



## PENGEMBANGAN DASHBOARD KEUANGAN DAN PREDIKSI PEMASUKAN YAYASAN X DENGAN PENDEKATAN AUTOREGRESSION MOVING AVERAGE (ARMA) 2024-2025

Safinah Salmaa Al Anshory<sup>1</sup>, Shefira Eka Putri<sup>2</sup>, Muhammad Arif Billah<sup>3</sup>, Rifdatun Ni'mah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Sains Data, Universitas Telkom Surabaya

<sup>1</sup>[safinahsalmaa@telkomuniversity.ac.id](mailto:safinahsalmaa@telkomuniversity.ac.id)

<sup>3</sup>[arifhans@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:arifhans@student.telkomuniversity.ac.id)

<sup>4</sup>[rifdatun@telkomuniversity.ac.id](mailto:rifdatun@telkomuniversity.ac.id)

Corresponding author email: [shefira@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:shefira@student.telkomuniversity.ac.id)

**Abstract:** Daily revenue prediction is crucial in helping Yayasan X plan more accurate budgeting and financial strategies. This study aims to build a revenue prediction model using the ARMA time series forecasting method based on daily revenue data from September 2024 to March 2025. The process includes data collection, exploration, preprocessing, model development, and model performance evaluation. The predicted variable is KP (Kotak Peduli), as it has the highest contribution to revenue. The evaluation results show that the model produced a Mean Absolute Error (MAE) of Rp781,971, Mean Squared Error (MSE) of Rp894 billion, and a Root Mean Squared Error (RMSE) of Rp945,793. The RMSE, which is close to Rp1 million, indicates a substantial average deviation between predicted and actual daily values. This suggests that although the model is able to follow the general revenue trend, its accuracy in capturing daily fluctuations is still low. Therefore, the model needs improvement to better capture data variability. The prediction results and actual data are also visualized in an interactive dashboard to support decision-making.

**Keywords:** time series prediction, model evaluation, data visualization

**Abstrak:** Prediksi pemasukan harian sangat penting dalam membantu Yayasan X merencanakan anggaran dan strategi keuangan yang lebih tepat. Penelitian ini bertujuan membangun model prediksi pemasukan menggunakan prediksi time series ARMA berdasarkan data pemasukan harian selama September 2024 hingga Maret 2025. Proses meliputi pengumpulan data, eksplorasi, pemrosesan data, pembangunan model, serta evaluasi performa model. Variabel yang di prediksi merupakan variabel KP (Kotak Peduli) karena mempunyai pendapatan yang paling besar. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model menghasilkan Mean Absolute Error (MAE) sebesar Rp781.971, Mean Squared Error (MSE) sebesar Rp894 miliar, dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar Rp945.793. Nilai RMSE yang mendekati Rp1 juta menunjukkan deviasi rata-rata prediksi dari nilai aktual harian cukup tinggi. Hal ini menandakan bahwa meskipun model mampu mengikuti tren umum pemasukan, akurasi terhadap fluktuasi harian masih rendah. Oleh karena itu, model perlu disempurnakan agar dapat menangkap variabilitas data secara lebih baik. Visualisasi hasil prediksi dan data aktual juga ditampilkan dalam dashboard interaktif untuk membantu pengambilan keputusan.

**Kata kunci:** Prediksi time series, evaluasi model, visualisasi data

### I. Pendahuluan

Yayasan merupakan salah satu yayasan amal di Jawa Timur yang memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan sosial, pendidikan, dan kemanusiaan. Dalam menjalankan operasionalnya, yayasan ini menghadapi tantangan dalam mengelola dan memprediksi pemasukan keuangan yang bersifat dinamis, dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti donasi, bantuan infaq, serta sumbangan dari masyarakat. Ketidakpastian dalam pemasukan tersebut seringkali menyulitkan perencanaan anggaran dan pelaksanaan program jangka panjang, yang pada akhirnya berdampak pada efektivitas dan efisiensi pengambilan keputusan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu memantau pemasukan secara real-time sekaligus memprediksi tren pemasukan di masa depan secara akurat [1][2].



Salah satu solusi yang ditawarkan adalah pengembangan dashboard interaktif yang dapat menampilkan visualisasi data keuangan secara informatif dan terintegrasi dengan sistem prediksi berbasis time series. Metode Autoregression Moving Average (ARMA) dipilih dalam penelitian ini karena kemampuannya dalam memodelkan data time series yang stasioner serta memberikan hasil prediksi yang akurat berdasarkan pola historis [3][4]. Fenomena yang dianalisis dalam penelitian ini adalah pola pemasukan keuangan Yayasan X yang bersifat time series, di mana data historis menunjukkan fluktuasi yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti musim donasi, program khusus, dan kondisi ekonomi masyarakat. Dengan menganalisis pola ini, metode ARMA dapat digunakan untuk memprediksi pemasukan keuangan di masa depan [5].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data pemasukan keuangan Yayasan X guna mengidentifikasi pola, tren, dan karakteristik data melalui dashboard interaktif; memprediksi pemasukan keuangan untuk periode Oktober 2024 hingga Maret 2025 menggunakan metode ARMA; serta mengevaluasi performa model prediksi menggunakan metrik evaluasi Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE), dan Root Mean Squared Error (RMSE). Adapun dataset yang digunakan merupakan data internal dari Yayasan X, yang diperoleh langsung dari salah satu pengurus yayasan dan telah mendapatkan izin resmi untuk keperluan penelitian dan pengembangan sistem ini. Melalui pendekatan ini, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan tata kelola keuangan yayasan serta memperkuat dampaknya dalam bidang sosial dan kemanusiaan.

## II. Metode Penelitian

Data yang digunakan terdiri dari catatan pemasukan per bulan, dengan fokus pada variabel Kotak Peduli (KP) karena variabel ini memberikan kontribusi pendapatan terbesar, yaitu sebesar Rp.161.328.000 dalam kurun waktu tersebut. Metode yang digunakan untuk analisis forecasting adalah ARMA (Autoregressive Moving Average), yang merupakan gabungan dari model autoregresif (AR) dan moving average (MA). Model ARMA dapat dituliskan dalam persamaan berikut:

- Persamaan ARMA (Autoregresis Moving Average)

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \phi_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \epsilon_{t-j} + \epsilon_t \quad (1)$$

Di mana:

$X_t$  adalah nilai pada waktu  $t$ ,

$c$  adalah konstanta,

$\phi_i$  adalah koefisien autoregresif,

$\theta_j$  adalah koefisien moving average,

$\epsilon_t$  adalah error pada waktu  $t$ ,

$p$  dan  $q$  adalah orde dari model AR dan MA.

Setelah melakukan forecasting, evaluasi hasil prediksi dilakukan menggunakan tiga metrik evaluasi, yaitu Mean Squared Error (MSE), Mean Absolute Error (MAE), dan



Root Mean Squared Error (RMSE). Rumus dari ketiga metrik tersebut adalah sebagai berikut:

- Mean Squared Error (MSE)

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2)$$

MSE merupakan metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur seberapa jauh nilai prediksi dari nilai aktual, dengan cara menghitung rata-rata kuadrat dari selisih antara prediksi dan aktual [6]. Semakin kecil nilai MSE, semakin baik kualitas model tersebut

- Mean Absoloute Error (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i| \quad (3)$$

MAE mengukur seberapa besar kesalahan antara nilai yang diprediksi dengan nilai aktual, tanpa memperhitungkan arah kesalahan. Ini merupakan metrik yang mudah diinterpretasikan karena menggunakan satuan asli dari data [7].

- Root Mean Squared Error (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2} \quad (4)$$

RMSE adalah akar kuadrat dari MSE. RMSE menghitung rata-rata dari selisih kuadrat antara nilai prediksi dan nilai aktual kemudian diambil akar kuadratnya. RMSE adalah metrik evaluasi regresi yang memberikan penalti lebih besar terhadap kesalahan besar dibandingkan MSE, dengan cara mengakarkan nilai MSE [8].

Di mana :

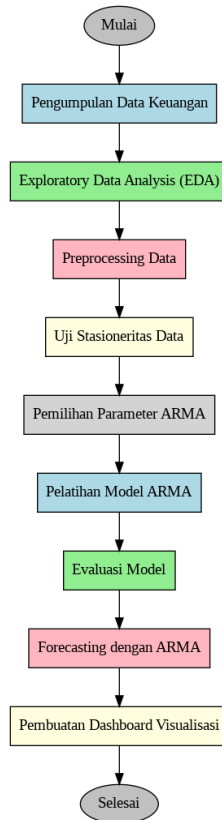
$Y_i$  adalah nilai aktual

$\hat{Y}_i$  adalah nilai prediksi

$n$  adalah jumlah data

- Tahapan Proyek

Tahapan proyek berfungsi untuk memberikan arah yang jelas dan sistematis dalam pelaksanaan suatu proyek, sehingga setiap proses dapat berjalan terstruktur, terukur, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun tahapan proyek pada penelitian ini terdapat pada flowchart berikut:



**Gambar 2.1** Flowchart Tahapan Proyek

Penjelasan dari tahapan proyek, sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data Keuangan

Pada tahap ini, data keuangan yang relevan dikumpulkan. Data yang digunakan dalam proyek ini adalah catatan pemasukan bulanan selama periode Oktober 2024 hingga Maret 2025, dengan fokus pada variabel Kotak Peduli (KP) karena memberikan kontribusi pendapatan terbesar.

2. Exploratory Data Analysis (EDA)

EDA dilakukan untuk memahami karakteristik data, seperti tren, pola, dan outlier. Tahap ini melibatkan visualisasi data dan analisis statistik deskriptif untuk mendapatkan gambaran awal tentang data yang akan dianalisis.

3. Preprocessing Data

Data yang telah dikumpulkan perlu diproses terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pemodelan. Preprocessing meliputi pembersihan data (menghandle missing value atau outlier), transformasi data, dan normalisasi jika diperlukan.

4. Uji Stasioneritas Data

Model ARMA memerlukan data yang stasioner. Tahap ini melibatkan pengujian stasioneritas data menggunakan metode seperti uji ADF (Augmented Dickey-Fuller). Jika data tidak stasioner, dilakukan transformasi seperti differencing untuk membuat data stasioner.

5. Pemilihan Parameter ARMA



Setelah data stasioner, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter model ARMA, yaitu orde  $p$  (AR) dan  $q$  (MA). Pemilihan parameter dapat dilakukan dengan menggunakan metode seperti ACF (Autocorrelation Function) dan PACF (Partial Autocorrelation Function), atau dengan bantuan kriteria informasi seperti AIC (Akaike Information Criterion).

## 6. Pelatihan Model ARMA

Model ARMA dibangun berdasarkan parameter yang telah dipilih. Data dibagi menjadi data latih dan data uji, kemudian model dilatih menggunakan data latih untuk mempelajari pola dalam data.

## 7. Evaluasi Model

Setelah model dilatih, dilakukan evaluasi untuk mengukur performa model. Metrik evaluasi yang digunakan adalah MSE (Mean Squared Error), MAE (Mean Absolute Error), dan RMSE (Root Mean Squared Error). Evaluasi ini membantu menentukan seberapa akurat model dalam memprediksi data.

## 8. Forecasting dengan ARMA

Model ARMA yang telah dievaluasi kemudian digunakan untuk melakukan prediksi pendapatan pada periode yang akan datang. Hasil prediksi ini akan menjadi output utama dari proyek.

## 9. Pembuatan Dashboard Visualisasi

Dalam memudahkan interpretasi hasil analisis, dibuat dashboard visualisasi interaktif menggunakan tools seperti Power BI. Dashboard ini menampilkan grafik time series, hasil forecasting dan metrik evaluasi secara visual dan interaktif.

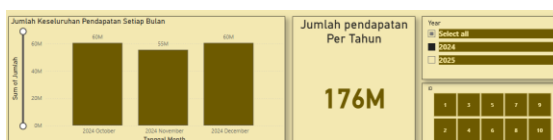
### III. Hasil dan Pembahasan

Dalam mendukung proses analisis dan pengambilan keputusan, hasil dari data yang telah diolah disajikan dalam dua bentuk utama, yaitu visualisasi dalam bentuk dashboard serta hasil dari proses prediksi menggunakan ARMA yang telah dilakukan. Penjabaran dari masing-masing bagian disampaikan sebagai berikut:

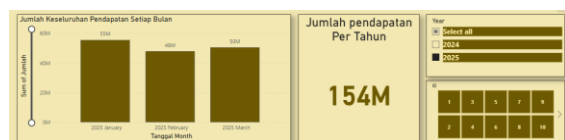
#### • Visualisasi Dashboard Reporting

Visualisasi dashboard dibuat menggunakan platform power BI yang terdiri dari 2 halaman dengan dilengkapi fitur filter interaktif untuk membantu dalam analisis data.

##### 1. Gambaran Umum Pemasukan Keuangan



Gambar 3.1a



Gambar 3.1b

Gambar 3.1 (a) Pemasukan Keuangan Tahun 2024 (b) Pemasukan Keuangan Tahun 2025

Secara keseluruhan, dashboard menunjukkan total pendapatan Yayasan X mencapai Rp 176 Juta pada bulan Oktober - November 2024 dan Rp 154 Juta pada



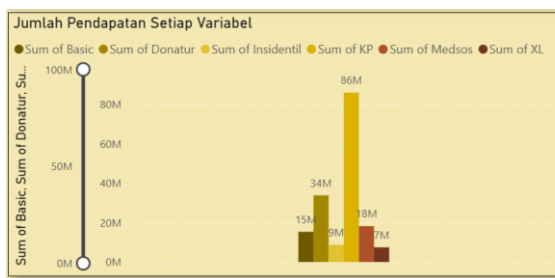
bulan Januari – Maret 2025. Angka ini menjadi indikator penting dalam mengevaluasi kinerja finansial Yayasan.

Tren pendapatan bulanan Yayasan X menunjukkan fluktuasi sepanjang periode yang diamati. Pada bulan Oktober 2024, pendapatan tercatat sebesar Rp 60 Juta, diikuti oleh penurunan minor di November 2024 menjadi Rp55 Juta. Peningkatan signifikan terjadi pada Desember 2024, mencapai kembali angka Rp 60 Juta, kemungkinan didorong oleh momentum akhir tahun atau kampanye donasi.

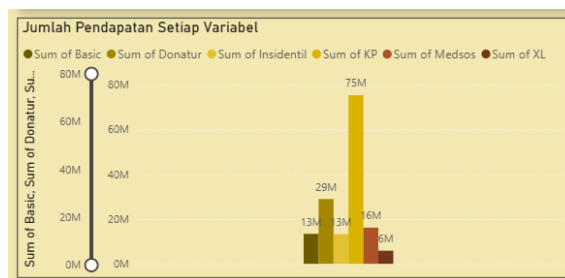
Namun, memasuki awal tahun 2025, pendapatan mengalami penurunan bertahap, dengan Januari tercatat Rp48 Juta, Februari Rp45 Juta, dan Maret Rp50 Juta. Pola ini mengindikasikan adanya tantangan di kuartal pertama tahun 2025 yang perlu menjadi perhatian strategis.

## 2. Analisis Pendapatan Berdasarkan Variabel/Sumber

Dalam memahami struktur pemasukan Yayasan X lebih detail, analisis dilakukan berdasarkan kontribusi dari setiap variabel atau sumber pendapatan



Gambar 3.2.1a



Gambar 3.2.1b

Gambar 3.2.1 (a) Jumlah Pendapatan Setiap Variabel Tahun 2024 (b) Jumlah Pendapatan Setiap Variabel Tahun 2025

Pendapatan per Variabel Utama: Distribusi yang terlihat dari setiap variabel pada halaman pertama *dashboard* menunjukkan bahwa "Sum of Donatur" dan "Sum of KP (Kotak Peduli)" merupakan kontributor utama pendapatan Yayasan. Kedua variabel ini secara konsisten memberikan sumbangan yang signifikan.

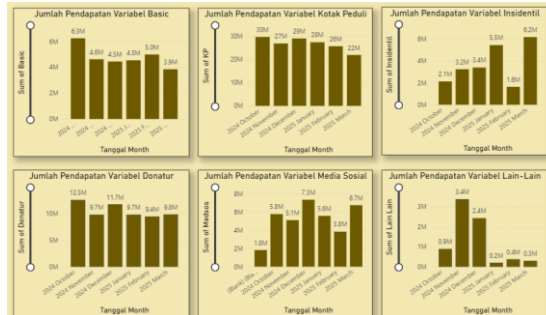
Tabel 3.2. 1 Tabel Pemasukan Variabel KP dan Donatur

Periode	Variabel	
	Donatur	KP
Oktober– November 2024	34 Jt	86 Jt
Januari–Maret 2025	29 Jt	75 Jt

Pada periode januari – maret 2025 kedua variabel tersebut mengalami penurunan namun keduanya masih dominan dalam jumlah pendapatan dibandingkan variabel lainnya. Variabel lain seperti "Basic", "Insidentil", "Medsos", dan "XL"



memberikan kontribusi yang lebih kecil namun tetap signifikan terhadap keseluruhan pendapatan.



Gambar 3.2.2 Jumlah Pendapatan Tiap Variabel

Pada halaman 2 *dashboard* menyajikan gambaran rinci mengenai pendapatan bulanan untuk setiap variabel pemasukan Yayasan. Terlihat bahwa pendapatan dari Media Sosial menunjukkan tren peningkatan yang cukup baik, mengindikasikan efektivitas strategi digital. Variabel Basic cenderung stabil, sedangkan Insidentil menunjukkan fluktuasi yang lebih besar. Kategori Lain-lain menjadi yang terkecil, menunjukkan perlunya analisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi komponen di dalamnya. Pemantauan per variabel ini penting untuk memahami dinamika masing-masing sumber dan merancang strategi penggalangan dana yang lebih terarah.

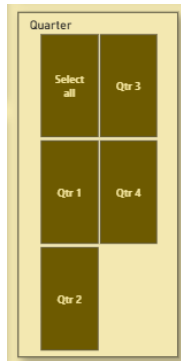
### 3. Filter dan Interaktivitas *Dashboard*

*Dashboard* ini dilengkapi dengan fitur filter interaktif yang sangat membantu dalam analisis data, memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi dan memahami pola-pola keuangan Yayasan X dengan lebih spesifik.



Gambar 3.3.1 Filter Tahun dan ID

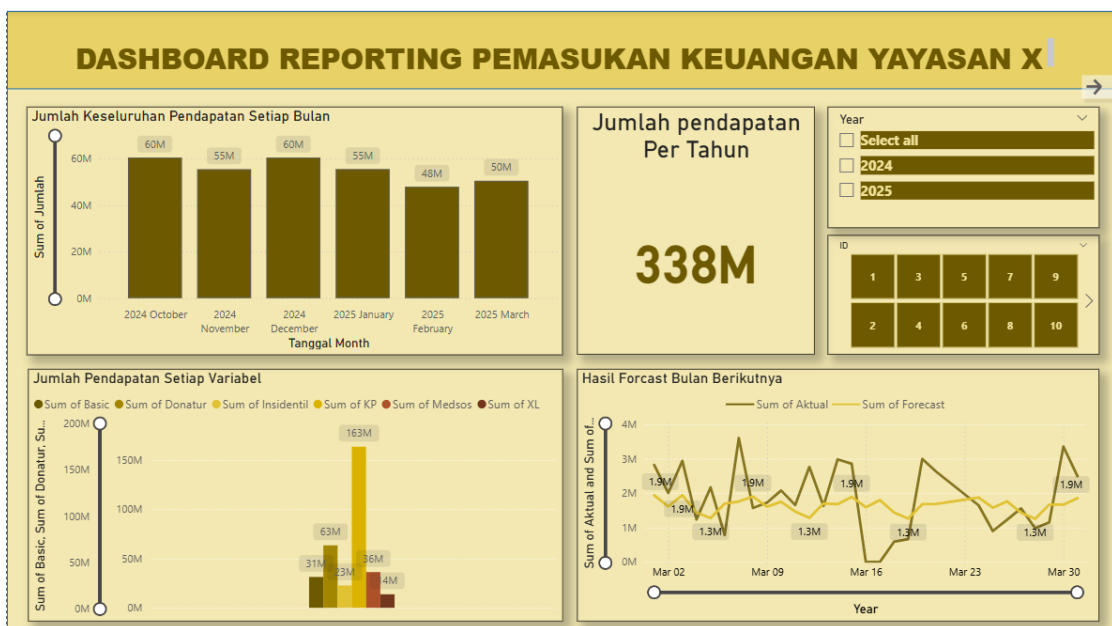
- Filter Tahun dan ID: Ketersediaan filter "Year" (2024, 2025) dan "ID" (1-10) memungkinkan pengguna untuk melakukan penelusuran data secara spesifik, baik berdasarkan tahun operasional maupun identifikasi proyek atau kampanye tertentu. Ini sangat krusial untuk pemantauan kinerja kampanye individual.



Gambar 3.3.2 Filter Quarter

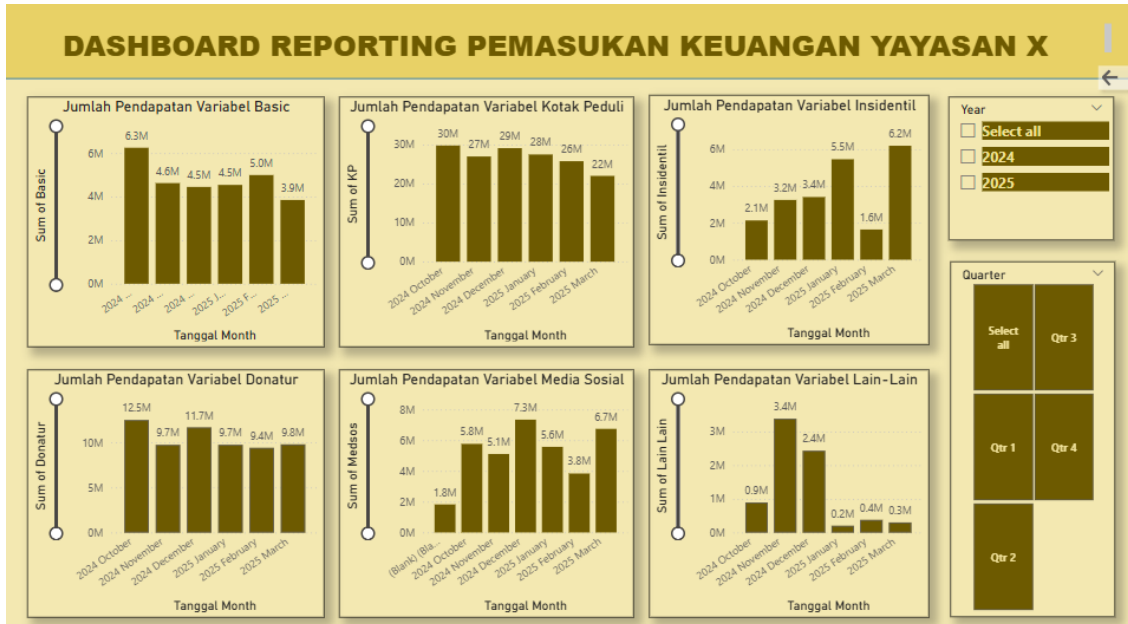
- Filter Quarter: Filter "Quarter" (Qtr 1, Qtr 2, Qtr 3, Qtr 4) memfasilitasi analisis kinerja Yayasan per kuartal, memungkinkan identifikasi tren musiman atau dampak dari program yang diluncurkan pada kuartal tertentu.

#### 4. Tampilan Dashboard



Gambar 3.4.1 Tampilan Dashboard Halaman 1

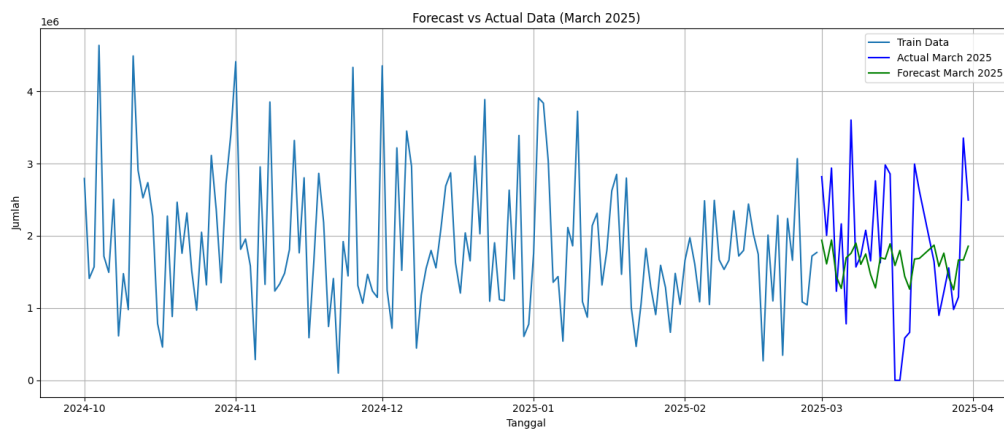




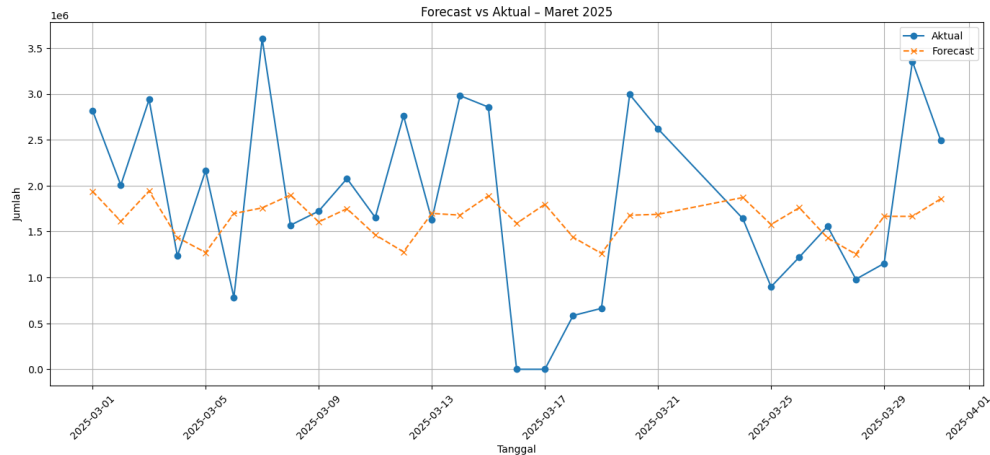
Gambar 3.4.2 Tampilan Dashboard Halaman 2

### • Hasil Prediksi

Sebagai bagian dari upaya pemantauan dan pengelolaan keuangan yang lebih efektif, dilakukan analisis prediktif terhadap data pemasukan harian Yayasan X untuk periode bulan berikutnya. Model prediksi yang digunakan bertujuan untuk memperkirakan pemasukan harian berdasarkan pola historis yang ada, sehingga diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan keuangan yang lebih akurat. Hasil prediksi tersebut kemudian dibandingkan secara langsung dengan data aktual untuk mengevaluasi sejauh mana model mampu merepresentasikan kondisi nyata di lapangan. Berikut ini disajikan hasil visualisasi dan evaluasi model prediksi yang telah diterapkan.



Gambar 3.5 Hasil Forecast dengan Data Aktual dan Data Train



Gambar 3.6 Hasil Forecast dengan Data Aktual

Visualisasi grafik di atas yang membandingkan hasil prediksi (*forecast*) dan data aktual pemasukan harian Yayasan X variabel KP (Kotak Peduli) selama bulan Maret 2025, terlihat bahwa model prediksi cenderung menghasilkan estimasi yang relatif stabil dan mendekati rata-rata harian, sementara data aktual menunjukkan fluktuasi yang sangat tinggi dari hari ke hari. Beberapa puncak pemasukan aktual yang signifikan, seperti pada tanggal 7, 14, 20, dan 30 Maret, tidak berhasil ditangkap oleh model. Sebaliknya, pada tanggal 16 dan 17 Maret, ketika tidak ada pemasukan sama sekali (nol), model tetap memberikan estimasi positif. Hal ini menunjukkan bahwa model kurang sensitif terhadap dinamika musiman atau kejadian khusus yang memengaruhi pemasukan secara drastis. Meskipun total bulanan dari prediksi cukup mendekati total aktual, grafik ini mengindikasikan bahwa model saat ini belum mampu untuk merepresentasikan pola variatif yang terjadi secara harian. Untuk peningkatan akurasi, perlu dipertimbangkan integrasi data eksternal seperti hari libur, *event* kampanye, atau pendekatan model yang lebih kompleks dan fleksibel.

Berdasarkan hasil evaluasi model prediksi terhadap data aktual pemasukan harian Yayasan X selama Maret 2025, diperoleh nilai *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 781.971,52, yang berarti secara rata-rata prediksi meleset sekitar 782 ribu dari nilai aktual setiap harinya. Nilai *Mean Squared Error* (MSE) yang sangat besar, yaitu 894,524,002,767.22, menunjukkan adanya beberapa kesalahan prediksi besar (*outlier*) yang berdampak signifikan terhadap evaluasi karena MSE memberikan penalti yang lebih besar untuk error yang ekstrem. Sementara itu, *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 945.792,79 menegaskan bahwa deviasi rata-rata prediksi dari nilai aktual cukup tinggi, hampir mendekati 1 juta per hari. Ketiga metrik ini secara bersama-sama menunjukkan bahwa meskipun model mampu mengikuti tren rata-rata pemasukan, tingkat presisi harian masih rendah dengan deviasi yang substansial. Hal ini sejalan dengan grafik sebelumnya yang memperlihatkan ketidaksesuaian prediksi terhadap fluktuasi harian yang tinggi dalam data aktual. Dengan demikian, model perlu ditingkatkan untuk menangkap variabilitas harian secara lebih akurat, terutama untuk mengurangi kesalahan prediksi yang ekstrem.



## IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil visualisasi dashboard dan analisis prediktif terhadap data pemasukan Yayasan X, dapat disimpulkan bahwa kondisi keuangan yayasan menunjukkan tren yang relatif stabil namun mengalami penurunan pada kuartal pertama tahun 2025. Pemasukan terbesar secara konsisten berasal dari variabel “Donatur” dan “Kotak Peduli (KP)”, yang meskipun mengalami penurunan, tetap menjadi kontributor utama. Variabel lain seperti “Medsos” menunjukkan tren peningkatan, mengindikasikan potensi strategi digital yang efektif. Pemanfaatan dashboard interaktif melalui Power BI terbukti sangat membantu dalam menganalisis data keuangan secara lebih mendalam dan fleksibel, memungkinkan eksplorasi berdasarkan periode, sumber pendapatan, maupun identifikasi proyek. Di sisi lain, analisis prediktif terhadap pemasukan harian menggunakan model yang ada menunjukkan bahwa meskipun prediksi mendekati rata-rata pemasukan bulanan, akurasi masih rendah dalam menangkap fluktuasi harian secara spesifik. Hal ini terlihat dari nilai evaluasi yang tinggi, seperti MAE sebesar ±Rp782 ribu dan RMSE mendekati Rp1 juta per hari, serta MSE yang sangat besar akibat outlier. Oleh karena itu, peningkatan akurasi model masih diperlukan, terutama melalui integrasi data eksternal dan penggunaan pendekatan model yang lebih kompleks guna menangkap dinamika pemasukan harian dengan lebih tepat.

## Daftar Pustaka

- [1] A. Shizuka Hutagaol, V. Samantha, T. Mulia Salsabila, and J. Tji Beng, “Perancangan Dashboard Monitoring Untuk Monthly Report Pemesanan Hotel dengan Microsoft Power BI”.
- [2] H. Mantik, “Model Pengembangan Dashboard Untuk Monitoring dan Sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan (Studi Kasus PT MTI dan PT JPN),” *JSI (Jurnal sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, vol. 8, no. 1, pp. 235–240, May 2021, doi: 10.35968/jsi.v8i1.620.
- [3] L. Hayati and N. Agustina, “Application of ARIMA Model in Forecasting Gross Regional Domestic Product (GRDP) Mining and Quarrying in South Kalimantan,” *Seminar Nasional Official Statistics*, vol. 2024, no. 1, Nov. 2024, doi: 10.34123/semnasoffstat.v2024i1.2055.
- [4] T. Lasni Rohana, E. Puspita, and F. Agustina, “PENERAPAN METODE PERAMALAN MENGGUNAKAN FUZZY ARMA (STUDI KASUS: JUMLAH WISATAWAN MANCANEGARA YANG DATANG KE JAWA BARAT) Entit Puspita”.
- [5] F. Rizky Wahyudi, B. Irawan, A. Bachtiar, and K. Kaslani, “MENGANALISIS PERKEMBANGAN INFLASI DAN MEMPREDIKSI ARAHNYA DENGAN MODEL ARIMA,” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 6, pp. 3479–3483, Feb. 2024, doi: 10.36040/jati.v7i6.8192.
- [6] C. Cheng *et al.*, “Real-time forecasting of COVID-19 spread according to protective behavior and vaccination: autoregressive integrated moving average models,” *BMC Public Health*, vol. 23, no. 1, p. 1500, 2023, doi: 10.1186/s12889-023-16419-8.
- [7] D. Chicco, M. J. Warrens, and G. Jurman, “The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation,” *PeerJ Comput Sci*, vol. 7, p. e623, 2021, doi: 10.7717/peerj-cs.623.
- [8] A. Helmy Mohamad, G. Farouk Hassan, and A. S. Abd Elrahman, “Impacts of e-commerce on planning and designing commercial activities centers: A developed approach,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 13, no. 4, p. 101634, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.11.003>.