

UNIVERSITAS BENGKULU – FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROBLEM SET 13: ANALISIS DERET WAKTU DAN PERAMALAN

Topik: Deteksi Anomali Sinyal Kelistrikan, Isolation Forest, dan LSTM Autoencoder

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%)

- Sebutkan dan berikan definisi 3 tipe anomali data deret waktu: *Point Anomaly*, *Contextual Anomaly*, dan *Collective Anomaly*!
- Berikan 1 contoh riil pada sistem kelistrikan untuk masing-masing tipe anomali tersebut.

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

- Jelaskan prinsip kerja deteksi anomali berbasis rekonstruksi menggunakan jaringan **LSTM Autoencoder**! Mengapa model hanya dilatih pada dataset kondisi operasi normal?
- Mengapa metrik akurasi standar (*Standard Accuracy*) sangat menyesatkan ketika digunakan untuk mengevaluasi model deteksi pencurian listrik di mana rasio pelanggan curang hanya 1% dari total populasi (*Class Imbalance Problem*)?

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

Sebuah sistem deteksi pencurian listrik diuji pada 1.000 pelanggan Smart Meter dengan matriks kebingungan (*Confusion Matrix*) sebagai berikut:

Kondisi Aktual \ Prediksi	Prediksi Anomali (Curang)	Prediksi Normal
Aktual Curang (Positif = 50)	TP = 45	FN = 5
Aktual Normal (Negatif = 950)	FP = 15	TN = 935

- Hitunglah nilai **Precision** ($P = \frac{TP}{TP+FP}$).
- Hitunglah nilai **Recall / Sensitivity** ($R = \frac{TP}{TP+FN}$).
- Hitunglah nilai **F1-Score** ($F_1 = 2 \cdot \frac{P \cdot R}{P+R}$).

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

Gambar berikut merepresentasikan kurva galat rekonstruksi (*Reconstruction Mean Squared Error*) pada data konsumsi listrik pelanggan industri selama 30 hari:

- Hari 1–15: Error stabil di sekitar $\mathcal{L} \in [0.02, 0.05]$ (Ambang batas $\tau = 0.10$).
- Hari 16–25: Error melonjak tajam menjadi $\mathcal{L} \in [0.45, 0.80]$.
- Hari 26–30: Error kembali normal $\mathcal{L} \in [0.03, 0.04]$.

Tugas Analisis:

- a. Analisislah jenis anomali yang terjadi pada interval hari 16–25.
- b. Jika diketahui meter fisik tidak mencatat adanya arus pada fasa-T selama periode tersebut, apa indikasi modus kecurangan teknis yang terjadi?

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

Dua metode diusulkan untuk sistem peringatan dini kegagalan isolasi transformator tenaga 150 kV:

- **Metode A:** Uji Batas Statis (Alarm berbunyi jika konsentrasi gas Asetilena $C_2H_2 > 5$ ppm).
- **Metode B:** *Dynamic Rate-of-Change Anomaly Detection* berbasis LSTM Autoencoder yang memonitor laju kenaikan gas per jam.

Evaluasilah kelemahan Metode A ketika terjadi kegagalan busur api bertahap (*incipient arcing fault*) yang laju konsentrasinya melonjak cepat namun belum melewati batas 5 ppm!

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

Rancanglah program Python lengkap menggunakan `scikit-learn` dan `pyod` atau TensorFlow/PyTorch:

- a. Membaca dataset smart meter konsumsi daya per 15 menit.
- b. Melakukan segmentasi jendela geser (*sliding window segmentation*) dengan panjang window 96 titik (1 hari penuh).
- c. Membangun arsitektur LSTM Autoencoder (Encoder: LSTM 64 $\rightarrow$ LSTM 32 $\rightarrow$ Bottleneck 16; Decoder: LSTM 32 $\rightarrow$ LSTM 64 $\rightarrow$ Dense 96).
- d. Menentukan ambang batas anomali adaptif berbasis persentil 99% dan memplot grafik penandaan titik anomali pada profil konsumsi energi.