

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 14: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Topik: Peramalan Probabilistik, Kuantisasi Ketidakpastian, dan Manajemen BESS Mikrogrid

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 peramalan titik (*Point Forecast*) dan peramalan probabilistik (*Probabilistic Forecast*) dalam konteks integrasi pembangkit EBT?
- Tuliskan formulasi fungsi kerugian kuantil (*Pinball / Quantile Loss Function*) untuk kuantil target $\tau \in (0, 1)$!

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

- Mengapa operator transmisi sistem tenaga (PLN P3B) lebih membutuhkan estimasi batas bawah P10 dan batas atas P90 dibandingkan hanya nilai rata-rata estimasi saat menjadwalkan kapasitas cadangan putar (*Spinning Reserve*)?
- Jelaskan konsep strategi operasi *Peak Shaving* dan *Tariff Arbitrage* pada sistem baterai BESS yang memanfaatkan informasi peramalan beban dan harga listrik dinamis!

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

Sebuah mikrogrid industri memiliki data ramalan daya untuk jam ke-14 ($t = 14$):

- Ramalan Beban Industri: $\hat{P}_{load} = 500$ kW
 - Ramalan Daya PLTS Atap: $\hat{P}_{PV} = 350$ kW
 - Status Baterai: Kapasitas maksimum $E_{cap} = 1000$ kWh, SoC(13) = 60%, efisiensi $\eta = 95\%$.
 - Maksimum daya pengosongan baterai: $P_{dis}^{max} = 100$ kW.
- Hitunglah defisit daya bersih sistem ($\Delta P = \hat{P}_{load} - \hat{P}_{PV}$).
 - Jika baterai diperintahkan mengosongkan daya maksimum ($P_{dis} = 100$ kW) selama $\Delta t = 1$ jam, hitunglah sisa daya yang harus diimpor dari grid PLN (P_{grid}).
 - Hitunglah SoC baterai yang baru pada jam ke-14 (SoC(14)).

Soal 4. [Level C4 – Menganalisis / *Analyzing*]

(Bobot: 20%)

Tabel berikut merekam hasil peramalan daya PLTB 20 MW menggunakan Quantile Regression pada 3 kondisi cuaca:

Kondisi Angin	P10 (MW)	P50 (MW)	P90 (MW)	Lebar Interval P90–P10 (MW)
Hari 1: Angin Stabil Laminar	14.2	15.0	15.8	1.6 MW (Ketidakpastian sa
Hari 2: Angin Fluktuatif Gusty	4.1	11.5	18.2	14.1 MW (Ketidakpastian sa

Tugas Analisis:

- Analisislah dampak ketidakpastian yang sangat lebar pada Hari 2 terhadap biaya komitmen unit pembangkit termal pendamping (*Unit Commitment Cost*)!
- Bagaimana algoritma kendali prediktif (*Model Predictive Control*) menyesuaikan batasan operasional (*constraints*) saat lebar interval ketidakpastian melonjak tajam?

Soal 5. [Level C5 – Mengevaluasi / *Evaluating*]

(Bobot: 15%)

Dua metrik diusulkan untuk mengevaluasi kualitas pita peramalan probabilistik:

- PICP** (*Prediction Interval Coverage Probability*): Persentase sampel aktual yang jatuh di dalam rentang [P10, P90]. Target ideal = 80%.
- PINAW** (*Prediction Interval Normalized Average Width*): Rata-rata lebar pita interval yang dinormalisasi terhadap kapasitas nominal.

Evaluasilah mengapa model yang memiliki PICP = 99% belum tentu merupakan model terbaik jika nilai PINAW-nya sangat besar (misal lebar interval mencakup 90% kapasitas sistem)!

Soal 6. [Level C6 – Merancang / *Creating*]

(Bobot: 20%)

Rancanglah formulasi program matematika optimasi linier (*Mixed-Integer Linear Programming* - MILP atau formulasi Python `cvxpy` / `scipy.optimize`) untuk manajemen energi mikrogrid 24 jam:

- Rumuskan fungsi objektif minimasi biaya total pembelian energi dari grid PLN dengan tarif waktu penggunaan (*Time-of-Use Tariff*).
- Rumuskan kendala (*constraints*) keseimbangan daya setiap jam.
- Rumuskan kendala dinamika State-of-Charge baterai beserta batas kapasitas minimum ($\text{SoC}_{\min} = 20\%$) dan maksimum ($\text{SoC}_{\max} = 90\%$).