

Sistem Informasi Peringatan Dini Banjir (Dashboard)

Implementasi Metode *Time Series* dalam Prediksi Tinggi Muka Air di Pintu Air Manggarai

Kelompok 9B

Ketua: Taufik Satria Nugraha - Universitas Jenderal Soedirman

- ❖ Nurhaliza Rais - Universitas Hasanuddin
- ❖ Renata Zahabiya - Institut Teknologi Sepuluh November
- ❖ Safira Ainurrofiah - Universitas Muhammadiyah Semarang
- ❖ Farrel Gilbran - IPB University
- ❖ Fujianti Kusuma Wardani - STMIK IKMI Cirebon



Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia
Digital Talent Scholarship - Talent Scouting Academy (TSA)



Departemen Statistika
FMIPA - IPB University



Starcore
Analytics



Ikatan Statistisi
Indonesia

Pendahuluan



Masalah :

- DKI Jakarta terletak pada dataran rendah dengan tingkat kemiringan lereng relatif landai
- Daerah resapan air semakin rendah
- Setiap musim penghujan, DKI Jakarta rentan mengalami banjir dan menjadi perhatian utama di Pintu Air Manggarai
- Banyaknya dampak dan kerugian yang ditimbulkan oleh banjir

Tujuan :

Prediksi TMA di Pintu Air Manggarai yang diharapkan dapat menjadi pertimbangan dalam mitigasi bencana banjir di DKI Jakarta.

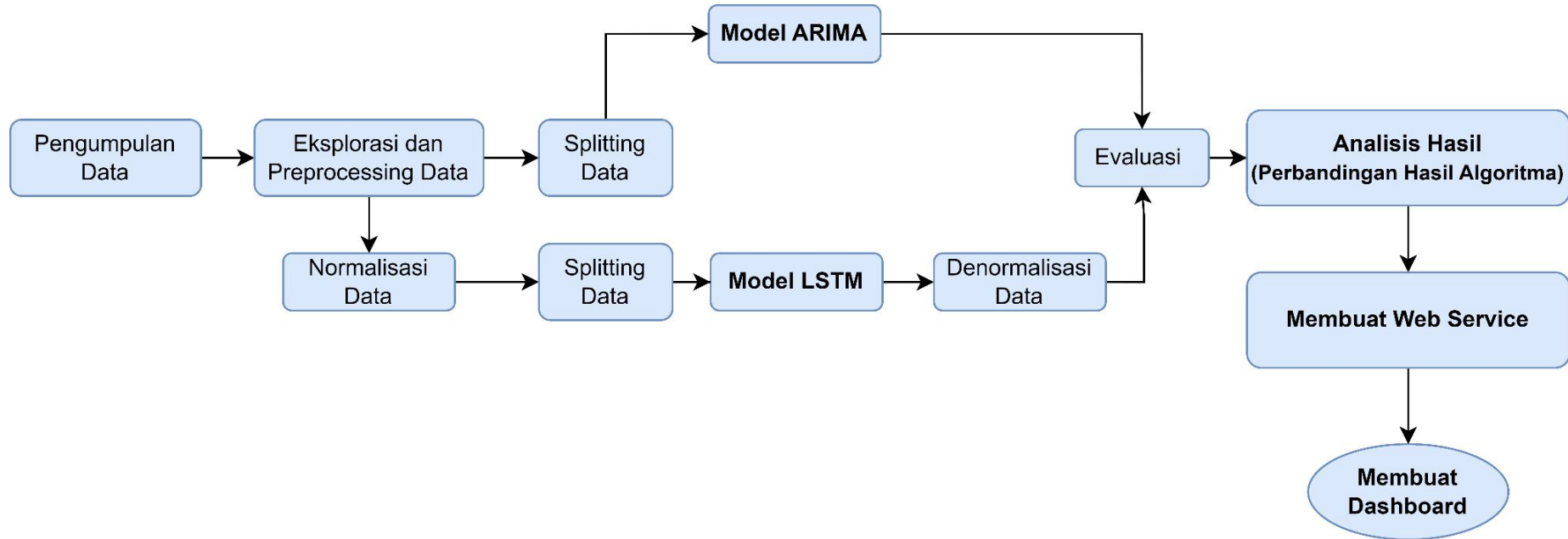
Metode :

Perbandingan metode *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* dan *Long-Short Term Memory (LSTM)*.

Mengapa ARIMA dan LSTM?

ARIMA	LSTM
Model Statistik	<i>Machine Learning</i>
Mudah dipahami dan lebih sederhana	Lebih kompleks
Menganalisis data <i>time series</i>	

Metode Penelitian



Tools Penelitian

Penyimpanan Data



Google Sheets

Pemrosesan dan Pemodelan



Web Service



Streamlit

Dashboard



Looker

PENGUMPULAN DATA

Data dikumpulkan setiap 6 Jam sekali

Update Worksheet

Data berhasil diubah dari json ke dataframe

	id	ketinggian	bukaan	status_siaga	tanggal	jam	cuaca
0	313,236	650	None	4	2023-11-16	00:00:00	{"inisial":"MT","nama":"Mendung Ti
1	313,237	540	None	4	2023-11-16	00:00:00	{"inisial":"MT","nama":"Mendung Ti
2	313,238	270	None	4	2023-11-16	00:00:00	{"inisial":"T","nama":"Terang"}
3	313,240	130	None	4	2023-11-16	00:00:00	{"inisial":"T","nama":"Terang"}
4	313,241	126	None	4	2023-11-16	00:00:00	{"inisial":"MT","nama":"Mendung Ti

Data baru yang akan disimpan.

	timestamp	ketinggian	status_siaga	cuaca	name_pintu_air
13	2023-11-16 13:00:00	620	4	Terang	Manggarai BKB
14	2023-11-16 14:00:00	620	4	Terang	Manggarai BKB
15	2023-11-16 15:00:00	610	4	Terang	Manggarai BKB
16	2023-11-16 16:00:00	610	4	Terang	Manggarai BKB
17	2023-11-16 17:00:00	605	4	Terang	Manggarai BKB

	timestamp	ketinggian	status_siaga	cuaca	name_pintu_air
0	01/11/2021 0:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
1	01/11/2021 1:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
2	01/11/2021 2:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
3	01/11/2021 3:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
4	01/11/2021 4:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
5	01/11/2021 5:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
6	01/11/2021 6:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
7	01/11/2021 7:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
8	01/11/2021 8:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB
9	01/11/2021 9:00:00	660	4	Terang	Manggarai BKB

Data terakhir dari kolom timestamp: 2023-11-16 17:00:00

Jumlah data baru: 5

Total jumlah data: 17440

sumber: <https://pantaubanjir.jakarta.go.id/>

EKSPLORASI DATA

Manggarai BKB

Descriptive Statistics:

ketinggian status_siaga

count	17435.000000	17435.000000
mean	616.957385	3.986636
std	48.673809	0.117790
min	0.000000	1.000000
25%	590.000000	4.000000
50%	610.000000	4.000000
75%	640.000000	4.000000
max	840.000000	4.000000

Data ini mencakup periode waktu dari **01/11/2021 0:00:00** hingga **16/11/2023 12:00:00**.

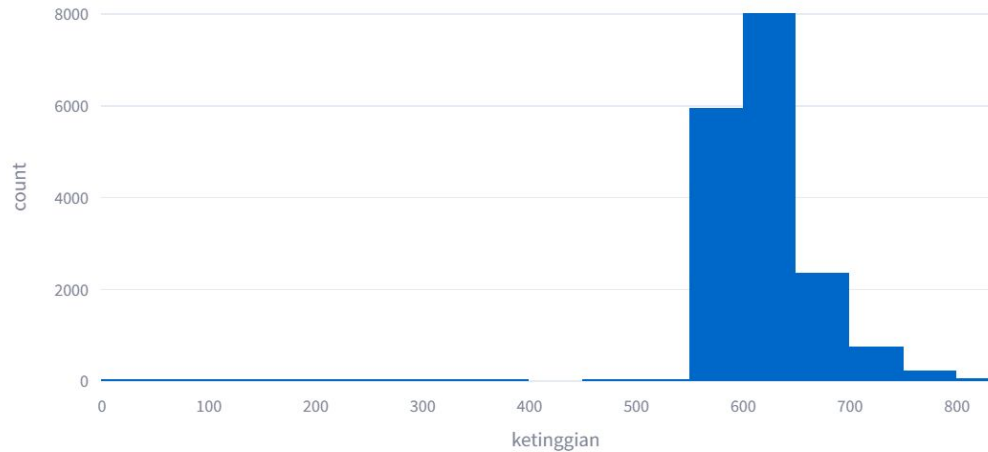
No Missing Values



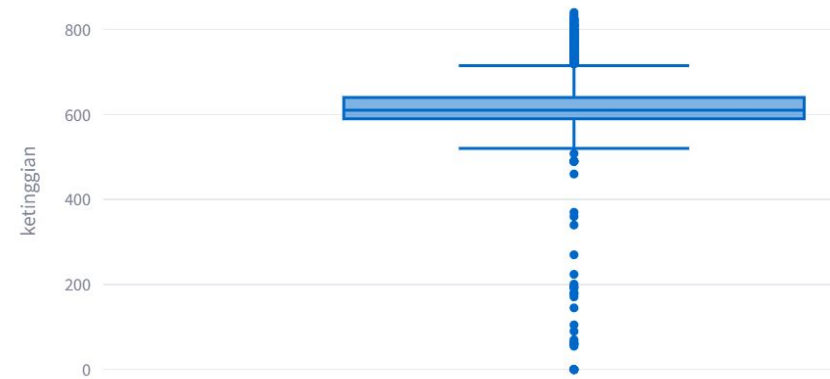
EKSPLORASI DATA

Manggarai BKB

Histogram Ketinggian



Box Plot Ketinggian

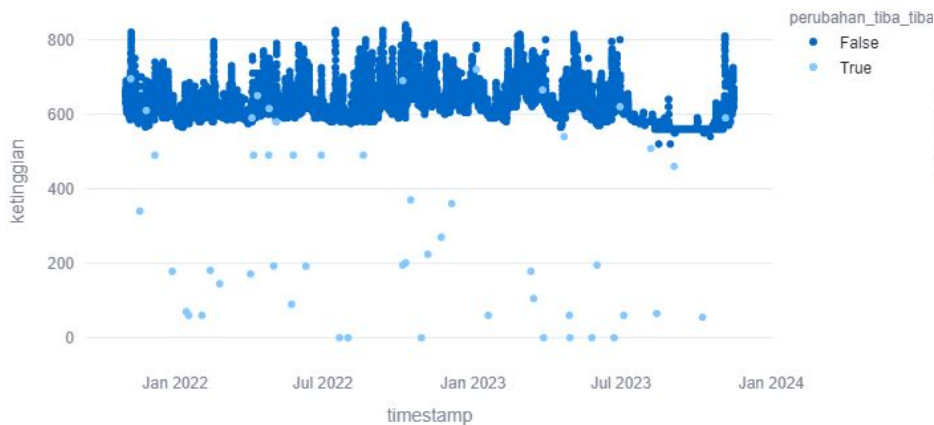


EKSPLORASI DATA

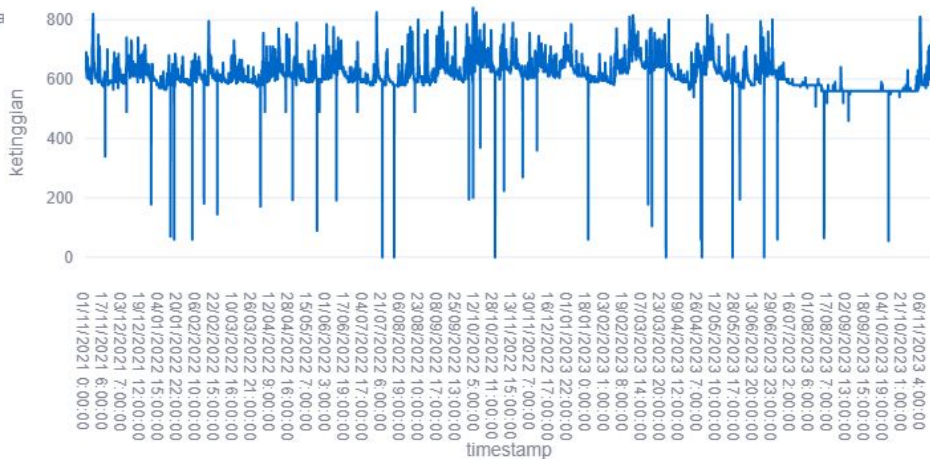
Manggarai BKB

Deteksi outlier

Deteksi Perubahan Tiba-tiba



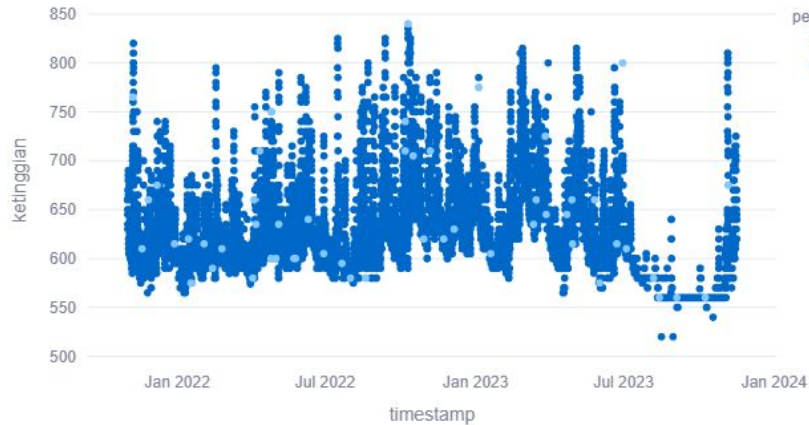
Line Chart Ketinggian



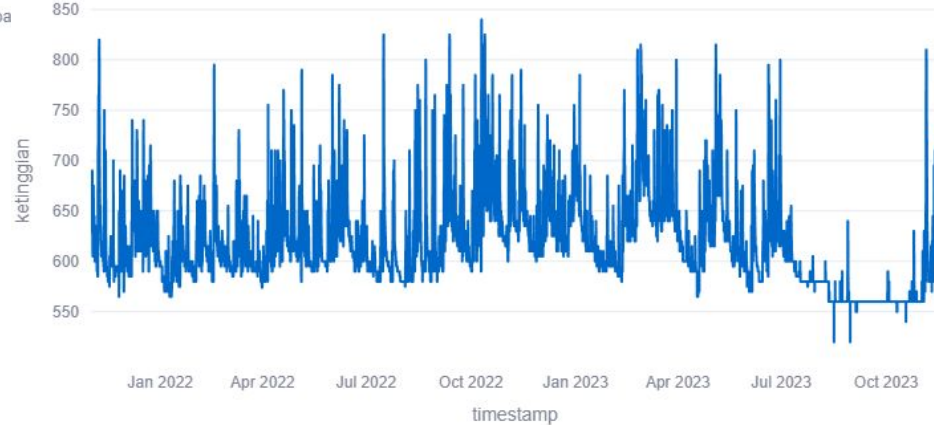
EKSPLORASI DATA

Pre-processing Manggarai BKB

Setelah ditangani data Perubahan Tiba-tiba



Line Chart Ketinggian

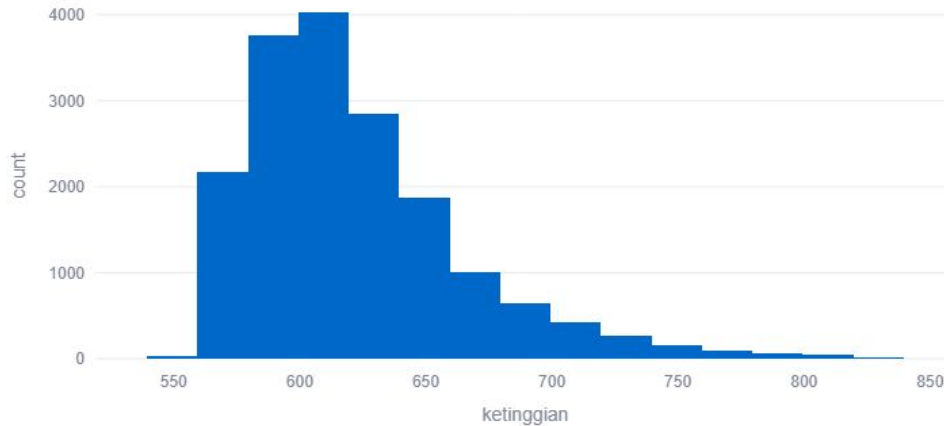


EKSPLORASI DATA

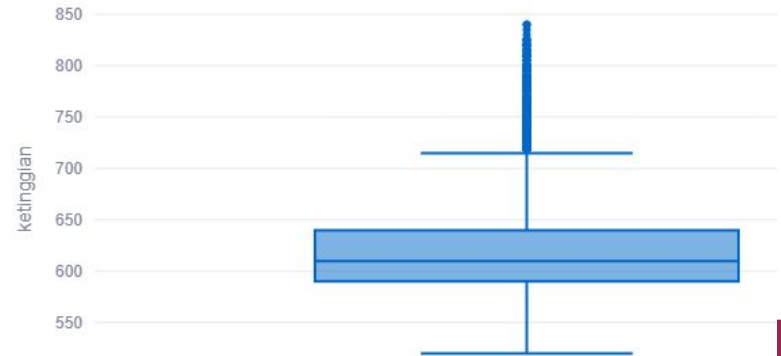
Manggarai BKB

Data TMA pada unit pengamatan yang mengalami perubahan ketinggian cukup signifikan (*outlier*) kemudian diganti dengan data pada pengamatan sebelumnya

Histogram Ketinggian



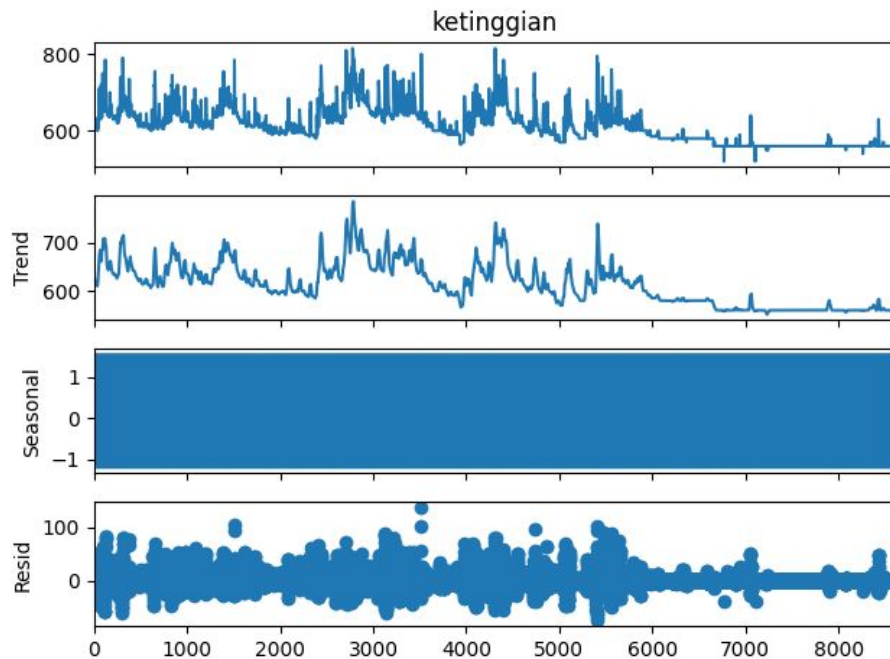
Box Plot Ketinggian



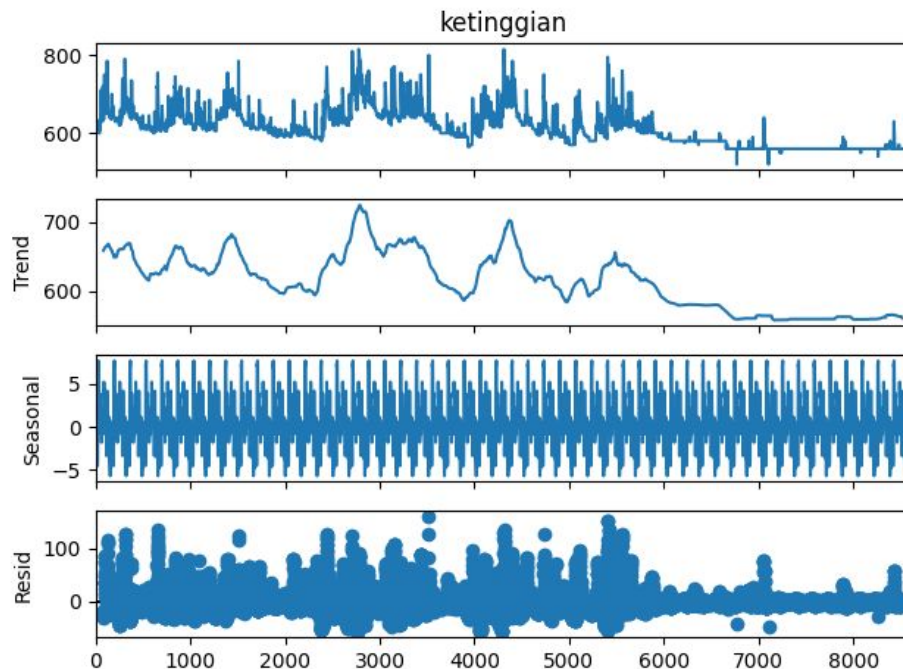
EKSPLORASI DATA

Analisis *Seasonal* Manggarai BKB

Grafik dengan data period = **24 (1 Hari)**

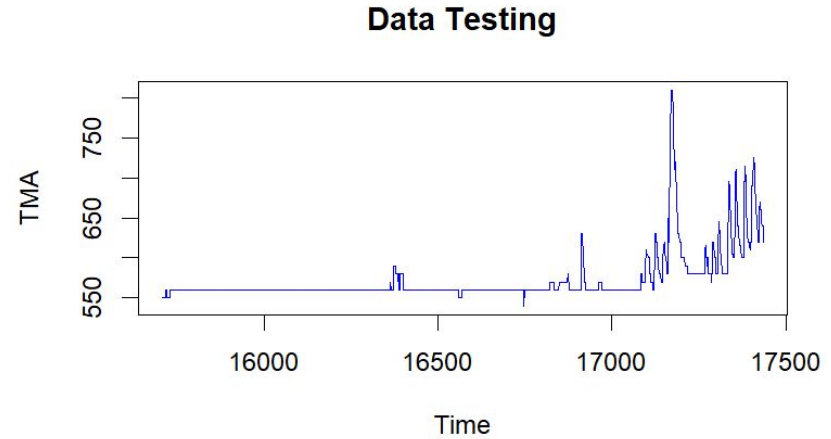
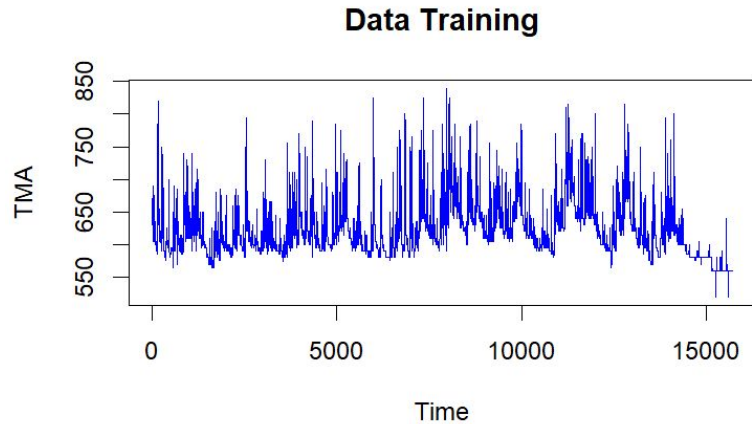


Grafik dengan data period = **168 (1 Minggu)**



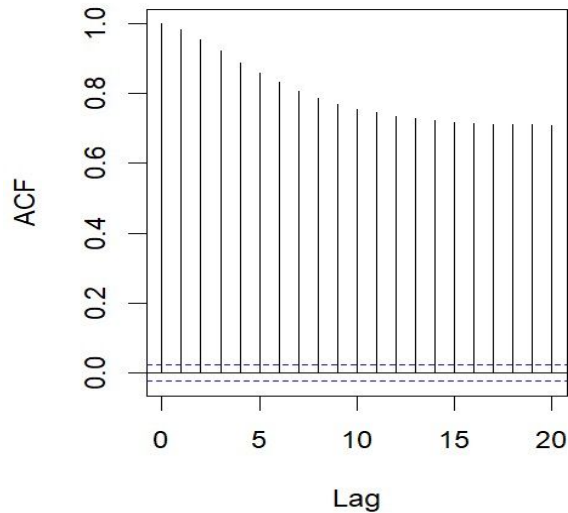
MODEL ARIMA

Splitting Data Testing dan Data Training

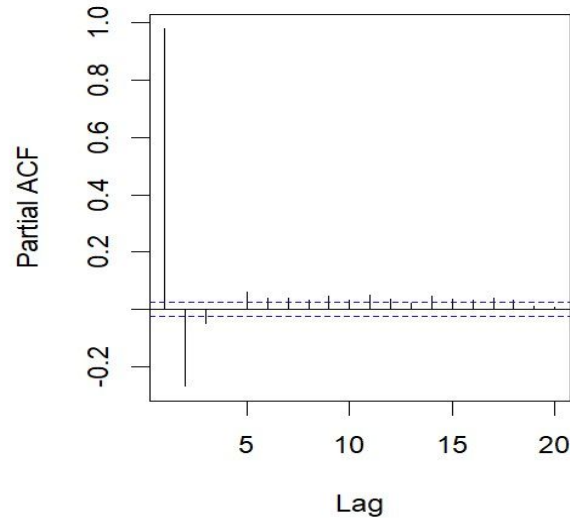


MODEL ARIMA

Plot ACF TMA



Plot PACF TMA



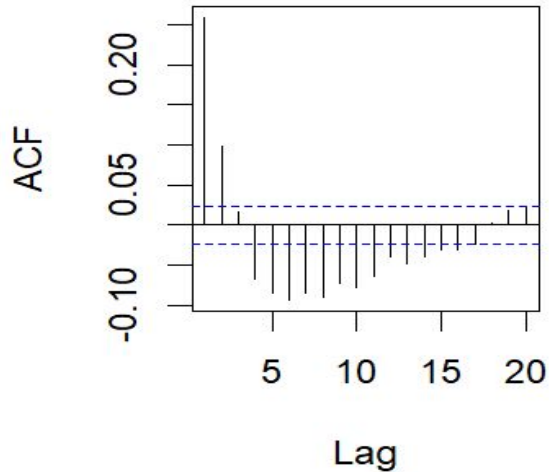
Pemeriksaan Stasioner

Plot ACF tersebut menunjukkan bahwa data tidak stasioner karena pola turun secara perlahan (*dies down*). Untuk itu perlu **dilakukan differencing**.

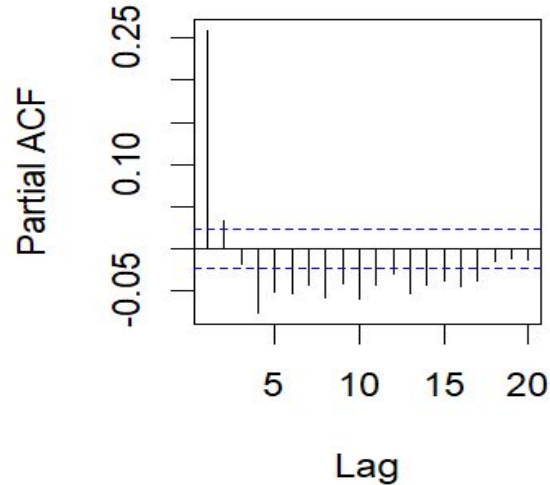
MODEL ARIMA

PLOT ACF DAN PACF SETELAH *DIFFERENCING*

Plot ACF TMA



Plot PACF TMA



Pemeriksaan Stasioner

Plot ACF dan PACF tersebut menunjukkan bahwa data telah stasioner dan dibuktikan dengan uji ADF dengan p-value $(0.01) < 0.05$

MODEL ARIMA

IDENTIFIKASI MODEL

Model	AIC	Model	AIC
ARIMA (0,1,0)	114735.8	ARIMA (4,1,1)	112403.7
ARIMA (0,1,1)	113099.1	ARIMA (4,1,2)	112399.2
ARIMA (1,1,0)	113009.4	ARIMA (3,1,2)	112426.0
ARIMA (2,1,0)	113002.3	ARIMA (2,1,3)	112407.6
ARIMA (3,1,0)	113001.3	ARIMA (4,1,3)	112397.8
ARIMA (4,1,0)	112935.2	ARIMA (3,1,3)	112395.0
ARIMA (5,1,0)	112908.2	ARIMA (3,1,4)	112396.9
ARIMA (5,1,1)	112403.7	ARIMA (4,1,4)	112399.8

Model yang terpilih adalah **ARIMA (3,1,3)** karena **memiliki nilai AIC paling kecil** dibandingkan model ARIMA lainnya.

MODEL ARIMA

ESTIMASI MODEL ARIMA (3,1,3)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
ar1	0.652884	0.085320	7.6522	1.976e-14
ar2	0.606250	0.103730	5.8445	5.081e-09
ar3	-0.371354	0.031952	-11.6224	< 2.2e-16
ma1	-0.359298	0.085694	-4.1928	2.756e-05
ma2	-0.755874	0.077047	-9.8106	< 2.2e-16
ma3	0.143479	0.023160	6.1951	5.824e-1

Model yang terbentuk adalah:

$$Y_t - Y_{t-1} = 0.65(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + 0.61(Y_{t-2} - Y_{t-3}) - 0.37(Y_{t-3} - Y_{t-4}) + \varepsilon_t + 0.36\varepsilon_{t-1} + 0.755874\varepsilon_{t-2} - 0.14\varepsilon_{t-3}$$

MODEL ARIMA

UJI DIAGNOSTIK

Uji Non-Autokorelasi (Ljung-Box Test)	Uji Normalitas (Jarque Bera Test)
$p\text{-value}(0.1992) > \alpha(0.05)$	$p\text{-value}(<2.2e-16) < \alpha(0.05)$
Tidak terdapat gejala autokorelasi	Tidak mengikuti sebaran normal

MODEL ARIMA

AKURASI MODEL ARIMA (3,1,3)

Jam	Tanggal	Data Aktual	Data <i>Forecast</i>
10:00	04/09/2023	550.00	560.0431
11:00	04/09/2023	550.00	560.0981
12:00	04/09/2023	550.00	560.1538
13:00	04/09/2023	550.00	560.2075
14:00	04/09/2023	550.00	560.2560
15:00	04/09/2023	550.00	560.2994

MSE	75.01893
RMSE	8.66135
MAPE	0.62320



MODEL LSTM

Normalisasi Data

Normalisasi data proses yang dilakukan untuk **mengubah nilai data TMA** sehingga memiliki **skala atau rentang 0 - 1**. Normalisasi dilakukan untuk mengatasi perbedaan skala antar fitur dalam dataset sehingga membantu **model bekerja lebih efektif**, terutama pada model-model yang sensitif terhadap **skala data seperti data TMA**.

Splitting Data Training dan Data Testing

Proses **Splitting Data** membagi data menjadi dua bagian, yaitu **data pelatihan (data training)** dan **data uji (data testing)**.

- ❖ Data Training : Periode dari '2022-11-01 00:00:00' hingga '2023-08-30 23:00:00'
- ❖ Data Testing : Periode dari '2023-09-01 00:00:00' hingga '2023-11-01 23:00:00'

Pada proses **Splitting Data** disisipkan penggunaan **sequence length** sebanyak **24** karena data yang diproses adalah **data time series per jam**, sehingga untuk merepresentasikan **satu hari penuh**. Sehingga membantu model untuk memahami dan mempelajari **pola harian**.

Arsitektur Model LSTM

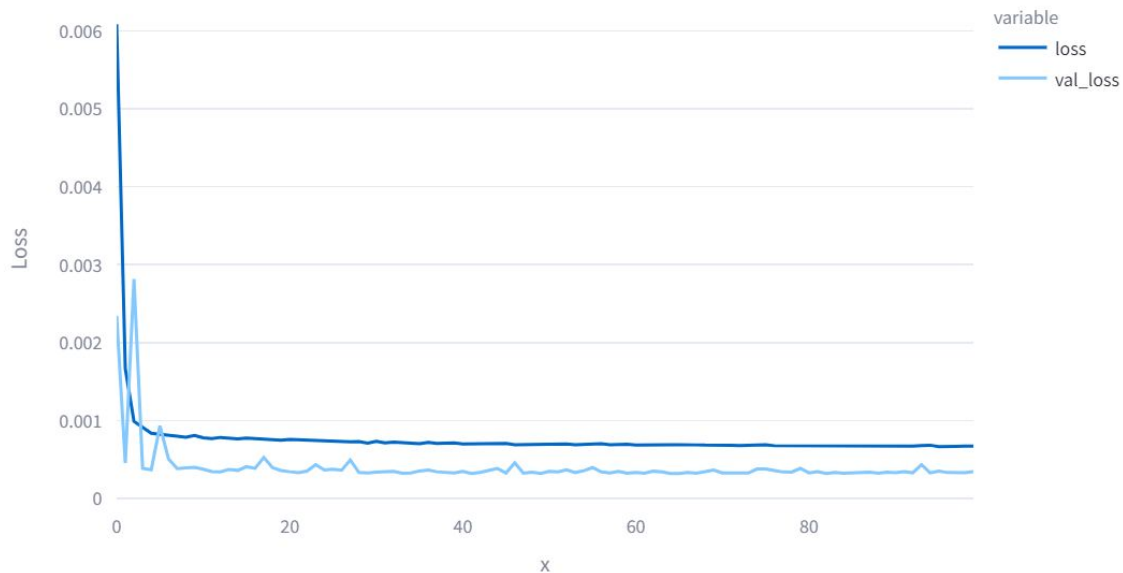
Terdiri dari dua lapisan **LSTM** dan satu lapisan **Dense**. Lapisan LSTM menggunakan **aktivasi ReLU** dan Lapisan Dense menghasilkan **1 Output Regresi**. **Optimizer** yang digunakan yaitu '**adam**', dan **Loss Function** menggunakan '**mse**' (**Mean Squared Error**).

Training dan Testing Model LSTM

Model dilatih sebanyak **100 epochs**. Pemilihan 100 epochs memberikan model kesempatan yang cukup untuk belajar pola yang kompleks dalam data pelatihan. **Batch size 32** dipilih untuk memproses data secara parsial, membantu percepatan pelatihan tanpa mengorbankan akurasi.

MODEL LSTM

Plot Loss



Denormalisasi Data

Sebelum melakukan evaluasi model data **diubah kembali seperti data awal**, tidak lagi menjadi rentang nilai 0-1. Hal ini dilakukan agar hasil evaluasi lebih akurat dan bisa dikonversi kedalam satuan seperti m

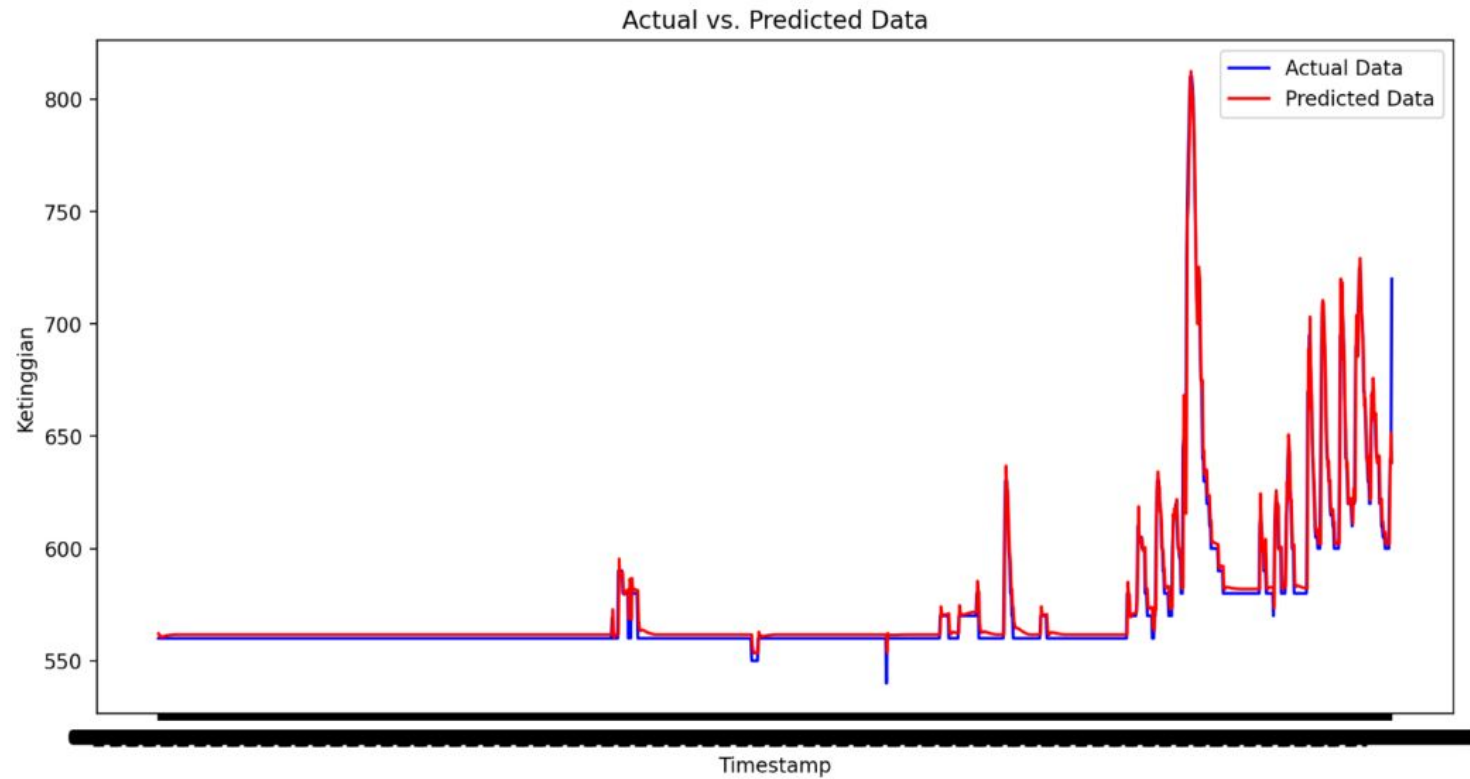
Evaluasi Model LSTM menggunakan nilai **Mean Squared Error (MSE)** dan **Root Mean Squared Error (RMSE)** karena model yang dibuat untuk melakukan **Forecasting** sehingga evaluasi di atas sangat cocok untuk diterapkan.

Hasil

Mean Squared Error on Test Data: 35.18006115628712

Root Mean Squared Error on Test Data: 5.931278205942385

MODEL LSTM

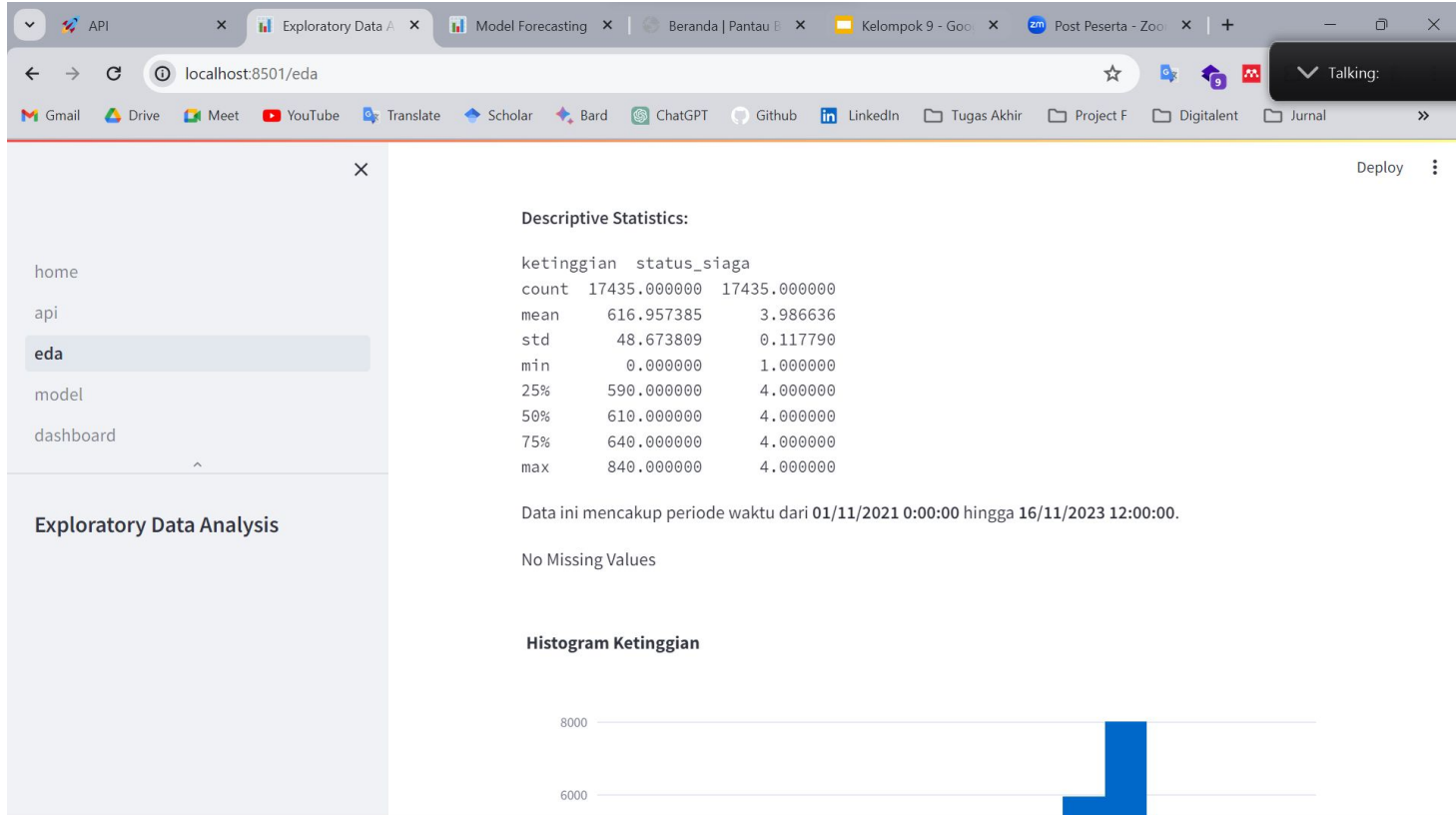


ARIMA VS LSTM

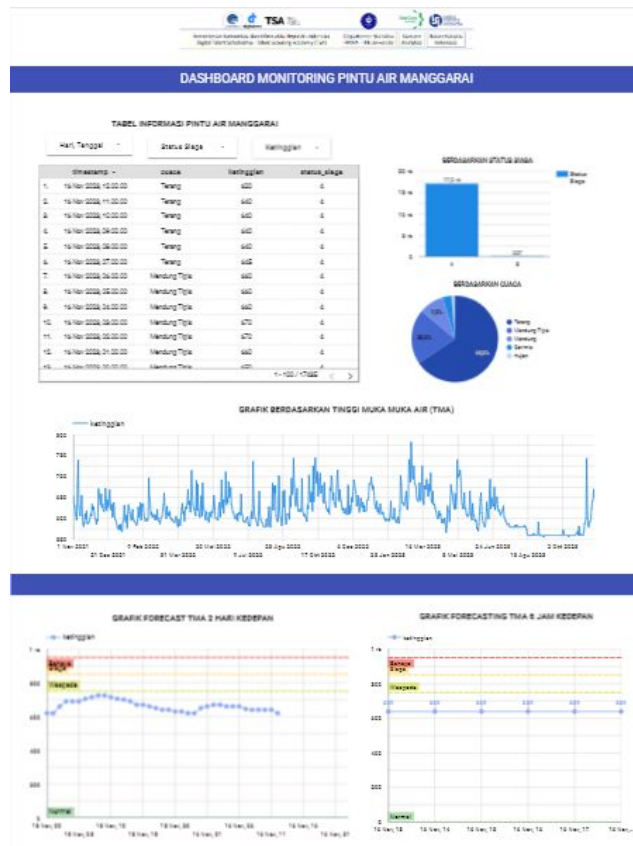
Model ARIMA (3,1,3) kemudian dibandingkan dengan model LSTM untuk mengetahui metode yang memberikan performa lebih baik. Indikator yang dibandingkan adalah nilai MSE dan RMSE.

Metode	MSE	RMSE
ARIMA (3,1,3)	75.01893	8.66135
LSTM	35.18006	5.93128

DEPLOYMENT - WEB SERVICE (Streamlit)



DEPLOYMENT - DASHBOARD (LOOKER STUDIO)



KESIMPULAN - SARAN

Kesimpulan

Hasil analisis pemodelan forecasting menggunakan ARIMA dan LSTM pada data time series TMA Manggarai didapatkan hasil yang cukup baik dimana untuk ARIMA didapatkan nilai **MSE 75.01893** dan **RMSE 8.66135** serta untuk LSTM didapatkan nilai **MSE 35.18006** dan **RMSE 5.93128**. Maka digunakan model LSTM untuk melakukan **Forecasting**.

Pembuatan web service berhasil diterapkan sehingga data pada **Dashboard Monitoring TMA Manggarai** sudah bersifat **real time**.

Saran

Untuk mendapatkan hasil pemodelan yang lebih baik dapat menambahkan **variabel bebas** seperti **Curah Hujan** atau **TMA pada Pos Pengamatan Sebelumnya**.

Untuk **Forecasting TMA** bisa **ditambahkan** lagi **daerah atau tempat** yang memiliki alat pengukur TMA seperti **Pos Pengamatan dan Pintu Air lainnya**.



THANK YOU!!



Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia
Digital Talent Scholarship - Talent Scouting Academy (TSA)



Departemen Statistika
FMIPA - IPB University



Starcore
Analytics



Ikatan Statistisi
Indonesia