



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Antena

Antena merupakan perangkat keras yang berguna sebagai pemancar maupun penerima gelombang elektromagnetik. Antena dapat mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik, kemudian memancarkannya ke ruang bebas atau sebaliknya yaitu menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas dan mengubahnya menjadi sinyal listrik (Trisnawan and Kristiyana, 2017). Adapun beberapa parameter antena yang digunakan untuk menganalisis suatu antena adalah *return loss*, *Voltage Wave Standing Ratio (VSWR)*, *gain*, pola radiasi, *beamwidth*, dan *bandwidth* yang dijelaskan sebagai berikut:

2.1.1 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 (V_0^-) dibanding dengan gelombang yang dikirim (V_0^+). *Return loss* dapat terjadi akibat adanya diskontinuitas (*mismatched*) diantara saluran transmisi dengan impedansi masukan beban (antena). Besarnya *return loss* bervariasi tergantung pada frekuensi.

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.1)$$

$$\text{return loss} = 20 \log_{10} |\Gamma| \quad (2.2)$$

Nilai *return loss* yang sering digunakan adalah dibawah -9,54 dB, sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain saluran transmisi sudah *matching*. Nilai parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antena sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak (Fitri Yuli Zulkifli, 2008).

2.1.2 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri maksimum ($|V|_{\max}$) dengan minimum ($|V|_{\min}$). Pada saluran transmisi ada dua

komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan dan tegangan yang direfleksikan. Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ).

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \quad (2.3)$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika VSWR bernilai 1 dimana berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun, pada praktiknya kondisi ini sulit untuk didapatkan sehingga pada umumnya nilai standar VSWR yang sering digunakan untuk antena adalah $VSWR \leq 2$ (Fitri Yuli Zulkifli, 2008).

2.1.3 Gain

Gain merupakan penguatan antena terhadap sinyal hasil tangkapan ataupun sinyal hasil pancaran. Besarnya *gain* suatu antena dapat dihitung dengan membandingkan intensitas radiasi maksimum suatu antena dengan intensitas radiasi antara sumber dengan daya input yang sama. *Gain* mempunyai satuan decibel (dB), sedangkan satuan gain dengan antena sumber isotropik adalah *decibel isotropic* (dBi) (Irtawaty, Ulfah and Hadiyanto, 2018). Untuk menghitung nilai *gain* dapat menggunakan persamaan (2.4).

$$Power_{Rx} = Power_{Tx} - LS_{Tx} + GA_{Tz} - FPL + GA_{Rx} - LS_{Rx} \quad (2.4)$$

2.1.4 Pola Radiasi

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antena sebagai fungsi koordinasi ruang. Pola radiasi dibentuk dari pancaran medan jauh antena; pancaran energi yang dimaksud adalah intensitas medan listrik. Pola radiasi antena mempunyai beberapa parameter yang terdiri dari:

- *Major lobe (main lobe)* adalah bagian pola radiasi pada arah tertentu yang memiliki nilai radiasi maksimum.
- *Minor lobe* adalah bagian pola radiasi yang terdiri dari *side lobe* dan *back lobe*. *Minor lobe* biasanya merupakan bagian pola radiasi yang tidak diinginkan.
- *Side lobe* adalah bagian pola radiasi yang terletak disamping *major lobe* dan merupakan bagian *minor lobe* yang terbesar, biasanya memiliki arah yang tegak lurus dengan *main lobe*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



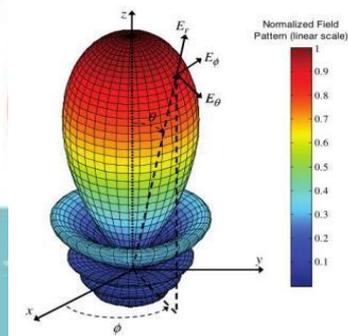
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- *Back lobe* adalah bagian pola radiasi yang membentuk sudut 180° terhadap arah radiasi antenna (arahnya bertolak belakang dengan *major lobe*) (Yuli Christyono dkk, 2016).

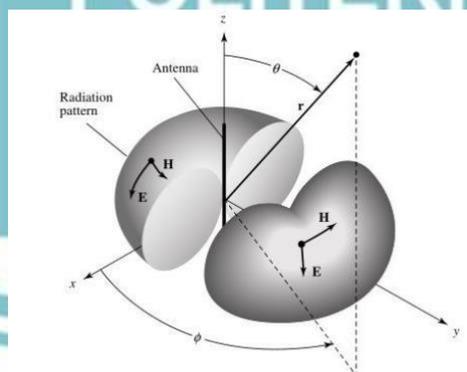
Menurut Macho Revelino (2020) dilihat dari pola pancar radiasi, antenna dapat dikelompokkan menjadi:

- Antena terarah (*directional antenna*): antenna yang menerima dan memancarkan gelombang elektromagnetik pada arah tertentu saja seperti ditunjukkan Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Pola Radiasi Directional
Sumber: Macho Revelino, 2020

- Antena tidak terarah (*omnidirectional antenna*): memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik dengan intensitas yang sama ke segala arah seperti ditunjukkan Gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Pola Radiasi Omnidirectional
Sumber: Macho Revelino, 2020

Untuk dapat mengkonversi nilai dBm dapat menggunakan persamaan (2.5).

$$\text{Level daya(dB)} = \text{Level daya(dBm)} - 30 \quad (2.5)$$

Kemudian untuk mendapatkan nilai daya normalisasi dapat menggunakan persamaan (2.6)

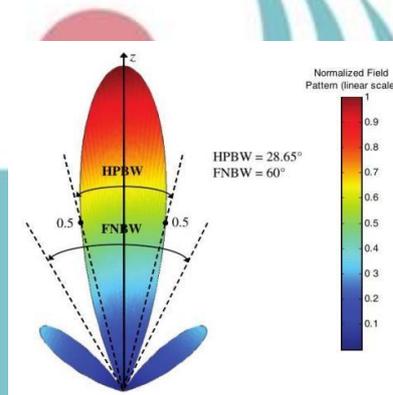

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Normalisasi(dB)} = \text{Level daya sudut } x^\circ - \text{Level daya sudut } y^\circ \quad (2.6)$$

2.1.5 Beamwidth

Beamwidth dapat diartikan sebagai pemisahan sudut diantara dua titik yang identik yang saling berlawanan pada pola radiasi maksimum. Pada pola radiasi terdapat nilai *beamwidth* dimana yang paling umum digunakan adalah *Half Power Beamwidth* (HPBW) didefinisikan sebagai potongan pola radiasi yang mempunyai arah maksimum lobus, sudut antara dua arah dimana intensitas radiasi bernilai satu setengah dari *beam* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 (Macho Revelino, 2020).



Gambar 2. 3 Diagram HPBW
Sumber: Macho Revelino, 2020

HPBW adalah sudut dari selisih titik-titik pada setengah pola daya dalam *main lobe* yang dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$HPBW = |\theta_{HPBW(left)} - \theta_{HPBW(right)}| \quad (2.7)$$

Dimana $\theta_{HPBW(left)}$ dan $\theta_{HPBW(right)}$ merupakan titik-titik pada kiri dan kanan dari *main lobe* dimana pola daya mempunyai harga 0,5.

2.1.6 Bandwidth

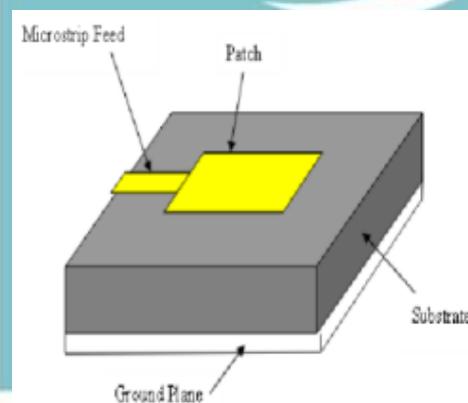
Bandwidth suatu antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth*, penguatan, VSWR maupun *return loss* memenuhi spesifikasi standar. *Impedance bandwidth* adalah rentang frekuensi tertentu dimana *patch* antenna *matching* dengan saluran catunnya. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antenna (*patch* dan saluran catu) bervariasi nilainya menurut frekuensi (Fitri Yuli Zulkifli, 2008). *Bandwidth* (BW) dapat ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$BW = f_h - f_l \quad (2.8)$$

Dimana f_h merupakan frekuensi tertinggi dalam *band* (GHz) dan f_l merupakan frekuensi terendah dalam *band* (GHz).

2.2. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip awalnya diusulkan oleh Deschamps pada tahun 1950 serta diwujudkan pada tahun 1970 oleh Munson serta Howel. Pada waktu itu pemakaian serta pertumbuhan pesat antena mikrostrip untuk sistem komunikasi seperti Personal Communication System (PCS), Mobile Satellite Communications, Direct Broadcast 9 Television (DBS). Antena mikrostrip ini mempunyai kelebihan mempunyai wujud yang sederhana, dimensi yang kecil, proses pembuatan yang mudah serta harga yang terjangkau. Antena mikrostrip sendiri tersusun dari *patch*, *groundplane* dan *substrate*. Dapat dilihat pada Gambar 2.5 patch adalah bagian utama yang memiliki tugas mentransmisikan gelombang radiasi ke udara. Substrate berbahan dielektrik berfungsi sebagai media penghantar gelombang elektromagnetik dari catuan. *Groundplane* berfungsi sesuai penamaan yaitu sebagai *ground* dari antena.



Gambar 2. 4 Antena Mikrostrip
Sumber: Macho Revelino, 2020

Seperti ditampilkan pada Gambar 2.5 antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian utama, yaitu:

a. *Conducting patch*

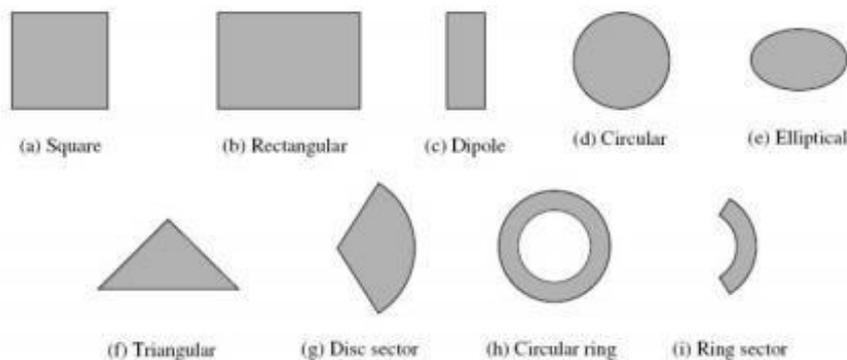
Bagian ini merupakan lapisan paling luar mikrostrip yang terbuat dari konduktor yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik. Terdapat beberapa variasi *patch* antena seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.6. Beberapa bentuk *patch* antena mikrostrip yang umum digunakan adalah *patch*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

persegi panjang (*rectangular*), *patch* persegi (*square*), *patch* lingkaran (*circular*), *patch* elips (*elliptical*), *patch* segitiga (*triangular*).



Gambar 2. 5 Beberapa Bentuk *Patch* Antena Mikrostrip
Sumber: Macho Revelino, 2020

b. *Substrate*

Berfungsi sebagai bahan dielektrik dari antena mikrostrip yang membatasi elemen peradiasi dengan elemen *ground*.

c. *Ground*

Merupakan lapisan paling bawah dan berfungsi sebagai pembumian bagi sistem antena mikrostrip.

2.2.1 *Antena Mikrostrip Square*

Salah satu jenis *patch* antena mikrostrip yang paling sering digunakan dalam perancangan antena mikrostrip adalah bentuk bujur sangkar atau segi empat panjang. Karena ketebalan substrat jauh lebih tipis daripada panjang gelombang, maka *patch square* dianggap sebagai bidang planar dua dimensi untuk lebih memudahkan dalam Analisa (Amar Ma`ruf, dkk, 2018). Dimesi *Patch square* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$W = \frac{c}{2fr \sqrt{\frac{er+1}{2}}} \quad (2.9)$$

Dimana:

W = Lebar konduktor

c = kecepatan Cahaya diruang bebas (3×10^8)

fr = frekuensi kerja antena



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.10)$$

Dimana:

L_{eff} = Panjang efektif

c = kecepatan Cahaya diruang bebas (3×10^8)

f_r = frekuensi kerja antena

ϵ_{eff} = nilai dielektrik efektif

Dimana W dan L atau lebar dan Panjang patch. Disini karena patch antena mikrostrip berbentuk square maka lebar patch sama dengan Panjang patch. Untuk menentukan Panjang patch diperlukan parameter (ϵ_{eff}) yang dapat dihitung dengan persamaan (2.8)

$$(\epsilon_{eff}) = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-1} \quad (2.11)$$

Kemudian dilakukan perhitungan *extended length* / atau perpanjangan akibat fringing menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,26\right)}{(\epsilon_{eff} + 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \quad (2.12)$$

Jika nilai L_{eff} dan ΔL sudah diketahui, maka L dapat dicari dengan rumus berikut:

$$L = L_{eff} - \Delta L \quad (2.13)$$

2.2.2 Antena Mikrostrip Array

Antena array adalah antena yang dibentuk oleh susunan sejumlah elemen antena tunggal yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Tujuan membuat antena *array*, antara lain untuk meningkatkan penguatan antena, meningkatkan keterarahan antena, mengarahkan daya pancar menuju sektor sudut yang diinginkan. Antena *array* merupakan susunan dari beberapa antena yang identik dimana dalam antena mikrostrip, yang disusun secara *array* adalah bagian *patch*.

2.2.3 Impedansi Antena

Impedansi antena merupakan impedansi input yang diberikan antena terhadap rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena. Impedansi tersebut perbandingan antara tegangan dan arus atau medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya. Impedansi input juga parameter penting untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mencapai kondisi yang sesuai (*matching*) dengan rangkaian luar atau saluran transmisi menuju antena. Hubungan antara impedansi input (Z_{in}) dengan impedansi saluran transmisi (Z_0) akan menentukan besarnya nilai koefisien refleksi (Γ) yang dapat dirumuskan dengan persamaan berikut ini (Irawan, 2017).

Dimana λ_d merupakan Panjang gelombang pada bahan dielektrik yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.14)$$

Panjang saluran (L_T) sebesar:

$$L_T = \frac{\lambda_d}{4} \quad (2.15)$$

Dengan λ_0 merupakan Panjang gelombang di udara bebas, yaitu:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} \quad (2.16)$$

2.2.4 T-Junction

T-junction merupakan sebuah teknik *power divider* yang umum digunakan pada konfigurasi antena mikrostrip *array*. *Power divider* adalah salah satu teknik yang dapat mendukung *impedance matching* pada saluran transmisi khususnya untuk antena mikrostrip *array*.

2.3. Kabel Unshield Twisted Pair (UTP)

Jaringan komputer didefinisikan sebagai konsep dalam menghubungkan antar node. Pengertian dari node adalah sebuah perangkat. Jaringan komputer akan menghubungkan antar node dengan menggunakan bantuan media. Kabel UTP/STP merupakan solusi sebagai media penghubung antar node selain wireless. Perangkat dalam konsep sebuah jaringan dibagi tidak ada paket yang hilang selama proses pengiriman paket ICMP dalam dua jenis; perangkat akhir dan perangkat penghubung. Contoh dari perangkat akhir adalah komputer. Apabila komputer yang dihubungkan lebih dari dua, maka diperlukan perangkat penghubung, misalnya switch atau router.

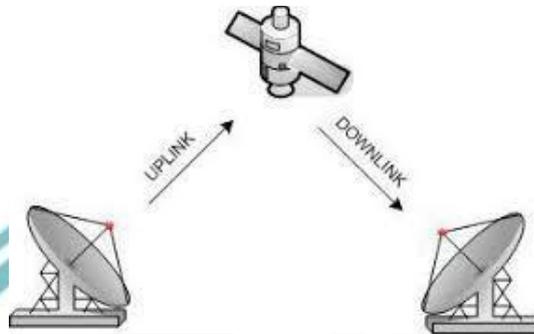
2.4. Very Small Aperture Terminal (VSAT)

Sistem komunikasi *Wide Area Network* atau WAN. Singkatnya, WAN adalah jaringan yang memiliki jangkauan yang sangat luas dan dapat mencakup negara atau benua. VSAT juga berguna untuk menerima dan mengirimkan sinyal ke dan dari satelit. Sementara satelit bertindak sebagai pengikut sinyal Ketika


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menerima sinyal dari VSAT. Kemudian sinyal yang ditransmisikan oleh satelit mencapai hub atau kantor pusat. Jaringan berbasis VSAT memberikan solusi efisiensi, metode *cost effective* dan *reliable* untuk distribusi data ke sejumlah lokasi berbeda tanpa terkait jarak.



Gambar 2. 6 Very Small Aperture Terminal (VSAT)
Sumber : Agus Sugiharto (2017)

2.5. CST Studio Suite 2019

CST *Studio Suite* digunakan untuk merancang, menganalisis, dan mengoptimalkan komponen dan sistem di seluruh spektrum elektro magnetik dimana memiliki kemampuan untuk menghubungkan beberapa simulasi dengan pemecah yang berbeda ke dalam satu aliran kerja dengan *System Assembly and Modeling* (SAM). Pada tahun 2018, *Assembly Modeler* yang disempurnakan menawarkan pengguna cara yang lebih efisien untuk menggabungkan beberapa komponen ke dalam sistem yang menggunakan lingkungan 3D yang dioptimalkan untuk model yang kompleks.



Gambar 2. 7 Tampilan CST Studio Suite 2019
Sumber: Dokumentasi Pribadi

2.6. Access Point

Kinerja suatu jaringan Wi-Fi dapat diketahui berdasarkan level sinyal yang dapat diterima oleh pengguna, sedangkan tingkat penerimaan sinyal bergantung kepada penempatan perangkatnya, dalam hal ini adalah *access point* (AP). Penempatan AP merupakan salah satu permasalahan di bidang infrastruktur


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

jaringan, karena penempatan yang kurang tepat akan berimbas terhadap ketidakseimbangan area yang dapat di-cover. Penempatan *access point* yang tepat dapat memberikan *coverage* yang merata pada daerah yang diinginkan dengan seminimal mungkin *overlap* dan *blank spot*. Penempatan *access point* ini tentunya dengan memperhatikan adanya *pathloss* dan jumlah user yang akan dilayani sehingga dengan jumlah *access point* yang seminimal mungkin dapat diperoleh *coverage* yang maksimal (Puspitasari and Pulungan, 2015)

2.7. Quality Of Service

Quality of Service adalah teknik untuk mengelola *bandwidth*, *delay*, dan *packet loss* untuk aliran dalam jaringan. Tujuan dari mekanisme QoS adalah mempengaruhi setidaknya satu di antara empat parameter dasar QoS yang telah ditentukan. QoS didesain untuk membantu *end user (client)* menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa *user* mendapatkan performansi yang andal dari aplikasi-aplikasi berbasis jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada *traffic* jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda. QoS merupakan suatu tantangan yang besar dalam jaringan berbasis IP dan internet secara keseluruhan. Parameter *quality of service* meliputi *throughput*, *delay*, *packet loss*, dan *jitter*. (Pamungkas dan Pramono, 2018).

2.7.1. Throughput

Throughput merupakan kecepatan (rate) transfer data efektif. Perhitungan *throughput* didapat dari jumlah total paket data yang datang dan sukses diamati dalam interval waktu tertentu yang selanjutnya dibagi dengan durasi interval waktu. *Throughput* dapat dicari menggunakan persamaan (2.17).

$$\text{Throughput} = \frac{\text{bytes}}{\text{time span}} = \text{bytes/s} \quad (2.17)$$

Ubah nilai bytes/s menjadi bit/s dengan rumus (2.18)

$$\text{bytes/s} \times 8 = \text{bit/s} \quad (2.18)$$

2.7.2. Delay

Delay merupakan waktu tempuh data yang mulai dihitung dari asal hingga tujuan. Terdapat beberapa faktor yang dapat mengubah nilai *delay*, di antaranya jarak, media transmisi, dan lamanya proses. Apabila nilai *delay* tinggi, menandakan



bahwa jaringan sedang mengalami hambatan atau peningkatan penggunaan. *Delay* dapat dicari menggunakan persamaan (2.19).

$$Delay = \frac{Time\ Span}{Packets} \times 1000 = ms \quad (2.19)$$

2.7.3. Packet Loss

Packet Loss dapat diartikan sebuah parameter yang memperlihatkan jumlah total dari hilangnya paket data atau sebuah kegagalan paket untuk mencapai tujuannya. *Packet loss* terjadi karena collision dan congestion dalam sebuah jaringan komputer. *Packet loss* dapat dicari menggunakan persamaan (2.20).

$$Packet\ Loss = \frac{(Packet\ Captured - packet\ displayed) \times 100}{Packet\ Captured} = \% \quad (2.20)$$

2.7.4. Jitter

Jitter merupakan banyaknya variasi dari *delay* yang terdapat pada komunikasi data di dalam jaringan komputer. *Jitter* terjadi akibat suatu *delay* yang terjadi pada *router* maupun *switch*. *Jitter* dapat dicari menggunakan persamaan (2.21).

$$Jitter = \frac{Time\ Span}{Packets - 1} \times 1000 = ms \quad (2.21)$$

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



BAB III

PERANCANGAN DAN REALISASI

Bab ini menjelaskan perancangan, perhitungan, simulasi, dan pembuatan Antena Mikrostrip *Square Patch Array* sebagai pengganti antena bawaan pada *access point* untuk memperluas akses internet jaringan VSAT. Antena ini dirancang untuk memperluas akses internet VSAT pada frekuensi 2,4 GHz.

3.1. Rancangan Alat

Pada bab ini akan dibahas mengenai perancangan dan pembuatan antena mikrostrip *patch square array* sebagai pemancar sinyal internet VSAT yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Pada tahap ini akan dilakukan 3 perancangan untuk mendapatkan hasil yang baik.

3.1.1. Deskripsi Alat

Pada tugas akhir ini, dilakukan pembuatan alat yaitu berupa antena mikrostrip *patch square array* sebagai pemancar sinyal koneksi dari *access point* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz.

Nama Alat : Rancang Bangun Antena mikrostrip 2,4 GHz *patch square*

Fungsi : Antena Mikrostrip 2,4 GHz *patch square* digunakan sebagai antena pengganti antena bawaan *access point* yang bekerja sebagai antena pemancar sinyal internet VSAT untuk memperluas akses internet VSAT

3.1.2. Cara Kerja Alat

Antena mikrostrip 2,4 GHz *Patch Square* digunakan sebagai pemancar sinyal internet VSAT yang bertujuan untuk memperluas akses internet VSAT dengan cara kerja yaitu antena mikrostrip *patch square* yang sudah dibuat akan dipasangkan ke *access point* untuk menggantikan antena bawaan dari *access point* tersebut. Kemudian setelah dipasangkan, *access point* dihubungkan ke router VSAT menggunakan kabel UTP agar mendapatkan internet VSAT. Setelah *access point* mendapatkan internet VSAT, maka antena mikrostrip *patch square* akan memancarkan sinyal internet VSAT ke arah yang belum terjangkau akses internet VSAT. Adapun ilustrasi alat seperti pitekada Gambar 3.1.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 1 Ilustrasi Alat Antena Mikrostrip *Patch Square*

Gambar 3.1 menunjukkan ilustrasi alat antena mikrostrip *patch square* yang berfungsi untuk memperluas akses internet dimana terdapat *access point* yang terhubung ke VSAT, kemudian antena mikrostrip yang terhubung ke *access point* sebagai pengganti antena bawaan untuk memperluas akses internet VSAT.

3.1.3. Diagram Alir Pembuatan Antena Mikrostrip *Square Patch Array*

Diagram alir menjelaskan proses pembuatan antena yaitu mulai dari menentukan spesifikasi antena yang diinginkan, menghitung dimensi *patch*, mendesain model antena dan melakukan simulasi agar mendapatkan spesifikasi yang diharapkan. Setelah mendapatkan hasil simulasi yang diharapkan, kemudian melakukan fabrikasi antena mikrostrip menggunakan bahan PCB FR-4 *Epoxy*, lalu melakukan pengujian dan pengukuran pada antena mikrostrip. Diagram alir pembuatan antena mikrostrip dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.2. Perancangan Alat

Pada Perancangan ini dilakukan 2 simulasi antena mikrostrip *patch square array* yang didesain dan disimulasikan menggunakan *CST Studio Suite 2019* agar mendapatkan nilai yang sesuai berdasarkan penentuan parameter antena dan perhitungan dimensi antena dimana dapat dijelaskan sebagai berikut:

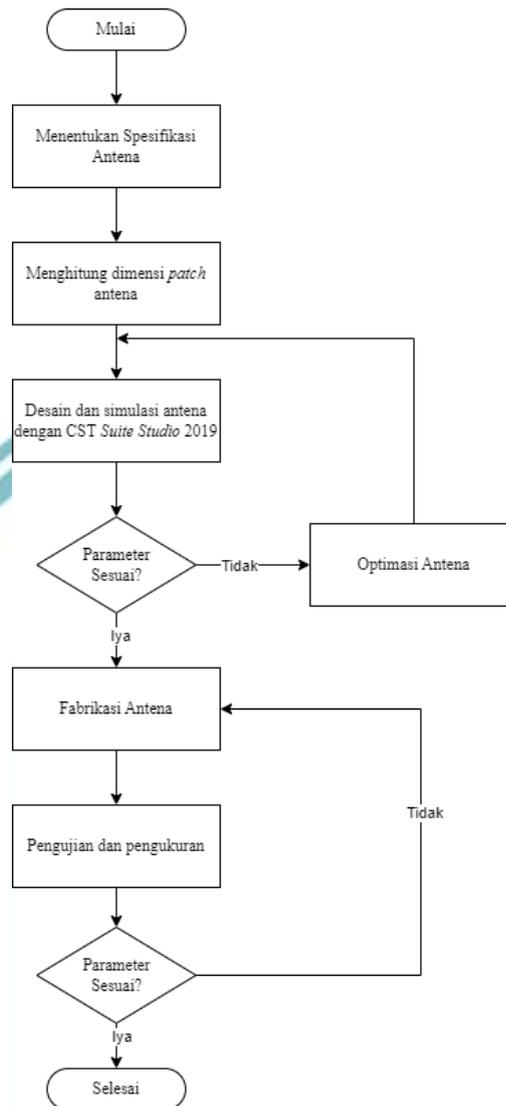
3.2.1. Perancangan Antena Mikrostrip *Patch Square 1x2*

Perancangan antena mikrostrip pada tugas akhir ini adalah dengan menggunakan *patch square* dimana memiliki kelebihan dari segi bentuk yang sederhana, mudah dalam perancangan dan fabrikasi, serta kemudahan untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses Pembuatan Antena

menyusun antena menjadi *array* dimana bertujuan untuk meningkatkan penguatan antena dan menghasilkan direktivitas yang lebih terarah. Pada perancangan antena mikrostrip ini meliputi beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu menentukan spesifikasi antena dan substrat yang digunakan serta menghitung dimensi antena seperti dijelaskan sebagai berikut:

3.2.1.1. Menentukan Spesifikasi Antena

Pada perancangan antena diperlukan penentuan spesifikasi parameter antena yang ingin dibuat dengan frekuensi kerja yang digunakan yaitu 2,4 GHz. Spesifikasi antena *patch square array* dapat dilihat pada Tabel 3.1.



- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 3. 1 Parameter Antena

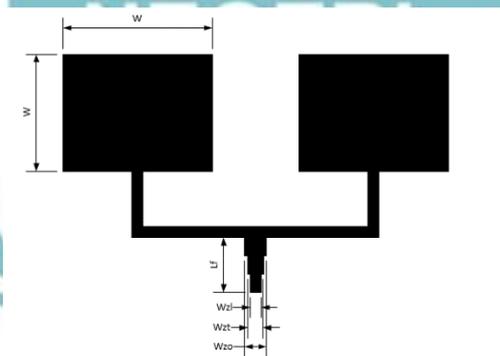
| Parameter | Spesifikasi |
|--------------------|---------------------|
| <i>Gain</i> | $\geq 5\text{dB}$ |
| VSWR | ≤ 2 |
| <i>Return Loss</i> | $< -10\text{dB}$ |
| Bentuk Patch | <i>Square array</i> |

Selain menentukan spesifikasi parameter antena, pada perancangan antena juga diperlukan penentuan spesifikasi substrat antena yang akan digunakan dimana dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Spesifikasi Substrat Antena

| Jenis Substrat | Spesifikasi |
|------------------------------|-----------------------|
| Bahan | FR-4 (<i>Epoxy</i>) |
| Konstanta dielektrik relatif | 4.4 |
| Ketebalan substrat | 1.6 mm |
| Ketebalan konduktor | 0.035 mm |
| Impedansi beban saluran | 50 Ohm |

Desain *patch* yang akan dibuat berdasarkan spesifikasi pada Tabel 3.2 terdiri dari beberapa langkah perencanaan, yaitu menentukan dimensi *patch* berbentuk *square*, membuat *patch* tersebut dalam bentuk *array*, dan menghitung ukuran saluran mikrostrip. Bentuk antena yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Model Antena Yang Akan dirancang

Setelah menentukan frekuensi kerja dan spesifikasi antena yang diharapkan, untuk merealisasikan model antena seperti pada Gambar 3.3 maka langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan dimensi antena.


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2.1.2. Menghitung Dimensi *Patch* Antena

Perhitungan dimensi antena seperti pada Gambar 3.3 terdiri atas *patch square* dan saluran antena seperti dapat dijelaskan sebagai berikut:

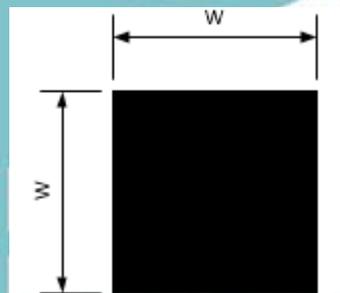
a) Menghitung Ukuran Patch Square

Bentuk *patch* yang akan dirancang pada antena mikrostrip ini adalah *patch* berbentuk *square* dimana untuk menentukan sisi *patch square* 1x2 ini digunakanlah rumus panjang sisi yaitu (W) yang dapat dihitung menggunakan persamaan (2.9):

$$W = \frac{c}{2fr\sqrt{\frac{\epsilon r + 1}{2}}} = \frac{3 \times 10^8}{2(2,4 \times 10^9)\sqrt{\frac{4,4 + 1}{2}}} = 38,08 \text{ mm} \quad (2.9)$$

$$W = 38,08 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan *patch square* 1x2 disini hanya menggunakan parameter (W) untuk dijadikan sebagai perhitungan sisi dari *patch* antena yang akan dibuat. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 merupakan hasil desain *patch square* dengan dimensi sisi yang telah didapatkan berdasarkan hitungan.



Gambar 3. 4 Dimensi Patch Antena

Gambar 3.4 menunjukkan hasil desain *patch square* yang menggunakan parameter (W) untuk penentuan sisinya. Selanjutnya *patch* tersebut digandakan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3, agar dapat membentuk antena mikrostrip *square patch array* untuk mendapatkan *gain* antena yang lebih besar dibandingkan *patch* tunggal. Setelah selesai menentukan nilai sisi *patch*, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan ukuran saluran antena mikrostrip.

b) Menghitung Ukuran Saluran Mikrostrip

Pada perancangan ini, jenis saluran transmisi yang akan digunakan adalah $Z_0 = 50 \Omega$ dimana nilai lebar saluran dapat dihitung dengan persamaan (3.2):



$$W_z = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{Z_0} \right) \quad (3.2)$$

$$W_{ZO} = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{Z_0} \right) = \frac{377}{\sqrt{4,4}} \left(\frac{1,6}{50} \right) = 5,75 \text{ mm}$$

$$W_{ZT} = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{Z_T} \right) = \frac{377}{\sqrt{4,4}} \left(\frac{1,6}{70,71} \right) = 4,067 \text{ mm}$$

$$W_{ZL} = \frac{377}{\sqrt{\epsilon_r}} \left(\frac{h}{Z_L} \right) = \frac{377}{\sqrt{4,4}} \left(\frac{1,6}{100} \right) = 2,876 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan nilai lebar saluran, selanjutnya adalah menentukan Panjang gelombang pada ruang bebas (λ_0) menggunakan persamaan (2.16):

$$\lambda_0 = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^9} = 0,125 \text{ m} = 125 \text{ mm} \quad (2.16)$$

$$\lambda_0 = 125 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan nilai Panjang gelombang pada ruang bebas, selanjutnya adalah menentukan Panjang gelombang pada bahan dielektrik (λ_d) menggunakan persamaan (2.14):

$$\lambda_d = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{125}{\sqrt{4,4}} = 59,59 \text{ mm} \quad (2.14)$$

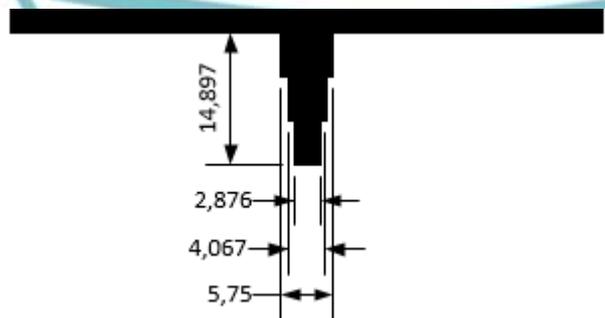
$$\lambda_d = 59,59 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan λ_d maka Panjang saluran transmisi (L_T) dapat dihitung menggunakan persamaan (2.15):

$$L_T = \frac{\lambda_d}{4} = \frac{59,59}{4} = 14,897 \text{ mm} \quad (2.15)$$

$$L_T = 14,897 \text{ mm}$$

Bentuk desain saluran transmisi yang akan digunakan seperti diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Dimensi Saluran Antena

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



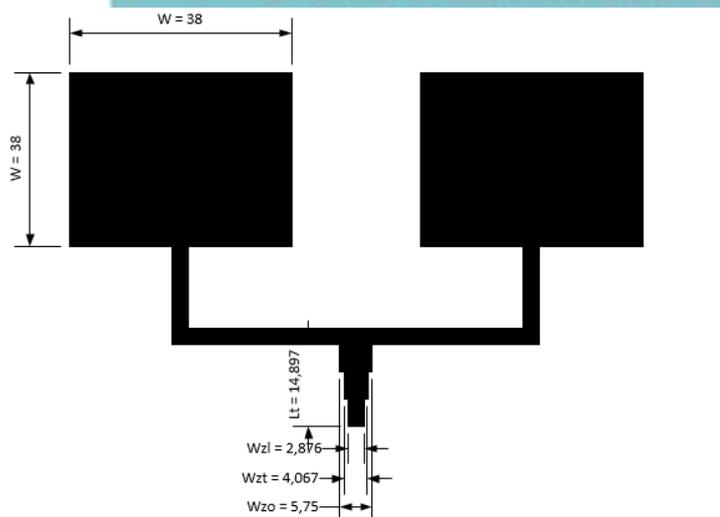
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Hasil perhitungan elemen antenna diatas selanjutnya diringkas dan disusun Kembali dalam bentuk tabel, seperti ditunjukkan ada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Parameter Hasil Perhitungan Antena Patch Square 1x2

| Simbol | Dimensi (mm) | Keterangan |
|--------|--------------|-----------------------|
| H | 1,6 | Tebal Substrat |
| T | 0,035 | Tebal <i>Patch</i> |
| W | 38 | Sisi <i>Patch</i> |
| Wzl | 2,8 | Lebar Saluran 100Ω |
| Wzt | 4,067 | Lebar Saluran 70Ω |
| Wzo | 5,75 | Lebar Saluran 50Ω |
| Lt | 14,9 | Panjang Saluran |
| Ws | 58 | Lebar Substrat |
| Ls | 37,5 | Panjang Substrat |
| Wg | 58 | Lebar <i>Ground</i> |
| Lg | 37,5 | Panjang <i>Ground</i> |

Tabel 3.3 menunjukkan parameter awal antenna yang akan digunakan sebagai acuan dalam merancang dan melakukan simulasi antenna dengan menggunakan *software* CST *Studio Suite* 2019. Berdasarkan parameter tersebut, dapat dilihat pada Gambar 3.6 menunjukkan hasil desain antenna mikrostrip *square patch array* 1x2.



Gambar 3. 6 Desain Antena Yang Akan Disimulasikan

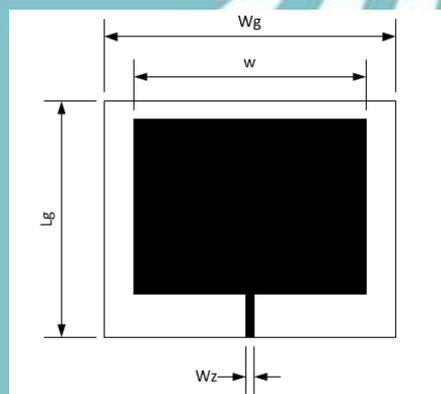

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.6 menunjukkan desain antenna yang akan disimulasikan menggunakan *software* CST 2019 untuk melihat unjuk kerja antenna yang baik sebelum dilakukan fabrikasi.

3.2.2. Simulasi Antena 1 Patch Square

Simulasi antenna dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai parameter dimensi antenna ke dalam tabel parameter *software* CST Studio Suite 2019, yang bertujuan agar spesifikasi dan ukuran antenna yang dirancang sesuai dengan nilai pada parameter yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2. Sebelum melakukan simulasi pada antenna mikrostrip *patch square* 1x2, maka terlebih dahulu dilakukan simulasi antenna 1 patch mikrostrip untuk mengetahui nilai perbandingan antara antenna mikrostrip *patch square* 1x2 dengan antenna mikrostrip 1 *patch*. Untuk desain antenna mikrostrip 1 *patch* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Desain Antena Mikrostrip 1 Patch Sebelum Simulasi

Gambar 3.7 menunjukkan desain antenna mikrostrip 1 *patch* sebelum dilakukan simulasi. Tabel 3.4 menunjukkan nilai parameter antenna mikrostrip yang dibutuhkan untuk melakukan simulasi

Tabel 3. 4 Parameter Antena Mikrostrip Patch Square

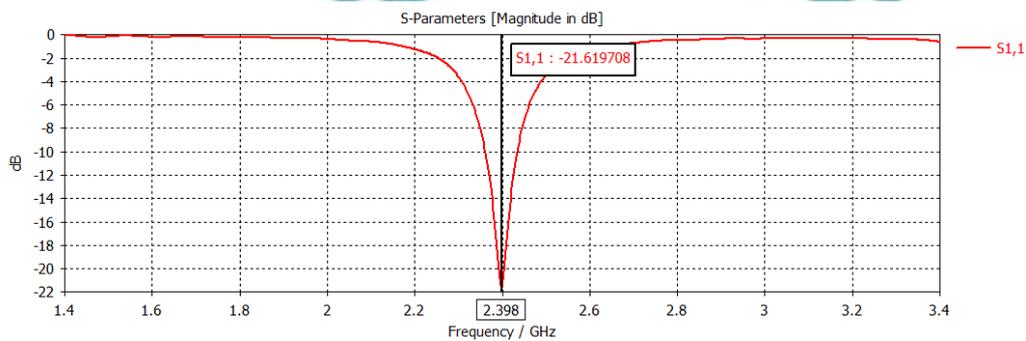
| Simbol | Dimensi (mm) | Keterangan |
|--------|--------------|---------------------|
| h | 1,6 | Tebal Substrat |
| t | 0,035 | Tebal Patch |
| W | 38 | Sisi Patch |
| Wz | 1,4 | Lebar Saluran |
| Lg | 39,04 | Panjang sisi Ground |
| Wg | 47,64 | Lebar sisi Ground |
| Lt | 7,12 | Panjang Saluran |



Tabel 3.4 menunjukkan nilai parameter antenna mikrostrip 1 *patch square* yang akan disimulasi.

a) **Hasil Simulasi Parameter *Return Loss* 1 *Patch Square***

Return loss berbanding lurus dengan VSWR dimana semakin kecil nilai yang dihasilkan maka akan semakin baik pula performansi antenna. Nilai *return loss* yang dihasilkan pada simulasi antenna mikrostrip 1 *patch square* dapat dilihat pada Gambar 3.8.

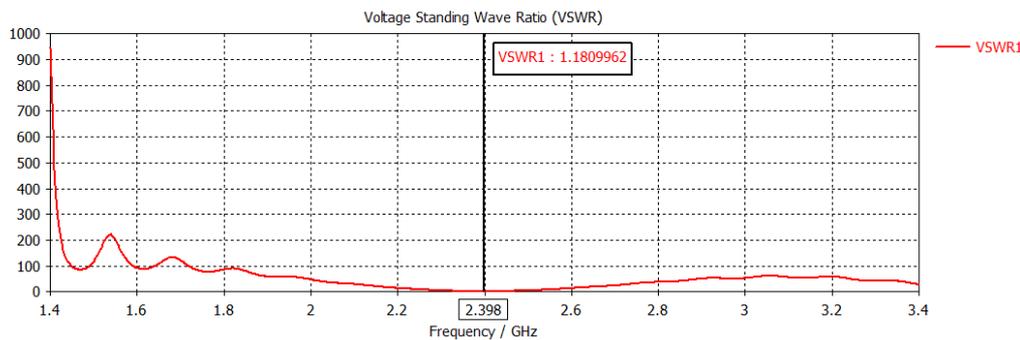


Gambar 3. 8 Hasil Simulasi *Return Loss*

Gambar 3.8 menunjukkan hasil simulasi nilai *return loss* antenna mikrostrip 1 *patch square* sebesar -21,619 dB. Hasil tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan seperti pada Tabel 3.1.

b) **Hasil Simulasi Parameter VSWR 1 *Patch Square***

VSWR merupakan penentu *matching* atau tidaknya antenna dengan saluran pencatu. Nilai VSWR yang dihasilkan pada simulasi antenna mikrostrip 1 *patch square* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



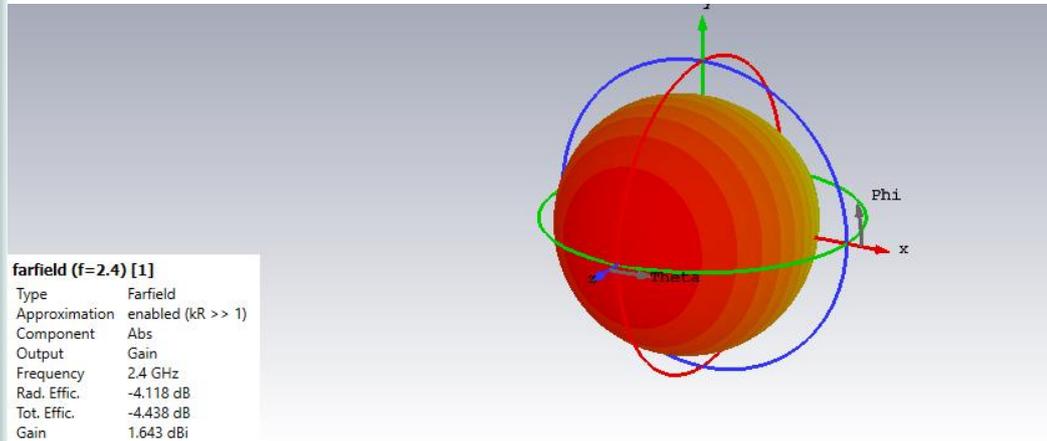
Gambar 3. 9 VSWR Hasil Simulasi

Gambar 3.9 Menunjukkan hasil simulasi nilai parameter VSWR antenna mikrostrip 1 *patch square* sebesar 1,18. Nilai tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi antenna yang diinginkan seperti pada Tabel 3.1.



c) Hasil Simulasi Parameter *Gain* 1 *Patch Square*

Gain yang dihasilkan pada simulasi merupakan perkiraan kekuatan daya pancar sinyal yang dihasilkan antenna mikrostrip. Nilai *gain* yang dihasilkan pada simulasi antenna mikrostrip 1 *patch square* dapat dilihat pada Gambar 3.10.

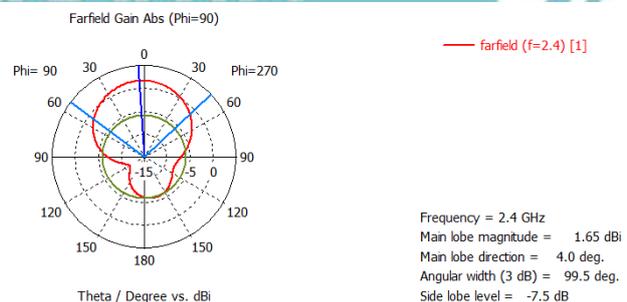


Gambar 3. 10 Hasil Simulasi *Gain*

Gambar 3.10 menunjukkan hasil simulasi parameter *gain* antenna mikrostrip 1 *patch square* yaitu 1,643 dB pada tampilan *Gain* (IEEE) dimana hasil tersebut belum memenuhi spesifikasi. Maka selanjutnya akan dilakukan penambahan *patch* untuk menambah nilai parameter *gain*.

d) Hasil Simulasi Parameter Pola Radiasi 1 *Patch Square*

Pola radiasi menggambarkan sifat radiasi suatu antenna pada medan jauh sebagai fungsi arah dimana berdasarkan hasil simulasi didapatkan pola radiasi omnidireksional. Dapat dilihat pada Gambar 3.11 dan 3.12 menunjukkan pola radiasi yang ditampilkan pada simulasi awal.



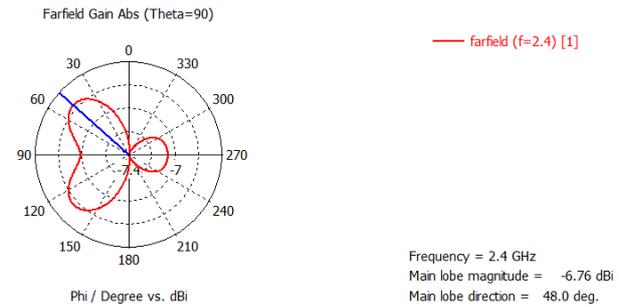
Gambar 3. 11 Pola Radiasi Azimuth

Gambar 3.11 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (azimuth) dimana untuk frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 99,5° dengan daya *main lobe* sebesar 1,65 dB pada sudut 4°.



Hak Cipta :

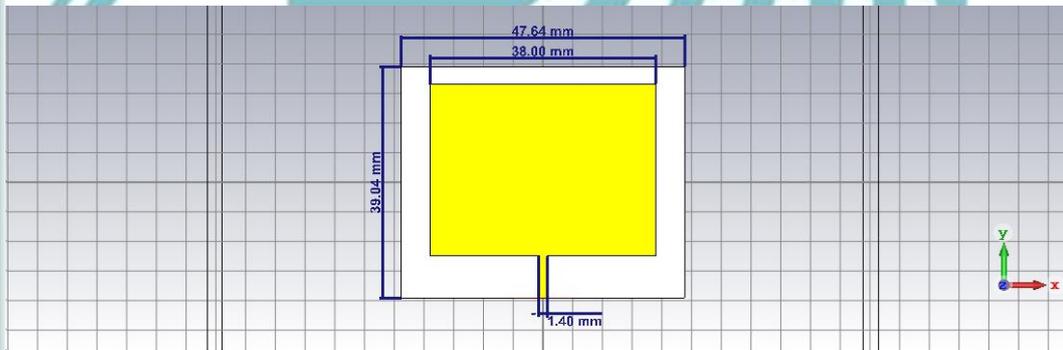
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 12 Pola Radiasi Elevasi

Gambar 3.12 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertical (elevasi) dimana untuk frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 48° dengan daya *main lobe* sebesar $-6,76$ dB pada sudut 0° .

Adapun desain hasil simulasi menggunakan CST *studio suite* 2019 antena mikrostrip 1 *patch array* seperti pada Gambar 3.13.

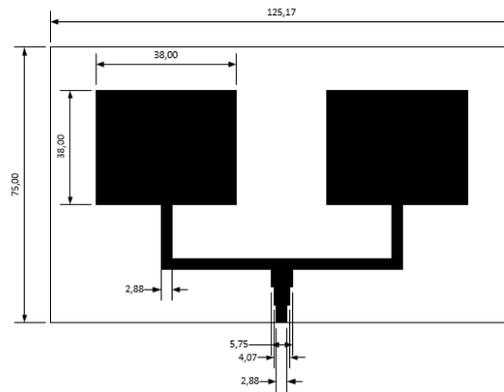


Gambar 3. 13 Desain Antena Mikrostrip Patch Square Setelah Simulasi

Gambar 3.13 menunjukkan hasil desain antena mikrostrip 1 *patch square* setelah simulasi dimana hasil simulasi tersebut yaitu nilai VSWR 1,1, nilai *return loss* $-21,619$ dB dan *gain* 1,643 dB. Setelah mendapatkan nilai parameter setelah simulasi, disimpulkan bahwa hasil simulasi sudah ada beberapa yang memenuhi spesifikasi namun masih ada yang belum memenuhi spesifikasi seperti *gain* maka dilakukan penambahan *patch* dengan membuat antena mikrostrip *patch square* 1x2.

3.2.3. Simulasi Antena Patch Square 1x2

Simulasi antena dilakukan dengan memasukkan nilai-nilai parameter dimensi antena ke dalam tabel parameter *software* CST *Studio Suite* 2019 agar spesifikasi dan ukuran antena yang dirancang sesuai dengan nilai yang telah didapatkan seperti dapat dilihat pada Tabel 3.3. Untuk desain antena mikrostrip *patch square* 1x2 dapat dilihat pada Gambar 3.14.

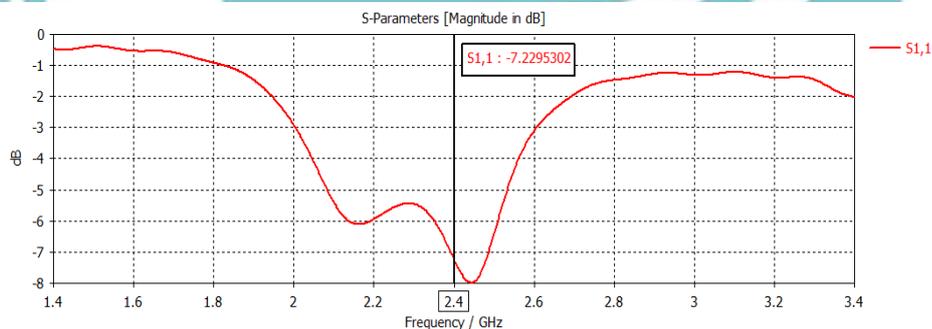


Gambar 3. 14 Desain Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2

Gambar 3.14 menunjukkan desain antena mikrostrip *patch square* 1x2 yang akan disimulasi menggunakan CST *studio suite* 2019. Adapun hasil parameter yang didapatkan dari simulasi tersebut diantaranya sebagai berikut:

a. Hasil simulasi parameter *Return Loss Patch Square* 1x2

Return loss berbanding lurus dengan VSWR dimana semakin kecil nilai yang dihasilkan maka akan semakin baik pula performansi antena. Nilai *return loss* yang dihasilkan pada simulasi awal dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 *Return Loss* Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2

Gambar 3.15 menunjukkan nilai *return loss* antena mikrostrip *patch square* 1x2 yaitu sebesar -7.229 dB. Hasil tersebut belum dikatakan baik karena belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan sehingga perlu dilakukan optimasi Kembali.

b. Hasil simulasi parameter VSWR *Patch Square* 1x2

VSWR merupakan penentu *matching* atau tidaknya antena dengan saluran pencatu. Nilai VSWR yang dihasilkan pada simulasi awal dapat dilihat pada Gambar 3.16.

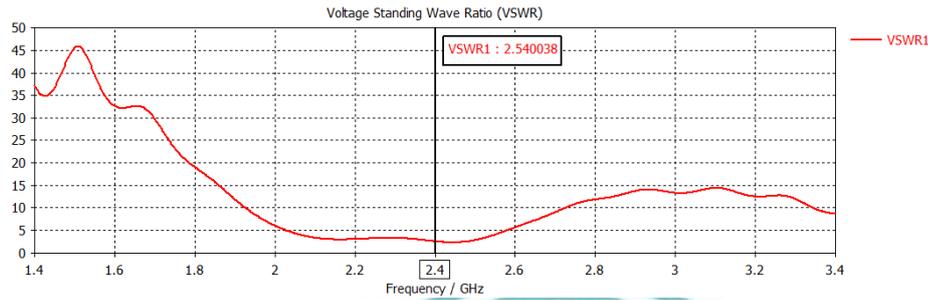


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan Karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

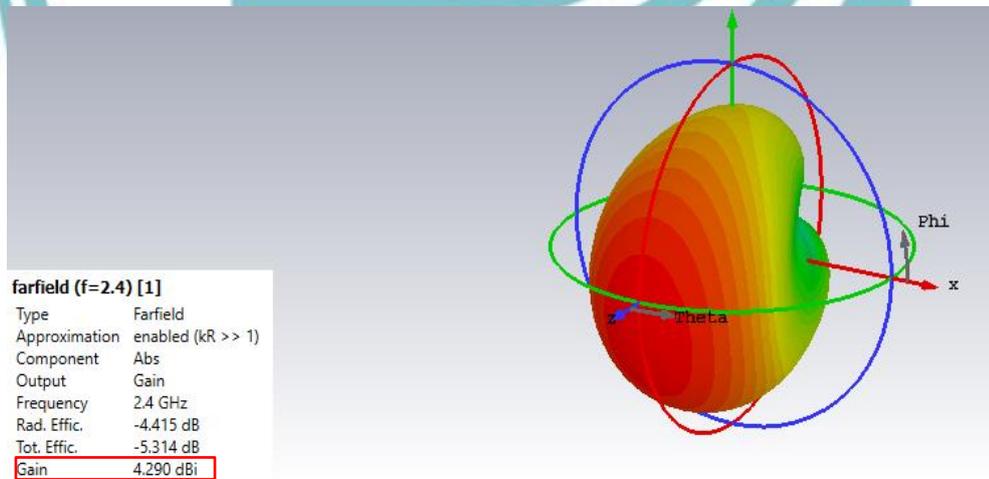


Gambar 3. 16 VSWR Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Square 1x2

Gambar 3.16 menunjukkan VSWR antena mikrostrip *patch square* 1x2 yaitu sebesar 2.54. Hasil tersebut tidak dikatakan baik dimana VSWR pada frekuensi kerja 2,4 GHz nilai belum memenuhi spesifikasi antena sehingga perlu dilakukan optimasi agar didapatkan VSWR yang lebih baik.

c. Hasil simulasi parameter *Gain Patch Square 1x2*

Gain yang dihasilkan pada simulasi merupakan perkiraan kekuatan daya pancar sinyal yang dihasilkan antena mikrostrip. Nilai *gain* yang dihasilkan pada simulasi awa dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Gain Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Square 1x2

Gambar 3.17 menunjukkan nilai *gain* antena mikrostrip *patch square* 1x2 setelah optimasi yaitu sebesar 4,290 dB pada tampilan Gain (IEEE) dimana hasil tersebut belum memenuhi spesifikasi awal sehingga perlu dioptimasi kembali agar menghasilkan nilai yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

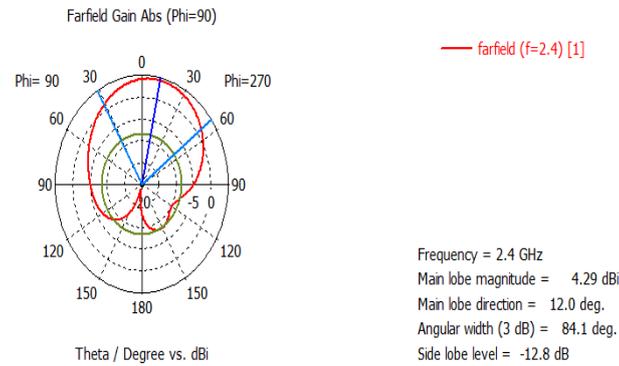
d. Hasil simulasi parameter Pola Radiasi *Patch Square 1x2*

Pola radiasi menggambarkan sifat radiasi suatu antena pada medan jauh sebagai fungsi arah dimana berdasarkan hasil simulasi didapatkan pola radiasi


Hak Cipta :

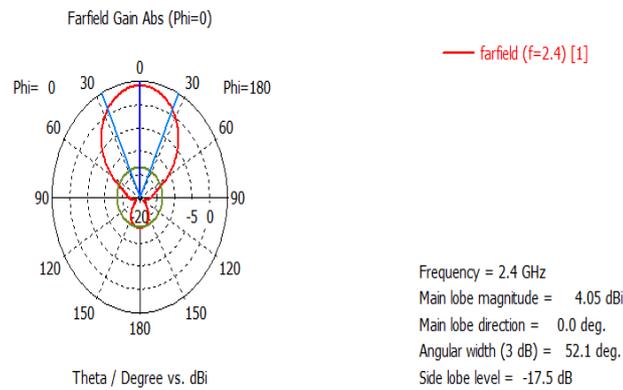
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

omnidireksional. Dapat dilihat pada Gambar 3.18 dan 3.19 menunjukkan pola radiasi yang ditampilkan pada simulasi awal.



Gambar 3. 18 Pola Radiasi Azimut Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Square 1x2

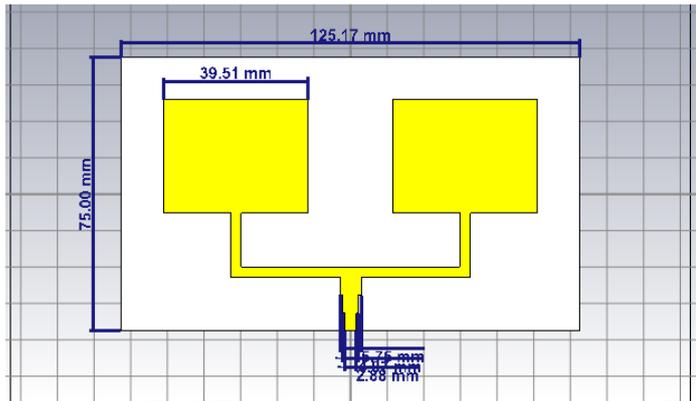
Gambar 3.18 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (azimuth) dimana untuk frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 84,1° dengan daya *main lobe* sebesar 4,29 dB pada sudut 12°.



Gambar 3. 19 Pola Radiasi Elevasi Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Square 1x2

Gambar 3.19 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertical (elevasi) dimana untuk frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 52,1° dengan daya *main lobe* sebesar 4,05 dB pada sudut 0°.

Setelah melakukan simulasi di CST *studio suite* 2019, didapatkan desain antena mikrostrip *patch square* 1x2 yang sudah disimulasi seperti pada Gambar 3.20.

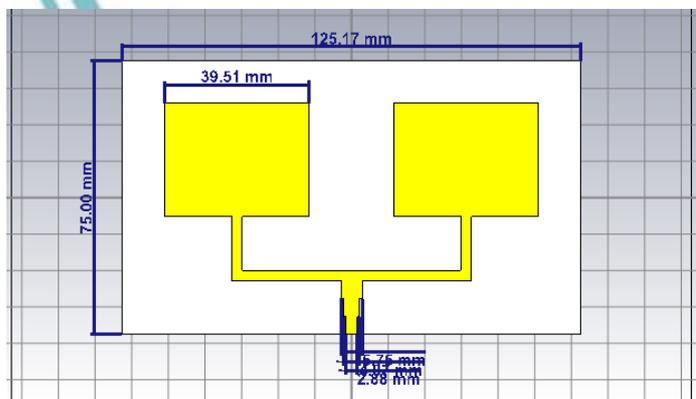


Gambar 3. 20 Desain Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2 Hasil Simulasi

Berdasarkan data pada simulasi tersebut, dapat diketahui nilai yang dihasilkan untuk *return loss*, *VSWR*, dan *gain* belum memenuhi spesifikasi antenna yang diharapkan sehingga perlu dilakukan optimasi agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

3.2.4. Optimasi Antena *Patch Square* 1x2

Optimasi antenna dilakukan dengan cara mengubah dimensi atau nilai parameter antenna hingga mendapatkan hasil simulasi yang memenuhi spesifikasi. Berdasarkan beberapa kali optimasi yang telah dilakukan, dapat diketahui bagian-bagian yang mempengaruhi parameter spesifikasi antenna, seperti perubahan nilai *patch* dan *ground* berpengaruh terhadap nilai penguatan dan direktivitas yang dihasilkan, sedangkan ukuran lebar pencatu berpengaruh terhadap nilai *return loss* dan *VSWR*. Karena begitu banyak simulasi optimasi yang dilakukan, maka dapat dilihat pada Tabel 3.5 menunjukkan perbandingan parameter dimensi awal antenna sebelum optimasi dan optimasi akhir. Untuk Antena Mikrostrip *patch square* 1x2 yang akan dioptimasi dapat dilihat pada Gambar 3.21



Gambar 3. 21 Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2 Sebelum Optimasi



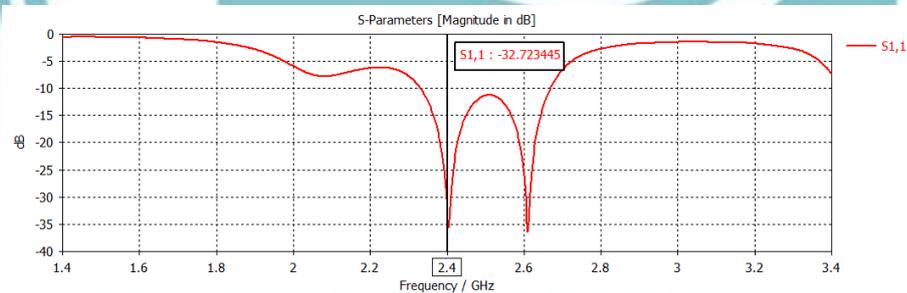
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

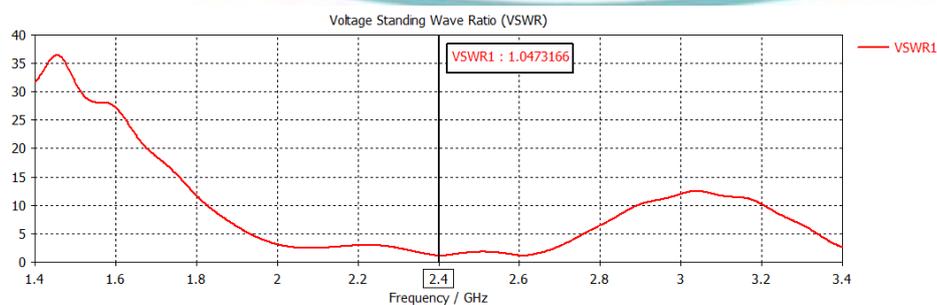

 Tabel 3. 5 Parameter Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2 Hasil Optimasi

| Simbol | Dimensi simulasi awal (mm) | Dimensi optimasi (mm) |
|--------|----------------------------|-----------------------|
| h | 1,6 | 1,6 |
| t | 0,035 | 0,035 |
| w | 38 | 39,5 |
| Wzl | 2,8 | 2,8 |
| Wzo | 5,75 | 5,75 |
| Lt | 14,8 | 14,8 |
| Wzt | 4,07 | 4,07 |
| Ws | 57,5 | 37,5 |
| Ls | 37,5 | 37,5 |
| Wg | 57,5 | 37,5 |
| Lg | 37,5 | 37,5 |

Tabel 3.5 menunjukkan perbandingan dimensi pada tabel parameter simulasi awal dengan optimasi simulasi akhir dimana dengan parameter tersebut dapat menghasilkan spesifikasi yang baru. Berikut hasil simulasi yang didapatkan dari optimasi yang telah dilakukan:


 Gambar 3. 22 *Return Loss* Hasil Optimasi Antena *Patch Square* 1x2

Gambar 3.22 menunjukkan *return loss* antenna mikrostrip *patch square* 1x2 pada frekuensi kerja 2,4 GHz sebesar -32,7 dB setelah dilakukan optimasi akhir.


 Gambar 3. 23 VSWR Hasil Optimasi Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2

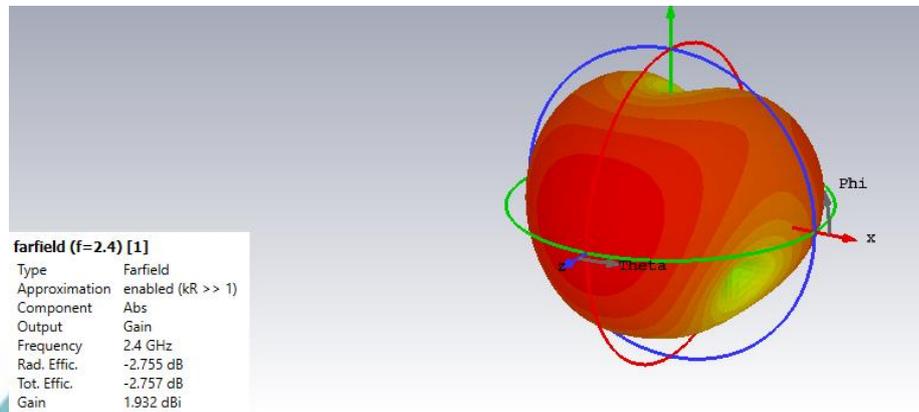
Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


Hak Cipta :

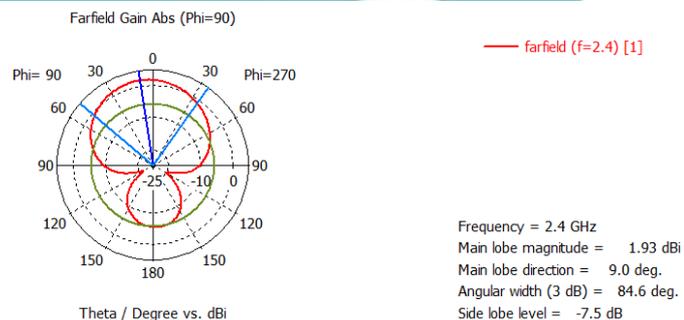
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.23 menunjukkan VSWR antenna mikrostrip *patch square* yang jatuh pada frekuensi kerja 2,4 GHz sebesar 1,047 setelah dilakukan optimasi. Hasil ini sebagai gambaran *matching* atau tidaknya antenna dengan saluran pencatu pada saat merealisasikan antenna mikrostrip.



Gambar 3. 24 Gain Hasil Optimasi Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x2

Gambar 3.24 menunjukkan *gain* antenna mikrostrip *patch square* 1x2 yaitu sebesar 1.932 dB setelah dilakukan optimasi akhir pada tampilan Gain (IEEE). Hasil ini belum memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

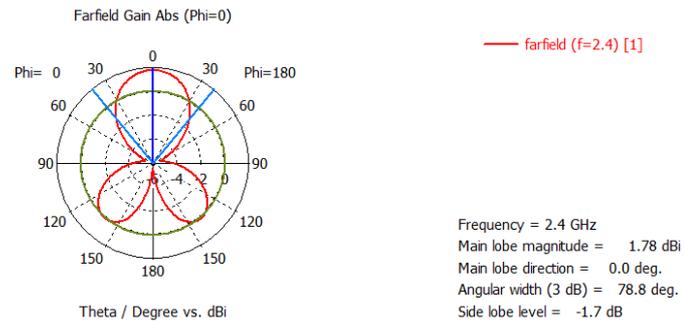


Gambar 3. 25 Pola Radiasi Azimut Hasil Optimasi

Gambar 3.25 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (azimut) dimana untuk frekuensi kerja 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 84,6° dengan daya *main lobe* sebesar 1,93 dB pada sudut 9°.


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 26 Pola Radiasi Elevasi Hasil Optimasi

Gambar 3.26 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertical (elevasi) dimana pada frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar $78,8^\circ$ dengan *main lobe* sebesar $1,78^\circ$ dB pada sudut 0° .

Berdasarkan nilai parameter optimasi tersebut masih ada parameter yang belum sesuai seperti yang diharapkan pada saat fabrikasi seperti pada Tabel 3.6 menampilkan perbandingan hasil parameter VSWR, *return loss*, dan *gain* yang dihasilkan pada saat sebelum dan sesudah optimasi.

Tabel 3. 6 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi

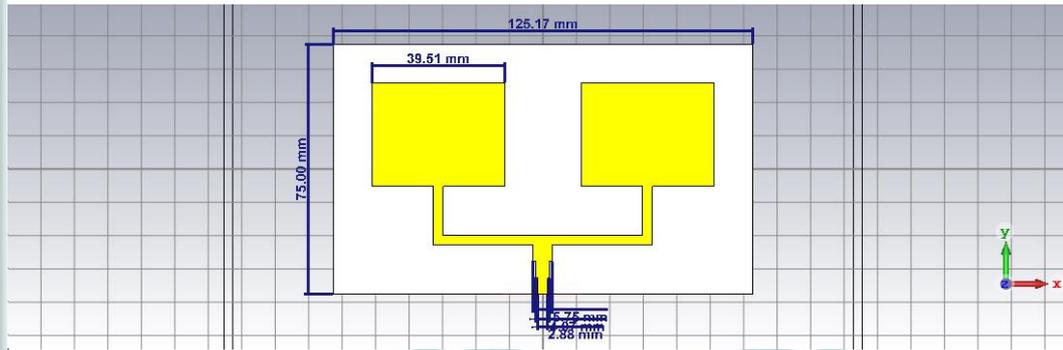
| Parameter | Spesifikasi | Sebelum Optimasi | Sesudah Optimasi | Keterangan |
|--------------------|-----------------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| <i>Return Loss</i> | < -10 dB | -7,229 dB | -32,7 dB | Memenuhi spesifikasi |
| VSWR | $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$ | 2,54 | 1,047 | Memenuhi spesifikasi |
| <i>Gain</i> | ≥ 5 dB | 4,290 dB | 1,932 dB | Tidak memenuhi Spesifikasi |

Tabel 3.6 menunjukkan hasil simulasi pada saat sebelum dan sesudah optimasi dimana dapat dilihat hasil yang diperoleh pada optimasi akhir belum memenuhi spesifikasi yang ditetapkan sebelumnya maka dari itu terdapat perubahan yang dimana akan membuat rancangan baru dengan menambahkan *patch* atau meng-*array patch* antena untuk menambahkan *gain* yang belum memenuhi spesifikasi. Adapun antena hasil optimasi dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 27 Desain Antena Mikrostrip Patch Square 1x2 Hasil Optimasi

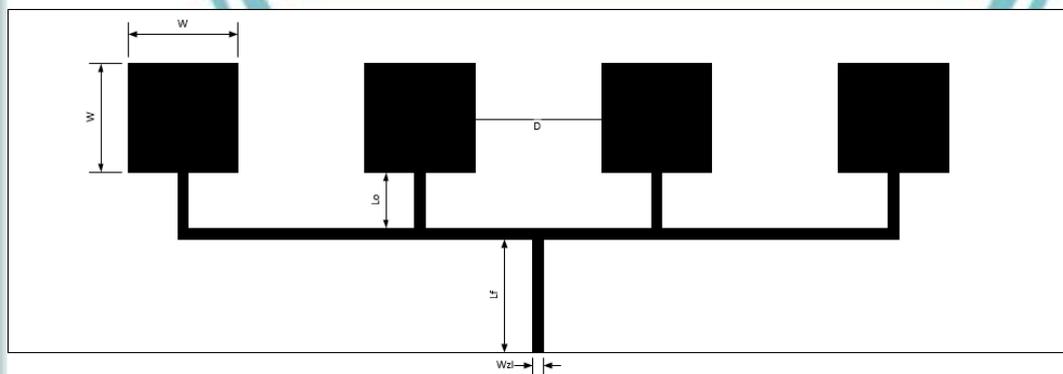
Gambar 3.27 menunjukkan desain antena mikrostrip *patch square* 1x2 yang sudah dioptimasi dimana hasil tersebut yaitu VSWR sebesar 1,047, *return loss* -32,7 dB, dan *gain* sebesar 1,92 dB.

3.2.5. Perancangan Antena Mikrostrip Patch Square 1x4

Pada perancangan antena mikrostrip baru ini bertujuan untuk memenuhi spesifikasi antena yang belum sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan seperti pada Tabel 3.1 dimana pada perancangan sebelumnya untuk *gain* dari antena mikrostrip *square patch* 1x2 masih belum memenuhi spesifikasi. Untuk memenuhi spesifikasi tersebut maka dibuatlah antena mikrostrip baru dengan menambahkan *patch* atau meng-*array patch* antena mikrostrip menjadi *patch square* 1x4 dengan penjelasan sebagai berikut:

a) Menentukan Model Antena Mikrostrip Patch Square 1x4

Untuk membuat antena mikrostrip *square patch array* 1x4 membutuhkan model antena terlebih dahulu sebagai acuan untuk melakukan simulasi antena mikrostrip seperti pada Gambar 3.28.



Gambar 3. 28 Model Antena Mikrostrip Patch Square 1x4



Gambar 3.28 menunjukkan model antenna mikropstrip baru *square patch* 1x4 yang akan menjadi acuan untuk melakukan simulasi.

b) Menghitung Ukuran Patch

Untuk perhitungan antenna mikrotstrip baru *square patch* 1x4 menggunakan perhitungan (L) namun sebelumnya juga harus menghitung nilai lebar sisi (W) menggunakan persamaan (2.9)

$$W = \frac{c}{2fr\sqrt{\frac{\epsilon_r+1}{2}}} = \frac{3 \times 10^8}{2(2,4 \times 10^9)\sqrt{\frac{4,4+1}{2}}} = 38,08 \text{ mm} \quad (2.9)$$

$$W = 38,08 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan nilai (W) maka dilakukanlah perhitungan (ϵ_{eff}) untuk mendapatkan nilai Panjang sisi (L) dengan persamaan (2.11)

$$(\epsilon_{eff}) = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-2} \quad (2.11)$$

$$(\epsilon_{eff}) = \frac{4,4+1}{2} + \frac{4,4-1}{2} \left(1 + 12 \frac{1,6}{38}\right)^{-2}$$

$$(\epsilon_{eff}) = 4,088$$

Setelah mendapatkan ϵ efektif kemudian baru bisa menghitung Panjang Efektif (L_{eff}) dari patch square dengan rumus (2.10)

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.10)$$

$$L_{eff} = \frac{3 \times 10^8}{2(2,4 \times 10^9)\sqrt{4,088}}$$

$$L_{eff} = 30,92 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan hasil (L_{eff}) Kemudian dilakukan perhitungan *extended length* / atau perpanjangan akibat fringing menggunakan persamaan berikut:

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_{eff}+0,3)\left(\frac{W}{h}+0,26\right)}{(\epsilon_{eff}+0,258)\left(\frac{W}{h}+0,8\right)} \quad (2.12)$$

$$\Delta L = 0,412 (1,6) \frac{(4,088+0,3)\left(\frac{38,08}{1,6}+0,26\right)}{(4,088+0,258)\left(\frac{38,08}{1,6}+0,8\right)}$$

$$\Delta L = 0,651$$



Setelah mendapatkan nilai ΔL dan L_{eff} maka selanjutnya adalah menentukan nilai (L) dengan persamaan:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.13)$$

$$L = 30,92 - 2(0,651)$$

$$L = 29,69 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan nilai (L) maka nilai tersebut yang akan menjadi nilai untuk sisi antena mikrostrip *patch square* 1x4. Untuk lebar pencatu yang digunakan sama seperti pada *patch square* 1x2 yaitu $W_{z1} = 2,8 \text{ mm}$ dan $Z1 = 50\Omega$, untuk parameter spesifikasi antena sama seperti pada Tabel 3.1 maka dilakukanlah simulasi untuk melihat hasil dari desain antena mikrostrip *patch square* 1x4 menggunakan *software* CST 2019.

3.2.6. Simulasi Antena *Patch Square* 1x4

Untuk melakukan simulasi antena mikrostrip *patch square* 1x4 membutuhkan parameter untuk melakukan simulasi seperti pada Tabel 3.7

Tabel 3. 7 Parameter Hasil Perhitungan Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x4

| Simbol | Dimensi (mm) | Keterangan |
|----------|--------------|---------------------------|
| h | 1,6 | Tebal Substrat |
| t | 0,035 | Tebal <i>Patch</i> |
| l | 29,69 | Sisi <i>Patch</i> |
| W_{z1} | 2,8 | Lebar Saluran 100Ω |
| W_{zt} | 4,067 | Lebar Saluran 70Ω |
| W_{zo} | 5,75 | Lebar Saluran 50Ω |
| L_t | 14,9 | Panjang Saluran |
| W_s | 280 | Lebar Substrat |
| L_s | 80 | Panjang Substrat |
| W_g | 280 | Lebar <i>Ground</i> |
| L_g | 80 | Panjang <i>Ground</i> |

Tabel 3.7 menunjukkan parameter hasil perhitungan antena mikrostrip *patch square* 1x4 yang akan digunakan sebagai acuan dalam merancang dan melakukan simulasi antena dengan menggunakan *software* CST *Studio Suite* 2019. Adapun hasil parameter yang didapatkan dari simulasi tersebut diantaranya sebagai berikut:

Hak Cipta :

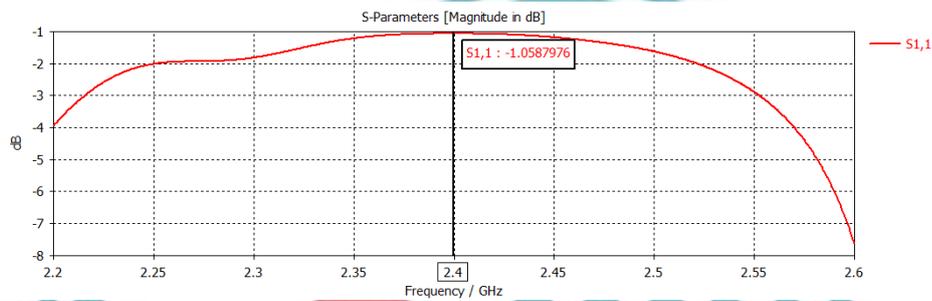
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

a. Hasil simulasi parameter *Return Loss Patch Square 1x4*

Nilai dari *return loss* berbanding lurus dengan VSWR dimana semakin kecil nilai yang dihasilkan maka akan semakin baik pula performansi antenna. Nilai *return loss* yang dihasilkan setelah simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.29.

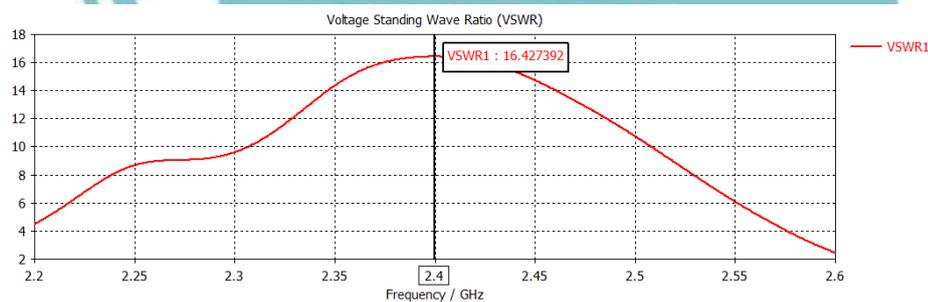


Gambar 3. 29 *Return Loss* Hasil Optimasi Antena *Patch Square 1x4*

Gambar 3.29 menunjukkan *return loss* antenna mikrostrip *Patch Square 1x4* yaitu sebesar -1,058 dB. Hasil tersebut belum dikatakan baik karena tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan sehingga perlu dilakukan optimasi agar didapatkan *return loss* yang lebih baik.

b. Hasil simulasi parameter *VSWR Patch Square 1x4*

VSWR merupakan penentu *matching* atau tidaknya antenna dengan saluran pencatu. Nilai VSWR yang dihasilkan setelah melakukan simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.30.



Gambar 3. 30 VSWR Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Patch Square 1x4*

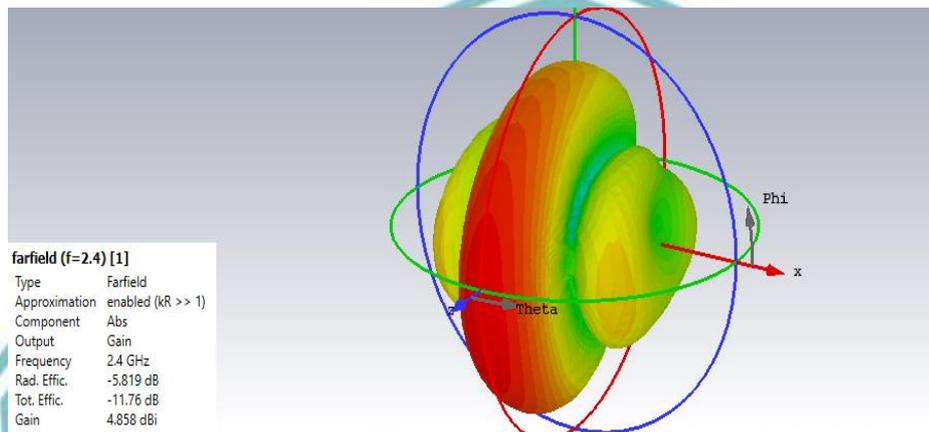
Gambar 3.30 menunjukkan VSWR antenna mikrostrip *Patch Square 1x4* yaitu sebesar 16,427. Hasil tersebut tidak dikatakan baik dimana VSWR pada frekuensi kerja 2,4 GHz nilai belum memenuhi spesifikasi antenna sehingga perlu dilakukan optimasi agar didapatkan VSWR yang lebih baik.


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

c. Hasil simulasi parameter *Gain Patch Square 1x4*

Gain yang dihasilkan pada simulasi merupakan gambaran perkiraan kekuatan daya pancar sinyal yang dihasilkan antenna mikrostrip. Nilai *gain* yang dihasilkan setelah simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.31.

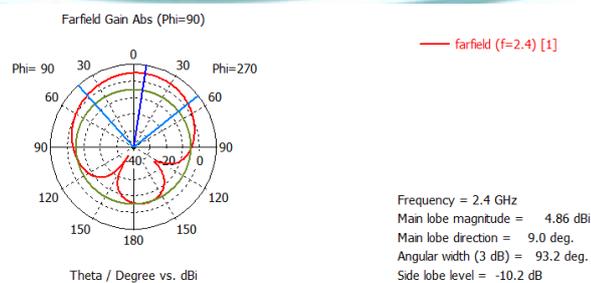


Gambar 3. 31 *Gain* Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Patch Square 1x4*

Gambar 3.31 menunjukkan Hasil simulasi parameter *gain* antenna mikrostrip *patch square 1x4* yaitu sebesar 4,858 dB pada tampilan *Gain (IEEE)* dimana hasil tersebut belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan sehingga perlu dioptimasi Kembali agar menghasilkan nilai penguatan sinyal yang lebih baik ketika direalisasikan.

d. Hasil simulasi parameter Pola Radiasi Patch Square 1x4

Pola radiasi menggambarkan sifat radiasi suatu antenna pada medan jauh sebagai fungsi arah dimana berdasarkan hasil simulasi didapatkan pola radiasi omnidireksional. Dapat dilihat pada Gambar 3.32 dan 3.33 menunjukkan pola radiasi yang ditampilkan pada simulasi.

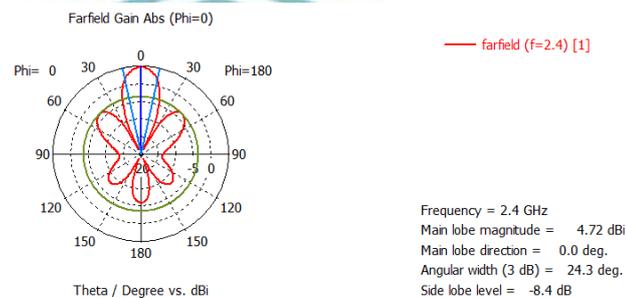



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 32 Pola Radiasi Azimut Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Patch Square 1x4*

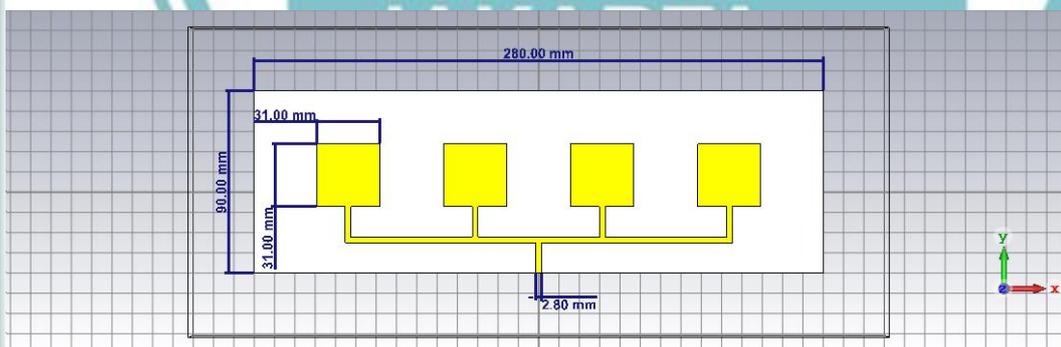
Gambar 3.32 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (azimuth) dimana untuk frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar $93,2^\circ$ dengan daya *main lobe* sebesar 4,86 dB pada sudut $-10,2^\circ$.



Gambar 3. 33 Pola Radiasi Elevasi Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Patch Square 1x4*

Gambar 3.33 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertical (elevasi) dimana untuk frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar $24,3^\circ$ dengan daya *main lobe* sebesar 4,72 dB pada sudut $-8,4^\circ$.

Berdasarkan data pada simulasi tersebut, dapat diketahui nilai yang dihasilkan untuk *return loss*, *VSWR*, dan *gain* belum memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan sehingga perlu dilakukan optimasi agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Hasil desain antenna yang sudah di simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.34



Gambar 3. 34 Desain Antena Mikrostrip *Patch Square 1x4* Hasil Simulasi

Gambar 3.34 menunjukkan desain antenna mikrostrip *patch square 1x4* yang sudah disimulasi menggunakan *CST studio suite 2019*. Hasil simulasi yang

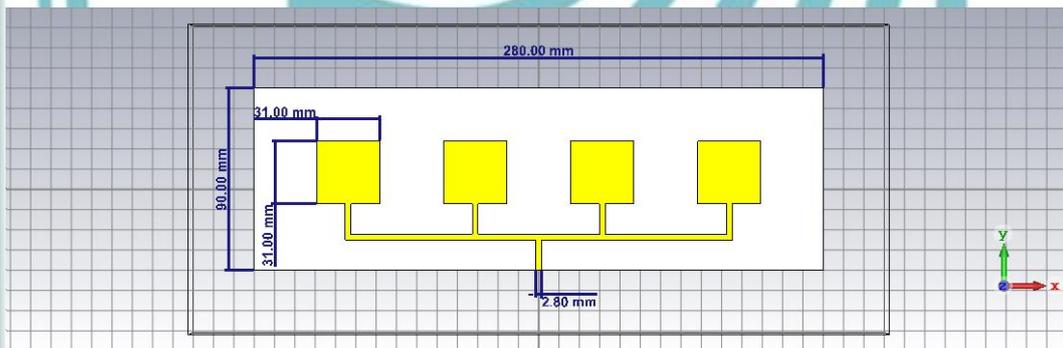

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dilakukan menghasilkan VSWR sebesar 16,427, *return loss* -1,058 dB, dan *gain* sebesar 4,858 dB.

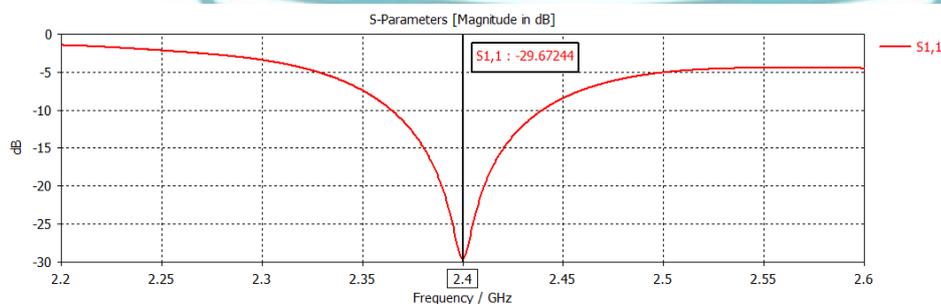
3.2.7. Optimasi Antena *Patch Square* 1x4

Optimasi antena dilakukan dengan cara mengubah dimensi atau nilai parameter antena hingga mendapatkan hasil simulasi yang memenuhi spesifikasi. Berdasarkan beberapa kali optimasi yang telah dilakukan, dapat diketahui bagian-bagian yang mempengaruhi parameter spesifikasi antena, seperti perubahan nilai *patch* dan *ground* berpengaruh terhadap nilai penguatan dan direktivitas yang dihasilkan, sedangkan ukuran lebar pencatu berpengaruh terhadap nilai *return loss* dan VSWR. Karena begitu banyak simulasi optimasi yang dilakukan, maka dapat dilihat pada Tabel 3.8 menunjukkan perbandingan parameter dimensi awal antena sebelum optimasi dan optimasi akhir *patch square* 1x4. Adapun desain antena mikrostrip *patch square* 1x4 yang akan dioptimasi dapat dilihat pada Gambar 3.35.



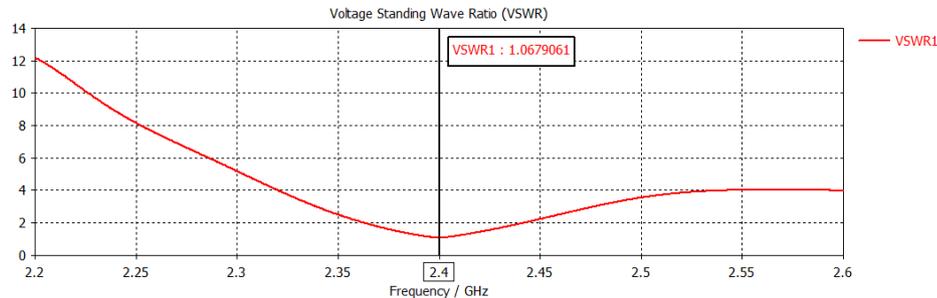
Gambar 3. 35 Desain Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x4 Yang Akan Dioptimasi

Gambar 3.35 menunjukkan desain antena mikrostrip *patch square* 1x4 yang akan dioptimasi untuk mendapatkan nilai parameter yang sesuai dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.2. Berikut hasil simulasi yang didapatkan dari optimasi yang telah dilakukan:



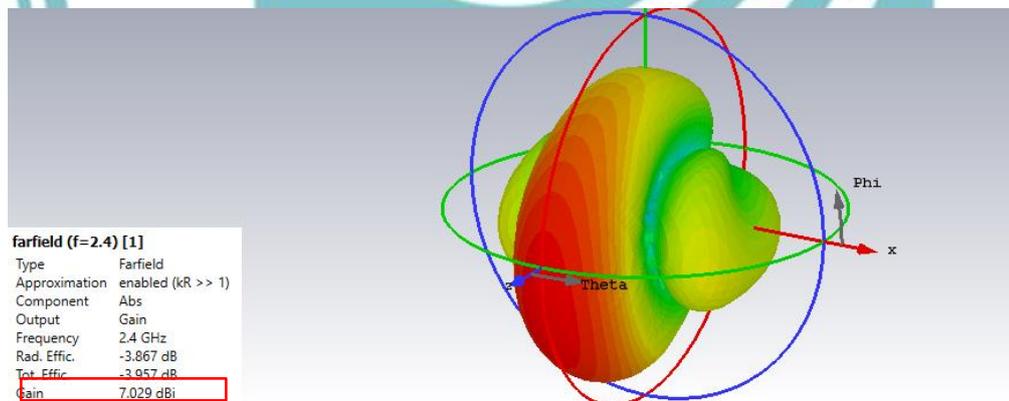
Gambar 3. 36 *Return Loss* Hasil Optimasi Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x4

Gambar 3.36 menunjukkan nilai *return loss* antenna mikrostrip *patch square* 1x4 yang jatuh pada frekuensi kerja 2,4 GHz sebesar -29,67 dB setelah dilakukan optimasi akhir.



Gambar 3.37 VSWR Hasil Optimasi Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x4

Gambar 3.37 menunjukkan VSWR antenna mikrostrip *patch square* 1x4 yang jatuh pada frekuensi kerja 2,4 GHz sebesar 1,067 setelah dilakukan optimasi. Hasil ini sebagai gambaran *matching* atau tidaknya antenna dengan saluran pencatu pada saat merealisasikan antenna mikrostrip.



Gambar 3.38 *Gain* Hasil Optimasi Antena *Patch Square* 1x4

Gambar 3.38 menunjukkan *gain* antenna mikrostrip *patch square* 1x4 yaitu sebesar 7.029 dB setelah dilakukan optimasi akhir pada tampilan *Gain* (IEEE). Hasil ini sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.



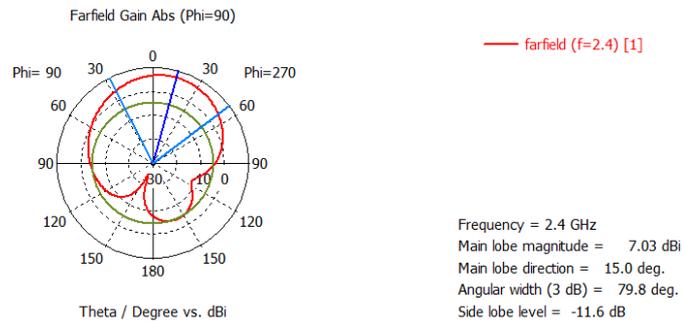
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



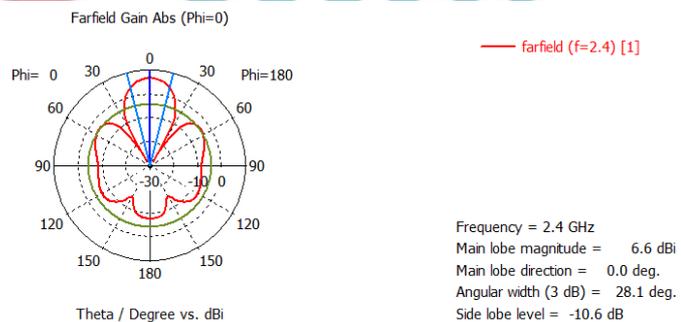
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 39 Pola Radiasi Azimut Hasil Optimasi Antena *Patch Square* 1x4

Gambar 3.39 menunjukkan pola radiasi pada bidang horizontal (azimut) dimana untuk frekuensi kerja 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 79,8° dengan daya *main lobe* sebesar 7,03 dB pada sudut -11,6°.



Gambar 3. 40 Pola Radiasi Elevasi Hasil Optimasi Antena *Patch Square* 1x4

Gambar 3.40 menunjukkan pola radiasi pada bidang vertical (elevasi) dimana pada frekuensi 2,4 GHz lebar *beamwidth* sebesar 28,1° dengan *main lobe* sebesar 6,6° dB pada sudut -10,6°.

Setelah melakukan optimasi antena mikrostrip *patch square* 1x4 maka didapatkan nilai perbandingan dimensi ukuran antena. Nilai perbandingan tersebut yang akan dipakai saat nanti akan melakukan fabrikasi antena mikrostrip *patch square* 1x4. Nilai Perbandingan dimensi dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Parameter Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x4 Hasil Optimasi

| Simbol | Dimensi simulasi awal (mm) | Dimensi optimasi (mm) |
|--------|----------------------------|-----------------------|
| h | 1,6 | 1,6 |
| t | 0,035 | 0,035 |
| l | 31 | 26,6 |
| Wzl | 2,8 | 2,57 |
| Lt | 14,9 | 27,6 |
| Wzt | 4,07 | 4,07 |
| Ws | 280 | 257,6 |
| Ls | 80 | 73,6 |
| Wg | 280 | 197,6 |
| Lg | 80 | 83,6 |

Tabel 3.8 menunjukkan perbandingan dimensi pada tabel parameter simulasi awal dengan optimasi simulasi akhir dimana dengan parameter tersebut dapat menghasilkan spesifikasi yang baru.

Berdasarkan nilai parameter optimasi tersebut dipakai dalam pembuatan antena agar menghasilkan spesifikasi yang diharapkan pada saat fabrikasi seperti pada Tabel 3.9 menampilkan perbandingan hasil parameter *VSWR*, *return loss*, dan *gain* yang dihasilkan pada saat sebelum dan sesudah optimasi.

Tabel 3. 9 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Optimasi Antena Mikrostrip *Patch Square* 1x4

| Parameter | Spesifikasi | Sebelum Optimasi | Sesudah Optimasi | Keterangan |
|--------------------|-------------|------------------|------------------|----------------------|
| <i>Return Loss</i> | <-10 dB | -1,058 dB | -29,67 dB | Memenuhi spesifikasi |
| <i>VSWR</i> | ≤ 2 | 2,54 | 1,067 | Memenuhi spesifikasi |
| <i>Gain</i> | ≥ 5 dB | 4,858 dB | 7,039 dB | Memenuhi Spesifikasi |

Tabel 3.9 menunjukkan hasil simulasi pada saat sebelum dan sesudah optimasi dimana dapat dilihat hasil yang diperoleh pada optimasi akhir telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan sebelumnya sehingga didapatkan desain antena mikrostrip *patch square* 1x4 setelah dioptimasi seperti pada Gambar 3.41.



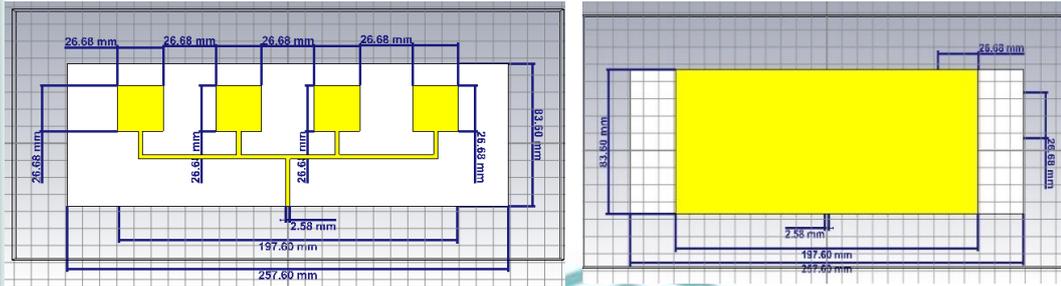
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 41 Desain Akhir Antena Dengan CST 2019

Gambar 3.41 menunjukkan hasil desain akhir antena mikrostrip yang sudah siap untuk di fabrikasi. Sisi sebelah kiri menunjukkan tampak depan antena dan sisi sebelah kanan menunjukkan tampak belakang antena. Hasil optimasi yang didapat yaitu *VSWR* sebesar 1,06, *return loss* yaitu -29,67 dB, dan *gain* 7,039 dB.

3.3. Fabrikasi Antena Mikrostrip

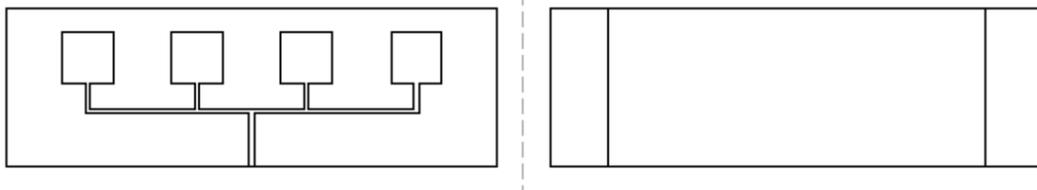
Setelah melakukan perancangan, maka langkah selanjutnya adalah memfabrikasi antena. Proses fabrikasi antena dimulai dengan mengonversi hasil simulasi antena dari CST, menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan untuk membuat antena, dan terakhir proses pembuatan antena.

3.3.1 Konversi Hasil Simulasi Antena

Desain antena yang sudah sesuai spesifikasi kemudian dikonversi menjadi format DXF agar dapat ditampilkan menggunakan Ms Visio yaitu dengan cara :

1. Memilih “*Component*” untuk menampilkan gambar antena
2. Klik pada tab “*Modeling*”, pada menu “*Import/Export*” selanjutnya memilih “*2D files*” dan memilih format “DXF”.
3. Pada tampilan Ms Visio pilih menu “*Insert*”, kemudian pilih “*CAD Drawing*”. Pilih file “DXF” yang tadi sudah di *export* dari CST.

Hasil konversi desain antena ditampilkan menggunakan Ms Visio seperti pada Gambar 3.42.



Gambar 3. 42 Hasil Konversi Desain Antena Tampak Depan dan Belakang

Gambar 3.42 memperlihatkan desain antena hasil optimasi akhir tampak depan (kiri) dan tampak belakang (kanan) yang telah dimasukkan dan disimpan



dalam Ms Visio. Desain tersebut kemudian dicetak untuk keperluan fabrikasi antena mikrostrip *square patch array*.

3.3.2 Menyiapkan Alat dan Bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat antena mikrostrip *patch square*:

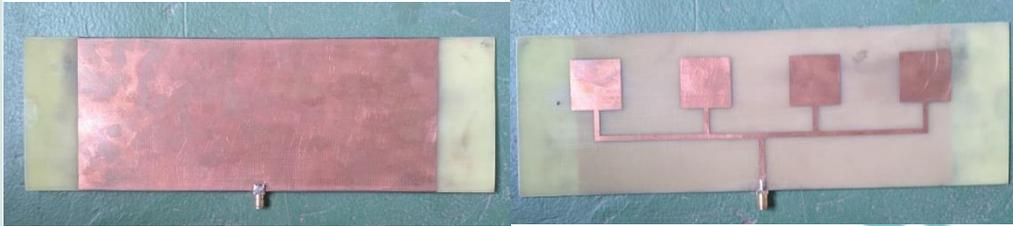
- | | |
|---|--------------|
| 1. Desain antena yang telah dicetak | : 1 buah |
| 2. PCB FR-4 <i>double layer</i> | : 1 buah |
| 3. Konektor SMA <i>Female Chasis Segi</i> 50Ω | : 1 buah |
| 4. Solder | : 1 buah |
| 5. Amplas | : secukupnya |
| 6. Larutan FeCl ₃ | : secukupnya |
| 7. Timah | : secukupnya |
| 8. Kabel RG-58 | : 1 m |

3.3.3 Proses Pembuatan Antena

Setelah mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, maka selanjutnya ialah pembuatan antena. Proses pembuatan antena dapat dilihat pada langkah-langkah berikut:

1. Menyiapkan PCB FR-4 *Epoxy double layer* sesuai ukuran yang dibutuhkan yaitu sebesar 27,6 cm × 83,6 cm.
2. Membersihkan PCB dengan menggunakan amplas.
3. Menempelkan desain antena yang telah dicetak distiker ke atas PCB. Apabila terdapat bagian yang kurang hitam, dapat dihitamkan dengan menggunakan OPM.
4. Memasukkan PCB yang sudah terdapat desain antena ke dalam larutan FeCl₃ lalu digoyangkan sampai tembaga yang tidak tertutup hilang dimana pada saat melarutkan bubuk FeCl₃ menggunakan air panas agar proses pelarutan lebih maksimal.
5. Membersihkan hasil *etching* menggunakan amplas.
6. Menyolder konektor SMA female pada bagian ujung saluran transmisi.

Gambar 3.43 memperlihatkan hasil fabrikasi antenna mikrostrip *patch square* tampak depan (kiri) dan tampak belakang (kanan) yang akan dihubungkan dengan *access point*



Gambar 3. 43 Hasil Konversi Desain Antena Tampak Depan dan Belakang

Berdasarkan Gambar 3.43 dapat dilihat ukuran panjang dan lebar substrat maupun ground sesuai dengan hasil perancangan yaitu 27,6 cm × 8,3 cm serta ukuran sisi *patch* yaitu 2,6 cm x 2,6 cm.

3.4. Konfigurasi *Access Point*

Untuk mendapatkan akses internet pada *access point*, perlu dilakukan konfigurasi, yaitu konfigurasi *Internet Protocol* (IP) yang merupakan identitas dari perangkat yang terhubung ke internet dan *Service Set Identifier* (SSID) yang merupakan nama yang digunakan untuk mengidentifikasi sebuah jaringan Wi-Fi. *Access point* membutuhkan sumber internet, sehingga perlu juga dilakukan pengaturan sumber internet yang digunakan agar *Access point* dapat bekerja dan memiliki akses internet. Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses konfigurasi adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan *access point* dengan laptop menggunakan kabel LAN agar dapat mengatur konfigurasi pada *access point* melalui laptop.
2. Mengatur *default access point* dengan memasukkan IP 192.168.0.254 pada laman *browser* lalu mengisikan *username* dan *password* yang tertera pada *access point* untuk dapat *login* ke menu konfigurasi.
3. Melakukan konfigurasi *wireless setting* pada *access point* dengan sumber internet untuk jaringan WiFi dimana pada pengonfigurasian ini digunakan *password* '12345678'.
4. Mengkonfigurasi SSID *access point* dengan cara melakukan perubahan sesuai yang diinginkan dimana pada pengkonfigurasian ini digunakan SSID 'TUGASAKHIR'.

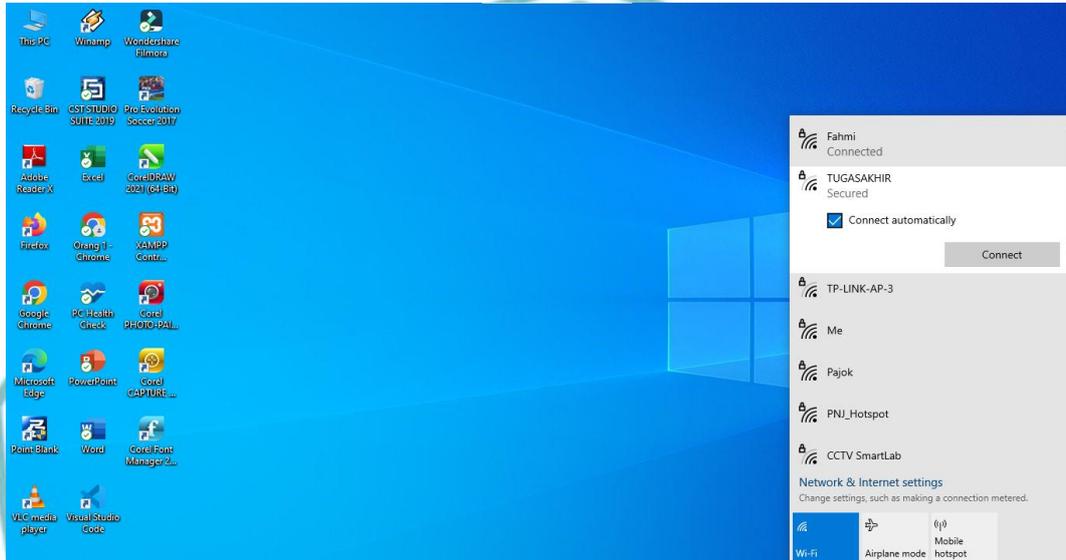




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Setelah melakukan *wireless setting* maka menghubungkan *access point* dengan mikrotik yang terhubung dengan internet VSAT.
6. Melakukan *reboot* setelah semua konfigurasi sebelumnya telah selesai dengan data yang telah diubah dan *access point* siap untuk di-*reboot* sehingga jaringan *wifi* dapat tersedia seperti pada Gambar 3.44.



Gambar 3. 44 Jaringan Wi-Fi “TUGASAKHIR” Tersedia

Gambar 3.44 menampilkan jaringan *wi-fi* yang tersedia setelah melakukan konfigurasi pada *access pont* dimana jaringan dengan SSID ‘TUGASAKHIR’ telah tersedia dan dapat digunakan.

7. Setelah melakukan *reboot access point* maka didapatkan IP *access point* yaitu 192.168.3.150 yang didapatkan dari mikrotik



BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai proses pengujian alat yang bertujuan untuk mengetahui dan memastikan alat yang sudah dibuat dapat digunakan sesuai dengan parameter-parameter yang diinginkan. Berdasarkan uji pengukuran akan diperoleh data-data yang dapat diambil untuk dianalisa, sehingga dapat diketahui kemampuan alat yang telah dibuat. Berikut merupakan data pengujian yang dilakukan pada bab ini:

4.1 Pengukuran Return loss dan VSWR

Setelah melakukan simulasi, optimasi, dan fabrikasi pada antenna mikrostrip dilakukan pengujian terhadap antenna yang telah terealisasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik antenna yang telah dibuat dan memastikan keberhasilan dari proses perancangan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

4.1.1 Deskripsi Pengukuran Return Loss dan VSWR

Pengukuran parameter antenna mikrostrip *patch square* 1x4 meliputi nilai *return loss* dan VSWR yang dihasilkan. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui apakah nilai *return loss*, VSWR, dan frekuensi kerja telah sesuai dengan parameter yang diharapkan dimana *return loss* sebesar <-10 dB, VSWR sebesar ≤ 2 dengan frekuensi kerja antenna berada pada nilai 2,4 GHz

Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan pada:

- Hari, Tanggal : Kamis, 20 Juli 2023
Lokasi : Lab Telekomunikasi Politeknik Negeri Jakarta
Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *square patch array*
2. Network Analyzer M5180
3. Kabel konektor RG 58
Tujuan : Mengetahui nilai VSWR dan *return loss* antenna yang dihasilkan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 1 *Set-Up* Rangkaian Pengukuran Dengan *Network Analyzer*

4.1.2 Prosedur Pengukuran VSWR dan *Return Loss*

Prosedur pengukuran yang dilakukan pada antenna mikrostrip *square patch array* yaitu dengan menggunakan alat ukur *network analyzer* yang bekerja pada frekuensi 300KHz – 18GHz dimana prosedur pengukuran parameter antenna adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan antenna mikrostrip *patch square* 1x4 yang akan diuji.
2. Menghubungkan antenna pada salah satu port *network analyzer* menggunakan *pigtail* 50 Ω .
3. Mengatur *range* frekuensi yang ingin ditampilkan pada *network analyzer* dengan mengatur tombol “*marker*” di frekuensi kerja yaitu 2,4 GHz pada perangkat tersebut.
4. Menampilkan nilai parameter VSWR dan *return loss* pada layar *network analyzer* kemudian menyimpan hasil pengukuran.

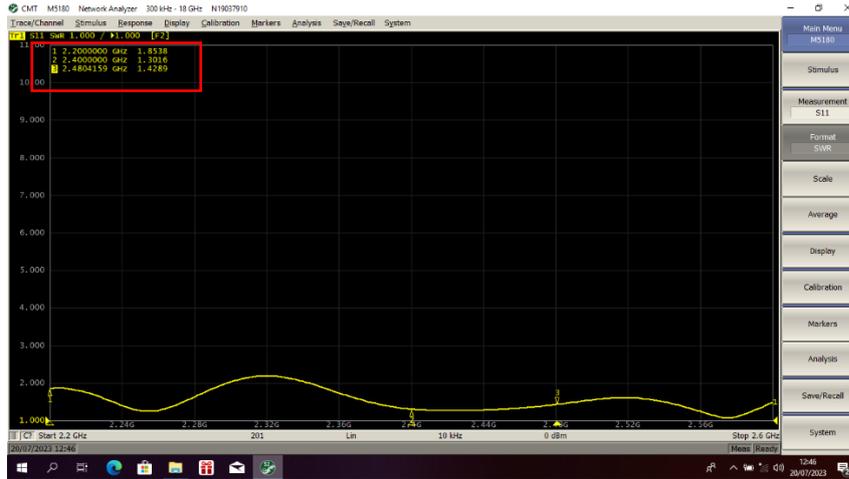
4.1.3 Data Hasil Pengukuran VSWR dan *Return loss*

Pengukuran VSWR membantu untuk melihat apakah hasil simulasi sama dengan hasil fabrikasi antenna kemudian VSWR menjadi evaluasi kualitas sinyal yang diterima atau dikirimkan. VSWR yang rendah mengindikasikan bahwa perangkat dan sistem berfungsi dengan baik. Nilai VSWR dan *return loss* yang diuji menggunakan *network analyzer* dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan 4.3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

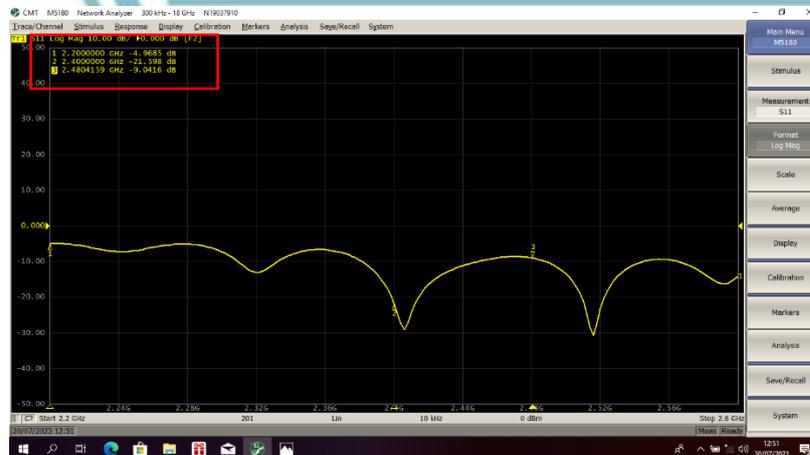


Gambar 4. 2 VSWR Antena Hasil Fabrikasi

Dapat dilihat pada Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengukuran yang ditandai dengan marker 2 didapatkan VSWR sebesar 1,3016 pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Maka dapat diketahui berdasarkan kondisi tersebut performansi antenna dianggap baik dimana menghasilkan VSWR yang memenuhi spesifikasi perancangan. Berdasarkan grafik VSWR, antenna mempunyai frekuensi kerja pada 2,2 – 2,6 GHz.

Pengukuran antenna yang selanjutnya adalah *return loss* dimana cara dan alat yang digunakan untuk mengukur *return loss* sama dengan yang digunakan untuk mengukur VSWR, hanya saja yang akan ditampilkan adalah menu *log mag*.

Pengukuran *return loss* dilakukan untuk mengukur perbandingan gelombang yang dipantulkan dengan gelombang yang dikirim. Gelombang pantul terjadi akibat impedansi antara beban (antenna) dan saluran transmisi mengalami ketidaksesuaian (*mismatched*).



Gambar 4. 3 Return Loss Antena Hasil Fabrikasi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dapat dilihat pada Gambar 4.3 menunjukkan pengukuran *return loss* yang ditandai pada marker 2 didapatkan *return loss* sebesar -21,598 dB pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Berdasarkan kondisi tersebut dapat diketahui bahwa performansi antena dianggap baik dimana menghasilkan *return loss* yang memenuhi spesifikasi perancangan.

Berdasarkan uji parameter antena mikrostrip *patch square* 1x4 tersebut dapat dilihat perbandingan hasil pada simulasi CST 2019 dan hasil realisasi. Perbandingan hasil dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Realisasi

| Kondisi | Return Loss (dB) | VSWR |
|-----------|------------------|-------|
| Simulasi | -29,67 | 1,06 |
| Realisasi | -21,598 | 1,301 |

Tabel 4.1 menampilkan hasil perbandingan parameter antena yaitu nilai *return loss* dan VSWR antena yang dihasilkan pada saat simulasi dengan antena yang sudah direalisasikan. Dapat dilihat perbedaan nilai antara simulasi dengan realisasi tidak berbeda terlalu jauh. Nilai tersebut dapat dikatakan baik karena *return loss* dan VSWR yang didapat sudah sesuai spesifikasi yang artinya nilai gelombang yang di refleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirim atau dengan kata lain saluran transmisi sudah *matching*. Adanya perbedaan nilai tersebut dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, seperti:

1. Proses pencetakan desain pada PCB yang tidak presisi seperti pada perancangan mengakibatkan perbedaan hasil parameter.
2. Proses pemasangan konektor tidak tersolder dengan baik.
3. Pemilihan substrat yang digunakan belum tentu memiliki ketebalan dan permitivitas dielektrik yang sama dengan perancangan.
4. Pada proses etching pada PCB yang kurang merata dan bagian tembaga yang tidak diinginkan belum teretching sepenuhnya.

4.2 Pengukuran Jarak Antena

Pengujian jarak antena bertujuan untuk mengetahui bagaimana performansi jangkauan antena sebagai antena pengganti pada *access point* dapat memancarkan sinyal internet dengan baik.



4.2.1 Deskripsi Pengukuran Jarak Antena

Pengukuran jarak antena dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran antara antena bawaan dengan antena mikrostrip *patch square* 1x4 sebagai pemancar dari *access point*. Pengukuran dilakukan dalam keadaan *Line of Sight* (LOS) dan *Non Line of Sight* (NLOS). Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan pada:

- Hari, Tanggal : Selasa, 25 Juli 2023
Lokasi : Gedung Labolatoritum Telekomunikasi, Depok
Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *patch square* 1x4
2. *Access Point outdoor*
3. Kabel UTP Cat 5e
4. Konektor RP SMA to SMA
5. Kabel Rol
6. *Wifi Analyzer*

Tujuan : Mengetahui perbandingan jarak pancar dari antena bawaan dengan antena mikrostrip dalam keadaan LOS maupun NLOS.

Skema rangkaian yang digunakan untuk melakukan pengukuran jangkauan antena pada jarak yang sudah ditentukan dengan menggunakan *wifi analyzer* dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 *Set up* Rangkaian Pengukuran Jarak Antena

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.2 Prosedur Pengukuran Jarak Antena

Prosedur pengukuran jarak antena yaitu dengan mengukur daya pancar antena menggunakan aplikasi *wifi analyzer* dimana prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan antena mikrostrip *patch square* 1x4 dengan *access point*
2. Atur jarak berdiri kemudian mengukur level daya pancar antena menggunakan aplikasi *wifi analyzer*.
3. Mencatat hasil pengukuran jarak pancar antena bawaan dalam keadaan LOS dimana posisi pemancar berada di depan Gedung laboratorium telekomunikasi sedangkan posisi penerima berada di searah garis lurus posisi pemancar dengan jarak-jarak yang telah ditentukan.
4. Mencatat hasil pengukuran jarak pancar antena bawaan dalam keadaan NLOS dimana posisi pemancar berada di samping Gedung laboratorium telekomunikasi sedangkan posisi penerima berada di arah Gedung D dengan halangan berupa pohon, masjid, dan bangunan lainnya

4.2.3 Data Hasil Pengukuran Jarak Antena

Berdasarkan pengukuran jarak antena yang digunakan maka didapatkan hasil pengukuran seperti pada Tabel 4.2 dan 4.3.

Tabel 4. 2 Pengukuran Jarak LOS

| Jarak (m) | Antena Bawaan (dBm) | Antena Bawaan (Watt) | Antena Mikrostrip (dBm) | Antena Fabrikasi (Watt) |
|-----------|---------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 10 | -56 | $2,55 \times 10^{-9}$ | -58 | $1,58 \times 10^{-9}$ |
| 40 | -66 | $2,55 \times 10^{-10}$ | -67 | $1,99 \times 10^{-10}$ |
| 60 | -77 | $1,99 \times 10^{-11}$ | -77 | $1,99 \times 10^{-11}$ |
| 80 | -79 | $1,2 \times 10^{-11}$ | -79 | $1,25 \times 10^{-11}$ |
| 100 | -80 | 1×10^{-11} | -80 | 1×10^{-11} |
| 110 | -84 | $3,98 \times 10^{-12}$ | -81 | $7,94 \times 10^{-11}$ |
| 115 | | | -86 | $2,51 \times 10^{-12}$ |

Tabel 4.2 menunjukkan hasil perbandingan pengukuran daya sinyal yang didapatkan pada saat menghubungkan antena bawaan dan antena mikrostrip dalam keadaan LOS. Hasil antara kedua antena tersebut tidak terlalu jauh perbedaannya sampai jarak 80 meter sinyal yang didapatkan baik, namun pada saat mencapai jarak



lebih dari 110 meter keadaan pancaran sinyal bawaan semakin buruk dan hilang pada jarak maksimum 115 meter.

Tabel 4. 3 Pengukuran Jarak NLOS

| Jarak (m) | Antena Bawaan (dBm) | Antena Bawaan (Watt) | Antena Mikrostrip (dBm) | Antena Fabrikasi (Watt) |
|-----------|---------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 10 | -55 | 3.16×10^{-9} | -51 | 7.94×10^{-9} |
| 20 | -60 | 1×10^{-9} | -59 | 1.25×10^{-9} |
| 30 | -62 | 6.3×10^{-10} | -63 | 5.01×10^{-10} |
| 40 | -68 | 1.58×10^{-10} | -70 | 1×10^{-10} |
| 50 | -75 | 3.16×10^{-11} | -73 | 5.01×10^{-11} |
| 60 | -81 | 7.94×10^{-11} | -79 | 1.25×10^{-11} |

Tabel 4.3 menunjukkan hasil perbandingan pengukuran daya sinyal yang didapatkan pada saat menghubungkan antena bawaan dan antena mikrostrip dalam keadaan NLOS. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, dapat diketahui dalam keadaan NLOS jarak maksimum yang dijangkau antena bawaan dan mikrostrip berada sejauh 60 meter.

Berdasarkan hasil pengukuran jarak pancar antena dalam keadaan LOS dan NLOS, dapat dilihat perbedaan jarak maksimum yang dicapai oleh antena mikrostrip *patch square* 1x4 dalam keadaan LOS menjangkau sejauh 110 meter dengan level sinyal terendah -86 dBm sedangkan dalam keadaan NLOS menjangkau sejauh 60 meter dengan level sinyal terendah -79 dBm. Berdasarkan kondisi tersebut dapat diketahui performa antena mikrostrip dalam memancarkan sinyal lebih baik dibandingkan antena bawaan dalam keadaan LOS dan NLOS.

4.3 Pengukuran Koneksi Internet VSAT

Pengukuran koneksi internet VSAT bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kapasitas internet yang ditransmisikan oleh VSAT. Pengukuran koneksi internet VSAT menggunakan *access point* yang sudah terhubung dengan koneksi internet VSAT menggunakan kabel UTP RJ 45.

4.3.1 Deskripsi Pengukuran Koneksi Internet VSAT

Pengukuran Koneksi ini menggunakan antena mikrostrip *patch square* 1x4 sebagai pemancar *access point*. Pengukuran dilakukan menggunakan *speedtest.net*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



untuk melihat besar koneksi internet yang ditransmisikan. Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan:

- Hari, Tanggal : Kamis, 3 Agustus 2023
- Lokasi : Gedung Labolatoritum Telekomunikasi, Depok
- Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *patch square* 1x4
2. *Access Point outdoor*
3. Kabel UTP Cat 5e
4. Konektor RP SMA to SMA
5. Kabel Rol
6. *Smartphone*

Tujuan : Mengetahui berapa besar kapasitas internet VSAT yang ditransmisikan menggunakan *access point*.

Skema rangkaian yang digunakan untuk melakukan pengukuran jangkauan antena pada jarak yang sudah ditentukan dengan menggunakan *wifi analyzer* dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4. 5 Set-Up Pengukuran Koneksi Internet VSAT

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.2 Prosedur Pengukuran Koneksi Internet VSAT

Prosedur pengukuran koneksi internet VSAT yaitu dengan mengukur kapasitas internet yang ditransmisikan oleh VSAT menggunakan *website speedtest*, dimana prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan antena mikrostrip *patch square* 1x4 dengan *access point*
2. Atur jarak berdiri kemudian mengukur kapasitas internet menggunakan aplikasi *speedtest.net*.
3. Mencatat hasil pengukuran kapasitas internet yang didapat dari *speedtest.net*.

4.3.3 Data Hasil Pengukuran Koneksi Internet VSAT

Berdasarkan hasil pengukuran koneksi internet VSAT menggunakan *access point* yang terhubung dengan antena mikrostrip *patch square* 1x4 seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran Menggunakan *Speedtest*

Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengukuran menggunakan *speedtest.net* didapatkan nilai *bandwidth downlink* sebesar 11,56 Mbps dan nilai *latency* 650 ms. Dimana untuk nilai *latency* masih sangat pada koneksi internet VSAT.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4 Pengukuran *Gain* Antena Mikrostrip

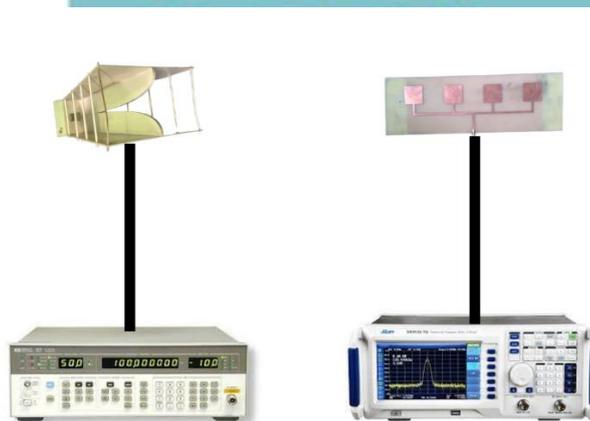
Pengukuran *gain* bertujuan untuk mengetahui seberapa besar *gain* yang dihasilkan oleh antena mikrostrip *patch square* 1x4 sebagai pengganti antena *access point*.

4.4.1 Deskripsi Pengukuran *Gain*

Pengukuran *gain* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar *gain* yang dihasilkan antena mikrostrip *patch square* 1x4 yang sudah difabrikasi dengan nilai *gain* hasil simulasi pada *CST studio suite 2019* dan membandingkan *gain* antena bawaan dengan antena fabrikasi. Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan:

- Hari, Tanggal : Kamis, 10 Agustus 2023
- Lokasi : PT. Radar Telekomunikasi Indonesia, Bandung
- Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *patch square* 1x4
2. Kabel Konektor RG 58
3. Antena Referensi
4. *Signal Generator*
5. *Spektrum Analyzer*
- Tujuan : Mengetahui perbandingan *gain* dari antena bawaan dengan antena mikrostrip setelah difabrikasi

Skema rangkaian yang digunakan untuk melakukan pengukuran *gain* antena pada jarak yang sudah ditentukan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Set Up Pengukuran *Gain*



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2 Prosedur Pengukuran Gain

Prosedur pengukuran *gain* digunakan untuk mengetahui perbandingan nilai *gain* antena mikrostrip yang sudah difabrikasi dengan hasil simulasi menggunakan CST *Studio Suite* 2019. Adapun prosedur untuk melakukan pengukuran *gain* sebagai berikut:

1. Mengatur frekuensi *signal generator* dengan frekuensi 2,4 GHz
2. Mengatur *spectrum analyzer* untuk dapat menerima frekuensi 2,4 GHz
3. Menghubungkan antena referensi dengan *signal generator*
4. Menghubungkan antena mikrostrip *patch square* dengan *spectrum analyzer*
5. Kemudian catat nilai daya yang tertampil di *spectrum analyzer* pada tabel data pengukuran

4.4.3 Data Hasil Pengukuran Gain

Berdasarkan pengukuran *gain* antena yang telah dilakukan menggunakan antena mikrostrip *patch square* 1x4 maka didapatkan hasil pengukuran seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Parameter Pengukuran *Gain*

| Parameter | Nilai |
|--------------------------------|---------|
| <i>Power Transmitter</i> | -14 dBm |
| <i>Power Receiver</i> | -39 dBm |
| <i>Loss Kabel Transmitter</i> | 3 dB |
| <i>Loss Kabel Receiver</i> | 3 dB |
| FSL | 1 meter |
| <i>Gain Antena Transmitter</i> | 10 dB |

Setelah mengetahui nilai parameter pengukuran maka untuk mendapatkan nilai *gain* dengan persamaan (2.4)

$$Power_{Rx} = Power_{Tx} - LS_{Tx} + GA_{Tx} - FPL + GA_{Rx} - LS_{Rx} \quad (2.4)$$

Dimana:

LS = *Loss Kabel*

GA = *Gain Antena*

FPL = *Free Path Loss*

Maka dilakukanlah perhitungan menggunakan persamaan (2.4) seperti dibawah ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$-39 = -14 - (-3) + 10 - 40 + GA_{Rx} - 3$$

$$-39 = -41 + GA_{Rx} - 3$$

$$44 - 39 = GA_{Rx}$$

$$GA_{Rx} = 5$$

Berdasarkan perhitungan *gain* antena mikrostrip *patch square* 1x4 tersebut dapat dilihat perbandingan nilai *gain* pada simulasi CST *studio suite* 2019 dan realisasi pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Perbandingan Gain Simulasi dan Realisasi

| Kondisi | Gain (dB) |
|-----------|-----------|
| Simulasi | 7.029 |
| Realisasi | 5 |

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan perbandingan antara hasil simulasi dan realisasi antena mikrostrip *patch square* 1x4. Terdapat perbedaan antara nilai realisasi dengan simulasi namun nilai tersebut berbeda jauh tetapi nilai *gain* hasil realisasi masih sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

4.5 Pengukuran Pola Radiasi Antena Mikrostrip

Pengukuran pola radiasi antena mikrostrip bertujuan untuk mengetahui bentuk pola radiasi yang dihasilkan oleh antena mikrostrip *patch square* 1x4 yang telah di fabrikasi

4.5.1 Deskripsi Pengukuran Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi dilakukan untuk mengetahui bentuk pola radiasi antena mikrostrip *patch square* 1x4 setelah fabrikasi dengan hasil simulasi yang dilakukan pada CST *studio suite* 2019. Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan:

- Hari, Tanggal : Kamis, 10 Agustus 2023
- Lokasi : PT. Radar Telekomunikasi Indonesia, Bandung
- Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *patch square* 1x4
2. Kabel Konektor RG 58
3. Antena Referensi
4. *Signal Generator*
5. *Spektrum Anlyzer*

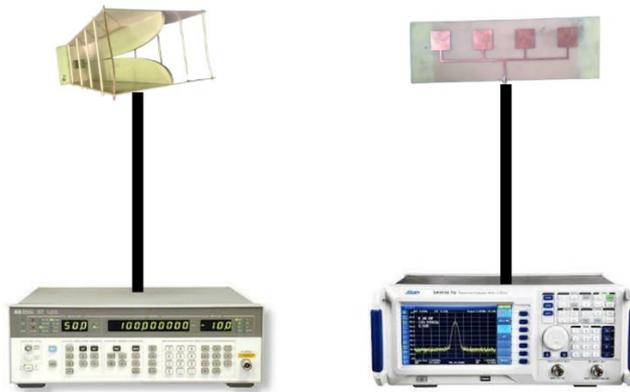


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tujuan : Mengetahui pola radiasi antenna mikrostrip *patch square* 1x4 yang sudah difabrikasi

Skema rangkaian yang digunakan untuk melakukan pengukuran pola radiasi antenna pada jarak yang sudah ditentukan yaitu 1 meter, kemudian antenna mikrostrip diputar mulai dari 0° sampai 350° dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Set Up Pengukuran Pola Radiasi

4.5.2 Prosedur Pengukuran Pola Radiasi

Prosedur pengukuran pola radiasi digunakan untuk mengetahui perbandingan antenna mikrostrip yang sudah difabrikasi dengan hasil simulasi menggunakan *CST Studio Suite 2019*. Adapun prosedur untuk melakukan pengukuran pola radiasi sebagai berikut:

1. Mengatur frekuensi *signal generator* dengan frekuensi 2,4 GHz
2. Mengatur *spectrum analyzer* untuk dapat menerima frekuensi 2,4 GHz
3. Menghubungkan antenna referensi dengan *signal generator*
4. Menghubungkan antenna mikrostrip *patch square* dengan *spectrum analyzer*
5. Putar antenna mulai dari 0° sampai 350°
6. Kemudian catat nilai daya yang tertampil di *spectrum analyzer* pada tabel data pengukuran

4.5.3 Data Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Hasil pengukuran pola radiasi yang didapatkan dalam satuan dBm, maka nilai tersebut perlu dinormalisasi dengan tujuan untuk menyederhanakan angka sehingga membentuk pola radiasi yang lebih jelas dimana data tersebut dikonversi ke dalam satuan dB dengan menggunakan persamaan (2.5) berikut:



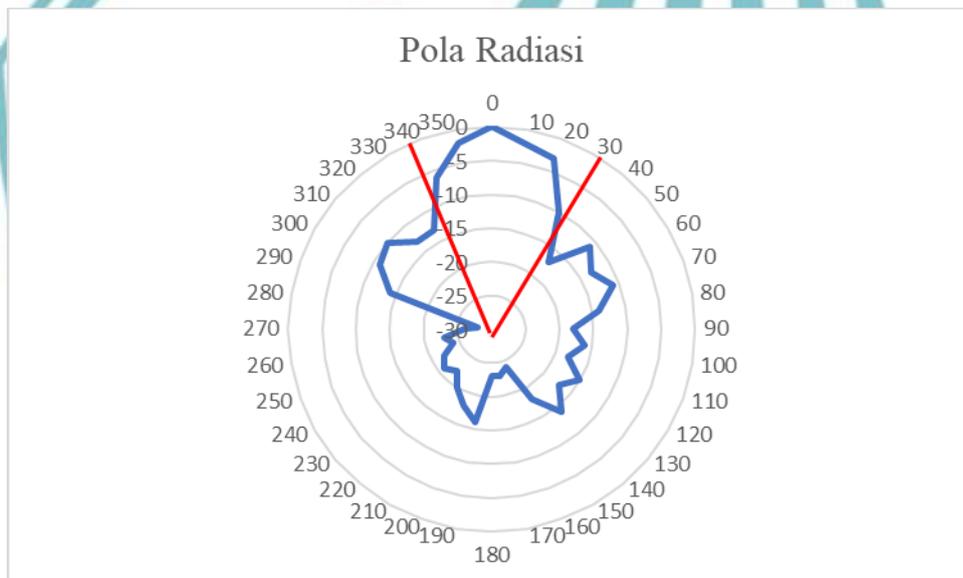
$$\text{Level daya(dB)} = \text{Level daya(dBm)} - 30 \quad (2.5)$$

Selanjutnya adalah menormalisasikan nilai level daya tersebut terhadap level daya tertinggi yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan (2.6) berikut:

$$\text{Normalisasi(dB)} = \text{Level daya sudut } x^\circ - \text{Level daya sudut } y^\circ \quad (2.6)$$

Berdasarkan hasil pengukuran pola radiasi yang dilakukan menggunakan antenna mikrostrip *patch square* 1x4 didapatkan data hasil pengukuran seperti pada Tabel 4.6.

Setelah mendapatkan nilai hasil pengukuran level daya dari 0° sampai 350° , maka selanjutnya bentuk pola radiasi dapat dibuat menggunakan nilai normalisasi dan membentuk pola radiasi. Bentuk pola radiasi antenna fabrikasi dengan frekuensi kerja 2,4 GHz dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4. 9 Pola Radiasi

Gambar 4.9 menunjukkan hasil pola radiasi dari antenna mikrostrip *patch square* 1x4 yang berbentuk *unidirectional* dimana pada saat melakukan pengukuran pada bidang horizontal didapatkan *beamwidth* sebesar 50° . Adapun HPBW yang dihasilkan tersebut didapatkan menggunakan persamaan (2.4):

$$HPBW = |340^\circ - 30^\circ| = 50^\circ$$

Bentuk pola radiasi antenna realisasi memiliki perbedaan dengan hasil simulasi yang terdapat pada Gambar 3.26, hal tersebut terjadi disebabkan beberapa faktor saat melakukan fabrikasi antenna seperti kurang presisi seperti disimulasi sehingga mempengaruhi hasil pengujian pola radiasi setelah difabrikasi.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Tabel 4. 6 Hasil Pengukuran Pola Radiasi

| Sudut | Level Daya (dBm) | Level Daya (dB) | Normalisasi (dB) | Level Daya (W) |
|-------|------------------|-----------------|------------------|----------------|
| 0 | -39 | -69 | 0 | 0.1 |
| 10 | -41 | -71 | -2 | 0.6 |
| 20 | -47 | -77 | -3 | 0.5 |
| 30 | -56 | -86 | -17 | 0.019 |
| 40 | -41 | -71 | -2 | 0.6 |
| 50 | -50 | -80 | -11 | 0.07 |
| 60 | -52 | -82 | -13 | 0.05 |
| 70 | -50 | -80 | -11 | 0.07 |
| 80 | -53 | -83 | -14 | 0.03 |
| 90 | -57 | -87 | -18 | 0.015 |
| 100 | -55 | -85 | -16 | 0.025 |
| 110 | -57 | -87 | -18 | 0.015 |
| 120 | -54 | -84 | -15 | 0.031 |
| 130 | -56 | -86 | -17 | 0.019 |
| 140 | -53 | -83 | -14 | 0,039 |
| 150 | -57 | -87 | -18 | 0.001 |
| 160 | -63 | -93 | -24 | 0.003 |
| 170 | -62 | -92 | -23 | 0.005 |
| 180 | -52 | -82 | -13 | 0.05 |
| 190 | -55 | -85 | -16 | 0.025 |
| 200 | -57 | -87 | -18 | 0.015 |
| 210 | -59 | -89 | -20 | 0.009 |
| 220 | -61 | -91 | -22 | 0.006 |
| 230 | -60 | -90 | -21 | 0.007 |
| 240 | -61 | -91 | -22 | 0.006 |
| 250 | -53 | -93 | -24 | 0.003 |
| 260 | -52 | -92 | -23 | 0.005 |
| 270 | -55 | -95 | -26 | 0.002 |
| 280 | -57 | -97 | -28 | 0.001 |
| 290 | -53 | -83 | -14 | 0.03 |
| 300 | -50 | -80 | -11 | 0.07 |
| 310 | -49 | -79 | -10 | 0.09 |
| 320 | -52 | -82 | -13 | 0.05 |
| 330 | -52 | -82 | -13 | 0.05 |
| 340 | -45 | -75 | -6 | 0.25 |
| 350 | -41 | -71 | -2 | 0.6 |

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6 Pengujian *Quality Of Service*

Pengujian dilakukan untuk mengecek kualitas dari jaringan komputer, terutama jaringan komputer berbasis *wireless local area network*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *access point* yang sudah terhubung dengan akses internet VSAT.

4.6.1 Deskripsi Pengujian *Quality Of Service*

Pengujian *quality of service* bertujuan untuk mengetahui kualitas dari jaringan internet VSAT. Pengujian dilakukan dengan *access point* yang sudah terhubung dengan jaringan internet VSAT. Data yang akan diambil yaitu berupa *jitter, delay, throughput*, dan *packet loss* menggunakan aplikasi *wireshark*. Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan pada:

- Hari, Tanggal : Kamis, 3 Agustus 2023
- Lokasi : Gedung Labolatorium Telekomunikasi, Depok
- Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *circular patch array*
2. *Access Point*
3. Kabel UTP
4. Konektor RP SMA to SMA
5. Kabel Rol
6. Laptop
- Tujuan : Mengetahui kualitas dari jaringan internet VSAT



Gambar 4. 10 *Set Up* Pengujian *Quality Of Service*



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6.2 Prosedur Pengujian *Quality Of Service*

Prosedur pengukuran *quality of service* bertujuan untuk bagaimana cara untuk mengetahui kualitas dari jaringan internet VSAT menggunakan aplikasi *wireshark*. Adapun prosedur pengujian *quality of service* sebagai berikut:

1. Menghubungkan antena mikrostrip dengan *access point*.
2. Menghubungkan *access point* dengan mikrotik VSAT menggunakan kabel UTP untuk mendapatkan akses internet VSAT.
3. Hubungkan laptop *access point* untuk mendapatkan jaringan internet
4. Pilih opsi *wifi* saat melakukan pengujian di *wireshark*
5. Buka browser pada laptop.
6. Pilih menu *capture* kemudian klik *start* pada *wireshark*
7. Setelah beberapa lama klik *stop* untuk memberhentikan simulasi
8. Pilih menu *analytic*, kemudian ambil *capture* data yang tertampil
9. Hitung menggunakan persamaan yang ada untuk mencari parameter yang diinginkan.

4.6.3 Data Hasil Pengujian *Quality Of Service*

Data hasil pengujian *quality of service* didapatkan dari aplikasi *wireshark* dengan *access point* yang terhubung dengan akses internet VSAT. Adapun data yang didapat dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Data Pengujian *Quality Of Service*

| <i>Measurement</i> | <i>Captured</i> | <i>Display</i> |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| <i>Packets</i> | 15447 | 15447 (100.%) |
| <i>Time Span</i> | 48,445 | 48,445 |
| <i>Average Pps</i> | 318,9 | 318,9 |
| <i>Average Packet Size, B</i> | 1111 | 1111 |
| <i>Bytes</i> | 17167842 | 17167842 (100.0%) |
| <i>Averages Bytes/s</i> | 354k | 354k |
| <i>Average Bits/s</i> | 2835k | 2835k |

Setelah mendapatkan data seperti pada Tabel 4.7 maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan parameter yang diinginkan seperti *throughput*, *delay*, *packet loss*, dan *jitter*. Untuk mendapatkan nilai parameter *throughput* dapat menggunakan persamaan (2.14).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

$$\text{Throughput} = \frac{\text{bytes}}{\text{time span}} = \text{bytes/s} \quad (2.14)$$

$$\text{Throughput} = \frac{17167842}{48,445} = 354.377,996 \text{ bytes/s}$$

Setelah mendapatkan nilai *bytes* maka nilai tersebut diubah kedalam bentuk bit dengan persamaan (2.15)

$$\text{bytes/s} \times 8 = \text{bit/s} \quad (2.15)$$

$$354.377,996 \times 8 = 2.835.023,97 \text{ bit/s}$$

$$\text{Throughput} = 2,835 \text{ Mb/s}$$

Maka nilai *throughput* yang didapatkan yaitu 2,835 Mb/s

Setelah mendapatkan nilai *throughput* maka nilai parameter selanjutnya yang akan dicari yaitu *delay*. *Delay* dapat dicari menggunakan persamaan (2.16)

$$\text{Delay} = \frac{\text{Time Span}}{\text{Packets}} \times 1000 = \text{ms} \quad (2.16)$$

$$\text{Delay} = \frac{48,445}{15447} \times 1000 = 3,136 \text{ ms}$$

Untuk mendapatkan nilai parameter *packet loss* dapat menggunakan persamaan (2.17).

$$\text{Packet Loss} = \frac{(\text{Packet Captured} - \text{packet displayed}) \times 100}{\text{Packet Captured}} = \% \quad (2.17)$$

$$\text{Packet Loss} = \frac{(15447 - 15447) \times 100}{15447} = 0 \%$$

Selanjutnya yaitu untuk mendapatkan nilai parameter *jitter* dapat menggunakan persamaan (2.18).

$$\text{Jitter} = \frac{\text{Time Span}}{\text{Packets} - 1} \times 1000 = \text{ms} \quad (2.18)$$

$$\text{Jitter} = \frac{48,445}{15447 - 1} \times 1000 = 3,136 \text{ ms}$$

Setelah melakukan perhitungan maka nilai parameter tersebut dapat dirangkum ke dalam tabel seperti pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Nilai Parameter *Quality Of Service*

| <i>Parameter</i> | <i>Nilai</i> |
|--------------------|--------------|
| <i>Throughput</i> | 2,835 Mb/s |
| <i>Delay</i> | 3,136 ms |
| <i>Packet Loss</i> | 0 % |
| <i>Jitter</i> | 3, 136 ms |



Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

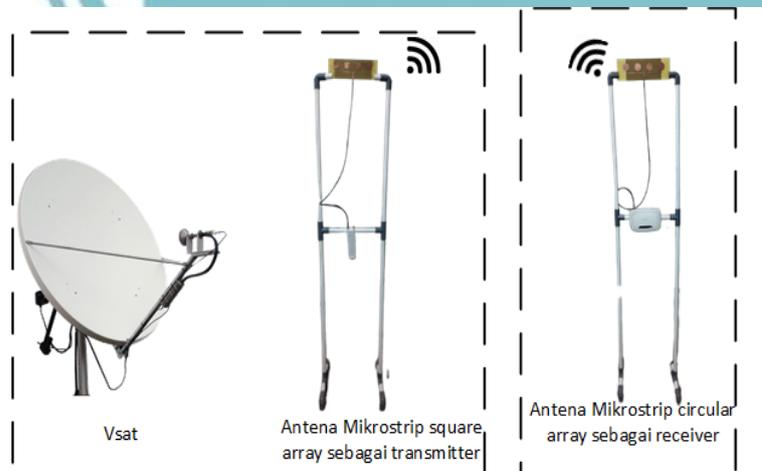
4.7 Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian keseluruhan Alat bertujuan untuk mengetahui kinerja dari kedua jenis antenna yang digunakan untuk memperluas akses internet vsat pada *smart village*.

4.7.1 Deskripsi Pengujian Keseluruhan Alat

Pengujian alat dilakukan dengan menghubungkan akses internet dari VSAT ke *access point outdoor* dimana antenna yang digunakan *access point* ini antenna mikrostrip *patch square array* dan juga *access point indoor* menerima internet dari *access point outdoor* dengan menggunakan antenna *circular patch array*. Data yang didapatkan berasal dari pengukuran yang dilaksanakan pada:

- Hari, Tanggal : Kamis, 3 Agustus 2023
Lokasi : Gedung Labolatorium Telekomunikasi, Depok
Alat-alat yang digunakan : 1. Antena Mikrostrip *circular patch array*
2. Antena Mikrostrip *square patch array*
2. *Access Point indoor*
3. *Access Point Outdoor*
4. Kabel UTP
5. Konektor RP SMA to SMA
6. Kabel Rol
7. Laptop
Tujuan : Mengetahui kinerja dari kedua antenna di sisi penerima dan pemancar.



Gambar 4. 11 Set-Up Rangkaian Pengujian Keseluruhan Alat



4.7.2 Prosedur Pengujian Alat

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan berdasarkan blok diagram seperti ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Diagram Blok Pengujian Keseluruhan Alat

Gambar 4.12 menunjukkan diagram blok pengujian alat, dimulai dari menghubungkan VSAT ke *access point outdoor* sampai *access point indoor* dapat terhubung ke *access point outdoor* untuk memperluas jangkauan internet VSAT.

4.7.3 Data Hasil Pengujian Alat

Berdasarkan pengujian keseluruhan alat untuk memperluas akses internet VSAT menggunakan *access point* dengan antenna mikrostrip, didapatkan hasil dengan jarak percobaan 50 meter, antenna *receiver* masih bisa mendapatkan koneksi internet dan melakukan *bridging* menggunakan *access point indoor*. Kemudian dilakukan ping tes untuk membuktikan bahwa *access point outdoor* sudah terhubung dengan koneksi internet VSAT seperti pada Gambar 4.13.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Media State . . . . . : Media disconnected
Connection-specific DNS Suffix . :

Wireless LAN adapter Local Area Connection* 32:
Media State . . . . . : Media disconnected
Connection-specific DNS Suffix . :

Wireless LAN adapter WiFi:
Connection-specific DNS Suffix . :
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::a1c:409:8ffe:591b33
IPv4 Address. . . . . : 192.168.3.176
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 192.168.3.1

C:\Users\hopping>ping 192.168.3.1

Pinging 192.168.3.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.3.1: bytes=32 time=21ms TTL=64
Reply from 192.168.3.1: bytes=32 time=20ms TTL=64
Reply from 192.168.3.1: bytes=32 time=20ms TTL=64
Reply from 192.168.3.1: bytes=32 time=19ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.3.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milliseconds:
        Minimum = 19ms, Maximum = 44ms, Average = 17ms

C:\Users\hopping>ping 192.168.3.146

Pinging 192.168.3.146 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.3.146: bytes=32 time=10ms TTL=64
Reply from 192.168.3.146: bytes=32 time=9ms TTL=64
Reply from 192.168.3.146: bytes=32 time=9ms TTL=64
Reply from 192.168.3.146: bytes=32 time=7ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.3.146:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milliseconds:
        Minimum = 5ms, Maximum = 10ms, Average = 14ms

C:\Users\hopping>
```

Gambar 4. 13 Hasil Ping Tes *Access Point Outdoor*

Gambar 4.13 menunjukkan hasil melakukan ping tes kepada access point outdoor dengan IP 192.168.3.146 berhasil karena adanya reply dari IP tersebut.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



4.8 Analisa Keseluruhan

Seperti pada pengujian yang telah dilakukan, dapat diketahui antena mikrostrip *patch square* mampu bekerja secara optimal dalam keadaan LOS dibandingkan dalam keadaan NLOS yaitu mencapai jarak 115 meter dengan level daya pancar sebesar -86 dBm pada pengukuran menggunakan *wifi analyzer*.

Hasil pengukuran VSWR dan *return loss* yang telah dilakukan menggunakan *network analyzer*; didapatkan nilai VSWR sebesar 1,301 dan *return loss* -21,598. Dengan hasil pengukuran tersebut antena yang dirancang dan direalisasikan tersebut sudah memenuhi spesifikasi alat yang diinginkan.

Nilai VSWR dan *return loss* yang berbeda dengan hasil simulasi menggunakan *CST studio suite 2019* dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti hasil solder yang kurang baik, nilai substrat yang belum tentu sama dengan nilai permetivitas dielektrik dan ketebalan pada saat simulasi, dan proses etching yang kurang sempurna.

Nilai *gain* antena mikrostrip *patch square* 1x4 setelah fabrikasi cukup jauh dengan nilai hasil simulasi, namun nilai pengukuran *gain* antena fabrikasi masih sesuai dengan spesifikasi antena yang diinginkan. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai *gain* pada antena fabrikasi seperti kurang presisi ukuran *patch* pada saat fabrikasi atau ukuran saluran dan *ground*.

Hasil pengukuran pola radiasi yang telah dilakukan, didapatkan bentuk pola radiasi antena fabrikasi yang tidak sama dengan hasil simulasi di *CST 2019*. Pola radiasi yang berbeda dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ruangan tempat pengujian yang kurang bagus sehingga ada sinyal yang mengganggu serta saat melakukan fabrikasi yang kurang bagus.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta