

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA *DOUBLE-RIDGED HORN* UNTUK STANDAR PENGUKURAN ANTENA

DESIGN AND REALIZATION OF DOUBLE-RIDGED HORN ANTENNA FOR STANDARD ANTENNA MEASUREMENT

Caca Maulana¹, Dwi Andi Nurmantris, S.T., M.T.¹, Dr. Ir. Yuyu Wahyu, M.T.²

¹Universitas Telkom, ²Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (P2ET) – LIPI Bandung

cacaamaulana@gmail.com, dwiandinurmantris@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Standar Pengukuran Antena merupakan prosedur yang harus dipenuhi agar suatu antena dinyatakan baik dan layak untuk digunakan. Karakteristik dasar pada antena seperti, *vswr*, *return loss*, *gain*, pola radiasi dan polarisasi menentukan kelayakan dari antena yang diuji. Selain antena yang diuji, ruang pengukuran antena (*anechoic chamber*) dan antena referensi juga dibutuhkan. Oleh karena itu, antena referensi harus memiliki performa yang tinggi (arah pancar *unidirectional*, kapasitas *gain* yang tinggi, serta *bandwidth* lebar).

Pada Proyek Akhir ini dirancang jenis Antena *aperture* dengan pandu gelombang tipe *double-ridge rectangular waveguide* yang mengacu pada standar EIA (*Electronic Industry Association*), dengan bagian ujung pancaran berbentuk persegi untuk *gain* yang lebih optimal dengan pancaran yang lebih terarah. Untuk memperlebar *bandwidth* digunakan *ridge* sebagai struktur transmisi antara kabel koaksial dengan *double-ridged rectangular waveguide*. Pada proses penerapan antena *double-ridge horn* nanti dihubungkan dengan *signal generator* untuk dijadikan sebagai antena referensi pada pengukuran antena lain. Bahan yang digunakan untuk dimensi antena adalah aluminium dan bahan untuk dimensi konektor adalah kuningan.

Hasil simulasi desain antena *double-ridged horn* bekerja pada frekuensi 0.7 – 7 GHz mempunyai nilai *return loss* ≤ -10 dB dan nilai *return loss* terendah berada pada frekuensi 950 MHz sebesar -28.956 dB, *bandwidth* > 6.3 GHz, pola radiasi unidireksional, *gain* ≥ 10 dBi dan mencapai puncaknya pada frekuensi 7 GHz sebesar 17.16 dBi, dan polarisasi linear. Hasil realisasi dan pengukuran antena *double-ridged horn* dapat bekerja pada frekuensi 0.7 – 7 GHz dengan nilai *return loss* ≤ -10 dB dan nilai *return loss* terendah berada pada frekuensi 737.5 MHz sebesar -26.847 dB, *gain* ≥ 10 dBi dan mencapai puncaknya pada frekuensi 5 GHz sebesar 13.41 dBi, *bandwidth* > 6.3 GHz, pola radiasi unidireksional, dan polarisasi *ellips*.

Kata Kunci: standar pengukuran antena, *double-ridged*, *unidirectional*

Abstract

Standard Antenna Measurement is a procedure that must be met so that an antenna is declared good and feasible to use. The basic characteristics of the antenna such as, *vswr*, *return loss*, *gain*, radiation pattern and polarization determine the feasibility of the antenna being tested. In addition to the antenna being tested, an anechoic chamber and reference antenna are also needed. Therefore, the reference antenna must have high performance (*unidirectional* transmit direction, high *gain* capacity, and wide *bandwidth*).

In this Final Project, a type of aperture antenna is designed with a double-ridge type rectangular waveguide waveguide that refers to the EIA (*Electronic Industry Association*) standard, with a square-shaped beam end for more optimal *gain* with a more directed beam. To widen the *bandwidth* ridge is used as the transmission structure between coaxial cables with double-ridged rectangular waveguide. In the process of applying the double-ridge horn antenna, it will be connected to the signal generator to be used as a reference antenna on other antenna measurements. The material used for antenna dimensions is aluminum and the material for connector dimensions is brass.

The simulation results of the double-ridged horn antenna design working at a frequency of 0.7-7 GHz has a *return loss* value ≤ 10 dB and the lowest *return loss* value is at 950 MHz frequency of -28.956 dB, *bandwidth* ≥ 6.3 GHz, unidirectional radiation pattern, *gain* ≥ 10 dBi and reaches its peak at 7 GHz frequency of 17.16 dBi, and linear polarization. The results of the realization and measurement of the double-ridged horn antenna can work at a frequency of 0.7-7 GHz with a *return loss* value of ≤ 10 dB and the lowest *return loss* value is at the 737.5 MHz frequency of -26,847 dB, *gain* ≥ 10 dBi and reaches its peak in frequency 5 GHz is 13.41 dBi, *bandwidth* ≥ 6.3 GHz, unidirectional radiation pattern, and elliptical polarization.

Keywords: Standard antenna measurement, *double-ridged*, *unidirectional*.

1. Pendahuluan

Standar Pengukuran Antena merupakan prosedur yang harus dipenuhi agar suatu antena dinyatakan baik atau layak untuk digunakan. Karakteristik dasar pada antena seperti, *vswr*, *return loss*, *gain*, pola radiasi dan polarisasi menentukan kelayakan dari antena yang diuji. Pengukuran karakteristik antena terbagi menjadi dua, yaitu pengukuran medan dekat (*near-field*) dan medan jauh (*far-field*). Pengukuran medan jauh (*far-field*) tidak lepas dari

sarana dan prasarana pengukuran, idealnya pengukuran dilakukan pada ruang tanpa gema (*anechoic chambers*). Selain ruang *anechoic chambers*, salah satu subsistem pengukuran yang penting adalah antenna referensi (*source antenna*), antenna referensi harus memiliki performa yang tinggi (arah pancar *unidirectional*, kapasitas *gain* yang tinggi, serta *bandwidth* lebar).

Salah satu antenna yang memiliki performa yang tinggi adalah Antena *Horn*. Antena *Horn* memiliki berbagai jenis dan modifikasi sesuai dengan kebutuhan pada penerapannya. Antena *Horn* merupakan salah satu jenis antenna yang berbentuk seperti corong dan mampu bekerja pada frekuensi yang tinggi, dimana antenna ini memiliki beberapa keunggulan. Diantaranya Antena *Horn* banyak digunakan di berbagai bidang seperti pengujian *Electromagnetic Compatibility (EMC)*, pengukuran *gain* antenna, sistem pelacakan satelit, sebagai *reflector* pada radar [1][2][6]. Hal ini karena antenna *horn* mempunyai beberapa karakteristik khusus seperti: eksitasi mudah, fabrikasi relatif sederhana, performa *gain* dan direktivitas yang tinggi, dan kemampuan daya yang tinggi. [7][8][11].

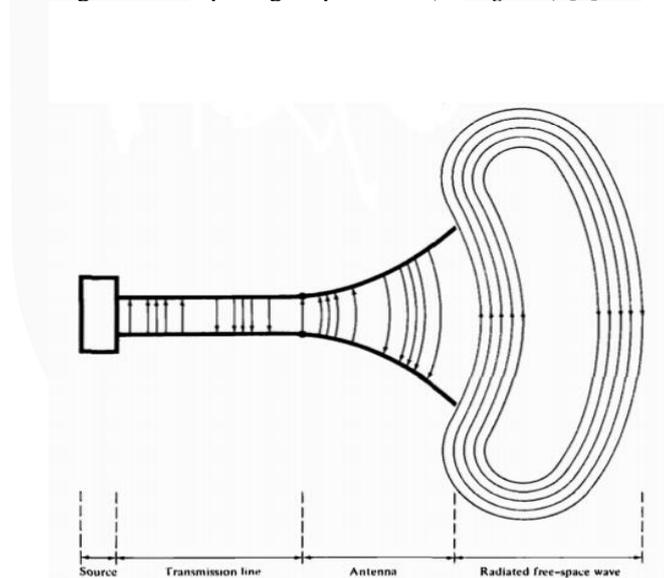
Di tahun 1960, ide untuk menggunakan *double-ridged* pada *waveguide* diusulkan untuk memenuhi kebutuhan antenna *broadband* [5][9]. *Ridged* pada gelombang terpandu (*waveguide*) atau *horn* membuat efek kapasitansi yang mengurangi frekuensi *cut-off* dari mode propagasi (TE_{10}) dan meningkatkan *single-mode bandwidth* [13].

Dalam proyek akhir ini, antenna dirancang menggunakan metode *step-by-step*. Pertama, *double-ridged waveguide* didesain dengan menginginkan frekuensi *cut-off* dan impedansi karakteristik. Kedua, bentuk *ridged* (lancip) yang diusulkan pada antenna *horn* sebagai struktur baru untuk transisi antara kabel koaksial dan *double-ridged waveguide*. Akhirnya, hasil pengukuran disajikan untuk memvalidasi hasil simulasi.

2. Dasar Teori

2.1. Pendahuluan Antena

Antena didefinisikan oleh Kamus Webster sebagai perangkat yang biasanya berbahan metal (sebagai batang atau kawat) untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Definisi *IEEE* Persyaratan Antena (*IEEE Std 145-1983*) mendefinisikan antenna alat untuk memancarkan atau menerima gelombang radio. Dengan kata lain antenna adalah struktur transisi antara ruang bebas dan perangkat pemandu (*waveguide*) [4].



Gambar 1. Struktur transisi antenna

Untuk menggambarkan kinerja antenna, perlu didefinisikan berbagai parameter tentang antenna. Beberapa parameter saling terkait dan tidak semuanya perlu ditentukan untuk penjelasan lengkap tentang kinerja antenna. Beberapa parameter antenna antara lain, yaitu:

1. Pola radiasi antenna

Pola radiasi antenna atau *radiation pattern* didefinisikan sebagai fungsi matematika atau representasi grafis dari sifat radiasi antenna sebagai fungsi ruang koordinat. Umumnya pola radiasi ditentukan di medan jauh dan diwakili sebagai fungsi dari koordinat arah.

2. Daerah Medan (*Field Region*)

Daerah/ruang yang mengelilingi antenna biasanya terbagi menjadi tiga wilayah, yaitu:

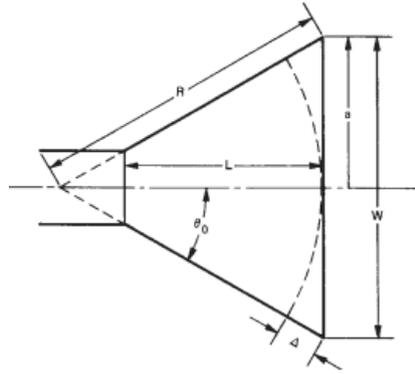
a. Daerah reaktif

Daerah reaktif didefinisikan sebagai bagian dari medan dekat (*near-field*), dimana bidang reaktif mendominasi.

- b. Daerah medan dekat (*near-field*)
Daerah medan dekat (*near-field*) didefinisikan sebagai daerah antenna antara medan dekat reaktif dan medan jauh dimana medan radiasi mendominasi dan distribusi medan bergantung pada jarak antenna.
- c. Daerah medan jauh (*far-field*)
Daerah medan jauh (*far-field*) didefinisikan sebagai daerah bidang antenna dimana distribusi medan pada dasarnya tidak tergantung jarak dari antenna dan gelombang elektromagnetik sudah *transversal* penuh. Daerah ini sangat ditentukan untuk mengidentifikasi parameter-parameter antenna di setiap daerah.
3. Direktivitas
Direktivitas didefinisikan sebagai “rasio intensitas radiasi dalam arah tertentu dari antenna terhadap intensitas radiasi rata-rata di semua arah. Lebih sederhananya, direktivitas dari sumber *non-isotropis* sama dengan rasio intensitas radiasi dalam arah tertentu dari sumber isotropis.
4. *Gain*
Gain antenna didefinisikan sebagai *rasio/perbandingan* dari intensitas dalam arah tertentu dengan intensitas radiasi yang akan didapat jika daya yang diterima oleh antenna terpancar secara *isotropik*.
5. *Half-Power Beamwidth*
HPBW didefinisikan sebagai sudut yang dibentuk oleh dua arah yang mempunyai intensitas radiasi $\frac{1}{2}$ kali (-3 dB) dari intensitas radiasi maksimumnya sudut ini terletak dalam sebuah bidang yang merupakan arah maksimum *beam* [1].
6. *Bandwidth*
Bandwidth antenna didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana kinerja antenna yang berhubungan dengan beberapa karakteristik sesuai dengan standar yang ditentukan. *Bandwidth* dapat dianggap sebagai rentang frekuensi di kedua sisi frekuensi pusat (frekuensi resonansi) dimana karakteristik antenna (seperti impedansi input, pola radiasi, *beamwidth*, arah pancaran, efisiensi radiasi) berada dalam nilai yang dapat diterima dari (frekuensi resonansi/tengah). Untuk antenna *broadband*, *bandwidth* biasanya dinyatakan sebagai perbandingan frekuensi dari bawah ke atas pada frekuensi operasinya.
7. Polarisasi
Polarisasi didefinisikan sebagai arah rambat medan listrik. Polarisasi dapat didefinisikan dalam bentuk gelombang yang dipancarkan (ditransmisikan) atau diterima oleh antenna dalam arah tertentu. Polarisasi dibagi menjadi 3, yaitu: *linear*, *circular*, dan *ellips*.
8. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)
VSWR didefinisikan sebagai perbandingan tegangan maksimum dan tegangan minimum gelombang berdiri pada saluran transmisi. Gelombang berdiri terjadi apabila impedansi di saluran transmisi dan beban tidak sesuai/terjadi *mismatch*. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan datang v_o^+ dan tegangan yang dipantulkan v_o^- [3].
9. *Return Loss*
Return Loss adalah perbandingan antara daya yang dipantulkan dan daya yang datang [3].

2.2. Antena Horn

Salah satu antenna gelombang mikro (*microwave*) yang paling sederhana dan paling banyak digunakan adalah antenna horn. Keberadaan dan penggunaan dimulai sejak akhir tahun 1800-an. Meski terbungkalai pada awal 1900-an, kebangkitannya dimulai pada akhir 1900 dari ketertarikannya gelombang mikro (*waveguide*) selama periode Perang Dunia II. Antena horn adalah antenna yang memiliki bentuk menyerupai corong *pyramidal* yang tersusun dari pandu gelombang dan corong yang berfungsi sebagai pemancar gelombang elektromagnetik yang disalurkan dari pandu gelombang. Antena horn banyak digunakan sebagai elemen umpan (*feed*) untuk reflector, elemen umpan (*feed*) untuk radio astronomi, satelit, dan antenna horn berfungsi sebagai standar *universal* untuk pengukuran *calibration* dan pengukuran *gain* antenna. Penerapannya yang luas karena antena horn memiliki berbagai kelebihan seperti, konstruksi yang sederhana, kemudahan eksitasi, fleksibilitas, *bandwidth* yang lebar, dan kinerja *gain* yang tinggi dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi tertentu [4]. Gambar 2.5 menunjukkan geometri dari antenna horn secara umum. *Waveguide* input bisa berbentuk persegi Panjang atau lingkaran (*ellips*). W adalah lebar dari *aperture* persegi Panjang, dan a adalah *radius aperture* melingkar. Jarak dari persimpangan sisi yang diproyeksikan ke *aperture* adalah *radius* miring R . jarak sepanjang garis tengah dari *aperture* ke *waveguide* adalah panjang *axial* [12].

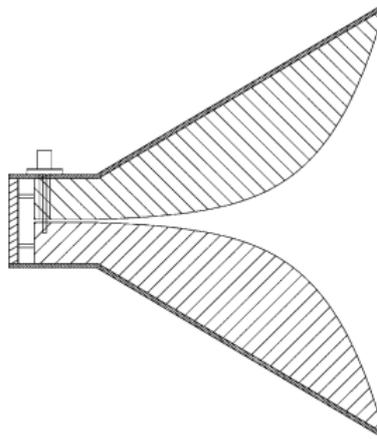


Gambar 2. Geometri standar antenna horn

2.3. Antena Double-Ridged Rectangular Horn

Antena Horn sangat banyak digunakan karena dilihat dari berbagai keuntungan yang dimilikinya. Dalam perkembangannya Horn mengalami berbagai modifikasi untuk mendapatkan performansi yang optimum.

Pada umumnya *ridged* dan *double-ridged* horn digunakan untuk memenuhi ketentuan mode propagasi *single mode* pada *range* frekuensi *wide band*. *Ridged* juga berfungsi untuk mengubah impedansi dari 50 ohm disisi pangkat *waveguide* hingga 377 ohm pada ujung *waveguide* [1]. *Ridged* didesain dengan pola meruncing secara *exponensial* terhadap sumbu-y, sesuai dengan jarak *aperture waveguide*. Desain keruncingan *double-ridged* merupakan hal yang sangat signifikan untuk mendapatkan spesifikasi parameter antenna yang diinginkan.



Gambar 3. Double-ridged

3. Perancangan dan Simulasi

3.2. Diagram Kerja

Terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam melakukan perancangan hingga realisasi dari antenna *double-ridged horn*. Adapun uraian dari masing-masing tahapan dari Gambar sebagai berikut:

a. Menentukan Spesifikasi dan Perhitungan Dimensi Antena

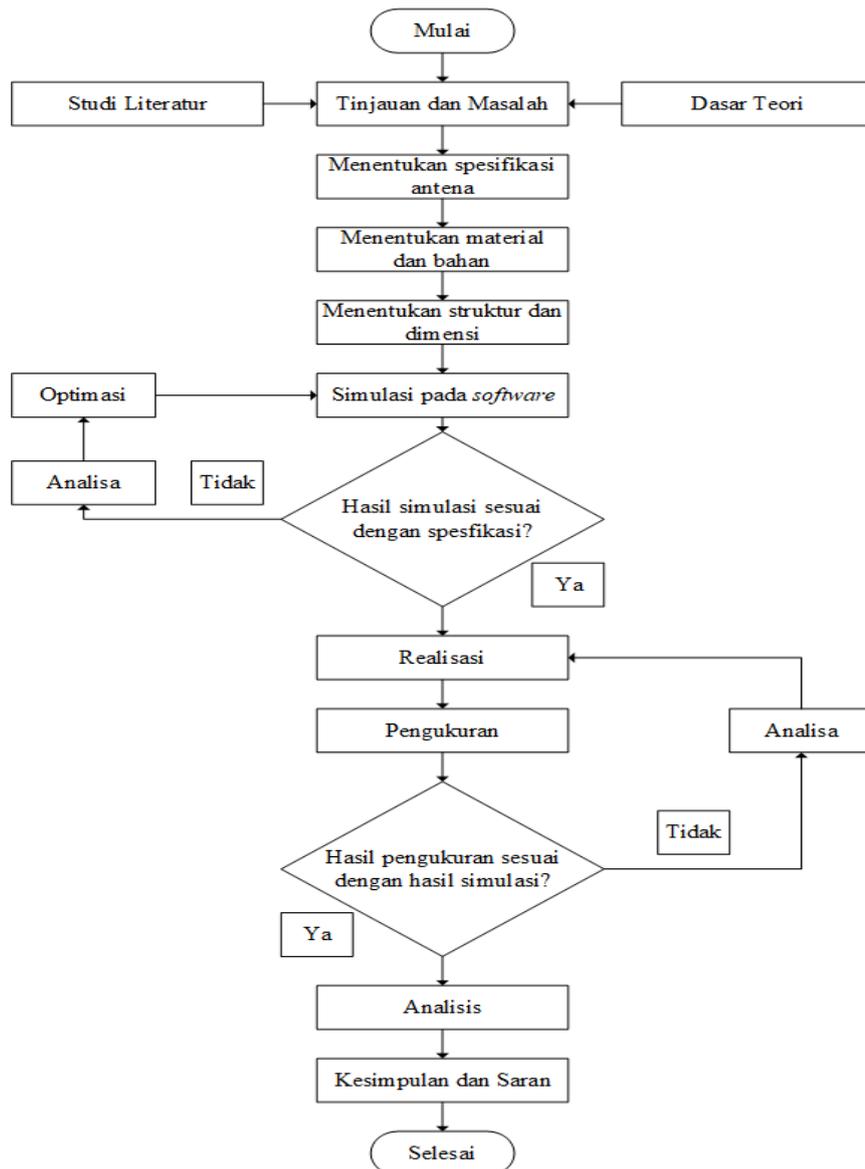
Tahap awal yang dilakukan sebelum perancangan pada *software* CST STUDIO SUITE adalah perhitungan untuk dimensinya akan lebih mudah dan sesuai dengan hasil yang diinginkan. Perhitungan dimensi antenna dilakukan dengan rumus yang ada.

b. Merancang dan Merealisasikan Hasil

Tahap perancangan merupakan tahap lanjutan setelah perhitungan dimensi antenna. Dalam tugas akhir ini ada 4 dimensi yang kita hitung yaitu: *catuan*, *waveguide*, *double-ridge*, *cone/flare*. Setelah perancangan, selanjutnya dilihat parameter antenna. Jika hasilnya masih belum sesuai harus dilakukan optimasi dimensi antenna.

c. Analisis

Analisis yang dilakukan berdasarkan parameter dasar dari suatu antenna serta sesuai spesifikasi awal saat akan dilakukan perancangan dan realisasi antenna.



Gambar 4. Blok Diagram Kerja

3.3. Tahapan Perancangan

Setelah kita membuat diagram alur perancangan dan realisasi, kita akan langsung menentukan dimensi-dimensi dari antenna *double-ridged horn*. Hal ini perlu dilakukan sehingga proses perancangan akan lebih mudah dan nantinya mempermudah kita menyatukan masing-masing desain agar hasil akhir dapat menjadi antenna yang kita inginkan. Adapun tahapan awalnya yaitu:

3.2.1. Spesifikasi Awal

Sebelum menentukan dimensi dari antenna terlebih dahulu harus menentukan spesifikasi awal untuk mendesain antenna, sebagai berikut:

1. Desain antenna : *Double-Ridge Horn Antenna*
2. Sifat antenna : *Transmitter* (pengirim)
3. Frekuensi : 0.7 – 7 GHz
4. *Bandwidth* : 6.3 GHz
5. Impedansi : 50 Ω
6. *Return Loss* : ≤ -10 dB
7. Pola Radiasi : Unidireksional
8. Polarisasi : Linear
9. *Gain* : ≥ 10 dBi
10. Bahan : Aluminium
11. Tebal bahan : 2 mm
12. Konektor : SMA Female

3.2.2. Perancangan dengan software

Proses perancangan antenna *Double-Ridged Horn* ini menggunakan software *CST STUDIO SUITE*. Hal ini meliputi proses membuat *desain*, *simulasi*, *optimasi*, dan analisa hasilnya. Sehingga pembuatan *desain* ini nantinya disesuaikan dari perhitungan dengan rumus dan *spesifikasi* yang telah ditentukan. Kemudian setelah selesai membuat *desain* dari ukuran sesuai perhitungan maka kita lakukan *simulasi* dan Analisa hasil *simulasi* pada software *CST STUDIO SUITE* tersebut. Apabila hasil *simulasi* tidak sesuai dengan yang kita inginkan, maka harus dilakukan *optimasi* pada *desain* antenna dengan merubah jarak maupun ukuran tertentu. Setelah hasil sesuai dengan yang kita inginkan maka kita akan melakukan realisasi dari *desain terbaik* hasil *simulasi software CST STUDIO SUITE*.

3.4. Hasil Desain pada software

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh dimensi dari setiap antenna. Hasil perhitungan ini akan digunakan pada proses simulasi antenna di software *CST STUDIO SUITE*. Ukuran dimensi berdasarkan perhitungan dapat dilihat lengkap pada tabel 1:

Tabel 1 Dimensi Antena Hasil Perhitungan Awal

Variabel	Dimensi (mm)	Keterangan
Wa	170.178	Lebar <i>aperture</i>
Ha	138.950	Tinggi <i>aperture</i>
Lf	123.887	Panjang <i>flare</i>
Wg	91.44	Lebar <i>waveguide</i>
Hg	45.72	Tinggi <i>waveguide</i>
Lg	69.732	Panjang <i>waveguide</i>
Wr	28.70	Lebar ridge
Sr	13.72	Jarak antar ridge
Din	1.26	Tebal aluminium
Dout	2	Diameter <i>outer</i>
D _{dielectric}	6	Diameter <i>dielectric</i>
t	2	Tebal aluminium

Setelah semua ukuran diketahui, maka tahap selanjutnya adalah simulasi. Desain antenna yang akan direalisasikan disimulasikan dengan *CST STUDIO SUITE 2017* untuk mengetahui nilai-nilai parameter antenna. Dalam perancangan antenna ini dengan menggunakan *CST STUDIO SUITE 2017* sebagai simulator, hal terpenting adalah mencari ukuran yang tepat agar antenna yang dirancang memiliki spesifikasi yang diinginkan terutama untuk memenuhi spesifikasi dengan $VSWR \leq 2$ serta memiliki *gain* yang bagus dan pola radiasi unidireksional.

3.5. Hasil dan Analisa Optimasi Antena Double-Ridged Horn

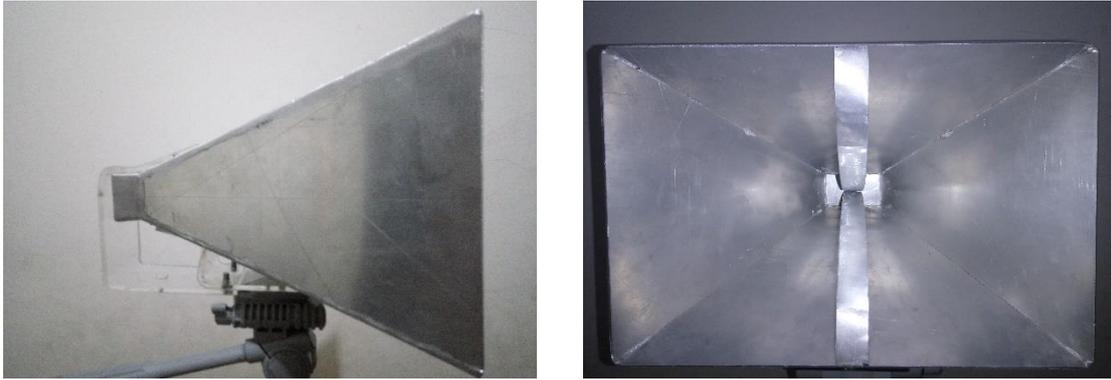
Setelah dilakukan proses optimasi pada simulasi menggunakan *CST STUDIO SUITE 2017*, dibawah ini didapat dimensi yang paling optimal sebagai acuan pembuatan antenna.

Tabel 2 Perbandingan Dimensi Awal dengan Dimensi Optimasi

Variabel	Dimensi Awal (mm)	Dimensi Optimasi (mm)	Keterangan
Wa	170.178	285.7	Lebar <i>aperture</i>
Ha	138.950	200	Tinggi <i>aperture</i>
Lf	123.887	228.6	Panjang <i>flare</i>
Wg	91.44	64.07	Lebar <i>waveguide</i>
Hg	45.72	40.57	Tinggi <i>waveguide</i>
Lg	69.732	22.29	Panjang <i>waveguide</i>
Wr	28.70	20.91	Lebar ridge
Sr	13.72	2.857	Jarak antar ridge
Din	1.26	1.26	Diameter <i>inner</i>
Dout	2	2	Diameter <i>outer</i>
D _{dielectric}	6	6	Diameter <i>dielectric</i>
t	2	2	Tebal aluminium

3.6. Realisasi Antena

Setelah melakukan simulasi dan optimasi, proses selanjutnya adalah realisasi, dimensi dan bahan penyusun antenna *Double-Ridged Horn* yang direalisasikan mengacu pada spesifikasi.. Hasil antenna *Double-Ridged Horn* untuk frekuensi 0.7 - 7 GHz dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

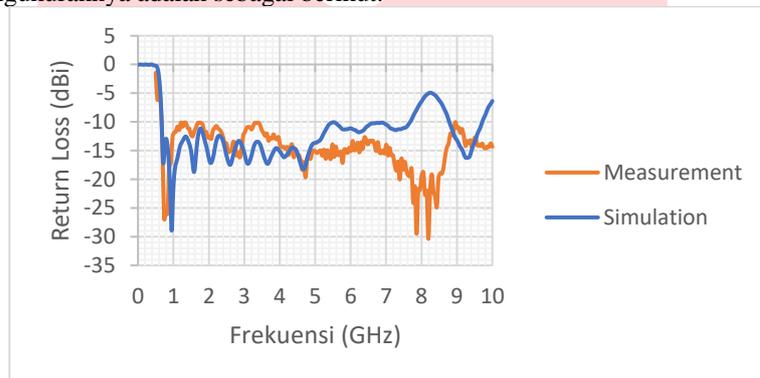


Gambar 5 Realisasi Antena *Double-Ridged Horn*

4. Hasil Pengukuran

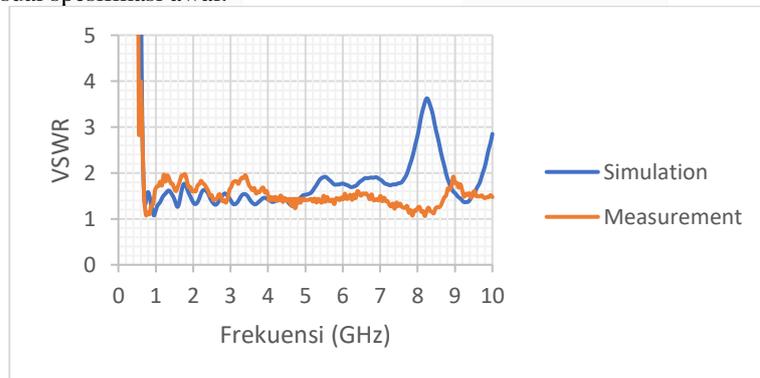
4.1. Hasil Pengukuran *Return Loss*, *VSWR* dan Impedansi

Pengukuran dengan *Vector Network Analyzer* ini dilakukan dengan tentang frekuensi dari 0.7 GHz sampai dengan 7 GHz. Hasil pengukurannya adalah sebagai berikut:



Gambar 6 Grafik *Return Loss*

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa *return loss* hasil optimasi simulasi dan hasil pengukuran pada rentang frekuensi 0.7 – 7 GHz memiliki nilai *return loss* ≤ -10 dB. Yang artinya antenna dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 0.7 – 7 GHz sesuai spesifikasi awal.



Gambar 7 Grafik *VSWR*

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa *VSWR* hasil optimasi simulasi dan hasil pengukuran pada rentang frekuensi 0.7 – 7 GHz memiliki nilai *VSWR* < 2 . Yang artinya antenna dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 0.7 – 7 GHz sesuai spesifikasi awal.

Berikut adalah tabel hasil pengukuran *return loss*, *VSWR*, dan impedansi pada beberapa frekuensi penting.

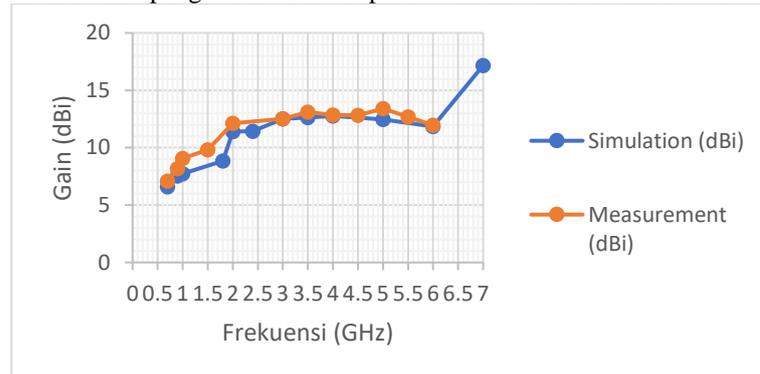
Tabel 3 Perbandingan *Return Loss*, *VSWR*, dan Impedansi

Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> (dB)	<i>VSWR</i>	Impedansi (Ω)
0.7	-17.1419	1.363	66.086
0.9	-17.655	1.286	52.88
1	-12.22	1.672	52.503
1.8	-9.9885	1.929	47.891

2	-12.6249	1.616	51.917
2.4	-12.5862	1.611	31.334
3	-11.9836	1.665	46.388
3.5	-11.539	1.728	73.534
4	-13.6857	1.54	40.466
5	-15.1435	1.423	45.639
6	-14.96	1.436	54.582
7	-14.207	1.485	54.859

4.2. Hasil Pengukuran Gain

Pada proses pengukuran, pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali karena adanya fluktuasi dilevel daya penerimaan yang kemudian nantinya diambil rata-rata. Untuk pengambilan datanya dilakukan pada beberapa frekuensi yang telah ditentukan. Hasil pengukuran *Gain* dapat dilihat dari tabel di bawah ini.



Gambar 8 Grafik Gain

Dari Gambar 8 diatas, kita melihat bahwa *gain* yang dihasilkan pada simulasi memiliki perbedaan yang kecil dengan *gain* yang dihasilkan dari pengukuran realisasi antenna. Apabila melihat hasil yang diperoleh dari pengukuran, *gain* yang diperoleh memenuhi spesifikasi awal yang ditentukan, yaitu ≥ 10 dBi.

Jika disajikan dalam tabel perbandingan *gain* dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut:

Frekuensi	Gain Simulasi (dBi)	Gain Pengukuran (dBi)
0.7	6.586	7.09
0.9	7.55	8.18
1	7.74	9.06
1.8	8.853	9.82
2	11.4	12.12
3	12.53	12.53
3.5	12.63	13.11
4	12.77	12.85
5	12.46	13.41
6	11.84	11.96

4.3. Analisis dan Perbandingan Hasil Simulasi dengan Realisasi

Setelah dilakukan proses simulasi menggunakan *CST Studio Suite 2017* didapat bahwa hasil optimasi sudah mendekati dengan spesifikasi parameter antenna yang dibutuhkan kemudian dilakukan realisasi antenna *double-ridged horn*, ternyata ada beberapa parameter yang hasil pengukurannya sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan sebelumnya, namun ada juga yang beberapa parameter yang kurang sesuai dengan spesifikasi awal, yang disebabkan oleh beberapa factor, baik factor internal maupun factor eksternal dari antenna yang dibuat.

4.4. Analisis Titik Fokus Parameter yang diperlukan

Sesuai dengan kebutuhan Standar Pengukuran Antena, *bandwidth*, *gain*, dan pola radiasi menjadi titik penting parameter yang difokuskan. Dan kebutuhan diantara lain adalah *gain* diatas 10 dBi, *bandwidth* yang memenuhi kebutuhan standar pengukuran antenna, dan pola radiasi yang unidireksional. Lalu ntuk standar antenanya sendiri dibutuhkan nilai VSWR kurang dari sama dengan 2. Karena parameter tersebut diharapkan tercapai, maka antenna ini memiliki kelemahan jika diperlukan pola radiasi omnidireksional. Karena pola radiasi omnidireksional itu sendiri berbanding terbalik dengan pola radiasi unidireksional.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penyusunan Proyek Akhir ini sebagai berikut:

1. Antena *Double-Ridged Horn* sudah dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 3.5 GHz dengan VSWR simulasi bernilai 1.4378 dan VSWR realisasi pada frekuensi 3.5 GHz bernilai 1.728 yang artinya sudah memenuhi spesifikasi VSWR yang diharapkan yaitu $VSWR \leq 2$.

2. Nilai *Return Loss* pada simulasi bernilai -14.914 dB dan pada realisasi bernilai -11.539 dB yang artinya redaman pada realisasi lebih besar sedikit daripada redaman pada simulasi dan sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan yaitu ≤ -10 dB.
3. Nilai impedansi pada simulasi bernilai 47.112 Ω dan pada realisasi bernilai 73.534 Ω yang artinya terdapat perbedaan sekitar 20 Ω antara simulasi dan realisasi.
4. *Bandwidth* yang diperoleh pada antenna ini adalah sebesar 6.3 GHz.
5. Polarisasi yang didapatkan dari hasil simulasi adalah polarisasi linear, namun pada pengukuran didapat polarisasi *ellips* (AR=6.4952 dB) karena banyaknya factor yang mempengaruhi pada saat pengukuran.
6. Bentuk pola radiasi pada hasil simulasi adalah pola radiasi unidireksional dan pada realisasi adalah pola radiasi yang sama yaitu unidireksional. Kedua hasil ini menunjukkan hasil yang sama dan memenuhi spesifikasi awal yaitu pola radiasi unidireksional.
7. *Gain* pengukuran yang didapat lebih kecil dibanding hasil simulasi yaitu pada frekuensi 7 GHz pada pengukuran bernilai 15.59 dBi sedangkan pada simulasi bernilai 17.16 dBi dikarenakan banyaknya factor yang mempengaruhi diantaranya ketidaksesuaian hasil realisasi dengan simulasi antenna.

5.2. Saran

Dalam perancangan antenna biasanya terdapat penyimpangan terhadap karakteristik yang diinginkan, sehingga untuk mendapatkan performansi antenna yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai perkembangan kedepannya, antara lain:

1. Dalam merealisasikan antenna, sebaiknya ukuran hasil konstruksi rancangan hasil harus persis karena antenna yang dibuat dalam frekuensi tinggi, sehingga selisih 1 mm saja cukup mempengaruhi karakteristik yang diperoleh.
2. Dapat dilakukan dengan frekuensi lainnya yang lebih tinggi. Karena semakin berkembangnya teknologi, semakin tinggi lagi frekuensi yang digunakan.
3. Bisa dicoba dengan memakai bahan selain aluminium atau dengan ketebalan yang berbeda.
4. Disarankan untuk melakukan fabrikasi dengan mesin potong aluminium otomatis supaya hasil perhitungan dimensi potong lebih presisi sehingga tidak berbeda jauh dengan hasil simulasi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Mallahzadeh, A. A. Dastranj, and H. R. Hassani, "A novel dual-polarized double-ridged horn antenna for wideband applications," *Prigress In Electromagnetics Research B*, vol. 1, pp. 67-80, 2008.
- [2] A. Mallahzadeh and A. Imani, "Modified double-ridged antenna for 2-18 GHz," *The Applied Computational Electromagnetics Society*, vol. 25, no. 2, 2010.
- [3] Balanis, C. A. 2008. *Modern Antenna Handbook*. Canada. John Willey & Sons, Inc.
- [4] Balanis, C. A. 1997 *Antenna Theory: Analysis and Design*. Canada. John Willey & Sons, Inc.
- [5] B. Jacobs, J. W. Odendaal, and Joubert, "Modelling manufacturing tolerances in 1-18 GHz double-ridged horn antennas," *Proceedings of the 39th European Microwave Conference. Italy*, pp, 1484-1487, 2009.
- [6] C. Bruns, P. Leuchtman, and R. Vahldieck, "Analysis and simulation of a 1-18 GHz broadband double-ridged horn antenna," *IEEE Trans. Eletromagn. Compat.*, vol. 45, pp. 55-60, Feb. 2003.
- [7] M. Abbas-Azimi, F. Arazm, and R. Farajji-Dana, "Design and optimization of a high-frequency EMC wideband horn antenna," *IET Microw. Antennas Propag.*, vol. 1, no. 3, pp.580-585, June 2007.
- [8] M. Abbas-Azimi, F. Arazm, and J. Rashed-Mohassel, "Design of a new broadband EMC double-ridged guide horn antenna," *Proc. EuCAP, Nice, France*, pp. 1-5, Nov. 2006.
- [9] M. Abbas-Azimi, F. Arazm, and J. Rashed-Mohassel, "Sensitivity analysis of a 1-18 GHz broadband DRGH antenna," *IEEE Symp. Antenna Propagat. (AP-S), Albuquerque, USA*, 2006.
- [10] M. Ali, F. Hojjatollah, K. Mohsen, M.A. Seyyed, "Design and implementation of 0.7 to 7 GHz broadband double-ridged horn antenna," *Telecommunications (IST), 2014 7th International Symposium*, pp. 250-255, 2014.
- [11] M. Botello-Perez, H. Jardon-Aguilar, and I. G. Ruiz, "Design and simulation of 1-14 GHz broadband electromagnetic compatibility DRGH antenna," *ICEEE-ICE, 2nd International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, pp. 118-121, Sept. 2005.
- [12] T. A. Milligan. *Modern Antenna Design*, 2nd ed., Wiley, Hoboken N. J., 2005
- [13] W. Sun and C. A. Balanis, "MFIE analysis and design of ridged waveguides," *IEEE Trans. Microw. Theory and Tech*, vol. 41, no. 11, pp 1965-1971, Nov. 1993.

