

Available online at: <http://jarpet.ft.unand.ac.id/>**Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi**

ISSN (Online) 2797-9024



Rancang Bangun Antena Mikrostrip Rectangular Patch dengan Substrate Ganda

Rudy Fernandez^{1*}, Rika Ampuh Hadiguna²

¹ Departemen Teknik Elektro, Kampus Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

² Program Profesi Insinyur, Kampus Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Diajukan: 6 Juli 2024
Revisi: 04 November 2024
Diterbitkan: 19 Desember 2024

KEYWORDS

Microstrip antenna, return loss, LTE, substrate, bandwidth

CORRESPONDENCE

Phone: 085384585552
E-mail: rfernandez@eng.unand.ac.id

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun antena mikrostrip dengan bandwidth yang lebih lebar agar dapat bekerja pada pita frekuensi 40 LTE. Substrat ganda digunakan untuk mengatasi karakteristik bandwidth sempit dari antena mikrostrip. Substrat yang ditambahkan memiliki jenis dan ukuran yang sama dengan substrat pada antena elemen tunggal yaitu FR4 yang memiliki konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan 1,6 mm. Antena terdiri dari dua lapisan yang menyatu, dimana lapisan pertama antena terdiri dari patch dan substrat tanpa *ground plane*, sedangkan lapisan kedua terdiri dari substrat dan *ground plane* tanpa tambahan patch di atasnya. Teknik pencatutan yang digunakan yaitu *coaxial feed*. *Coaxial feed* dipilih karena memiliki keunggulan dalam kemudahan implementasi, impedansi yang mudah disesuaikan, serta mampu mengurangi radiasi parasit pada antena mikrostrip. Selain itu, metode ini juga cocok digunakan pada desain antena berukuran kecil dengan kebutuhan bandwidth yang lebih lebar. Hasil rancangan antena substrat ganda menunjukkan peningkatan bandwidth sebesar 40,5 MHz (4,5%) dibandingkan dengan antena substrat tunggal. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa antena fabrikasi bekerja pada rentang frekuensi untuk *return loss* ≤ -10 dB berkisar 2232,5 MHz – 2412,5 MHz.

PENDAHULUAN

Long Term Evolution (LTE) atau yang lebih dikenal dengan teknologi 4G LTE/ 4G merupakan pengembangan dari teknologi 3G (*third-generation*) dan 2G (*second-generation*). Teknologi 4G mampu mengakses data hingga 75 Mbps pada *uplink* dan 300 Mbps pada *downlink* [1]. Telekomunikasi berbasis teknologi 4G di Indonesia bekerja pada frekuensi 1800 MHz dan 2300 MHz. Frekuensi 1800 MHz (*Band 3*) memiliki rentang frekuensi *uplink* 1710 MHz hingga 1785 MHz dan rentang frekuensi *downlink* 1805 MHz hingga 1880 MHz. Sedangkan frekuensi 2300 MHz (*Band 40*) memiliki rentang frekuensi *uplink* dan *downlink* 2300 MHz hingga 2400 MHz [2].

Teknologi 4G digunakan dalam komunikasi seluler dengan memanfaatkan antena sebagai pengirim dan penerima informasi dalam bentuk gelombang elektromagnetik. Antena yang digunakan memiliki ukuran yang kecil dan tipis. Antena berukuran kecil dan tipis merupakan kriteria dari antena mikrostrip [3].

Antena mikrostrip memiliki berat lebih ringan, volume rendah, dan konfigurasi fabrikasi lebih sederhana dengan biaya fabrikasi relatif murah. Namun, antena mikrostrip memiliki keterbatasan, seperti *bandwidth* yang sempit atau *narrowband* [3]. Dengan adanya penelitian yang dilakukan terus-menerus, keterbatasan tersebut khususnya *narrowband* dapat diminimalisir dengan teknik pencatutan *coaxial feed*, modifikasi *ground plane*, dan penambahan *layer* atau *multilayer*[3].

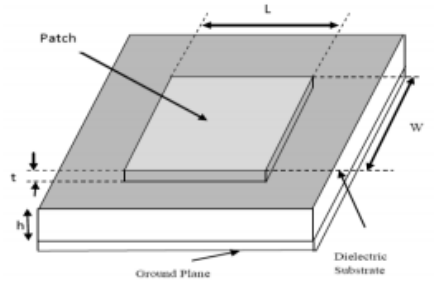
Teknik *multilayer* sudah digunakan dalam penelitian untuk mengatasi *narrowband* atau perbaikan lebar *band* yang lebih dikenal dengan istilah *bandwidth enhancement*. Penelitian tentang *bandwidth enhancement* pada antena mikrostrip dengan menggunakan teknik *multilayer* telah banyak dilakukan sebelumnya. Pada penelitian [4] dirancang antena mikrostrip *prototype transmitter* pada E-node B dengan teknik *multilayer* dengan menggunakan tiga lapisan yang disertai dengan *air gap* diantaranya. Pada penelitian [5] dan [6] juga dilakukan peningkatan *bandwidth* dengan teknik *multilayer* dan diperoleh antena dengan *bandwidth* yang ditingkatkan. Walaupun penelitian yang telah dilakukan ini menghasilkan antena mikrostrip dengan unjuk kerja yang baik namun dimensi antena yang dihasilkan masih cukup besar, hal ini karena penggunaan substrat lebih dari tiga buah.

Pada penelitian ini teknik *multilayer* diterapkan dengan substrat ganda (*double-layer substrate*) untuk meningkatkan *bandwidth* antena mikrostrip pada frekuensi 2300 hingga 2400 MHz. Substrat ganda menyebabkan antena terdiri dari dua lapisan. Lapisan pertama terdiri

dari *patch* dan substrat, lapisan kedua terdiri dari substrat dan *ground plane*. Kedua lapisan ini saling terintegrasi dengan teknik pencatutan *coaxial feed*.

METODE

Antena dirancang menggunakan *patch* berbentuk *rectangular* seperti gambar 1, dengan dimensi panjang *patch* (L), lebar *patch* (W), dan ketebalan *patch* (t). Sedangkan h menunjukkan ketebalan substrat antenna.



Gambar 1. Antena Mikrostrip *Rectangular Patch*

Dimensi *patch* pada antenna dapat dihitung menggunakan persamaan berikut[7]:

$$W = \frac{c}{2f_o \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}}$$

dimana :

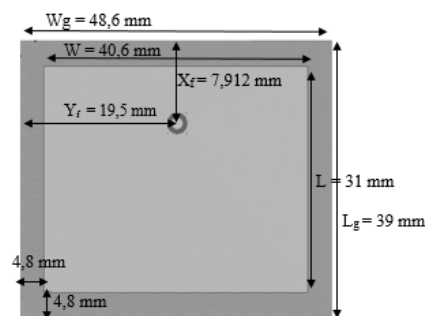
ϵ_r : konstanta dielektrik
 c : kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
 f_o : frekuensi tengah antenna (Hz)

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L$$

dimana :

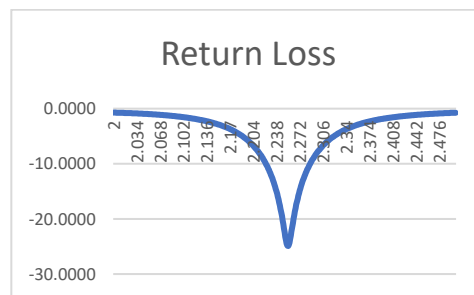
L_{eff} : panjang efektif (m)
 ΔL : pertambahan panjang (m)

Substrat yang digunakan dalam perancangan adalah FR4 Epoxy dengan konstanta dielektrik 4,4 dan *loss tangent* 0,02. Antena dicatu dengan teknik pencatutan *coaxial feed*. Berdasarkan perhitungan, diperoleh hasil rancangan antenna seperti gambar 2.



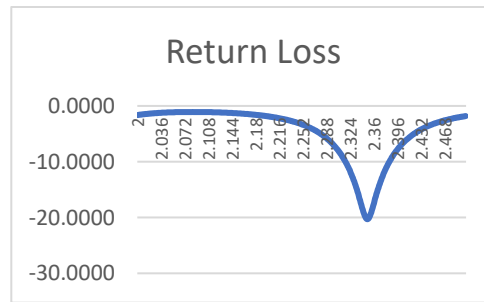
Gambar 2. Antena Hasil Perhitungan

Hasil rancangan antenna disimulasikan menggunakan *software* HFSS 13.0 dan dinilai kinerjanya berdasarkan parameter *return loss* ≤ -10 dB, $VSWR \leq 1,925$, $Gain \geq 0$ dB, dan pola radiasi.



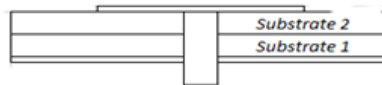
Gambar 3. Simulasi Antena Hasil Perhitungan

Karena hasil simulasi belum memenuhi nilai yang diharapkan, maka rancangan antenna harus dioptimasi.



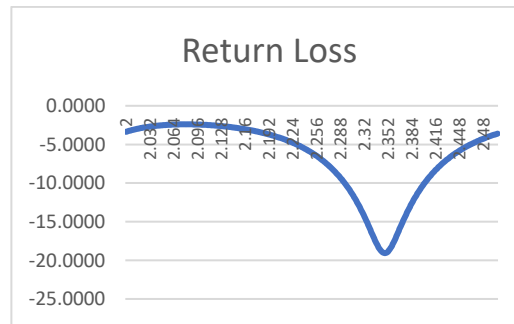
Gambar 4. Simulasi Antena Hasil Optimasi

Setelah dilakukan optimasi, parameter antenna telah menunjukkan hasil yang diharapkan. Namun, *bandwidth* antenna masih belum mencapai target yang diharapkan dengan capaian 67 MHz, sehingga dilakukan penambahan lapisan substrat untuk meningkatkan *bandwidth* antenna seperti yang digambarkan pada gambar 5.

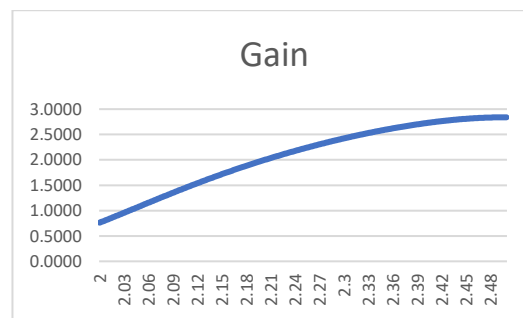


Gambar 5. Bentuk Antena Substrat Ganda

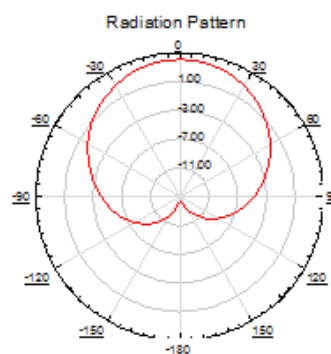
Sehingga, diperoleh hasil simulasi seperti gambar 6.



Gambar 6. Simulasi Antena Substrat Ganda



Gambar 7. Simulasi Gain Antena Substrat Ganda



Gambar 8. Simulasi Pola Radiasi Antena Substrat Ganda

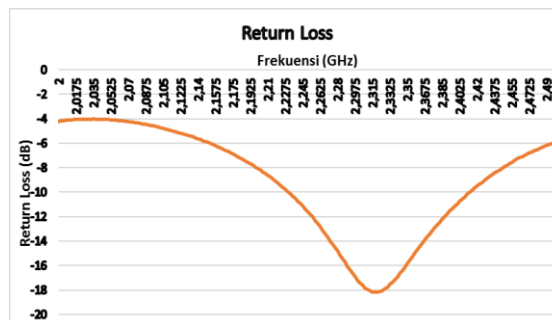
Rancangan antenna *double-layer* substrat yang telah memenuhi parameter kinerja dengan capaian *bandwidth* 107 MHz. Rancangan antenna ini difabrikasi dan diuji menggunakan *network analyzer*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

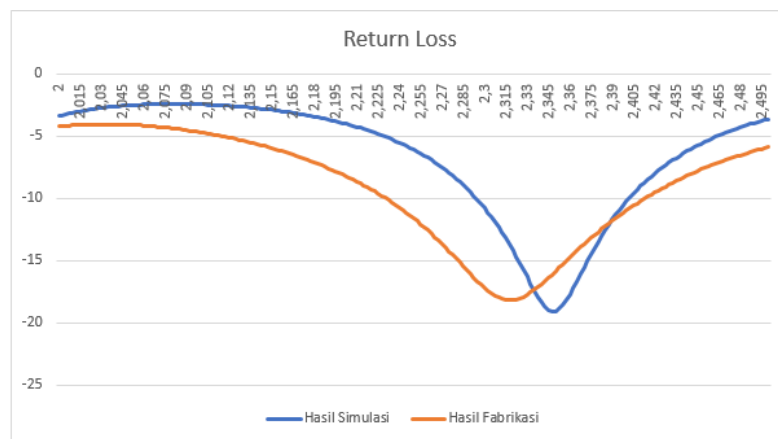
Rancangan akhir antenna (antenna *double-layer substrate* difabrikasi dengan metode *printed circuit* dan diuji dengan menggunakan *Network Analyzer*.



Gambar 9. Hasil Fabrikasi Antena Substrat Ganda



Gambar 10. Hasil Pengujian Fabrikasi Antena Substrat Ganda



Gambar 10. Perbandingan Hasil Pengujian dan Hasil Simulasi

Berdasarkan gambar 10 dan 11 menunjukkan antenna bekerja pada pada frekuensi 2232,5 MHz hingga 2412,5 MHz. Dengan nilai *return loss* pada frekuensi 2350 MHz adalah -15,8313 dB, -17,1894 dB pada frekuensi 2300 MHz, dan -10,9456 dB pada frekuensi 2400 MHz. Hal ini menunjukkan penambahan substrat mampu mengatasi *narrow band* pada antenna mikrostrip. Dimana, secara teori dinyatakan bahwa, peningkatan ketebalan substrat sebanding dengan peningkatan capaian *bandwidth* dan efisiensi [8].

KESIMPULAN

Antena mikrostrip yang dirancang menggunakan *patch* berbentuk *rectangular* dengan teknik *double-layer substrate* mampu bekerja pada frekuensi 4G (*Band 40*) dengan nilai *return loss* pada frekuensi tengah (2350 MHz) adalah -15,8313 dB dan VSWR pada frekuensi tengah (2350 MHz) adalah 1,3880, dan bekerja pada rentang frekuensi 2232,5 MHz hingga 2412,5 MHz, dengan peningkatan *bandwidth* 40 MHz (4,5%).

REFERENCES

- [1] Gemiharto, Ilham, *Teknologi 4G-LTE dan Tantangan Konvergensi Media Di Indonesia*, Jurnal Kajian Komunikasi, Vol 3, No.2, Bandung, 2015.

- [2] *Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia No.27 Tahun 2015 tentang Persyaratan Teknis Alat dan/atau Perangkat Telekomunikasi Berbasis Standar Teknologi Long Term Evolution*. Jakarta: Menkominfo.
- [3] Rambe, Ali Hanafiah, *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasi, JiTEKH*, Edisi I, Vol 01, Medan, 2012.
- [4] Sumartono, Heroe Wijanto, Yuyu Wahyu. 2012. *Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Multilayer Parasitic pada Frekuensi 2,35 GHz untuk Aplikasi LTE*. Bandung : Universitas Telkom.
- [5] Abdullah, Rina.Ismail, N, dkk. 2012. *Multilayer Parasitic Microstrip Antena Array for WiMAX Application*. IEEE Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics.
- [6] Przesmycki, Rafal. Bugaj, Marek. dkk. 2011. *Wideband Multilayer Microstrip Antenna*. Warsaw : Military University of Technology.
- [7] Balanis, Constantine A, *Antenna Theory Analysis and Design, Second Edition*, Wiley-Interscience, United States of America, 2005.
- [8] Kumar, Girish dan K.P. Ray, *Broadband Microstrip Antennas*, Artech House, London, 2005.