

Problem Set (Tugas Terstruktur)

Persamaan Diferensial - Minggu 12: Persamaan Panas 1D (Difusi Termal pada Kabel)

Novalio Daratha
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Bengkulu

2026

Instruksi Tugas

Kumpulkan jawaban Problem Set ini pada awal perkuliahan minggu berikutnya. Tunjukkan semua langkah pemikiran dan analisis matematis Anda secara sistematis dan terstruktur.

Daftar Soal (Level Kognitif C1 - C6)

1. **(C1 - Mengingat)** Tuliskan bentuk matematis dari persamaan panas (difusi) 1 dimensi. Sebutkan makna variabel u , variabel bebas x, t , serta koefisien difusivitas termal α .
2. **(C2 - Memahami)** Jelaskan karakteristik fungsi eksponensial $e^{-k^2 t}$ yang muncul dalam penyelesaian persamaan panas terhadap waktu t . Mengapa suhu cenderung meluruh ke keadaan setimbang?
3. **(C3 - Mengaplikasikan)** Sebuah kabel transmisi memiliki panjang 10 meter. Suhu pada kedua ujung dijaga konstan $0^\circ C$. Tuliskan fungsi eigen (eigenfunction) keruangan $X_n(x)$ untuk model difusi panas pada kabel tersebut.
4. **(C4 - Menganalisis)** Analisislah persamaan $T'(t) + \alpha \lambda^2 T(t) = 0$. Tunjukkan langkah integrasinya hingga mendapatkan solusi $T(t) = C e^{-\alpha \lambda^2 t}$. Apa peran difusivitas α terhadap laju pendinginan kabel?
5. **(C5 - Mengevaluasi)** Dua buah kabel dari bahan berbeda, tembaga (α_1) dan aluminium (α_2), dipanaskan ke distribusi suhu awal yang sama. Diketahui $\alpha_1 > \alpha_2$. Evaluasi kabel mana yang akan lebih cepat mencapai keseimbangan termal saat kedua ujungnya dihubungkan pada pendingin $0^\circ C$. Berikan argumen berdasar solusi matematis!
6. **(C6 - Mencipta)** Rancanglah skenario untuk kabel beraliran listrik konstan yang memunculkan faktor sumber panas di dalam (internal heat generation). Formulasikan modifikasi pada persamaan difusi 1D standar (yang asalnya homogen) menjadi persamaan difusi tak homogen, dengan menambahkan suku representatif efek pemanasan Joule!

Semoga berhasil!