

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 6: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Topik: Model Eksogen SARIMAX, Korelasi Silang (CCF), dan Vector AutoRegression (VAR)

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%)

- Apa perbedaan mendasar antara variabel endogen (y_t) dan variabel eksogen (X_t) dalam pemodelan deret waktu sistem tenaga?
- Sebutkan fungsi uji Kausalitas Granger (*Granger Causality Test*) dalam sistem multivariat!

Soal 2. [Level C2 – Memahami / *Understanding*] (Bobot: 15%)

- Mengapa kita perlu memeriksa fungsi korelasi silang (CCF) antara temperatur lingkungan dan beban sistem AC sebelum membangun model SARIMAX?
- Apa yang dimaksud dengan fenomena *Thermal Inertia Lag* pada gedung komersial dan bagaimana hal tersebut tercermin pada grafik CCF?

Soal 3. [Level C3 – Menerapkan / *Applying*] (Bobot: 20%)

Sebuah model SARIMAX(1,0,0) diestimasi untuk menghubungkan beban listrik (y_t , MW) dengan suhu udara (T_t , °C):

$$y_t = 50.0 + 3.2T_t + \eta_t, \quad \text{di mana } \eta_t = 0.7\eta_{t-1} + \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim \mathcal{WN}(0, \sigma^2 = 1.0)$$

Pada saat $t = 100$, diketahui $y_{100} = 152.0$ MW dan $T_{100} = 30.0^\circ\text{C}$. Prakiraan cuaca untuk jam berikutnya ($t = 101$) memprediksi suhu naik menjadi $T_{101} = 32.5^\circ\text{C}$.

- Hitunglah nilai residual regresi η_{100} pada saat $t = 100$.
- Hitunglah nilai estimasi galat autoregresif untuk jam berikutnya $\hat{\eta}_{101|100}$.
- Hitunglah peramalan titik beban listrik untuk jam ke-101 ($\hat{y}_{101|100}$).

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

Dua gardu induk yang saling terhubung (Gardu A: $y_{1,t}$ dan Gardu B: $y_{2,t}$) dimodelkan menggunakan sistem Vector AutoRegression ordo-1 (VAR(1)):

$$\begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10.0 \\ 15.0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 \\ 0.1 & 0.7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1,t-1} \\ y_{2,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_{1,t} \\ \epsilon_{2,t} \end{bmatrix}$$

Tugas Analisis:

- Hitunglah nilai eigen (*eigenvalues*) dari matriks koefisien $\mathbf{A}_1 = \begin{bmatrix} 0.6 & 0.2 \\ 0.1 & 0.7 \end{bmatrix}$.
- Berdasarkan nilai eigen tersebut, simpulkan apakah sistem multivariat 2-gardu tersebut bersifat stabil dan stasioner!
- Jelaskan secara fisis makna koefisien $a_{12} = 0.2$ dan $a_{21} = 0.1$ terhadap dinamika transfer beban antar kedua gardu.

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

Untuk memprediksi beban listrik 24 jam ke depan, insinyur membutuhkan ramalan variabel eksogen (misal ramalan suhu BMKG).

- **Skenario Ideal:** Ramalan suhu cuaca 100% akurat sempurna.
- **Skenario Nyata:** Ramalan suhu mengandung kesalahan perkiraan (*forecast error of exogenous variable*).

Evaluasilah bagaimana perambatan kesalahan (*error propagation*) dari variabel eksogen dapat mempengaruhi akurasi akhir peramalan SARIMAX. Kapan model SARIMA univariat murni justru bisa mengungguli SARIMAX?

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

Rancanglah sebuah arsitektur skrip (Python dengan pustaka `statsmodels.tsa.api.VAR` atau Octave) yang mengolah data 3 sinyal sensor kualitas daya (Tegangan RMS, Arus RMS, dan Total Harmonic Distortion - THD) secara simultan:

- Melakukan uji stasioneritas multivariat.
- Memilih ordo p optimal menggunakan kriteria AIC / Schwarz-Bayesian (BIC).
- Menghitung dan memplot *Impulse Response Function* (IRF) untuk melihat respon THD jika terjadi lonjakan arus transien sesaat.