

BANK SOAL LENGKAP & KUNCI JAWABAN (PROBLEM SET & SOLUTIONS)

Mata Kuliah: Metode Penelitian Teknik Elektro (TEE-301 / 2 SKS)
Pengukuran Ranah Kognitif Taksonomi Bloom C1 s.d. C6

Bagian 1: Soal & Pembahasan Ranah C1 (Mengingat) & C2 (Memahami)

Soal 1 [C1 – Remembering]

Jelaskan perbedaan mendasar antara empat taksonomi metodologi penelitian dalam bidang Teknik Elektro: *Analytical Research*, *Experimental Research*, *Descriptive Research*, dan *Mixed-Methods*!

Kunci Jawaban & Pembahasan Lengkap:

1. **Analytical Research:** Berfokus pada derivasi persamaan matematis tertutup (*closed-form equations*) dan simulasi numerik tanpa komponen fisik (contoh: Analisis Aliran Daya Newton-Raphson).
2. **Experimental Research:** Berfokus pada pengujian prototipe fisik di laboratorium dengan memanipulasi variabel bebas secara terkontrol dalam kondisi terisolasi (contoh: Uji efisiensi inverter pada variasi frekuensi switching).
3. **Descriptive Research:** Mengamati dan mencatat perilaku variabel sistem yang beroperasi secara alami di lapangan tanpa manipulasi sengaja (contoh: Observasi penurunan daya solar farm akibat suhu lingkungan).
4. **Mixed-Methods:** Mengombinasikan data performa fisik kuantitatif (lab) dengan data kualitatif/persepsi pengguna (kuisiner ergonomi/UI).

Soal 2 [C2 – Understanding]

Jelaskan prinsip falsifikasi Karl Popper dan mengapa klaim hasil riset skripsi teknik elektro tidak boleh dinyatakan berlaku secara "absolut 100%" untuk seluruh kondisi!

Kunci Jawaban & Pembahasan Lengkap: Menurut Karl Popper, suatu teori atau hipotesis dianggap ilmiah bukan karena dapat dibuktikan benar untuk selamanya, melainkan karena hipotesis tersebut **dapat diuji** (*testable*) dan **dapat dibuktikan salah** (*falsifiable*) melalui eksperimen. Klaim absolut seperti "*Inverter ini selalu efisien > 95%*" dapat gugur hanya dengan 1 data pengujian di mana efisiensi turun pada kondisi beban sangat rendah (10 W). Oleh karena itu, riset teknik elektro wajib menentukan **Kondisi Batas Operasional** (*Boundary Conditions*) yang spesifik.

Bagian 2: Soal & Pembahasan Ranah C3 (Mengaplikasikan) & C4 (Menganalisis)

Soal 3 [C3 – Applying]

Seorang mahasiswa mengukur 5 data daya keluaran laboratorium (P_{hw}) konverter DC-DC: 24.1 W, 24.3 W, 23.9 W, 24.2 W, dan 24.0 W. Jika nilai simulasi ideal LTspice tercatat 25.0 W, hitunglah: (a) Rata-rata daya terukur $\bar{P}$, (b) Standar deviasi s , dan (c) Absolute Percentage Error-nya!

Kunci Jawaban & Pembahasan Lengkap:

(a) **Rata-rata ($\bar{P}$):**

$$\bar{P} = \frac{24.1 + 24.3 + 23.9 + 24.2 + 24.0}{5} = \frac{120.5}{5} = 24.10 \text{ Watt}$$

(b) **Standar Deviasi (s):** Deviasi kuadrat: $(24.1 - 24.1)^2 + (24.3 - 24.1)^2 + (23.9 - 24.1)^2 + (24.2 - 24.1)^2 + (24.0 - 24.1)^2 = 0 + 0.04 + 0.04 + 0.01 + 0.01 = 0.10$.

$$s = \sqrt{\frac{0.10}{5 - 1}} = \sqrt{\frac{0.10}{4}} = \sqrt{0.025} \approx 0.1581 \text{ Watt}$$

(c) **Absolute Percentage Error (%):**

$$\text{Error \%} = \left| \frac{24.10 - 25.0}{25.0} \right| \times 100\% = \left| \frac{-0.90}{25.0} \right| \times 100\% = 3.60\%$$

Soal 4 [C4 – Analyzing]

Analisis dampak induktansi parasitik jejak PCB tembaga (L_{trace}) terhadap lonjakan tegangan transient (*voltage spike*) pada sakelar MOSFET daya frekuensi tinggi!

Kunci Jawaban & Pembahasan Lengkap: Persamaan tegangan lonjakan induktif pada sakelar MOSFET dinyatakan oleh: $v_{spike} = L_{trace} \cdot \frac{di}{dt}$. Ketika frekuensi switching meningkat (misal $f_s = 100$ kHz dengan $dt = 20$ ns), laju perubahan arus $\frac{di}{dt}$ menjadi sangat besar. Meskipun L_{trace} hanya berukuran 15 nH, lonjakan tegangan v_{spike} dapat mencapai puluhan Volt di atas tegangan bus DC. Hal ini menyebabkan kerugian switching tinggi, merusak pemutus daya MOSFET, serta menimbulkan radiasi Electromagnetic Interference (EMI).

Bagian 3: Soal & Pembahasan Ranah C5 (Mengevaluasi) & C6 (Mencipta)

Soal 5 [C5 – Evaluating]

Evaluasi trade-off kelebihan dan kekurangan perancangan sirkuit switching elektronika daya yang menggunakan sakelar **Gallium Nitride (GaN FET)** dibandingkan **Silicon MOSFET** konvensional!

Kunci Jawaban & Pembahasan Lengkap:

1. **Kelebihan GaN FET:** Memiliki celah pita energi lebar (*wide-bandgap*), resistansi *on* sangat rendah ($R_{DS(on)}$ kecil), capacitance gate Q_g sangat kecil, sehingga memungkinkan switching frekuensi tinggi (MHz) dengan efisiensi konversi daya $> 96\%$. Ukuran fisik induktor dan kapasitor filter dapat diperkecil hingga 60%.
2. **Kekurangan / Trade-off:** Sangat sensitif terhadap induktansi parasitik layout PCB (membutuhkan aturan PCB KiCad yang sangat ketat), biaya komponen lebih mahal, dan membutuhkan *gate driver* khusus dengan tegangan gate presisi ($5.0\text{ V} \pm 0.2\text{ V}$).

Soal 6 [C6 – Creating]

Susunlah rancangan alur metodologi 5-fase lengkap beserta target KPI kuantitatif untuk judul skripsi: *”Optimasi Efisiensi Inverter Surya Satu Fasa Berbasis Modulasi SPWM ESP32”*!

Kunci Jawaban & Pembahasan Lengkap:

1. **Fase 1 (Boundary Conditions):** $V_{in} = 48\text{ V DC}$, $V_{out} = 220\text{ V AC/50 Hz}$, Frekuensi Switching $f_s = 20\text{ kHz}$, Daya Maksimum $P_{max} = 300\text{ W}$.
2. **Fase 2 (Mathematical Model):** Derivasi persamaan duty cycle SPWM $d(t) = M_a \sin(\omega t)$ dan induktor filter LC $L = \frac{V_{dc}}{8f_s \Delta I_L}$.
3. **Fase 3 (LTspice Simulation):** Simulation model non-ideal LTspice memasukkan ESR kapasitor ($0.05\ \Omega$) dan $R_{DS(on)}$ MOSFET ($0.02\ \Omega$).
4. **Fase 4 (KiCad Hardware):** Layout PCB 2-layer KiCad, trase arus daya 2.5 mm, pemi-sahan ground analog dan digital.
5. **Fase 5 (Lab Characterization):** Pengukuran DSO & THD Analyzer. Target KPI Kuantitatif: Efisiensi $\eta > 92\%$, THD $< 3.0\%$, dan Error Simulasi vs Hardware $< 4.5\%$.