

PENGGUNAAN MATERIAL DIELEKTRIK BUATAN BERBASIS RECTANGULAR PATCH PADA ANTENA HORN UNTUK RADAR X- BAND

USE OF MADE DIELECTRIC MATERIALS BASED ON RECTANGULAR PATCH ON ANTENNA HORN FOR RADAR X-BAND

Chabesno S Panggabean¹, M. Reza Hidayat²

^{1,2}Universitas Jenderal Achmad Yani

¹chabespanggabean@gmail.com, ²mreza@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Material dielektrik banyak berperan penting pada antena dalam upaya untuk menunjang komunikasi data. Material yang digunakan dielektrik biasanya tidak datar diisi satu bahan saja, namun merupakan kombinasi dari beberapa material dielektrik. Dari sejumlah penelitian telah berhasil dikembangkan material dielektrik dan paduan lainnya untuk penyekat konduktor dalam pengembangan antena. Maka dari itu dalam penelitian ini material dielektrik FR-4 EPOXY disisipkan ke dalam antena *horn* piramida untuk mengetahui karakteristiknya dengan frekuensi kerja pada radar *X-Band*. Perancangan dilakukan dengan metoda simulasi dimana pada tahap awal dilakukan perancangan antena *horn* tanpa FR-4 kemudian menyisipkan bahan dielektrik FR-4 dan tahap menyisipkan bahan dielektrik buatan menggunakan rancangan *rectangular patch*. Dari akhir tahap simulasi menggunakan *rectangular patch* didapatkan hasil yang paling sesuai spesifikasi yang diinginkan pada frekuensi kerja 7,822 GHz dengan *return loss* sebesar -20,336 dB, lebar *bandwidth* sebesar 830,6 MHz dan VSWR sebesar 1,21. Sedangkan dari hasil pengukuran antena *horn* yang telah direalisasikan menggunakan material dielektrik buatan dengan *rectangular patch* didapatkan hasil yang paling mendekati dengan spesifikasi yang diinginkan pada antena di frekuensi 8,41 GHz dengan *return loss* sebesar -13,31 dB, lebar *bandwidth* sebesar 110 MHz, dan VSWR sebesar 1,61. Perbedaan hasil parameter yang diperoleh dianalisa akibat perbedaan dimensi antara antena hasil simulasi dan antena yang telah direalisasikan. Pengukuran juga tidak dilakukan di ruangan khusus (*unechoic chamber*) sehingga memungkinkan interferensi terhadap gelombang dari antena yang di ukur karena hasil simulasi dibuat dalam keadaan yang serba ideal.

Kata kunci: Dielektrik, antena horn piramid, radar x-band.

Abstract

Dielectric materials play an important role in antennas in an effort to support data communication. The material used is usually not a single material, but it is a combination of several dielectric materials. From a number of studies, dielectric materials and other alloys have been successfully developed for insulating conductors in antenna development. Therefore, in this study the FR-4 EPOXY dielectric material was inserted into the pyramid horn antenna to determine its characteristics with the working frequency of the X-Band radar. The design is carried out with a simulation method where in the initial stages, a horn antenna without FR-4 is designed, then inserts the FR-4 dielectric material and the stage of inserting artificial dielectric material using a rectangular patch design. From the end of the simulation stage using the rectangular patch, the results that best match the desired specifications are at a working frequency of 7.822 GHz with a return loss of -20.336 dB, a wide bandwidth of 830.6 MHz and a VSWR of 1.21. Meanwhile, from the measurement results of horn antennas that have been realized using artificial dielectric material with rectangular patches, the results are closest to the desired specifications on the antenna at a frequency of 8.41 GHz with a return loss of -13.31 dB, a bandwidth of 110 MHz, and VSWR of 1.61. The difference in parameter results obtained is analyzed due to the difference in dimensions between the simulated antenna and the antenna that has been realized. Measurements are also not carried out in a special room (*unechoic chamber*) so that it allows interference to the waves from the antenna being measured because the simulation results are made in ideal conditions.

Keywords: Dielectric, pyramid horn antenna, x-band radar.

1. PENDAHULUAN

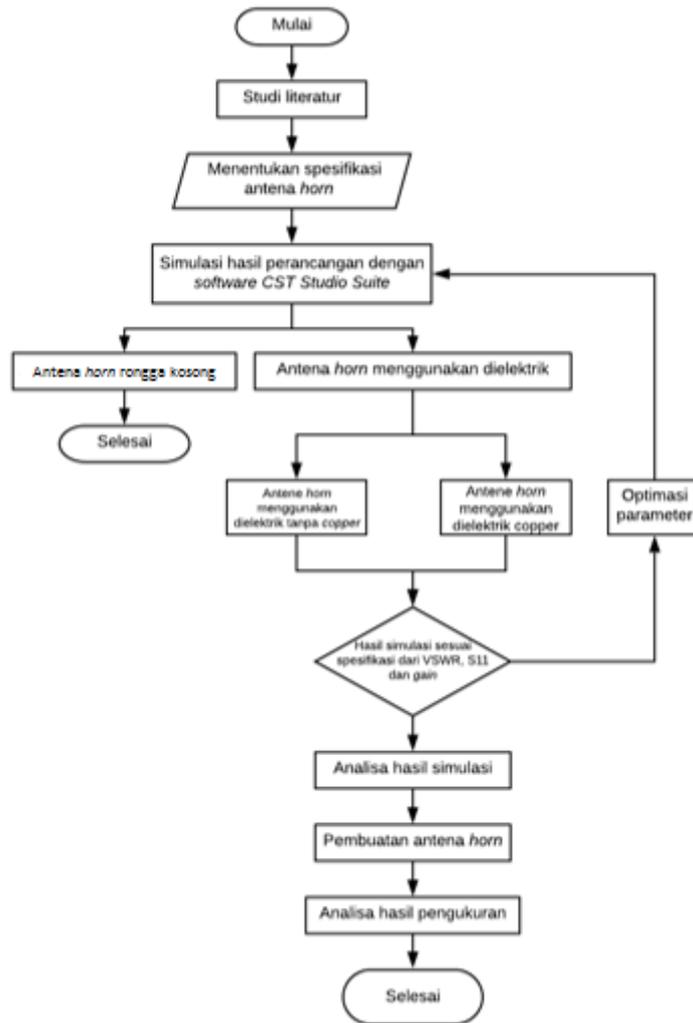
Material dielektrik banyak berperan penting didalam bidang antena untuk menunjang komunikasi data. Material dielektrik yang digunakan biasanya tidak berisi satu material saja, tetapi gabungan dari beberapa material. Banyak penelitian yang sudah berhasil dikembangkan dengan material dielektrik dan campuran lainnya untuk penyekat konduktor untuk pengembangan antena. Material dielektrik bersifat padat, cair, dan gas. Berbeda dengan konduktor, sifat material dielektrik tidak memiliki elektron-elektron konduksi yang bebas bergerak diseluruh material dielektrik tersebut karena pengaruh medan listrik. Elektron-elektron terikat kuat pada material dielektrik, sehingga membentuk struktur renggang benda padat, dalam bentuk gas dan cair bagian positif dan negatifnya bersatu sehingga ditiap aliran massa tidak ada perpindahan dari muatan [1]. Berdasarkan perkembangan riset, penelitian tentang hal ini telah dilakukan sebelumnya dengan Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 4x4 Mimo berbahan material dielektrik *artificial* dengan menggunakan mode gelombang TM₁₁ (Pola *Crepes*) untuk meningkatkan gain antena *repeater* pada aplikasi LTE [2]. Penelitian kedua analisa karakteristik antena mikrostrip lingkaran berbahan substrat material dielektrik *artifisial* pada frekuensi 1800 MHz [3]. Penelitian ketiga Perancangan antena mikrostrip rectangular menggunakan dielektrik *artifisial* akrilik untuk *transceiver* GSM [4]. Penelitian kelima perancangan dan realisasi antena horn conical pada frekuensi 4-18 GHz untuk electronic support measures, hasil dari penelitian antena horn conical sudah dapat bekerja dengan baik pada frekuensi kerja 11 GHz dengan VSWR simulasi bernilai 1,0774 dBi dan VSWR realisasi bernilai 1,581 dBi yang artinya sudah memenuhi spesifikasi VSWR yang diharapkan yaitu $VSWR \leq 2$ [5]. Penelitian keenam merancang dan realisasi antena horn conical pada frekuensi ku-band GHz untuk electronic support measure, hasil dari penelitian saat merealisasikan antena menunjukkan VSWR bernilai 1.216 dBi, impedansi bernilai $43.81\Omega - j5.10\Omega$, memiliki pola radiasi unidireksional, polarisasi yang dihasilkan polarisasi linier serta nilai gain sebesar 13.52 B. Sedangkan pada saat simulasi menunjukkan VSWR sebesar 1.7004 dBi, impedansi bernilai $40.70\Omega - j1.577\Omega$, pola radiasi unidireksional, polarisasi yang dihasilkan polarisasi linier serta gain sebesar -20.31 dB. Dari hasil pengukuran realisasi antena dapat disimpulkan bahwa antena ini dapat memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk ESM [6]. Penggunaan material dielektrik sudah banyak digunakan, namun penggunaan spesifikasi dan metode yang beda tergantung kepada kebutuhan. Dalam penelitian ini dielektrik akan disisipkan pada antena *horn* piramida untuk radar X-Band untuk aplikasi ESM (*Electronic Support Measure*) [7] dimana telah diamati karakteristik material dielektrik buatan terhadap parameter antena *horn* sehingga didapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Material dielektrik buatan dirancang dengan menggunakan *rectangular patch*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metoda simulasi dengan merancang antena *horn* berongga udara, menggunakan dielektrik FR-4 dan menggunakan *rectangular patch* serta mengamati perbedaan dari ketiga rancangan tersebut. Setelah itu dilanjutkan dengan realisasi hardware dari antena yang diperoleh dari tahap simulasi kemudian dilakukan analisa dari hasil pengukuran.

2. PERANCANGAN

2.1 Diagram Alir

Perancangan dari antena Horn piramida yang dibuat ke dalam beberapa tahap agar perancangan tersebut dapat dilakukan secara sistematis. Pertama adalah studi literatur kemudian dilanjutkan dengan menentukan spesifikasi antena, setelah menentukan spesifikasi antena lalu melakukan simulasi, setelah simulasi pembuatan antena dan yang terakhir adalah hasil analisis dari

antena. Tahap-tahap pada perancangan yang dilakukan dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.

2.2 Perancangan Antena

2.2.1 Spesifikasi Antena

Mengacu dari penjelasan metoda penelitian Gambar 1, langkah yang pertama dilakukan adalah menentukan spesifikasi kerja antena radar *X-Band* untuk ESM (*Electronic Support Measure*) [7]. Spesifikasi ini sebagai acuan untuk perancangan antena yang dilakukan. Spesifikasi yang diinginkan untuk antena *horn* yang dirancang adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi antena.

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi	X-Band
<i>Bandwidth</i>	≥ 100 MHz
VSWR	$\leq 1,3$
<i>Return loss</i>	≥ -10 dB
<i>Gain</i>	≥ 0 dB

Bandwidth dari antenna dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (1)$$

Dari rumus (2.1) bahwa spesifikasi return loss ity maksimal di -10 dB. VSWR dari antenna dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$VSWR = \frac{V_{max}}{V_{min}} \quad (2)$$

Voltage Standing Wave Ratio atau biasa disebut VSWR merupakan perbandingan *amplitudo* gelombang berdiri (*standing wave*) *maksimum* ($|V|_{Max}$) dan *minimum* ($|V|_{Min}$)[8]. VSWR dihitung untuk melihat seberapa *match-nya impedansi* antara saluran transmisi dengan antenna. *Return loss* merupakan pembanding antara nilai amplitudo yang direfleksikan terhadap amplitudo yang dikirim atau peningkatan amplitudo dari refleksi pada energi dibandingkan dengan energi yang telah dikirim. Parameter dari penguatan (*Gain*) pada suatu antenna dibagi menjadi dua yaitu *relative gain* dan *absolute gain*, berikut penjelasan dari *relative gain* dan *absolute gain*[8]. *Relative gain* merupakan pembanding antara daya yang diperoleh antenna referensi pada arah yang direferensikan dengan daya yang diperoleh pada sebuah arah. Daya yang dipancarkan kepada dua atau lebih antenna harus sama besarnya. Akan tetapi, referensi dari antenna adalah sumber isotropik yang *lossless* ($P_{in}(lossless)$)[9]. *Absolute Gain* merupakan pembanding antara antenna intensitas radiasi yang didapat apabila daya yang diperoleh antenna teradiasi secara isotropik dengan intensitas pada arah tertentu. Hubungan antara intensitas radiasi dengan daya yang diterima oleh antenna (P_{in}) dibagi dengan 4π dengan daya yang diradiasikan secara isotropik [10].

2.2.2 Karakteristik Bahan

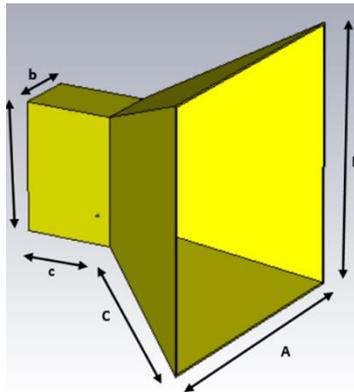
Bahan yang digunakan untuk antenna *horn* yang dirancang menggunakan material aluminium dengan ketebalan 1 mm , sedangkan untuk dielektrik buatan bahan yang digunakan berupa FR-4 epoxy. Material yang digunakan pada rancangan antenna *horn* memiliki karakteristik sebagai berikut:

Tabel 2 Karakteristik bahan antenna.

Bahan	Ketebalan	Permitivitas relative (ϵ_r)	Permeabilitas relative (μ_r)
Aluminium	1 mm	9,3 – 11,5	$2,1 \times 10^{-5}$
Dielektrik (FR-4 epoxy)	1,6 mm	4,3	1

2.2.3 Teknik Perhitungan dan Konstruksi Antena

Konstruksi dari perancangan antenna yang dipilih adalah antenna horn piramida. Dengan konstruksi ini diharapkan antenna dapat menghasilkan $gain \geq 12$ dBi. Antenna dihitung dengan frekuensi kerja 8.7 GHz (X Band). Berikut adalah gambar rancangan antenna *horn* piramida yang akan dibuat.



Gambar 2. Rancangan antenna.

Dari Gambar 2 diatas, berikut adalah keterangan pada antenna *horn*:

- A = Panjang dari bidang *aperture* antenna *horn*
- B = Lebar dari bidang *aperture* antenna *horn*
- C = Tebal dari bidang *aperture* antenna *horn*
- a = Panjang dari *waveguide* antenna *horn*
- b = Lebar dari bidang *waveguide* antenna *horn*
- c = Tebal dari bidang *waveguide* antenna *horn*

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

$$A = 0,5 \times \lambda \times \sqrt{G} \quad (4)$$

$$B = \frac{G \times \lambda^2}{0,15 \times 8 \times \pi \times A} \quad (5)$$

$$K = \left(\frac{10^{\frac{G}{10}}}{15,7497} \right) \quad (6)$$

$$R1 = 0,62 \sqrt{\frac{D^2}{\lambda}} \quad (7)$$

karena *gain* (G) = 12 dBi dan frekuensi kerja (f) = 8,7 GHz sesuai dengan spesifikasi, untuk mencari nilai parameter panjang (A) dan lebar (B) mulut antenna *horn* piramida dibagian *aperture*, pertama harus mendapat nilai lamda (λ). Cara mendapatkan nilai lamda (λ) menggunakan persamaan (1) didapatkan nilai λ sebesar 3,5 cm. Setelah mendapatkan nilai λ , lalu nilai A dan B dapat diperoleh menggunakan persamaan (2) dan (3) didapatkan nilai A = 6,0225 cm dan nilai B = 7,3 cm. Untuk mendapatkan nilai C pada bidang *aperture* antenna *horn* harus terlebih dahulu mencari nilai konstanta (K) diperoleh menggunakan persamaan (4) didapatkan nilai konstanta (K) = 1. Setelah mendapatkan nilai K, nilai C baru bisa didapatkan dengan persamaan (2.9) didapatkan nilai C = 3,5 cm. *Waveguide* yang dipakai ialah WR 90, dengan nilai panjang (a) = 22,86 mm dan lebar (b) = 10,16

mm. Nilai tebal bidang *waveguide* adalah (c) dan dilakukan optimasi untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka didapat parameter-parameter untuk merancang antena *horn* piramida yang akan dibuat sebagai berikut:

Tabel 3 Dimensi antena hasil perhitungan.

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
A	60,225	Panjang dari bidang <i>aperture</i> antena <i>horn</i>
B	64,75	Lebar dari bidang <i>aperture</i> antena <i>horn</i>
C	35	Tebal dari bidang <i>aperture</i> antena <i>horn</i>
a	22,86	Panjang dari <i>waveguide</i> antena <i>horn</i>
b	10,16	Lebar dari bidang <i>waveguide</i> antena <i>horn</i>
c	10	Tebal dari bidang <i>waveguide</i> antena <i>horn</i>

3.1 Hasil Simulasi

Dari hasil simulasi yang telah dilakukan terdapat beberapa parameter dari antena yang dirubah mulai dari ukuran panjang dari bidang *aperture*, lebar bidang *aperture*, tebal dari bidang *aperture*, panjang dari *waveguide*, lebar dari *waveguide* dan tebal dari *waveguide*. Berikut merupakan beberapa analisa yang didapatkan Ketika melakukan simulasi dan optimasi dari antena yang dibuat: Nilai dari panjang bidang *aperture* antena *horn* (A dan B) sangat berpengaruh pada kinerja antena, semakin besar nilai panjang dan tinggi dari bidang *aperture* maka semakin menurun frekuensi kerja dari antena. Begitu pula bila panjang dan tinggi dari *waveguide* antena horn (a dan b) semakin besar maka frekuensi kerja antenapun semakin menurun. Penambahan material dielektrik tanpa tambahan *copper* dibagian depan material, pada perancangan antena menyebabkan pergeseran pada frekuensi antena dan menurunnya besarnya *gain* pada antena, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4. Nilai VSWR dari suatu antena bergantung pada return loss yang dihasilkan, semakin tinggi nilai *return loss* yang dihasilkan maka nilai VSWR yang dihasilkan semakin mendekati 1, seperti yang dapat dilihat pada tabel 3.4. Penambahan material dielektrik tanpa *copper* pada bagian depan material diantena *horn* menyebabkan nilai *return loss* yang mengecil, membuat *gain* tidak ada dan juga dapat mengubah frekuensi kerja, pola radiasi dan *gain* dari antena. Selain itu pada saat simulasi pada material dielektrik tanpa *copper* pada bagian depan material diantena *horn* dengan menggeser letak posisi material tersebut kearah depan dan belakang di bagian *waveguide* antena seperti Percobaan pertama yaitu dengan merubah posisi material dielektrik tanpa *copper* dibagian depan kearah menjauh dari moncong antena, maka semakin besar pula nilai *return loss* yang dihasilkan dan frekuensi yang dihasilkan membesar. Percobaan kedua yaitu dengan mengubah posisi material dielektrik tanpa *copper*

dibagian depan kearah belakang moncong antenna, tidak memiliki nilai *return loss* dan frekuensi yang dihasilkan membesar. Selanjutnya percobaan dengan menggunakan material dielektrik buatan pada antenna *horn*. Dengan mengubah posisi material tersebut dibagian *waveguide* antenna, berikut hasil dari simulasi. Mengubah posisi material dielektrik buatan kearah belakang moncong antenna, maka frekuensi yang dihasilkan semakin, kecil *gain* semakin besar dan *return loss* semakin besar pula. Mengubah posisi material dielektrik buatan kearah depan moncong antenna, maka frekuensi yang dihasilkan tidak memiliki nilai *return loss*, *gain* dan frekuensi yang dihasilkan mengecil.

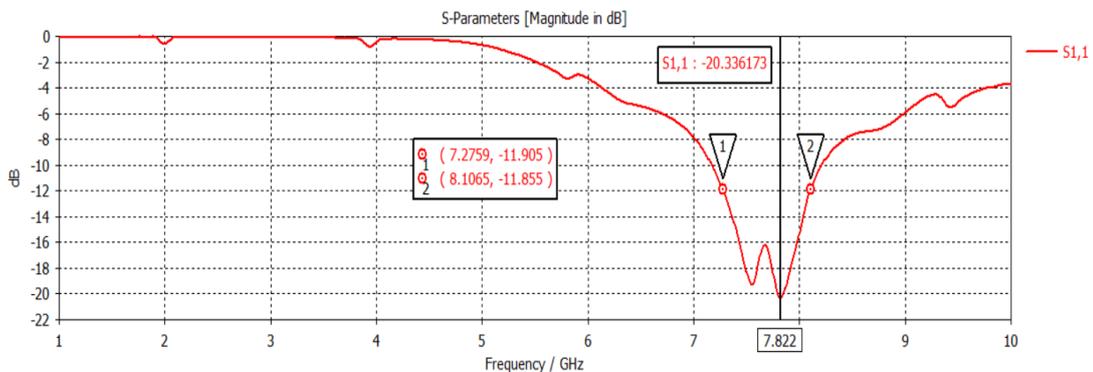
Tabel 4 Data hasil simulasi.

Penggunaan Material Dielektri	Frekuensi (GHz)		Bandwidth (MHz)		Return Loss		VSWR		Gain (dBi)	
	Menjauh dari moncong antenna	Mendekat dari moncong antenna	Menjauh dari moncong antenna	Mendekat dari moncong antenna	Menjauh dari moncong antenna	Mendekat dari moncong antenna	Menjauh dari moncong antenna	Mendekat dari moncong antenna	Menjauh dari moncong antenna	Mendekat dari moncong antenna
Tanpa material dielektrik	8,7	-	461,2	-	-26,2651	-	1,102	-	11	-
Dielektrik murni	7,608	6,42	886,7	0	-10,4655	-3,724	1,194	44,1732	7,92	0
Rectangular patch dielectric material	7,822	6,634	830,6	0	-20,336	-0,402	1,2128	43,192	7,81	0

3.2 Hasil Simulasi

3.2.1 Hasil Simulasi S-Parameters

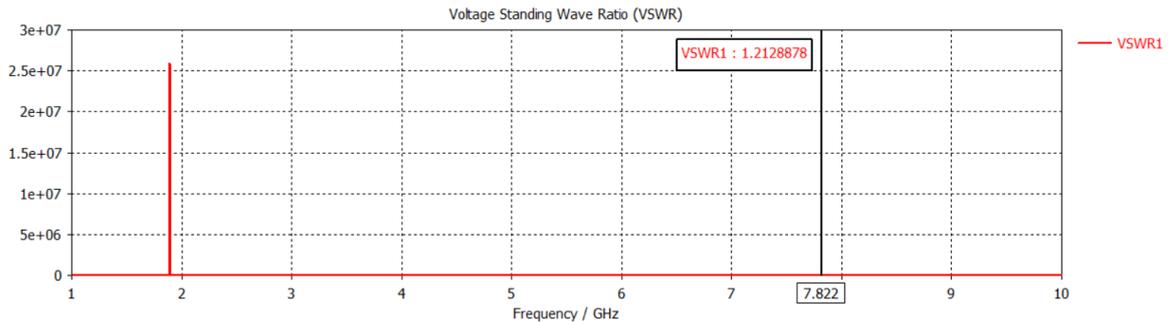
Dari hasil simulasi antenna *horn* menggunakan material dielektrik, *return loss* dengan nilai terbesar -20,336 dB berada pada frekuensi 7,822 GHz dan memiliki lebar *bandwidth* sebesar 830,6 MHz seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hasil optimasi S-Parameters.

3.2.2 Hasil Simulasi VSWR

Berikut hasil simulasi VSWR antenna horn berongga udara

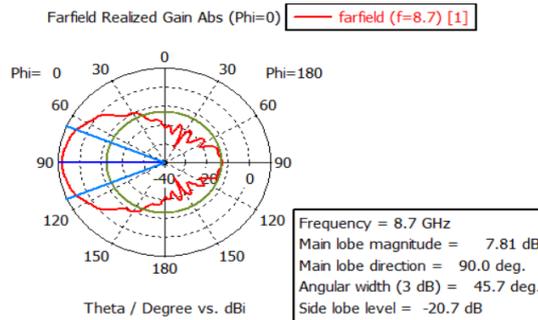


Gambar 4. Hasil optimasi VSWR.

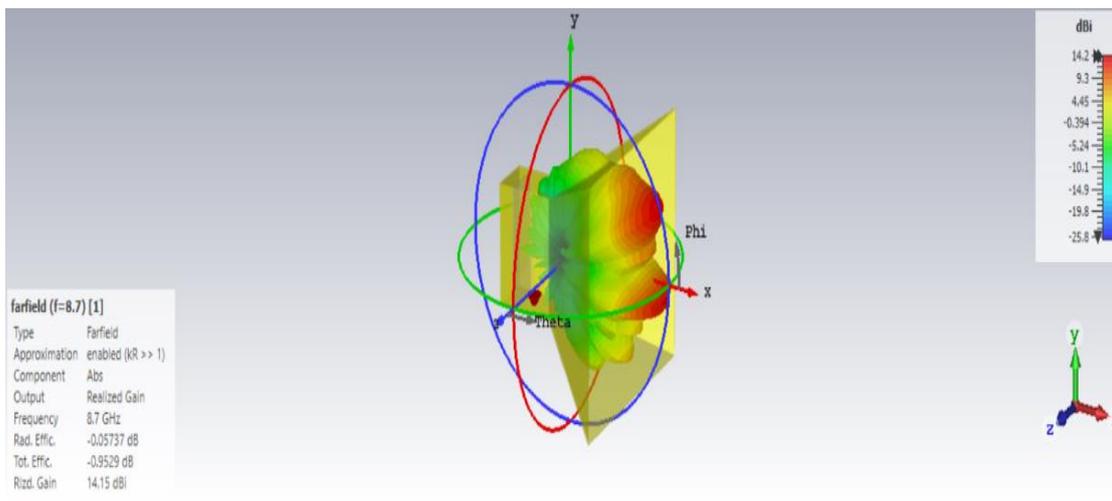
Dari hasil simulasi antenna *horn* menggunakan material dielektrik didapatkan nilai VSWR paling kecil atau yang paling mendekati satu sebesar 1,2128 pada frekuensi 7,822 GHz, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.

3.2.3 Hasil Simulasi Pola Radiasi

Dari hasil simulasi *horn* menggunakan material dielektrik didapatkan *gain* sebesar 7,81 dBi pada Phi = 0 di frekuensi 8,7 GHz, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Hasil simulasi pola radiasi antenna horn menggunakan rectangular patch (2D).



Gambar 6. Hasil simulasi pola radiasi antenna horn menggunakan rectangular patch (3D).

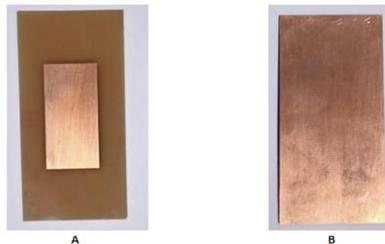
3.3 Realisasi Antena

Setelah melakukan perancangan dan simulasi dengan menggunakan *software CST Studio Suit 2019*, kemudian antena *horn* piramida menggunakan material dielektrik buatan berbasis *rectangular* untuk radar *x-band*.



Gambar 7. Tampilan depan, belakang, dan atas antena horn menggunakan *rectangular patch*.

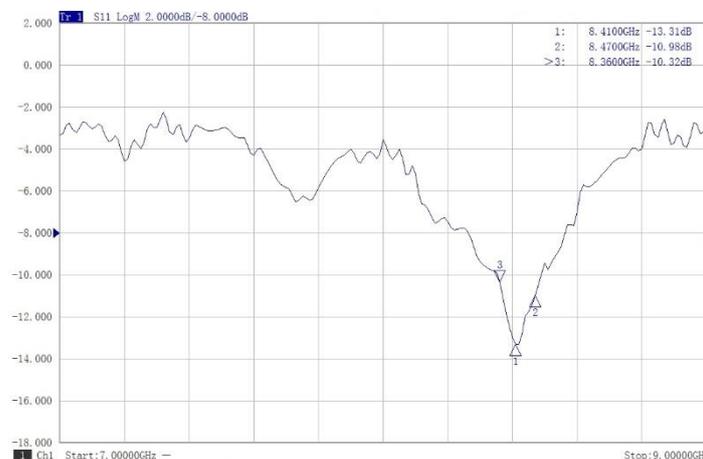
Bahan dielektrik buatan disisipkan sampai ujung waveguide dari antena horn. Pada Gambar 7 adalah gambar material dielektrik buatan berbasis *patch rectangular*.



Gambar 8. Tampilan patch dan groundplane material dielektrik buatan menggunakan *rectangular patch*.

3.4 Hasil Pengukuran *S-Parameters*

Berikut merupakan gambar hasil dari pengukuran *S-Parameters* dengan menggunakan alat ukur VNA yang didalamnya terdapat nilai *return loss* dan *bandwidth* dari antena pada frekuensi kerja 8,1 GHz.

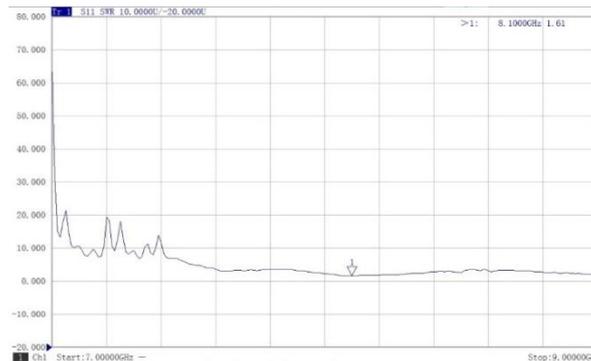


Gambar 9. Hasil pengukuran *S-Parameters*.

Dari hasil pengukuran *S-Parameters* didapatkan frekuensi kerja dari antenna berada pada frekuensi 8,41 GHz, nilai *return loss* yang dihasilkan antenna sebesar -13,31 dB dan lebar *bandwidth* yang didapatkan sebesar 110 MHz.

3.5 Hasil Pengukuran VSWR

Berikut merupakan gambar hasil pengukuran VSWR yang diukur dengan menggunakan alat ukur VNA. dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil pengukuran VSWR.

didalamnya terdapat nilai VSWR sebesar 1,61 pada frekuensi kerja 8,41 GHz, sedangkan pada saat simulasi didapatkan nilai VSWR sebesar 1,21.

3.6 Analisa Hasil Pengukuran

Setelah melakukan pengukuran *S-Parameters* dan VSWR antenna menggunakan VSWR maka didapatkan perbandingan hasil simulasi dan pengukuran yang dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5 Perbandingan hasil simulasi dan hasil pengukuran.

Parameter	Simulasi	Pengukuran
Frekuensi kerja	7,822 MHz	8,41 MHz
<i>Return loss</i>	-20,336 dB	-13,31 dB
<i>Bandwidth</i>	830,6 MHz	110 MHz
VSWR	1,21	1,61

Dari hasil pengukuran antenna *horn* menggunakan dielektrik buatan berbasis rectangular yang telah direalisasikan dan simulasi pada parameter yang di ukur dengan menggunakan VNA. Antena hasil pengukuran bekerja pada frekuensi 8,41MHz dengan nilai *return loss* sebesar -13,31 dB dan lebar *bandwidth* yang didapatkan sebesar 110 MHz, sedangkan pada hasil simulasi bekerja pada frekuensi 7,822 MHz dengan *return loss* sebesar -20,366 dB dan lebar *bandwidth* yang didapat sebesar 830,6 MHz. Beberapa penyebab terjadinya pergeseran frekuensi kerja, membesarnya lebar *bandwidth*, mengecilnya *return loss* dan dan perubahan nilai VSWR yang berbeda antara hasil simulasi dan pengukuran adalah sebagai berikut: Perbedaan dimensi antenna hasil simulasi dan antenna yang telah direalisasikan, hal ini terjadi karena proses pabrikan yang tidak presisi, sehingga pemotongan bidang *aperture* dan bidang *waveguide* dari antenna tidak sesuai perancangan. Proses pengukuran antenna tidak dilakukan di ruang tertutup bebas pantulan sehingga hasil pengukuran tidak sesuai dengan simulasi pada *software CST Studio Suite 2019* dengan kondisi ideal. Keadaan antenna

yang sudah direalisasikan memiliki beberapa kecacatan karena terdapatnya goresan pada daerah material dielektrik buatan yang sering tersentuh tangan. Ukuran dari hasil pabrikasi yang tidak akurat pun membuat hasil dari pengukuran tidak sama dengan yang ada di simulasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian penggunaan material dielektrik buatan berbasis rektanguler *patch* pada antenna *horn* untuk radar *x-band* yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari hasil simulasi ketika antenna horn dirancang dengan frekuensi kerja 8,7 GHz dan diselipkan material dielektrik buatan akan menggeser frekuensi kerja dari antenna horn menjadi 7,8 GHz (simulasi) dan 8.4 GHz (pengukuran). Parameter return loss dari simulasi bernilai -20,336 dB, hasil simulasi bandwidth 830,6 MHz dan hasil dari VSWR 1,21. Parameter dari hasil pengukuran return loss bernilai -13,31 dB, hasil pengukuran bandwidth 110 MHz dan VSWR bernilai 1,61. Pola radiasi tidak berubah tetap direksional. Kemudian antenna *horn* menggunakan material dielektrik buatan telah berhasil direalisasikan dan diukur dimana mengalami pergeseran frekuensi menjadi lebih tinggi. Untuk parameter *bandwidth* dan *return loss* semakin bertambah nilainya sementara untuk VSWR semakin menurun. Dikarnakan ketidaksamaan hasil pabrikasi dengan simulasi, sehingga parameter-parameter yang telah diperoleh mengalami perubahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Ludyati, E. Elisma, W. Pardosi, and N. Nurfiana, "Analisa Karakteristik Antena Mikrostrip Lingkaran Berbahan Substrat Material Dielektrik Artifisial pada Frekuensi 1800 MHz," *Pros. - Semin. Nas. Tek. Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, pp. 276–283, 2019.
- [2] Noviyanti, Cucun, and Hepi Ludyati. "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 4x4 MIMO Berbahan Material Dielektrik Artifisial dengan Menggunakan Mode Gelombang TM11 (Pola Crepes) untuk Meningkatkan Gain Antena Repeater pada Aplikasi LTE." *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 10. No. 1. 2019.
- [3] Ludyati, Hepi, et al. "Analisa Karakteristik Antena Mikrostrip Lingkaran Berbahan Substrat Material Dielektrik Artifisial pada Frekuensi 1800 MHz." *Prosiding-Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung*. 2019.
- [4] Ludyati, Hepi, et al. "Perancangan antenna mikrostrip rectangular menggunakan dielektrik artifisial akrilik untuk transceiver GSM." *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)* 1.1 (2021): 33-42.
- [5] M. T. Payudara, E. Prasetyo, and Y. Rahayu, "Simulasi Perancangan Antena UWB (Ultra Wide Band) Untuk," vol. 6, pp. 1–7, 2019.
- [6] J. Wardhianto, J. T. Elektro, F. T. Industri, and U. I. Indonesia, "Desain antenna dengan teknologi," 2018.
- [7] Aswoyo, Budi. "Perancangan Optimasi dan Implementasi Antena Horn Sektorial Bidang-E pada Frekuensi Band-X." *Proceedings, Komputer dan Sistem Intelejen (KOMMIT 2000)* (2000).
- [8] W. Supriyatin and Y. Rafsyam, "Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1 x 2 pada Frekuensi 3 , 2 GHz untuk Aplikasi Radar Maritim," vol. 5, no. 2, pp. 265–268, 2016.
- [9] E. Dahlan, D. Kurniawan, and R. Tawakal, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Circular Array Four Element 2,4 Ghz Dengan Pola Radiasi Bidirectional," *J. EECCIS*, vol. 2, no. 1, pp. 44–49, 2008.
- [10] S. H. Saputra, A. E. Jayati, and E. Erlinasari, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular Dengan Teknik Linier Array Untuk Frekuensi Wifi 2,4 Ghz," *Elektrika*, vol. 11, no. 1, p. 9, 2019, doi: 10.26623/elektrika.v11i1.1538.