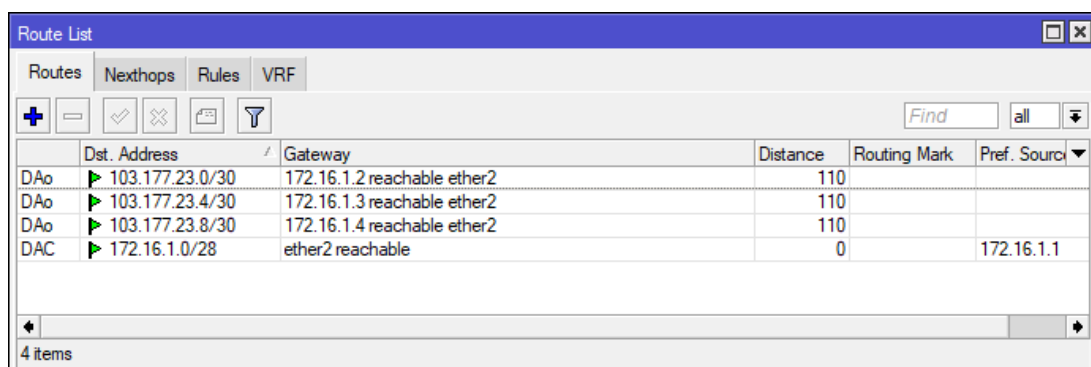
```
[admin@CPE1] > ip route add dst-
address=0.0.0.0/0 gateway=103.177.23.1
```

2. Konfigurasi *default route* pada *router* CPE2 :

```
[admin@CPE2] > ip route add dst-
address=0.0.0.0/0 gateway=103.177.23.5
```

3. Konfigurasi *default route* pada *router* CPE3 :

```
[admin@CPE3] > ip route add dst-
address=0.0.0.0/0 gateway=103.177.23.9
```



	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
DAo	103.177.23.0/30	172.16.1.2 reachable ether2	110		
DAo	103.177.23.4/30	172.16.1.3 reachable ether2	110		
DAo	103.177.23.8/30	172.16.1.4 reachable ether2	110		
DAC	172.16.1.0/28	ether2 reachable	0		172.16.1.1

Gambar 4. Tabel Routing Router Distribusi

Konfigurasi Simulasi Internasional BGP

Simulasi internasional BGP diperlukan untuk mengetahui apakah *network* atau jaringan pelanggan yang dimiliki suatu ISP sudah bisa atau belum diakses dari internet. Selain itu, simulasi juga dilakukan untuk mengetahui bagaimana suatu *router* yang menjembatani ip transit bisa menginformasikan ip *prefix* yang dimiliki suatu ISP melalui proses pertukaran informasi pada *routing* internasional. Tahap yang diperlukan untuk melakukan simulasi internasional BGP adalah melakukan konfigurasi *routing* BGP di masing-masing *router* internasional. Konfigurasi BGP terdiri dari konfigurasi nomor *Autonomous System* (AS) dan konfigurasi *peer* atau interkoneksi BGP dengan informasi perangkat tetangga. Sedangkan untuk konfigurasi *advertising network* atau nomor jaringan akan mengikuti peraturan *routing policy* internasional dengan nilai *network* minimal yaitu pada *prefix /24* atau setara dengan 256 *host*. Konfigurasi *routing* BGP pada setiap *router* adalah sebagai berikut.

1. Konfigurasi *routing* BGP pada *router* global :

```
[admin@Global] > routing bgp instance
set 0 as=15001
[admin@Global] > routing bgp peer add
remote-address=103.141.33.78 remote-
as=15002
```

```
[admin@Global] > routing bgp network
add network=103.141.33.0/24
synchronize=no
```

2. Konfigurasi *routing* BGP pada *router* ISP :

```
[admin@ISP] > routing bgp instance set 0
as=15002
```

```
[admin@ISP] > routing bgp peer add
remote-address=103.124.57.134 remote-
as=15003
```

```
[admin@ISP] > routing bgp peer add
remote-address=103.141.33.77 remote-
as=15001
```

```
[admin@ISP] > routing bgp network add
network=103.124.57.0/24 synchronize=no
```

```
[admin@ISP] > routing bgp network add
network=103.141.33.0/24 synchronize=no
```

3. Konfigurasi *routing* BGP pada *router* distribusi :

```
[admin@R. Distribusi] > routing bgp
instance set 0 as=15003
```

```
[admin@R. Distribusi] > routing bgp peer
add remote-address=103.124.57.133
remote-as=15002
```

```
[admin@R. Distribusi] > routing bgp
network add network=103.177.23.0/24
synchronize=no
```

```
[admin@R. Distribusi] > routing bgp
network add network=103.144.73.0/24
synchronize=no
```

```

[admin@ISP] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS      PREF-SRC  GATEWAY      DISTANCE
0 ADC 103.124.57.132/30 103.124.57.133 ether2        0
1 ADC 103.141.33.76/30  103.141.33.78  ether1        0
2 ADb 103.144.73.0/24   103.124.57.134 20
3 ADb 103.177.23.0/24   103.124.57.134 20

[admin@R. Distribusi] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
#   DST-ADDRESS      PREF-SRC  GATEWAY      DISTANCE
0 ADb 103.124.57.0/24   103.124.57.133 20
1 ADC 103.124.57.132/30 103.124.57.134 ether1        0
2 ADb 103.141.33.0/24   103.124.57.133 20
3 ADo 103.177.23.0/30   172.16.1.2     110
4 ADo 103.177.23.4/30   172.16.1.3     110
5 ADo 103.177.23.8/30   172.16.1.4     110
6 ADC 172.16.1.0/28    172.16.1.1     ether2        0

```

Gambar 5. Informasi Rute BGP pada Tabel Routing Router ISP dan Router Distribusi

Parameter “synchronize” pada konfigurasi *advertising* digunakan untuk tidak melakukan *broadcast network* dengan menggunakan full *prefix /24*. Sehingga jaringan pelanggan yang hanya menggunakan *network* dengan *prefix /30* tetap dapat di informasikan ke pertukaran *routing* internasional. Tahap selanjutnya yaitu melakukan pengecekan pada tabel *routing* di *router* ISP dan *router* distribusi untuk memastikan bahwa setiap informasi *network* internasional sudah di kenali. Terlihat pada gambar 5, status “ADb” disisi kiri tabel *routing* menunjukkan bahwa *routing* sedang aktif (A), menggunakan mode *dynamic* (D), dan berjalan pada *routing* BGP (b). Selain itu, tabel *routing* pada *router* ISP menunjukkan bahwa hanya informasi *routing* dengan *prefix /24* saja yang diterima dari *router* distribusi. Dengan begitu, dapat di simpulkan bahwa setiap interkoneksi yang berada pada jaringan internet atau internasional tidak akan

mengenal interkoneksi *backbone* OSPF yang menggunakan *ip private*.

Konfigurasi Redistribusi

Langkah akhir dari simulasi adalah melakukan konfigurasi redistribusi pada *router* distribusi. Konfigurasi ini dilakukan agar jaringan dan alamat ip publik pelanggan dapat terhubung ke setiap jaringan publik internasional yang berada di internet. Informasi *routing* yang akan dilakukan redistribusi diantaranya adalah informasi *routing* BGP dan informasi *routing default route*.

Karena pada tabel *routing* pada gambar 5 informasi *routing* BGP yang di terima *router* distribusi masih berbentuk nilai *prefix* suatu *network* dan bukan berupa *default route*, maka perlu dilakukan kustomisasi pada pertukaran informasi *routing* BGP pada *router* ISP. Kustomisasi berupa konfigurasi pada *routing filter* untuk membatasi *out-filter* yang menuju

router distribusi. Berikut untuk konfigurasi *routing filter* pada *router* ISP.

```
[admin@ISP] > routing filter add
chain=bgp-default prefix=0.0.0.0/0 prefix-
length=
[admin@ISP] > routing filter add
chain=bgp-default prefix=0.0.0.0/0 prefix-
length=0 action=accept
[admin@ISP] > routing filter add
chain=bgp-default prefix=0.0.0.0/0 prefix-
length=0-32 action=discard
[admin@ISP] > routing bgp peer set 0 out-
filter=bgp-default default-originate=always
```

Seperti yang terlihat pada gambar 6, setelah konfigurasi *routing filter* pada *router* ISP diterapkan, tabel *routing* pada *router* distribusi mendapatkan informasi *routing* yang di terima dari *router* ISP hanya satu rute saja yaitu *default route*. Selanjutnya untuk konfigurasi redistribusi akan menggunakan 2 jenis redistribusi yang berbeda. Redistribusi BGP menggunakan *as-type-2* sedangkan konfigurasi redistribusi *default route* menggunakan *as-type-1*. Perbedaan dari tipe redistribusi ini adalah pada nilai metriknya. AS

tipe 1 akan menghitung nilai metrik eksternal dan internal keseluruhan rute di setiap *link* ospf yang dilalui. Sedangkan AS tipe 2 hanya menghitung nilai metrik eskternalnya saja. Konfigurasi redistribusi pada *router* distribusi adalah sebagai berikut.

```
[admin@R. Distribusi] > routing ospf
instance set 0 redistribute-bgp=as-type-2
[admin@R. Distribusi] > routing ospf
instance set 0 distribute-default=always-as-
type-1
```

Pengujian

Setelah melakukan tahap akhir konfigurasi dengan cara redistribusi, maka pelanggan sudah dapat terkoneksi ke jaringan internasional.

Tahap berikutnya adalah melakukan pengujian untuk melakukan pengecekan terhadap performa jaringan. *Tools* atau peralatan yang digunakan diantaranya adalah *ping* dan *traceroute*. Berikut adalah pengecekan pertama dengan melakukan *ping* dari *router* ISP dan *router* global ke setiap jaringan pelanggan.

```
[admin@R. Distribusi] > ip route print
Flags: X - disabled, A - active, D - dynamic,
C - connect, S - static, r - rip, b - bgp, o - ospf, m - mme,
B - blackhole, U - unreachable, P - prohibit
# DST-ADDRESS PREF-SRC GATEWAY DISTANCE
0 ADb 0.0.0.0/0 103.124.57.133 20
1 ADC 103.124.57.132/30 103.124.57.134 ether1 0
2 ADo 103.177.23.0/30 172.16.1.2 110
3 ADo 103.177.23.4/30 172.16.1.3 110
4 ADo 103.177.23.8/30 172.16.1.4 110
5 ADC 172.16.1.0/28 172.16.1.1 ether2 0
```

Gambar 6. Informasi Rute Default BGP pada Tabel Routing Router Distribusi

```
[admin@ISP] > ping 103.177.23.2
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 103.177.23.2    56 62 0ms
1 103.177.23.2    56 62 0ms
2 103.177.23.2    56 62 0ms
3 103.177.23.2    56 62 0ms
sent=4 received=4 packet-loss=0% min-
rtt=0ms avg-rtt=0ms max-rtt=0ms
```

```
[admin@Global] > ping 103.177.23.6
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 103.177.23.6    56 61 1ms
sent=1 received=1 packet-loss=0% min-
rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms
```

```
[admin@Global] > ping 103.177.23.10
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 103.177.23.10   56 61 1ms
sent=1 received=1 packet-loss=0% min-
rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=1ms
```

Hasilnya, setiap jaringan pelanggan dapat diakses dari jaringan internasional dengan performa nilai latensi sebesar 0-1ms. Selanjutnya memastikan bahwa interkoneksi di internasional tidak dapat mengakses jaringan *backbone* atau OSPF *private* yang menggunakan ip *private*. Pengecekan dilakukan dari *router* global ke alamat ip *router* yang terhubung kedalam *backbone*.

```
[admin@Global] > tool traceroute 103.177.23.2
#ADDRESS LOSS SENT LAST AVG BEST WORST STD-DEV
1 103.141.33.78    0% 3 1.6ms 0.9 0.4 1.6 0.5
2 103.124.57.134   0% 3 2.9ms 1.4 0.5 2.9 1.1
3 172.16.1.2       0% 3 5.3ms 2.4 0.8 5.3 2.1
4 103.177.23.2     0% 3 0.8ms 0.8 0.8 0.8 0
[admin@Global] > ping 172.16.1.2
```

```
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0              no route to host
sent=1 received=0 packet-loss=100%
```

Hasilnya walaupun *tools traceroute* menginformasikan lompatan / *hop* jaringan yang melewati *network* jaringan *backbone*, jaringan OSPF *private* atau jaringan *backbone* tetap tidak dapat diakses oleh jaringan internasional. Hal ini dikarenakan jaringan internasional tidak memiliki informasi pertukaran *routing* tentang identitas alamat ip yang digunakan pada jaringan OSPF internal. Pengujian *tools traceroute* juga dilakukan ke jaringan pelanggan 2 dan 3 yang berada di area berbeda. Hal ini untuk menunjukkan bahwa jalur melewati *hop* yang berbeda. Berikut ini juga dilakukan pengujian *ping* dan *traceroute* dari sisi pelanggan dan hasil rute yang digunakan pelanggan untuk mencapai *router* global.

```
[admin@CPE1] > ping 103.141.33.77
SEQ HOST      SIZE TTL TIME STATUS
0 103.141.33.77    56 61 1ms
1 103.141.33.77    56 61 2ms
sent=2 received=2 packet-loss=0% min-
rtt=1ms avg-rtt=1ms max-rtt=
```

```
[admin@CPE1] > tool traceroute
103.141.33.77
#ADDRESS LOSS SENT LAST AVG BEST
1 103.177.23.1     0% 3 1.1ms 0.8 0.5
2 172.16.1.1       0% 2 1.6ms 1.2 0.7
3 103.124.57.133   0% 2 1.3ms 1 0.6
4 103.141.33.77    0% 2 0.8ms 0.8 0.8
```

Hasil keseluruhan pengujian menggunakan *tools ping* dan *traceroute* menunjukkan nilai latensi sebesar 0-2ms. Perbandingan nilai latensi dari perancangan lama berbanding 1-2ms. Hal ini disebabkan oleh faktor implementasi secara simulasi. Dimana nilai latensi pada aplikasi simulator masih di tentukan oleh kemampuan spesifikasi komputer yang digunakan. Nilai latensi pada kondisi yang sesungguhnya ditentukan oleh media jaringan yang digunakan, jarak antar lokasi *router* distribusi dengan *router* area, dan berapa jumlah *hop router* yang dilalui untuk proses pertukaran informasi suatu *network*.

Dalam penelitian ini, nilai tambah yang dapat diambil adalah jumlah *hop* atau lompatan dari *router* ke *router* lainnya untuk mencapai tujuan tidak menggunakan banyak *hop*. Hal ini dikarenakan infrastruktur yang digunakan bergantung kepada jaringan *local loop* yang disediakan oleh mitra atau *partner*. Sehingga proses pertukaran informasi *routing* dapat diminimalisir secara internal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam implementasi keseluruhan penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil perancangan jaringan yang dilakukan pada penelitian ini menghasilkan jaringan yang lebih fleksibel dan dinamis sehingga membuat ekspansi jaringan lebih mudah secara infrastruktur. Hal ini dikarenakan pusat distribusi layanan tidak berada di masing-masing area melainkan sudah terpusat.

Sehingga suatu penyedia layanan internet masih memiliki kendali terhadap layanan ip *prefix* dalam interkoneksi antar area. Perancangan yang menggunakan ip *private* sebagai interkoneksi jaringan *backbone* juga membuat alokasi ip publik dapat dimaksimalkan secara efisiensi penggunaan. Sehingga alokasi ip publik dapat di alokasikan untuk banyak pelanggan baru.

Desain jaringan ini juga menghasilkan berbagai opsi untuk penambahan area atau penambahan jenis layanan baru. Hal ini dikarenakan banyaknya operator dan *Internet Service Provider (ISP)* di dalam data center bersama yang dapat dijadikan opsi sebagai penyedia layanan *local loop* yang sudah memiliki titik cakupan area yang lebih besar. Sehingga semakin banyak opsi operator yang bisa digunakan, semakin mudah menentukan harga terendah terhadap harga kompetitif setiap operator terhadap layanan yang ingin digunakan.

Hal ini akan membuat efisiensi biaya operasional dapat dimaksimalkan. Performa dari perancangan jaringan yang menggunakan *routing OSPF* sebagai interkoneksi *backbone* menghasilkan nilai latensi rata-rata sebesar 1-2ms. Nilai ini didapatkan berdasarkan implementasi secara simulasi menggunakan aplikasi simulator.

Sehingga nilai latensi masih ditentukan oleh kemampuan spesifikasi komputer yang digunakan. Jika diterapkan pada kondisi yang sesungguhnya, nilai latensi akan lebih baik lagi. Hal ini dikarenakan faktor media jaringan

yang sudah menggunakan fiber optik dan perangkat jaringan yang sudah dapat diandalkan dalam menangani banyak proses pertukaran informasi didalam jaringan. Sehingga dengan ini dapat menarik kesimpulan bahwa *routing* OSPF dan metode yang digunakan tidak memberikan beban terhadap jaringan dengan begitu performa jaringan tidak mengalami penurunan.

Keseluruhan desain jaringan pada penelitian ini memiliki kelebihan infrastruktur jaringan yang dapat diandalkan secara pengelolaan layanan secara *internal* perusahaan. Sedangkan kekurangan dari desain jaringan pada penelitian ini terdapat pada kualitas layanan terhadap area dan pelanggan. Hal ini dikarekan kualitas interkoneksi layanan masih dipengaruhi oleh kualitas layanan operator atau *provider* yang digunakan.

Masalah tersebut tentu dapat diselesaikan dengan melakukan penambahan layanan operator baru dengan menerapkan metode *redundancy* atau *failover*. Berdasarkan hasil kajian keseluruhan penelitian ini, penulis memberikan saran dan peluang penelitian untuk dapat mengembangkan tugas akhir ini ke lingkup yang lebih luas. Berbagai penelitian seperti layanan IPVPN, *managed service*, *security system*, *local loop unbundling*, *metronet* yang terintegrasi dengan layanan IIX (Indonesia *Internet Exchange*) dan masih banyak lagi dengan metode yang dapat terintegrasi dengan pusat distribusi layanan *Internet Service Provider* pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rachmawati, E. Ramadhan, and A. A. Rohmah, "Aplikasi Smart Province 'Jogja Istimewa': Penyediaan Informasi Terintegrasi dan Pemanfaatannya," *Maj. Geogr. Indones.*, vol. 32, 2018.
- [2] A. Y. Kodoatie and H. Sama, "Studi Analisis Kecepatan Internet Telkomsel di Kota Batam: Sudi Geografis," *Conf. Business, Soc. Sci. Innov. Technol.*, vol. 1, 2020.
- [3] M. Ryansyah and R. O. Nitra, "Penerapan Local Loop Sebagai Efisiensi Biaya Koneksi Antar Lintas Wilayah Dengan Metode Berbagai Internet Menggunakan Mikrotik," *J. AKRAB JUARA*, vol. 4, 2019.
- [4] A. Z. Al Ghivani, "Studi Perbandingan Routing Protokol BGP Dan EIGRP, Evaluasi Kinerja Performansi Pada Autonomous System Berbeda," *J. Sist.*, vol. 7, no. 2, pp. 95–105, 2018.
- [5] M. Waseel and J. Arora, "Improvement of Convergence Delay in OSPF by Using Backup Path Technique," *Dogo Rangsang Res. J.*, vol. 11, no. 01, 2021.
- [6] O. K. Sulaiman and M. Ihwani, "Analisis Perbandingan Penggunaan Metric Cost dan Bandwidth Pada Routing Protocol OSPF," *J. Penelitian Tek. Inform.*, vol. 1, 2017.
- [7] W. S. Sihombing, I. Faisal, and K. Chiuloto, "Penerapan Routing Border Gateway Proccotol Pada Jaringan Multi

- Autonomous System,” *Semin. Nas. Teknol. Inf. Komun.*, 2020.
- [8] H. A. Musril, “Simulasi Interkoneksi Antara Autonomous System (As) Menggunakan Border Gateway Protocol (Bgp),” *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 2, no. 1, pp. 1–9, 2017, doi: 10.30743/infotekjar.v2i1.151.
- [9] D. Prabaningrum and V. Juwono, “Tata Kelola Kebijakan Pengelolaan Nomor Protokol Internet di Indonesia Sebuah Tinjauan Literatur,” *Spirit Publik J. Adm. Publik*, vol. 15, 2020.
- [10] C. Mukmin and E. S. Negara, “Analisis Kinerja Redistribusi Routing Protokol Dinamik,” *Kumpul. Jurnal, Ilmu Komput.*, vol. 06, 2019.
- [11] H. A. Musril, “Penerapan Open Shortest Path First (OSPF) untuk Menentukan Jalur Terbaik dalam Jaringan,” *J. Elektro Telekomun. Terap.*, 2017.
- [12] T. Ernawati and J. Endrawan, “Peningkatan Kinerja Jaringan Komputer dengan Border Gateway Protocol (BGP) dan Dynamic Routing (Studi Kasus PT Estiko Ramanda),” *Khazanah Inform. J. Ilmu Komput. dan Inform.*, vol. 4, no. 1, p. 35, 2018, doi: 10.23917/khif.v4i1.5656.
- [13] S. Alvionita and H. Nurwasito, “Analisis Kinerja Protokol Routing OSPF, RIP dan EIGRP pada Topology Jaringan Mesh,” *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 3, p. 6, 2019.
- [14] A. P. N. Permana and R. Firmansyah, “Distribusi Jaringan Menggunakan Routing Ospf Dengan Metode Redistribution,” *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 519–532, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.2030.

IMPLEMENTASI ALGORITMA C4.5 UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT INFEKSI SALURAN KEMIH BERBASIS WEB

¹Muhammad Fikri Hasani, ²Sutikno

¹Computer Science Department, School of Computer Science, Bina Nusantara University, ²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.

¹Jl. Raya Kb. Jeruk No.27, Kota Jakarta Barat 11530, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, ²Jl. Prof. Soedarto No.50275, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah

¹muhammad.fikri003@binus.ac.id, ²sutikno@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Infeksi saluran kemih merupakan penyakit sistem saluran kemih yang disebabkan oleh bakteri, dengan 90-100 kasus per 100.000 penduduk pertahun. Infeksi saluran kemih terdiri dari infeksi saluran kemih bawah atau cystitis dan infeksi saluran kemih atas atau pyelonephritis. Kedua penyakit ini memiliki ciri-ciri seperti sering buang air, nyeri punggung bawah, mual-mual, rasa perih saat berkemih, atau rasa terbakar pada alat kelamin. Sistem yang dibuat bertujuan untuk membantu dokter dalam melakukan diagnosa awal kepada pasien berdasarkan gejala yang dimiliki pasien, apakah menderita cystitis, pyelonephritis, keduanya, atau tidak menderita kedua penyakit tersebut. Metode pohon keputusan C4.5 digunakan pada penelitian ini karena diketahui memiliki tingkat akurasi yang tinggi pada penelitian-penelitian sebelumnya yang didominasi parameter data nomimal. Pengujian kinerja sistem yang dibangun menggunakan pengujian akurasi, sensitivity dan specificity. Hasil pengujian menghasilkan akurasi rata-rata 95%, sensitivity rata-rata sebesar 96.667%, dan specificity rata-rata sebesar 92.226% pada model pohon cystitis, diikuti oleh model pohon pyelonephritis dengan akurasi rata-rata sebesar 94%, sensitivity rata-rata sebesar 90%, dan specificity rata-rata sebesar 97.143%. Selain itu, pengujian menggunakan blackbox texting terhadap requirements sistem juga menunjukkan bahwa sistem dapat dijalankan dengan baik.

Kata Kunci: C4.5, cystitis, pyelonephritis

Abstract

Urinary tract infection is a disease of the urinary system caused by bacteria, with 90-100 cases per 100,000 population per year. Urinary tract infections consist of lower urinary tract infection or cystitis and upper urinary tract infection or pyelonephritis. Both diseases have characteristics such as frequent urination, lower back pain, nausea, burning sensation when urinating, or burning sensation in the genitals. The system created aims to assist doctors in making initial diagnoses to patients based on the symptoms the patient has, whether they suffer from cystitis, pyelonephritis, both, or not suffering from both diseases. The C4.5 decision tree method was used in this study because it is known to have a high level of accuracy in with majority number of nominal data. Testing the performance of the system built using accuracy, sensitivity, and specificity testing. The test results produce an average accuracy of 95%, an average sensitivity of 96.667%, and an average specificity of 92.226% on the cystitis tree model, followed by the pyelonephritis tree model with an average accuracy of 94%, an average sensitivity of 90%, and the average specificity is 97.143%. In addition, testing using blackbox texting on system requirements also shows that the system can run well.

Keywords: C4.5, cystitis, pyelonephritis

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi saluran kemih merupakan penyakit yang menyerang saluran kemih, dari saluran kemih bawah sampai ginjal yang disebabkan oleh bakteri [1]. Penyakit saluran kemih memiliki jumlah pasien yang lumayan banyak dinomi Indonesia yaitu pada tahun 2014 berjumlah 90-100 kasus per 100.000 orang per tahun [2]. Penyakit infeksi saluran kemih sendiri terbagi menjadi 2, yaitu infeksi saluran kemih bawah atau *cystitis*, dan infeksi saluran kemih atas atau *pyelonephritis* [3,4]. *Cystitis* merupakan penyakit peradangan kantung kemih sedangkan *pyelonephritis* adalah nephritis pada *renal pelvis*. Gejala-gejala yang dimiliki oleh kedua penyakit ini diantaranya adalah sering buang air, nyeri punggung bawah, mual-mual, rasa perih saat berkemih, atau rasa terbakar pada alat kelamin [3,4]. Gejala-gejala ini, kerap kali muncul pada penyakit-penyakit infeksi saluran kemih dan tidak spesifik salah satu penyakit saja. Berdasarkan kasus yang diangkat, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat melakukan klasifikasi penyakit penyakit infeksi saluran kemih yang diderita oleh pasien berdasarkan pada gejala-gejala yang dialami pasien sehingga dapat membantu dokter dalam melakukan diagnosis.

Diagnosis merupakan tindakan untuk menentukan kondisi kesehatan yang sedang dialami oleh seseorang sebagai dasar pengambilan keputusan medis [5]. Proses diagnosis adalah proses yang penting untuk

dilakukan terhadap pasien, untuk mengetahui penyakit apa yang diderita, perkembangan dari penyakit tersebut, dan tindakan medis yang akan dilakukan oleh seorang dokter. Seiring berjalannya waktu, kecerdasan buatan semakin digunakan untuk membantu diagnosis penyakit yang dialami oleh pasien seorang dokter, salah satu nya adalah melakukan identifikasi terhadap penyakit yang diderita oleh pasien. Identifikasi penyakit ini dapat dilakukan oleh salah satu cabang dari kecerdasan buatan yaitu *supervised learning*. *Supervised learning* adalah sebuah cabang dari kecerdasan buatan yang akan melakukan estimasi prediksi keluaran berdasarkan data masukan [6]. Proses estimasi bisa berbentuk sebuah fungsi yang akan memberikan keluaran berdasarkan data masukan, atau bisa juga berbentuk seperti pohon keputusan. *Supervised learning* mendapatkan namanya dari proses yang dilakukan, yaitu setiap algoritma akan berlatih dengan data yang disebut data latih berdasarkan pada label yang dimiliki oleh setiap data latih, atau bisa dianggap bahwa proses pelatihan akan disupervisi oleh label tersebut. Data yang dikandung oleh label yang digunakan untuk algoritma *supervised learning* disebut sebagai target. Jika target merupakan data nominal, maka data tersebut juga disebut sebagai kelas. Kelas inilah yang digunakan pada penelitian identifikasi penyakit ataupun klasifikasi penyakit oleh beberapa algoritma. Penelitian-penelitian yang bertujuan untuk membantu proses identifikasi penyakit dengan algoritma-

algoritma *supervised learning* telah banyak dilakukan. *Support Vector Machine* digunakan untuk melakukan identifikasi penyakit kanker payudara [7] dan klasifikasi penyakit saluran pernapasan [8]. Algoritma *naïve bayes* digunakan untuk melakukan identifikasi penyakit diabetes [9] dan klasifikasi penyakit gigi [10]. Algoritma C4.5 digunakan untuk proses identifikasi penyakit *pneumonia* [11], serta algoritma *artificial neural network* digunakan untuk melakukan identifikasi penyakit kanker paru-paru [12].

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, algoritma *supervised learning* memerlukan adanya data latih. Data latih yang digunakan untuk penelitian ini adalah *open data* dari *University of California Irvine* (UCI) Machine Learning Repository [13]. Data tersebut memiliki 120 data dengan 2 buah target kelas penyakit yaitu *cystitis* dan *pyelonephritis* dengan 6 buah parameter gejala penyakit. Data yang diambil kemudian dianalisa dan ditemukan bahwa hampir semua parameter data merupakan data nominal atau kategorikal kecuali parameter temperatur suhu pasien, sehingga digunakan algoritma C4.5 sebagai model kecerdasan buatan yang akan digunakan. Algoritma C4.5 sendiri adalah algoritma *supervised learning* untuk melakukan klasifikasi berdasarkan aturan-aturan yang terbentuk pada proses pelatihan. Aturan-aturan ini akan membentuk pohon keputusan dengan daun dari pohon yang terbentuk adalah prediksi model C4.5 [14]. Algoritma C4.5 memiliki tingkat keakuratan

yang tinggi jika parameter data yang digunakan mayoritas bernilai nominal seperti pada penelitian klasifikasi penyakit jantung koroner dengan nilai AUC 84.2% [15], klasifikasi penyakit *hepatitis* menggunakan metode C4.5 dengan hasil akurasi sebesar 85.81% [16], serta klasifikasi penyakit ikan dengan akurasi sebesar 88.4% [17]. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan implementasi algoritma C4.5 pada sistem berbasis web untuk melakukan klasifikasi penyakit saluran kemih. Sistem yang dibangun dapat mengklasifikasikan penyakit infeksi saluran kemih berdasarkan pada gejala yang dialami oleh pasien.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data, perancangan, implementasi model C4.5, implementasi sistem dan pengujian.

Pengumpulan Data

Pada tahapan ini, data dikumpulkan dan dianalisa. Data yang digunakan adalah *open data* yang diambil dari UCI Machine Learning Repository. *Dataset* memiliki 6 gejala pasien penyakit saluran kemih, 5 diantaranya merupakan data nominal/kategorikal dengan nilai *yes* dan *no*, dan 1 gejala bernilai kontinyu yaitu suhu pasien. Detail dari data yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1. Selain 6 kolom sebagai parameter, *dataset* memiliki 2

kolom label yaitu *inflammation of urinary bladder* atau disebut *cystitis*, dan *nephritis of renal pelvis origin* atau disebut *pyelonephritis*. Kedua label tersebut dapat dilihat pada dua baris terakhir tabel 1. Kedua label ini memiliki kelas *yes* dan *no*. Selanjutnya, label *Inflammation of urinary bladder* akan dinamakan sebagai *cystitis* sesuai dengan nama medisnya, dan label *Nephritis of renal pelvis origin* akan dinamakan sebagai

pyelonephritis. Contoh sampel data yang dimiliki dapat dilihat pada tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa *dataset* memiliki beberapa karakteristik terhadap dua label yang dimiliki:

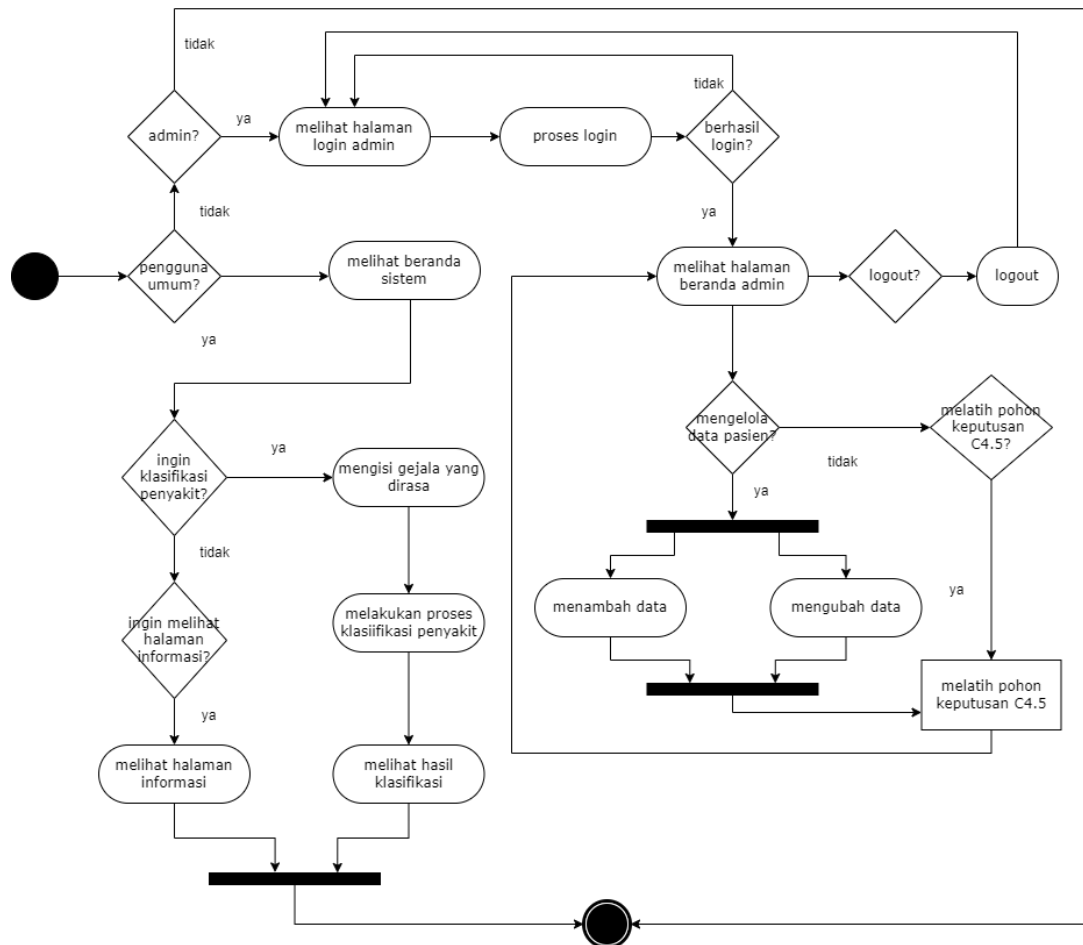
1. Sebuah data masuk ke salah satu dari *cystitis* atau *pyelonephritis*.
2. Sebuah data masuk ke kedua kelas *cystitis* dan *pyelonephritis*.
3. Sebuah data tidak masuk ke kedua penyakit

Tabel 1. Dataset Infeksi Kandung Kemih UCI Machine Learning Repository.

Kolom	Deskripsi
<i>Temperature</i>	Paramater. Temperatur suhu pasien, berkisaran dari 35C – 42C. Bernilai kontinyu.
<i>Nausea</i>	Parameter. Terjadi mual-mual dan keinginan untuk muntah [18]. Bernilai nominal dengan nilai <i>yes</i> dan <i>no</i> .
<i>Lumbar pain</i>	Paramater. Terjadi rasa nyeri pada punggung bawah [19,20]. Bernilai nominal <i>yes</i> dan <i>no</i> .
<i>Urine push</i>	Paramater. Frekuensi buang air yang tinggi. Bernilai nominal <i>yes</i> dan <i>no</i> .
<i>Mictur pain</i>	Parameter. Terjadi rasa nyeri ketika buang air kecil. Bernilai nominal <i>yes</i> dan <i>no</i> .
<i>Burning pain</i>	Parameter. Ada rasa terbakar pada alat kelaminr dengan nilai <i>yes</i> dan <i>no</i>
<i>Cystitis</i>	Label. Label penyakit <i>cystitis</i> atau <i>inflammation of urinary bladder</i> . Memiliki 61 jumlah kelas <i>yes</i> dan 59 jumlah kelas <i>no</i> .
<i>Pyelonephritis</i>	Label. Label penyakit <i>pyelonephritis</i> atau <i>nephritis of renal pelvis origin</i> . Memiliki 70 jumlah kelas <i>yes</i> dan 50 jumlah kelas <i>no</i> .

Tabel 2. Contoh Sampel Dataset.

<i>Temperature</i>	<i>Nausea</i>	<i>Lumbar Pain</i>	<i>Urine Push</i>	<i>Mictur Pain</i>	<i>Burning Pain</i>	<i>Cystitis</i>	<i>Pyelonephritis</i>
35,9	no	no	yes	yes	yes	yes	no
35,9	no	yes	no	no	no	no	no
36,0	no	no	yes	yes	yes	yes	no
40,6	yes	yes	no	yes	no	no	yes
40,7	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes



Gambar 1. Alur Kerja Sistem

Perancangan.

Pada tahapan ini, dilakukan analisa alur kerja sistem yang dibangun, kebutuhan sistem dan analisa terhadap data yang sudah dikumpulkan. Sistem ini memiliki dua buah akses pengguna yaitu *pengguna umum* dan *admin*. *Pengguna umum* adalah pengguna yang menggunakan sistem untuk mendapatkan hasil klasifikasi penyakit kantung kemih, sedangkan *admin* adalah pengguna yang diberikan akses untuk memperbaiki data latih dan melatih kembali model kecerdasan buatan. *Pengguna umum* disini dapat merupakan pasien yang menggunakan sistem saat berobat

di tempat. Pengguna *admin* adalah dokter. Tahapan perancangan ini juga melakukan *use case analysis* yang akan digunakan sebagai basis pengujian *black box*.

Implementasi Model Algoritma C4.5.

Tahapan implementasi model C4.5 merupakan tahapan pengembangan kecerdasan buatan C4.5. Implementasi dari model algoritma C4.5 menggunakan *Stratified K-Fold Cross Validation* untuk melihat apakah model algoritma C4.5 memiliki performa yang rata untuk seluruh bagian dari data latih. Proses membangun model algoritma C4.5

menggunakan konsep *divide and conquer* dimana terdiri dari 2 poin [14]:

1. Jika semua kasus pada data set S masuk kedalam kelas yang sama, misal C_j , maka pohon keputusan yang terbentuk memiliki daun dengan label C_j .
2. Jika tidak, asumsikan B adalah sebuah tes dengan keluaran b_1, b_2, \dots, b_i yang menghasilkan partisi dari T , dinotasikan dengan T_i , yaitu kumpulan kasus pada T yang memiliki hasil b_i dari B .

Proses pelatihan pohon keputusan akan melakukan iterasi pada poin kedua sampai ditemukan kondisi poin pertama. Setiap sub pohon akan dilakukan proses pemilihan kandidat akar sampai tidak ada sub pohon yang dapat dibentuk. Proses pemilihan kandidat akar, menggunakan 2 teori yaitu *information gain* dan *gain ratio* [14]. *Information gain* merupakan cara mengukur pengurangan ketidakmurnian informasi jika sebuah atribut X digunakan dalam melakukan partisi kasus T , dimana semakin besar nilai dari *information gain* maka semakin murni data yang dimiliki. Persamaan untuk mendapatkan nilai *information gain* dapat dilihat pada persamaan (4). Untuk menghitung *information gain*, diperlukan juga menghitung *entropy*. Persamaan untuk mendapatkan *entropy* dari atribut x dapat dilihat pada persamaan (3), dimana *entropy* (T) merupakan *entropy* dari semesta kasus, $Pr(C_j)$ adalah probabilitas kelas C ke j . $|T_i|$ merupakan jumlah kasus pada partisi data ke- i , dan T merupakan jumlah kasus dalam T . *Entropy* sendiri adalah cara

mengukur tingkat ketidakmurnian informasi dari sebuah data. Semakin kecil nilai sebuah *entropy*, berarti semakin murni informasi yang didapatkan dari sebuah atribut.

$$entropy(T) = -\left(\sum_{j=1}^k Pr(C_j) * \log_2(Pr(C_j))\right) \quad (1)$$

$$Pr(C_j) = \frac{freq(C_j, T)}{|T|} \quad (2)$$

$$entropy_X(T) = \sum_{i=1}^n \frac{|T_i|}{|T|} * entropy(T_i) \quad (3)$$

$$gain(X) = entropy(T) - entropy_X(T) \quad (4)$$

Setelah mendapatkan nilai *information gain* untuk parameter X , maka dapat dihitung nilai dari *gain ratio* parameter X . *Gain ratio* digunakan karena *information gain* memiliki kelemahan yaitu menghasilkan bias yang kuat jika kasus yang ditangani memiliki parameter dengan nilai yang banyak, kelas keluaran yang banyak, atau nilai data pada suatu parameter bernilai unik. Persamaan untuk mendapatkan *gain ratio* dapat dilihat pada persamaan 6 dengan sebelumnya menghitung terlebih dahulu nilai dari *split information* yang dapat dilihat pada persamaan 5.

$$split\ info(X) = -\left(\sum_{i=1}^n \frac{|T_i|}{|T|} * \log_2\left(\frac{|T_i|}{|T|}\right)\right) \quad (5)$$

$$gain\ ratio(X) = \frac{gain(X)}{split\ info(X)} \quad (6)$$

Proses perhitungan *gain ratio* dilakukan berulang untuk semua sisa parameter pada

kasus T. Kemudian dicari *gain ratio* tertinggi untuk menjadi akar. Pendekatan perhitungan diatas dilakukan pada data dengan parameter nominal yaitu *nausea*, *lumbar pain*, *burning pain*, *urine push*, dan *mictur pain*. Data kontinyu untuk kolom temperature tidak dapat langsung dilakukan *split* seperti data nominal, maka dilakukan proses yang berbeda, yaitu perhitungan *gain ratio* menggunakan data *median* dari seluruh data yang ada pada proses tersebut.

Model algoritma pertama kali akan dibangun dengan menggunakan *stratified k-fold cross validation* untuk melihat kemangkusan dari algoritma C4.5 terhadap data yang dimiliki. Nilai K yang digunakan sebesar 10, sehingga dari total 120 data, 12 data akan menjadi data uji dan 108 data akan menjadi data latih. Setiap *fold* akan dihitung akurasi, *sensitivity* dan *specificity*. *Sensitivity* adalah sebuah metrik untuk menentukan seseorang memiliki penyakit, dan *specificity* adalah sebuah metrik untuk menentukan seseorang tidak memiliki penyakit [21]. Semakin tinggi nilai *sensitivity* maka semakin tinggi performa model kecerdasan buatan dalam melakukan prediksi seseorang mengidap penyakit, dan semakin tinggi nilai *specificity* maka semakin tinggi performa model kecerdasan buatan dalam melakukan prediksi seseorang tidak mengidap penyakit. Setelah melakukan proses *k-fold cross validation*, pohon keputusan akan dibangun dengan seluruh data yang dimiliki. Berdasarkan pada tabel 1 dan tabel 2, model

algoritma pohon keputusan C4.5 akan dibentuk 2 buah yaitu untuk pohon keputusan *cystitis*, dan pohon keputusan *pyelonephritis*. Pembuatan 2 pohon keputusan dikarenakan data yang dimiliki memiliki 2 label penyakit yaitu *cystitis* dan *pyelonephritis*, serta setiap label memiliki kelas *yes* dan *no*. Sehingga, setiap pohon keputusan akan melakukan proses klasifikasi untuk setiap label.

Implementasi Sistem.

Tahapan implementasi sistem dilakukan pembuatan sistem berdasarkan hasil dari tahapan perancangan. Tahapan ini, sistem akan direalisasikan berdasarkan alur sistem pada gambar 1. Selain itu, pada tahapan ini sistem dibangun dengan bahasa pemrograman PHP dan framework Yii2.

Pengujian.

Tahapan pengujian akan melakukan pengujian terhadap model kecerdasan buatan untuk mendapatkan akurasi, *sensitivity* dan *specificity*, serta pengujian terhadap sistem dengan metode *black box testing*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama-tama, dilakukan proses pelatihan model C4.5 sebagai otak dari sistem yang dibuat dengan K-fold cross validation seperti pada metode penelitian. Hasil perhitungan akurasi, *sensitivity* dan *specificity* dapat dilihat pada tabel 3 dan 4. Tabel 3 rata-rata akurasi bernilai 95%, *sensitivity* bernilai

96.667% dan specificity bernilai 92.226% untuk pohon keputusan C4.5 cystitis. Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan metrik pohon keputusan C4.5 pyelonephritis dengan rata-rata akurasi bernilai 94%, rata-rata sensitivity 90%, dan rata-rata specificity bernilai 97.143%. Angka ini berarti model algoritma C4.5 yang dibangun mampu melakukan klasifikasi bahwa seseorang memiliki penyakit

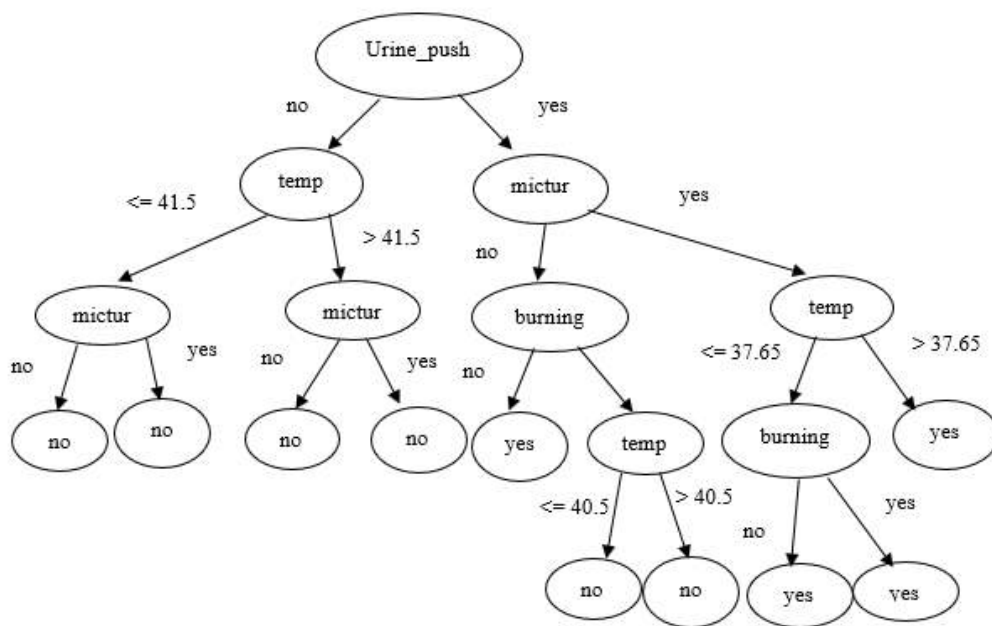
cystitis sebesar 96.667%, dan jika sistem melakukan klasifikasi seseorang tidak menderita cystitis, maka hasil klasifikasi tersebut kemungkinan benar sebesar 92.226%. Tahapan selanjutnya adalah melakukan implementasi C4.5 pada seluruh *dataset*. Gambar 2 adalah model pohon keputusan untuk *cystitis* dan gambar 3 adalah model pohon untuk *pyelonephritis*.

Tabel 3. Hasil *Stratified K-fold Cross Validation* terhadap Pohon Keputusan *Cystitis*

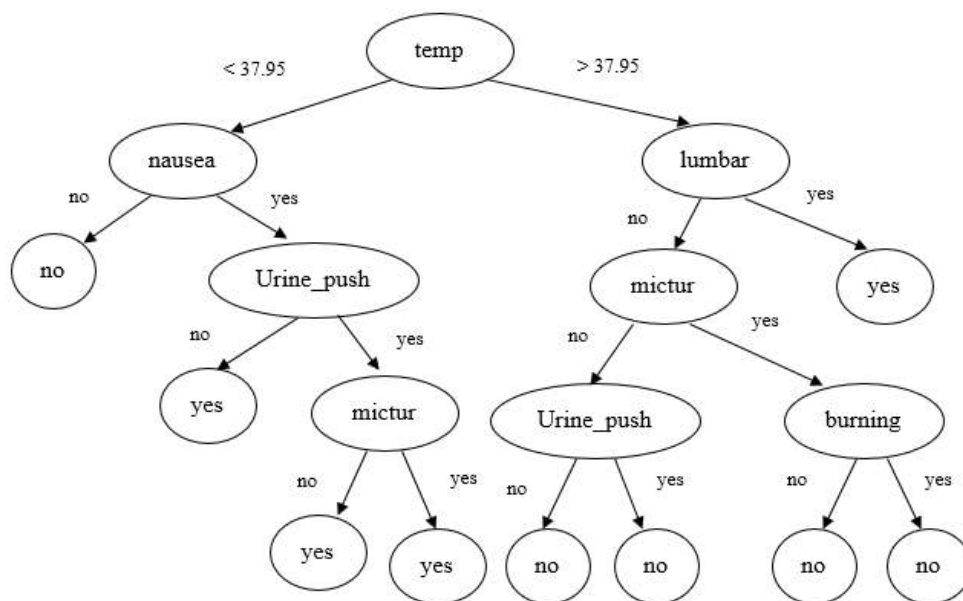
<i>Fold</i>	Hasil Pengujian Kinerja Pohon <i>Cystitis</i>		
	<i>Akurasi</i>	<i>Sensitivity</i>	<i>Specificity</i>
1	83.333	100	71.428
2	91.667	66.667	100
3	100	100	100
4	91.667	100	83.333
5	100	100	100
6	100	100	100
7	91.667	100	80
8	100	100	100
9	100	100	100
10	100	100	100
Rata-rata	95	96.667	92.226

Tabel 4. Hasil *Stratified K-fold Cross Validation* terhadap Model Pohon Keputusan *Pyelonephritis*

<i>Fold</i>	Hasil Pengujian Kinerja Pohon <i>Pyelonephritis</i>		
	<i>Akurasi</i>	<i>Sensitivity</i>	<i>Specificity</i>
1	91.667	100	85.715
2	91.667	100	85.715
3	91.667	80	100
4	91.667	80	100
5	100	100	100
6	83.333	60	100
7	100	100	100
8	91.667	80	100
9	100	100	100
10	100	100	100
Rata-rata	94	90	97.143



Gambar 2. Pohon Keputusan *Pyelonephritis*.



Gambar 3. Pohon Keputusan *Pyelonephritis*.

Kemudian, dibentuk tampilan antar muka sebagai implementasi dari analisa alur kerja sistem pada gambar 1. Gambar 4 – 7 merupakan gambar implementasi dari sistem yang dibuat. Gambar 4 merupakan contoh

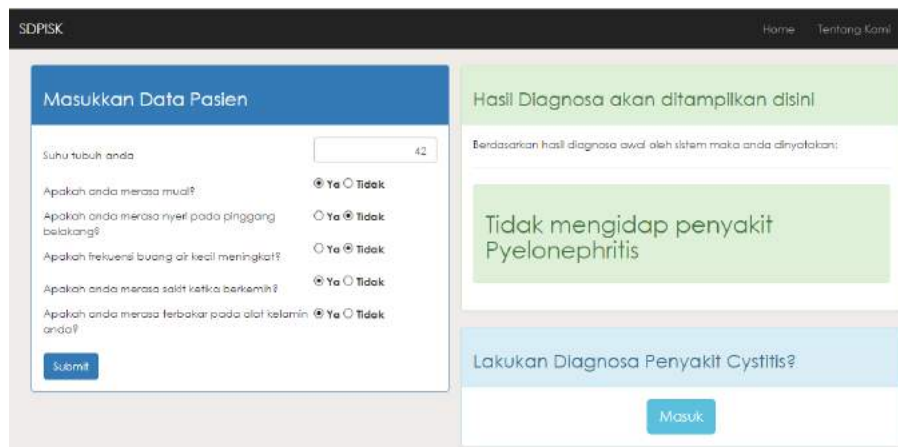
antar muka informasi seputar penyakit kantung kemih yang akan diklasifikasikan oleh sistem, yaitu *cystitis* dan *pyelonephritis*. Halaman ini memberikan informasi cara kerja dari sistem, deskripsi dari sistem tersebut, serta deskripsi

dari masing-masing penyakit. Pada Gambar 5 pengguna akan diminta untuk memasukkan gejala yang dimiliki, kemudian sistem akan menampilkan hasil klasifikasi. Pada halaman ini, model algoritma C4.5 yang telah dibentuk akan dibaca dari database menjadi sebuah *array associative* [22]. Parameter yang dimasukkan kemudian akan ditelusuri alurnya

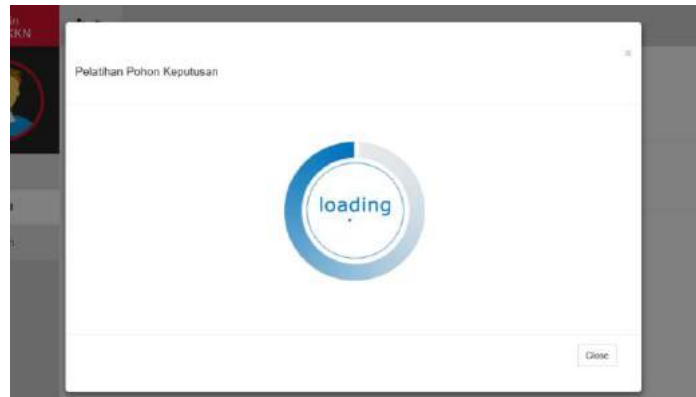
berdasarkan pohon keputusan yang telah dibuat. Hasil klasifikasi kemudian ditampilkan ke halaman. Gambar 6 merupakan antar muka proses pelatihan yang dilakukan oleh admin. Agar terlihat proses yang terjadi maka disediakan animasi *loading* agar. Data yang digunakan oleh sistem disimpan di dalam *database*.



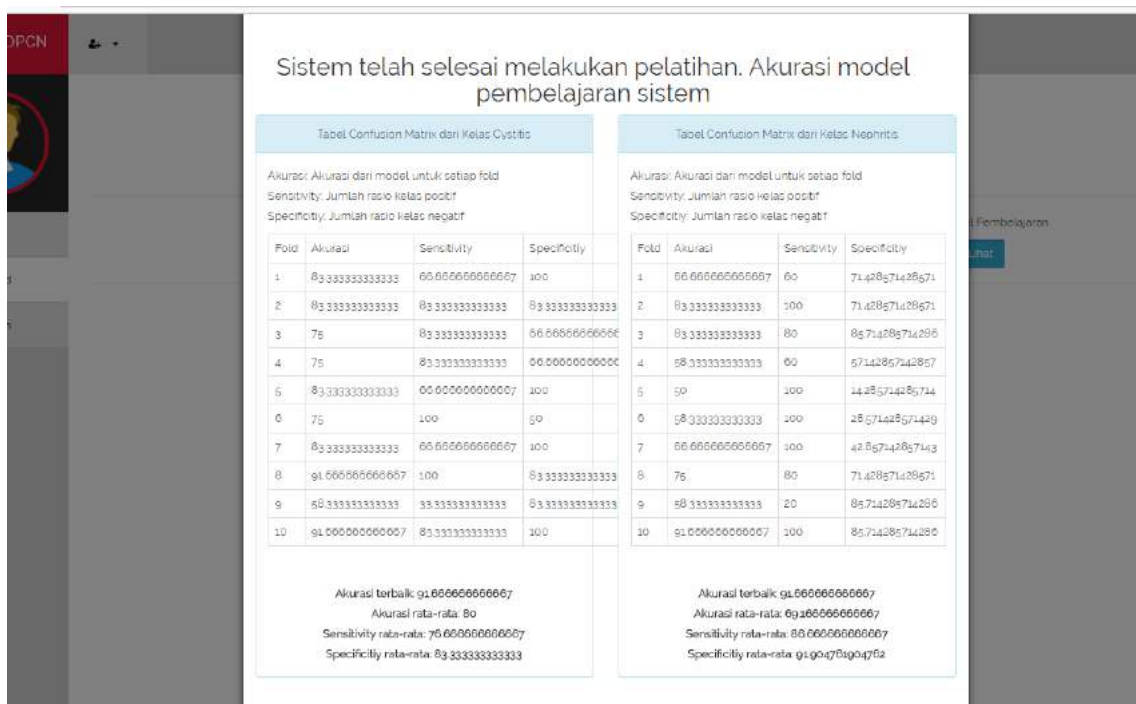
Gambar 4. Implementasi Antarmuka Melihat Halaman Informasi Sistem



Gambar 5. Implementasi Antarmuka Melakukan Diagnosa *Pyelonephritis*– Hasil Diagnosa



Gambar 6. Implementasi Antarmuka Melakukan Pelatihan – Proses Pelatihan



Gambar 7. Implementasi Antarmuka Melakukan Pelatihan – Hasil Pelatihan

Gambar 7 merupakan antar muka tampilan informasi yang muncul setelah melakukan training model algoritma C4.5. Pada tampilan ini akan ditampilkan nilai akurasi, *specificity* dan *sensitivity* setiap *fold*, serta rata-rata keseluruhan *fold*. Sistem kemudian diuji menggunakan *blackbox testing*. Semua skenario test seperti “Melihat

hasil diagnosa apakah dirinya mengidap penyakit *cystitis* atau *pyelonephritis*”, “Admin dapat melakukan pelatihan model kecerdasan buatan”, “Melihat halaman informasi” dapat dilakukan dengan baik. Namun, ditemukan kekurangan dari sistem. Sistem memiliki akses admin untuk memperbaharui data. Perubahan data ini dapat dalam bentuk penambahan data

baru atau modifikasi/*update* data yang sudah ada. Perubahan data yang dilakukan oleh admin dapat merubah komposisi jumlah data setiap penyakit, dan memberikan fenomena *data imbalance*, sehingga perlu ada mekanisme untuk mengatasi *data imbalance* pada sistem yang dibuat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Algoritma C4.5 telah berhasil diimplementasikan menggunakan sistem berbasis web. Semua fitur yang diturunkan dari analisis alur sistem mampu dijalankan oleh pengguna, serta *metrics* dari model algoritma C4.5 memberikan hasil yang baik dimana rata-rata untuk akurasi, *specificity* dan *sensitivity* untuk kedua model algoritma baik itu *cystitis* ataupun *pyelonephritis* bernilai $\geq 90\%$. Namun, terdapat kekurangan yang ditemukan saat proses pengujian sistem yaitu sistem tidak dapat melakukan mitigasi ketika terjadi *data imbalance*. Sebagai saran, sistem dapat diperbaiki dengan menambahkan proses *data preprocess* untuk mengatasi *data imbalance* sebelum training seperti *oversampling* atau *undersampling*. Saran lain adalah menambahkan *asynchronous process* untuk k-fold sehingga proses pelatihan pohon keputusan dapat dipercepat jika data yang ditambahkan sudah banyak. Data latih juga dapat menggunakan hasil test lab dan dikombinasikan dengan *dataset* yang ada. *Dataset* yang sudah ada bisa saja tidak sesuai dengan data lab yang baru nantinya, maka

dapat dilakukan pendekatan *majority vote* dari beberapa model kecerdasan buatan yang dibentuk oleh sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Tan, and M. Chlebicki, "Urinary tract infections in adults", *Singapore Medical Journal*, Vol. 57, No. 9, pp. 485–490. 2016.
- [2] P.V. Darsono, D. Mahdiyah, F. Fahrianti, "Gambaran Karakteristik Ibu Hamil Yang Mengalami Infeksi Saluran Kemih (Isk) di Wilayah Kerja Puskesmas Pekauman Banjarmasin", *Dinamika Kesehatan*, Vol. 7, No. 1, pp. 162-170. 2016.
- [3] R. Li, and S.W. Leslie, "Cystitis", *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*. [Online], Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482435/>. [Accessed: Jul 3, 2021].
- [4] R. Li, and S.W. Leslie, "Acute Pyelonephritis", *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*. [Online], Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519537/>, [Accessed: Jul 3, 2021].
- [5] H. Llewelyn, H.A. Ang, K. Lewis, and A. Al-Abdullah, *Oxford handbook of clinical diagnosis*. New York, USA: Oxford University Press, 2014.
- [6] Z.H. Zhou, "A brief introduction to weakly supervised learning", *National*

- science review*, Vol. 5, No. 1, pp. 44-53. 2018.
- [7] C. Chazar, and B. Erawan, "Machine Learning Diagnosis Kanker Payudara Menggunakan Algoritma Support Vector Machine", *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, Vol. 12, No. 1, pp. 67-80, 2020.
- [8] Z.A. Leleury, and B.P. Tomasouw, "Diagnosa Penyakit Saluran Pernapasan Dengan Menggunakan Support Vector Machine (SVM)", *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, Vol. 9, No. 2, pp 109-119. 2015
- [9] H.T. Sihotang, "Perancangan Aplikasi Sistem Pakar Diagnosa Diabetes Dengan Metode Bayes", *Jurnal Mantik Penusa*, Vol. 1, No. 1, 2017.
- [10] Y. Yuliyana, and A.S.R.M. Sinaga, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Gigi Menggunakan Metode Naive Bayes". *Fountain of Informatics Journal*, Vol. 4, No. 1, pp. 19-23. 2019.
- [11] A. Mujahidin, and D. Pribadi, "Penerapan Algoritma C4. 5 untuk Diagnosa Penyakit Pneumonia Pada Anak Balita Berbasis Mobile". *Jurnal Swabumi*, Vol. 5, No. 2, pp. 155-161. 2017.
- [12] I.M. Nasser, and S.S. Abu-Naser, "Lung cancer detection using artificial neural network", *International Journal of Engineering and Information Systems*, Vol. 3, No. 3, pp. 17-23. 2019
- [13] J. Czerniak, and H. Zarzycki, "Application of rough sets in the presumptive diagnosis of urinary system diseases", In Proc. Artificial Intelligence and Security in Computing Systems, ACS'2002 9th International Conference Proceedings. 2003. pp. 41-51, 2003
- [14] J.R. Quinlan, *C45: Program for Machine Learning*, Massachusetts: Morgan Kaufmann Publisher, 1992.
- [15] W. Wiharto, H. Kusnanto, and Herianto, "Interpretation of Clinical Data Based on C4.5 Algorithm for the Diagnosis of Coronary Heart Disease". *Healthcare Informatics Research*, Vol. 22, No. 3, Jul, pp. 186-195. 2016.
- [16] V.S. Sowmien, K. Palani, T.R. Vijayaram, and V. Sugumaran, "Diagnosis of Hepatitis using Decision Tree Algorithm", *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 8, No. 3, pp. 1415-1419. 2016.
- [17] Sucipto, Kusrini, and E.L. Taufiq, "Classification method of multi-class on C4.5 algorithm for fish diseases", In 2016 2nd International Conference on Science in Information Technology (ICSITech), 2016, pp. 5-9.
- [18] K.A. Scorza, A. Williams, J.D. Phillips, and J. Shaw, "Evaluation of nausea and vomiting". *American family physician*, Vol. 76, No. 1, pp. 76-84. 2007.
- [19] W. Hochreiter, "Das schmerzhaftes Wasserlösen (Dysurie, Algurie) [Painful micturition (dysuria, alguria)]",

- Therapeutische Umschau. Revue therapeutique*, Vol. 53, No. 9, pp. 668–671. 1996.
- [20] T.C. Michels, and J. E. Sands, “Dysuria: evaluation and differential diagnosis in adults”, *American Family Physician*, Vol. 92, No. 9, pp. 778-786. 2015.
- [21] R. Parikh, A. Mathai, S. Parikh, G.C. Sekhar, and R. Thomas, “Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values”, *Indian journal of ophthalmology*, Vol. 56, No. 1, pp. 45–50, 2008.
- [22] P. Chaurasia, “Associative Arrays in PHP”, 2021 [Online], Available: <https://www.geeksforgeeks.org/associative-arrays-in-php/>. [Accessed: Feb. 19, 2022].

Tabel Daftar istilah/Glosarium

No	Istilah	Penjelasan
1.	<i>Array associative</i>	Tipe data abstrak yang menyimpan kumpulan dari pasangan kunci atau index dan nilai. Berbeda dengan array biasa yang menggunakan nomer index posisi pada array untuk melakukan akses nilai array, <i>array associative</i> menggunakan key (biasanya merupakan tipe data <i>string</i>) untuk melakukan akses nilai.
2.	<i>Cystitis</i>	Infeksi saluran kemih bagian bawah, atau infeksi kantung kemih [3].
3.	Nausea	Rasa tidak nyaman, pusing, terkadang sampai mual dan sensasi sebelum muntah [18]
4.	<i>Mictur Pain</i>	Merupakan sensasi perih saat melakukan buang air kecil. Dapat diakibatkan oleh adanya <i>cystitis</i> [19,20]
5.	<i>Renal Pelvis</i>	Sebuah corong pada ginjal yang berfungsi untuk mengumpulkan air seni.
6.	<i>Pyelonephritis</i>	Infeksi bakteri yang menyebabkan peradangan pada ginjal. <i>Pyelonephritis</i> terjadi sebagai komplikasi dari infeksi saluran kemih bagian atas yang menyebar dari kandung kemih ke ginjal [4].

IMPLEMENTASI METODE LEXICON BASE UNTUK ANALISIS SENTIMEN KEBIJAKAN PEMERINTAH DALAM PENCEGAHAN PENYEBARAN VIRUS CORONA COVID-19 PADA TWITTER

Abdus Syakur

Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarma
Jl. Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat
syakur@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Penyebaran virus corona COVID-19 semakin meluas ke seluruh dunia, termasuk negara Indonesia. Upaya pemerintah dalam menangani pandemi ini salah satunya adalah dengan menerapkan kebijakan-kebijakan terkait penyebaran virus. Masyarakat Indonesia yang majemuk mempunyai opini yang beragam terhadap pemberlakuan kebijakan tersebut. Analisis sentimen merupakan studi yang menganalisis opini, sentimen dan emosi seseorang terhadap sebuah produk atau topik yang bertujuan untuk mendapatkan informasi opini masyarakat dan kemudian mengklasifikasikannya. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan informasi opini masyarakat terhadap kebijakan pemerintah dalam menghadapi pandemi COVID-19 dengan harapan pemerintah dapat memantau dan mempertimbangkan kebijakan yang diberlakukan. Penelitian ini menerapkan metode lexicon-based untuk menganalisis polaritas opini masyarakat. Pengumpulan data dilakukan dari tanggal 17 April hingga 24 April 2020 dengan hashtag jokowi. Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan library textblob yang menyediakan kamus berisi leksikon sentimen. Tahap preprocessing yang dilakukan adalah case folding, menghapus string URL, menghapus karakter newline, menghapus mention dan retweet, mengganti nama pengguna dengan spasi, menghapus hashtag, replace slang, penghapusan tanda baca dan menerjemahkan teks kedalam Bahasa Inggris. Berdasarkan hasil analisis dihasilkan informasi bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia memberikan tanggapan positif terhadap kebijakan pemerintah dalam upaya pencegahan penyebaran virus corona COVID-19 di Indonesia. Persentase menunjukkan 30,7% tanggapan positif, 14,3% tanggapan negatif, dan 55% netral.

Kata Kunci: analisis sentimen, lexicon based, covid-19, twitter, kebijakan pemerintah

Abstract

The spread of the COVID-19 corona virus is widespread throughout the world, including the country of Indonesia. One of the government's efforts to deal with the pandemic is to implement policies related to the spread of the virus. The diverse Indonesian society has diverse opinions on the implementation of the policy. Sentiment analysis is a study that analyzes a person's opinions, sentiments and emotions on a product or topic that aims to obtain information on public opinion and then classifies it. The purpose of this study is to find public opinion on government policies in dealing with the COVID-19 pandemic, hopefully the government can monitor and consider the policies that are implemented. This study applies a lexicon-based method to analyze the polarity of public opinion. Data collection was carried out from April 17 to April 24, 2020 with hashtag jokowi. In this study the authors utilize the textblob library which provides a dictionary containing the sentiment lexicon. The preprocessing steps include case folding, deleting the URL string, deleting newline characters, deleting mention and retweeting, replacing user names with spaces, deleting hashtags, replacing slang, deleting punctuation and translating text into English. Based on the results of the analysis produced information that most of the Indonesian people gave a positive response to government policies in efforts to prevent the

spread of the COVID-19 corona virus in Indonesia. The percentage shows 30,7% positive responses, 14,3% negative responses, and 55% neutral.

Keywords: *sentiment analysis, lexicon based, covid-19, twitter, government policy*

PENDAHULUAN

Informasi mengenai penyebaran virus corona banyak ditemukan di media digital maupun media cetak konvensional. Di Indonesia, media sosial Twitter masih terbilang cukup banyak digunakan. Menurut hasil riset *Wearesosial Hootsuite* yang dirilis Januari 2019, Twitter menempati urutan empat setelah Youtube, Facebook dan Instagram sebagai media sosial yang banyak digunakan di Indonesia, hasil riset mencapai 52% dari total populasi. Menurut Latifa [1] “Pengguna Twitter yang berasal dari berbagai kalangan dan disiplin ilmu menyebabkan aliran komunikasi dan opini di media ini menjadi lebih beragam, salah satunya adalah kritikan dan komentar mengenai kebijakan pemerintah”. Kebijakan perintah terkait upaya pencegahan penyebaran virus corona banyak menarik perhatian masyarakat. Kebijakan tersebut bahkan banyak menimbulkan polemik ditengah masyarakat. Pemerintah tentu akan memantau dan mempertimbangkan pemberlakuan kebijakan berdasarkan respon dari masyarakat. Masyarakat mengungkapkan melalui Twitter yang mengakibatkan banyak sekali respon terkait kebijakan perintah dalam upaya pencegahan penyebaran virus corona ini. Dalam setiap *tweet* dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis *tweet* yaitu *tweet* dengan

sentimen positif dan *tweet* dengan sentimen negatif.

Analisis sentimen merupakan analisis untuk mengidentifikasi apa yang masyarakat suka, tidak suka, pendapat, komentar atau umpan balik yang di klasifikasikan menjadi respon positif, negatif atau netral [1]. Penelitian tentang analisis sentimen dapat memberikan penilaian atau evaluasi terhadap suatu produk, pelayanan dan keadaan yang sedang terjadi saat ini dari sebuah opini yang berbentuk *text*, sms, atau *tweet*.

Data Twitter berupa tweet diambil dan dilakukan *text mining*. Dengan melakukan text mining, dapat terlihat apakah tweet tersebut bernilai positif, negative atau netral. Dari hasil analisis dengan menggunakan data tweet dapat menghasilkan klasifikasi tweet positif, negative atau netral. Untuk menganalisis data tweet masyarakat terhadap kebijakan pemerintah Republik Indonesia terkait pencegahan penyebaran virus corona COVID-19, pada penelitian ini Bahasa Pemograman Python digunakan untuk menganalisis data tweet tersebut.

Metode yang penulis gunakan untuk mengukur persentase sentimen masyarakat terhadap kebijakan pemerintah Republik Indonesia terkait upaya pencegahan penyebaran virus corona adalah *Sentiment Analysis* dengan pendekatan *Lexicon-based*.

Pendekatan berbasis leksikon (*Lexicon-based*) bergantung pada leksikon sentimen, yaitu kumpulan istilah sentimen yang diketahui dan dikompilasi sebelumnya. Sumber daya yang dapat digunakan pada analisis sentimen berbasis leksikon secara umum ada 2 jenis, yaitu berbasis kamus dan berbasis *corpus* yang menggunakan metode statistik atau semantik untuk menemukan polaritas sentiment [2]. Penulis menggunakan sumber daya kamus pada penelitian ini, dengan cara memanfaatkan library *TextBlob* pada Python yang menyediakan kamus berisi leksikon sentimen. Penelitian Analisis Sentimen yang pernah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan data twitter dan metode

Lexicon-Based diantaranya adalah Adiyasa Nurfalaha, Adiwijaya dan Arie Ardiyanti Suryani [3] dengan judul Analisis Sentimen Berbahasa Indonesia dengan pendekatan *Lexicon-Based* pada Media Sosial, dengan tujuan untuk menganalisa komentar masyarakat tentang produk makanan di jejaring sosial Twitter. Penelitiannya dihasilkan tingkat akurasi sebesar 66% untuk prediksi komentar positif, negative dan netral. Penelitian lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ikhwan Rustanto, and Nur aini Rakhmawati [4], dengan judul Media Sentiment Analysis of East Java Province:

Lexicon-Based vs Machine Learning SVM. Tujuan penelitiannya adalah menganalisa persepsi masyarakat terhadap Pemerintah Provinsi Jawa Timur (Pemrov Jawa Timur) melalui sosial media Twitter.

Metode yang digunakan *Lexicon-Based*, memperoleh akurasi sebesar 57%. Penelitian lainnya yang menggunakan metode *Lexicon Based* adalah Peneliti Rifiana Arief dan Karen Imanuel [5]. Tujuan dari penelitiannya adalah untuk mengumpulkan komentar masyarakat di sosial media Twitter tentang topik viral desa penari ke kategori positif, negative dan netral. Hasil penelitiannya diperoleh 33 tweet bernilai positif, 767 tweet bernilai netral dan 200 tweet negatif. Prosentase tweet berisi komentar positif sebesar 3.3 %, netral 76.7% dan negatif sebesar 20%.

METODE PENELITIAN

Penulis melakukan analisa sentimen menggunakan dataset berupa tweet yang didapat dari media sosial media Twitter. Tweet diambil dari tanggal 17 April 2020 hingga 24 April 2020 berdasarkan hashtag #jokowi. Data tweet diambil menggunakan TAGS (*Twitter Archiving Google Sheet*) melalui akses Twitter API dengan cara *crawling*. Setelah mendapatkan data tweet selanjutnya dilakukan tahap *preprocessing* seperti menyeragamkan bentuk huruf pada teks menjadi huruf kecil, penghapusan URL, penghapusan mention, retweet, penggantian nama pengguna dengan spasi, *replace slang*, penghapusan tagar dan lain-lain. Setelah proses tersebut, proses selanjutnya adalah mengekstrak nilai sentimen menggunakan metode *Lexicon Based* untuk setiap katanya. Pada langkah ini penulis memanfaatkan *TextBlob library* untuk

penentuan batas ambang untuk label positif, negatif, dan netral. Tahapan berikutnya adalah penyajian hasil yang divisualisasikan dalam bentuk diagram. Tahap akhir penulis melakukan pengujian akurasi tweet dengan cara membandingkan data prediksi dengan data sebenarnya. Tahapan dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengumpulan data dimulai dari tanggal 17 April 2020 hingga 24 April 2020. Data diambil dari *micro-blogging* Twitter melalui *crawling*. *Crawling* menggunakan metode *streaming* data. Untuk memperoleh data tersebut penulis mengambil data melalui TAGS (*Twitter Archiving Google Sheet*) yang diakses melalui <https://tags.hawksey.info/get-tags/>, web yang menyediakan pengambilan data Twitter berdasarkan *hashtag*. Sebelum melakukan proses *crawling*, tahap pertama yang dilakukan adalah mendaftarkan akun twitter sebagai pengembang di situs <https://developer.twitter.com/en/apps> dan melakukan pembuatan *Apps*.

Setelah melakukan pembuatan *Apps*, didapatkan *consumer API key*, *consumer API secret key*, *access token* dan *access token secret*, hal tersebut menjadi syarat yang harus didapatkan agar dapat melakukan request pada Twitter API. Penulis mendapatkan data sebanyak 4130 tweets yang tersimpan dalam file *csv*. Dalam *crawling* tersebut menghasilkan 18 kolom yaitu *id_str*, *from_user*, *text*, *created_at* *time*, *geo_coordinates*, *user_lang*, *in_reply_to_user_id_str*, *in_reply_to_screen_name*, *from_user_id_str*, *in_reply_to_status_id_str*, *source*, *profile_image_url*, *user_followers_count*, *user_friends_count*, *user_location*, *status_url*, *entities_str*.

Preprocessing

Preprocessing adalah salah satu bagian terpenting dari proses analisis. Pada langkah ini, penulis menghapus atau mengganti data noise di setiap tweet, yang tidak banyak berkontribusi untuk klasifikasi sentiment [6].



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penulis melakukan 4 tahap untuk memproses tweet, yaitu *case folding*, *cleaning*, *tokenizing*, *stemming* dan *stopword removal*. Tahapan preprocessing yang dilakukan adalah sebagai berikut :

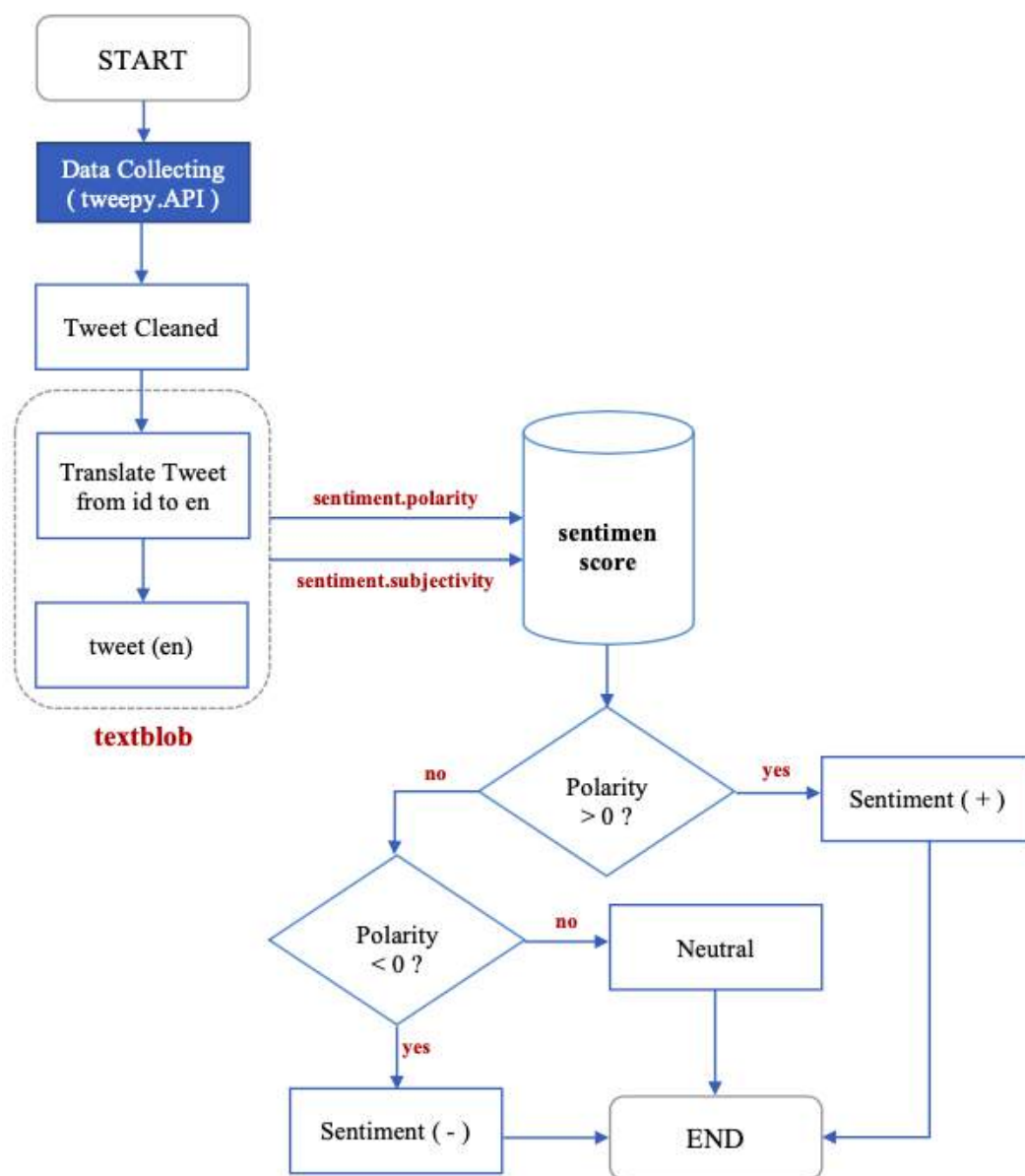
1. *Case folding* untuk menyeragamkan bentuk huruf pada teks menjadi huruf kecil (*lower case*).
2. Menghapus *mention*, *retweet*, *RT*.
3. Menghapus *hash tag*, *hyperlink*.
4. Menghapus *string* URL.
5. Menghapus karakter newline (`'\n'`) yang terdapat pada teks *tweet*.
6. Menghapus tanda baca.
7. Memisahkan kata-kata menjadi kata tunggal dari sebuah kalimat.
8. Mengubah kata berimbuhan Bahasa Indonesia menjadi bentuk dasarnya menggunakan library python Sastrawi.

Klasifikasi Data dengan *Lexicon-Based*

Metode untuk menentukan apakah sebuah kalimat, teks atau komentar mengungkapkan sentiment positif, negatif atau netral salah satunya adalah dengan pendekatan berbasis leksikon [7]. Klasifikasi sentimen dengan Lexical Based merupakan klasifikasi yang menggunakan kamus *lexicon* Bahasa Indonesia. Namun, karena dalam penelitian ini menggunakan *python library TextBlob*, maka kamus *lexicon* yang digunakan berbahasa Inggris. Oleh karena itu teks diterjemahkan ke dalam Bahasa Inggris. *TextBlob* merupakan

library python yang dibangun diatas NLTK [8]. *TextBlob* berisi leksikon sentimen sebanyak 2.919 kata dengan masing-masing skor polaritas dan subjektivitas [9]. Klasifikasi ini telah dicocokkan dengan kata-kata yang terdapat dalam kamus *Lexicon* Bahasa Inggris. Jika tweets memiliki kata positif, maka akan digolongkan pada sentimen tweet positif. Jika tweets memiliki kata negatif, maka akan digolongkan pada sentimen tweet negatif. Namun pada kasus lain jika kedua kata ini bernilai sama, maka digolongkan dalam tweet netral. Diagram alur dari klasifikasi ini dapat dilihat pada flowchart di Gambar 2. Flowchart menyajikan alur dari mulai pengambilan data melalui Twitter API menggunakan TAGS. Selanjutnya data tweet akan melalui tahap preprocessing (*tweet cleaned*) lalu data tweet akan di terjemahkan dari Bahasa Indonesia ke dalam Bahasa Inggris dengan menggunakan *python library TextBlob*.

Python library TextBlob selain dapat digunakan untuk menerjemahkan kata, dapat juga digunakan untuk proses analisa sentiment. Hasil terjemahan tweet Berbahasa Inggris selanjutnya dilakukan proses analisa sentiment. Klasifikasi menggunakan metode *Lexicon Based* menggunakan *python library TextBlob* dari data tweets sebanyak 4130 menghasilkan sentimen positif sebanyak 1942, sentimen negatif sebanyak 1259 dan sentimen netral sebanyak 929.



Gambar 2. Flowchart Analisis Sentimen

Extract Sentiment Score

Hasil *preprocessing* pada tahap sebelumnya menghasilkan berupa kumpulan kata sifat, kata keterangan, kata benda, dan kata kerja dalam Bahasa Inggris.

Penulis mengekstrak nilai sentimen menggunakan metode *Lexicon Based* untuk

setiap katanya. Pada langkah ini penulis memanfaatkan TextBlob library pada python. Untuk penentuan batas ambang untuk label positif, negatif, dan netral ditunjukkan pada Gambar 3. Batas ambang untuk label positif adalah jika $score > 0$, label negatif jika $score < 0$ dan netral jika $score = 0$.

```

def sentimentlabels(senscores):
labels = []
for score in senscores:
    if(score > 0):
        labels.append('positive')
    if(score < 0):
        labels.append('negative')
    else:
        labels.append('netral') return labels

```

Gambar 3. Algoritma untuk Mengekstrak Nilai Sentimen

Uji Akurasi Klasifikasi Tweet

Uji klasifikasi sentimen dilakukan dengan membandingkan data prediksi dengan data sebenarnya.

Berbeda dengan data prediksi dalam format hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh algoritma yang digunakan, data aktual dihasilkan dalam format hasil klasifikasi yang dihasilkan oleh manusia menggunakan pelabelan manual [10]. Textblob bersifat unsupervised, maka tidak dibutuhkan data latih untuk mengklasifikasi sentimen. Pengujian dalam penelitian menggunakan pengujian akurasi. Akurasi mewakili perbandingan jumlah kasus yang diklasifikasikan dengan benar dengan jumlah semua kasus. Untuk menghitung akurasi klasifikasi digunakan metode confusion matrix atau dalam unsupervised learning biasa disebut dengan matching matrix.

Confusion Matrix adalah *tools* evaluasi visual yang digunakan dalam *machine learning*. Kolom *Confusion Matrix* mewakili hasil kelas prediksi, dan baris mewakili hasil kelas yang sebenarnya [11]. Tabel matriks

terdiri dari data aktual dan prediksi, juga dikenal sebagai model confusion matrix 3x3, atau confusion matrix yang diperluas, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Perhitungan akurasi ditunjukkan pada persamaan 1.

Akurasi

$$= \frac{AA + BB + CC}{AA + AB + AC + BA + BB + BC + CA + CB + CC} \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengumpulan Data

Berdasarkan uraian sebelumnya, data tweet didapat dengan menggunakan teknik *crawling*. Penulis mendapatkan data sebanyak 4130 tweets yang tersimpan dalam file *csv*. Proses *Crawling* dilakukan menggunakan TAGS. Gambar 4 menunjukkan tampilan dari web TAGS. Hasil *crawling* ditunjukkan pada Gambar 5. Tabel 1. menunjukkan dataset yang digunakan. TAGS digunakan untuk proses pengumpulan data yang diambil melalui website <https://tags.hawksey.info/get-tags/> dengan menggunakan Twitter API. Data secara otomatis akan dikumpulkan berdasarkan *hashtag* dan tanggal pengambilan

data. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, *crawling* data tweet dilakukan menggunakan *hashtag* Jokowi dengan periode tanggal 17 April 2020 hingga 24 April 2020.

Crawling tersebut menghasilkan 18 kolom yaitu *id_str*, *from_user*, *text*, *created_at* time, *geo_coordinates*, *user_lang*, *in_reply_to_user_id_str*,

in_reply_to_screen_name, *from_user_id_str*, *in_reply_to_status_id_str*, *source*, *profile_image_url*, *user_followers_count*, *user_friends_count*, *user_location*, *status_url*, *entities_str*. Gambar 5 menunjukkan 5 kolom pertama hasil *crawling* data tweet menggunakan TAGS.

Tabel 1. Tabel Confusion Matrix

		Data Prediksi		
		Kelas A	Kelas B	Kelas C
Data Aktual	Kelas A	AA	AB	AC
	Kelas B	BA	BB	BC
	Kelas C	CA	CB	CC



Gambar 4. TAGS-Twitter Archiving Google Sheet

	A	B	C	D	E
1	id_str	from_user	text	created_at	time
2	1253835459471372	LohmenzGonjreng	Oh mengapa? Ada apa sebenarnya? #Jokowi2Periode #JokowiMaruf2019 #Jokowi #Po	Fri Apr 24 23:57:23	25/04/2020 00:57:23
3	1253832072461824	AsmaraRomy	Gimana kabarnya. Programnya #gajelas #kartuprakerja #Jokowi	Fri Apr 24 23:43:55	25/04/2020 00:43:55
4	1253788938626228	eka_adhie	sangat disayangkan tim bapak jokowi sgt lamban dikala covid. tim lambat atau sengaja	Fri Apr 24 20:44:35	24/04/2020 21:44:35
5	1253744607449329	eka_adhie	Nah bener tu pak wi... Tp kok ga dr kmaren? Tim anda perlu digeser deh.. Masak kalah	Fri Apr 24 17:56:22	24/04/2020 18:56:22
6	1253731427197149	Lohmenz	Ya Tuhan... apa yang telah terjadi di negeri ini? #Jokowi #JokowiLemparHandukSaja #jok	Fri Apr 24 17:04:00	24/04/2020 18:04:00
7	1253724872350854	monitorindo	Ditelepon Jokowi, Presiden Trump Segera Kirim Ventilator Corona ke Indonesia: Mafia	Fri Apr 24 16:37:57	24/04/2020 17:37:57
8	1253722250009665	rayreign	RT @detikcom: "Kalau itu bukan mudik, itu namanya pulang kampung. Memang bekenj	Fri Apr 24 16:27:32	24/04/2020 17:27:32
9	1253711075870781	RizaMillati	#Jokowi duh selama ini aku kurang paham dengan bahasa Indonesia https://t.co/WYrB	Fri Apr 24 15:43:07	24/04/2020 16:43:07
10	1253710845721133	RizaMillati	RT @detikcom: "Kalau itu bukan mudik, itu namanya pulang kampung. Memang bekenj	Fri Apr 24 15:41:25	24/04/2020 16:41:25
11	1253701983963238	newsmerahputih	COVID-19 Bikin Puasa Tahun Ini Beda, Jokowi: Tidak Ada Kesemaran di Jalanan. #n	Fri Apr 24 15:07:00	24/04/2020 16:07:00

Gambar 5. Hasil Crawling Menggunakan TAGS

Tabel 2. Contoh Dataset yang Digunakan

id_str	from_user	text	create_at
1250541782279966720	edho_doink	PSBB !! apakah penerapatn kebijakan ini optimal dan dipatuhi ? pantauan lapangan menjawab TIDAK , karna apa? karena kebutuhan pangan masyarakat terutama miskin tidak terpenuhi oleh sebab itu aktifitas akan trs berlanjut demi perut keluarga .#Jokowi	Wed Apr 15 21:49:29 +0000 2020
1251400057682751490	Lewisamuelartha	Mantap bapak Presiden Jokowi Saya sangat kagum dengan apa yang bapak kerjakan saat ini #JokowiMaruf2019 #Jokowi #banyakkerja #KerjaKerjaKerja #majuIndonesia https://t.co/E21CBRfi6Y	Sat Apr 18 06:39:58 +0000 2020
1253178435398074370	nursslmh_	Kebayang gasi ngindarin biar ga meninggal gara gara covid19 sampe diberlakukannya PSBB, tapi meninggal gara gara kelaparan. #COVID19 #COVID19indonesia #Jokowi #prabowo	Thu Apr 23 04:26:36 +0000 2020

Kolom *from_user* menunjukkan nama user, kolom *text* berisikan data tweet dan kolom *created_at* dan *time* menunjukkan waktu tweet tersebut di *posting* ke media sosial Twitter.

Hasil *crawling* didapatkan 4130 tweets dan tersimpan dalam file *csv*. Selanjutnya hasil pengumpulan data tweet tersebut dijadikan dataset dan digunakan dalam proses analisa sentimen.

Tabel 2 menunjukkan contoh dataset

yang penulis gunakan untuk melakukan proses analisa sentimen. Contoh dataset yang disajikan dalam Tabel 1 yang digunakan untuk proses preprocessing adalah data pada kolom *text*.

Hasil Preprocessing

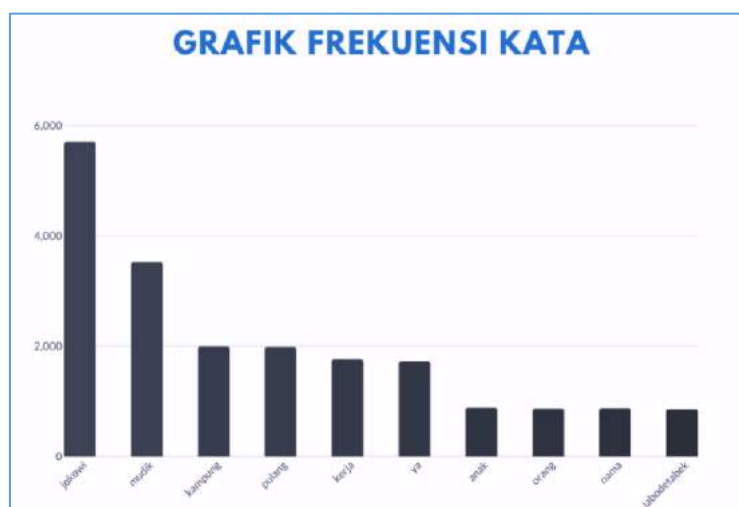
Setelah tahap pengumpulan data, tahap selanjutnya adalah preprocessing. Berdasarkan uraian sebelumnya tahap ini terdiri dari *case folding, cleaning, tokenizing, stemming dan*

stopword removal [12]. Hasil tahap preprocessing secara garis besar ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 7. Tabel 3 menyajikan hasil dari tahap preprocessing data dan Gambar 7 menunjukkan persebaran frekuensi 10 kata terbanyak setelah dilakukan

tahap preprocessing. Contoh data tweet yang sudah melalui proses preprocessing tersaji dalam kolom 2 di Tabel 3. Data tweet sudah tidak mengandung RT, menghilangkan username, menghilangkan tag, menghilangkan link URL dan lain-lain.

Tabel 3. Contoh Hasil Data Processing

Data Sebelum Preprocessing	Data Sesudah Preprocessing
RT @Lewisamuelartha: Mantap bapak Presiden Jokowi Saya sangat kagum dengan apa yang bapak kerjakan saat ini #JokowiMaruf2019 #Jokowi #banyakkerja #KerjaKerjaKerja #majuIndonesia https://t.co/E21CBRfi6Y	mantap bapak presiden jokowi saya sangat kagum dengan apa yang bapak kerja saat ini jokowi maruf 2019 jokowi banyak kerja kerja kerja kerja maju indonesia
Ditunda untuk sementara Hingga semua seperti sedia kala	ditunda untuk sementara hingga semua seperti sedia kala
#dirumahaja #jokowi https://t.co/EINnjclwpT	
LANGKAH JOKOWI HADAPI WABAH VIRUS CORONA DIPUJI, EPIDEMIOLOGIS INGGRIS: TAK BISA SENANGKAN SEMUA ORANG	langkah jokowi hadapi wabah virus corona dipuji epidemilogis inggris tak bisa senang semua orang
#Jokowi #VirusCorona #Covid19 #Jokowidodo https://t.co/ImCtk7XWSJ via @tribunkaltim	



Gambar 7. Grafik Frekuensi Kata

Tabel 4. Contoh Hasil *Sentiment Score*

Hasil preprocessing	Hasil translate	Sentimen Score	Sentimen Label
mantap bapak presiden jokowi saya sangat kagum dengan apa yang bapak kerjakan saat ini jokowi maruf 2019 jokowi banyak kerja kerja kerja kerja maju indonesia	great mr. president jokowi, i am very impressed with what you are currently doing. jokowi maruf 2019 jokowi work work work work advanced indonesia	0,55	positive
ditunda untuk sementara hingga semua seperti sedia kala	temporarily postponed until everything is as it was before	0,0	neutral
corona lockdown narapidana bebas negaraku kacau dan pemerintah seperti kata semua bahwa buat marah masyarakat adalah hal untung	corona lockdown free convicts, my country is chaotic and its government seems to say everything that makes people angry is beneficial	-0,5	negative
langkah jokowi hadapi wabah virus corona dipuji epidemiologis inggris tak bisa senangkan semua orang	Jokowi's step in dealing with the corona virus outbreak was praised, the English epidemic could not please everyone	0,0	neutral

Sebelum masuk ke tahap analisa sentimen, data hasil dari tahap preprocessing dapat menghasilkan kata yang sering muncul. Data tersebut dapat dijadikan indikator bagi penulis sebagai acuan relevansi antara kata yang sering muncul dengan hashtag yang digunakan pada saat pengumpulan data, yaitu #jokowi. Grafik pada Gambar 7 menunjukkan kata Jokowi sebagai kata yang sering muncul, dengan kisaran angka 5800.

Hasil Analisa Sentimen

Pada tahapan *Extract Sentimen Score* dihasilkan label sentimen dalam setiap kata teks. Hasil ditunjukkan pada Tabel 4 berupa contoh hasil preprocessing, sentimen score dan sentimen label.

Tabel 4 menunjukan hasil translate data preprocessing yang menggunakan Bahasa Indonesia ke dalam Bahasa Inggris, *sentiment score* dan *sentiment label* dengan menggunakan *python library textblob*. Batas ambang

untuk label positif adalah jika score > 0, label negatif jika score < 0 dan netral jika score = 0. Contoh score Tabel 4 pada baris 1 adalah 0,55, score 0,55 termasuk dalam label positif karena batas ambang nilai score > 0. Contoh score Tabel 4 pada baris 2 adalah 0,0, score 0,0 termasuk dalam label netral karena batas ambang nilai score = 0. Contoh score Tabel 4 pada baris 3 adalah -0,55, score -0,55 termasuk dalam label negatif karena batas ambang nilai score < 0.

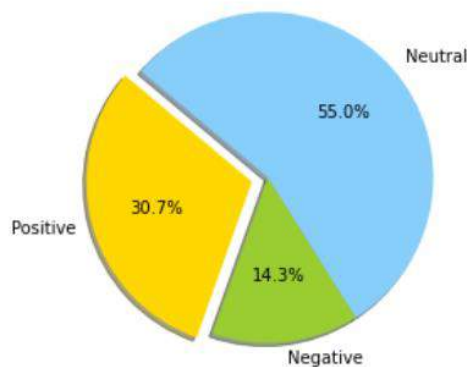
Hasil Visualisasi

Berdasarkan data dan analisis sentimen *lexicon-based*, maka dihasilkan visualisasi

dalam bentuk *pie chart*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8 bahwa terdapat 30,7% tanggapan positif terhadap kebijakan perintah dalam upaya pencegahan penyebaran virus corona COVID-14, 3% tanggapan negatif, dan 55,0% netral.

Pengujian Klasifikasi

Hasil klasifikasi menggunakan TextBlob menghasilkan kelas sentimen positif lebih banyak dari hasil pelabelan manual, jumlah kelas sentiment positif dari klasifikasi TextBlob berjumlah 370 sementara pelabelan manual menghasilkan klasifikasi 347 teks.



Gambar 8. Hasil Visualisasi Analisa Sentimen

Tabel 5. Tabel *Confusion Matrix*

		Data Prediksi		
		Positif	Netral	Negatif
Data Aktual	Positif	195	38	114
	Netral	20	114	17
	Negatif	155	21	532

$$Akurasi = \frac{195 + 114 + 532}{1026} = 0.819 = 81.9\%$$

Di kelas sentimen negatif, TextBlob mengklasifikasikan 173 teks, dibandingkan pelabelan manual yang dapat mengklasifikasikan 151 teks sebagai sentiment negatif. Berbeda dengan kelas netral, TextBlob menghasilkan klasifikasi netral sebanyak 663, lebih sedikit dibandingkan pelabelan manual yang mengklasifikasikan 708 teks sebagai teks netral.

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5, diketahui hasil klasifikasi sentiment menggunakan textblob memberikan akurasi secara keseluruhan sebesar 81,9 %. Nilai akurasi mengindikasikan seberapa akurat sistem dapat mengklasifikasikan data dengan benar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menghasilkan analisis sentimen berdasarkan tanggapan masyarakat terhadap kebijakan pemerintah dalam upaya pencegahan penyebaran virus corona COVID-19. Metode *Lexicon Based* dapat diterapkan dalam teks berbahasa Indonesia dengan terlebih dahulu dilakukan proses penerjemahan ke dalam Bahasa Inggris. Berdasarkan persentase tanggapan masyarakat terhadap kebijakan pemerintah dalam upaya pencegahan penyebaran virus corona COVID-19 ini dapat disimpulkan bahwa sebagian besar masyarakat Indonesia memberikan tanggapan positif.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan tingkat akurasi 81.9 %,

karena dalam menganalisis sentiment teks antara algoritma dan manusia berbeda. Manusia memiliki emosi dalam memberikan ukuran sentiment dalam sebuah teks. Saran penelitian selanjutnya adalah dilakukannya perbandingan *score* dengan menggunakan *VADER* sentiment.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. N. Pradany and C. Faticah, "Analisa Sentimen Kebijakan Pemerintah Pada Konten Twitter Berbahasa Indonesia Menggunakan SVM dan K-Medoid Clustering," *SCAN-Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. X1, no. 1, pp. 59-66, 2016.
- [2] W. Medhat, A. Hassan and H. Korashy, "Sentiment analysis algorithms and applications:," *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 1, pp. 1093-1113, 2013.
- [3] N. Adiyasa , Adiwijaya and A. . S. Ardiyanti, "Analisis Sentimen Berbahasa Indonesia dengan pendekatan Lexicon-Based pada Media Sosial," vol. 2, no. 1, January - March 2017.
- [4] I. Rustanto and N. a. Rakhmawati, "Media Sentiment Analysis of East Java Province: Lexicon-Based vs Machine Learning SVM," *IPTEK Journal of Proceedings Series*, no. 6, pp. 203-208, 2020.
- [5] A. Rifiana and K. Imanuel, "Analisis Sentimen Topik Viral Desa Penari Pada

- Media Sosial Twitter Dengan Metode Lexicon Based," *Jurnal Ilmiah MATRIK*, vol. 21, no. 3, 2019.
- [6] H. M. Keerthi Kumar and B. S. Harish, "Classification of Short Text Using Various Preprocessing Techniques: An Empirical Evaluation," vol. 3, pp. 19-30, 2017.
- [7] K. . M. Nahar, A. Jaradat, M. S. Atoum and F. Ibrahim, "Sentiment Analysis And Classification Of Arab Jordanian Facebook Comments For Jordanian Telecom Companies Using Lexicon-Based Approach And Machine Learning," *Jordanian Journal of Computers and Information Technology (JJCIT)*, vol. 06, no. 03, pp. 247-262, 2020.
- [8] W. N. S. Wan Min and N. Z. Zulkarnain, "Comparative Evaluation of Lexicons in Performing Sentiment Analysis," *Journal Of Advanced Computing Technology And Application (JACTA)*, vol. 2, no. 1, pp. 14-20, 2020.
- [9] S. Loria, *textblob Documentation Release 0.16.0*, 2020.
- [10] U. Khaira, R. Johanda, U. P. Pradita Eko and T. Suratno, "Sentiment Analysis of Cyberbullying on Twitter," *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining (IJAIMD)*, vol. 3, no. 1, pp. 21-26, 2020.
- [11] J. Xu, Y. Zhang and D. Miao, "Three-way confusion matrix for classification: A measure driven view," *Information Sciences*, vol. 507, no. 0020-0255, pp. 772-794, 2020.
- [12] G. A. Buntoro, T. B. Adji and A. E. Purnamasari, "Sentiment Analysis Twitter dengan Kombinasi Lexicon Based dan Double Propagation," *CITEE Universitas Gajah Mada*, pp. 39-43, 2014.

PREDIKSI HARGA SAHAM INDEKS IDX30 DI INDONESIA SAAT PANDEMI COVID-19 DENGAN AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE (ARIMA)

¹Bayu Diharjo, ²Rifiana Arief

¹Manajemen Sistem Informasi, Program Pasca Sarjana, Universitas Gunadarma

¹Jalan Margonda Raya No.100, Depok, 16424, Jawa Barat

¹bayudiharjo@gmail.com, ²rifiana@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Covid-19 (Corona Virus Disease 2019) adalah penyakit akibat serangan virus SARS-Cov-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus2) atau lebih dikenal dengan istilah Virus Corona. Adanya pandemi corona ini berpengaruh terhadap berbagai sektor di Indonesia, salah satunya adalah sektor ekonomi dan kegiatan investasi. Hal ini ditandai dengan pelemahan nilai indeks saham dan pertumbuhan jumlah investor yang cukup tinggi. Salah satu Indeks saham adalah Indeks IDX30. Data Indeks IDX30 dapat membantu investor dalam prediksi harga beberapa periode kedepan dalam mengambil keputusan untuk buy atau hold saham untuk mengurangi kerugian dan memperoleh keuntungan. Tujuan penelitian melakukan analisis prediksi harga saham indeks IDX30 di Indonesia saat pandemi Covid-19 menggunakan Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Data yang digunakan sebanyak 369 data harian harga penutupan (closing price) Indeks IDX30 tanggal 04 Mei 2020 hingga 08 Mei 2021. Dari hasil pengujian diperoleh model terbaik yaitu ARIMA (0,1,1) dengan nilai error RMSE sebesar 46.11725 (46.11%), MAE sebesar 38.25260 (38.25%), dan MAPE sebesar 7.966014 (7.96%).

Kata Kunci: ARIMA, Indeks IDX30, Covid-19, RMSE, MAE, MAPE

Abstract

Covid-19 (Corona Virus Disease 2019) is a disease caused by the attack of the SARS-Cov-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus2) virus or better known as the Corona Virus. The existence of this corona pandemic affects various sectors in Indonesia, one of which is the economic sector and investment activities. This is indicated by the weakening of the stock index value and a fairly high growth in the number of investors. One of the stock indexes is the IDX30 Index. IDX30 Index data can assist investors in predicting prices for the next few periods in making decisions to buy or hold shares to reduce losses and gain profits. The purpose of the study was to analyze the prediction of the IDX30 index stock price in Indonesia during the Covid-19 pandemic using the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). The data used are 369 daily closing prices for the IDX30 Index from 04 May 2020 to 08 May 2021. From the test results, the best model is ARIMA (0.1,1) with an RMSE error value of 46.11725 (46.11%). MAE is 38.25260 (38.25%), and MAPE is 7.966014 (7.96%).

Keywords: ARIMA, Index IDX30, Covid-19, RMSE, MAE, MAPE

PENDAHULUAN

Covid-19 (*Corona Virus Disease 2019*) adalah penyakit akibat serangan virus SARS-Cov-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus2*) atau lebih dikenal dengan virus *corona* [1]. Kasus *corona* muncul dan menyerang manusia pertama kali di provinsi Wuhan, China. Awal kemunculannya diduga merupakan penyakit pneumonia, dengan gejala serupa sakit flu pada umumnya. Gejala tersebut di antaranya batuk, demam, letih, sesak napas, dan tidak nafsu makan. Namun berbeda dengan influenza, virus *corona* dapat berkembang dengan cepat hingga mengakibatkan infeksi lebih parah dan gagal organ. Kondisi darurat ini terutama terjadi pada pasien dengan masalah kesehatan sebelumnya [1]. Penularan virus *corona* ini sangat cepat sehingga Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan penyebaran virus *corona* sebagai pandemi pada 11 Maret 2020.

Pemerintah Indonesia sendiri memberlakukan kebijakan untuk menekan penyebaran virus ini dengan Pembatasan Sosial Berskala Besar. Penerapan kebijakan ini berdampak pada berhentinya kegiatan sosial masyarakat dan berpengaruh pada semua sektor kehidupan sosial masyarakat [2]. Berkaitan dengan sektor ekonomi dan kegiatan investasi, pandemi ini memberikan dampak terhadap pergerakan harga saham dan jumlah investor di Indonesia. Pergerakan harga saham di Indonesia mengalami pelemahan, ditandai dengan Indeks Harga Saham Gabungan

(IHSG) diprediksi pelemahan selama 8 hari beruntun. Hal ini disebabkan karena IHSG gagal melakukan *rebound* setelah pengumuman kasus pertama virus *corona* di Indonesia. Harga Indeks turun 91,46 poin atau 1,68% ke level 5.361,25 [3]. Berdasarkan data statistik pasar modal Indonesia dari OJK, hingga November 2020 jumlah investor terus mengalami peningkatan sebesar 42% jika dibandingkan dengan jumlah investor pada tahun 2019 akhir. Sampai bulan Februari 2021, tercatat kenaikan sebesar 16,24% jika dibandingkan dengan akhir tahun 2020. Keadaan ini mengindikasikan dampak yang baik dikarenakan masyarakat Indonesia semakin banyak yang sadar tentang pentingnya dana yang dicadangkan untuk kondisi mendesak atau darurat melalui investasi.

Fluktuasi pasar biasanya ditandai oleh berubahnya indeks pasar saham secara keseluruhan dan dapat mempengaruhi variabilitas *return* suatu investasi. Kondisi pasar sulit diperkirakan dan baru diketahui setelah peristiwa terjadi [4]. Pengetahuan dan langkah yang tepat dalam kegiatan jual beli di pasar saham sangat diperlukan investor untuk dapat memaksimalkan keuntungan dan meminimalisasi kerugian yang mungkin terjadi. Guna memaksimalkan investasi pada saham, investor harus mampu melakukan analisis untuk dapat pengambilan keputusan yang tepat mengingat investasi saham mengandung unsur ketidakpastian dan potensi resiko yang tinggi antara lain karena

pergerakan harga saham yang bergerak cukup dinamis dan tinggi serta selama jangka waktu tertentu umumnya membentuk suatu pola tertentu.

Salah satu saham yang diperdagangkan di Bursa Efek Jakarta adalah Indeks IDX30. Indeks IDX30 merupakan Indeks yang mengukur kinerja harga dari 30 saham dengan likuiditas tinggi, kapitalisasi pasar besar dan didukung oleh fundamental perusahaan yang baik [5]. Pada awal pandemi corona, pergerakan harga saham perusahaan-perusahaan dengan label IDX30 cenderung tidak stabil. Kesalahan dalam mengambil keputusan dapat berakibat timbulnya kerugian. Forecasting adalah teknik memprediksi atau meramalkan beberapa peristiwa atau kejadian di masa yang akan datang. Prediksi sangat penting dalam berbagai bidang kehidupan sosial masyarakat termasuk bisnis, industri, pemerintahan, ekonomi, lingkungan, kedokteran, ilmu sosial, politik, dan keuangan [6].

Beberapa penelitian terdahulu telah melakukan forecasting untuk meramalkan atau memprediksi berbagai keperluan menggunakan metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Peramalan tingkat inflasi di Kenya dilakukan menggunakan metode ARIMA dan GARCH. Hasil penelitian ini menempatkan ARIMA (1,1,12) merupakan model dengan tingkat akurasi lebih baik dibandingkan dengan model GARCH (1,2) [7]. Prediksi / peramalan tingkat inflasi yang ada di Sudan menggunakan model

ARIMA. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari periode 1970 sampai dengan 2016. Hasil penelitian ini menunjukkan ARIMA (1,2,1) sebagai model terbaik [8]. Prediksi / peramalan tingkat pengangguran di Malaysia menunjukkan model ARIMA (2,1,2) menghasilkan akurasi lebih baik dibandingkan dengan model *Holt-Winters* berdasar nilai *Mean Square Error* (MSE) [9]. Prediksi / peramalan harga penutupan dari pasar saham Amman (ASE) di Yordania menggunakan model ARIMA. Hasil penelitian ini menunjukkan model ARIMA (1,1,2) memberikan akurasi tinggi dalam prediksi dengan nilai RMSE yaitu 4.00 pada 200 data observasi harga harian indeks Bursa Efek Amman (ASE) [10]. Prediksi / peramalan kasus hepatitis B di China dengan menggunakan model ARIMA dan model *grey GM* (1,1). Hasil penelitian menunjukkan kinerja prediksi menggunakan model ARIMA lebih baik daripada model GM (1,1) [11].

Prediksi/ peramalan harga saham IHSG pada Indonesia Composite Index (ICI) pada data bulanan *Indonesia Composite Index* (ICI) di Bursa Efek Indonesia (BEI) periode Januari 2000 sampai dengan Desember 2017 menggunakan model ARIMA. Hasil penelitian ini menunjukkan model ARIMA (0,1,1) memiliki nilai error minimum RMSE 444.3502, MAE 382.3258, dan MAPE pada 216 data observasi harga saham IHSG [12]. Prediksi / peramalan nilai harga saham PT. Bumi Citra Permai Tbk dengan membandingkan model ARIMA dan *Artificial*

Neural Network (ANN). Hasil dari penelitian ini disimpulkan bahwa perbandingan hasil perhitungan *error* RMSE dengan model ARIMA (1,0,0), dan ARIMA (2,0,0), masing-masing sebesar 1.3738, 1.5514, sedangkan ANN dengan 16 *hidden layer* sebesar 4.6814. Hasil dari penelitian ini model ARIMA (1,0,0) lebih akurat dibandingkan metode ANN dalam prediksi harga saham PT. Bumi Citra Permai Tbk [13]. Prediksi / peramalan deret waktu (*time series*) mengenai data harian *nifty* dari indeks NIFTY50 di bursa efek India dengan mengimplementasikan model ARIMA [14]. Prediksi / peramalan jumlah harian kasus *Covid-19* yang terkonfirmasi di Sudan dengan melakukan perbandingan model ARIMA dan *Holt Winter*. Hasil penelitian menunjukkan model ARIMA(2,1,2) direkomendasikan dalam prediksi dibandingkan dengan model *Holt-Winters* [15].

Prediksi/peramalan harga minyak mentah selama pandemi dengan membandingkan model ARIMA dengan model GARCH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ARIMA(4,1,4) memiliki hasil lebih baik dibandingkan dengan model GARCH(1,1) [16]. Prediksi / peramalan peningkatan pasien terinfeksi *Covid-19* di Iran dengan membandingkan model ARIMA dan *Neural Network (ANN)*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa akurasi model ARIMA lebih baik dibandingkan model ANN [17].

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA memiliki tingkat akurasi yang baik

ketika dibandingkan model lainnya dalam hal prediksi / peramalan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisis prediksi nilai harga penutupan (*closing price*) saham Indeks IDX30 dimasa pandemi virus *corona (Covid-19)* dengan model peramalan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, menilai harga penutupan (*closing price*) saham Indeks IDX30 di masa pandemi virus *corona (Covid-19)* mengalami kenaikan atau penurunan dan mengevaluasi penerapan metode ARIMA terhadap hasil prediksi nilai harga penutupan (*closing price*) saham Indeks IDX30 berdasarkan nilai *Root Mean Square (RMSE)*, nilai *Mean Absolute Error (MAE)*, dan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Hasil penelitian ini menyediakan model prediksi / peramalan harga saham terutama harga penutupan (*closing price*) yang dapat dijadikan alternatif untuk mempelajari kondisi harga saham dalam beberapa periode ke depan bagi manajer investasi, investor ataupun calon investor untuk keputusan investasi dalam mengendalikan resiko (*buy*) atau (*hold*) sehingga dapat meminimalkan kerugian dan mengoptimalkan keuntungan sebagaimana tujuan utama investor khususnya saat pandemi virus *corona (Covid-19)*.

METODE PENELITIAN

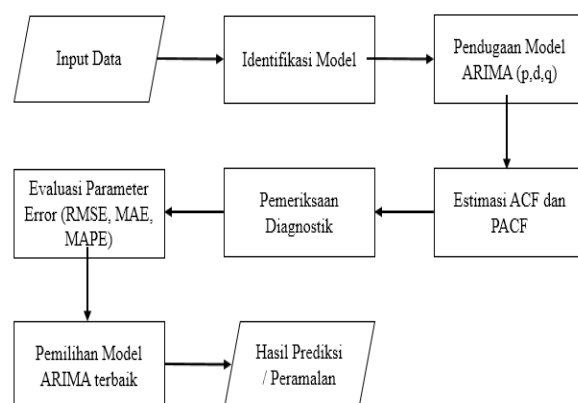
Penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu data harga penutupan (*closing price*) harian saham Indeks IDX30 dari tanggal

04 Mei 2020 sampai dengan 08 Mei 2021 yang diunduh dari laman resmi *investing.com* (<https://id.investing.com/>). Variabel penelitian ini adalah data harga penutupan (*closing price*) harian saham Indeks IDX30 dari tanggal 04 Mei 2020 sampai dengan 08 Mei 2021. Dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan proses dalam menentukan model yang tepat untuk meramalkan nilai harga saham dalam indeks IDX30 menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Secara garis besar, metode penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan proses seperti yang tergambar pada Gambar 1. Tahapan awal dimulai dari input data harga saham. Data yang digunakan dalam input data merupakan data nilai harga penutupan (*closing price*) harian saham Indeks IDX30. Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari laman resmi *investing.com* (<https://id.investing.com/>) dari tanggal 04 Mei 2020 sampai dengan 08 Mei 2021 dengan total data observasi sebanyak 369 *record*. Tahap selanjutnya yaitu identifikasi model dengan uji stasioneritas dan diferensiasi data untuk

memperoleh pendugaan model ARIMA (p,d,q). Kemudian dilakukan estimasi parameter model dengan menggunakan ACF dan PACF. Tahap selanjutnya dilakukan pemeriksaan diagnostik dengan parameter nilai *Akaike's Information Criterion (AIC)* dan *Schwartz's Bayesian Criterion (SBC)*, dan selanjutnya dilakukan evaluasi parameter kesalahan (*error*) dengan nilai *error* terkecil kemudian dilakukan prediksi atau peramalan dengan menggunakan model ARIMA terbaik yang dihasilkan.

Input Data Harga Saham IDX30

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari situs *Investing.com* (<https://id.investing.com/>). Data input yang digunakan adalah nilai harga penutupan (*closing price*) harian saham Indeks IDX30 yang merupakan data sekunder yang diperoleh dari laman resmi *investing.com* (<https://id.investing.com/>) dari tanggal 04 Mei 2020 sampai dengan 08 Mei 2021. Sampel data mingguan nilai harga saham Indeks IDX30 tersaji pada Tabel 1.



Gambar 1. Tahapan Metode Penelitian

**Tabel 1. Sampel data Data Harga Penutupan (*Closing Price*) Harian [18]
Saham Indeks IDX30**

Tanggal	Harga (Rp)
04/05/2020	377,94
05/05/2020	378,52
06/05/2020	376,59
07/05/2020	377,68
08/05/2020	375,61

[Sumber: *Investing.com*, 2021]



Gambar 2. Grafik Harga Saham Indeks IDX30 Stasioner

Pendugaan Model ARIMA

Setelah dilakukan penginputan data, langkah selanjutnya adalah proses pendugaan model. Pada tahapan ini dilakukan pengecekan kondisi data apakah stasioner atau tidak dengan melakukan pengecekan kestasioneran data. Pada gambar 2 terlihat bahwa grafik menunjukkan data harga penutupan saham Indeks IDX30 tidak stasioner karena terlihat grafik naik turun.

Penentuan stasioner atau tidaknya suatu data cukup dilakukan dengan melihat plot antara data terhadap waktu. Jika plot tidak menampilkan pola tren maka data tersebut stasioner. Untuk menjadikan grafik stasioner dilakukan uji stasioneritas terhadap data yang

diuji. Dalam penelitian ini untuk menentukan stasioner data menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan kriteria parameternya menggunakan *Akaike Info Criterion* (AIC) atau *Schwarz Info Criterion* (SBC), sedangkan untuk menghasilkan nilai probabilitas p (p value) < 0.05 menggunakan level diferensiasi dari level 0 sampai level 2 [6]. Setelah data sudah stasioner pendugaan model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat plot ACF dan PACF pada *correlogram* dapat dijadikan model ARIMA (p,d,q) [19]. Model sementara untuk peramalan ARIMA dapat diperoleh dari aturan pola ACF dan PACF dalam pembentukan model seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan Pola ACF dan PACF

ACF	PACF	Model Tentatif
<i>Tails off</i>	<i>Cuts off</i> setelah lag q	AR(p)
<i>Cuts off</i> setelah lag p	<i>Tails off</i>	MA(q)
<i>Cuts off</i> setelah lag p	<i>Cuts off</i> setelah lag p	AR(p) atau MA(q) pilih model terbaik

Pada Tabel 2 pola ke-1 dan ke-2, terdapat pola *tails off* pada ACF dan PACF menunjukkan bahwa data tidak stasioner. Setelah data stasioner pola menunjukkan tidak adanya *tails off* seperti pada pola ke-3 sehingga dapat dilakukan kombinasi kemungkinan model dengan parameter AR(p) MA(q), dan juga ARMA(p,q) .

Estimasi Parameter

Tahap estimasi parameter ini adalah mengevaluasi model yang sudah melewati tahap pengujian stasioneritas data dan dilanjutkan dengan melihat pola ACF dan PACF. Estimasi model yang telah dihasilkan kemudian dilakukan estimasi parameter yang nilai yaitu *Akaike's Information Criterion* (AIC) dan *Schwartz's Bayesian Criterion* (SBC). Penentuan estimasi model terbaik dilihat dari nilai terkecil dari AIC dan SBC.

Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik merupakan tahapan untuk menganalisis nilai probabilitas untuk semua estimasi model. Tahap ini bertujuan untuk memastikan apakah model yang digunakan sudah baik dengan melihat residual. Analisis residual dapat dikatakan baik jika memiliki *white noise* dengan melihat nilai probabilitas pada ACF dan PACF yang

signifikan ($p\text{-value} > \alpha = (0,05)$ [5]. Dengan melihat *Correlogram Residual* dapat dianalisis untuk mendapatkan model ARIMA yang baik untuk melakukan peramalan.

Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Model ARIMA yang terpilih merupakan satu model yang telah melalui proses-proses pengujian model sampai dengan menentukan model terbaik untuk mengetahui ketepatan sebelum melakukan peramalan. Tahap awal melakukan stasioneritas data dan diferensiasi data, mengidentifikasi model melalui pola ACF dan PACF *Correlogram*, sehingga memperoleh 3(tiga) model sementara. Pemilihan Model ARIMA yang sudah melalui pengecekan kesalahan (*error*) menggunakan kriteria *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan nilai terkecil.

Pengukuran Akurasi Model ARIMA

Pengukuran akurasi model ARIMA dalam peramalan menggunakan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) untuk mengetahui keakuratan paramalan data uji. Semakin kecil nilai MAPE yang dihasilkan, menunjukkan bahwa hasil peramalan semakin mendekati nilai aktual sehingga nilai yang dipilih merupakan model dengan nilai MAPE terkecil. Penetapan model dengan nilai MAPE

kurang dari 10% ($MAPE < 10\%$) dianggap hasil peramalan sangat baik, nilai MAPE kurang dari 20% ($MAPE < 20\%$) dianggap hasil peramalan baik, dan nilai MAPE diantara 20% sampai dengan 50% ($20\% < MAPE < 50\%$) dianggap hasil peramalan cukup baik [17].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian kali ini yang akan diramalkan adalah harga saham indeks IDX30 dimasa pandemi corona (*Covid-19*) di rentang waktu Juni 2021 sampai dengan Agustus 2021. Pengujian dengan model ARIMA diharapkan mampu meramalkan harga saham indeks

IDX30 berdasarkan model terbaik dengan nilai MAPE yang terkecil.

Hasil Identifikasi Model

Proses pengidentifikasian model yang akan digunakan dalam peramalan, langkah yang dilakukan yaitu dengan melakukan uji stasioneritas dan menemukan pendugaan level diferensiasi model ARIMA terhadap data harga saham Indeks IDX30. Pengujian stasioneritas dan level diferensiasi diperlukan Uji Unit Root menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller (ADF)* terhadap data harga saham Indeks IDX30.

Null Hypothesis: HARGA has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.861669	0.3504
Test critical values:		
1% level	-3.448012	
5% level	-2.869219	
10% level	-2.570928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(HARGA)
Method: Least Squares
Date: 10/06/21 Time: 13:28
Sample (adjusted): 5/07/2020 5/07/2021
Included observations: 366 after adjustments

(a) Hasil Uji Unit Root pada Level (H_0)

Null Hypothesis: D(HARGA) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-16.98977	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.448012	
5% level	-2.869219	
10% level	-2.570928	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(HARGA,2)
Method: Least Squares
Date: 10/06/21 Time: 13:29
Sample (adjusted): 5/07/2020 5/07/2021
Included observations: 366 after adjustments

(b) Hasil Uji Unit Root pada 1st difference (H_1)

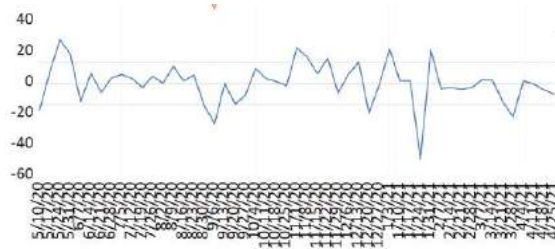
Gambar 3. Hasil Uji Unit Root dengan ADF

Pada gambar 3 (a) dilakukan pengujian dengan diferensiasi Level (level 0), hasil yang didapat bahwa nilai probabilitas *p value* sebesar $0.3504 > 0.05$ dan *t-statistik* sebesar $-1.8616 > t\text{-critical values } -2.8692$, maka variabel nilai H_0 dianggap tidak stasioner. Pada gambar 3 (b) dilakukan pengujian dengan diferensiasi *1st Diference* (level 1) memperoleh nilai probabilitas *p value* sebesar $0.0000 < 0.05$ dan nilai *t-statistik* sebesar $-16.98977 > t\text{-critical values}$ sebesar -2.921 , maka variabel nilai H_1 dianggap sudah stasioner karena sudah stasioner dengan nilai *p*

values < 0.05 dan *t-statistic* $< t\text{-critical values}$. Dari pengujian yang telah dilakukan maka untuk data harga saham Indeks IDX30 menggunakan nilai diferensiasi level 1 H_1 .

Estimasi Parameter ACF dan PACF

Langkah selanjutnya adalah melakukan pendugaan model ARIMA dengan melakukan pengujian dengan kriteria *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) untuk mendapatkan parameter *p* dan *q*.



Gambar 4. Hasil Uji Unit Root dengan ADF

Date: 10/06/21 Time: 13:67		Sample (adjusted): 5/05/2020 5/07/2021		Included observations: 308 after adjustments			
Autocorrelation		Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.150	0.150	8.3788	0.004			
2	-0.135	-0.161	15.138	0.001			
3	0.128	0.065	21.271	0.000			
4	-0.070	-0.060	23.129	0.000			
5	0.066	0.081	24.782	0.000			
6	0.021	0.015	24.948	0.000			
7	-0.018	0.022	25.077	0.001			
8	0.050	0.039	26.020	0.001			
9	-0.009	0.010	26.050	0.002			
10	-0.021	-0.013	26.219	0.003			
11	0.042	0.027	26.892	0.005			
12	0.023	0.034	27.100	0.007			
13	0.031	0.050	27.483	0.011			
14	-0.031	-0.022	27.836	0.015			
15	-0.028	-0.028	28.149	0.021			
16	-0.021	-0.053	28.318	0.029			
17	-0.043	-0.062	29.024	0.034			
18	-0.003	-0.036	29.028	0.048			
19	0.058	0.046	30.360	0.047			
20	-0.021	-0.000	30.528	0.062			
21	-0.053	-0.040	31.929	0.064			
22	-0.011	-0.033	31.680	0.083			
23	0.086	0.062	33.338	0.075			
24	0.006	0.022	33.354	0.097			
25	-0.100	-0.081	37.349	0.053			
26	0.015	-0.016	37.437	0.068			
27	0.057	0.047	38.733	0.067			
28	0.046	0.061	39.539	0.073			
29	-0.068	-0.040	41.400	0.064			
30	0.056	0.060	42.608	0.063			
31	-0.020	-0.040	42.772	0.078			
32	-0.022	-0.010	42.961	0.093			
33	-0.001	-0.037	42.961	0.115			
34	-0.026	-0.021	43.246	0.133			
35	0.132	0.117	50.397	0.044			
36	-0.018	0.015	60.529	0.055			
37	0.004	0.058	60.537	0.068			
38	0.054	0.047	62.291	0.062			
39	-0.015	0.019	62.297	0.076			
40	0.032	0.028	62.726	0.086			
41	0.032	0.057	64.352	0.079			
42	-0.006	-0.064	68.165	0.050			
43	-0.025	-0.064	68.418	0.059			
44	-0.031	-0.061	68.827	0.067			
45	-0.007	-0.007	68.849	0.081			

Gambar 5. Pengujian ACF dan PACF

Dari gambar 5 Pengujian ACF dan PACF, menunjukkan bahwa plot ACF maupun PACF mengalami *tails off* atau data tidak signifikan dari *lag* 1 sampai *lag* 52, sehingga dari hasil pengujian tersebut pendugaan model ARIMA bernilai *Autorgressive* sebesar AR (1) dan *Moving Average* sebesar MA(1) dan d sebesar 1 dengan kemungkinan model ARIMA (p,d,q) akan memiliki 3 model pendugaan yang terbentuk yaitu ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,1).

Estimasi Parameter Model

Pengujian estimasi parameter model untuk melihat model yang memiliki akurasi paling baik. Pengujian parameter model akan dilakukan dengan menggunakan kriteria *Akaike Info Criterion* (AIC) dan *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC) sebagai pembandingnya. Parameter model data yang didapat dari harga saham Indeks IDX30 yaitu ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1) dan ARIMA (1,1,1).

Dependent Variable: D(HARGA)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 10/06/21 Time: 14:21
 Sample: 5/05/2020 5/07/2021
 Included observations: 368
 Convergence achieved after 9 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.246523	0.286291	0.861090	0.3898
AR(1)	-0.150125	0.043116	-3.481879	0.0006
SIGMASQ	36.96600	1.573359	23.49496	0.0000

R-squared	0.022622	Mean dependent var	0.244918
Adjusted R-squared	0.017266	S.D. dependent var	6.158299
S.E. of regression	6.104902	Akaike info criterion	6.464242
Sum squared resid	13603.49	Schwarz criterion	6.496101
Log likelihood	-1186.421	Hannan-Quinn criter.	6.476899
F-statistic	4.224006	Durbin-Watson stat	2.047317
Prob(F-statistic)	0.015362		

Inverted AR Roots	-.15
-------------------	------

(a) Model ARIMA (1,1,0)

Dependent Variable: D(HARGA)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 10/06/21 Time: 14:24
 Sample: 5/05/2020 5/07/2021
 Included observations: 368
 Convergence achieved after 21 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.247646	0.263535	0.939710	0.3480
MA(1)	-0.195681	0.040925	-4.781502	0.0000
SIGMASQ	36.67482	1.551215	23.64264	0.0000

R-squared	0.030321	Mean dependent var	0.244918
Adjusted R-squared	0.025007	S.D. dependent var	6.158299
S.E. of regression	6.080810	Akaike info criterion	6.456378
Sum squared resid	13496.33	Schwarz criterion	6.488237
Log likelihood	-1184.974	Hannan-Quinn criter.	6.469035
F-statistic	5.706536	Durbin-Watson stat	1.962583
Prob(F-statistic)	0.003628		

Inverted MA Roots	.20
-------------------	-----

(b) Model ARIMA (0,1,1)

Dependent Variable: D(HARGA)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 10/06/21 Time: 14:25
 Sample: 5/05/2020 5/07/2021
 Included observations: 368
 Convergence achieved after 20 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.248618	0.250719	0.991618	0.3220
AR(1)	0.220458	0.281192	0.784012	0.4335
MA(1)	-0.404038	0.257139	-1.571284	0.1170
SIGMASQ	36.52311	1.545292	23.63509	0.0000

R-squared	0.034332	Mean dependent var	0.244918
Adjusted R-squared	0.026373	S.D. dependent var	6.158299
S.E. of regression	6.076550	Akaike info criterion	6.457674
Sum squared resid	13440.50	Schwarz criterion	6.500153
Log likelihood	-1184.212	Hannan-Quinn criter.	6.474551
F-statistic	4.313680	Durbin-Watson stat	1.977004
Prob(F-statistic)	0.005249		

Inverted AR Roots	.22
Inverted MA Roots	.40

(c) Model ARIMA (1,1,1)

Gambar 6. Hasil Pengujian Model ARIMA

Pada gambar 6 (a) menunjukkan nilai *Akaike Info Criterion* (AIC) sebesar 6.464242 dan *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC) sebesar 6.469101. Pada gambar 6 (b) menunjukkan nilai *Akaike Info Criterion* (AIC) sebesar 6.456378 dan *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC) sebesar 6.488237. Sedangkan pada 6 (c) menunjukkan nilai *Akaike Info Criterion* (AIC) sebesar 6.457674 dan *Schwarz Bayesian Criterion* (SBC) sebesar 6.500153.

Perbandingan dengan mencari nilai AIC dan SBC terkecil untuk mengetahui pemodelan ARIMA yang terbaik data harga saham Indeks IDX30 . Perbandingan hasil model ARIMA disajikan pada Tabel 3. Dari hasil perbandingan pada Tabel 3 dapat ditarik

kesimpulan bahwa model ARIMA yang terbaik pada data harga penutupan saham Indeks IDX30 yaitu model ARIMA (1,1,0) dengan nilai AIC sebesar 6.464242 dan SBC sebesar 6.469101 dan model ARIMA (0,1,1) dengan nilai AIC sebesar 6.456378 dan SBC sebesar 6.488237.

Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan diagnostik dilakukan dengan menggunakan pengujian Ljung Box, yang artinya agar tidak ada *lag* dalam model ARIMA yang signifikan ($p \text{ values} < 0.05$). Pemeriksaan model ARIMA yang akan diuji adalah model ARIMA (1,1,0) dan model ARIMA (0,1,1) karena pada pengujian sebelumnya.

Tabel 3. Data Perbandingan Model ARIMA

Model	AIC	SBC
ARIMA (1,1,0)	6.464242	6.469101
ARIMA (0,1,1)	6.456378	6.488237
ARIMA (1,1,1)	6.457674	6.500153

Date: 10/06/21 Time: 14:55
Sample (adjusted): 5/05/2020 5/07/2021
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARIMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		0.025	0.025	0.2244	
2		-0.144	-0.145	7.9690	0.005
3		0.103	0.097	11.622	0.003
4		-0.044	-0.062	12.638	0.005
5		0.061	0.002	14.057	0.007
6		0.029	0.005	14.381	0.013
7		-0.008	0.027	14.408	0.025
8		0.040	0.036	15.276	0.033
9		-0.005	0.003	15.295	0.054
10		-0.017	-0.010	15.304	0.081
11		0.044	0.034	16.140	0.096
12		0.035	0.037	16.619	0.120
13		0.031	0.041	16.967	0.150
14		-0.032	-0.033	17.391	0.182
15		-0.038	-0.031	17.835	0.210
16		-0.033	-0.038	18.351	0.245
17		-0.049	-0.059	19.209	0.255
18		-0.001	-0.020	19.209	0.313
19		0.057	0.048	20.548	0.303
20		-0.021	-0.013	20.718	0.353
21		-0.060	-0.043	22.150	0.332
22		-0.010	-0.018	22.190	0.389
23		0.067	0.059	23.972	0.349
24		0.002	0.001	23.974	0.405
25		-0.102	-0.083	28.089	0.260
26		0.008	0.003	28.116	0.303
27		0.069	0.060	30.005	0.287
28		0.045	0.076	30.624	0.270
29		-0.056	-0.043	32.090	0.271
30		0.044	0.021	32.633	0.284
31		-0.018	-0.051	32.654	0.295
32		-0.028	-0.008	33.224	0.359
33		-0.009	-0.039	33.256	0.405
34		-0.008	0.002	33.279	0.454
35		0.131	0.119	40.346	0.210

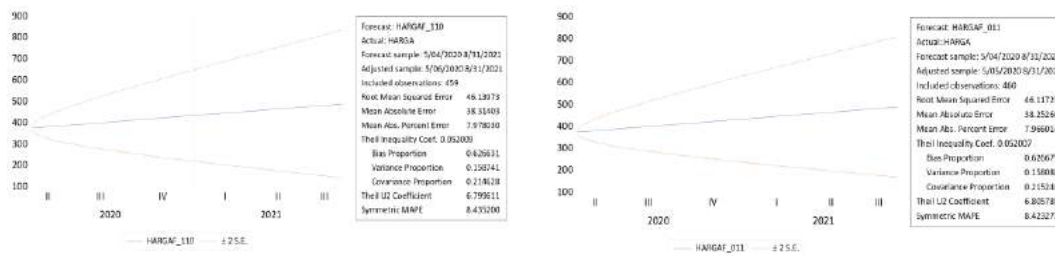
(a) Model ARIMA (1,1,0)

Date: 10/06/21 Time: 14:57
Sample (adjusted): 5/05/2020 5/07/2021
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARIMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1		0.018	0.018	0.1170	
2		-0.112	-0.112	4.7812	0.029
3		0.098	0.105	8.4338	0.015
4		-0.036	-0.058	9.0049	0.029
5		0.064	0.050	10.551	0.032
6		0.032	0.004	10.945	0.052
7		-0.003	0.026	10.949	0.080
8		0.048	0.054	11.038	0.100
9		-0.002	0.001	11.830	0.150
10		-0.013	-0.008	11.899	0.219
11		0.046	0.037	12.720	0.240
12		0.036	0.036	13.250	0.277
13		0.031	0.035	13.658	0.324
14		-0.033	-0.036	14.059	0.370
15		-0.041	-0.034	14.720	0.396
16		-0.036	-0.068	15.278	0.432
17		-0.050	-0.055	16.286	0.435
18		-0.003	-0.014	16.289	0.505
19		0.053	0.046	17.373	0.486
20		-0.022	-0.017	17.555	0.532
21		-0.050	-0.042	18.910	0.528
22		-0.011	-0.012	18.955	0.588
23		0.063	0.068	20.499	0.552
24		0.000	-0.005	20.499	0.612
25		-0.096	-0.080	24.317	0.444
26		0.008	0.012	24.343	0.500
27		0.067	0.064	26.139	0.455
28		0.046	0.072	27.046	0.461
29		-0.051	-0.047	28.083	0.460
30		0.042	0.058	28.794	0.475
31		-0.017	-0.053	28.898	0.523
32		-0.028	-0.009	29.168	0.560
33		-0.007	-0.033	29.187	0.610
34		-0.003	0.010	29.189	0.657
35		0.133	0.122	36.403	0.357

(b) Model (0,1,1)

Gambar 7. Pemeriksaan Diagnostik ARIMA (1,1,0) dan ARIMA (0,1,1)



(a) Model ARIMA (1,1,0)

(b) Model (0,1,1)

Gambar 8. Hasil Parameter Error Model ARIMA (1,1,0) dan ARIMA (0,1,1)

Tabel 4. Pengujian Error ARIMA

Model	RMSE	MAE	MAPE
ARIMA (1,1,0)	46.13973	38.31403	7.978030
ARIMA (0,1,1)	46.11725	38.25260	7.966014

Pada Gambar 7 pemodelan dengan Model ARIMA (1,1,0) dan model ARIMA (0,1,1) merupakan model yang tepat untuk melakukan prediksi atau peramalan karena sudah melalui uji diagnostik

Evaluasi Parameter Error

Dari hasil pengujian Gambar 8 (a) Model ARIMA (1,1,0) peramalan untuk nilai *error* RMSE sebesar 46.13973, MAE sebesar 38.31403, dan MAPE sebesar 7.978030 (7.97%) dan gambar 8 (b) Model ARIMA (0,1,1) peramalan untuk nilai *error* RMSE sebesar 46.11725, MAE sebesar 38.25260, dan MAPE sebesar 7.966014 (7.96%). Berdasarkan hasil pengujian *error* arima pada Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa model dengan nilai MAPE yaitu ARIMA (0,1,1)

kurang dari 10% dianggap hasil peramalan sangat baik.

Hasil Peramalan

Hasil peramalan pengujian ARIMA (0,1,1) dengan menggunakan data harga penutupan saham Indeks IDX30 pada periode tanggal 04 Mei 2020 sampai dengan 08 Mei 2021 diperoleh nilai peramalan harga untuk periode 01 Juni 2021 sampai dengan 10 Juni 2021 dapat dilihat pada tabel 5.

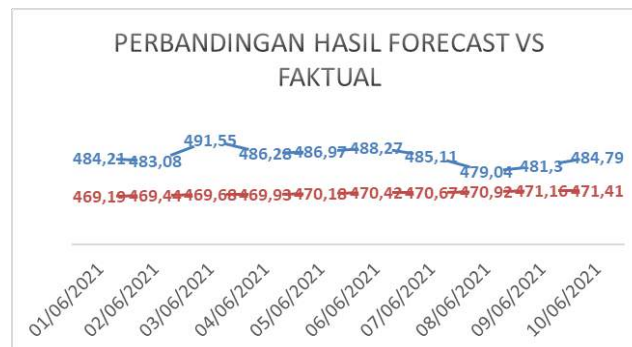
Dari Tabel 5 hasil prediksi prediksi harga penutupan saham Indeks IDX30 dengan model ARIMA (0,1,1) akan mengalami kenaikan. Untuk perbandingan hasil prediksi dengan harga faktual yang terjadi pada harga penutupan saham Indeks IDX3 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Peramalan Mingguan Harga Saham dalam Indeks IDX30

Tanggal	Harga (Rp)
01/06/2021	469.19
02/06/2021	469.44
03/06/2021	469.68
04/06/2021	469.93
05/06/2021	470.18
06/06/2021	470.42
07/06/2021	470.67
08/06/2021	470.92
09/06/2021	471.16
10/06/2021	471.41

Tabel 6. Perbandingan Hasil Peramalan dengan Hasil Faktual Harga Saham dalam Indeks IDX30

No	Tanggal	Harga Faktual (Rp)	Harga Forecasting (Rp)
1	01/06/2021	484.21	469.19
2	02/06/2021	483.08	469.44
3	03/06/2021	491.55	469.68
4	04/06/2021	486.28	469.93
5	05/06/2021	486.97	470.18
6	06/06/2021	488.27	470.42
7	07/06/2021	485.11	470.67
8	08/06/2021	479.04	470.92
9	09/06/2021	481.30	471.16
10	10/06/2021	484.79	471.41



Gambar 9. Grafik Hasil Peramalan dengan Hasil Faktual Harga Saham dalam Indeks IDX30

Note: Gambar 9 menunjukkan grafik perbandingan hasil peramalan dengan hasil faktual harga saham dengan Indeks IDX30. Hasil harga peramalan sangat mendekati hasil harga faktual (sebenarnya).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah melakukan analisis prediksi nilai harga penutupan (*closing price*)

saham Indeks IDX30 dimasa pandemi virus *corona (Covid-19)* dengan model peramalan menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)*, menilai

harga penutupan (*closing price*) saham Indeks IDX30 (mengalami kenaikan atau penurunan) dan mengevaluasi penerapan metode ARIMA terhadap hasil prediksi nilai harga penutupan (*closing price*) saham Indeks IDX30 berdasarkan nilai Root Mean Square (RMSE), nilai Mean Absolute Error (MAE), dan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

Dari hasil pengujian dapat diambil kesimpulan bahwa pengujian dengan model ARIMA terhadap data harga penutupan saham Indeks IDX30 memiliki 2 model ARIMA yaitu model ARIMA (1,1,0) dan ARIMA (0,1,1) dan dari ke 2 model ARIMA tersebut yang terbaik adalah model ARIMA (0,1,1). Hal ini dapat

Pengembangan penelitian selanjutnya dapat menggunakan *dataset* berbeda dengan dengan jumlah data yang lebih banyak sehingga dapat memperoleh hasil peramalan yang jauh lebih baik dan akurat. Selain itu juga dapat menggunakan alternatif peramalan selain menggunakan ARIMA baik untuk prediksi harga penutupan saham Indeks IDX30 maupun kebutuhan prediksi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Mona, "Konsep isolasi dalam jaringan sosial untuk meminimalisasi efek contagious (kasus penyebaran virus corona di Indonesia)", *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, vol.2, no.2, pp 117-125, 2020.
- [2] I. Wahidah, M.A. Septiadi, M. C. A. Rafjie, N.F.S Hartono, R. Athallah,

dibuktikan dari hasil nilai error dari pengujian model ARIMA (0,1,1) dimana hasil yang diperoleh nilai error yang kecil yaitu nilai error RMSE sebesar 46.11725, MAE sebesar 38.25260, dan MAPE sebesar 7.966014 (7.96%). Hasil Pengujian terhadap data harga penutupan saham Indeks IDX30 diperoleh kesimpulan bahwa peramalan harga saham Indeks IDX30 akan mengalami kenaikan walaupun masih dalam masa pandemi virus *corona (Covid-19)* ditandai dengan tren kenaikan harga dari tanggal 01 Juni 2021 sampai dengan 10 Juni 2021 walaupun sebelumnya pada awal pandemi harga saham Indeks IDX30 mengalami penurunan.

- "Pandemik COVID-19: Analisis perencanaan pemerintah dan masyarakat dalam berbagai upaya pencegahan", *Jurnal Manajemen Dan Organisasi*, vol 11, no.3, pp 179-188, 2020.
- [3] D.A. Susesti dan E.T. Wahyuningtyas, "Pendapatan Saham Abnormal Pada Masa Tidak Pandemi Dan Pandemi Covid-19: Studi Pada Subsektor Farmasi dan Telekomunikasi", *Accounting and Management Journal*, vol. 5, no.1, pp 69-79, 2021.
- [4] D. Tambunan, "Investasi Saham di Masa Pandemi COVID-19", *Widya Cipta: Jurnal Sekretari dan Manajemen*, vol .4, no .2, pp 117-123, 2020.
- [5] PT Bursa Efek Indonesia (BEI), Indeks Saham, (2020). [Online]. Available:

- <https://www.idx.co.id/produk/indeks/>.
[Accessed 18 Mei 2021].
- [6] D.C. Montgomery, C.L. Jennings dan M. Kulahci, "Introduction to time series analysis and forecasting", John Wiley & Sons, 2015.
- [7] C. Uwilingiyimana, J. Munga'tu dan J. D. D. Harerimana, "Forecasting Inflation in Kenya Using Arima-Garch Models," *International Journal of Management and Commerce Innovations*, vol. 3, no.2, pp 15-27, 2015.
- [8] B.M.A. Abdulrahman, A.Y.A Ahmed, dan A.E.Y. Abdellah, "Forecasting of Sudan Inflation Rates using ARIMA Model," *International Journal of Economics and Financial Issues*, vol. 8, no.3, pp 17-22, 2018.
- [9] S.F. Ramli, M. Firdaus, H. Uzair, M. Khairi dan A. Zharif, "Prediction of the unemployment rate in Malaysia," *International Journal of Modern Trends in Social Sciences*, vol. 1, pp 38-44, 2018.
- [10] M. Almasarweh dan S. A. Wadi, "ARIMA Model in Predicting Banking Stock Market Data," *Modern Applied Science*, vol. 12, 2018.
- [11] Y. Wang, Z. Shen dan Y. Jiang, "Comparison of ARIMA and GM (1, 1) models for prediction of hepatitis B in China," *PloS one*, vol. 13, no.9, 2018.
- [12] Z. Amry dan B. Halomoan, "ARIMA Model Selection for Composite Stock Price Index in," *International Journal of Accounting and Finance Studies*, vol. 2, 2019.
- [13] B.Y. Pandji, Indwiarti dan A.A. Rohmawati, "Perbandingan Prediksi Harga Saham dengan model ARIMA dan Artificial Neural Network," *Indonesia Journal on Computing (Indo-JC)*, vol. 4, no.2, pp 189-198, 2019.
- [14] B. Dhyani, M. Kumar, P. Verma dan A. Jain, "Stock Market Forecasting Technique using Arima Model," *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 6, 2020.
- [15] A.A.A. Shokeralla, F.A.I.A. Sameeh dan A.G.M. Musa, "Prediction the daily number of confirmed cases of COVID-19 in Sudan with ARIMA and Holt Winter exponential smoothing," *International Journal of Development Research*, vol. 10, no. 08, pp 39408-39413, 2020.
- [16] M.I. Haque dan A.R. Shaik, "Predicting Crude Oil Prices During a Pandemic: A Comparison of Arima and Garch Models," *Montenegrin Journal of Economics*, vol. 1, no.1, pp 197-207, 2021.
- [17] L. Moftakhar, M. Seif dan M.S. Safe, "Exponentially increasing trend of infected patients with COVID-19 in Iran: a comparison of neural network and ARIMA forecasting

- models," *Iranian Journal of Public Health*, vol. 49, Suppl 1, pp 92-100, 2020.
- [18] Data Historis IDX 30 Index IDX30 (JKIDX30). (2020). [Online]. Available: <https://id.investing.com/indices/idx-30-historical-data>. [Accessed 18 Mei 2021].
- [19] P. Ramos, N. Santos dan R. Rebelo, "Performance of state space and ARIMA models for consumer retail sales forecasting," *Robotics and computer-integrated manufacturing*, vol. 34, pp 151-163, 2015.