

# FORECASTING PM10 CONCENTRATION IN DKI JAKARTA

## 1) Abstrak

Berdasarkan IQAir 2021, DKI Jakarta dinobatkan sebagai Ibu Kota Negara terpolusi ke-12 di dunia. Mengingat aspek udara merupakan salah satu poin kesehatan lingkungan, menjadi sebuah ketertarikan untuk memodelkan nilai konsentrasi PM10 sebagai salah satu zat berbahaya yang terkandung di dalam udara. Polusi udara sendiri berkaitan dengan **SDG ke-7 (Energi Bersih dan Terjangkau)** dan **SDG ke-13 (Penanganan Perubahan Iklim)**.

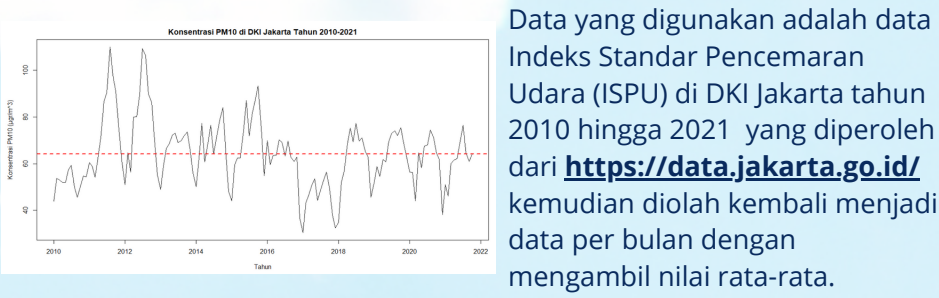
## 2) Tujuan

- Memodelkan nilai konsentrasi PM10 di DKI Jakarta dengan model Seasonal ARIMA
- Memprediksi konsentrasi PM10 di DKI Jakarta ke depannya
- Memberikan rekomendasi tindakan untuk mengatasi tingkat polusi udara di DKI Jakarta

## 3) Metode Analisis

Kami mengolah data bersih dengan model SARIMA (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*) karena kami menduga konsentrasi PM10 dipengaruhi oleh musim kemarau dan musim penghujan.

## 4) Deskripsi Data

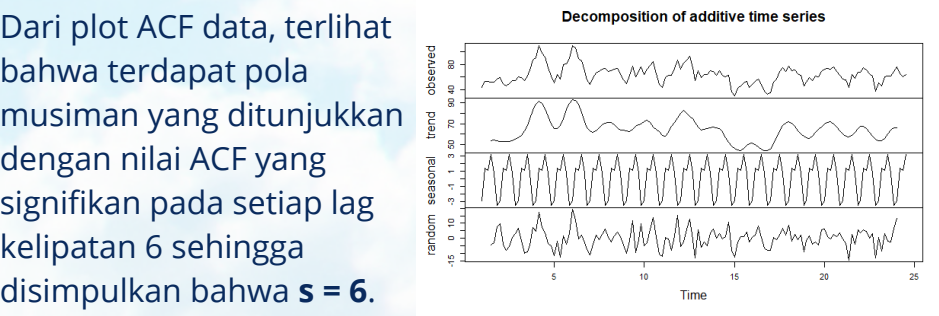
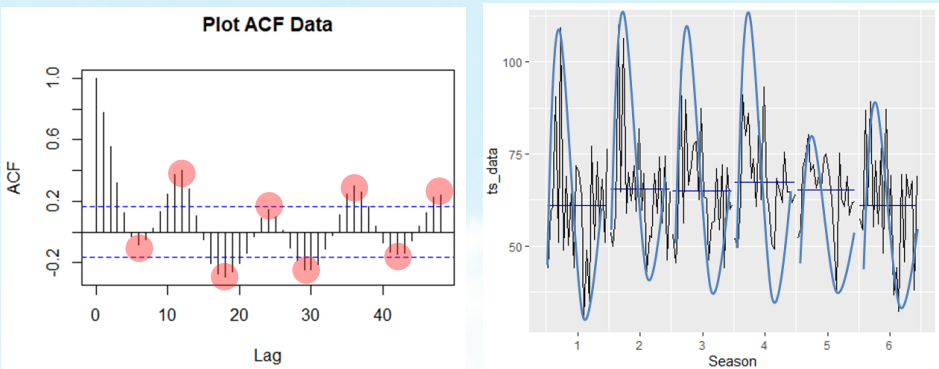


Data yang digunakan adalah data Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) di DKI Jakarta tahun 2010 hingga 2021 yang diperoleh dari <https://data.jakarta.go.id/> kemudian diolah kembali menjadi data per bulan dengan mengambil nilai rata-rata.

## Analisis Deret Waktu

## 5) Exploratory Data Analysis

Min	Q1	Median	Mean	Q3	Max	Std. Dev.
30.48	54.57	63.06	64.17	71.87	110.06	14.478

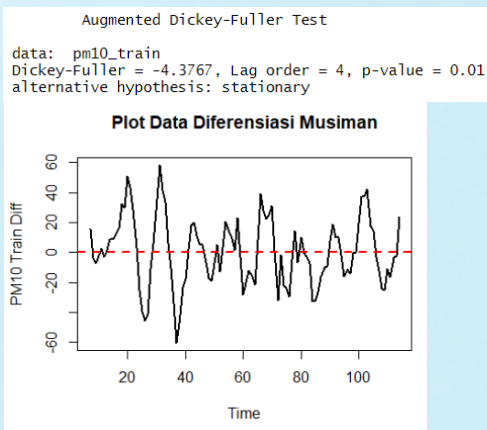


### Kelompok 8

Tabina Wan Kedana (10820002) Antonius (10820007)  
Pamella Cathryn (10820033) Jeremy (10820034)

## 6) Uji Kestasioneran

Sebelum melakukan pemodelan, data dibagi menjadi data train (80%) dan data validasi (20%). Hasil uji Ljung-Box menunjukkan nilai **p-value sebesar 0.01** sehingga dapat disimpulkan bahwa data telah stasioner. Selanjutnya, dilakukan diferensiasi musiman untuk menghilangkan pola musiman.



## 8) Identifikasi Orde

Dari grafik ACF dan PACF, diperoleh beberapa dugaan jenis model yang cocok, yaitu SARIMA(0,0,2) x (1,1,0) [6], SARIMA(1,0,2) x (1,1,0) [6], SARIMA(1,0,0) x (1,1,0) [6], dan ARIMA(2,0,0) (Cara Otomatis RStudio)

## 9) Pemilihan Model

Kami memilih untuk menggunakan SARIMA(1,0,0) x (1,1,0) [6] untuk dianalisis lebih lanjut karena memiliki nilai AIC yang paling kecil dibandingkan model lainnya.

## 10) Signifikansi Koefisien Parameter

z test of coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )
ar1	0.793308	0.058509	13.559	< 2.2e-16 ***
sar1	-0.739606	0.059864	-12.355	< 2.2e-16 ***
---				
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1				

Diperoleh bahwa **p-value = 2.2e-16 < alpha = 0.05** sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh koefisien parameter model signifikan. Dengan demikian, model yang dipilih dapat digunakan untuk memodelkan data.

## 11) Akurasi Model

Diperoleh RMSE dari model sebesar **9.259** yang sangat kecil dibandingkan dengan standar deviasi data. Diperoleh juga nilai MAPE sebesar **11.47%**. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model ini memiliki kemampuan penaksiran yang baik dan dapat digunakan untuk memodelkan data.

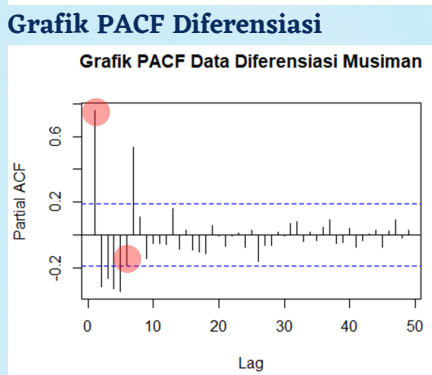
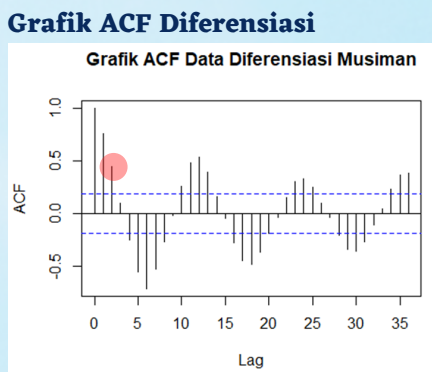
	ME	RMSE	MAE	MPE	MAPE	MASE	ACF1
Training set	0.2283871	9.259311	7.06156	-0.8839814	11.46901	0.8899227	-0.01361112

## 12) Persamaan Model

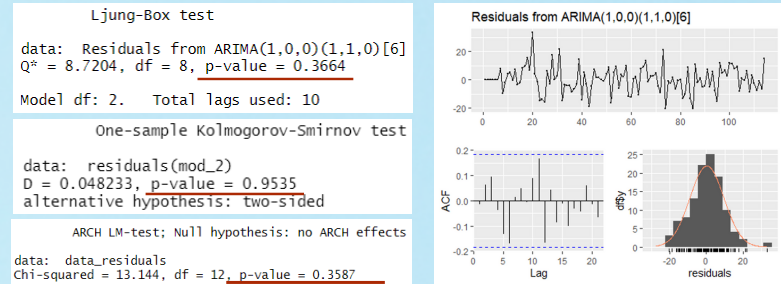
$$Y_t = 0.799Y_{t-1} + 0.261Y_{t-6} + 0.532Y_{t-7} - 0.586Y_{t-13} + e_t$$

Banyaknya partikulat PM10 di suatu waktu dipengaruhi oleh banyaknya partikulat PM10 di 1, 6, 7, dan 13 bulan sebelumnya.

## 7) ACF dan PACF



## 13) Uji Diagnostik



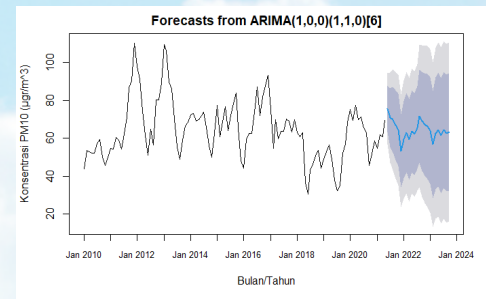
Diperoleh hasil bahwa residual saling bebas, berdistribusi normal, dan tidak memiliki efek heteroskedastik. Dengan demikian, residual dari model memenuhi asumsi *white noise* sehingga model lulus uji diagnostik dan dapat digunakan untuk melakukan prakiraan.

## 14) Validasi Model

Didapatkan bahwa **RMSE validasi model sebesar 8.7389** yang **lebih kecil dari** RMSE yang diperoleh **sebelumnya (9.2593)** dan diperoleh **MAPE validasi model sebesar 11.578%** yang **tidak berbeda jauh dari** MAPE yang diperoleh **sebelumnya (11.469)**.

## 15) Hasil Prakiraan

Dilakukan forecasting untuk 4 musim ke depan dengan model SARIMA(1,01) X (1,1,0)[6]



## 16) Pemodelan untuk Daerah Spesifik

### a) DKI1 (Bunderan HI)

Model SARIMA(1,0,0) x (1,1,0) [6]

Persamaan Model:

$$PM10_{DKI1,t} = 0.586PM10_{DKI1,t-1} - 0.363PM10_{DKI1,t-6} + 0.425PM10_{DKI1,t-7} - 0.374PM10_{DKI1,t-13} + e_t$$

### b) DKI2 (Kelapa Gading)

Model SARIMA(1,0,0) x (1,1,0) [6]

Persamaan Model:

$$PM10_{DKI2,t} = 0.780PM10_{DKI2,t-1} - 0.191PM10_{DKI2,t-6} + 0.660PM10_{DKI2,t-7} - 0.631PM10_{DKI2,t-13} + e_t$$

### c) DKI3 (Jagakarsa)

Model SARIMA(1,0,0) x (0,1,1) [6]

Persamaan Model:

$$PM10_{DKI3,t} = 0.727PM10_{DKI3,t-1} + PM10_{DKI3,t-6} - 0.727PM10_{DKI3,t-7} + e_t + 0.729e_{t-6}$$

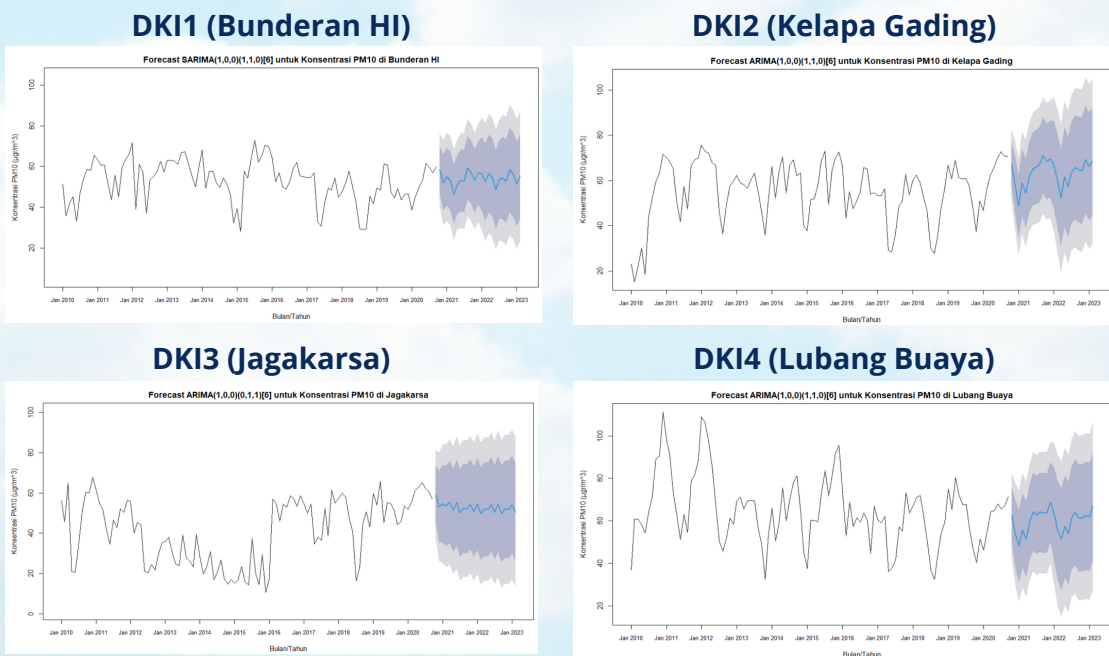
### d) DKI4 (Lubang Buaya)

Model SARIMA(1,0,0) x (1,1,0) [6]

Persamaan Model:

$$PM10_{DKI4,t} = 0.689PM10_{DKI4,t-1} - 0.206PM10_{DKI4,t-6} + 0.652PM10_{DKI4,t-7} - 0.547PM10_{DKI4,t-13} + e_t$$

## Hasil Prakiraan dari Daerah Spesifik



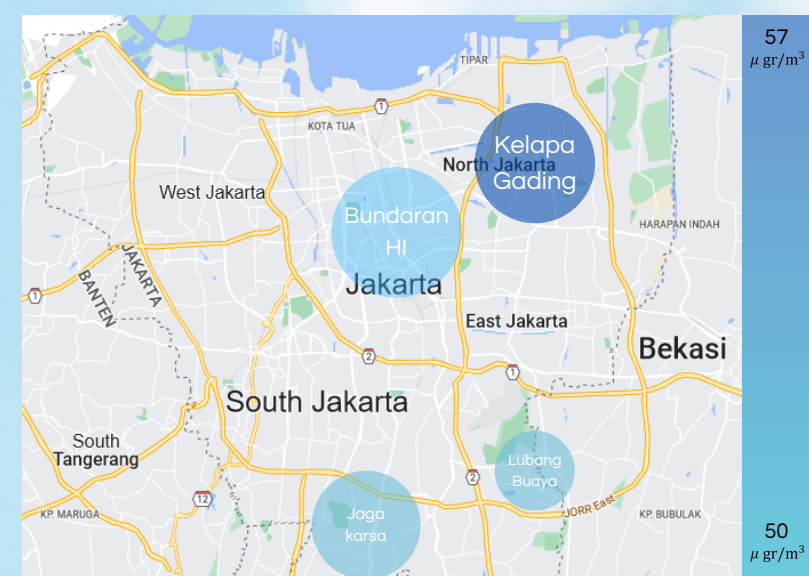
## AK2281 - TIME SERIES ANALYSIS

LECTURER: DR. UTRIWENI MUKHAIYAR, S.SI., M.SI.

ACTUARIAL SCIENCE UNDERGRADUATE PROGRAM



## 17) Peta Polusi

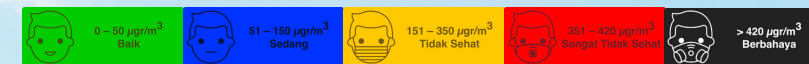


Keterangan:

- Semakin tua warna biru, semakin tinggi konsentrasi PM10.
- Besar bulatan menunjukkan luas wilayah dari stasiun.

## 18) Dampak Jangka Panjang

Hasil prakiraan menunjukkan bahwa konsentrasi PM 10 memiliki rata-rata sekitar **50-57**. Hal tersebut termasuk dalam klasifikasi sedang yang berarti tidak terlalu perlu dikhawatirkan namun tetap diperlukan peningkatan dan pengendalian kualitas udara agar dalam jangka panjang tidak akan berkembang menjadi sebuah masalah yang serius.



## 19) Rekomendasi

Jangka Pendek	Jangka Panjang
Mensosialisasi masyarakat tentang bahaya dari PM10	Menggunakan bahan bakar ramah lingkungan, khususnya untuk sektor industri
Penyelenggaraan uji emisi gas buang dari kendaraan bermotor secara berkala dan pembentukan sistem pemantauan pencemaran udara di setiap sudut kota	Melakukan penghijauan atau membuat taman di setiap sudut kota
Penerapan program 3 in 1 pada kendaraan pribadi selama jam-jam sibuk, terutama di jalanan protokol kota (hanya mobil berpenumpang 3 atau lebih yang diperbolehkan lewat)	Perencanaan tata ruang kota yang mengacu pada kawasan kesehatan lingkungan

## 20) Simpulan

Stasiun	Model	RMSE	Rataan Hasil Prakiraan 4 Musim ke Depan
DKI1: Bunderan HI (Jakarta Pusat)	SARIMA (1,0,0) x (1,1,0) [6]	8.714	50.601
DKI2: Kelapa Gading (Jakarta Utara)	SARIMA (1,0,0) x (1,1,0) [6]	10.907	56.932
DKI3: Jagakarsa (Jakarta Utara)	SARIMA (1,0,0) x (0,1,1) [6]	7.0554	52.721
DKI4: Lubang Buaya (Jakarta Timur)	SARIMA (1,0,0) x (1,1,0) [6]	8.6008	52.797

Perhatikan bahwa model DKI1, DKI2, dan DKI4 dipengaruhi oleh **konsentrasi PM10** 1 musim (6 bulan) sebelumnya. Sementara itu, model DKI3 dipengaruhi oleh **galat** 1 musim (6 bulan) sebelumnya.

## 21) Referensi

Cryer, J. D., & Chan, K. S. (2008). Time series analysis: with applications in R (Vol. 2). New York: Springer.  
Wei, W. W. (2006). Time series analysis. In The Oxford Handbook of Quantitative Methods in Psychology: Vol. 2.  
<https://data.jakarta.go.id/>  
<https://metro.tempo.co/read/1573819/igair-2021-dki-jakarta-ibu-kota-negara-terpolusi-ke-12-di-dunia>  
<https://www.bmk.go.id/kualitas-udara/informasi-partikulat-pm10.bmk>