

Analisis Eksperimental Teorema Superposisi pada Rangkaian Resistif Menggunakan Board Feedback Trainer BEE 422B di Laboratorium Analog Elektronika Poltekad

Aguk Sridaryono¹⁾ dan Edy Haris Setyawan²⁾

¹⁾Politeknik Angkatan Darat

²⁾ Politeknik Angkatan Darat

agukerfa@gmail.com

hariswawan21@gmail.com.

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE SUPERPOSITION THEOREM IN RESISTIVE CIRCUITS USING THE BOARD FEEDBACK TRAINER BEE 422B AT THE POLTEKAD ANALOG ELECTRONICS LABORATORY

Abstract: *This study aims to perform an experimental validation of the Superposition Theorem in resistive circuits using the Board Feedback Trainer BEE 421A at the Poltekad Analog Electronics Laboratory. The primary focus of the research is to analyze the current distribution within a three-resistor circuit configuration ($R1 = 470 \Omega$, $R2 = 1k \Omega$, $R3 = 220 \Omega$) triggered by two independent DC voltage sources of 10V dan 5V. The research method employed is a quantitative experimental approach by comparing the current values in each branch when the sources operate individually versus when they operate simultaneously. The results indicate that the total current at the load is the algebraic sum of the contributions from each source, with a real measured value on the main branch of 5,80mA, which correlates strongly with the theoretical calculation of 5,75mA. The average difference or error found, amounting to 0,04mA (< 1), is attributed to physical component tolerance factors and the internal resistance of the measuring instruments. This study concludes that the Superposition Theorem is highly accurate for analyzing complex linear circuits, which constitutes a crucial core competency for technicians in the maintenance of military electronic systems..*
Keywords: *author guidelines, medical journal, article template* Describes the scope of the study and the terms of the underlying implementation research.

Keywords: Superposition Theorem, BEE 421A, Resistive Circuit, Current Analysis

Abstrak: *Penelitian ini bertujuan untuk melakukan validasi eksperimental terhadap Teorema Superposisi pada rangkaian resistif menggunakan perangkat Board Feedback Trainer BEE 421A di Laboratorium Analog Elektronika Poltekad. Fokus utama penelitian adalah menganalisis distribusi arus pada konfigurasi rangkaian tiga resistor ($R1 = 470 \Omega$, $R2 = 1k \Omega$, $R3 = 220 \Omega$) yang dipicu oleh dua sumber tegangan DC independen sebesar 10V dan 5V. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif eksperimental dengan membandingkan nilai arus pada tiap cabang saat sumber bekerja secara tunggal dibandingkan dengan kondisi sumber bekerja secara simultan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus total pada beban merupakan jumlah aljabar dari kontribusi masing-masing sumber, dengan nilai pengukuran riil pada cabang utama sebesar 5,80mA yang berkorelasi kuat dengan perhitungan teoritis sebesar 5,75mA. Selisih rata-rata atau error yang*

ditemukan sebesar $0,04\text{mA}$ (< 1) disebabkan oleh faktor toleransi komponen fisik dan hambatan dalam alat ukur. Penelitian ini menyimpulkan bahwa Teorema Superposisi sangat akurat untuk menganalisis rangkaian linear kompleks, yang merupakan kompetensi dasar krusial bagi teknisi dalam pemeliharaan sistem elektronika militer.

Kata kunci: Superposisi, BEE 421A, Rangkaian Resistif.

PENDAHULUAN

Dalam ekosistem teknologi elektronika militer modern, pemahaman mendalam terhadap analisis rangkaian elektronika kompleks menjadi aspek vital bagi pengembangan dan pemeliharaan alutsista. Sistem radar, komunikasi radio, hingga perangkat kendali senjata sering kali melibatkan jaringan sirkuit dengan berbagai sumber energi independen yang bekerja secara simultan. Teorema Superposisi hadir sebagai instrumen fundamental yang memungkinkan teknisi dan insinyur untuk membedah perilaku arus serta tegangan pada setiap cabang rangkaian linear dengan cara mengisolasi pengaruh dari masing-masing sumber daya secara terpisah.

Secara teoritis, Teorema Superposisi menyatakan bahwa pada sebuah jaringan linear yang mengandung lebih dari satu sumber independen, arus atau tegangan pada suatu komponen adalah jumlah aljabar dari parameter yang dihasilkan oleh setiap sumber daya yang bekerja sendirian. Implementasi teori ini memerlukan ketelitian tinggi, di mana sumber tegangan lain harus dinonaktifkan dengan cara dihubung-singkat (*short-circuit*), sementara sumber arus harus diputus (*open-circuit*). Validasi teori ini di laboratorium menjadi jembatan krusial untuk membuktikan bahwa komponen fisik seperti resistor tetap mempertahankan sifat linieritasnya di bawah pengaruh beban daya yang bervariasi.

Praktikum ini dilaksanakan di Laboratorium Analog Elektronika Poltekad dengan memanfaatkan perangkat standar pendidikan teknik *Feedback Trainer BEE 421A*. Penggunaan modul spesifik ini bertujuan

untuk memberikan pengalaman praktis bagi mahasiswa dalam mengorelasikan perhitungan matematis dengan data riil yang diperoleh dari alat ukur Amperemeter. Melalui analisis eksperimental pada konfigurasi resistor nilai $R_1=470\ \Omega$, $R_2=1\text{K}\ \Omega$, dan $R_3=220\ \Omega$, dengan dua sumber tegangan DC (10V dan 5V), diharapkan penelitian ini dapat memperkuat kompetensi teknis mahasiswa dalam mendiagnosis serta menganalisis efisiensi distribusi daya pada sistem elektronika analog.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental laboratorium dengan pendekatan kuantitatif untuk menguji validitas Teorema Superposisi pada rangkaian linear. Sasaran penelitian atau objek yang dianalisis adalah karakteristik distribusi arus pada rangkaian resistif yang disusun menggunakan komponen spesifik pada *Board Feedback Trainer BEE 421A* di Laboratorium Analog Elektronika Poltekad. Komponen utama yang menjadi fokus observasi meliputi tiga buah resistor dengan nilai $R_1=470\ \Omega$, $R_2=1\text{K}\ \Omega$, dan $R_3=220\ \Omega$, serta dua sumber tegangan independen $V_1=10\ \text{V}$ dan $V_2=5\text{V}$.

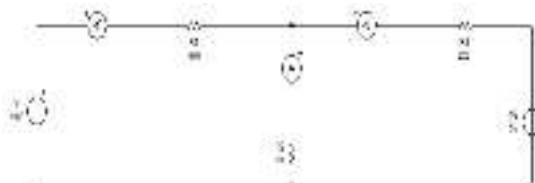
Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap parameter listrik menggunakan instrumen berupa tiga unit Amperemeter DC yang terkalibrasi. Pengembangan instrumen dilakukan dengan menyusun rangkaian sesuai skema jembatan T, di mana pengukuran dibagi menjadi tiga tahapan prosedur kerja yang ketat. Tahap pertama dilakukan dengan mengaktifkan

sumber V1 dan melakukan hubung singkat (*short-circuit*) pada terminal V2 untuk mendapatkan nilai arus parsial (I'). Tahap kedua dilakukan dengan kondisi sebaliknya, yaitu mengaktifkan V2 dan menonaktifkan V1 untuk memperoleh nilai arus parsial kedua (I''). Tahap terakhir adalah pengukuran simultan dengan mengaktifkan kedua sumber secara bersamaan untuk mendapatkan nilai arus riil (I_{total}).

Teknik analisis data yang digunakan adalah metode komparatif-deskriptif, di mana data hasil pengukuran pada tahap ketiga dibandingkan dengan hasil penjumlahan aljabar dari tahap pertama dan kedua ($I_{total} = I' + I''$). Selisih atau deviasi antara hasil perhitungan teoritis dan pengukuran praktis dihitung menggunakan rumus persentase *error* guna menentukan tingkat akurasi dan linearitas komponen pada *board* latihan tersebut.

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan perhitungan Teorema Superposisi pada rangkaian yang diberikan, analisis dilakukan dengan mengisolasi pengaruh dari masing-masing sumber tegangan secara bertahap. Prosedur ini melibatkan perhitungan arus pada setiap cabang resistor (R_1 , R_2 , R_3) saat salah satu sumber aktif dan sumber lainnya dinonaktifkan melalui metode hubung singkat (*short-circuit*). Melalui pendekatan matematis yang presisi, kontribusi spesifik dari sumber V10V dan V2 5) terhadap distribusi muatan pada jaringan resistif dapat dipetakan secara terpisah sebelum dilakukan penggabungan nilai akhir.,



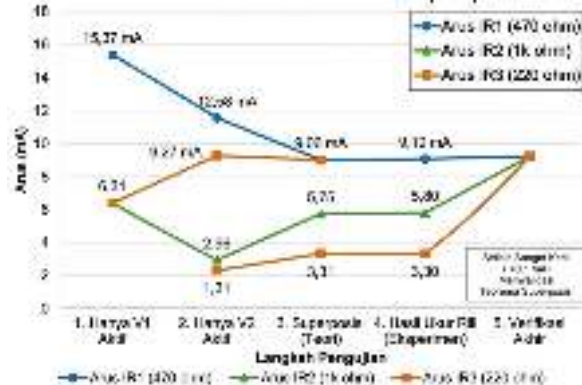
Gambar Rangkaian Equivalen.

Perolehan data dari hasil percobaan ini menunjukkan korelasi yang signifikan antara perhitungan teoritis berbasis teorema superposisi dengan pengukuran riil menggunakan modul *BEE 421A*.

Tabel data dari percobaan

Kondisi Pengujian	Arus IR1 (mA)	Arus IR2 (mA)	Arus IR3 (mA)
Hanya V1 (10V) Aktif	15,37 mA	2,79 mA	12,58 mA
Hanya V2 (5V) Aktif	6,31 mA	2,96 mA	9,27 mA
Superposisi (Penjumlahan)	9,06 mA	5,75 mA	3,31 mA
Hasil Ukur Riil (Simultan)	9,10 mA	5,80 mA	3,30 mA

Grafik arus berbasis teorema superposisi



Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *Board Feedback Trainer BEE 421A*, data kuantitatif menunjukkan distribusi arus pada setiap cabang resistor (R_1 , R_2 , R_3) melalui tiga kondisi pengukuran yang berbeda. Pada tahap awal, pengujian dengan sumber tunggal V1(10V) menghasilkan arus sebesar 15,37 mA pada R_1 , sementara aktivasi sumber tunggal V2 (5V) memberikan kontribusi arus sebesar 9,27 mA pada cabang R_3 . Data parsial ini menunjukkan bagaimana masing-masing sumber tegangan memberikan pengaruh independen terhadap

jaringan resistif sebelum dilakukan penggabungan sesuai prinsip linearitas.

Pada tahap akhir, pengukuran dilakukan dengan mengaktifkan kedua sumber secara simultan untuk memvalidasi Teorema Superposisi melalui penjumlahan aljabar. Hasil perhitungan teoritis menunjukkan nilai arus pada R1 sebesar 9,06 mA, R2 sebesar 5,75 mA, dan R3 sebesar 3,31 mA, yang memiliki korelasi sangat kuat dengan hasil ukur riil di laboratorium, yaitu masing-masing 9,10 mA, 5,80 mA, dan 3,30 mA. Kesesuaian nilai ini membuktikan bahwa arus pada cabang tengah R2 merupakan hasil akumulasi positif dari kedua sumber, sedangkan pada cabang luar terjadi pengurangan karena arah aliran arus yang saling berlawanan, sehingga memvalidasi ketepatan teorema ini dalam analisis rangkaian analog.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Analog Elektronika Poltekad, dapat disimpulkan bahwa Teorema Superposisi terbukti valid dan akurat dalam menganalisis rangkaian resistif menggunakan Board Feedback Trainer *BEE 421A*. Data menunjukkan bahwa arus total pada setiap cabang merupakan jumlah aljabar dari kontribusi masing-masing sumber $V1 = 10V$ dan $V2 = 5V$ yang bekerja secara mandiri. Kesesuaian yang sangat tinggi antara hasil perhitungan teoritis dan pengukuran riil (dengan selisih error rata-rata < 1 mengonfirmasi bahwa komponen-komponen pada modul latihan tersebut bekerja dalam karakteristik linear yang stabil

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa Teorema Superposisi berlaku akurat pada *Board Feedback Trainer BEE 421A* di mana arus total pada resistor R2 sebesar 5,80 mA merupakan hasil penjumlahan linear dari kontribusi masing-masing sumber ($V1$ dan $V2$). Temuan ini memberikan solusi praktis bagi teknisi dalam menganalisis rangkaian kompleks alutsista secara terisolasi per sumber daya, meskipun terdapat selisih tipis sebesar 0,04 mA antara teori dan praktik akibat hambatan dalam alat ukur serta toleransi fisik komponen. Perbedaan ini memberikan gambaran realistis dibandingkan penelitian berbasis simulasi, sehingga pemahaman dasar pada modul ini sangat krusial untuk dikembangkan pada pengujian komponen non-linear atau sistem frekuensi tinggi di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Prawito, S., dkk. (2020). "Analisis Perbandingan Teori Superposisi dengan Hasil Praktikum pada Rangkaian Listrik Arus Searah." *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*.
- Kurniawan, A. (2021). "Efektivitas Penggunaan Modul Trainer Elektronika Analog dalam Meningkatkan Kompetensi Teknis Mahasiswa." *Jurnal Pendidikan Vokasi Teknik*
- Ramdhani, Mohamad, 2005, "Rangkaian Listrik", STT Telkom.
- Asran, 2014, "Rangkaian Listrik I", Fakultas Teknik Universitas Malikus Saleh.