

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 2: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Topik: Stasioneritas, Uji ADF/KPSS, Correlogram (ACF/PACF), dan Diferensiasi

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%)

- Tuliskan secara matematis 3 (tiga) syarat formal suatu proses stokastik y_t dikatakan *Weakly Stationary* (stasioner kovarians)!
- Apa yang dimaksud dengan konsep *Unit Root* pada persamaan karakteristik autoregresif? Jelaskan kaitannya dengan lokasi *pole* pada bidang kompleks Z dan stabilitas sistem LTI (Linear Time-Invariant)!

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

- Jelaskan perbedaan mendasar antara hipotesis nol (H_0) pada uji **ADF** (*Augmented Dickey-Fuller*) vs uji **KPSS** (*Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin*)!
- Mengapa uji ADF saja terkadang tidak cukup untuk mendeteksi non-stasioneritas pada data deret waktu yang memiliki fluktuasi transien lokal (*power quality event*)?

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

Diberikan sampel data tegangan busbar (dalam p.u.) selama 5 interval waktu:

Waktu (t)	1	2	3	4	5
Tegangan V_t (p.u.)	0.98	1.02	1.00	1.04	1.01

- Hitunglah nilai rata-rata sampel $\bar{V}$ dan variansi sampel $\gamma_0 = \text{Var}(V_t)$.
- Hitunglah koefisien autokovariansi sampel pada $\text{lag} = 1$ ($\hat{\gamma}_1$) dan koefisien autokorelasi sampel $\hat{\rho}_1 = \hat{\gamma}_1 / \hat{\gamma}_0$.
- Lakukan diferensiasi ordo-1 ($\Delta V_t = V_t - V_{t-1}$) untuk $t = 2, 3, 4, 5$.

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

Hasil pengujian stasioneritas pada sinyal daya reaktif (Q) sebuah industri peleburan baja berkapasitas besar menghasilkan output berikut:

- **Data Mentah:** Uji ADF p -value = 0.68, Uji KPSS p -value = 0.01. Plot ACF meluruh linear sangat lambat hingga $lag = 50$.
- **Setelah Diferensiasi Ordo-1 ($d = 1$):** Uji ADF p -value = 0.001, Uji KPSS p -value = 0.12. Plot ACF terpotong (*cutoff*) setelah $lag = 2$.
- **Setelah Diferensiasi Ordo-2 ($d = 2$):** Uji ADF p -value = 0.0001, namun variansi sinyal meningkat dari $\sigma_{\Delta_1}^2 = 4.2$ menjadi $\sigma_{\Delta_2}^2 = 11.8$, dan koefisien ACF pada $lag = 1$ bernilai $\rho_1 = -0.52$.

Tugas Analisis:

- Analisislah status kestasioneran pada data mentah vs setelah $d = 1$ dengan merujuk pada **Matriks 4 Kuadran Keputusan ADF vs KPSS!** Berada di kuadran manakah data mentah tersebut (DSP, TSP, atau Stasioner Murni)?
- Jelaskan fenomena apa yang terjadi saat data didiferensiasi hingga ordo-2 ($d = 2$). Mengapa variansi justru meningkat dan apa bahaya *over-differencing* terhadap model peramalan?

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

Dua insinyur menguji profil frekuensi sistem interkoneksi 50 Hz yang mengalami deviasi akibat integrasi PLTS berskala besar:

- **Insinyur A** menyatakan sinyal frekuensi sudah stasioner karena nilai rata-rata selalu berada di sekitar 50.00 Hz sepanjang hari.
- **Insinyur B** membantah dan menunjukkan bahwa variansi deviasi frekuensi saat siang hari ($\sigma_{\text{siang}}^2 = 0.15 \text{ Hz}^2$) jauh lebih besar daripada malam hari ($\sigma_{\text{malam}}^2 = 0.01 \text{ Hz}^2$).

Evaluasilah argumen kedua insinyur tersebut berdasarkan definisi matematis stasioneritas kuat vs lemah. Tuliskan formulasi transformasi matematis (Box-Cox) yang harus diterapkan untuk menstabilkan variansi sebelum pemodelan!

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

Rancanglah sebuah fungsi Python/Octave mandiri bernama `stationarity_pipeline(y, max_lags)` yang secara otomatis:

- Menghitung nilai ADF test dan KPSS test.
- Jika $p_{\text{ADF}} > 0.05$ atau $p_{\text{KPSS}} < 0.05$, lakukan diferensiasi berulang $d \in \{1, 2\}$ hingga kondisi stasioner tercapai.
- Mengembalikan data stasioner, ordo d optimal, dan mencetak matriks ACF/PACF hingga $lag = \text{max_lags}$.