

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 3: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Topik: Simple Exponential Smoothing, Holt's Trend, Holt-Winters, dan Evaluasi Metrik

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 persamaan peramalan rekursif dari metode *Simple Exponential Smoothing* (SES) beserta rentang parameter pemulus α !
- Sebutkan 3 parameter yang dioptimalkan pada metode Holt-Winters Musiman dan jelaskan peran masing-masing parameter!

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

- Jelaskan apa yang terjadi pada respon peramalan SES jika nilai $\alpha = 0.95$ dibandingkan jika $\alpha = 0.05$ ketika terjadi gangguan transien singkat pada beban listrik!
- Mengapa metrik MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) tidak dapat digunakan secara langsung untuk mengevaluasi kinerja peramalan daya keluaran pembangkit surya fotovoltaik (PLTS)? Berikan alternatif metrik yang lebih tepat dan tuliskan formulasi matematisnya!

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

Diberikan deret waktu beban puncak harian (dalam MW) selama 4 hari pertama: $y_1 = 100, y_2 = 110, y_3 = 105, y_4 = 115$. Inisialisasi level awal $\ell_0 = 100$ dan nilai parameter pemulus $\alpha = 0.4$.

- Hitunglah nilai estimasi level ℓ_1, ℓ_2, ℓ_3 , dan ℓ_4 menggunakan metode SES secara manual!
- Hitunglah ramalan beban untuk hari ke-5 ($\hat{y}_{5|4}$) dan hari ke-6 ($\hat{y}_{6|4}$).
- Jika realisasi beban hari ke-5 adalah $y_5 = 112$ MW, hitunglah nilai kesalahan peramalan instan $e_5 = y_5 - \hat{y}_{5|4}$ dan persentase errornya (APE_5).

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

Tabel berikut menyajikan hasil komparasi 3 model pemulusan yang diuji pada profil beban 168 jam (1 minggu) subsistem distribusi:

Model	MAE (MW)	RMSE (MW)	MAPE (%)	Keterangan
Model A (SES, $\alpha = 0.3$)	8.50	12.40	7.8%	Baseline
Model B (Holt's Linear, $\alpha = 0.4, \beta = 0.2$)	7.10	10.20	6.4%	Tren linier
Model C (Holt-Winters Mul, $m = 24$)	2.30	3.10	1.9%	Musiman harian

Tugas Analisis:

- Mengapa Model C menghasilkan penurunan drastis pada nilai RMSE dan MAPE dibandingkan Model A dan B?
- Analisislah rasio RMSE/MAE pada ketiga model. Apa makna fisis jika nilai rasio tersebut mendekati 1.0 vs jika nilainya jauh lebih besar dari 1.0?

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

Sebuah sistem mikrogrid pulau terisolasi memiliki profil konsumsi daya yang sangat dipengaruhi oleh pariwisata akhir pekan (Sabtu-Minggu lonjakan beban naik 60% dibanding hari kerja).

- Opsi 1:** Menerapkan Holt-Winters dengan periode musiman tunggal $m = 24$ (harian).
- Opsi 2:** Menerapkan Holt-Winters dengan periode musiman mingguan $m = 168$ jam (7×24 jam).
- Opsi 3:** Menerapkan *Double Seasonal Holt-Winters* (DSHW) (Taylor, 2003).

Evaluasilah kelebihan dan kelemahan Opsi 1 vs Opsi 2 dalam hal kebutuhan memori penyimpanan bobot musiman dan kecepatan adaptasi. Kemudian, tuliskan persamaan pemulusan **Opsi 3** secara lengkap dan jelaskan mengapa opsi tersebut merupakan solusi paling optimal untuk mengatasi lonjakan beban akhir pekan!

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

Rancanglah algoritma optimasi parameter pemulusan Holt-Winters (α, β, γ) berbasis **Grid Search** / **Nelder-Mead** untuk meminimalkan fungsi objektif RMSE pada data latih. Tuliskan dalam bentuk fungsi terstruktur (Python / Octave) yang mengembalikan parameter terbaik ($\alpha^*, \beta^*, \gamma^*$) serta plot peramalan 48 jam ke depan bersama pita batas kepercayaan 95%.