

PENINGKATAN *BANDWIDTH* ANTENA MIKROSTRIP PATCH RECTANGULAR DENGAN MEMVARIASIKAN JUMLAH INSERT

Siti Nurhusnah, Fakhrrur Razi², Hanafi³

^{1,2,3}) Prodi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email: sitinurhusnah188@gmail.com¹, fakhrrurrazi@pnl.ac.id², hnfbatubara@yahoo.com³

ABSTRAK

Antena *microstrip* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan antena lainnya, di antaranya adalah ukuran yang relatif kecil, bobot yang ringan, biaya produksi yang rendah, dan kemudahan dalam perakitan. Penelitian ini bertujuan memperbaiki antena *microstrip patch rectangular* yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan metode *insert feeding*. Fokus utama adalah *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dan *Return Loss*. Dengan memvariasikan jumlah *insert feeding* dipilih untuk meningkatkan *matching* impedansi antara saluran transmisi dan antena. Proses perancangan melibatkan simulasi dan fabrikasi antena dengan berbagai konfigurasi *insert*. Hasil simulasi menunjukkan konfigurasi 4 *insert* menghasilkan kinerja optimal, dengan nilai VSWR 1,23 dibandingkan 1,88 pada antena tanpa *insert*. Sementara itu, pengukuran pada antena hasil fabrikasi mengonfirmasi peningkatan kinerja, dengan VSWR 1,38 untuk 4 *insert* dan 1,53 tanpa *insert*.

Kata kunci: Antena *microstrip patch rectangular*, VSWR, *Insert Feeding*, *Return Loss*

I. PENDAHULUAN

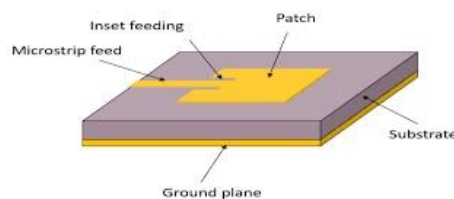
Antena merupakan komponen penting dalam sistem komunikasi nirkabel yang berfungsi untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Salah satu jenis antena yang banyak digunakan adalah antena *microstrip patch rectangular*. Antena ini memiliki keunggulan seperti dimensi yang kecil, ringan, biaya produksi murah, dan kemudahan dalam integrasi dengan rangkaian *mikrowave*. Salah satu karakteristik yang penting pada antena adalah *Bandwidth*. *Bandwidth* adalah suatu ukuran karakteristik antena yang menunjukkan lebar bidang frekuensi kerja antena dimana pada frekuensi tersebut VSWR mendekati 1. Nilai VSWR yang baik adalah dibawah 2 dan mendekati 1, yang menunjukkan bahwa impedansi antara saluran transmisi dan antena telah *termatch* dengan baik

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Antena Mikrostrip

Bentuk dari *patch* antena *microstrip* sangat beragam. Akan tetapi *patch* yang berbentuk segiempat dan lingkaran merupakan bentuk *patch* yang paling populer karena kemudahan dalam analisis, proses fabrikasi yang sederhana dan karakteristik radiasi yang atraktif. *Patch* segiempat sejauh ini merupakan konfigurasi *microstrip* yang paling banyak digunakan. *Patch* segiempat lebih mudah dibuat karena bentuknya yang lebih sederhana[1].

Karakteristik ini membuat antena *microstrip* sangat cocok untuk kebutuhan teknologi modern, memungkinkannya diintegrasikan dengan perangkat telekomunikasi berukuran kecil lainnya. Namun, antena *microstrip* juga memiliki beberapa keterbatasan, termasuk *bandwidth* yang terbatas, gain dan *directivity* yang rendah, serta efisiensi yang kurang optimal[2].



Gbr 1. Antena Mikrostrip

Untuk mencari panjang dan lebar antena *microstrip patch rectangular* dapat menggunakan persamaan 1.

$$W = \frac{c}{2 \cdot f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Setelah panjang gelombang diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung panjang gelombang antena *microstrip* dengan menggunakan persamaan 2.

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2)$$

B. Parameter-Parameter Antena Mikrostrip

1. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR merupakan rasio antara nilai maksimum dan minimum dari amplitudo gelombang berdiri yang terbentuk pada saluran transmisi. Dalam konteks ini, terdapat dua komponen gelombang tegangan yang berperan: tegangan yang ditransmisikan dan tegangan yang terpantul. Rasio antara kedua komponen tegangan ini disebut sebagai koefisien refleksi tegangan[3]. Persamaan 3 digunakan untuk mencari nilai VSWR atau S.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_l + Z_0}{Z_l - Z_0} \quad (3)$$

2. Bandwidth

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[3]. *Bandwidth* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 4.

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (4)$$

3. Return Loss

Return Loss adalah perbandingan antara amplitudo dari gelombang yang direfleksikan terhadap amplitudo gelombang yang dikirimkan. *Return Loss* digambarkan sebagai peningkatan amplitudo dari gelombang yang direfleksikan dibanding dengan gelombang yang dikirim. *Return Loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Pada rangkaian gelombang mikro yang memiliki diskontinuitas (mismatched), besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi[4].

$$\text{Return Loss (dB)} = 20 \log r \quad (5)$$

4. Polaradiasi

Pola radiasi didefinisikan sebagai sebuah fungsi matematika atau representasi grafik dalam fungsi koordinat ruang dari sifat radiasi antena. Sifat radiasi dapat meliputi kerapatan *flux*, intensitas radiasi, kuat medan, atau polarisasi. Biasanya sifat dari radiasi yang sangat penting ialah persebaran secara tiga dimensi atau dua dimensi dari energi yang diradiasikan antena[3].

5. Directivity

Keteterahan dari sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) intensitas radiasi sebuah antena pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata pada satu arah[3]. Intensitas radiasi rata-rata sama dengan jumlah daya yang diradiasikan oleh antena dibagi dengan 4π . Dengan demikian keteterahan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 6.

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{Rad}} \quad (6)$$

6. Gain

Gain adalah perbandingan antara intensitas radiasi suatu antena pada suatu arah utama dengan intensitas radiasi dari antena isotropik yang menggunakan sumber daya masukan yang sama dan dinyatakan dengan Persamaan 7[3].

$$G = D \cdot \eta \quad (7)$$

Dengan D adalah *directivity* dan η adalah efisiensi antena. Ketika antena digunakan pada suatu sistem, biasanya lebih menarik pada bagaimana efisien suatu antena untuk memindahkan daya yang terdapat pada

terminal input menjadi daya radiasi. Untuk menyatakan ini, *power gain* (atau *gain* saja) didefinisikan sebagai 4π kali ratio dari intensitas pada suatu arah dengan daya yang diterima antena, dinyatakan dengan persamaan 8[3].

$$G(\theta, \phi) = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \quad (8)$$

Dengan mengkombinasikan pengukuran *gain* antena dapat diukur dengan menggunakan metode tiga antena yang diukur atas dasar tiga kombinasi pasangan antena. Tiga persamaan yang didapat dari tiga kali pengukuran kombinasi antena (1 - 2), (1 - 3) dan (2-3) yaitu:

1. Kombinasi antena 1 dengan antena 2 menggunakan persamaan berikut :

$$G_1 + G_2 = 20 \log \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) + 10 \log \frac{P_r^1}{P_t^2} \quad (9)$$

$$G_1 + G_2 = A \quad (10)$$

2. Kombinasi antena 1 dengan antena 3 menggunakan persamaan berikut :

$$G_1 + G_3 = 20 \log \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) + 10 \log \frac{P_r^1}{P_t^3} \quad (11)$$

$$G_1 + G_3 = B \quad (12)$$

3. Kombinasi antena 2 dengan antena 3 menggunakan persamaan berikut :

$$G_2 + G_3 = 20 \log \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) + 10 \log \frac{P_r^2}{P_t^3} \quad (13)$$

$$G_2 + G_3 = C \quad (14)$$

Dengan menggunakan persamaan, *gain* dari masing – masing antena dapat dihitung menggunakan rumus :

$$G_1 = \frac{1}{2} (A + B - C) \quad (15)$$

$$G_2 = \frac{1}{2} (A - B + C) \quad (16)$$

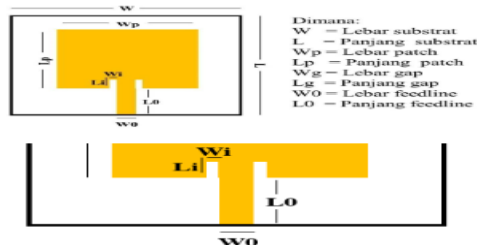
$$G_3 = \frac{1}{2} (-A + B + C) \quad (17)$$

Dari ketiga persamaan diatas setelah λ , R , dan perbandingan daya diukur, maka *gain* masing masing antena dapat diketahui. Jarak dari antena pemancar ke antena penerima lebih besar dari $R = \frac{2D^2}{\lambda}$ (D adalah dimensi maksimal antena).

C. Antena Mikrostrip Dengan Metode Teknik Insert Feeding

Metode *insert feeding* adalah sebuah teknik pencatutan (*feeding*) yang digunakan pada antena mikrostrip. Teknik *insert feeding* ini memungkinkan untuk mencari lokasi insert feeding pada (Z_{in}) impedansi input 50 ohm. Mekanisme teknik pencatutan

sangat mempengaruhi rancangan antenna patch mikrostrip. Pemodelan saluran transmisi ini cocok digunakan untuk membuat antenna mikrostrip dengan gain yang tinggi. Posisi dari *insert feeding* tersebut akan menentukan impedansi masukan dari antenna *patch* tersebut[2]. Struktur antenna *insert feeding* adalah sebagai berikut :

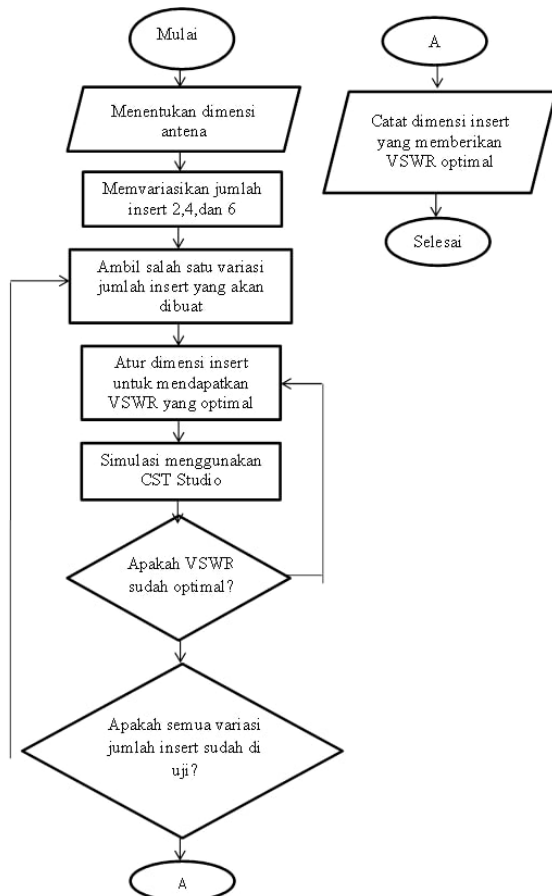


Gbr 2. Struktur Antena Insert Feeding

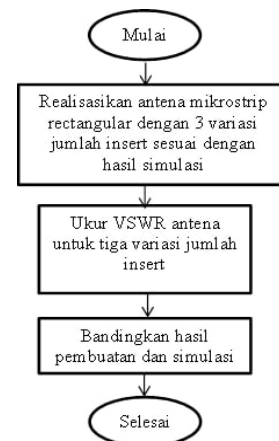
III. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode perancangan dan pembuatan antenna mikrostrip *patch rectangular* dengan variasi jumlah *insert*. Tahap awal meliputi pemilihan *substrat* dan perhitungan dimensi *patch* serta lebar saluran pencatu.

Flowchart perancangan dan pembuatan antenna mikrostrip *patch rectangular* dengan memvariasikan jumlah *insert* dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.



Gbr 3. Flowchart Simulasi Antena Mikrostrip Patch Rectangular



Gbr 4. Flowchart Pembuatan Antena Mikrostrip Patch Rectangular

A. Dasar Perhitungan

Untuk merancang sebuah antenna, yang diperlukan adalah menentukan parameter awal perancangan. Adapun parameter awal perancangan adalah frekuensi kerja antenna, dimana pada kasus ini digunakan frekuensi 2.4 GHz. Hasil perhitungan akan disimulasikan dengan menggunakan *software* CST Studio Suite 2019. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan seperti $VSWR \leq 2$, $Return Loss \leq -10dB$.

B. Fungsional dan Struktur Mikrostrip Rectangular dengan Teknik Pencatutan Insert

Pencatutan *insert* merupakan turunan dari pencatutan microstrip line. Bentuk pencatutannya hampir mirip dengan pencatutan *microstrip line*, bedanya terlihat dari hubungan antara *patch* antenna dan catutannya terlihat sedikit merujuk kearah *patch* antenna *mikrostrip* tersebut. Tujuan dari pemotongan *patch* membentuk pencatutan inset agar menyamakan impedansi *feed line* dengan *patch* tanpa perlu penambahan elemen lain.

C. Perancangan

Berdasarkan hasil perhitungan perhitungan dimensi antenna dapat dilihat pada tabel 1. Perancangan antenna menggunakan substrat *epoxy* FR4 dengan konstanta dielektrik 4,4 dan frekuensi resonansi 2,4 GHz.

Tabel I
Hasil Perhitungan Dimensi Antena

Dimensi	Hasil (mm)
Lebar Patch	38.03
Panjang Patch	31.46
Lebar Ground	47.63
Panjang Ground	41.06

D. Metode Pengujian

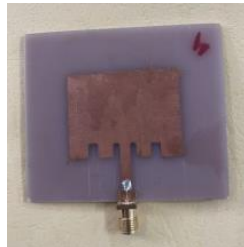
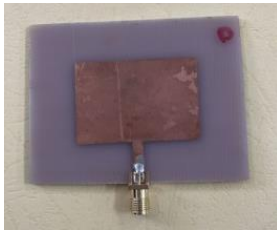
Proses pengukuran antenna mikrostrip ini meliputi beberapa parameter kunci, yaitu *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, pola radiasi, dan *gain*. Hasil pengukuran ini

akan memberikan analisis menyeluruh tentang kemampuan antenna dalam mentransmisikan dan menerima sinyal pada frekuensi target secara efektif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah menjalani proses perancangan, pembuatan dan pengukuran parameter-parameter antenna mikrostrip, maka proses selanjutnya yaitu mengetahui hasil pengukuran parameter-parameter antenna, pengujian pada frekuensi 2,4 GHz. Serta analisa data hasil pengukuran, perbandingan parameter-parameter antenna antara hasil simulasi dan hasil fabrikasi.

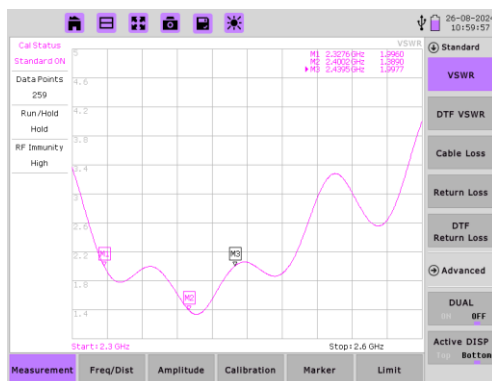
Dalam penelitian ini simulasi design antenna menggunakan software CST Studio Site 2019. Parameter-parameter yang akan diamati yaitu *vswr*, *return loss*, *bandwidth* dan *gain*. Pengukuran antenna mikrostrip dilakukan di Laboratorium Antena dan Propagasi dan Laboratorium Saluran Transmisi Politeknik Negeri Lhokseumawe. Hasil antenna *mikrostrip* yang telah dibuat.



Gbr 5. Bentuk Antena Hasil Fabrikasi

A. Hasil Pengukuran parameter VSWR Simulasi dan Fabrikasi

Berikut ini merupakan hasil pengukuran LAB untuk mengetahui parameter VSWR dengan variasi jumlah *insert* 4.



Gbr 6. Hasil Pengukuran Parameter VSWR

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa nilai VSWR 1,38. Dengan kata lain, antenna ini menghasilkan nilai VSWR yang baik berada pada frekuensi 2,4 GHz yang terlihat dimarker 2 *network analyzer*, dalam penelitian ini start frekuensi dimulai dari start 2,3 GHz sampai stop 2,6 GHz. Selanjutnya frekuensi tersebut akan dipergunakan untuk mengukur *return loss* dan *bandwidth*.

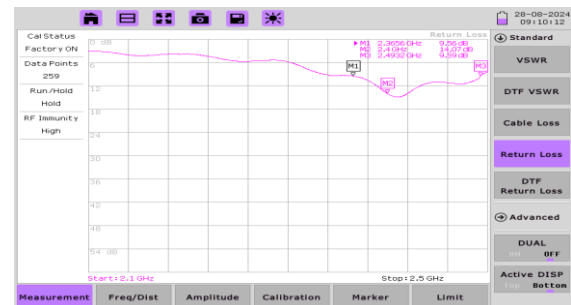
Tabel II
Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran VSWR

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Frekuensi	2,4 GHz	2,4 GHz
VSWR	1.23	1.38

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran pada tabel 2, diketahui bahwa VSWR untuk frekuensi resonansi pada hasil simulasi mendapatkan nilai 1,23 hampir mendekati dari pada hasil VSWR hasil pengukuran. Pada frekuensi yang diinginkan, yakni 2,4 GHz, diperoleh hasil pengukuran yang menunjukkan 1,38. Dari hasil penelitian ini hasil pengukuran maupun simulasi telah berhasil mendapatkan nilai VSWR yang diharapkan sesuai.

B. Hasil Pengukuran Parameter *Return Loss*

Berikut ini merupakan hasil pengukuran untuk mengetahui parameter *return loss* dengan variasi jumlah *insert* 4.



Gbr 7. Hasil pengukuran parameter *return loss*

Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa nilai *return loss* -14,07. Dengan kata lain, antenna ini menghasilkan nilai *return loss* yang baik berada pada frekuensi 2,4 GHz yang terlihat dimarker 2 *network analyzer*, dalam penelitian ini start frekuensi dimulai dari start 2,3 GHz sampai stop 2,6 GHz. Selanjutnya frekuensi tersebut akan dipergunakan untuk mengukur *return loss* dan *bandwidth*.

Tabel III
Perbandingan Hasil Simulasi Dan Pengukuran *Return Loss*

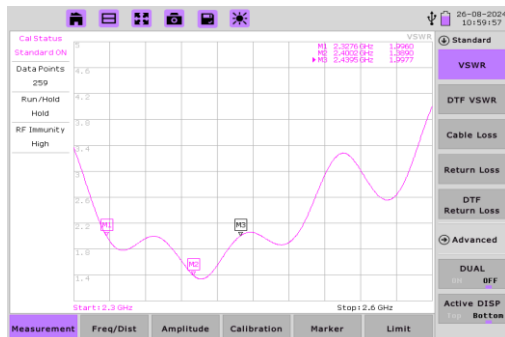
Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Frekuensi	2,4 GHz	2,4 GHz
<i>Return loss</i>	-19,69	-14,07

Berdasarkan perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran pada tabel 3, diketahui bahwa *Return Loss* untuk frekuensi resonansi pada hasil simulasi menunjukkan nilai -19,69 hampir sama dari pada *Return Loss* pada frekuensi resonansi hasil pengukuran. Pada frekuensi yang diinginkan, yakni di kisaran 2,4 GHz, diperoleh hasil pengukuran yang menunjukkan nilai -14,07. Dari hasil penelitian ini hasil pengukuran maupun simulasi telah berhasil dan nilai *Return Loss* yang diharapkan sesuai.

Dalam penelitian ini hasil simulasi untuk *return loss* lebih bagus nilainya sebesar -19,69 dibanding saat pengukuran sebesar -14,07 untuk antenna *mikrostrip* pada frekuensi 2,4 GHz.

C. Hasil Pengukuran Parameter *Bandwidth* dan Polaradiasi

Berikut ini merupakan hasil pengukuran untuk mengetahui parameter *bandwidth* dan polaradiasi dengan variasi jumlah insert 4.



Gbr 8. Hasil pengukuran parameter *bandwidth*

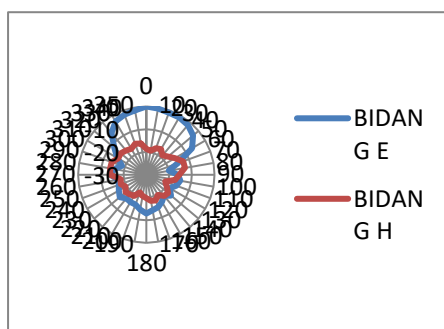
Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa nilai *Bandwidth* pada 2.4395 – 2.3276 MHz (111,9 MHz) yang memiliki *return loss* –14,07. Dengan frekuensi tengahnya ialah 2.4 GHz. Dengan kata lain, antenna ini menghasilkan nilai *Bandwidth* yang bagus yang terlihat di maker 2 *network analyzer*, dalam penelitian ini start frekuensi di mulai dari start 2,3 GHz sampai stop 2,6 GHz.

Nilai *bandwidth* hasil simulasi terhadap hasil pengukuran pada frekuensi 2,4 GHz berbeda, dimana pada hasil simulasi nilai *bandwidth*, maksimum berada pada frekuensi 2,4408-2,3508 (90 MHz). sedangkan pada hasil pengukuran, *bandwidth* maksimum berada pada frekuensi 2.4395 – 2.3276 MHz (111,9 MHz). Hasil perbandingan nilai *bandwidth* dari hasil simulasi maupun hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel IV
Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran *Return Loss*

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Frekuensi	2,4 GHz	2,4 GHz
<i>Bandwidth</i>	2,4408-2,3508 (90 MHz)	2.4395 – 2.3276 (111,9 MHz)

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan diperoleh hasil polaradiasi seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gbr 9. Polaradiasi antenna fabrikasi pada jumlah insert 4

D. Rancang Bangun Antena *Mikrostrip* Secara Keseluruhan

Untuk mengetahui apakah antenna mikrostrip *rectangular* dengan metode *insert feeding* yang dibuat layak atau tidak, yang bekerja pada frekuensi LTE 2.600 MHz. Maka harus diketahui batasan standar nilai parameter yang terdiri dari lebar *bandwidth*, *return loss*, dan *vswr*. Untuk batas lebar *bandwidth* berada pada rentang >100 MHz, untuk batas *return loss* senilai < -10. Sedangkan untuk batas nilai *vswr* ialah <2.

Tabel V
Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran

Parameter	Hasil Simulasi	Hasil Pengukuran
Frekuensi	2,4 GHz	2,4 GHz
VSWR	1.23	1.38
<i>Return loss</i>	-19,69	-14,07
<i>Bandwidth</i>	2,4408-2,3508 (90 MHz)	2.4395 – 2.3276 (111,9 MHz)

V. KESIMPULAN

1. Antena *mikrostrip* hasil simulasi yang menggunakan jumlah variasi *insert* mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,23 sedangkan yang tanpa *insert* mendapatkan nilai 1,88 sementara itu hasil fabrikasi yang menggunakan jumlah variasi *insert* 4 mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,38 dan yang tanpa menggunakan *insert* mendapatkan nilai VSWR 1,53.
2. *Return loss* hasil simulasi antenna yang menggunakan jumlah variasi *insert* 4 mendapatkan nilai sebesar – 19,69 dB sedangkan yang tanpa *insert* mendapatkan nilai sebesar – 10,24 sementara itu hasil fabrikasi yang menggunakan jumlah variasi *insert* mendapatkan nilai sebesar – 14,60 dB dan yang tanpa *insert* mendapatkan nilai sebesar – 14,07 dB.
3. Jumlah *bandwidth* yang didapatkan antenna *mikrostrip patch rectangular* yang menggunakan jumlah variasi *insert* pada simulasi sebesar 98 MHz sedangkan hasil fabrikasi adalah 111,9 MHz.
4. Pada simulasi, *gain* antenna *mikrostrip* yang menggunakan jumlah variasi *insert* 4 adalah 2,866 dB sedangkan yang tanpa menggunakan *insert* adalah 3,365 dB sementara itu, hasil pada fabrikasi antenna yang menggunakan jumlah variasi *insert* 4 mendapatkan nilai *gain* sebesar 14,82 dB sedangkan antenna yang tanpa *insert* adalah 13,62 dB

REFERENSI

- [1] W. F. Uli, A. H. Rambe, K. Kunci, and P. Rectangular, **Rancang Bangun Patch Rectangular Antenna 2.4 GHz Dengan Metode Pencatuan EMC (Electro Magnetically Coupled)** vol. 6, no. 2, pp. 81–86, 2014.
- [2] Y. Natali and Z. Faisal **Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Sirkular Dengan Metode Insert Feeding Untuk Aplikasi LTE Di Frekuensi 2600 MHz ICT Penelit. dan Penerapan Teknol.**, pp. 60–71.
- [3] D. Pasaribu, A. H. Rambe, and K. Kunci **Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Pada Frekuensi 2,4 Ghz Dengan Metode Pencatuan Inset Singuda ENSIKOM**, vol. 7, no. 1, pp. 30–35, 2014.
- [4] Muhammad Ammar Fadhlurrohman and D. Kristyawati **Perancangan Dan Analisa Antena Mikrostrip Patch 3.5 Ghz Menggunakan Software Cst Studio Suite 2022 Untuk Teknologi 5G** *J. Ilm. Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 37–50, 2023, doi: 10.56127/juit.v2i2.770.