

PERANCANGAN SISTEM MONITORING *CLOUD COVER* UNTUK PEMANTAUAN DAN PREDIKSI *CLOUD COVER* MENGGUNAKAN METODE DATABASE MANAGEMENT SYSTEM DAN LONG SHORT-TERM MEMORY

(*DESIGN OF CLOUD COVER MONITORING SYSTEM FOR MONITORING AND PREDICTION OF CLOUD COVER USING DATABASE MANAGEMENT SYSTEM AND LONG SHORT-TERM MEMORY METHOD*)

Yohanes Fridolin Hestrio¹, Kuncoro Adi Pradono², Ayom Widipaminto³,

¹Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

e-mail: yohanes.fridolin@lapan.go.id¹

Diterima : 19 Juli 2021; Direvisi : 3 Januari 2022; Disetujui : 6 Januari 2022

ABSTRACT

The quality of optical satellite image data obtained by the Center for Remote Sensing Data and Technology is affected by weather conditions and cloud cover. Based on these conditions, the satellite image data obtained are divided into three categories including very cloudy, cloudy, and cloud-free. Based on annual data information, it is found that the amount of cloudy satellite image data is three times greater than the amount of cloud-free satellite imagery data. So we need a system that can monitor the percentage of the extent of cloud cover from the acquisition of satellite image data. In addition, it is hoped that the creation of a system that can predict cloud cover, where the results of this cloud cover prediction can be used as a reference at the time of the next satellite image acquisition. . Through research and development of this cloud cover monitoring system, both the user and the acquisition officer can monitor the cloud cover of the acquisition result and also determine the location of cloud-free image data acquisition with predictive data. The method used for the development of the monitoring system uses a DBMS (Database Management System), while predictive research on cloud cover in an area wear the LSTM (Long short-term memory) method for Time Series Forecasting. The results of this research and development are in the form of a monitoring system that can monitor the results of acquisitions with data management principles and predict cloud cover conditions from cloud cover monitoring data.

Keywords: Monitoring, Prediction, Cloud Cover

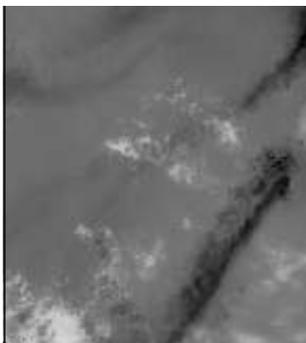
ABSTRAK

Kualitas data citra satelit optik yang diperoleh Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan tutupan awan. Berdasarkan kondisi tersebut maka data citra satelit yang diperoleh dibagi menjadi tiga kategori diantaranya sangat berawan, berawan dan bebas awan. Berdasarkan informasi data tahunan, diperoleh bahwa jumlah data citra satelit berawan nilainya tiga kali lebih besar dari jumlah data citra satelit bebas awan. Sehingga diperlukan suatu sistem yang dapat memantau persentase luasnya tutupan awan dari hasil akuisisi data citra satelit. Selain itu diharapkan terciptanya sistem yang dapat memprediksi tutupan awan, dimana hasil prediksi tutupan awan ini dapat menjadi acuan pada waktu akuisisi citra satelit berikutnya. Melalui penelitian dan pengembangan sistem pemantauan tutupan awan ini, baik pengguna maupun petugas akuisisi dapat memantau tutupan awan hasil akuisisi dan juga dapat menentukan lokasi pengambilan gambar yang bebas awan dengan data prediktif. Metode yang digunakan untuk pengembangan sistem pemantauan menggunakan *DBMS (Database Management System)*, sedangkan untuk penelitian prediktif tutupan awan pada suatu wilayah menggunakan metode *LSTM (Long short-term memory)* untuk *Prediksi Berdasarkan Deret Waktu Data*. Hasil penelitian dan pengembangan ini berupa sistem pemantauan yang dapat memantau hasil akuisisi dengan prinsip pengelolaan data dan dapat memprediksi kondisi tutupan awan dari data pemantauan tutupan awan.

Kata kunci: *Pemantauan, Prediksi, Tutupan Awan*

1. Pendahuluan

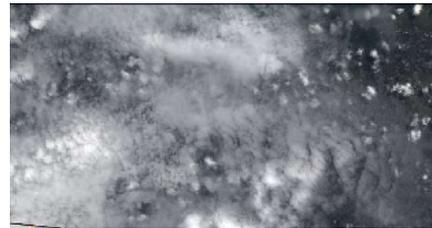
Kebutuhan data citra satelit penginderaan jauh yang bebas awan dan minim tutupan awan diperlukan di berbagai sektor seperti sektor pembangunan, sektor kesehatan, sektor ekonomi, dan berbagai sektor bidang lainnya [1]. Berdasarkan Undang-Undang No. 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan Pasal 20 disebutkan bahwa Badan Penerbangan dan Antariksa Nasional wajib menyediakan data penginderaan jauh tahunan dengan tutupan awan minimal dan bebas awan untuk seluruh wilayah Indonesia serta penyediaan informasi terkait kualitas citra. Data citra satelit optik yang diperoleh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), khususnya Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata), dikategorikan berdasarkan resolusinya menjadi lima kategori yaitu resolusi rendah, resolusi menengah, resolusi tinggi, resolusi sangat tinggi. Selain data optik dengan berbagai resolusi, Pustekdata juga mengakuisisi data Synthetic Aperture Radar (SAR)[2]. Beberapa contoh citra dengan kondisi tutupan awan di atas 50% dapat dilihat pada Gambar 1-1, Gambar 1-2 dan Gambar 1-3. Gambar 1-1 menunjukkan citra satelit resolusi menengah Landsat-8, sedangkan Gambar 1-2 menunjukkan citra satelit resolusi tinggi SPOT-6, dan Gambar 1-3 menunjukkan citra satelit resolusi tinggi SPOT-7.



Gambar 1-1: Citra Landsat-8 wilayah Jakarta dengan kondisi tutupan awan di atas 50%



Gambar 1-2: Citra SPOT-6 wilayah Jakarta dengan kondisi tutupan awan di atas 50%



Gambar 1-3: Citra SPOT-7 wilayah Jakarta dengan kondisi tutupan awan di atas 50%

Beberapa penelitian juga menyebutkan bahwa jumlah penggunaan data penginderaan Jauh resolusi menengah di Indonesia untuk tujuan pemantauan sumber daya alam dan lingkungan masih rendah dikarenakan wilayah di Indonesia sering tertutup awan dan juga kabut asap, seperti wilayah Sumatra, wilayah Kalimantan, dan wilayah Papua [3], [4].

Pada penelitian dan pengembangan ini telah dikembangkan sistem pemantauan tutupan awan yang mampu memantau tutupan awan dari akuisisi citra harian di stasiun bumi. Selain itu, Sistem pemantauan tutupan awan ini dapat memprediksi tutupan awan berikutnya saat melakukan akuisisi harian. Metode DBMS digunakan untuk sistem basis data, sedangkan metode LSTM digunakan untuk memprediksi tutupan awan untuk peramalan dengan metode deret waktu.

2. Metode dan Desain Penelitian

2.1. Metode DBMS atau Desain Basis Data

Berdasarkan representasi data tiga tingkat dari arsitektur American

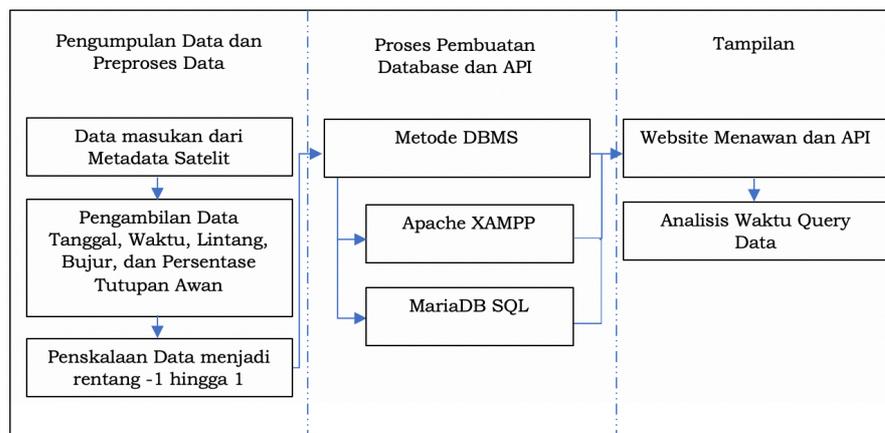
National Standards Institute- Standards Planning And Requirements Committee [6], proses desain basis data terintegrasi dibagi menjadi beberapa tahapan berikut:

- a. Merancang model informasi domain dengan basis data.
- b. Memilih sistem manajemen basis data (DBMS), yang digunakan untuk mengimplementasikan basis data.
- c. Menyajikan informasi ke dalam struktur basis data fisik dalam notasi DBMS yang ditentukan.

Tahap pertama dan kedua umumnya dilakukan hanya dalam pengembangan basis data awal[7]. Untuk tahap ketiga, ada beberapa perangkat lunak yang bisa digunakan, seperti *Oracle SQL Developer*, *Embarcadero ER / Studio XE* yang mengotomatiskan desain struktur basis data fisik untuk DBMS tertentu, tergantung pada jenis data dan informasi yang akan digunakan [8].

2.1.1. Desain Basis Data Penelitian

Pada penelitian ini desain perancangan basis data yang akan digunakan dapat dilihat secara lengkap pada Gambar 2-1. Pada penelitian ini menggunakan sumber data yang diambil dari *metadata* satelit. *Metadata* satelit ini diambil dari data pengolahan level-1 dari setiap satelit. Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis satelit, yaitu satelit Landsat-8, SPOT-6, dan SPOT-7. Data yang digunakan adalah data tahun 2018 hingga 2019 untuk masing-masing satelit. Informasi yang diambil dari *metadata* untuk basis data berupa tanggal, waktu, lintang, jarak, dan persentase tutupan awan untuk setiap satelit. Selanjutnya informasi tersebut dikumpulkan dalam satu data yang siap untuk dimasukkan ke dalam basis data. Untuk sistem DBMS menggunakan perangkat lunak *Apache* dan *MariaDB SQL* yang tersedia pada *XAMPP*. Selanjutnya basis data *MariaDB SQL* dimasukkan ke situs Menawan untuk ditampilkan sebagai informasi



Gambar 2-1: Desain basis data yang digunakan dalam penelitian

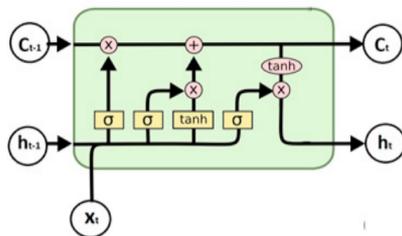
2.2. Metode LSTM

LSTM adalah jenis jaringan saraf berulang (*Recurrent neural network/RNN*) [10]. Di mana RNN adalah salah satu jenis jaringan saraf yang pada proses penggunaannya dapat memelihara memori internal proses. Sehingga *neural network* jenis ini sangat cocok untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan data *sequential* seperti data *time-series* [12], [17]. Namun, proses RNN memiliki kelemahan yaitu memiliki gradien *loss* karena jumlah

data yang dipelajari dan jeda waktu antar data yang digunakan cukup besar. Sehingga, proses RNN akan mengalami perlambatan dalam pemrosesan data dan dapat berhenti sewaktu-waktu [11].

LSTM dibuat pada 1990-an dengan tujuan untuk mengatasi permasalahan perlambatan dalam pemrosesan data dan dapat berhenti sewaktu-waktu. LSTM memiliki lebih banyak memori proses dan dapat melakukan proses pembelajaran mesin dari masukan data yang

bervariasi dengan jeda waktu antar data yang lebih lama. LSTM memiliki tiga gerbang yaitu gerbang masuk yang menentukan apakah akan membiarkan data baru masuk atau tidak, gerbang relevansi yang membersihkan informasi non-esensial, dan gerbang keluar yang memutuskan informasi apa yang akan dikeluarkan. Ketiga gerbang tersebut merupakan gerbang analog berdasarkan fungsi Sigmoid yang bekerja pada kerentanan 0 hingga 1 [16], [23].



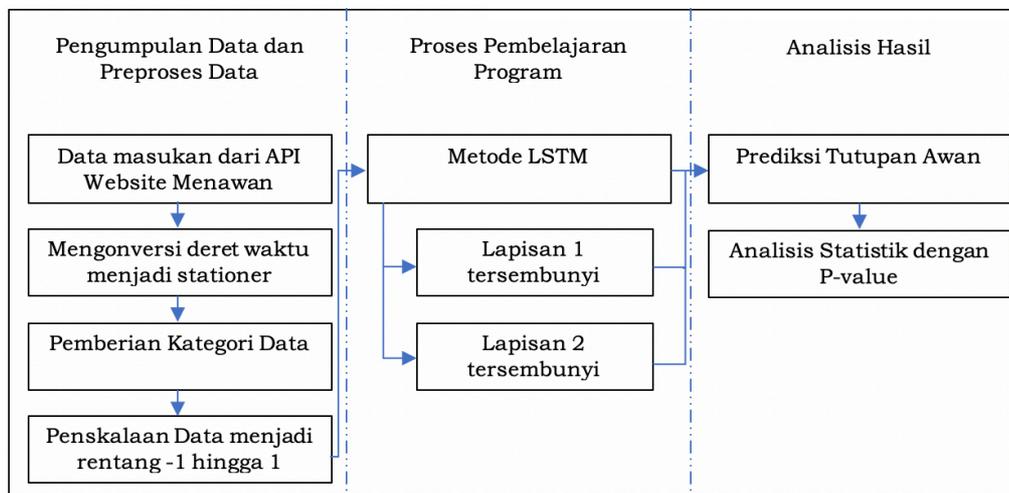
Gambar 2-2: Arsitektur LSTM [9]

2.2.1. Desain Prediksi Penelitian

Pada penelitian ini dikembangkan rancangan prediksi yang dimulai dari pengumpulan data, dimana data

satelit yang digunakan berasal dari API Situs Menawan. Data satelit yang dipergunakan dari API Situs Menawan terdiri dari waktu dan tanggal pengambilan citra, lintang dan bujur citra, serta persentase tutupan awan pada citra. Data satelit akan dikategorikan menjadi tiga kategori, yaitu sangat berawan (dengan tutupan awan 70%-100%), berawan (dengan tutupan awan 15%-70%), bebas awan (dengan tutupan awan 0%-15%) dengan rentang tanggal data pada tahun 2018 hingga 2019, dan jumlah data lebih dari 4000 data (Tabel 2-1). Kemudian data tersebut dinormalisasi dan hasilnya dimasukkan ke dalam metode LSTM dengan dua *hidden layer*.

Hasil dari metode LSTM, yaitu prediksi tutupan awan, akan dianalisis menggunakan metode *P-value* [15], [18]. Untuk alur dan metode sistem prediksi tutupan awan yang dipergunakan dapat dilihat pada Gambar 2-3



Gambar 2-3: Metode untuk Memprediksi Tutupan Awan oleh LSTM

Tabel 2-1: Informasi Jumlah Data Pengujian yang digunakan

Satelit	Jumlah Data Pengujian
Landsat-8	15618
SPOT-6	4689
SPOT-7	4588

Hasil dan Analisis

3.1. Basis Data *Cloud Cover*

Dari penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hasil untuk perancangan basis data ini.

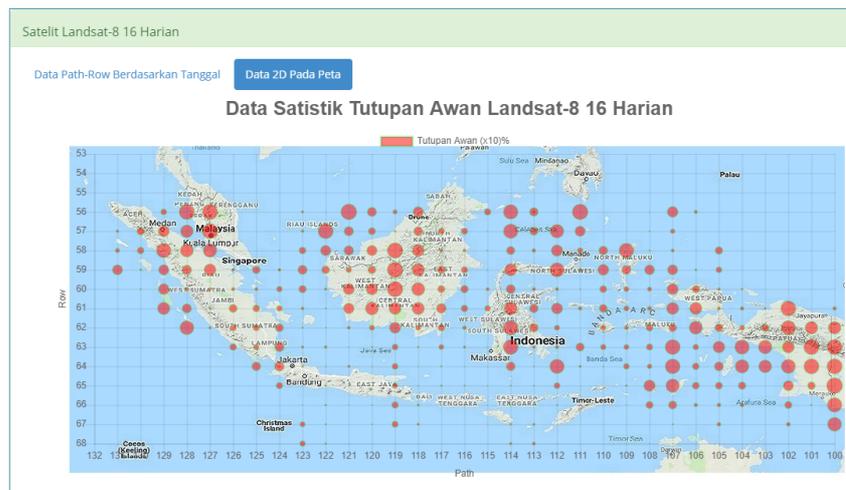
Pada tampilan situs terdapat tiga pilihan menu satelit (Gambar 3-1) yang akan ditampilkan. Data pada setiap menu akan secara otomatis tertampilkan dalam situs Menawan ketika terdapat data baru dalam basis data.



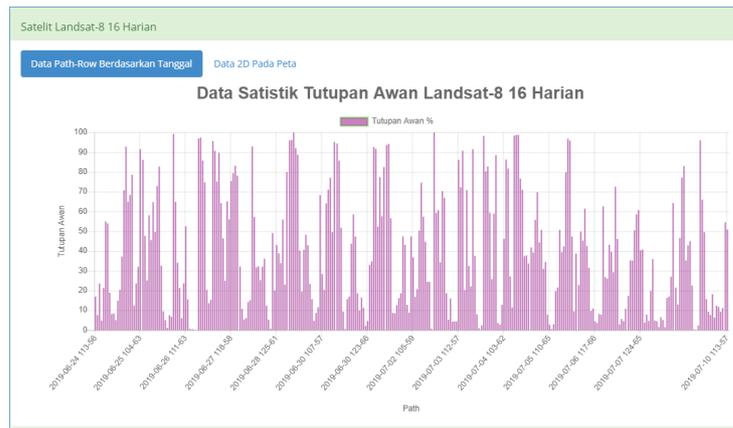
Gambar 3-1: Halaman Utama Menu Utama Situs Menawan

Pada Gambar 3-2 menunjukkan bahwa setiap menu satelit yang terdapat pada situs menawan akan menampilkan data statistic tutupan awan. Di mana setiap menu satelit akan menampilkan data statistik tutupan awan (Gambar 3-2). Pada tampilan situs Menawan, besaran atau persentase tutupan awan dapat

dilihat dari besarnya lingkaran. Semakin besar lingkaran pada suatu area atau titik menunjukkan bahwa semakin besar persentase tutupan awan pada daerah tersebut. Selain itu, situs Menawan juga dapat menampilkan statistik tutupan awan per periode atau tanggal data (Gambar 3-3).



Gambar 3-2: Informasi Peta Data Statistik Harian Landsat-8 pada Menu Utama Situs Menawan



Gambar 3-3: Informasi Grafik Data Statistik Landsat-8 Harian di Menu Utama Situs Monitoring

Selanjutnya dari model atau metode basis data ini, dilakukan pengujian untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menampilkan data yang terdapat

dalam basis data. Berikut hasil waktu yang dibutuhkan untuk menampilkan data tersebut ke Situs Menawan seperti pada Tabel 3-1

Tabel 3-1: Kecepatan Waktu Query Data Menggunakan MariaDB

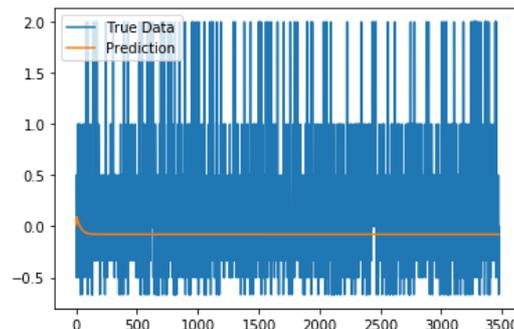
Jumlah Hari	Satelit		
	Landsat-8 (detik)	SPOT-6 (detik)	SPOT-7 (detik)
1	1.41	1.10	1.18
10	2.45	1.69	1.75
100	13.09	4.03	4.19
Data 2018-2019	131.41	38.87	38.41

Hal ini terlihat dari Tabel 3-1 bahwa penggunaan *MariaDB* untuk Landsat-8 memiliki waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan satelit SPOT-6 dan SPOT-7 yang relatif lebih cepat. Hal ini terjadi dikarenakan jumlah data Landsat periode 2018 hingga 2019 lebih banyak dibandingkan data SPOT-6 atau SPOT-7 untuk tahun yang sama. Kedepannya, kami berencana untuk mencoba menggunakan *PostgreSQL* dan DBMS berbasis *WebGIS*, diharapkan DBMS ini dapat membuat desain basis data yang lebih menarik namun fleksibel serta meningkatkan kecepatan *query* basis data.

3.2. Prediksi Cloud Cover

Untuk desain prediksi, penelitian ini menggunakan LSTM sebagai metode prediksi. Dalam penelitian ini, desain prediksi yang digunakan terdiri dari dua model prediksi, yaitu

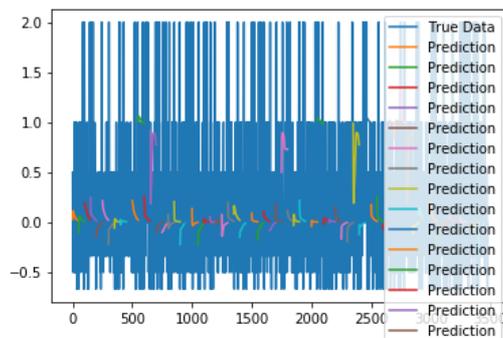
prediksi *full sequence* dan prediksi *multiple sequence*.



Gambar 3-4: Hasil desain prediksi data tutupan awan menggunakan model prediksi *full sequence* di seluruh Indonesia

Pada Gambar 3-4 terdapat grafik hasil prediksi dengan data tutupan awan menggunakan model prediksi *full sequence*. Pada grafik tersebut, sumbu Y menunjukkan tingkat kondisi tutupan awan, yaitu 2,0 mendung, 1,0 mendung sedikit, awan

bersih 0,5. Sedangkan, sumbu X pada grafik tersebut merepresentasikan urutan waktu data. Pada grafik terlihat bahwa data aktual memiliki variasi pola data yang cukup banyak di mana variasinya cenderung di atas 2,0 mendung, 1,0 agak mendung. Namun pada saat menggunakan prediksi LSTM dengan model prediksi *full sequence*, terlihat bahwa model prediksi LSTM ini tidak dapat memprediksi data yang memiliki banyak variasi tutupan awan, sehingga hasil prediksi tampak datar dan cenderung memiliki *range* prediksi 0 sampai - 0,01 (garis oranye). Untuk model LSTM ini dibutuhkan waktu sekitar 4 menit 36 detik untuk jumlah data latih dan uji 23506 dengan akurasi 0,4650 atau sekitar 46,5%.



Gambar 3-5: Hasil desain prediksi pada data tutupan awan menggunakan prediksi *multiple sequence* di seluruh Indonesia

Namun, dengan menggunakan prediksi LSTM dengan model prediksi *multiple sequence* (Gambar 3-5) menghasilkan prediksi yang lebih baik. Di mana pada grafik terlihat bahwa model prediksi yang diterapkan akan memiliki beberapa prediksi yang disesuaikan dengan pola datanya per waktu sehingga model prediksi dapat memprediksi kondisi setiap saat dan cenderung dinamis. Model LSTM ini membutuhkan waktu sekitar 4 menit 39 detik dengan total data latih dan uji 23506 dengan akurasi 0,4680 atau sekitar 46,8%.

Untuk hasil akurasi model LSTM dari dua model prediksi tidak jauh berbeda satu sama lain, yaitu selisih 0.2% untuk akurasi, dengan model LSTM metode *multiple sequence*

menghasilkan prediksi lebih baik dari metode *full sequence*. Kedepannya, kami berencana untuk mencoba metode prediksi deret waktu yang lain, dimana metode tersebut dapat menyesuaikan dengan pola data tutupan awan yang ada dan lebih fokus pada wilayah tertentu, tidak untuk prediksi seluruh wilayah se-Indonesia, Model LSTM metode *multiple sequence* menghasilkan prediksi dengan tingkat akurasi diatas 50%.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem basis data yang dikembangkan berhasil melakukan *query* data dan menampilkan data melalui situs Menawan atau API dengan waktu tercepat kurang lebih satu hingga dua detik dan menampilkan data dalam kurun waktu 2 tahun ditampilkan dalam waktu 2 menit. Model prediksi yang dikembangkan dalam penelitian ini juga berhasil memprediksi tutupan awan menggunakan data uji yang tersedia. Namun tingkat akurasi model prediksi LSTM yang digunakan tidak mampu mencapai akurasi di atas 50% yaitu hanya 46.5% dan 46.8% untuk masing-masing *model sequence*. Penyebabnya adalah bervariasinya tutupan awan yang terjadi di seluruh Indonesia sehingga model prediksi suatu wilayah tidak dapat disamakan dengan wilayah lain. Dalam pekerjaan berikutnya, kita akan menyelesaikan masalah ini dengan membangun dan menguji model yang dapat digunakan untuk analisis deret waktu serta memfokuskan pada kawasan ataupun daerah tertentu.

5. Referensi

- [1] M. Soleh, A. S. Nasution, A. Hidayat, H. Gunawan, and A. Widipaminto, "Analysis of Antenna Specification for Very High Resolution Satellite Data Acquisition Through Direct Receiving System (Drs)," *Int. J. Remote Sens. Earth Sci.*, vol. 15, no. 2, p. 113, 2019, doi: 10.30536/j.ijreses.2018.v15.a2799.

- [2] A. Hidayat, A. Suprijanto, P. R. Ramadhan, and S. T. A. Munawar, "Kajian Kebutuhan Spesifikasi Antena untuk Penerimaan Data Resolusi Sangat Tinggi Study of Antenna Specification Requirements for Very High Resolution Data Reception," 2017, pp. 117–124.
- [3] J. P. Gastellu-Etchegorry, "Monthly Probabilities For Acquiring Remote Sensed Data of Indonesia with Cloud Cover Less than 10, 20 and 30 Percent," *Indones. J. Geogr.*, vol. 18, no. 55, pp. 11–28, 1988.
- [4] O. Roswintiarti, R. Dewanti, S. Furby, and J. Wallace, "The Remote Sensing Monitoring Program of Indonesia's National Carbon Accounting System: Methodology and Products" Jakarta, 2014.
- [5] Presiden Republik Indonesia, Undang-undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan (in Bahasa), no. 1. 2013.
- [6] ANSI/X3/SPARC 1975 Study Group on Data Base Management Systems FDT Bulletin of ACM SIGMOD 7(2)
- [7] Navathe S B 1992 Evolution of Data Modeling for Databases Communications of the ACM 35(9) 112–123
- [8] Kim Y G 1995 Comparing Data Modeling Formalisms Communications of the ACM 38(6) 103– 115
- [9] F. Chollet et al., "Keras," <https://keras.io>, 2015.
- [10] K. Chen, Y. Zhou, and F. Dai, "A LSTM-based method for stock returns prediction: A case study of China stock market," in Proceedings of the International Conference on Big Data. IEEE, 2015, pp. 2823–2824.
- [11] R. Fu, Z. Zhang, and L. Li, "Using LSTM and GRU neural network methods for traffic flow prediction," in Proceeding of the Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation. IEEE, 2016, pp. 324–328.
- [12] L. Yunpeng, H. Di, B. Junpeng, and Q. Yong, "Multi-step ahead time series forecasting for different data patterns based on LSTM recurrent neural network," in Proceedings of the 14th Web Information Systems and Applications Conference. IEEE, 2017, pp. 305–310.
- [14] K. Greff, R. Srivastava, J. Koutník, B. Steunebrink, and J. Schmidhuber, "LSTM: A search space odyssey," *IEEE Trans. Neural Netw. Learn. Syst.*, vol. 28, no. 10, pp. 2222–2232, 2016.
- [15] F. Karim, S. Majumdar, H. Darabi, and S. Chen, "Lstm fully convolutional networks for time series classification," *IEEE access*, vol. 6, pp. 1662–1669, 2017.
- [16] M. Husken and P. Stagge, "Recurrent neural networks for " time series classification," *Neurocomputing*, vol. 50, pp. 223– 235, 2003.
- [17] S. Smyl, J. Ranganathan, and A. Pasqua, "M4 forecasting competition: Introducing a new hybrid ES-RNN model," June 2020, <https://eng.uber.com/m4-forecasting-competition/>.
- [18] Bouktif, Salah, Ali Fiaz, Ali Ouni, and Mohamed Adel Serhani. (2018) "Optimal Deep Learning LSTM Model for Electric Load Forecasting using Feature Selection and Genetic Algorithm: Comparison with Machine Learning Approaches." *Energies* 11 (7): 1636.
- [19] Greff, Klaus, Rupesh Kumar Srivastava, Jan Koutník, Bas R. Steunebrink, and Jürgen Schmidhuber. (2017) "LSTM: A Search Space Odyssey." *IEEE*

- Transactions on Neural Networks and Learning Systems 28 (10): 2222 - 2232.
- [20] Karmiani, D., R. Kazi, A. Nambisan, A. Shah, and V. Kamble. (2019) "Comparison of Predictive Algorithms: Backpropagation, SVM, LSTM and Kalman Filter for Stock Market." Amity International Conference on Artificial Intelligence (AICAI), Dubai, United Arab Emirates: 228-234.
- [21] Z. Che, S. Purushotham, K. Cho, D. Sontag, and Y. Liu, "Recurrent neural networks for multivariate time series with missing values," *Sci. Rep.*, vol. 8, no. 1, pp. 1-12, 2018.
- [22] L. Giles, S. Lawrence, and A. C. Tsoi, "Noisy time series prediction using recurrent neural networks and grammatical inference," *Mach.*, vol. 44, no. 1, pp. 161-183, 2001.
- [23] A. Graves, M. Liwicki, H. Bunke, J. Schmidhuber, and S. Fernandez, "Unconstrained on-line handwriting recognition with recurrent neural networks," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2008, pp. 577-584.
- [24] A. Graves and J. Schmidhuber, "Offline handwriting recognition with multidimensional recurrent neural networks," in *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2009, pp. 545-552.
- [25] A. Graves, A.-r. Mohamed, and G. Hinton, "Speech recognition with deep recurrent neural networks," in *Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*. IEEE, 2013, pp. 6645-6649.
- [26] A. Graves and N. Jaitly, "Towards end-to-end speech recognition with recurrent neural networks," in *Proceedings of the International Conference on Machine Learning*, 2014, pp. 1764-1772.