

ABSTRAK

Tingginya tingkat *multipath fading* dan interferensi pada lingkungan urban menyebabkan penurunan performa sistem komunikasi nirkabel, khususnya pada sistem Multiple-Input Multiple-Output (MIMO). Kondisi kanal *Rayleigh* yang dinamis mengakibatkan kualitas sinyal menurun sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kesalahan transmisi data. Oleh karena itu, diperlukan teknik pemrosesan sinyal yang mampu beradaptasi terhadap perubahan kondisi kanal untuk meningkatkan keandalan komunikasi. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *beamforming* adaptif berbasis algoritma Recursive Least Squares (RLS) pada sistem komunikasi MIMO 2×2 guna meningkatkan performa sistem pada lingkungan urban dengan kanal *Rayleigh fading*.

Tugas Akhir ini menguji tiga skenario sistem, yaitu kanal *Rayleigh* tanpa *beamforming*, *beamforming* statis berbasis Array Steering Vector, dan *beamforming* adaptif berbasis RLS. Pengujian dilakukan melalui simulasi berbasis MATLAB menggunakan modulasi Binary Phase Shift Keying (BPSK) pada sistem komunikasi MIMO 2×2 . Sistem diuji pada rentang Signal-to-Noise Ratio (SNR) 0–40 dB dengan model kanal *Rayleigh multipath fading* untuk merepresentasikan kondisi lingkungan urban. Pada *beamforming* adaptif, algoritma RLS digunakan untuk memperbarui bobot antenna secara iteratif berdasarkan *error* antara sinyal referensi dan sinyal estimasi. Analisis kinerja sistem difokuskan pada Bit Error Rate (BER), Mean Squared Error (MSE), dan *throughput* untuk mengevaluasi efektivitas *beamforming* adaptif dalam mengurangi pengaruh *multipath fading* dan interferensi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa *beamforming* adaptif berbasis RLS memberikan performa terbaik dibandingkan kanal *Rayleigh* tanpa *beamforming* maupun *beamforming* statis. Sistem RLS-BF mampu mencapai target BER 10^{-3} pada SNR 21,43 dB, lebih baik dibandingkan *Rayleigh* simulasi tanpa *beamforming* yang membutuhkan sekitar 24 dB. Selain itu, *beamforming* adaptif RLS menghasilkan penurunan BER yang lebih signifikan serta *throughput* yang lebih tinggi, khususnya pada SNR rendah hingga menengah. Hasil pengujian konvergensi juga menunjukkan bahwa algoritma RLS mampu mencapai nilai MSE yang stabil dan rendah selama fase pelatihan, sehingga bobot *beamformer* dapat beradaptasi secara optimal terhadap kondisi kanal *Rayleigh*. Berdasarkan hasil tersebut, implementasi *beamforming* adaptif berbasis RLS terbukti efektif dalam meningkatkan keandalan sistem komunikasi MIMO pada lingkungan urban dengan *multipath fading* dan interferensi tinggi.

Kata kunci : *Beamforming* Adaptif, Recursive Least Squares (RLS), MIMO 2×2 , Kanal *Rayleigh*, BER, *Throughput*.