

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 5: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Topik: Model ARIMA(p, d, q), SARIMA Musiman, Metodologi Box-Jenkins, dan Uji Ljung-Box

Informasi Tugas & Identitas Mahasiswa

Nama	:		NPM	:	
Prodi/Kelas	:	S1 Teknik Elektro	Hari/Tanggal	:	
Dosen	:	Ir. Novalio Daratha, Ph.D.	Batas Waktu	:	1 Minggu

- Soal 1. [Level C1 – Mengingat / *Remembering*] (Bobot: 10%)
- Sebutkan dan jelaskan arti masing-masing notasi dari model musiman SARIMA(p, d, q)(P, D, Q)_s!
 - Sebutkan 3 tahapan utama dalam Metodologi Box-Jenkins secara berurutan!

- Soal 2. [Level C2 – Memahami / *Understanding*] (Bobot: 15%)
- Tuliskan secara matematis bentuk persamaan operator beda untuk model ARIMA(1, 1, 1) dan jabarkan persamaan tersebut ke dalam bentuk eksplisit $y_t = f(y_{t-1}, y_{t-2}, \epsilon_t, \epsilon_{t-1})$!
 - Mengapa uji hipotesis **Ljung-Box** pada residual $\hat{\epsilon}_t$ mengharapkan nilai p -value > 0.05 (gagal menolak H_0) agar model dinyatakan layak (*adequate*)?

- Soal 3. [Level C3 – Menerapkan / *Applying*] (Bobot: 20%)
- Diberikan model peramalan beban ARIMA(1, 1, 0) tanpa konstanta:

$$(1 - 0.6B)(1 - B)y_t = \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim \mathcal{WN}(0, \sigma^2 = 4)$$

Diketahui observasi beban dua jam terakhir adalah $y_{t-1} = 210$ MW dan $y_t = 215$ MW.

- Jabarkan persamaan peramalan 1-langkah ke depan $\hat{y}_{t+1|t}$.
- Hitunglah nilai prediksi titik beban untuk 1 jam ke depan ($\hat{y}_{t+1|t}$) dan 2 jam ke depan ($\hat{y}_{t+2|t}$).
- Hitunglah interval kepercayaan 95% ($\pm 1.96\sigma$) untuk ramalan $\hat{y}_{t+1|t}$.

Soal 4. [Level C4 – Menganalisis / *Analyzing*] (Bobot: 20%)

Seorang insinyur perencana transmisi menguji model SARIMA(0, 1, 1)(0, 1, 1)₂₄ untuk memprediksi profil beban listrik harian. Hasil estimasi parameter dan diagnostik disajikan sebagai berikut:

- Parameter Reguler: $\hat{\theta}_1 = -0.45$ ($p\text{-val} = 0.001$)
- Parameter Musiman: $\hat{\Theta}_1 = -0.78$ ($p\text{-val} = 0.0001$)
- Uji Ljung-Box Residual: Pada $lag = 24$, nilai statistik $Q = 14.2$ ($p\text{-val} = 0.65$); Pada $lag = 48$, nilai statistik $Q = 28.5$ ($p\text{-val} = 0.55$).
- Histogram Residual: Menyerupai kurva Gaussian lonceng dengan skewness 0.04 dan kurtosis 2.98.

Tugas Analisis:

- a. Analisislah signifikansi statistik dari parameter θ_1 dan Θ_1 !
- b. Berdasarkan hasil uji Ljung-Box dan distribusi histogram, simpulkan apakah model ini sudah optimal dan siap diintegrasikan ke sistem kontrol SCADA!

Soal 5. [Level C5 – Mengevaluasi / *Evaluating*] (Bobot: 15%)

Data konsumsi listrik sebuah rumah sakit memiliki dua siklus musiman yang bertumpuk: (1) Musiman Harian ($s_1 = 24$ jam) dan (2) Musiman Mingguan ($s_2 = 168$ jam).

- **Model SARIMA Standar:** Hanya mampu mengakomodasi satu periode musiman $s = 24$.
- **Model BATS / TBATS:** Mampu mengakomodasi *Multiple Complex Seasonality* ($s_1 = 24, s_2 = 168$) dengan representasi harmonik Fourier.

Evaluasilah keterbatasan matematis model SARIMA standar dalam menangani musiman ganda dan diskusikan mengapa residual SARIMA standar seringkali gagal uji Ljung-Box pada lag kelipatan 168!

Soal 6. [Level C6 – Merancang / *Creating*] (Bobot: 20%)

Rancanglah sebuah **skrip otomatisasi peramalan** (Python dengan `pmdarima` atau Octave) yang melakukan prosedur end-to-end:

- a. Membaca data time series, membagi 80% latih dan 20% uji.
- b. Menjalankan pencarian otomatis kombinasi ordo musiman (p, d, q dan $P, D, Q, s = 24$) dengan kriteria evaluasi AICc.
- c. Memvalidasi independensi residual (plot Q-Q dan p-value Ljung-Box).
- d. Menghasilkan grafik peramalan 168 jam ke depan bersama batas atas dan batas bawah interval kepercayaan 95% serta menghitung RMSE pengujian.