

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR* GERIGI UNTUK RADAR ALTIMETER

Aries Asrianto Ramadian¹⁾

¹⁾Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Jakarta

¹⁾aries.asrianto@gmail.com

Abstract – Radar altimeter is a device used to measure the height or vertical distance from the plane to the ground or to the sea level. Antenna is an important component of radar altimeter to both transmit and receive radio waves on the same frequency or in a frequency range. This paper proposed a serrature rectangular microstrip antenna designed for radar altimeter which operates at the frequency range of 4200 – 4300 MHz by using AWR Microwave Studio software. According to the simulation results, serrature rectangular microstrip antenna with 13 slits can be used for radar altimeter with the frequency range of 4132 – 4373 MHz, the bandwidth of 241 MHz, the VSWR of 1.350, and the return loss of -16.55 dB.

Keyword – Radar altimeter, microstrip antenna, serrature rectangular, frequency, bandwidth, VSWR, return loss, AWR Microwave Studio

Abstrak – Radar altimeter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak vertikal dari pesawat ke permukaan tanah atau ke permukaan laut. Antena merupakan komponen penting pada radar altimeter yang berfungsi untuk mengirimkan gelombang radio dan menerima gelombang radio baik pada frekuensi yang sama atau di sebuah rentang frekuensi. Pada penelitian ini didesain antena mikrostrip *rectangular* gerigi untuk radar altimeter yang beroperasi pada frekuensi kerja 4200 – 4300 MHz dengan menggunakan perangkat lunak AWR Microwave Studio. Dari hasil penelitian ini dapat ditunjukkan antena mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit* dapat digunakan untuk radar altimeter dengan rentang frekuensi kerja 4132 – 4373 MHz, *bandwidth* sebesar 241 MHz, VSWR sebesar 1,350 dan *return loss* sebesar -16,55 dB.

Kata kunci – Radar altimeter, antena mikrostrip, *rectangular* gerigi, frekuensi, *bandwidth*, VSWR, *return loss*, AWR Microwave Studio

I. PENDAHULUAN

Radar altimeter adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur ketinggian atau jarak vertikal dari pesawat ke permukaan tanah atau ke permukaan laut. Prinsip kerja radar altimeter adalah mengirimkan gelombang radio ke permukaan tanah atau ke permukaan laut dan menerima sinyal gema setelah durasi waktu tertentu. Durasi waktu bergantung pada kecepatan pesawat dan ketinggian atau jarak vertikal antara pesawat dan permukaan tanah atau permukaan laut [1].

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 antenna terus berkembang dan berbagai jenis antenna telah diproduksi untuk memenuhi tuntutan teknologi telekomunikasi tanpa kabel (*wireless*) yang semakin maju. Salah satu jenis antenna tersebut adalah antenna mikrostrip. Antenna mikrostrip adalah antenna 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 antenna mikrostrip pada radar altimeter adalah *gain* yang tinggi, *bandwidth* yang lebar, dan pola radiasi yang baik.

Pada penelitian ini didesain antenna mikrostrip *rectangular* gerigi untuk radar altimeter yang beroperasi pada frekuensi kerja 4200 – 4300 MHz dengan menggunakan perangkat lunak AWR Microwave Studio dengan tujuan memperoleh *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan penelitian – penelitian sebelumnya.

II. LITERATURE REVIEW

Antenna mikrostrip dapat didesain dalam berbagai bentuk. Peneliti [1] mendesain antenna mikrostrip segitiga (*triangular*) untuk radar altimeter dengan menggunakan perangkat lunak HFSS V.13. Substrat yang digunakan adalah FR-4. Dari hasil penelitian diperoleh frekuensi kerja antenna mikrostrip segitiga adalah 4250 MHz dengan *bandwidth* sebesar 100 MHz, VSWR sebesar 1,193, dan *return loss* sebesar -21,272 dB.

Pada penelitian yang dilakukan oleh peneliti [2] didesain antenna mikrostrip untuk radar altimeter dengan bentuk segienam (*hexagon*). Simulasi dilakukan dengan menggunakan substrat R-Duroid dan perangkat lunak HFSS V.9. Hasil penelitian menunjukkan antenna mikrostrip segienam tersebut bekerja pada dua frekuensi, yaitu 4360 MHz dan 9090 MHz yang cocok untuk radar altimeter dan komunikasi satelit. Untuk aplikasi radar altimeter, *bandwidth* yang diperoleh sebesar 100 MHz.

Peneliti [3] mendesain antenna mikrostrip segiempat (*rectangular*) yang dimodifikasi untuk radar altimeter. Substrat yang digunakan adalah Rogers RT5880. Antenna mikrostrip segiempat modifikasi tersebut bekerja pada frekuensi 4300 MHz dengan VSWR dan *return loss* masing – masing sebesar 1,425 dan -15,121 dB.

Antenna mikrostrip lingkaran (*circular*) untuk radar altimeter didesain oleh peneliti [4]. Empat buah antenna mikrostrip lingkaran dengan ukuran sama disusun dalam bentuk *array* dan disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak HFSS dan Microwave Office. Antenna mikrostrip lingkaran tersebut bekerja pada frekuensi 4200 MHz dengan VSWR sebesar 1,2775 dan *bandwidth* yang sangat lebar sebesar 400 MHz.

Pada penelitian yang lain, peneliti [5] mendesain antenna mikrostrip segiempat (*rectangular*) yang mempunyai *slot* berbentuk T pada bagian tengah dan *slit* berbentuk segiempat pada setiap ujung antenna mikrostrip. Simulasi dilakukan dengan menggunakan substrat Rogers 3210 dan perangkat lunak HFSS V.11. Hasil penelitian menunjukkan antenna mikrostrip segiempat tersebut bekerja pada beberapa frekuensi (*multiband*), yaitu 2350 MHz, 3710 MHz, 4120 MHz, 4750 MHz, dan 9000 MHz. Untuk aplikasi radar altimeter diperoleh *bandwidth* sebesar 165 MHz. *Voltage standing wave ratio* dan *return loss* minimum masing – masing sebesar 1,07 dan -28,57 dB.

III. METODE PENELITIAN

Voltage standing wave ratio (VSWR) adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{max}$) dengan minimum ($|V|_{min}$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V_0^+) dan tegangan yang direfleksikan (V_0^-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut koefisien refleksi tegangan (Γ) dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{S - 1}{S + 1} \quad (1)$$

Di mana Z_L adalah impedansi beban, Z_0 adalah impedansi saluran transmisi, dan S adalah VSWR. Persamaan untuk menghitung VSWR adalah :

$$S = \frac{|V|_{max}}{|V|_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

Kondisi paling baik adalah ketika VSWR bernilai satu ($S = 1$) yang berarti saluran transmisi dalam keadaan *matching* sempurna dan tidak ada refleksi. Pada umumnya nilai VSWR yang dianggap masih baik adalah < 2 . *Return loss* adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri yang direfleksikan dengan yang dikirimkan. *Return loss* terjadi akibat adanya diskontinuitas antara impedansi saluran transmisi dengan impedansi beban. Pada umumnya nilai *return loss* yang dianggap masih baik adalah ≤ -10 dB dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{return loss} = 20\log_{10}|\Gamma| \quad (3)$$

Bandwidth didefinisikan sebagai rentang frekuensi di mana antenna mikrostrip bekerja. Persamaan untuk menghitung *bandwidth* adalah :

$$B = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (4)$$

Di mana f_1 adalah frekuensi terendah, f_2 adalah frekuensi tertinggi, dan f_c adalah frekuensi tengah [6]. Pada penelitian ini antenna mikrostrip dirancang untuk bekerja pada frekuensi 4200 – 4300 MHz. Substrat yang digunakan adalah FR4 Epoxy yang memiliki permitivitas relatif sebesar 4,3, *dielectric loss tangent* sebesar 0,0265, dan ketebalan sebesar 1,2 mm. Perancangan awal antenna mikrostrip dilakukan dengan menghitung lebar (W) dan panjang (L_{eff}) *patch*. Persamaan yang digunakan adalah :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (5)$$

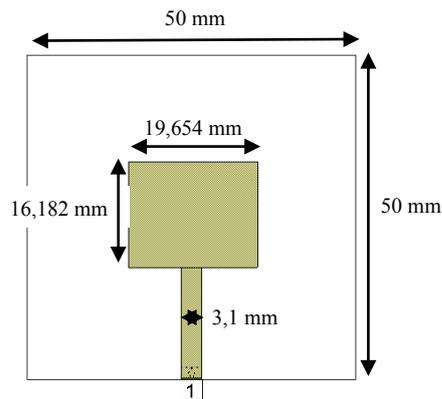
$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (6)$$

Di mana c adalah kecepatan cahaya, f_0 adalah frekuensi kerja, ϵ_r adalah permitivitas relatif, dan ϵ_{eff} adalah permitivitas efektif. Lebar saluran pencatu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$B = \frac{60\pi}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (7)$$

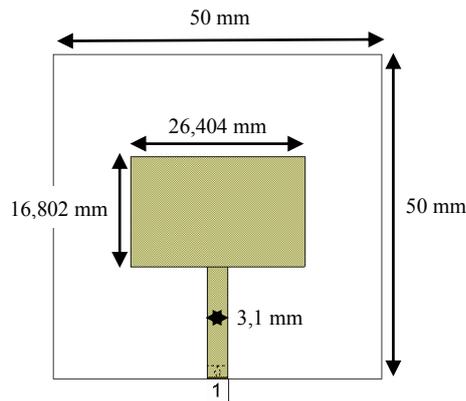
$$W = \frac{2h}{w} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \right\} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \quad (8)$$

Dari hasil perhitungan diperoleh desain antenna mikrostrip *rectangular* awal seperti tampak pada Gambar 1.



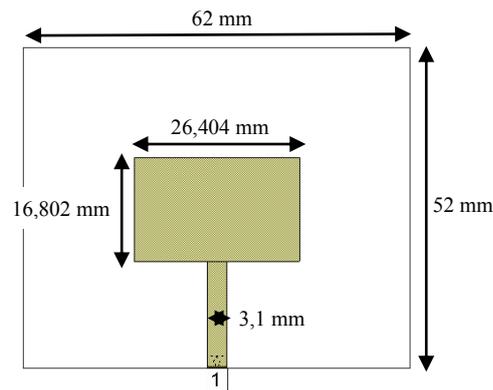
Gambar 1. Antena mikrostrip *rectangular* awal

Selanjutnya desain antenna mikrostrip *rectangular* awal disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak AWR Microwave Studio. Hasil simulasi menunjukkan VSWR dan *return loss* antenna mikrostrip *rectangular* awal belum memenuhi kriteria antenna yaitu $VSWR < 2$ dan $return\ loss \leq -10$ dB. Oleh karena itu antenna mikrostrip *rectangular* awal dimodifikasi dengan memperbesar panjang dan lebar *patch*. Antena mikrostrip *rectangular* modifikasi ditunjukkan oleh Gambar 2.



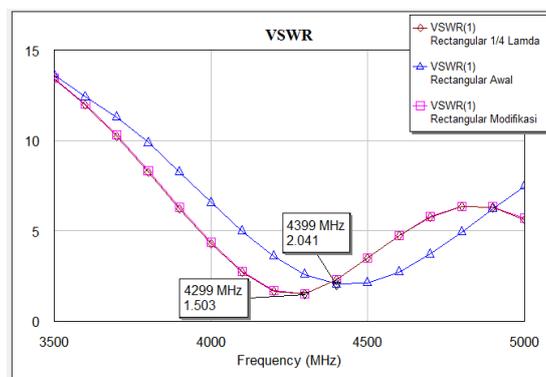
Gambar 2. Antena mikrostrip *rectangular* modifikasi

Hasil simulasi antena mikrostrip *rectangular* modifikasi sudah memenuhi kriteria antena dengan VSWR sebesar 1,503 dan *return loss* sebesar -14,04 dB. Antena mikrostrip *rectangular* modifikasi bekerja pada frekuensi 4300 MHz dengan *bandwidth* sebesar 208 MHz. Penelitian dilanjutkan dengan memperbesar panjang dan lebar substrat dengan jarak antara sisi *patch* dan sisi substrat sebesar $\frac{1}{4}$ panjang gelombang. Antena mikrostrip *rectangular* $\frac{1}{4}$ lamda ditunjukkan oleh Gambar 3.

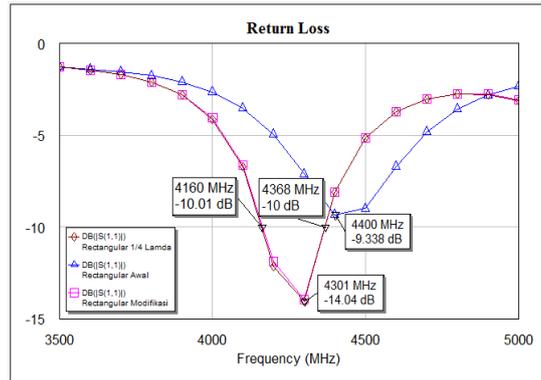


Gambar 3. Antena mikrostrip *rectangular* $\frac{1}{4}$ lamda

Hasil simulasi memperlihatkan tidak ada perubahan yang signifikan dengan memperbesar panjang dan lebar substrat. Grafik VSWR dan *return loss* untuk ketiga jenis antena mikrostrip *rectangular* di atas dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

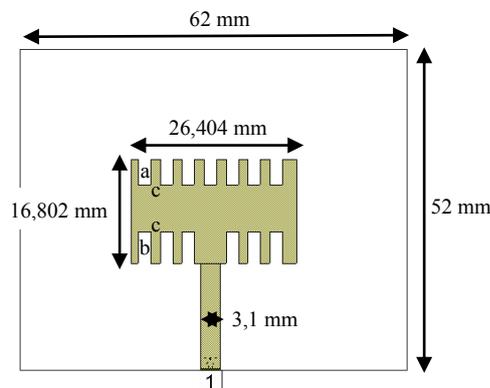


Gambar 4. Grafik VSWR untuk ketiga jenis antena mikrostrip *rectangular*



Gambar 5. Grafik *return loss* untuk ketiga jenis antenna mikrostrip *rectangular*

Untuk memperoleh *bandwidth* yang optimal, antenna mikrostrip *rectangular* $\frac{1}{4}$ lamda dimodifikasi dengan menambahkan *slit* pada sisi atas dan sisi bawah *patch*. *Slit* pada sisi atas (a) berukuran 4,217 mm x 2 mm sedangkan *slit* pada sisi bawah (b) berukuran 5,085 mm x 2 mm dengan jarak antar *slit* (c) sebesar 1,5 mm. Jumlah *slit* ditambahkan satu persatu dimulai dari sisi atas sebelah kiri sampai dengan sisi bawah sebelah kanan. Setiap penambahan *slit*, antenna mikrostrip *rectangular* gerigi disimulasikan untuk mengetahui frekuensi kerja, *bandwidth*, VSWR, dan *return loss* nya. Jumlah *slit* pada sisi atas sebanyak 7 buah dan pada sisi bawah sebanyak 6 buah. Antena mikrostrip *rectangular* gerigi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Antena mikrostrip *rectangular* gerigi

IV. HASIL

Hasil simulasi setiap penambahan *slit* pada antenna mikrostrip *rectangular* gerigi ditampilkan pada Tabel 1. Jumlah *slit* sama dengan nol adalah pada saat antenna mikrostrip *rectangular* gerigi tidak memiliki *slit* atau sama dengan antenna mikrostrip *rectangular* $\frac{1}{4}$ lamda. Dapat dilihat penambahan *slit* mengubah VSWR dan *return loss* antenna mikrostrip *rectangular* gerigi naik dan turun tanpa pola. *Voltage standing wave ratio* terendah sebesar 1,164 diperoleh ketika *slit* berjumlah 11. Begitu pula dengan *return loss* terendah sebesar -22,43 dB diperoleh ketika *slit* berjumlah 11. Hal ini dikarenakan di dalam persamaan untuk menghitung VSWR dan *return loss* terdapat keterkaitan antara dua parameter tersebut.

Tabel 1. Hasil simulasi penambahan *slit* pada antenna mikrostrip *rectangular* gerigi terhadap VSWR dan *return loss*

JUMLAH SLIT	RETURN LOSS (dB)	VSWR
0	-14,04	1,503
1	-17,65	1,302
2	-20,34	1,213
3	-15,37	1,411
4	-19,13	1,249
5	-16,90	1,334
6	-15,67	1,394
7	-19,00	1,253
8	-10,46	1,857
9	-11,36	1,743
10	-11,35	1,743
11	-22,43	1,164
12	-16,70	1,343
13	-16,55	1,350

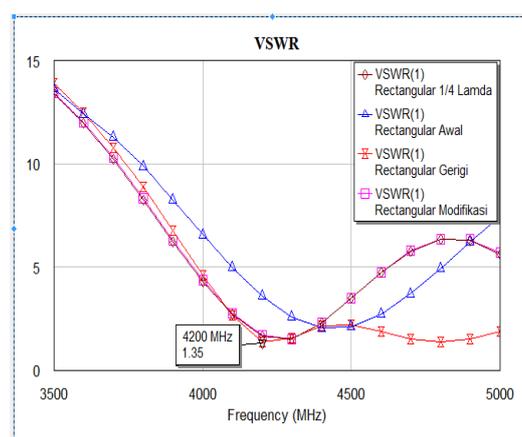
Tabel 2 menunjukkan hasil simulasi penambahan *slit* pada antenna mikrostrip *rectangular* gerigi terhadap frekuensi atas, frekuensi bawah, dan *bandwidth*. *Bandwidth* terlebar sebesar 752 MHz diperoleh ketika *slit* berjumlah 11. Hal ini berkorelasi dengan VSWR dan *return loss* yang rendah seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Meskipun memiliki *bandwidth* yang sangat lebar, antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 11 *slit* tidak dapat diaplikasikan untuk radar altimeter. Hal ini dikarenakan rentang frekuensi kerja antenna mikrostrip *rectangular* gerigi tersebut yaitu 4385 – 5137 MHz bukan merupakan rentang frekuensi kerja radar altimeter yaitu 4200 – 4300 MHz. Rentang frekuensi kerja radar altimeter diperoleh ketika *slit* berjumlah 1, 2, 3, 4, 12, dan 13. Jumlah *slit* sebanyak 3 dan 13 buah memiliki *bandwidth* yang sama sebesar 241 MHz.

Pada penelitian ini dipilih antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan jumlah *slit* maksimum sebanyak 13 buah dikarenakan memiliki VSWR dan *return loss* yang lebih baik. Dibandingkan dengan antenna mikrostrip *rectangular* gerigi tanpa *slit* terdapat peningkatan *bandwidth* sebesar 15,86%.

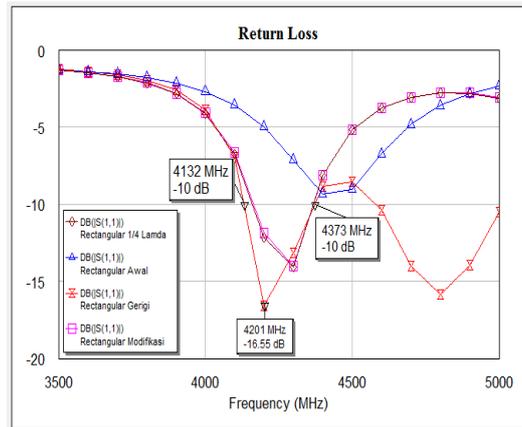
Tabel 2. Hasil simulasi penambahan *slit* pada antenna mikrostrip *rectangular* gerigi terhadap frekuensi atas, frekuensi bawah, dan *bandwidth*

JUMLAH SLIT	FREKUENSI ATAS (MHz)	FREKUENSI BAWAH (MHz)	BANDWIDTH (MHz)
0	4368	4160	208
1	4397	4191	206
2	4428	4207	221
3	4474	4233	241
4	4507	4280	227
5	4551	4312	239
6	4641	4350	291
7	4696	4402	294
8	4526	4480	46
9	4554	4434	120
10	4598	4446	152
11	5137	4385	752
12	4396	4159	237
13	4373	4132	241

Jumlah *slit* sebanyak 13 buah menghasilkan VSWR sebesar 1,350 dan *return loss* sebesar -16,55 dB di mana sesuai dengan persyaratan desain sebuah antenna yaitu $VSWR < 2$ dan $return\ loss \leq -10$ dB. Grafik VSWR dan *return loss* antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit* dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Dari grafik *return loss* dapat dilihat frekuensi kerja antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit* berada pada 4200 MHz yang merupakan frekuensi kerja radar altimeter.

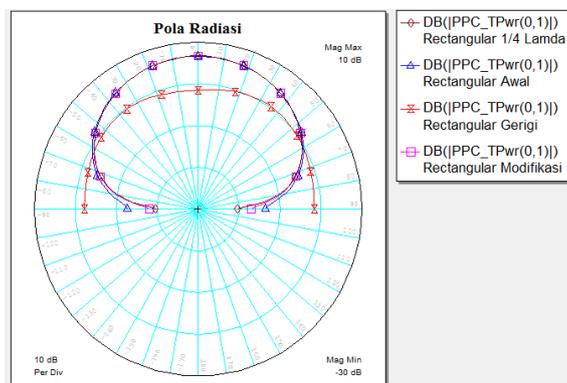


Gambar 7. Grafik VSWR antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit*



Gambar 8. Grafik *return loss* antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit*

Gambar 9 menunjukkan grafik pola radiasi antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit*. Jika dibandingkan dengan antenna mikrostrip *rectangular* awal, antenna mikrostrip *rectangular* modifikasi, dan antenna mikrostrip *rectangular* $\frac{1}{4}$ lamda, pola radiasi antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit* mengalami perubahan menjadi lebih menyebar. Pola radiasi seperti ini kurang sesuai dengan penggunaan antenna mikrostrip sebagai radar altimeter yang membutuhkan pola radiasi lebih mengerucut. Meskipun demikian, antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit* tetap dapat diaplikasikan sebagai radar altimeter.



Gambar 9. Grafik pola radiasi antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit*

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditunjukkan antenna mikrostrip *rectangular* gerigi dengan 13 *slit* dapat digunakan untuk radar altimeter dengan rentang frekuensi kerja 4132 – 4373 MHz. *Bandwidth* yang diperoleh sebesar 241 MHz atau terdapat peningkatan sebesar 15,86% jika dibandingkan dengan antenna mikrostrip *rectangular* gerigi tanpa *slit*. *Voltage standing wave ratio* dan *return loss* yang diperoleh sebesar 1,350 dan -16,55 dB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azizah, A., Baharuddin, M., Palantei, E., 2013, Desain Antena Mikrostrip Triangular untuk Aplikasi Radar Altimeter, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [2] Devi, K. R., Rani, A. J., Prasad, A. M., 2012, Design of a 6 – Face Microstrip Antenna for Radar Altimeter Application with Improved Bandwidth, JNTU College of Engineering, India.
- [3] Lestari, S. G. E., Wijanto, H., Wahyu, Y., 2015, Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Bentuk E Modifikasi dengan Elemen Parasit untuk Radio Altimeter pada Frekuensi 4,2 – 4,4 GHz, Universitas Telkom, Bandung.
- [4] Keshtkar, A., Keshtkar, A., Dastkhosh, A. R., 2007, Circular Microstrip Patch Array Antenna for C-Band Altimeter System, Tabriz University, Iran.
- [5] Singh, B., Singh, N., 2013, Design of a Corner Cut Rectangular Microstrip Antenna Having T – Slot for Wi-fi, RADAR and Satellite Applications, Punjabi University, India.
- [6] Surjati, I., 2010, Antena Mikrostrip : Konsep dan Aplikasinya, Penerbit Universitas Trisakti, Jakarta.