

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP RECTANGULAR UNTUK APLIKASI RADAR ALTIMETER

Dhimas Annas Saputro

Jurusan Teknik Pesawat Udara, Fakultas Teknik Penerbangan, Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: annasdhimas07@gmail.com

Abstrak

Antena merupakan salah satu komponen vital dalam suatu pemancar atau penerima. Antena bekerja dengan mentransmisikan dan menerima gelombang elektromagnetik dari dan ke udara. Antena mikrostrip merupakan satu diantara ragam antena yang sekarang ini sering diaplikasikan di berbagai peralatan sebagai salah satu antena alternatif dan inovasi antena dikarenakan proses fabrikasi yang mudah dan murah. Altimeter radar merupakan alat yang digunakan untuk mengukur altitude atau jarak dari fuselage ke dataran tanah atau ke laut. Antena adalah peralatan utama pada radar altimeter yang beroperasi untuk mengirim gelombang radio dan mendapatkan gelombang radio baik pada panjang gelombang yang sama atau di sebuah rentang frekuensi. Pada pengkajian ini dibuat antena mikrostrip *rectangular* untuk radar altimeter yang bekerja pada frekuensi kerja 4200 – 4300 GHz dengan memakai software CST Studio Suite 2019 sebagai salah satu bentuk media pembelajaran antena alternatif pada frekuensi 4200 – 4300 GHz dan diinginkan memiliki nilai parameter $VSWR \leq 2$, dan nilai *return loss* ≤ 10 dB.

Kata kunci : Antena, Mikrostrip, Radar *Altimeter*, CST Studio .

Abstract

Antenna is one of the vital components in a transmitter or receiver. Antennas work by transmitting and receiving electromagnetic waves to and from the air.

Microstrip antenna is one type of antenna that is currently often applied in several equipment as an alternative antenna and antenna innovation due to the easy and cheap fabrication process. A radar altimeter is a device used to measure the altitude or vertical distance from an airplane to the ground or to the sea level. Antenna is an important component in a radar altimeter which functions to transmit radio waves and receive radio waves either at the same frequency or in a frequency range. In this study, a rectangular microstrip antenna for radar altimeter was designed that operates at a working frequency of 4200 - 4300 GHz using the CST Studio Suite 2019 software as a form of alternative antenna learning media at a frequency of 4200 - 4300 GHz and is expected to have a $VSWR \leq 2$ parameter value. and the return loss value ≤ 10 dB.

Keywords: Antena, Microstrip, Radar *Altimeter*, CST Studio.

PENDAHULUAN

Komponen yang berguna untuk diukurnya suatu *altitude* atau jarak keatas dan kebawah dari *fuselage* ke dataran tanah atau ke laut yaitu radar *altimeter*. ketinggian Pedoman fungsi radar altimeter adalah mengirimkan gelombang radio ke darat atau laut secara merata dan mendapatkan sinyal gaung

kumpul-kumpul dalam jangka waktu tertentu. Istilah waktu bergantung pada kecepatan pesawat dan ketinggian atau jarak vertikal antara pesawat dan permukaan tanah atau laut (Azizah A, 2013).

Antena merupakan komponen penting pada radar altimeter. Antena berfungsi untuk mengirimkan gelombang radio dan menerima

gelombang radio baik pada frekuensi yang sama atau di sebuah rentang frekuensi. Industri antena terus berkembang dan berbagai jenis antena telah diproduksi untuk memenuhi tuntutan teknologi telekomunikasi tanpa kabel (wireless) yang semakin maju. Salah satu jenis antena tersebut adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip adalah antena gelombang mikro di mana elemen peradiasi (patch) menempel di atas elemen pentanahan (ground plane) yang diantaranya terdapat elemen substrat (substrate) berupa bahan dielektrik. Beberapa spesifikasi yang harus dipenuhi oleh antena mikrostrip pada radar altimeter adalah gain yang tinggi, bandwidth yang lebar, dan pola radiasi yang baik.

Pada penelitian ini dipilih frekuensi 4.200-4.300 GHz karena sebelumnya sudah banyak peneliti antena mikrostrip yang menggunakan frekuensi WiFi, TV, Automatic Dependant Surveillance – Broadcast (ADS-B), Global Positioning System (GPS), dll. Sehingga sampai saat ini belum ada peneliti yang ditemukan untuk meneliti mengenai antena mikrostrip pada frekuensi tersebut. Untuk membuat antena yang baik harus memiliki kriteria antena yang bagus seperti $VSWR \leq 2$, $return\ loss \leq 10\ dB$. Antena mikrostrip mampu memenuhi kriteria tersebut dengan keunggulan ukuran dan biaya yang murah dalam proses pembuatannya.

TINJAUAN TEORI

Antenna

Antena adalah sebuah alat yang mempertemukan antara gelombang radio yang merambat melalui ruang dan arus listrik yang bergerak dalam konduktor logam, dan digunakan dengan pemancar atau penerima. Antena adalah komponen penting dari semua peralatan radio, antena juga salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah teleskop radio, TV, radar, dan semua alat komunikasi

nirkabel lainnya. Sebuah antena adalah bagian vital dari suatu pemancar atau penerima yang berfungsi untuk menyalurkan sinyal radio ke udara dan menerima sinyal dari udara untuk dilanjutkan melalui media transmisi kabel ke peralatan. (Constantine Balanis, 1982)

Antena mikrostrip patch rectangular

antena *patch rectangular* adalah salah satu antena dimana mudah dalam proses pabrikan dan banyak digunakan dalam perancangan antena. Karena ketebalan *substrate* lebih tipis daripada panjang gelombang, maka *rectangular patch* dianggap sebagai bidang *plannar* dua dimensi untuk lebih memudahkan dalam analisa, *patch rectangular* menghasilkan polarisasi *linier*. (K Wong, 2002)

Radar altimeter

Radar altimeter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak dari pesawat ke permukaan tanah atau ke permukaan laut. Jarak ini dihitung berdasarkan arah vertikal. Radio altimeter merupakan bagian dari radar. Radar altimeter menggunakan frekuensi kerja 4,2 – 4,3 GHz bandwidth tidak lebih dari 150 MHz dan memiliki gain yang tinggi. Antena menempatkan peran penting untuk mengirimkan gelombang radio dan menerima gelombang baik pada frekuensi yang sama atau di sebuah band frekuensi. (Rejesh K. Vishwakarma, J.A. Ansari, M. K. Meshram, 2006)

Parameter Antena

Untuk menggambarkan unjuk kerja suatu antena, terlebih dahulu sangat penting untuk memahami parameter-parameter antena. Beberapa parameter saling berhubungan dan tidak semua perlu ditentukan untuk gambaran keseluruhan dari kinerja antena. Jenis parameter-parameter antena menurut

IEEE *Standard Definition of Terms for Antennas*, yaitu pola radiasi, intensitas radiasi, lebar *beam* (*beamwidth*), keterarahan (*directivity*), penguatan (*gain*), lebar pita (*bandwidth*), polarisasi, dan impedansi *input*. Parameter lain yang turut menentukan keberhasilan unjuk kerja antenna yaitu *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), dan koefisien refleksi (S_{11}).

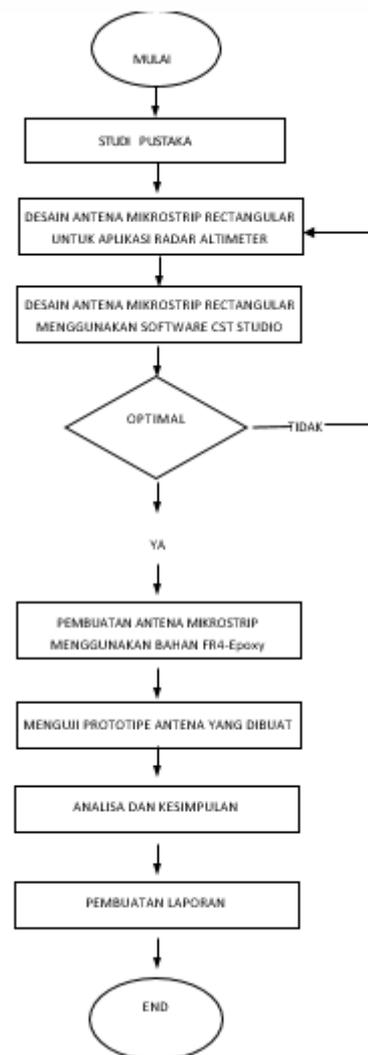
Teknik pencatuan

Adapun teknik dalam melakukan pencatuan antenna dibagi dua yaitu pencatuan secara langsung dan tidak langsung. Pencatuan secara langsung dapat menggunakan teknik *probe coaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line*, sedangkan untuk pencatuan secara tidak langsung yaitu menggunakan *coupling electromagnetic*, dimana tidak ada kontak *metallic* langsung antara *feed line* dan *patch*. Secara keseluruhan teknik pencatuan pada antenna mempengaruhi impedansi input dan karakteristik antenna. (K Wong, 2002)

METODE

Tahapan-tahapan penelitian yang ditempuh dimulai dengan studi pustaka menggunakan beberapa literatur berupa buku-buku teks dan jurnal internasional yang relevan dengan permasalahan yang dikaji dan *software* yang digunakan. Langkah berikutnya adalah menentukan nilai parameter-parameter yang ingin didapatkan sesuai karakteristik antenna Radar Altimeter, yakni frekuensi kerja 4,2 – 4,3 GHz, koefisien refleksi (S_{11}) di bawah atau sama dengan -10 dB, dan VSWR antara 1 - 2. Langkah selanjutnya adalah menentukan dimensi antenna, yakni menghitung dimensi *patch*, *groundplane*, tebal substrat, dan penempatan *feed point*. Langkah selanjutnya adalah simulasi dengan menggunakan *software* CST Studio suite 2019. Hasil simulasi yang optimal selanjutnya dibuat dalam bentuk sebuah

prototipe sebagai bahan analisis untuk perbandingan antara simulasi menggunakan CST Studio suite 2019 dengan hasil pengujian prototipe. Tahapan akhir yang dilakukan adalah membuat kesimpulan mengenai hasil yang dicapai pada penelitian. Alur kerja perancangan yang dilakukan dalam proses pembuatan antenna mikrostrip untuk aplikasi Radar Altimeter ini dapat dilihat pada *flow chart*.



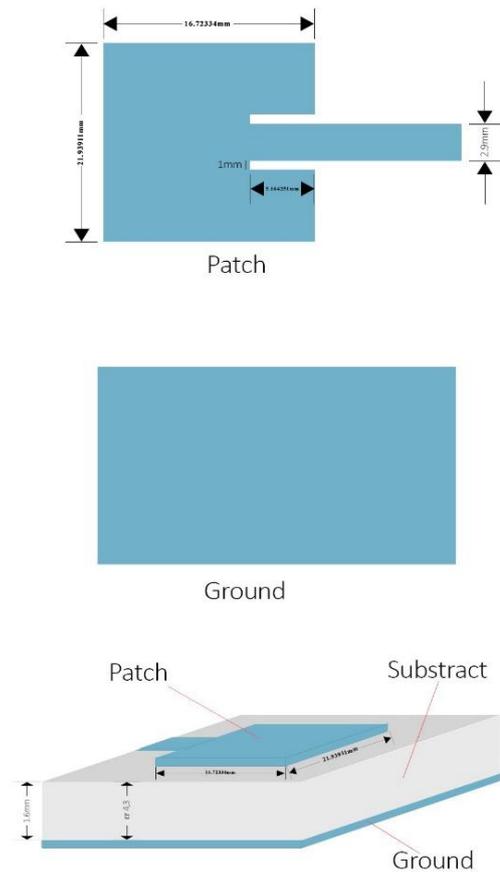
Gambar 1 Flowchart Alur Penelitian

Dari gambar 3.1 *flow chart* di atas terlihat bagaimana alur kerja dari perancangan antenna mikrostrip yang akan dibuat. Dalam perancangan ini yang pertama kali dilakukan adalah menentukan karakteristik kerja antenna Radar altimeter, yakni nilai

standar frekuensi kerjanya, koefisien refleksi, dan VSWR. Kemudian menentukan jenis substrat yang dipakai. Dalam hal ini yakni menggunakan jenis FR-4 Epoxy. Tahap berikutnya mendesain antenna menggunakan *software* CST Studio dan mensimulasikannya. Hasil dari simulasi ini kemudian ditentukan apakah perlu dioptimasi atau tidak. Optimasi ini berupa pengaturan ukuran *substrat*, *patch*, *groundplane*, dan penempatan *feed point*. Tahap selanjutnya yakni melakukan pembuatan prototipe antenna mikrostrip, dan mengukurnya berdasar parameter koefisien refleksi (S_{11}), VSWR, pola radiasi, dan *gain*. Hasil pengukuran ini lalu ditentukan apakah prototipe perlu dioptimasi atau tidak, untuk mendapatkan karakteristik antenna yang diinginkan. Prototipe yang hasil pengukurannya paling mendekati karakteristik antenna mikrostrip untuk aplikasi Radar altimeter kemudian dibandingkan dengan hasil simulasinya dan dianalisis.

Teknik pengujian

Dalam Teknik Pengujian, dinyatakan bahwa Desain Antena Mikrostrip Rectangular untuk aplikasi Radar Altimeter berhasil jika saat disimulasikan dengan *Software* CST Studio Suite sehingga menunjukkan hasil yang baik dengan parameter antenna aplikasi radar altimeter (S_{11} , VSWR, *gain*, *axial ratio*) yang telah diketahui untuk mendesain antenna mikrostrip dengan frekuensi 4.2 Ghz, sehingga hasil dapat dikatakan memenuhi *return loss* yang lebih kecil dari -10dB dan dengan VSWR yang lebih dari 1 kurang dari 2 sebagai standar daripada antenna mikrostrip. Desain antenna mikrostrip rectangular untuk aplikasi radar altimeter dinyatakan gagal jika tidak memenuhi standar *return loss* dan VSWR nya .



Gambar 2 Rancangan Antenna

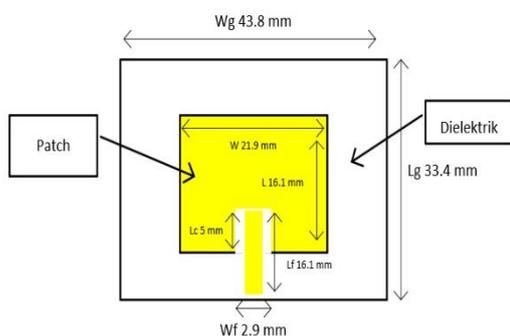
Tabel 1 Spesifikasi Antena Mikrostrip Rectangular 4,2 – 4,3 GHz

No	Bagian Antena	Simbol	Ukuran
1	Lebar <i>Groundplane</i>	Wg	43.87822mm
2	Panjang <i>Groundplane</i>	Lg	33.44668mm
3	Lebar <i>Patch</i>	W	21.93911mm
4	Panjang <i>Patch</i>	L	16.72334mm
5	Panjang Saluran <i>Catu</i>	Fi	5.164251mm
6	Lebar Saluran <i>Feedline</i>	Wf	2.9mm
7	Lebar gap <i>Feedline - Patch</i>	Gpf	1mm
8	Tebal Substrat	Hs	1,6 mm
9	Tebal <i>Patch</i> dan <i>Ground</i>	Ht	0,035 mm

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Setelah mendapatkan ukuran antenna mikrostrip rectangular patch yang akan dirancang, antenna mikrostrip mulai dirancang menggunakan software CST Suite Studio 2019. Antenna mikrostrip yang dirancang adalah antenna Rectangular Patch. Antenna mikrostrip rectangular yang sudah disimulasikan menggunakan software CST Suite Studio 2019 memiliki perbedaan ukuran dengan perhitungan yang dilakukan sebelumnya, karena ukuran antenna berdasarkan perhitungan belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan saat disimulasi.



Gambar 3 Deskripsi Antena

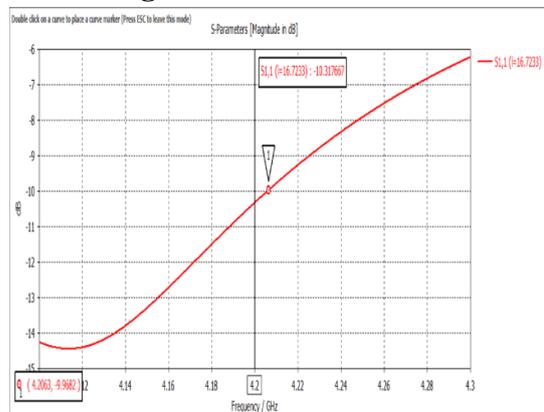
Tabel 2 Rancangan Akhir Setelah Dioptimasi

No	Bagian Antena	Simbol	Ukuran
1	Lebar <i>Groundplane</i>	Wg	43.87822mm
2	Panjang <i>Groundplane</i>	Lg	33.44668mm
3	Lebar <i>Patch</i>	W	21.93911mm
4	Panjang <i>Patch</i>	L	16.427mm
5	Panjang Saluran <i>Catu</i>	Fi	5.164251mm
6	Lebar Saluran <i>Feedline</i>	Wf	2.9mm
7	Lebar gap <i>Feedline - Patch</i>	Gpf	1mm
8	Tebal Substrat	Hs	1,6 mm
9	Tebal <i>Patch</i> dan <i>Ground</i>	Ht	0,035 mm

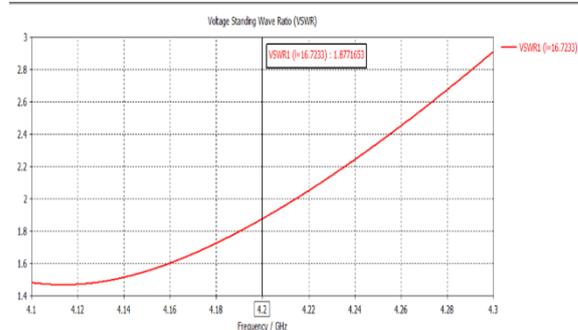
Setelah itu dilakukan pengujian dan analisa hasil pengujian. Hasil pengujian akan dibandingkan dari hasil setiap antenna yang diukur yang selanjutnya dievaluasi dan dianalisa. Parameter yang akan diukur diantaranya adalah return loss, VSWR dan

gain antenna. Dan antenna akan dilakukan pengukuran secara aplikasi dimana antenna digunakan untuk aplikasi radar *altimeter*. Pengukuran antenna dibagi menjadi dua tahap. Pertama adalah mengukur return loss dan VSWR menggunakan simulator CST Studio Suite 2019.

Hasil Pengukuran



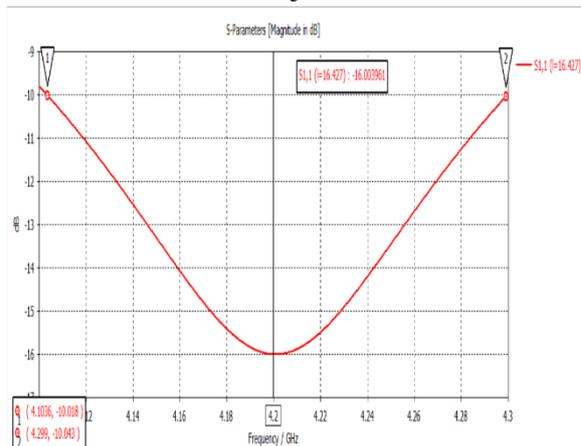
Gambar 4 Hasil *Return Loss* CST 2019 Sebelum Optimasi



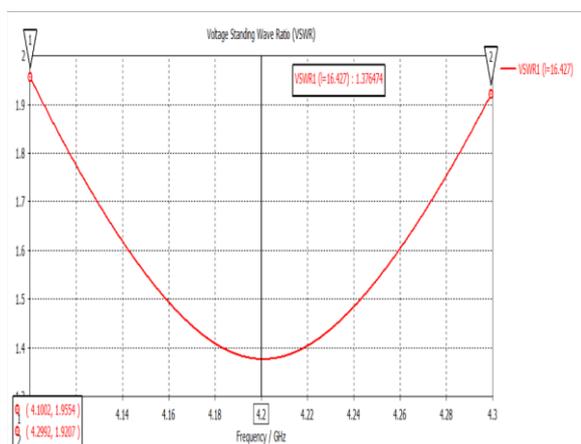
Gambar 5 Hasil *Return Loss* CST 2019 Setelah Optimasi

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan antara pengukuran antenna sebelum dan sesudah optimasi, didapatkan hasil return loss seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5, yang menunjukkan nilai return loss, sebelum dan sesudah optimasi. Dapat dilihat nilai return loss sebelum optimasi untuk paramaterya tidak jatuh di frekuensi 4.2 GHz, melainkan jatuh di frekuensi 4.1 GHz, dan mendapat nilai return loss sebesar -10,3 dB. Setelah dilakukan optimasi dengan mengubah panjang patch, nilai yang didapatkan untuk parameter nya langsung jatuh di fekuensi 4.2 GHz, dan tentu nilai return loss sebesar -16

dB yang dimana hasilnya bagus untuk memaksimalkan kinerja antenna.

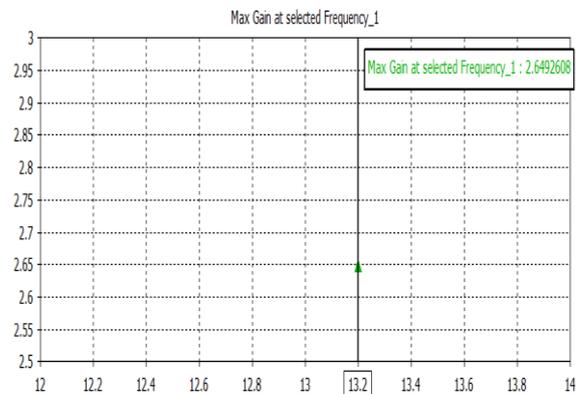


Gambar 6 Hasil VSWR CST 2019 Sebelum Optimasi

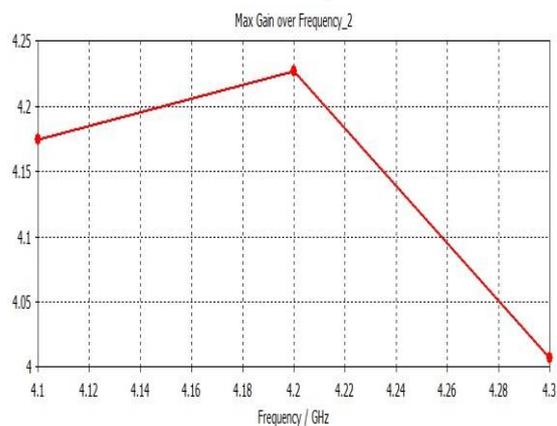


Gambar 7 Hasil VSWR CST 2019 Setelah Optimasi

Selanjutnya untuk nilai hasil perbandingan VSWR antenna sebelum dan sesudah optimasi seperti pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**, nilai VSWR pada sebelum dioptimasi adalah 1,8, nilai ini tentu sudah masuk dalam kategori baik, tetapi setelah dilakukan optimasi dan paramaterya jatuh tepat di frekuensi 4.2 GHz nilai VSWR nya pun menjadi lebih bagus lagi yaitu berubah menjadi 1.3 yang semakin mendekati dengan nilai 1, hasil setelah dioptimasi ini pun akan meningkatkan kerja antenna.

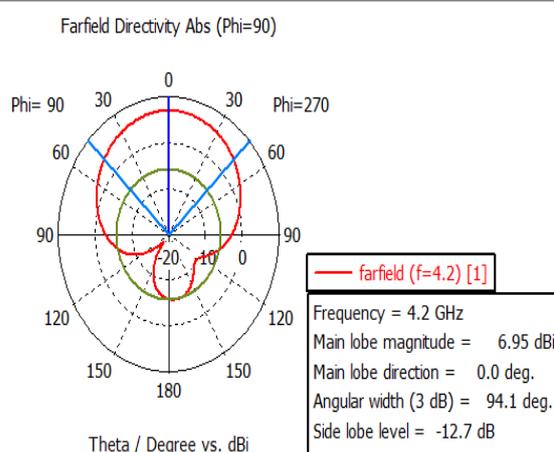


Gambar 8 Hasil Gain CST 2019 Sebelum Optimasi



Gambar 9 Hasil Gain CST 2019 Setelah Optimasi

Selanjutnya untuk hasil Perbandingan Gain atau penguatan Sebelum dan sesudah dioptimasi seperti pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**. Nilai Gain yang didapat pada sebelum optimasi adalah 2,6, dan dapat dilihat bahwa penguatan nya itu tidak mengalami kenaikan, berbeda dengan nilai Gain sesudah dioptimasi yang terjadi penguatan empat kali yaitu 4.2, dan parameter frekuensi tepat 4.2 GHz. Dari hasil perbandingan ini perbedaan gain sudah bias dilihat hasil *gain* setelah dioptimasi lebih baik.



Gambar 10 Hasil Pola Radiasi CST 2019 Setelah Optimasi

Selanjutnya dilakukan pengamatan pola radiasi. Pola radiasi akan menunjukkan pada sudut berapa antenna memancarkan daya secara maksimal. **Gambar 10** menunjukkan pola radiasi, dapat dilihat daya maksimum berada pada sudut 0 derajat. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa pola radiasi yang dihasilkan mempunyai pola radiasi direksional.

Hasil Penentuan Kelayakan Prototipe antenna mikrostrip rectangular untuk aplikasi radar altimeter

Untuk mengetahui apakah prototipe antenna *mikrostrip rectangular* yang dibuat layak atau tidak untuk diaplikasikan pada teknologi Radar Altimeter, maka harus diketahui batasan nilai parameter yang terdiri dari batasan *bandwidth* frekuensi, koefisien refleksi, dan VSWR.

Untuk batas *bandwidth*, Radar Altimeter berada pada rentang 4,2 Ghz sampai dengan 4,3 Ghz. Untuk batas koefisien refleksi senilai $\leq -10\text{dB}$. Sedangkan batas nilai VSWR adalah 1 – 2.

Tabel 3 Penentuan Kelayakan Prototipe antenna *mikrostrip Rectangular* untuk diaplikasikan radar *altimeter*

Parameter	Hasil Simulasi	Standar Radar Altimeter	Layak / Tidak Layak
Batas Bandwidth	4,179 – 4,219 (100Mhz)	4,2 – 4,3 GHz (100MHz)	Layak
Frekuensi Tengah	4,25 GHz	4,25 GHz	Layak
Koefisien Refleksi	-21, 272 dB	$\leq -10\text{dB}$	Layak
VSWR	1, 376	1 - 2	Layak

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa parameter batas *bandwidth*, koefisien refleksi, dan VSWR dari hasil simulasi prototipe antenna *mikrostrip rectangular* menunjukkan bahwa prototipe tersebut telah memenuhi standart untuk diaplikasikan pada Radar Altimeter.

PENUTUP
Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan antenna, fabrikasi antenna, pengujian antenna secara aplikasi dan analisa parameter-parameter antenna dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Antena *mikrostrip* dapat didesain melalui aplikasi CST *Studio Suite 2019* dan difabrikasi untuk merealisasikannya, selain itu proses pembuatan cukup mudah dan dapat dimengerti.
2. Berdasarkan hasil simulasi antenna yang sudah dioptimasi dengan mengubah *parameter patch*, hasil yang didapat sangat maksimal dengan return loss yang didapat langsung jatuh di frekuensi 4,2 GHz yaitu -16dB, untuk nilai VSWR nya juga tepat di frekuensi 4,2 GHz dan nilainya yaitu 1,3, dan nilai Gain yang terjadi 4 kali penguatan yaitu 4.2 dan parameter frekuensinya 4,2 GHz
3. Maka dari hasil simulasi prototipe antenna *mikrostrip rectangular* menunjukkan bahwa prototipe tersebut telah memenuhi standart untuk diaplikasikan pada Radar

Altimeter dan dikatakan layak.

Diperlukan pengetahuan yang lebih mendalam mengenai teori antena mikrostrip dan *software* yang digunakan, sehingga diharapkan teknologi antena mikrostrip bisa terus dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Constantine Balanies. 1982 “Antenna Theory Analysis and Design,”.
- [2] A. Faroqi, F. Zaelani, R. Kariadinata, and M. Ramdhani, 2018. “*On The Design of Array Microstrip Antenna with S-Band Frequency for Radar Communication*,” presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 288, p. 012006.
- [3] Balanis, Constantine. 1982. *Antenna Theory: Anlysis And Design*. New York: Happer & Row Publisher.
- [4] D. Kurniawan. 2010. : “Perancangan dan Implementasi Antena Mikrostrip Linier ARRAY 6 Elemen”,” *Fak. Elektro Dan Komun. IT Telkom Bdg.,.*
- [5] D. M. Pozar and D. H. Schaubert. 1995. *Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays*. John Wiley & Sons.
- [6] K. Wong, 2002. “Compact Circularly Polarized Microstrip Antennas,” *Compact Broadband Microstrip Antennas*, pp. 162–220,.
- [7] P. Akila, P. Akshaya, L. Aparna, and J. M. S. Mol. 2018 “Design and Analysis of Microstrip Patch Antenna Using Alumina and Paper Substrate for WiFi Application,”.
- [8] P. S. Nakar. 2004. “Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices,”.
- [9] Rejesh K. Vishwakarma, J.A. Ansari , M. K. Meshram. 2006. “*Equilateral Triangular Microstrip Antenna For Circular Polarization dual-band operation.*” Indian Journal of Radio & Space Physics. Vol 35, Agustus, pp 293-296