

PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP RETANGULAR DENGAN FREKUENSI 3.1 GHZ UNTUK APLIKASI LTE

Jesica Yolanda Rindu¹, Jogi Armando Rumapea², Mutiara Widasari Sitopu³
Nur Adilah⁴, M. Sukri Habibi Daulay⁵, Panangian Mahadi⁶

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Medan
Jl. Almamater No.1 Padang Bulan, Medan 20155, Indonesia
e-mail: jesticayolandarindu@students.polmed.ac.id

Abstrak— Antena merupakan perangkat yang memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena patch rectangular adalah antena yang terdiri dari elemen penghubung persegi panjang dengan lebar patch dan panjang patch yang terletak pada permukaan dielektrik dengan ketebalan d dan permitivitas (ϵ). Pada jurnal ini antena dirancang dengan frekuensi 3.1 GHz untuk aplikasi LTE (Long Term Evolution). Perancangan antena ini menggunakan software CST Studio Suite 2023. Setelah dilakukan simulasi diperoleh parameter parameter antena diantaranya: return loss sebesar -22,16 dB, VSWR sebesar 1,169 dB.

Kata kunci : Antena Mikrostrip, Return loss, VSWR, LTE

Abstract— Antenna is a device that transmits and receives electromagnetic waves. A rectangular patch antenna is an antenna consisting of a rectangular connecting element with a patch width and a patch length located on the dielectric surface with a thickness d and permittivity (ϵ). In this journal, the antenna is designed with a frequency of 3.1 GHz for LTE (Long Term Evolution) applications. The design of this antenna uses CST Studio Suite 2023 software. After the simulation, the antenna parameters were obtained including: return loss of -22.16 dB, VSWR of 1.169 dB.

Keywords : Antena Mikrostrip, Return loss, VSWR, LTE

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Telekomunikasi merupakan hal yang memegang peranan penting dalam abad ini. Dengan telekomunikasi manusia dapat saling bertukar informasi dengan siapa saja, dimana saja dan kapan saja. Seiring dengan perkembangan aktivitas manusia yang semakin mobile, maka dituntut pula suatu konsep teknologi telekomunikasi yang mampu mengimbangnya. Oleh karena itu, muncul konsep teknologi mobile wireless, dimana pada sistem komunikasi ini tidak lagi menggunakan media kabel, sehingga pengguna dapat bebas bergerak kemanapun. Kebutuhan manusia untuk dapat melakukan komunikasi dimana saja menyebabkan teknologi komunikasi mobile wireless berkembang semakin pesat. Perkembangannya menuntut akan komunikasi yang tidak hanya terbatas pada komunikasi suara saja, akan tetapi dapat dilakukannya komunikasi berupa data multimedia dengan menggunakan peralatan wireless. Sistem komunikasi tanpa kabel membutuhkan suatu alat yang berguna sebagai pemancar dan penerima (transmitter dan receiver). Untuk menunjang kebutuhan tersebut diperlukan suatu antena yang dapat mendukung komunikasi tanpa kabel. Salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan untuk komunikasi tanpa kabel adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki kelebihan diantaranya bentuk yang kecil, kompak, dan sederhana. Long Term Evolution (LTE) merupakan generasi ke- empat (4G) dalam teknologi komunikasi. LTE memiliki beberapa kelebihan dibandingkan generasi sebelumnya, antara lain mampu melakukan komunikasi data lebih cepat dan akurat. Salah satu frekuensi kerja LTE adalah pada frekuensi 3,1 GHz.

B. Tujuan

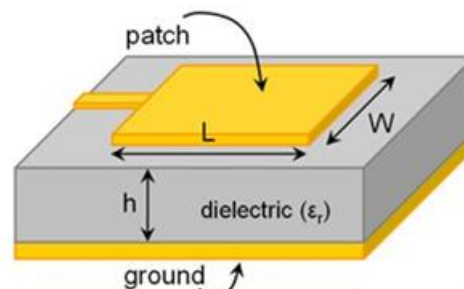
Membuat antenna rectangular microstrip menggunakan software simulator CST Design Environment dengan menggunakan frekuensi 3,1 GHz, mengetahui Arah Pancar Pola Radiasi pada Antenna Rectangular Microstrip menggunakan frekuensi 3,1 GHz. dan menghitung parameter - parameter yang digunakan untuk mendapatkan Antenna Rectangular Microstrip dengan frekuensi 3,5 GHz.

II. STUDI PUSTAKA

Antena menerima gelombang elektromagnetik dan mengubahnya menjadi sinyal listrik, atau menerima sinyal listrik dan memancarkannya sebagai gelombang elektromagnetik. Antena dengan menggunakan konduktor tertutup dan dengan bantuan prinsip induksi elektromagnetik, Antena akan dapat menghasilkan medan magnet yang berfluktuasi dan medan listrik di sekitarnya. Akan tetapi, medan yang berfluktuasi di sekitar sumber tidak berguna dalam mentransmisikan sinyal. Medan elektromagnetik di sini tidak merambat, melainkan hanya berfluktuasi di sekitar sumber. Dalam antena, gelombang elektromagnetik perlu dipisahkan dari sumber dan harus merambat.

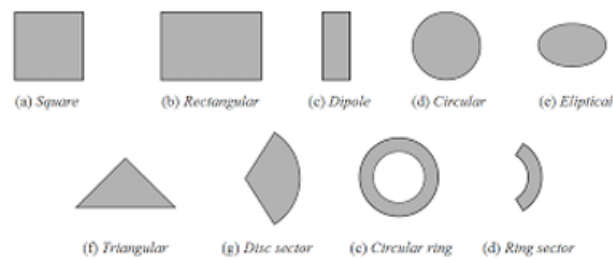
Antena mikrostrip merupakan suatu konduktor metal yang menempel diatas groundplane yang diantaranya terdapat bahan dielektrik Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki masa ringan, mudah difabrikasi, dengan sifatnya yang konformal sehingga dapat ditempatkan pada hampir semua jenis permukaan dan ukurannya kecil jika dibandingkan dengan antena jenis lain. Sifat yang dimiliki antena mikrostrip sangat sesuai dengan kebutuhan saat ini sehingga dapat diintegrasikan dengan peralatan telekomunikasi lain yang berukuran kecil, akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki beberapa kekurangan yaitu bandwidth yang sempit, gain dan directivity yang kecil, serta efisiensi yang rendah.

Antena mikrostrip mempunyai 4 bagian dasar, yaitu elemen peradiasi (patch), substrat dielectric, saluran transmisi, dan bidang pentanahan (ground plane). Adapun bagian-bagian dasar dari antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar II.1.



Gambar II.1. Bagian bagian Antena Mikrostrip

Elemen peradiasi berfungsi untuk meradiasikan gelombang listrik dan magnet. Elemen ini biasa disebut sebagai radiator patch dan terbentuk lapisan logam yang memiliki ketebalan tertentu. Jenis logam yang biasa digunakan adalah tembaga (copper) dengan konduktifitas $5,8 \times 10^7$ S/m. Ada berbagai macam bentuk elemen peradiasi yang diantaranya adalah bentuk persegi, persegi panjang, garis tipis (dipole), lingkaran, elips, segitiga. Gambar berbagai bentuk antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar II.2 dibawah ini:



Gambar II.2. Bentuk bentuk Antena Mikrostrip

Performansi dari suatu antena dapat dilihat dari parameter antena itu sendiri. Ada banyak parameter dari antena. Berikut ini akan dijelaskan beberapa parameter tersebut.

Frekuensi resonansi merupakan frekuensi kerja dari suatu antena. Rentang frekuensi kerja dari suatu antena dapat dilihat dari grafik VSWR dan grafik return loss. Rentang frekuensi dari suatu antena dapat diketahui dari grafik VSWR-nya, yaitu ketika nilai VSWR-nya lebih kecil atau sama dengan 2. Sedangkan apabila menggunakan grafik return loss rentang frekuensi kerja dari suatu antena dapat dilihat ketika nilai return loss-nya bernilai lebih kecil atau sama dengan -9,54 dB.

Bandwidth atau lebar pita frekuensi suatu antena didefinisikan sebagai besar rentang frekuensi kerja dari suatu antena, di mana kinerja antena yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola, beamwidth, polarisasi, gain, efisiensi, VSWR, return loss,) memenuhi spesifikasi standar. Nilai bandwidth dapat diketahui apabila nilai frekuensi bawah dan frekuensi atas dari suatu antena sudah diketahui. Frekuensi bawah adalah nilai frekuensi awal dari frekuensi kerja antena, sedangkan frekuensi atas merupakan nilai frekuensi akhir dari frekuensi kerja antena.

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum ($|V|_{max}$) dengan minimum ($|V|_{min}$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ). Persamaan untuk mencari nilai VSWR adalah

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan matching sempurna. Hal ini sulit untuk didapatkan, oleh karena itu nilai standar VSWR yang diijinkan untuk pabrikan antena adalah $VSWR \leq 2$.

Return loss merupakan koefisien refleksi dalam bentuk logaritmik yang menunjukkan daya yang hilang karena antena dan saluran transmisi tidak matching. Return loss dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Sehingga tidak semua daya diradiasikan melainkan ada yang dipantulkan balik. Nilai VSWR yang baik pada suatu antena adalah lebih kecil atau sama dengan 2, sehingga nilai return loss yang baik adalah sebesar lebih kecil atau sama dengan 9,54 dB. Maka dari itulah frekuensi kerja dari antena yang baik adalah ketika return loss-nya bernilai $\leq -9,54$ dB.

Rumus Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip Rectangular Patch
Lebar Patch

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

Panjang Patch

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

$$a) L_{eff} = \frac{c}{2 \times f \sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$b) \quad \epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$c) \quad \Delta L = 0,412 \times 1,6 \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)}$$

III. METODE

Dalam perancangan antenna mikrostrip menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mendesain, menganalisis, dan mengoptimalkan antenna mikrostrip:

Pemilihan Bentuk dan Ukuran: Antena mikrostrip memiliki berbagai bentuk seperti patch berbentuk persegi, segitiga, lingkaran, dan lainnya. Desain awal ini ditentukan berdasarkan parameter seperti frekuensi resonansi, ukuran substrat, dan parameter lainnya.

Substrat: Pilih jenis substrat yang sesuai (misalnya, FR4, Rogers RT/Duroid) berdasarkan konstanta dielektrik (ϵr), ketebalan substrat, dan faktor kehilangan.

Ukuran Patch: Ukuran patch antenna dihitung berdasarkan frekuensi resonansi. Rumus yang umum digunakan untuk menghitung panjang dan lebar patch untuk frekuensi tertentu melibatkan parameter fisik seperti kecepatan cahaya, konstanta dielektrik substrat, dan frekuensi operasi.

Pengaturan Parameter Substrat dan Patch: Setelah desain dasar dibuat, optimasi dapat dilakukan untuk mengubah dimensi patch atau substrat untuk memperoleh performa yang diinginkan (misalnya, meningkatkan bandwidth, gain, atau efisiensi).

Plot Polar dan Azimuth: CST dapat menghasilkan plot polarisasi dan plot azimuth untuk melihat distribusi daya dan karakteristik radiasi antenna.

Pengujian Gain dan Directivity: Dapat dilakukan simulasi untuk mengetahui directivity dan gain antenna dalam berbagai arah.

Bandwith: Menganalisis lebar pita dari antenna dengan melihat nilai S11 pada berbagai frekuensi.

Software Peranvcangan : simulasi antenna mikrostrip akan dilakukan pada software CST Studio Suite 2024.

Prosedur Peranvcangan:

Perhitungan dimensi antenna

Spesifikasi antenna yang akan dirancang

Jenis Antena	: Rectangular Patch
Frekuensi Kerja	: 3.1 GHz
Ketebalan Substrate (h)	: 1.6 mm
Konstanta Dielektrik (ϵr)	: 4.65
Material	: FR-4 Epoxy
VSWR	: ≤ 2

Perhitungan dimennsi antenna

a. Menghitung lebar patch

$$W = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon r + 1}{2}}}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{2 (3,1 \times 10^9) \sqrt{\frac{4,65 + 1}{2}}} = 0,028 \text{ m} = 28 \text{ mm}$$

- b. Menghitung permitivitas efektif bahan substrat

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon r + 1}{2} + \frac{\epsilon r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{w} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{4.65 + 1}{2} + \frac{4.65 - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{1.6}{57} \right]^{-\frac{1}{2}} = 4.23 \text{ mm}$$

- c. Menghitung ΔL

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{\text{reff}} + 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \frac{(2,56 + 0,3) \left(\frac{28}{1,6} + 0,264 \right)}{(2,56 + 0,258) \left(\frac{28}{1,6} + 0,8 \right)} = 0.64 \text{ mm}$$

- d. Menghitung panjang patch

$$L = L_{\text{eff}} - 2\Delta L = 22 - 2 \times 0.64 = 20,72 \text{ mm}$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2 \times f \sqrt{\epsilon r}}$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 3.1 \times 10^9 \sqrt{4.65}} = 0.022 \text{ m} = 22 \text{ mm}$$

- e. Panjang Groundplane

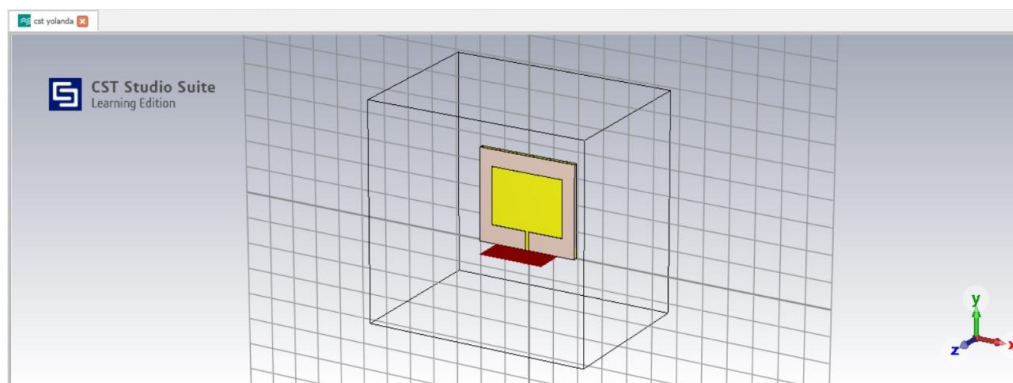
$$L_g = 2 \times L = 2 \times 20,72 = 41.44 \text{ mm}$$

- f. Lebar Groundplane

$$W_g = 2 \times W = 2 \times 28 = 56 \text{ mm}$$

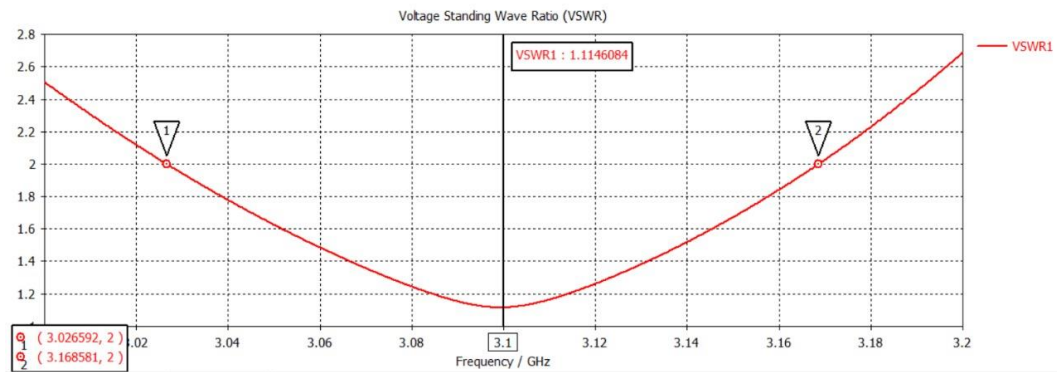
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Setelah dilakukan perhitungan dan simulasi maka diperoleh dimensi patch antenna mikrostrip seperti pada gambar dibawah ini.

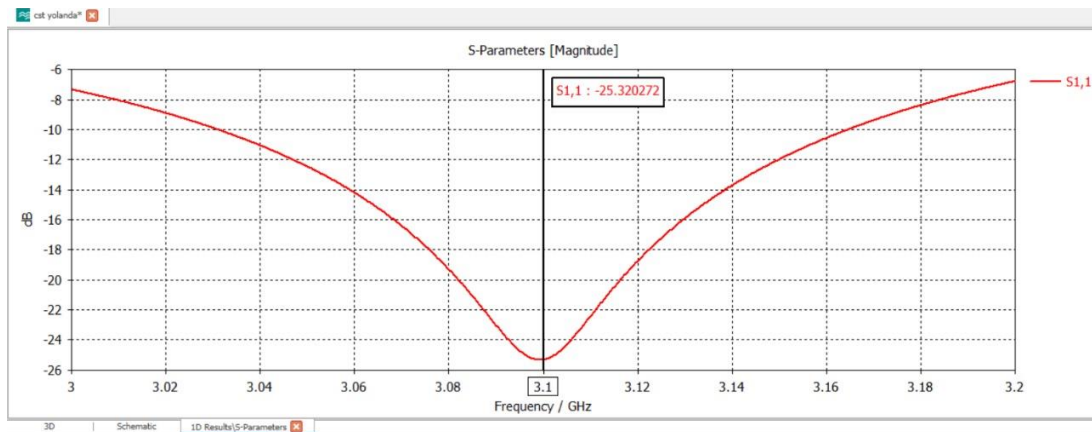


Gambar IV.1 Hasil Rancangan Dimensi Antena Mikrostrip

Untuk mengetahui nilai return loss dan VSWR dari antenna yang telah dirancang, maka dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak CST. Adapun hasilnya seperti berikut;



Gambar IV.2. Hasil Simulasi VSWR



Gambar IV.3. Hasil Simulasi Return Loss

Berdasarkan grafik VSWR pada Gambar IV.2 diatas, maka dilakukan perhitungan bandwidth sebagai berikut: $f_1 = 3,026592$ GHz (frekuensi terendah) $f_2 = 3,168581$ GHz (frekuensi tertinggi) maka,

$$f_c = \frac{f_2 + f_1}{2}$$

$$f_c = \frac{3,168581 + 3,026592}{2}$$

$$f_c = 3,0997 \text{ Ghz}$$

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \%$$

$$BW = \frac{3,168581 - 3,026592}{3,0997} \times 100\%$$

$$BW = 4,587\%$$

Berdasarkan hasil simulasi diatas diperoleh bahwa nilai return loss, VSWR telah memenuhi syarat syarat agar antenna dapat bekerja dengan baik, dimana hasil simulasi diperoleh nilai return loss sebesar -

25,32 dB dan VSWR sebesar 1,114 dB, dengan hasil ini dapat dinyatakan bahwa antenna sudah dalam keadaan matching. Frekuensi kerja antenna mikrostrip yang baik ketika bandwidth dibawah -10dB

V. KESIMPULAN

Parameter L dan Parameter W memiliki pengaruh pada perancangan antenna Mikrostrip. Jika, panjang patch dan lebar patch nilai nya kecil maka hasil frekuensi akan besar. Sedangkan jika kedua parameter tersebut diperbesar maka yang dihasilkan akan menjauhi frekuensi yang diinginkan. Ketika parameter W diperkecil maka akan memperkecil return loss dan hasilnya lebih signifikan. Sedangkan perubahan pada parameter y_0 dan W_f yaitu lebar feed juga mempengaruhi besarnya return loss, jika kedua parameter ini diperkecil maka return loss akan semakin ideal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Faradila, B. S. T. Y., 2019. PERBANDINGAN PENCATUAN INSET FED DAN EMC (ELECTROMAGNETICALLY) PADA ANTENA MIMO BERSLOT DUA BAND. ERBANDINGAN PENCATUAN INSET FED DAN EMC (ELECTROMAGNETICALLY) PADA ANTENA MIMO BERSLOT DUA BAND, Volume 6, pp. 4645 - 4650.
- [2] Nadya Sabrina, D. W. Z., 2016. PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP INSET-FED PADA FREKUENSI 2,4GHz UNTUK APLIKASI WIFI. PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP INSET- FED PADA FREKUENSI 2,4GHz UNTUK APLIKASI WIFI, Volume 3, pp. 4702- 4709.
- [3] Pandu Andika Darmawan, L. O. N. H. W., 2018. ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 1X4 INSET-FED PATCH PERSEGI untuk WIFI 2,4GHz ACCESS POINT. ANTENA MIKROSTRIP ARRAY 1X4 INSET-FED PATCH PERSEGI untuk WIFI 2,4GHz ACCESS POINT, Volume 5, pp. 321 - 330.