

Desain Antena Reflektor Parabola untuk Aplikasi Radar Maritim dengan Rekayasa *Feed Horn*

EFRI SANDI, AODAH DIAMAH, ARDI IMAM SANTOSO

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia
Email: efri.sandi@unj.ac.id

Received 9 Februari 2023 | Revised 6 Maret 2023 | Accepted 24 Maret 2023

ABSTRAK

Pada studi ini dilakukan analisis penambahan batang metal berbentuk persegi di dalam feed horn piramida antena reflektor parabola untuk meningkatkan performansi gain, beamwidth dan side lobe level. Kebutuhan utama antena radar maritim adalah memiliki gain yang besar ≥ 27 dB, beamwidth kecil $\leq 2^\circ$, dan side lobe level yang rendah ≤ -30 dB. Oleh karena itu, perlu diajukan teknik desain antena parabola dengan penambahan batang metal berbentuk persegi di dalam feed horn piramida untuk meningkatkan performansi gain, beamwidth dan side lobe level. Hasilnya dapat meningkatkan gain antena reflektor parabola menjadi 36,9 dB, memperkecil beamwidth menjadi $1,9^\circ$ dan menekan side lobe level menjadi -31,4 dB. Hasil studi ini mengkonfirmasi bahwa teknik desain dengan menambahkan batang metal persegi di dalam feed horn piramida antena reflektor parabola dapat meningkatkan performansi gain, beamwidth dan side lobe level lebih baik dibandingkan desain tanpa penambahan batang metal persegi.

Kata kunci: antena parabola, feed horn piramida, antena radar maritim, gain

ABSTRACT

In this study, an analysis of the addition of square-shaped metal rods was carried out in the pyramid feed horn of a parabolic reflector antenna to increase gain, beamwidth and side lobe level performance. The main requirement for a maritime radar antenna is to have a large gain ≥ 27 dB, a small beamwidth of $\leq 2^\circ$, and a low side lobe level of ≤ -30 dB. Therefore, it is necessary to propose a parabolic antenna design technique with the addition of a rectangular metal rod inside the pyramidal feed horn to improve gain, beamwidth and side lobe level performance. The result can increase the gain of the parabolic reflector antenna to 36.9 dB, reduce the beamwidth to 1.9° and suppress the side lobe level to 31.4 dB. The results of this study confirm that the design technique by adding a square metal rod in the pyramid feed horn of a parabolic reflector antenna can improve gain, beamwidth and side lobe level performance better than the design without the addition of square metal rods.

Keywords: parabolic antenna, pyramid feed horn, maritime radar antenna, gain

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini kebutuhan teknologi Radar pada berbagai aplikasi sangat meningkat, terutama untuk aplikasi pada bidang maritim seperti pada kapal maupun kebutuhan otoritas pengatur lalu lintas pelabuhan (**Jonifan, dkk, 2016**). Untuk itu kebijakan pemerintah menghendaki teknologi Radar sudah dapat diproduksi di dalam negeri (**WIRA, 2015**). Saat ini berbagai konsorsium dan lembaga riset di Indonesia terus berupaya untuk dapat mengembangkan Radar yang memiliki keandalan tinggi dengan biaya pengembangan yang efisien.

Radar adalah alat yang menggunakan sistem gelombang elektromagnetik yang memiliki fungsi sebagai pendeteksi, pengukur kecepatan dan jarak serta dapat memetakan benda yang bergerak ataupun tidak bergerak. Sedangkan Radar maritim merupakan stasiun radar bergerak yang digunakan di atas kapal laut yang dapat mendeteksi objek di wilayah perairan yang luas (**Lestari, dkk, 2014**). Teknologi Radar laut terbagi menjadi dua yaitu Radar maritim merupakan perangkat radar bergerak digunakan di atas kapal laut dan Radar *surveillance* yang merupakan perangkat Radar tidak bergerak (tetap) yang memiliki fungsi sebagai pengawas selat, pantai, sungai dan eksplorasi lepas pantai dan darat.

Salah satu komponen utama dari Radar maritim yaitu antena. Antena memiliki peranan sangat penting pada sistem Radar. Antena dapat menjadi penentu fungsi utama dari keseluruhan sistem radar terutama pemrosesan sinyal yang diterima. Dengan demikian pengembangan teknologi antena untuk aplikasi Radar juga merupakan aspek yang sangat penting dalam upaya mengembangkan teknologi Radar secara keseluruhan (**Sandi, dkk, 2019**).

Antena yang digunakan untuk aplikasi Radar pada umumnya adalah jenis antena reflektor parabola, karena memiliki *gain* yang tinggi dan kemampuan menyalurkan transmisi berdaya tinggi (**Zhang, dkk, 2019**), meskipun dalam beberapa aplikasi juga sudah dapat digantikan oleh jenis antena *microstrip array*, namun untuk mencapai *gain* yang tinggi masih sulit untuk menggantikan antena reflektor parabola (**Lestari, dkk, 2014**). Antena reflektor parabola adalah antena yang memiliki dua perangkat utama, yaitu bagian sistem pencatu (*Feeding System*) dan bagian pemantul (*Reflektor*) (**Balanis, 2005**). Berbagai riset dan pengembangan performansi antena parabola untuk aplikasi Radar terus dilakukan oleh para peneliti untuk mendapat hasil yang lebih optimal namun tetap efisien dalam biaya pengembangan (**Sugama, dkk, 2020**).

Salah satu upaya untuk meningkatkan performansi antena parabola adalah rekayasa sistem *feeding* yang menggunakan antena *horn* melalui teknik penambahan batang metal (**Pradana, dkk, 2021**). Penambahan ini bertujuan untuk dapat meningkatkan nilai *gain* antena *horn* melalui penambahan batang metal pada bidang E dan bidang H yang saling tegak lurus yang diletakkan di dalam antena *horn*. Pada riset ini dibandingkan performansi antena horn piramida tanpa menambahkan dua batang metal menghasilkan *gain* sebesar 10 dB dengan menambahkan dua batang metal menghasilkan *gain* sebesar 11.6 dB. Hasil ini tidak terlalu signifikan dalam meningkatkan *gain* antena reflektor parabola secara keseluruhan, apalagi jika akan diterapkan untuk antena radar maritim yang memerlukan *gain* yang sangat tinggi. Namun teknik dan metode ini cukup menjanjikan jika dikembangkan lebih lanjut dengan penambahan rekayasa lainnya. Selain itu terdapat juga usulan pengaturan elemen antena secara dua dimensi dengan pengaturan distribusi eksitasi sehingga dapat meningkatkan performansi antena parabola (**Takano, dkk, 2020**) dan usulan penggunaan permukaan yang *lossy magnetic* untuk meningkatkan performansi antena parabola dengan polarisasi sirkular (**Hur, dkk, 2020**).

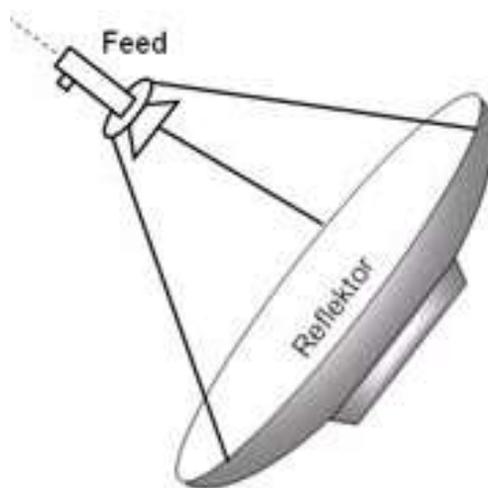
Selanjutnya riset terkait pengembangan antena *horn* sebagai sistem *feeding* antena reflektor parabola dilakukan dengan metode *duplex* untuk mengurangi ukuran antena namun tetap menghasilkan performansi *gain* yang baik (Fu & Xie, 2020). Selain itu terdapat riset terkait pengembangan *feed horn* antena melalui rekayasa *dual feeding* untuk menghasilkan *dual* polarisasi yang dibutuhkan untuk aplikasi satelit (Sadhukhan & Chakrabarti, 2019) serta riset peningkatan *gain* antena *horn* piramida melalui simulasi *Computer-Aided Design* (Presura, 2017).

Dari referensi dan hasil riset yang dijelaskan, maka dalam riset ini akan dikembangkan lebih lanjut riset pengembangan dan analisis penambahan batang metal berbentuk persegi di dalam *feed horn* piramida antena reflektor parabola sebagai aplikasi Radar maritim yang bekerja dalam daerah frekuensi 3 GHz dengan spesifikasi yaitu $VSWR \leq 2$, $Gain \geq 27$ dB, $Return Loss \leq -10$ dB, $Bandwidth \geq 500$ MHz, $Beamwidth \leq 2^\circ$ dan $Side Lobe Level (SLL) \leq -30$ dB. Diharapkan pengembangan hasil rekayasa desain antena reflektor parabola ini mampu meningkatkan *gain* serta memperbaiki performa antena reflektor parabola sehingga mampu memenuhi spesifikasi antena radar maritim dengan *gain* yang tinggi.

2. DESAIN DAN PERANCANGAN ANTENA

2.1 Antena Reflektor Parabola

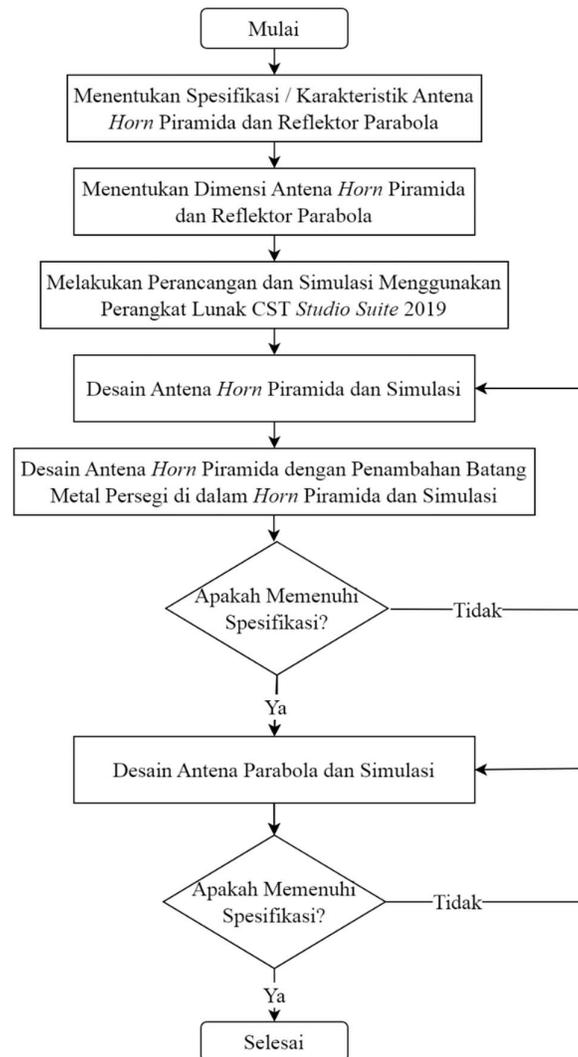
Bagian utama antena reflektor parabola adalah sistem *feeding* dan pemantul (reflektor) seperti ditunjukkan Gambar 1. Dengan pemantul yang berbentuk parabola, dapat meningkatkan karakteristik radiasi antena. Seperti halnya fenomena optik dapat menunjukkan sifat geometri parabola, jika terjadi pengaruh radiasi medan elektromagnetik searah dengan reflektor parabola maka akan dipantulkan dan difokuskan pada satu titik reflektor parabola, dan jika terdapat pengaruh radiasi pada titik fokus reflektor, maka akan dipantulkan lurus sejajar dengan reflektor parabola (Balanis, 2005).



Gambar 1. Struktur Antena Reflektor Parabola

2.2 Diagram Alir Desain Antena

Pada riset ini dilakukan langkah seperti diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 2. Diawali dengan penentuan spesifikasi dari antena yang akan dirancang, selanjutnya dilakukan perhitungan matematis untuk menentukan dimensi antena radar maritim yaitu antena *horn* piramida dan antena parabola. Berikutnya dilakukan simulasi menggunakan *software* CST *Studio Suite* 2019 sehingga mendapatkan hasil optimasi yang sesuai dengan spesifikasi antena radar maritim.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Antena Parabola

2.3 Spesifikasi Desain Antena Radar Maritim

Berdasarkan tujuan perancangan dapat ditentukan spesifikasi dari antena, yaitu mendesain antena parabola berdasarkan kriteria yang sesuai untuk aplikasi radar maritim yang bekerja pada daerah frekuensi 3 GHz. Sesuai struktur antena reflektor parabola (Gambar 1) yang terdiri atas bagian *feed horn* dan reflektor, maka spesifikasi dalam perancangan antena ini dapat dibagi menjadi dua spesifikasi, yaitu spesifikasi *feed horn* dan spesifikasi antena reflektor parabola secara keseluruhan. Spesifikasi antena *feed horn* seperti ditunjukkan Tabel 1 dan spesifikasi antena reflektor parabola secara keseluruhan seperti ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 1. Spesifikasi Desain Antena *Feed Horn* Piramida

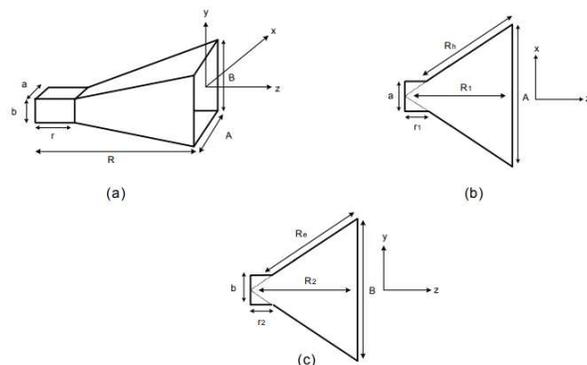
Parameter	Keterangan
Frekuensi	3 GHz
<i>Gain</i>	≥ 12 dB
Impedansi	50Ω
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
VSWR	$\leq 1,5$
<i>Bandwidth</i>	≥ 100 MHz
<i>Side Lobe Level (SLL)</i>	≤ -15 dB

Tabel 2. Spesifikasi Desain Antena Reflektor Parabola

Parameter	Keterangan
Frekuensi	3 GHz
<i>Gain</i>	≥ 27 dB
Impedansi	50Ω
VSWR	≤ 2
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
<i>Bandwidth</i>	≥ 500 MHz
<i>Side Lobe Level (SLL)</i>	≤ -30 dB
<i>Beamwidth</i>	$\leq 2^\circ$

2.4 Desain Antena

Setelah menentukan spesifikasi dari antena radar maritim, maka langkah selanjutnya adalah perancangan antena radar maritim dengan perhitungan matematis untuk menentukan ukuran dimensi *feed horn* piramida yang dibutuhkan untuk frekuensi 3 GHz. Untuk menentukan perancangan dimensi antena dapat menggunakan persamaan yang umum dalam mengalkulasi dimensi antena *horn* piramida (**Pradana, 2021**).



Gambar 3. Dimensi Antena *Horn* Piramida (Pradana, 2021)

(a) = Geometris antena piramida *horn*

(b) = Bentuk bidang H

(c) = Bentuk bidang E

Untuk menghitung penampang bidang E(R_e) dan H(R_h) menggunakan Persamaan (1) dan (2) (**Prapto, 2011**).

$$R_e = \lambda \sqrt{K} \quad (1)$$

$$R_h = \frac{K \lambda^2}{R_e} \quad (2)$$

dengan :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3)$$

$$K = \left(\frac{10^{G/10}}{15,7479} \right)^2 \quad (4)$$

Keterangan :

f : Frekuensi kerja dari antenna dengan satuan Giga Herzt (GHz)

λ : Panjang dari satu gelombang dengan satuan meter (meter)

c : Kecepatan cahaya yang bernilai 3×10^8 m/detik

K : Efisiensi radiasi antenna

G : *Gain* antenna dengan satuan dB atau dBi

Aperture antenna sisi A dan sisi B dapat dihitung menggunakan Persamaan (5) dan (6) (**Prapto, 2011**).

$$A = \sqrt{3 R_h \lambda} \quad (5)$$

$$B = \sqrt{2 R_e \lambda} \quad (6)$$

Untuk menghitung dimensi antenna *horn* pada bidang H(R_1) dan E(R_2) dapat menggunakan Persamaan (7) dan (8) (**Prapto, 2011**).

$$R_1 = R_h \left[1 + \left(\frac{a}{2A} \right) + \left(\frac{b}{2B} \right) \right] \quad (7)$$

$$R_2 = R_e \left[1 + \left(\frac{a}{2A} \right) + \left(\frac{b}{2B} \right) \right] \quad (8)$$

$$R = R_1 = R_2 \quad (9)$$

Karena nilai (R_1) dan (R_2) adalah sama, jadi hanya menggunakan salah satu rumus yaitu panjang antenna *horn* dapat menggunakan Persamaan (7) atau (8).

Untuk menghitung dimensi antenna *horn* piramida pada bidang H (r_1) dapat menggunakan Persamaan (10) – (12) (**Prapto, 2011**).

$$R_{xh} = \sqrt{R_h^2 - \left(\frac{A-a}{2} \right)^2} \quad (10)$$

$$R_{zh} = \sqrt{R_{xh}^2 - \left(\frac{B-b}{2} \right)^2} \quad (11)$$

$$r_1 = R_1 - R_{zh} \quad (12)$$

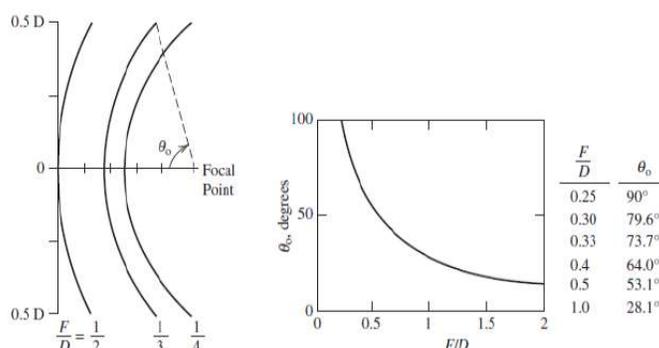
Dan untuk menghitung dimensi pangkal antenna *horn* piramida pada bidang E(r_2) dapat menggunakan Persamaan (13) - (15) (**Prapto, 2011**).

$$R_{xe} = \sqrt{R_e^2 - \left(\frac{B-b}{2}\right)^2} \quad (13)$$

$$R_{ze} = \sqrt{R_{xe}^2 - \left(\frac{A-a}{2}\right)^2} \quad (14)$$

$$r_2 = R_2 - R_{ze} \quad (15)$$

Untuk dimensi reflektor parabola dapat ditentukan dengan menggunakan rumus dengan melalui pendekatan berikut (**Isenlik, 2012**).



Gambar 4. Bentuk Umum Reflektor Parabola

Untuk menghitung titik fokus antena reflektor parabola dapat menggunakan Persamaan (16).

$$F = \frac{F}{D} \times D \quad (16)$$

F : Titik fokus reflektor parabola

F/D : Rasio titik fokus reflektor parabola terhadap diameter yang digunakan bernilai 0,5

D : Diameter reflektor parabola yang digunakan bernilai 3,5 meter

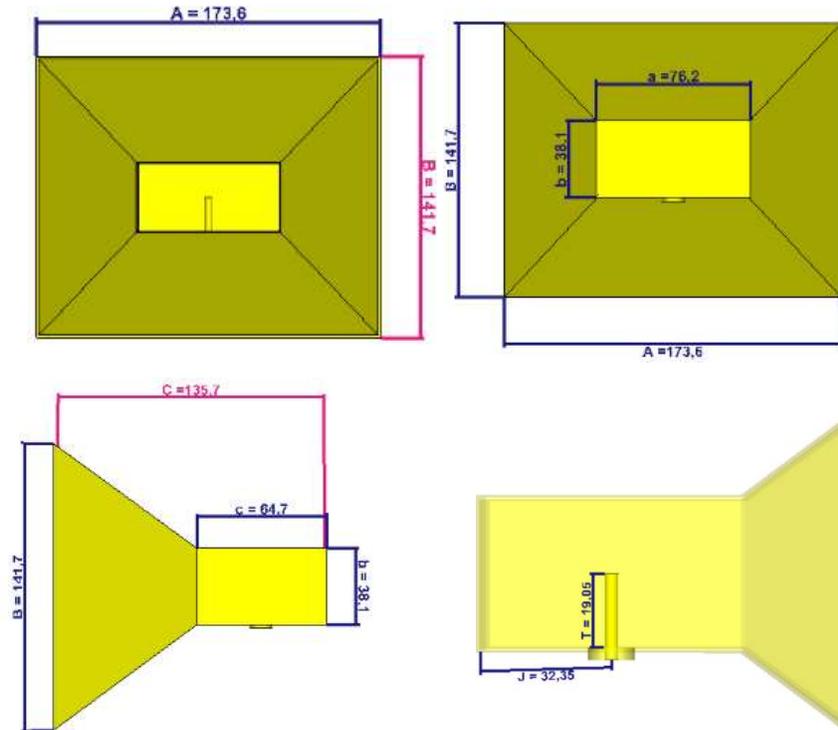
Dalam perancangan antena parabola ini, bahan yang digunakan untuk *feed horn* piramida adalah aluminium dengan ketebalan 1 mm, sedangkan untuk bagian reflektor parabola menggunakan bahan aluminium dengan ketebalan 3 mm. Hasil perhitungan dimensi *feed horn* piramida dan reflektor parabola ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dimensi Antena *Horn* Piramida dan Reflektor Parabola

Parameter	Nilai	Keterangan
A	17,36 cm	Sisi <i>aperture A</i>
B	14,17 cm	Sisi <i>aperture B</i>
A	7,62 cm	Sisi <i>waveguide a</i>
B	3,81 cm	Sisi <i>waveguide b</i>
C	13,57 cm	Panjang total antena <i>horn</i>
C	6,47 cm	Panjang <i>waveguide</i>
D	3,5 m	Diameter reflektor parabola
F	1,75 m	Titik fokus
F/D	1/2	Rasio titik fokus
J	3,235 cm	Jarak N-konektor dari dinding bidang <i>waveguide</i>
T	1,905 cm	Jarak N-konektor dari alas bidang <i>waveguide</i>

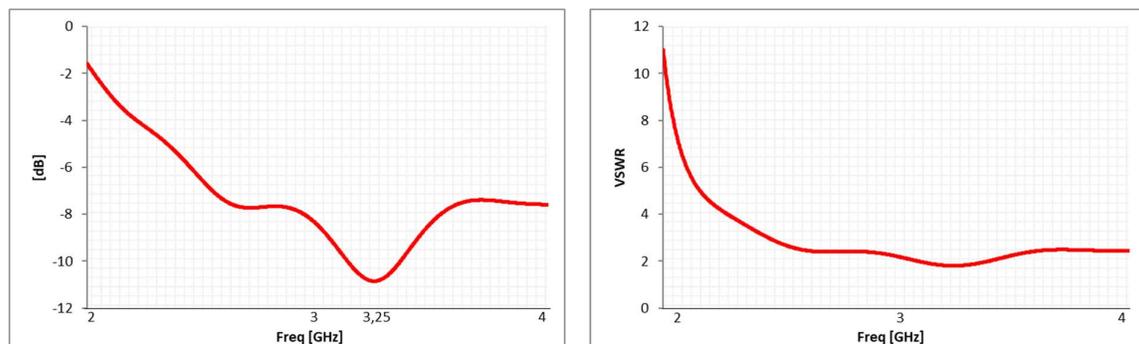
3. HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

3.1 Hasil Simulasi Antena *Feed Horn* Piramida Tanpa Penambahan Metal Persegi
Berdasarkan hasil perhitungan dimensi *feed horn* piramida yang sudah dilakukan, maka desain dimensi *feed horn* piramida seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



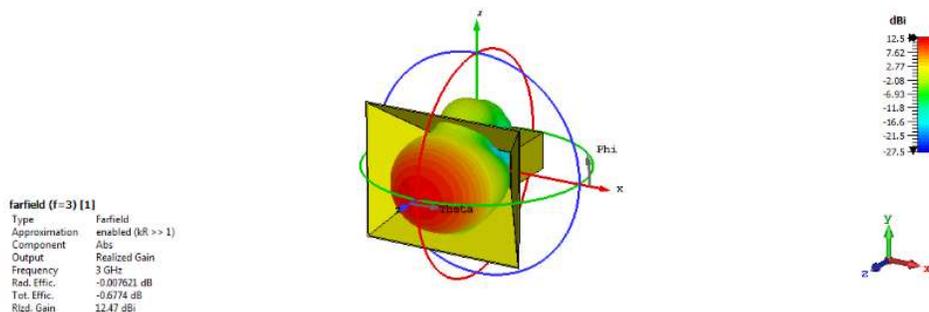
Gambar 5. Dimensi *Feed Horn* Piramida

Setelah mendesain *feed horn* piramida langkah berikutnya adalah melakukan simulasi menggunakan *software CST Studio Suite 2019* untuk melihat berbagai performansi parameter yang dihasilkan. Dapat dilihat berdasarkan Gambar 6 nilai *return loss* yang dihasilkan oleh desain antena *feed horn* Piramida tanpa batang metal persegi dengan frekuensi tengah 3,25 GHz adalah -10,848 dB dengan *bandwidth* sebesar 301,5 MHz dan *VSWR* 1,804.



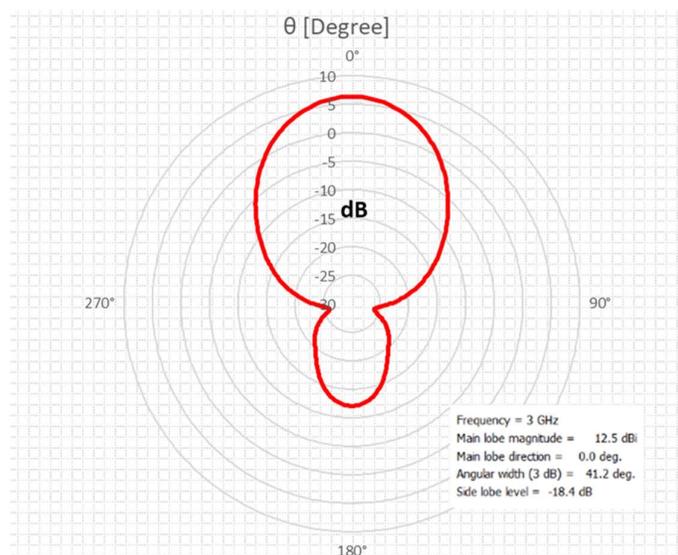
Gambar 6. *Return Loss* dan *VSWR* Antena *Feed Horn* Piramida Tanpa Batang Metal Persegi

Berdasarkan spesifikasi Tabel 1, besar *gain* yang ingin dicapai adalah ≥ 12 dB. Dapat dilihat berdasarkan Gambar 7 nilai *gain* tertinggi yang didapatkan pada Antena *Feed Horn* Piramida tanpa penambahan batang metal persegi pada frekuensi 3,25 GHz bernilai 12,47 dB.



Gambar 7. Gain Antena *Feed Horn* Piramida Tanpa Batang Metal Persegi

Kemudian dari Gambar 8 diperoleh nilai SLL terendah yang didapatkan pada antena *feed horn* piramida tanpa batang metal persegi pada frekuensi 3,25 GHz ialah sebesar -18,4 dB.

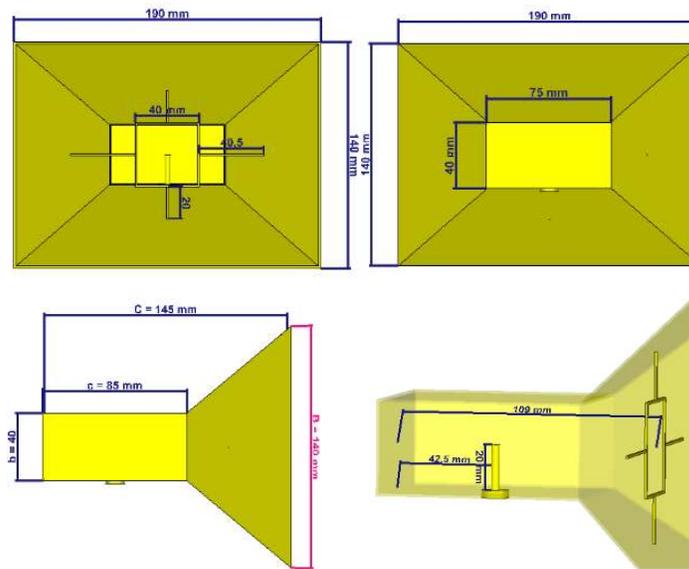


Gambar 8. Side Lobe Level Antena *Feed Horn* Piramida Tanpa Batang Metal Persegi

Berdasarkan hasil simulasi antena *feed horn* piramida terlihat bahwa desain dan perhitungan *feed horn* piramida tanpa penambahan batang metal persegi belum memenuhi spesifikasi daerah kerja frekuensi yang sudah ditentukan.

3.2 Hasil Simulasi Antena *Feed Horn* Piramida Menggunakan Teknik Penambahan Batang Metal Persegi.

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan, maka dalam riset ini diajukan iterasi desain dan optimasi pada dimensi *feed horn* piramida serta mengajukan penambahan batang metal berbentuk persegi dengan ketebalan batang metal 1mm. Desain dimensi *feed horn* piramida menggunakan teknik penambahan batang metal berbentuk persegi ditunjukkan pada Gambar 9 dan detail parameter seperti ditunjukkan Tabel 4.



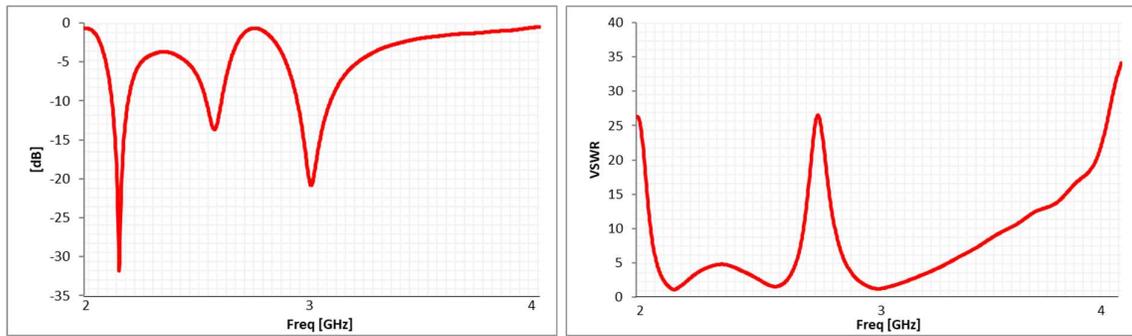
Gambar 9. Dimensi Feed Horn Piramida dengan Penambahan Batang Metal Persegi

Tabel 4. Dimensi Feed Horn Piramida menggunakan Teknik Penambahan Batang Metal Berbentuk Persegi

Parameter	Nilai	Keterangan
A	19 cm	Sisi <i>aperture A</i>
B	14 cm	Sisi <i>aperture B</i>
a	7,5 cm	Sisi <i>waveguide a</i>
b	4 cm	Sisi <i>waveguide b</i>
C	14,5 cm	Panjang total antenna <i>horn</i>
c	8,5 cm	Panjang <i>waveguide</i>
J	4,25 cm	Jarak N-konektor dari dinding bidang <i>waveguide</i>
T	2 cm	Jarak N-konektor dari alas bidang <i>waveguide</i>
Y	10,9 cm	Jarak batang metal persegi dari dinding bidang <i>waveguide</i>
D	0,1 cm	Tebal Batang Metal
Dt	4 cm	Batang Metal Berbentuk Persegi
Dab	2 cm	Jarak Batang Metal dari atas/bawah
Dkk	4,05 cm	Jarak Batang Metal dari kanan/kiri

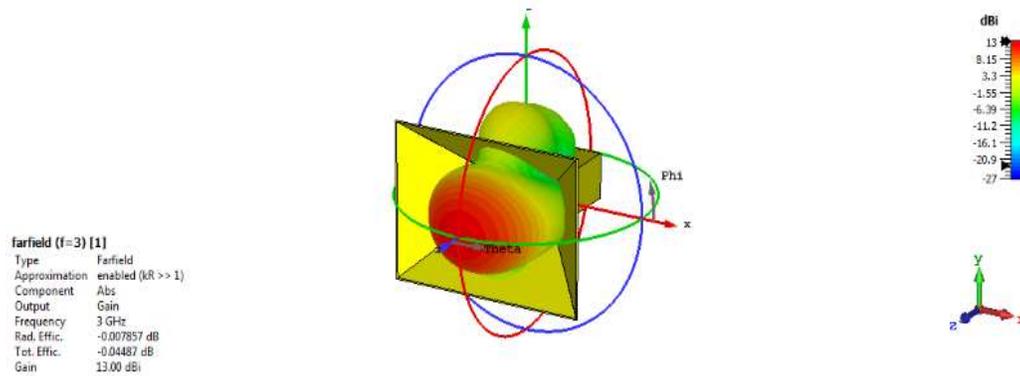
Untuk melihat hasil pengembangan, maka hasil simulasi rancangan *feed horn* piramida dengan penambahan batang metal persegi dibandingkan dengan tanpa penambahan batang metal persegi.

Daerah frekuensi kerja antenna ditentukan dengan melihat nilai *return loss* < 9,54 dB. Dapat dilihat berdasarkan Gambar 10 nilai *return loss* maksimum yang didapatkan pada frekuensi tengah 3 GHz bernilai -20,71 dB dengan *bandwidth* sebesar 156,6 MHz dan VSWR 1,202.



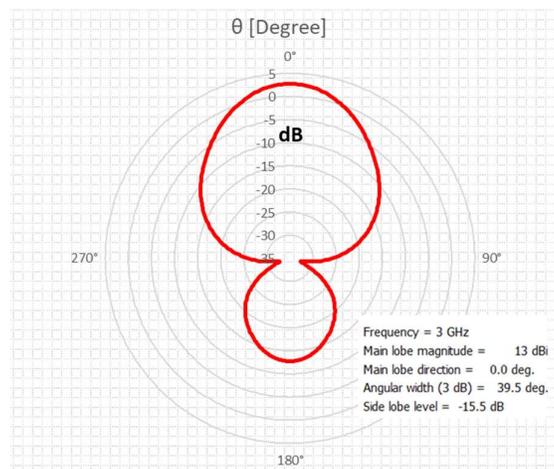
Gambar 10. Return Loss dan VSWR Antena *Feed Horn* Piramida dengan Penambahan Batang Metal Persegi

Sesuai spesifikasi yang ditetapkan pada Tabel 1, maka besarnya *gain* yang ingin dicapai adalah ≥ 12 dB. Pada simulasi ini diperoleh nilai *gain* tertinggi antena *feed horn* piramida dengan penambahan batang metal persegi adalah 13 dB seperti ditunjukkan Gambar 11.



Gambar 11. Gain Antena *Feed Horn* Piramida dengan Penambahan Batang Metal Persegi

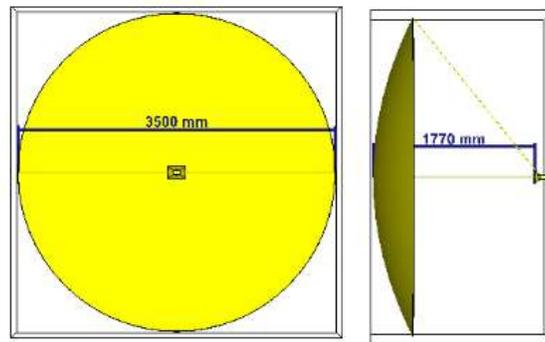
Berikutnya sesuai spesifikasi Tabel 1, nilai SLL yang ingin dicapai adalah ≤ -15 dB. Hasil simulasi sesuai yang ditunjukkan Gambar 12, nilai SLL terendah antena *feed horn* piramida dengan penambahan batang metal persegi adalah sebesar -15,5dB pada frekuensi 3 GHz.



Gambar 12. Side Lobe Level Antena *Feed Horn* Piramida dengan Penambahan Batang Metal Persegi

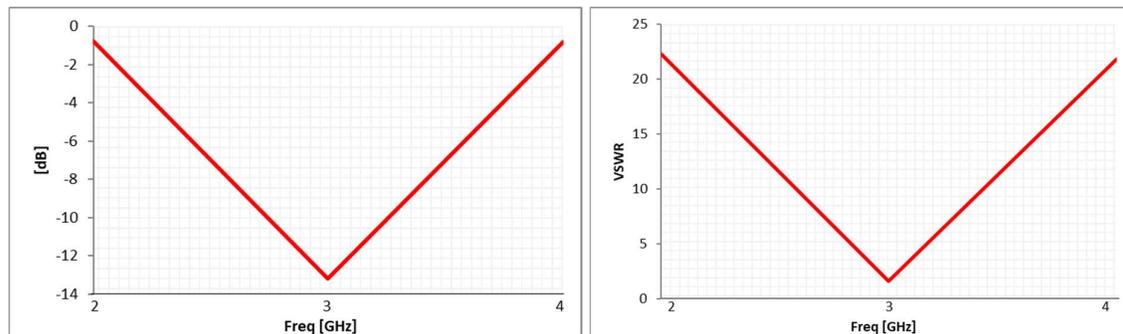
3.3 Hasil Simulasi Antena Reflektor Parabola dengan *Feed Horn* Piramida menggunakan Teknik Penambahan Batang Metal Persegi

Setelah mendapatkan hasil simulasi *feed horn* piramida, maka langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi antena reflektor parabola dengan menggunakan *feed horn* piramida hasil pengembangan dan iterasi. Pada tahapan ini, dilakukan optimasi desain antena parabola untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan. Setelah dilakukan optimasi dan iterasi terhadap jarak titik fokus *feed horn* terhadap bidang reflektor, diperoleh nilai terbaik jarak titik fokus sebesar 1770 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 13.

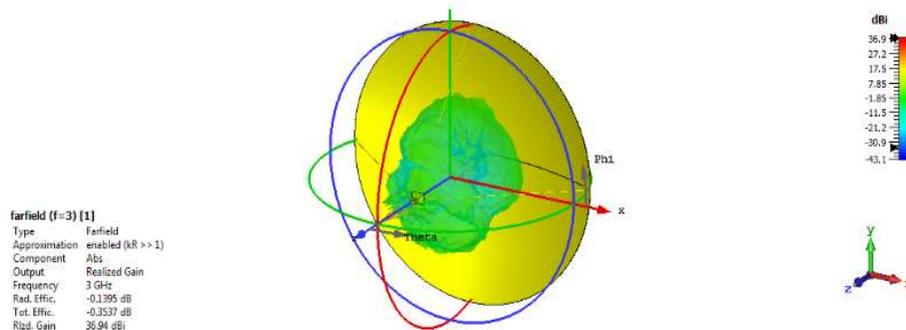


Gambar 13. Desain Antena Reflektor Parabola

Hasil simulasi parameter seperti ditunjukkan Gambar 14. Diperoleh nilai *return loss* pada frekuensi tengah 3 GHz sebesar -13,174 dB dengan *bandwidth* sebesar 586,9 MHz dan VSWR 1,562 . Sedangkan nilai *gain* diperoleh sebesar 36,94 dBi seperti ditunjukkan Gambar 15.

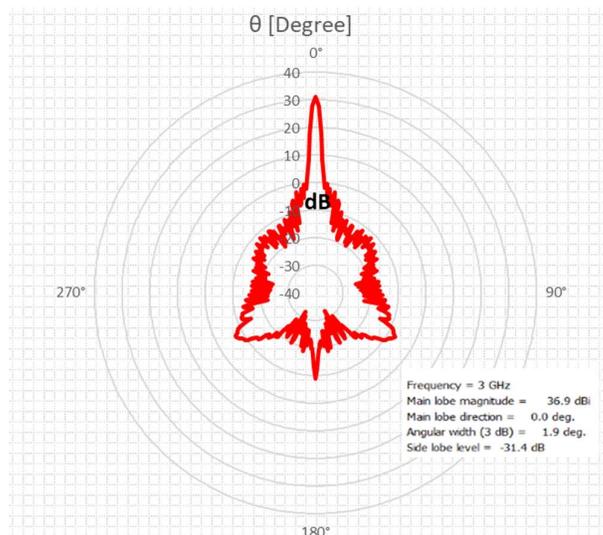


Gambar 14. *Return Loss* dan VSWR Antena Reflektor Parabola



Gambar 15. *Gain* Antena Reflektor Parabola

Berikutnya sesuai spesifikasi pada Tabel 2, nilai SLL yang ingin dicapai adalah ≤ -30 dB. Dari hasil simulasi desain yang diajukan pada riset ini, diperoleh nilai SLL pada frekuensi 3 GHz adalah sebesar -31,4 dB seperti ditunjukkan Gambar 16.



Gambar 16. Side Lobe Level Antena Reflektor Parabola

3.4 Analisis dan Perbandingan Performansi

Hasil analisis dan perbandingan dimensi serta performansi *feed horn* dan antena reflektor parabola secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 5. Perbandingan Dimensi Antena *Feed Horn* Piramida

Keterangan	<i>Feed Horn</i> Piramida	<i>Feed Horn</i> Piramida Menggunakan Teknik Penambahan Batang Metal Berbentuk Persegi	Perubahan Dimensi	Persentase
Sisi <i>aperture A</i>	17,36 cm	19 cm	1,64 cm	8,6 %
Sisi <i>aperture B</i>	14,17 cm	14 cm	- 0,17 cm	- 0,9 %
Sisi <i>waveguide a</i>	7,62 cm	7,5 cm	- 0,12 cm	- 0,6 %
Sisi <i>waveguide b</i>	3,81 cm	4 cm	0,19 cm	1,4 %
Panjang <i>waveguide</i>	6,47 cm	8,5 cm	2,03 cm	23,9%
Total	49,43	53	3,57 cm	6,7 %

Tabel 6. Perbandingan Performansi Antena *Feed Horn*

Parameter	Proposal Penambahan Batang Metal Berbentuk Persegi	Tanpa Batang Metal	Ichsan , 2012
Frekuensi (GHz)	3	3	3
<i>Gain</i> (dB)	13	12,47	12,4

Tabel 7. Performansi Antena Reflektor Parabola Radar Maritim

Parameter	Bandwidth (MHz)	<i>Gain</i> (dB)	Beamwidth (°)	SLL (dB)
Antena Reflektor Parabola	587	36,9	1,9	-31,4

Hasil riset ini menunjukkan terdapat perubahan dimensi sebesar 6,7% pada *feed horn* piramida sebelum dan setelah menggunakan teknik penambahan batang metal berbentuk persegi ditunjukkan pada Tabel 5. Penambahan batang metal persegi mampu meningkatkan *gain* antena *feed horn* piramida sebesar 0,53 dB jika dibanding antena *feed horn* tanpa penambahan. Hasil ini juga lebih baik jika dibandingkan hasil riset sebelumnya oleh (**Ichsan, 2012**) yang merancang antena *feed horn* piramida dengan batang metal saling tegak lurus seperti ditunjukkan Tabel 6.

Dengan demikian hasil riset ini dapat menjadi solusi untuk memperbaiki performansi antena reflektor parabola yang menggunakan sistem *feeding* antena *horn* parabola sehingga secara keseluruhan performansi antena reflektor parabola menjadi lebih baik dan memenuhi spesifikasi antena radar maritim yang membutuhkan *gain* yang tinggi dan SLL yang rendah. Hasil lengkap performansi antena reflektor parabola Radar maritim yang diajukan seperti ditunjukkan pada Tabel 7.

4. KESIMPULAN

Dalam riset ini diajukan teknik untuk meningkatkan performansi antena reflektor parabola sehingga dapat memenuhi spesifikasi antena Radar maritim yang membutuhkan *gain* sangat tinggi dan SLL yang rendah. Rekayasa dilakukan dengan menambah batang metal berbentuk persegi di dalam antena *feed horn* piramida yang digunakan sebagai sistem *feeding*. Hasilnya menunjukkan terjadi perbaikan performansi antena *feed horn* sehingga berkontribusi terhadap performansi antena reflektor parabola secara keseluruhan dan berhasil memenuhi spesifikasi untuk kebutuhan Radar maritim. Hasil ini diharapkan mampu sebagai salah satu alternatif desain yang digunakan dalam sistem radar maritim sehingga berkontribusi terhadap pengembangan industri Radar dalam negeri.

DAFTAR RUJUKAN

- Balanis, C.A. (2005). *Antena Theory Analysis and Design, 3rd Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Fu, J., and Xie, Z. (2020). Design of Horn Feed with Duplex Function for Parabolic Antennas in KuBand VAST Applications. *IEEE MTT-S International Wireless Symposium (IWS)*.
- Isenlik, T., Basaran, E., Turetken, B., (2012). A Novel Ultra-Wideband Horn Feed for Parabolic Reflector Antennas. *IEEE International Conference on Ultra-Wideband*.
- Jonifan., Supriyatin, W., Rafsyam, Y., Firmansyah, T., Herudin., & Herudin, A. (2016). Perancangan antena mikrostrip patch circular menggunakan metode array 1x8 untuk aplikasi radar maritim frekuensi 3,2 GHz. *Jurnal Ilmiah SETRUM, 5(2), 77-81*.
- Lestari, A.A., Winarko, O.D., Serliningtyas, H., Yulian, D. (2014). Development of the first Indonesian S-Band radar. *Proc. of the 1st International Conference on Information Technology Computer, and Electrical Engineering*.

- Icshan, M. (2012). Rancang Bangun Antena Horn Menggunakan Teknik Penambahan Batang Metal Yang Bekerja Pada Frekuensi 2,8 – 3,1 GHz [skripsi]. Depok: Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- Hur, J., Byun. G., and Choo. H. (2020). Design of Parabola-Shaped Planar Lossy Magnetic Surface for Improved Isolation Characteristic Between GPS Array Elements with Circular Polarization Property. *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, 19(1), 139-142.
- Pradana, A., Arseno, D., Edwar. (2021). Perancangan dan realisasi antena horn dengan metode 3D printing pada frekuensi S-Band. *e-Proceeding of Engineering*, 8(6), 11730 -11737.
- Presura, R. C., Stoica, C., Dina, L. A., Aipu, R., Nicolae, P. M., Nicolae, M. S. (2017). Optimization Solutions for Improving the Gain of a Pyramidal Horn Antenna through Computer-Aided Design and Simulation. *IEEE The 7th International Conference on Modern Power System*.
- Prpto, T. (2011). Optimasi Perancangan Antena *Horn* Piramida dengan menggunakan Algoritma Genetik. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Sandi, E., Addafiah, R., Yuliatmojo, P. (2019). Low-cost array antenna design for S-Band maritime radar by using sparse array method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*.
- Sugama, C., and Chandrasekar, V. (2020). Triple Cassegrain Parabolic Stacked Antenna for Radio Frequency System Consolidation. *International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC)*.
- Sadhukhan, G., and Chakrabarti, S (2019). Dual Feed Dual Circularly Polarized Horn Antenna at Ka Band. *International Conference on Range Technology (ICORT)*.
- Takano, T., Yoshimine, T., and Saegusa, K. (2020). Two-Dimensional Array Antenna with Element Separations Adjusted to Excitation Distribution. *IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and North American Radio Science Meeting*.
- WIRA, Media Informasi Kementerian Pertahanan (2015). Pokok-Pokok Pikiran Tentang Pembangunan Industri Radar Nasional. Volume 55/No.39/Juli-Agustus 2015.
- Zhang, Z. Y., Zhao, Y., Liu, N.W., Ji, L.Y., Zuo, S., Fu, G (2019). Design of a Dual-Beam Dual-Polarized Offset Parabolic Reflector Antenna. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 67(2).