

Optimalisasi Prediksi Indeks Kualitas Air di Indonesia dengan Menggunakan *Machine Learning* Melalui Pendekatan Metode Prophet

Didi Sangaji^{1*}, Tata Sutabri²

^{1,2} Universitas Bina Darma, Indonesia

Email : kak_sang@yahoo.co.id

Jl. Jend. A. Yani No. 3 Telp. 0711-515582 Palembang, Sumatera Selatan

Korespondensi penulis : kak_sang@yahoo.co.id*

Abstract. *The Water Quality Index (WQI) shows the condition of water quality in an area based on the status of water quality resulting from the measurement of physical, chemical and bacteriological parameters of a water body both rivers and lakes. Several machine learning techniques can be used to predict water quality in an area, one of which is through the prophet model approach which is able to provide fairly accurate predictions for the water quality index in Indonesia. The main objective of this research is to obtain a WQI prediction value as a baseline in the formulation of future environmental control activity policies using the prophet model. The result is that the predicted value of IKA for 2021-2023 generated through machine learning with the prophet model approach shows that the Mean Absolute Error (MAE) value: 7.01, Root Mean Square Error (RMSE): 8.61 and Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 13.06%, which means that IKA prediction with the prophet model is effective in capturing annual patterns between historical data and future predictions.*

Keywords: *Water Quality, Machine Learning, Prophet Model, Prediction*

Abstrak. Indeks Kualitas Air (IKA) menunjukkan kondisi kualitas air di suatu wilayah berdasarkan status mutu air hasil dari pengukuran parameter fisika, kimia dan bakteriologis suatu perairan baik sungai maupun danau. Beberapa teknik *machine learning* dapat digunakan untuk memprediksi kualitas air di suatu wilayah, salah satunya melalui pendekatan dengan model prophet yang mampu memberikan prediksi yang cukup akurat untuk indeks kualitas air di Indonesia. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai prediksi IKA sebagai *baseline* dalam perumusan kebijakan kegiatan pengendalian lingkungan di masa mendatang dengan menggunakan model prophet. Hasilnya adalah nilai prediksi IKA tahun 2021-2023 yang dihasilkan melalui *machine learning* dengan pendekatan model prophet menunjukkan bahwa nilai Mean Absolute Error (MAE): 7.01, Root Mean Square Error (RMSE): 8.61 dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE): 13.06% yang berarti bahwa prediksi IKA dengan model prophet efektif dalam menangkap pola tahunan antara data histori dan prediksi di masa mendatang.

Kata kunci: Kualitas Air, *Machine Learning*, Model Prophet, Prediksi

1. LATAR BELAKANG

Air merupakan kebutuhan vital bagi setiap makhluk hidup, akan tetapi seiring dengan meningkatnya perkembangan dan pertumbuhan industri menyebabkan tingkat kontaminasi air, dan limbah berbahaya juga semakin meningkat. Polusi air menyebabkan berbagai kerugian dari berbagai aspek mulai dari lingkungan, kesehatan hingga aspek perekonomian. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di sebagian besar negara telah mengalami penurunan dalam beberapa tahun terakhir (Banerjee et al., 2022).

Isu penurunan kualitas air yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir menjadi salah satu alasan perlunya penyusunan kebijakan dalam pengendalian dampak lingkungan. Prediksi indeks kualitas air menjadi salah satu nilai acuan yang dapat dijadikan dasar dalam penyusunan

rencana aksi tahunan untuk mengendalikan pencemaran air secara terukur dan terarah sebagai upaya untuk mencapai target indikator Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) nasional (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021).

Indeks Kualitas Air (IKA) merupakan salah satu parameter dalam penentuan IKLH. IKA menunjukkan kondisi kualitas air di suatu wilayah berdasarkan status mutu air hasil dari pengukuran parameter fisika, kimia dan bakteriologis suatu perairan baik sungai maupun danau (Pramaningsih et al., 2023). Prediksi IKA memainkan peran strategis dalam mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data di bidang lingkungan hidup. Dengan adanya sistem prediksi IKA yang akurat, pemerintah dan pemangku kepentingan dapat mengidentifikasi tren pencemaran air lebih awal, memfokuskan upaya penanggulangan pada wilayah-wilayah yang mengalami penurunan kualitas air, dan mengalokasikan sumber daya secara lebih efektif seperti prediksi yang memperkirakan penurunan kualitas air di suatu wilayah tertentu dapat memicu tindakan preventif, seperti penerapan regulasi lebih ketat pada sumber pencemar atau penambahan infrastruktur pengolahan limbah.(Cojbasic et al., 2023).

Dalam konteks kebijakan lingkungan, prediksi IKA dapat membantu dalam penetapan target lingkungan, pemantauan efektivitas kebijakan yang telah diterapkan, dan evaluasi dampak program lingkungan jangka panjang. Data prediksi yang terpercaya juga memberi dasar ilmiah bagi pelibatan publik dalam menjaga dan melindungi sumber daya air. Oleh karena itu, pengembangan model prediksi IKA yang akurat dan andal menjadi langkah penting untuk mendukung kebijakan pemantauan kualitas lingkungan hidup. Hal ini tidak hanya berdampak pada peningkatan kualitas hidup, tetapi juga mendukung pencapaian target pembangunan berkelanjutan yang berfokus pada penyediaan air bersih dan sanitasi (Asiva Noor Rachmayani, 2022; Kurniawan, 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi, pemanfaatan sistem informasi dalam penyediaan data untuk penyusunan kebijakan termasuk untuk prediksi IKA juga terus dikembangkan(Dinata & Sutabri, 2024). Sistem informasi bukan merupakan hal yang baru (Sutabri, 2012), sistem informasi merupakan suatu gabungan yang terorganisasi dari manusia, perangkat lunak, perngkat keras, jaringan komunikasi dan sumber data dalam mengumpulkan, mengubah dan menyebarkan data (Sutabri & Napitulu, 2019). Selain itu, teknologi informasi juga bermanfaat dalam pemenuhan ketersediaan informasi yang dapat dipergunakan dalam perencanaan, pengendalian, pengevaluasian dan perbaikan yang berkelanjutan (Sutabri, 2014). peningkatan pemahaman di bidang teknologi dan bidang teknologi informasi dapat

memberikan dampak positif dalam mengatasi hambatan serta memanfaatkan waktu dengan lebih efisien dan cepat (Fattah, 2024; Yusria et al., 2022).

Salah satu pendekatan yang memanfaatkan pengembangan teknologi informasi yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai IKA yaitu dengan model prophet. Model ini Prophet digunakan karena dapat melakukan prediksi dengan cara yang lebih mudah dilakukan, masuk akal, dan akurat. Selain itu, prophet fleksibel terhadap sistem prediksi yang dibuat sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan ahli dengan cara intuitif (Raihan et al., 2023; Uddin et al., 2022). Model prophet juga efektif dalam menangkap pola tahunan antara data histori dan prediksi di masa mendatang. Untuk itu dilakukan penelitian tentang optimalisasi prediksi nilai IKA dengan menggunakan pendekatan model prophet yang bertujuan untuk mendapatkan nilai prediksi IKA sebagai *baseline* dalam perumusan kebijakan kegiatan pengendalian lingkungan di masa mendatang dengan menggunakan model prophet.

2. KAJIAN TEORITIS

Machine Learning

Machine learning memiliki aplikasi yang luas dalam ilmu lingkungan, berkat presisinya yang tinggi, kustomisasi yang fleksibel, dan kemampuan dalam memecahkan pola data yang kompleks (Avinash et al., 2024; Cojbasic et al., 2023). Machine learning adalah subbidang artificial intellegent yang dapat digunakan untuk memetakan pola data melalui pelatihan, pengujian, dan evaluasi. Kemampuan pemrosesan datanya yang luar biasa membuatnya mudah digunakan. Kemampuan pembelajaran mesin sangat baik untuk memodelkan hubungan linier dan nonlinier dalam data tanpa memahami mekanisme fisik yang terkait (Raihan et al., 2023; Savitri & Nursalim, 2023).

Model Prophet

Prophet, model peramalan data deret waktu yang dibuat oleh Facebook pada tahun 2017, adalah yang paling populer saat ini. Prophet memiliki kemampuan untuk memodelkan data deret waktu dengan pola dan tren musiman yang kuat, dan dia mampu mengoptimalkan model adaptasi dalam waktu yang singkat (Giovany Syuhada & Helmi Setyawan, 2023). Prophets mudah digunakan dan dapat disesuaikan, yang merupakan keuntungan bagi orang awam yang tidak memiliki keahlian statistika atau pemrograman yang mendalam. Untuk memperkirakan suatu variabel hanya dengan melihat sejarahnya dan memproyeksikan ke masa depan, model deret waktu sendiri dapat digunakan (Cristianto Sihombing et al., 2023; Hamdani & Saputra, 2023; Primawati & Trinoto, 2024).

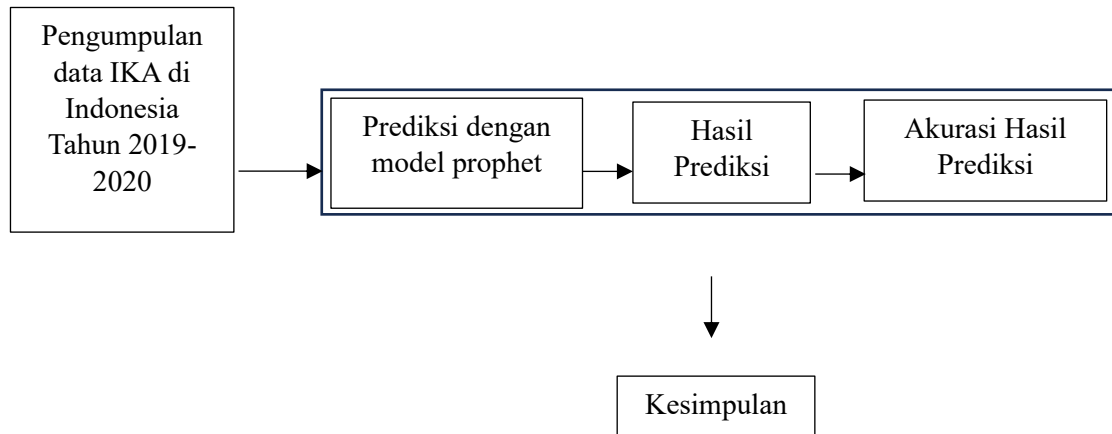
Metode Regresi Linier

Salah satu metode untuk mendapatkan nilai prediksi yaitu dengan menggunakan metode regresi linier yang mengembangkan hubungan antara dua atau lebih variabel yang bersifat fungsional dan disajikan dalam bentuk matematis (Nabillah & Ranggadara, 2020). Hasil dari metode tersebut dievaluasi dengan menggunakan metode statistik berdasarkan perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Salah satu cara untuk mengukur keakuratan suatu model statistik dalam melakukan perkiraan (prediksi) adalah dengan menggunakan Mean Absolute Error (MAE), yang menunjukkan nilai sebenarnya (actual) bersama dengan nilai perkiraan (prediksi) sedangkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah pengukuran statistik tentang akurasi perkiraan (prediksi) pada metode peramalan. Selain MAE dan MAPE, RMSE juga dapat digunakan untuk mengukur keakuratan nilai prediksi. RMSE adalah nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan. RMSE juga dapat menunjukkan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model perkiraan (prediksi) sedangkan MAPE digunakan untuk menghitung persentase kesalahan rata-rata secara total (absolut) (Nabillah & Ranggadara, 2020; Nurani et al., 2023).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan melakukan beberapa langkah, seperti mengumpulkan data melalui studi literatur dan observasi serta menyelesaikan masalah dengan model Prophet, seperti pada alur dibawah ini :



Model Prophet adalah algoritma yang digunakan untuk memprediksi data deret waktu. Ini didasarkan pada model aditif dan digunakan untuk menyesuaikan trend non-linier dalam deret waktu secara tahunan, mingguan, dan harian, dengan efek liburan. Model Prophet berfungsi dengan baik pada dataset yang memiliki banyak data dan memiliki efek musiman yang signifikan. (Fadhli et al., 2022; Hamdani & Saputra, 2023). Beberapa keuntungan dari model Prophet (Oktavia & Witanti, 2024):

1. Fleksibel, mudah menyimpan data musiman untuk berbagai periode.
2. Tidak perlu mencari nilai yang hilang.
3. Proses pelatihan yang cepat sehingga memungkinkan analisis untuk mengeksplorasi lebih banyak spesifikasi model secara interaktif.
4. Parameter dapat diubah dan diungkap dengan mudah.
5. Bagi analisis yang berpengalaman hal ini merupakan nilai tambah untuk dapat memperluas model dengan menambahkan komponen baru ke dalamnya.

Persiapan Data

Penelitian dilakukan menggunakan Python dengan pustaka Prophet, matplotlib untuk visualisasi, serta sklearn untuk metrik validasi. Data dibaca dari file CSV yang berisi nilai IKA setiap tahun untuk masing-masing provinsi. Data diubah ke dalam format yang dapat diolah oleh Prophet, yaitu dengan menggunakan tahun sebagai variabel waktu.

```

def prepare_data(csv_path):
    data = pd.read_csv(csv_path)
    df_melted = data.melt(id_vars=['Provinsi'],
                        value_vars=['IKA 2015', 'IKA 2016', 'IKA 2017',
                                    'IKA 2018', 'IKA 2019', 'IKA 2020'],
                        var_name='Year', value_name='IKA')
    df_melted['Year'] = df_melted['Year'].str.extract('(\\d+)').astype(int)
    return df_melted
  
```

Penerapan Model Prophet

Model Prophet dilatih menggunakan data tahun 2015-2019. Model dikonfigurasi untuk memprediksi nilai pada tahun 2020-2023. Fungsi `forecast_province` bertujuan memisahkan data setiap provinsi untuk melatih dan memprediksi berdasarkan data historis.

```
def forecast_province(train_data, province, years_to_predict):  
  
    province_data = train_data[train_data['Provinsi'] == province].sort_values('Year')  
  
    prophet_data = pd.DataFrame({  
  
        'ds': pd.to_datetime(province_data['Year'].astype(str), format='%Y'),  
  
        'y': province_data['IKA']  
  
    })  
  
    model = Prophet(yearly_seasonality=True, growth='linear',  
  
                    changepoint_prior_scale=0.5, seasonality_prior_scale=10)  
  
    model.fit(prophet_data)  
  
    future_dates = pd.DataFrame({'ds': pd.to_datetime([str(year) for year in years_to_predict],  
format='%Y')})  
  
    forecast = model.predict(future_dates)  
  
    predictions = np.clip(forecast['yhat'].values, 0, 100)  
  
    return predictions
```

Evaluasi Prediksi dan Visualisasi

Prediksi yang dihasilkan oleh model dibandingkan dengan data aktual pada tahun 2020 untuk mengukur akurasi model. Metrik yang digunakan meliputi Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE).

```
mae_2020 = mean_absolute_error(predictions_df['Actual_2020'],  
predictions_df['Predicted_2020'])  
  
rmse_2020 = np.sqrt(mean_squared_error(predictions_df['Actual_2020'],  
predictions_df['Predicted_2020']))  
  
mape_2020 = np.mean(predictions_df['Error Percentage 2020'])
```

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif indeks kualitas air di Indonesia tahun 2019-2024 yang bersumber dari Laporan Indeks Kualitas Air Nasional Tahun

2019, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Dataset ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan nilai Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) dari seluruh provinsi di Indonesia sejak tahun 2015 hingga tahun 2019.

Selain data IKA sebagaimana tersebut di atas yang disusun secara *time series*, data tambahan lainnya adalah data IKA pada tahun 2020 yang nantinya akan digunakan sebagai dasar untuk membandingkan hasil prediksi perhitungan dengan menggunakan mode prophet, sehingga diketahui seberapa besar akurasi dan kesalahan dari model pendekatan yang digunakan. Data IKA tahun 2020 tersebut merujuk pada Laporan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) Tahun 2021 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2021) seperti pada tabel dibawah ini :

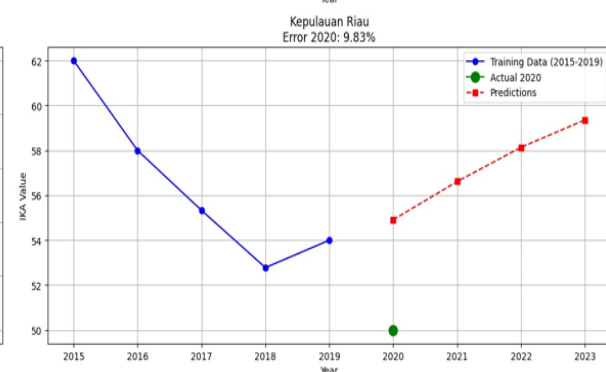
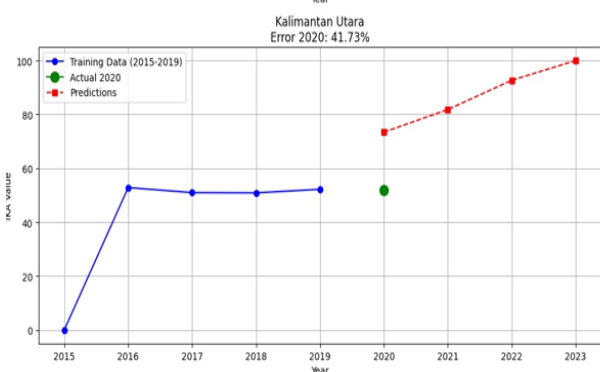
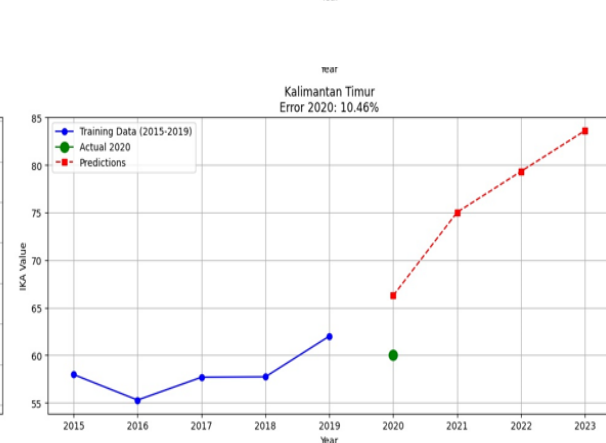
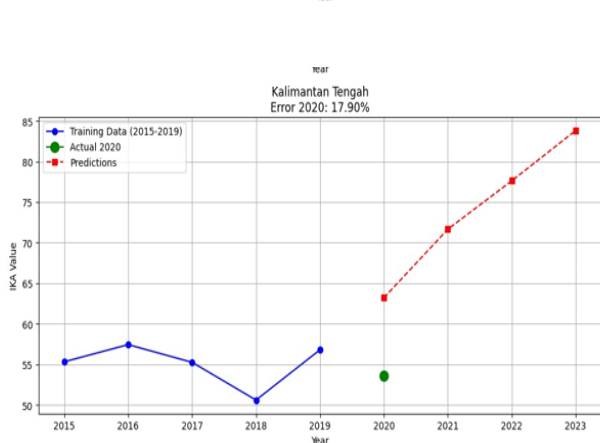
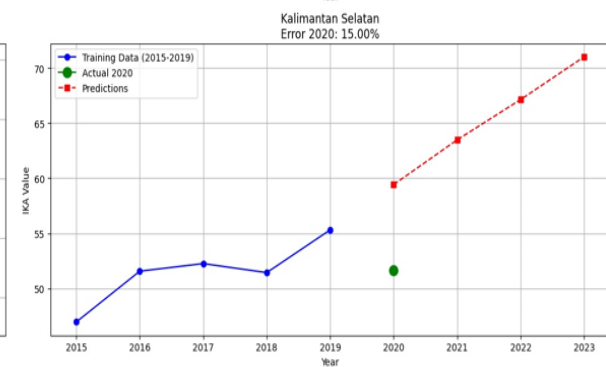
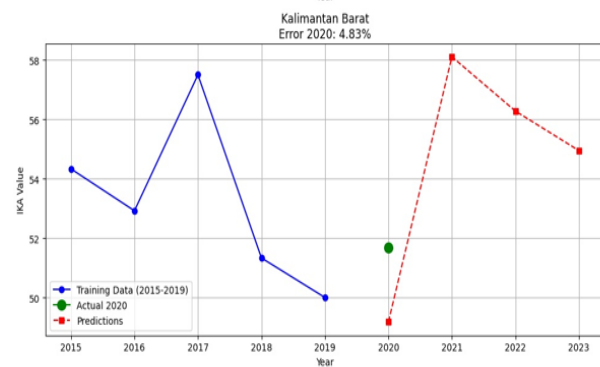
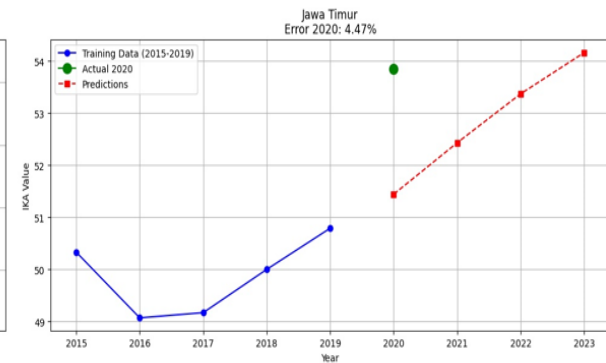
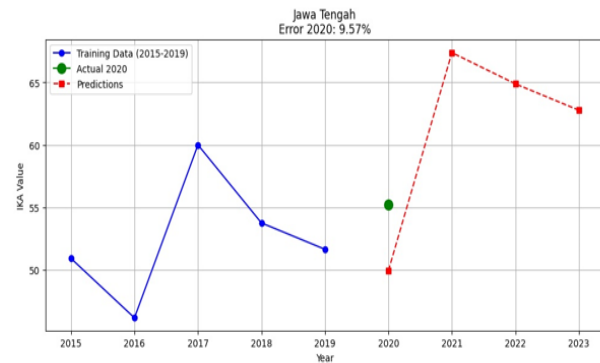
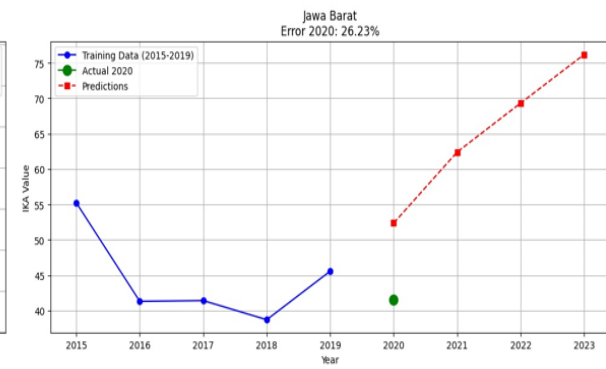
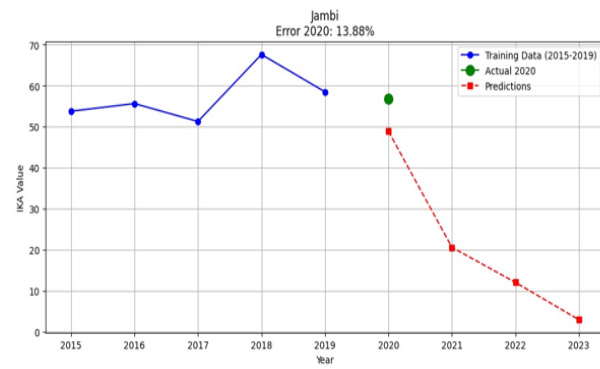
Tabel 1. Tabel Indeks Kualitas Air Nasional Tahun 2015-2020

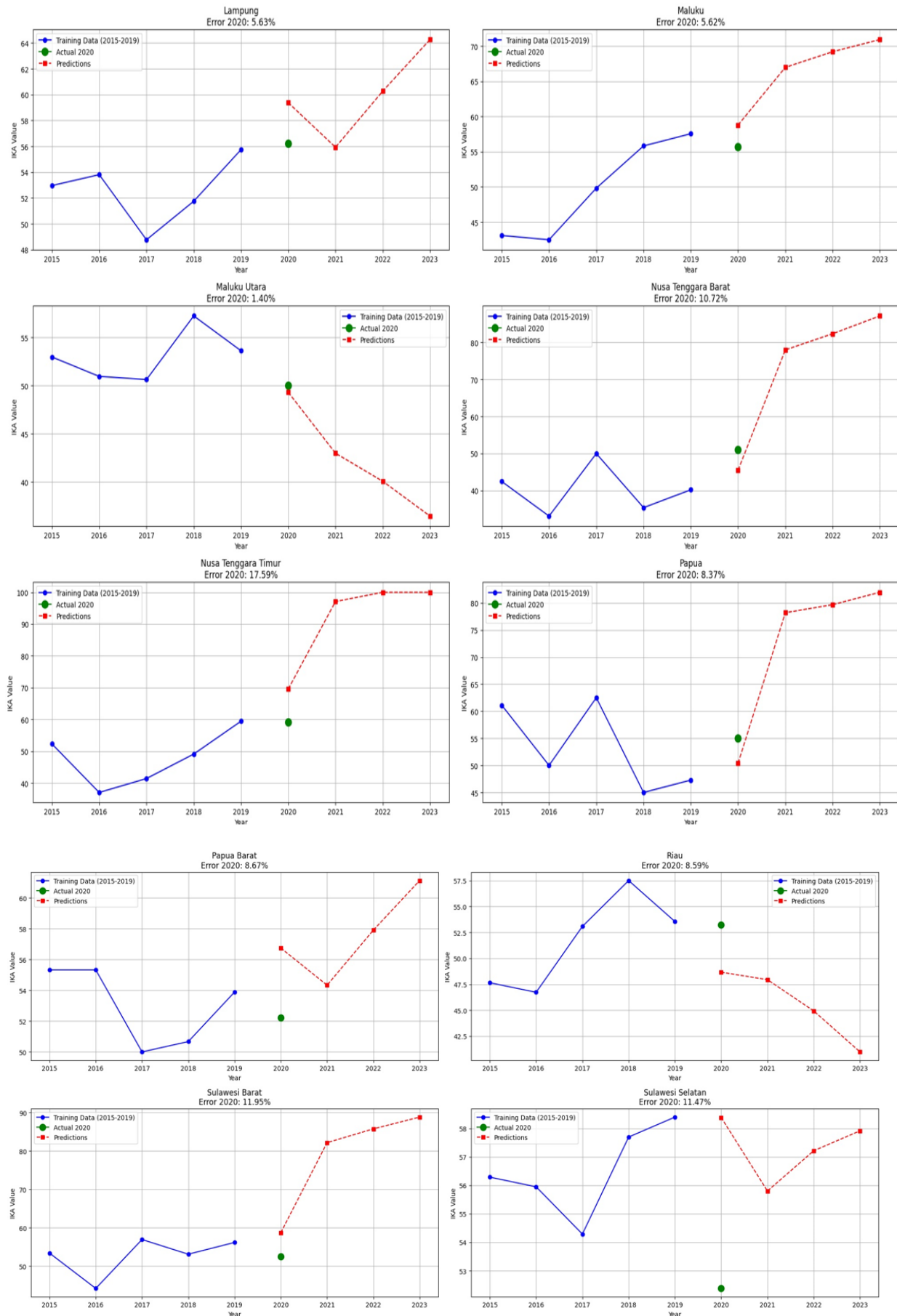
Provinsi	IKA 2015	IKA 2016	IKA 2017	IKA 2018	IKA 2019	IKA 2020
Aceh	49.62	51.93	68.29	62.31	60.56	61.43
Sumatera Utara	46	53.33	50	56.67	51.11	53.33
Sumatera Barat	40.71	43.28	54.32	53.9	53.19	53.5
Riau	47.65	46.73	53.08	57.5	53.55	53.24
Jambi	53.75	55.61	51.25	67.58	58.49	56.75
Sumatera Selatan	69.36	64.52	63.81	67.05	64.45	63.33
Bengkulu	61.67	60.33	54.07	48.22	47.64	50.83
Lampung	52.96	53.81	48.77	51.75	55.74	56.21
Bangka Belitung	64.69	62.05	66.25	65.31	69.29	65.63
Kepulauan Riau	62	58	55.33	52.78	54	50
DKI Jakarta	30.51	22.31	35	31.43	41.94	42.73
Jawa Barat	55.25	41.33	41.43	38.73	45.59	41.5
Jawa Tengah	50.91	46.15	60	53.75	51.64	55.21
DIY	33.07	60.22	35.95	50.63	35.37	50
Jawa Timur	50.33	49.07	49.17	50	50.79	53.85
Banten	51.75	70	47.67	41.25	43.11	50.56
Bali	61.25	61.39	60	48.5	65.33	64.33
Nusa Tenggara Barat	42.46	33.13	50	35.42	40.23	50.98
Nusa Tenggara Timur	52.35	37.1	41.48	49.17	59.48	59.19
Kalimantan Barat	54.33	52.92	57.5	51.33	50	51.67
Kalimantan Tengah	55.33	57.44	55.26	50.61	56.8	53.61
Kalimantan Selatan	46.95	51.56	52.25	51.43	55.31	51.67
Kalimantan Timur	57.97	55.29	57.69	57.73	62.01	60
Kalimantan Utara	0	52.86	51	50.91	52.22	51.82
Sulawesi Utara	47.54	49.52	54.62	54.1	45.48	50.53
Sulawesi Tengah	53.89	46.67	50	45.56	62.59	61.67
Sulawesi Selatan	56.29	55.95	54.29	57.7	58.4	52.38
Sulawesi Tenggara	50	52	70	60	50.55	51.6
Gorontalo	50.67	54	48.57	50.67	57.2	53
Sulawesi Barat	53.37	44.16	56.91	53.08	56.15	52.44
Maluku	43.11	42.5	49.83	55.83	57.56	55.67
Maluku Utara	52.96	50.95	50.62	57.22	53.61	50
Papua Barat	55.33	55.33	50	50.67	53.89	52.22
Papua	61.11	50	62.5	45	47.29	55

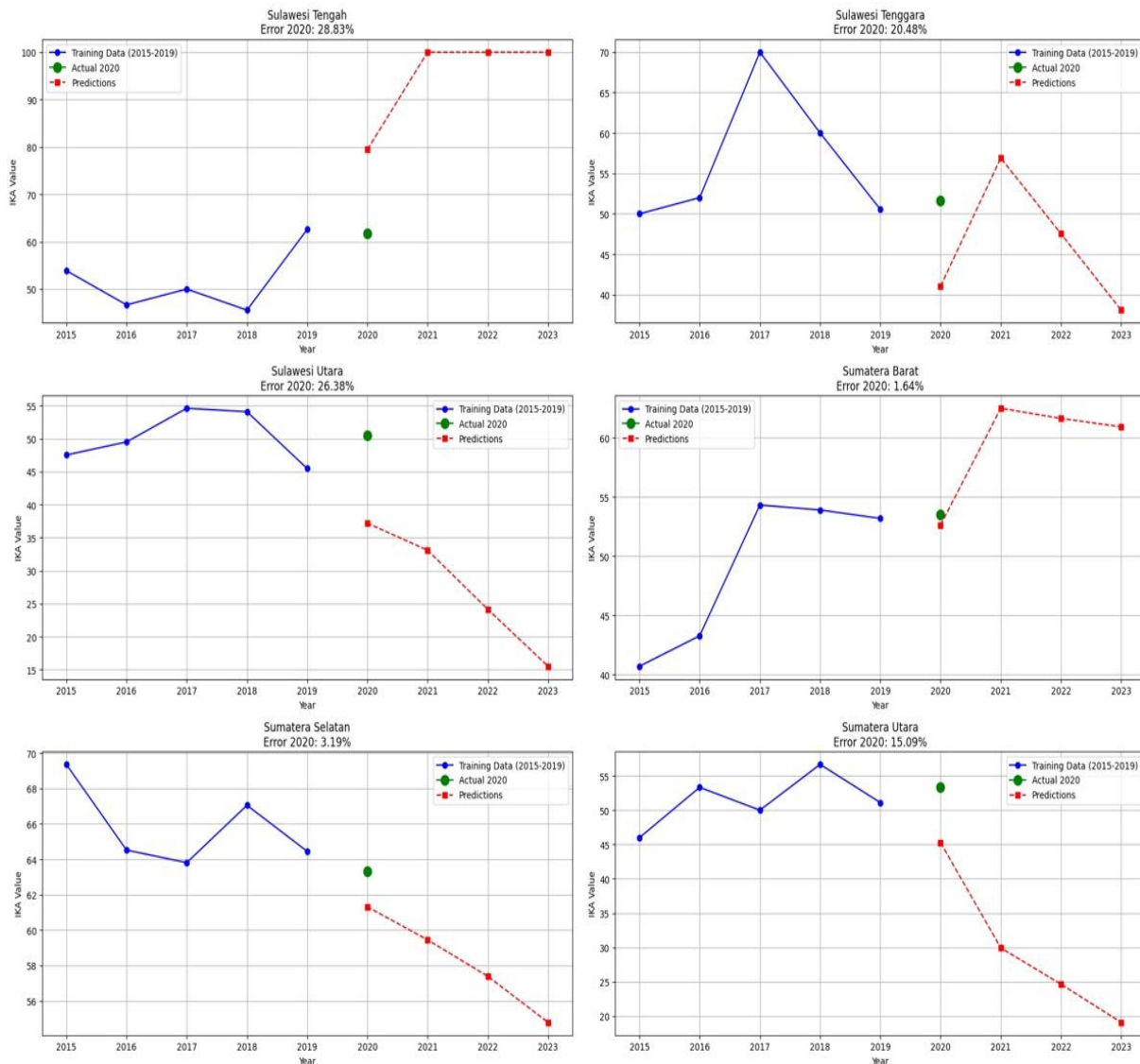
a. Prediksi dengan pendekatan model prophet

Grafik 1 Grafik Visualisasi Nilai Prediksi dengan Model Prophet









Berdasarkan hasil pemodelan prediksi dengan model prophet, terlihat bahwa model Prophet berhasil memberikan prediksi yang akurat untuk tahun 2020 dengan nilai MAPE rata-rata sebesar 5,67%. Prediksi ini menunjukkan bahwa model Prophet efektif dalam menangkap pola tahunan. Visualisasi data menunjukkan kesesuaian yang baik antara data historis dan prediksi, dengan tren IKA yang menunjukkan pola naik turun antar tahun.

b. Akurasi nilai prediksi dengan model prophet

Setelah melakukan pemodelan prophet untuk menghasilkan prediksi IKA, tahapan berikutnya adalah melakukan evaluasi akurasi nilai prediksi dengan cara menghitung nilai absolut dan persentase error yaitu *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAE merupakan nilai untuk mengukur rata-rata deviasi absolut antara nilai prediksi dan aktual, RMSE mengukur akar kuadrat dari rata-rata kesalahan prediksi dan MAPE mengukur persentase rata-rata kesalahan prediksi (Cojbasic et al., 2023). Dalam penelitian ini diperoleh nilai MAE sebesar 7,01 yang

mengindikasikan bahwa rata – rata jarak prediksi dari nilai sebenarnya adalah 7,01 dan nilai RMSE dalam penelitian ini yaitu 8,61, hal ini berarti rata – rata deviasi kuadrat antara nilai prediksi dengan nilai aktual sebesar 8,61 unit. Dari hasil tersebut, nilai RMSE yang dihasilkan > 10 yang menunjukkan bahwa nilai prediksi yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki performa yang baik.

Akurasi nilai prediksi dengan model prophet selain MAE dan RMSE yaitu nilai MAPE. Berdasarkan hasil penelitian ini nilai MAPE yang didapatkan yaitu sebesar 13,06%. Hal ini berarti bahwa rata – rata kesalahan prediksi adalah 13,06% dari nilai aktual. Secara umum, nilai MAPE antara 10-20% dianggap sebagai prediksi yang baik (Arwin Datumaya Wahyudi Sumari et al., 2020). Dalam penelitian ini, Provinsi dengan nilai MAPE yang lebih rendah dari 13,06% memiliki prediksi yang lebih akurat secara relatif, sedangkan Provinsi dengan nilai MAPE lebih dari 13,06% (Provinsi Sumatera Utara, Sulawesi Utara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, NTT, Kalimantan Utara, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Jawa Barat, DKI Jakarta, Gorontalo dan Bali) memerlukan perbaikan model atau data yang lebih baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Model Prophet mampu memberikan prediksi yang cukup akurat untuk indeks kualitas udara di tingkat provinsi di Indonesia. Metode ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk memperkirakan tren jangka panjang yang bermanfaat untuk kebijakan lingkungan di masa depan. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi faktor-faktor lain yang mempengaruhi kualitas udara, seperti iklim dan tingkat emisi.

DAFTAR REFERENSI

- Arwin Datumaya Wahyudi Sumari, Muhammad Bisri Musthafa, Ngatmari, & Dimas Rossiawan Hendra Putra. (2020). Comparative Performance of Prediction Methods for Digital Wallet Transactions in the Pandemic Period. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 4(4), 642–647. <https://doi.org/10.29207/resti.v4i4.2024>
- Asiva Noor Rachmayani. (2022). *Laporan Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Kabupaten Aceh Timur Tahun 2022*.
- Avinash, A., Widjaja, A., & Karnalim, O. (2024). Analisis Perbandingan Algoritma Machine Learning untuk Forecasting Persediaan Produk Barang Pokok. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 10(2), 361–378. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v10i2.9357>

- Banerjee, K., Bali, V., Nawaz, N., Bali, S., Mathur, S., Mishra, R. K., & Rani, S. (2022). A Machine-Learning Approach for Prediction of Water Contamination Using Latitude, Longitude, and Elevation. *Water (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/w14050728>
- Cojbasic, S., Dmitrasinovic, S., Kostic, M., Sekulic, M. T., Radonic, J., Dodig, A., & Stojkovic, M. (2023). Application of machine learning in river water quality management: a review. *Water Science and Technology*, 88(9), 2297–2308. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.331>
- Cristianto Sihombing, Agung Hari Saputra, Fitria Puspita Sari, & Aditya Mulya. (2023). Prediksi Curah Hujan di Wilayah DKI Jakarta dengan Model NeuralProphet. *Jurnal Aplikasi Meteorologi*, 1(2), 9–19. <https://doi.org/10.36754/jam.v1i2.317>
- Dinata, A., & Sutabri, T. (2024). Analisis Pengelolaan E-KTP dengan Pendekatan Framework COBIT 5 pada Domain Deliver, Service, dan Support. *Journal of Information Technology Ampera*, 5(1), 2774–2121. <https://doi.org/10.51519/journalita.v5i1.517>
- Fadhli, M., Ikram, D., Studi, P., Informatika, T., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., & Syarif, N. (2022). *Analisis Kinerja Model Prophet Untuk*.
- Fattah, N. F. (2024). Penerapan Data Mining Untuk Klasifikasi Kualitas Air Dengan Algoritma Support Vector Machine Pada Dinas Lingkungan Hidup Dan Pertanahan Provinsi Sumsel. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, 11(2), 145–158. <https://doi.org/10.30656/prosisko.v11i2.8285>
- Giovany Syuhada, E., & Helmi Setyawan, M. Y. (2023). Analisis Komparasi Metode Prophet Dan Metode Exponential Smoothing Dalam Peramalan Jumlah Pengangguran Di Jawa Barat: Systematic Literature Review. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(2), 1369–1377. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i2.6827>
- Hamdani, A. F., & Saputra, A. J. (2023). Prediksi Harga Saham Tesla Menggunakan Algoritma Neural Prophet Berbasis Mobile. ... *Nasional Teknologi & ...*, 2, 129–136. <https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/view/2873%0Ahttps://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/stains/article/download/2873/1999>
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Indeks Lingkungan Hidup 2021. *Publikasi Resmi*, 1–23.
- Kemlkh. (2020). *IKLH Tahun 2019*.
- Kurniawan, B. (2019). *Usulan Metode Penentuan Indeks Kualitas Air (IKA) di Indonesia Tahun 2020 - 2024*.
- Nabillah, I., & Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(2), 250–255. <https://doi.org/10.33633/joins.v5i2.3900>
- Nurani, A. T., Setiawan, A., & Susanto, B. (2023). Perbandingan Kinerja Regresi Decision Tree dan Regresi Linear Berganda untuk Prediksi BMI pada Dataset Asthma. *Jurnal Sains Dan Edukasi Sains*, 6(1), 34–43. <https://doi.org/10.24246/juses.v6i1p34-43>

- Oktavia, F., & Witanti, A. (2024). Implementasi Prophet Forecasting Model Dalam Prediksi Kualitas Udara Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jl. Jembatan Merah No. 84 C Gejayan Yogyakarta*, 11(1), 64–74. <http://jurnal.mdp.ac.id>
- Pramaningsih, V., Yuliawati, R., Sukisman, S., Hansen, H., Suhelmi, R., & Daramusseng, A. (2023). Indek Kualitas Air dan Dampak terhadap Kesehatan Masyarakat Sekitar Sungai Karang Mumus, Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(3), 313–319. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.3.313-319>
- Primawati, A., & Trinoto, A. A. (2024). Evaluasi Kinerja Prophet untuk Prediksi Harga Emas Berjangka. *Faktor Exacta*, 17(1), 40–46. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v17i1.22013>
- Raihan, A., Suhendi, A., & Berthaningtyas, H. (2023). *Implementasi Metode Prophet pada Prediksi Tinggi Air Sungai*. 10(5), 4412–4417.
- Savitri, L., & Nursalim, R. (2023). Klasifikasi Kualitas Air Minum menggunakan Penerapan Algoritma Machine Learning dengan Pendekatan Supervised Learning. *Diophantine Journal of Mathematics and Its Applications*, 2(01), 30–36. <https://doi.org/10.33369/diophantine.v2i01.28260>
- Sutabri, T. (2012). *Analisis Sistem Informasi* (C. Putri, Ed.; I). CV. Andi Offset.
- Sutabri, T. (2014). *Pengantar Teknologi Informasi* (S. Wibowo & A. Sahala, Eds.; I). C.V Andi Offset.
- Sutabri, T., & Napitulu, D. (2019). *Sistem Informasi Bisnis* (P. Christian, Ed.; I). CV. Andi Offset.
- Uddin, M. G., Nash, S., Mahammad Diganta, M. T., Rahman, A., & Olbert, A. I. (2022). Robust machine learning algorithms for predicting coastal water quality index. *Journal of Environmental Management*, 321(July), 115923. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115923>
- Yusria, L., Tri Basuki, K., Edi Surya, N., & Tata, S. (2022). Load Optimization with Shortest Distance Approach. *Journal of Data Science*, 2022(21), 1–13. <http://eprints.intimal.edu.my/1696/>