

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 1: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Materi: Karakteristik Sinyal Temporal, Komponen Dinamis, dan Dekomposisi Klasik

Informasi Tugas & Identitas Mahasiswa

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

- Petunjuk Umum:**
- Soal disusun berjenjang berdasarkan **Taksonomi Bloom (Level C1 sampai C6)** untuk mengukur capaian **Sub-CPMK 1**.
 - Tuliskan jawaban Anda secara runtut, jelas, dan sertakan turunan matematis/langkah analitis jika diminta.

- Soal 1. [Level C1 – Mengingat / *Remembering*](Bobot: 10%)
- a. Sebutkan dan jelaskan secara ringkas 4 (empat) komponen dasar pembentuk deret waktu (y_t) dalam domain teknik elektro!

b. Berikan masing-masing 1 (satu) contoh fenomena fisik kelistrikan yang merepresentasikan:
 - Pola Tren (T_t)
 - Pola Musiman Harian (S_t)
 - Pola Residu/Derau Stokastik (R_t)
- Soal 2. [Level C2 – Memahami / *Understanding*](Bobot: 15%)
- a. Jelaskan perbedaan mendasar antara model dekomposisi **Aditif** ($y_t = T_t + S_t + R_t$) dan model **Multiplikatif** ($y_t = T_t \times S_t \times R_t$) ditinjau dari perubahan variasi musiman terhadap level tren data!

b. Mengapa kita sering menerapkan transformasi logaritmik $\tilde{y}_t = \ln(y_t)$ pada model multiplikatif sebelum melakukan pemodelan statistik linier? Tunjukkan hubungan matematisnya!

c. Bagaimana kriteria visual untuk memilih antara model aditif vs. multiplikatif saat memeriksa grafik profil konsumsi daya listrik tahunan kawasan industri yang terus berekspansi?

Soal 3. [Level C3 – Menerapkan / Applying]

(Bobot: 20%)

Tabel berikut mencatat data daya aktif (dalam MW) yang disalurkan melalui sebuah penyulang 20 kV selama 7 hari berturut-turut pada pukul 19.00 WIB:

Hari ke- (t)	1	2	3	4	5	6	7
Beban y_t (MW)	42.0	45.0	44.0	48.0	50.0	49.0	53.0

- a. Hitunglah nilai estimasi komponen tren $\hat{T}_t$ untuk hari ke-3, 4, dan 5 ($t = 3, 4, 5$) menggunakan metode *Simple Centered Moving Average* dengan ordo $m = 3$ (3-SMA):

$$\hat{T}_t = \frac{1}{3}(y_{t-1} + y_t + y_{t+1})$$

- b. Jika diasumsikan model dekomposisi bersifat **Aditif**, hitunglah nilai komponen *detrended* ($D_t = y_t - \hat{T}_t$) untuk $t = 3, 4, 5$.
 c. Hitung pula nilai komponen *detrended* ($D'_t = y_t / \hat{T}_t$) jika diasumsikan model **Multiplikatif**.

Soal 4. [Level C4 – Menganalisis / Analyzing]

(Bobot: 20%)

Seorang insinyur proteksi dan SCADA melakukan dekomposisi aditif klasik pada data arus saluran transmisi $I(t)$ selama 1 bulan dengan periode musiman 24 jam. Setelah tren $\hat{T}_t$ dan musiman harian $\hat{S}_t$ dihilangkan, diperoleh komponen residual $\hat{R}_t$.

Hasil uji statistik pada residual $\hat{R}_t$ menunjukkan:

- Nilai rata-rata $\mu_{\hat{R}} = 0.002 \approx 0$
- Plot fungsi autokorelasi (ACF) dari $\hat{R}_t$ masih menunjukkan koefisien autokorelasi yang signifikan pada $lag = 12$ ($r_{12} = 0.42 > \frac{1.96}{\sqrt{N}}$) dan $lag = 24$ ($r_{24} = 0.38$).
- Terdapat 3 lonjakan magnitudo tajam ($> 4\sigma$) yang terjadi pada tanggal 12 dan 18.

Pertanyaan Analisis:

- Apakah komponen residual $\hat{R}_t$ di atas sudah memenuhi kriteria sebagai proses **White Noise**? Jelaskan analisis Anda berdasarkan 3 syarat matematis *white noise*!
- Jelaskan interpretasi fisik kelistrikan mengenai penyebab munculnya autokorelasi pada $lag = 12$ dan $lag = 24$ pada residual tersebut!
- Apa rekomendasi perbaikan model dekomposisi yang harus dilakukan insinyur tersebut agar informasi periodik dapat terekstraksi secara tuntas?

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

Dua kelompok mahasiswa Teknik Elektro melakukan dekomposisi peramalan pada dataset daya keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berkapasitas 5 MWp selama 1 tahun (pencatatan interval 1 jam).

- **Kelompok A** langsung menerapkan dekomposisi Aditif klasik pada seluruh deret waktu 24 jam (termasuk malam hari ketika daya bernilai 0 kW).
- **Kelompok B** memisahkan data menjadi dua domain: (1) Domain Malam (18.30–05.30) diset pasti 0 kW tanpa model stokastik, dan (2) Domain Siang (06.00–18.00) dilakukan pemodelan menggunakan rasio indeks kejernihan langit (*Clear-Sky Index* $k_t = P_{\text{actual}}(t)/P_{\text{clearsky}}(t)$).

Tugas Evaluasi:

- Evaluasilah kelemahan fatal pendekatan Kelompok A, terutama terkait estimasi komponen musiman $\hat{S}_t$ pada malam hari yang dapat menghasilkan nilai daya negatif yang tidak masuk akal secara fisik!
- Mengapa pendekatan *Clear-Sky Index* yang diterapkan Kelompok B jauh lebih superior secara keteknikan dalam mengisolasi komponen tren dan musiman matahari?

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

Untuk data deret waktu dengan frekuensi jam ($m = 24$), jendela pemulus berordo genap tidak simetris pada titik tengah observasi. Oleh karena itu, standar rekayasa menggunakan filter pemulus berbobot dua-tahap: 2×24 -Centered Moving Average (2×24 -CMA) yang dirumuskan sebagai:

$$\hat{T}_t = \frac{1}{24} \left(\frac{1}{2} y_{t-12} + y_{t-11} + \cdots + y_t + \cdots + y_{t+11} + \frac{1}{2} y_{t+12} \right) \quad (1)$$

Tugas Perancangan: Rancanglah sebuah **algoritma / pseudocode** lengkap (atau skrip Python/Octave) untuk melakukan dekomposisi aditif klasik dari awal (*from scratch*) tanpa menggunakan fungsi bawaan pustaka `statsmodels.tsa`.

Rancangan Anda harus secara eksplisit memuat:

- Inisialisasi array dan penghitungan $\hat{T}_t$ menggunakan formula 2×24 -CMA dengan penanganan batas indeks (*boundary padding / NaN handling*).
- Tahap *detrending*: $D_t = y_t - \hat{T}_t$.
- Tahap kalkulasi indeks musiman rata-rata untuk setiap jam $k \in \{0, 1, \dots, 23\}$:

$$\bar{S}_k = \frac{1}{N_k} \sum_j D_{24j+k}$$

dan normalisasi terpusat (*centering normalization*):

$$\hat{S}_k = \bar{S}_k - \frac{1}{24} \sum_{i=0}^{23} \bar{S}_i \implies \sum_{k=0}^{23} \hat{S}_k = 0$$

- Tahap ekstraksi residual akhir: $\hat{R}_t = y_t - \hat{T}_t - \hat{S}_t$.

— Selamat Mengerjakan & Junjung Tinggi Integritas Akademik —