

# Optimisasi untuk Teknik Elektro (TKE-41XX)

## Pertemuan 1: Pengantar Optimisasi dan Pemodelan Matematis

Ir. Novalio Daratha S.T., M.Sc., Ph.D.

Program Studi S1 Teknik Elektro  
Fakultas Teknik — Universitas Bengkulu

Semester Ganjil 2026

# Agenda Pembelajaran Minggu ke-1

## Tujuan Pembelajaran (CPMK-1 dan CPMK-2)

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar optimisasi, mengklasifikasikan masalah rekayasa, dan menerjemahkan masalah praktis teknik elektro ke dalam bentuk pemodelan matematis standar.

- ➊ **Pengantar Optimisasi:** Peranan optimisasi dalam sistem tenaga, telekomunikasi, dan kontrol.
- ➋ **Anatomi Model Optimisasi:** Variabel keputusan, fungsi tujuan, dan kendala (\*constraints\*).
- ➌ **Klasifikasi Masalah Optimisasi:** LP, NLP, Cembung vs Non-Cembung, MIP, dan Multi-Objektif.
- ➍ **Studi Kasus Sederhana:** Pengalokasian daya 2 pembangkit (\*Economic Dispatch\* sederhana).
- ➎ **Pengenalan Perangkat Komputasi:** Python (SciPy) dan Julia (JuMP).

# Apa itu Optimisasi?

## Definisi Utama

**Optimisasi** adalah seni dan sains untuk mencapai **\*\*hasil terbaik\*\*** (biaya terendah, efisiensi tertinggi, atau keuntungan maksimal) dari suatu sistem rekayasa di bawah keterbatasan (*\*kendala\**) sumber daya yang ada.

## Mengapa Penting untuk Insinyur Elektro?

- Desain jaringan listrik hemat biaya dan rugi-rugi minimal.
- Alokasi frekuensi dan penempatan antena seluler.
- Penalaan parameter kontroler PID presisi tinggi.

## 3 Elemen Kunci

- 1 **Apa yang dicari?** (Variabel  $x$ )
- 2 **Apa ukurannya?** (Tujuan  $f_0(x)$ )
- 3 **Apa batasannya?** (Kendala  $g_i, h_j$ )

# Formulasi Standar Masalah Optimisasi

Secara matematis, bentuk umum optimisasi terkendala dituliskan sebagai:

## Formulasi Standar Minimisasi

$$\begin{aligned} & \min_{\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n} f_0(\mathbf{x}) \\ \text{dengan kendala: } & \begin{cases} g_i(\mathbf{x}) \leq 0, & i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{Pertidaksamaan}) \\ h_j(\mathbf{x}) = 0, & j = 1, 2, \dots, p \quad (\text{Persamaan}) \\ x_{k,\min} \leq x_k \leq x_{k,\max}, & k = 1, 2, \dots, n \quad (\text{Batas Domain}) \end{cases} \end{aligned}$$

## Catatan Penting

Masalah maksimisasi  $\max f_0(\mathbf{x})$  setara dengan minimisasi  $-\min[-f_0(\mathbf{x})]$ .

# Klasifikasi Masalah Optimisasi

| Kategori                | Karakteristik Matematis          | Contoh Teknik Elektro  |
|-------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Linear Programming (LP) | Fungsi tujuan dan kendala linier | Alokasi beban trafo    |
| Non-Linear (NLP)        | Mengandung fungsi non-linier     | Economic Dispatch      |
| Mixed-Integer (MIP)     | Variabel bernilai biner (0, 1)   | Penempatan antena      |
| Convex Optimization     | Himpunan dan fungsi cembung      | Optimum global tunggal |

# Studi Kasus 1: Pembagian Beban 2 Generator

## Deskripsi Masalah

Dua generator termal melayani total beban  $P_D = 400$  MW.

- Generator 1:  $F_1(P_1) = 0.002P_1^2 + 8.0P_1 + 100$  [\$ /jam],  $50 \leq P_1 \leq 300$  MW
- Generator 2:  $F_2(P_2) = 0.003P_2^2 + 7.5P_2 + 150$  [\$ /jam],  $50 \leq P_2 \leq 250$  MW

## Model Optimisasi Matematis

$$\begin{aligned} \min_{P_1, P_2} F_T &= (0.002P_1^2 + 8.0P_1 + 100) + (0.003P_2^2 + 7.5P_2 + 150) \\ \text{s.t. } P_1 + P_2 &= 400, \quad 50 \leq P_1 \leq 300, \quad 50 \leq P_2 \leq 250 \end{aligned}$$

# Implementasi Pertama dengan Python (SciPy)

```
1 import numpy as np
2 from scipy.optimize import minimize
3
4 # Fungsi Tujuan (Total Biaya)
5 def objective(P):
6     P1, P2 = P[0], P[1]
7     cost1 = 0.002 * P1**2 + 8.0 * P1 + 100
8     cost2 = 0.003 * P2**2 + 7.5 * P2 + 150
9     return cost1 + cost2
10
11 # Kendala Persamaan (P1 + P2 = 400)
12 constraints = ({'type': 'eq', 'fun': lambda P: P[0] + P[1] - 400})
13
14 # Batas Operasi (Bounds)
15 bounds = [(50, 300), (50, 250)]
16
17 # Eksekusi Minimisasi
18 res = minimize(objective, [200, 200], method='SLSQP', bounds=bounds, constraints=constraints)
19 print(f"P1_Optimal={res.x[0]:.2f} MW, P2_Optimal={res.x[1]:.2f} MW")
20 print(f"Total Biaya_Minimum=${res.fun:.2f}/jam")
```

## Poin Utama Minggu ke-1

- 1 Pemodelan matematis presisi adalah langkah terpenting sebelum memilih metode optimisasi.
- 2 Pemahaman klasifikasi masalah (LP, NLP, Convex, MIP) menentukan jenis *\*solver\** dan algoritma yang tepat.
- 3 Bahasa komputasi modern seperti Python dan Julia memudahkan implementasi langsung dari formulasi teori ke kode program.

## Ada Pertanyaan / Diskusi?

*Lembar Kerja Mahasiswa (LKM 1) dan Problem Set 1 dapat diunduh pada portal perkuliahan.*