

**ANTENA *ULTRA WIDEBAND MULTIPLE INPUT MULTIPLE OUTPUT*
DENGAN METODE *ELECTROMAGNETIC BAND GAP* DAN
SPLIT RING RESONATOR UNTUK *BAND-NOTCHED***

DISERTASI

Karya Ilmiah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Doktor
di Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas



**Program Studi Doktor Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Andalas
2026**

Judul	<i>Antena Ultra Wideband Multiple Input Multiple Output dengan Metode Electromagnetic Band Gap dan Split Ring Resonator untuk Band-notched</i>	Firdaus
Program Studi	Teknik Elektro	NIM. 2230952002
Fakultas Teknik Universitas Andalas		



Abstrak

Perancangan antenna dengan dimensi kompak menjadi kebutuhan penting dalam pengembangan sistem komunikasi nirkabel modern, khususnya untuk perangkat berukuran kompak yang tetap memerlukan *bandwidth* sangat lebar, efisiensi tinggi, serta kinerja yang stabil. Namun, semakin kecil dimensi antenna antenna UWB menimbulkan tantangan berupa degradasi kinerja pada frekuensi rendah akibat berkurangnya panjang listrik radiator, serta meningkatnya kopling elektromagnetik pada konfigurasi *Multiple Input Multiple-Output* (MIMO) dengan jarak antar elemen yang sangat terbatas.

Penelitian ini mengusulkan pendekatan perancangan antenna UWB MIMO kompak melalui rekayasa geometri radiator dan struktur *decoupling* pasif pada bidang *ground*. Penelitian dilakukan melalui tiga tahap utama. Tahap pertama mengembangkan antenna UWB MIMO 2×2 berbasis *patch* persegi sebagai desain awal dan studi pembandingan, dengan penerapan *slot* berbentuk C untuk membentuk karakteristik *band-notched* pada pita *Wireless Local Area Network* (WLAN). Tahap kedua mengembangkan antenna UWB MIMO 4×4 berbentuk Gonjong Minangkabau berukuran 30 × 30 mm², di mana bentuk Gonjong Minangkabau dimanfaatkan untuk memperpanjang lintasan arus permukaan sehingga mendukung operasi frekuensi rendah UWB tanpa memperbesar dimensi fisik antenna. Tahap ketiga mengintegrasikan struktur *band-notched* pada antenna UWB MIMO 4×4 berbentuk Gonjong Minangkabau untuk menekan interferensi pita sempit, dengan tetap mempertahankan karakteristik UWB dan kinerja MIMO.

Seluruh antenna direalisasikan pada substrat FR-4 dengan konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan 1,6 mm. Evaluasi kinerja dilakukan melalui simulasi dan pengukuran eksperimental berdasarkan parameter *scattering*, pola radiasi, *gain*, serta parameter kinerja MIMO, meliputi *Envelope Correlation Coefficient* (ECC), *Diversity Gain* (DG), *Channel Capacity Loss* (CCL), dan *Total Active Reflection coefficient* (TARC). Hasil menunjukkan bahwa desain antenna yang diusulkan mampu mencapai *bandwidth* UWB yang lebar, isolasi antar elemen lebih baik dari -20 dB, nilai ECC yang rendah, serta kinerja *Diversity* yang tinggi. Penerapan struktur *band-notched* secara efektif menekan interferensi pada pita frekuensi target tanpa mengorbankan kinerja utama antenna.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi rekayasa geometri radiator berbentuk Gonjong Minangkabau dan struktur *decoupling* pasif merupakan solusi yang efektif untuk pengembangan antenna UWB MIMO kompak dengan kinerja tinggi dan selektivitas spektrum yang baik.

Kata Kunci: UWB, Antena MIMO, Miniaturisasi Antena, *Band-notched*, Geometri Gonjong Minangkabau.

Judul	Ultra-Wideband Multiple Input Multiple-Output Antenna Using Electromagnetic Band Gap and Split Ring Resonator Methods for	Firdaus
-------	---	---------

	Band-notched	
Program Studi	Teknik Elektro	NIM. 2230952002
Fakultas Teknik Universitas Andalas		
Abstract		
<p>The design of compact-sized antennas has become an essential requirement in the development of modern wireless communication systems, particularly for compact devices that still demand ultra-wide bandwidth, high efficiency, and stable performance. However, as the antenna dimensions are reduced, UWB antennas face significant challenges, including performance degradation at lower frequencies due to the reduced electrical length of the radiator, as well as increased electromagnetic coupling in Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) configurations where the spacing between elements is extremely limited.</p> <p>This study proposes a compact UWB MIMO antenna design approach through radiator geometry engineering and the implementation of passive decoupling structures on the ground plane. The research is conducted in three main stages. The first stage develops a 2×2 UWB MIMO antenna based on a square patch as an initial design and comparative study, incorporating a C-shaped slot to achieve band-notched characteristics in the Wireless Local Area Network (WLAN) band. The second stage introduces a 4×4 UWB MIMO antenna with a Gonjong Minangkabau-shaped geometry measuring 30 × 30 mm², where the Gonjong Minangkabau shape is utilized to extend the surface current path, thereby enabling low-frequency UWB operation without increasing the physical dimensions of the antenna. The third stage integrates a band-notched structure into the Gonjong Minangkabau-shaped 4×4 UWB MIMO antenna to suppress narrowband interference while maintaining UWB characteristics and MIMO performance.</p> <p>All antennas are fabricated on an FR-4 substrate with a dielectric constant of 4.4 and a thickness of 1.6 mm. Performance evaluation is carried out through both simulations and experimental measurements based on scattering parameters, radiation patterns, gain, and MIMO performance metrics, including Envelope Correlation Coefficient (ECC), Diversity Gain (DG), Channel Capacity Loss (CCL), and Total Active Reflection coefficient (TARC). The results demonstrate that the proposed antenna design achieves a wide UWB bandwidth, inter-element isolation better than -20 dB, low ECC values, and high Diversity performance. The implementation of the band-notched structure effectively suppresses interference in the target frequency band without degrading the antenna's primary performance.</p> <p>The findings confirm that the combination of Gonjong Minangkabau-shaped radiator geometry and passive decoupling structures provides an effective solution for developing compact, high-performance UWB MIMO antennas with excellent spectral selectivity.</p> <p>Keywords: UWB, MIMO Antenna, Antenna Miniaturization, Band-notched, Gonjong Minangkabau Geometry.</p>		

