

RANCANG BANGUN RECTANGULAR PATCH ANTENA MIKROSTRIP DENGAN METODE ARRAY 8 ELEMEN YANG BEKERJA PADA FREKUENSI 11 GHZ

Hilmiah Hidayana¹, Syah Alam², Indra Surjati³

^{1,2,3}Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri
Universitas Trisakti Jakarta

e-
mail: ¹hilmiahhidayana79@gmail.com, ²syah.alam@trisakti.ac.id, ³indra@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan pabrikan antena mikrostrip dengan polarisasi sirkular untuk mengatasi deviasi sudut polarisasi antena, yang dicatu secara *microstrip line* dengan pencatu *coaxial probe* untuk aplikasi Radio Gelombang Mikro yang bekerja pada pita frekuensi 11 GHz. Yang dapat menghasilkan polarisasi yang melingkar atau sirkular pada tiap *patch* antena yang disusun secara *array*, maka dilakukan pemotongan sedikit demi sedikit (iterasi) dengan teknik *truncated corner* pada bagian tepi dan sudut dari *rectangular patch* sampai dihasilkan Rasio Aksial sebesar ≤ 3 *decibel*.

Adapun jenis *substrat* yang digunakan pada penelitian ini adalah FR4 dengan nilai konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) = 4,58 dan ketebalan (h) = 1,6 mm. Dengan mengatur sudut potong pada bagian sisi *patch*, maka dihasilkan polarisasi melingkar dengan Rasio Aksial hasil simulasi perangkat lunak sebesar 1,065 dB dan *bandwidth* 900 MHz pada frekuensi 11 GHz. Hasil akhir dari pabrikan antena yang diuji di laboratorium Elektronika dan Telekomunikasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Bandung tanggal 29 Mei 2019 terdiri dari, nilai *return loss* -20,14 dB dan VSWR 1,22 pada frekuensi 11 GHz. Hasil pengukuran pola radiasi menghasilkan nilai *Half Power Beam Width* 20° sebesar dan *gain* antena sebesar 7,02 dBi.

Kata kunci : *Array, Gain, Microstrip Line, Rasio Aksial, Truncated corner*

ABSTRACT

In this research, the design and fabrication of microstrip antennas with circular polarization was is done to overcome the deviation of the antenna polarization angles, using microstrip line fed with a coaxial probe for Microwave Radio applications that work on the 11 GHz frequency band. To be able to produce circular or circular polarization on each patch of antenna arranged in an array, then it is done bit by bit (iteration) with the truncated corner technique on the edges and angles of the rectangular patch to produce an Axial Ratio of dec 3 decibel.

The type of substrate used in this study is FR4 with a relative dielectric constant value (ϵ_r) = 4.58 and thickness (h) = 1.6 mm. By adjusting the cutting angle on the side of the patch, a circular polarization is generated with an Axial Ratio of a software simulation result of 1.065 dB and a bandwidth of 900 MHz at a frequency of 11 GHz. The final result of antenna fabrication tested at the Indonesian Institute of Sciences (LIPI) Electronics and Telecommunications laboratory in Bandung on May 29, 2019 consisted of a return loss value of -20,14 dB and VSWR 1.22 on the 11000 MHz frequency. The radiation pattern measurement results in a Half Power Beam Width value of 20 ° and an antenna gain of 7.02 dBi.

Keywords : Array, Gain, Microstrip Line, Rasio Axsial, Truncated corner.

PENDAHULUAN

Sistem telekomunikasi tanpa kabel khususnya *radio microwave* atau radio gelombang mikro membutuhkan suatu alat yang dapat berfungsi sebagai pemancar dan penerima (*transmitter* dan *receiver*) dimana perangkat akhir untuk proses-proses tersebut adalah antena. Untuk dapat memenuhi kebutuhan akan teknologi telekomunikasi yang berkembang pesat sekarang ini diperlukan perangkat antena yang mampu melakukan pemancaran dan penerimaan sinyal di beberapa frekuensi kerja yang berbeda. Dan untuk menunjang kebutuhan tersebut diperlukan suatu antena yang dapat mendukung salah satu sistem telekomunikasi tanpa kabel tersebut.

Antena merupakan instrumen yang penting dalam sistem telekomunikasi radio. Antena juga merupakan suatu media peralihan antara ruang bebas dengan piranti pemandu yang dapat berupa kabel koaksial atau piranti pemandu gelombang yang lain seperti kabel serat optik, digunakan untuk menggerakkan bentuk energi gelombang elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau dari antena ke penerima. Pemancaran (*transmitting*) merupakan satu proses perpindahan gelombang radio atau elektromagnetik dari saluran transmisi ke ruang bebas melalui antena pemancar [1]. Penerimaan (*receiver*) adalah satu proses penerimaan dan/atau penangkapan gelombang radio atau elektromagnetik dari ruang bebas melalui antena penerima [1].

Pada beberapa sistem telekomunikasi khususnya pada obyek penelitian dalam Tesis ini yaitu Sistem Radio Gelombang Mikro, sudah cukup banyak terjadi rugi-rugi daya di sepanjang saluran transmisi bahkan sampai mengalami kegagalan

transmisi akibat dari rancang bangun antena yang beberapa di antaranya dipengaruhi oleh kondisi medan dan cuaca serta struktur dari antena itu sendiri. Dan gagasan pokok untuk mengatasi masalah tersebut adalah, bagaimana jika pada kedua antena terarah yang saling berhadapan dalam satu saluran radio gelombang mikro menggunakan polarisasi *melingkar*.

Karena antena merupakan bagian penting dalam sistem radio gelombang mikro, maka harus memiliki karakteristik penerimaan yang sangat baik dan sesuai dengan perhitungan frekuensi kerja yang dibutuhkan. Dan salah satu jenis antena yang saat ini banyak digunakan untuk telekomunikasi tanpa kabel adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip memiliki kelebihan antara lain bentuk yang kecil, kompak, dan sederhana dengan biaya pembuatan yang tidak begitu mahal. Akan tetapi jenis antena ini memiliki beberapa kekurangan, diantaranya : *gain* yang rendah, keterarahan yang kurang baik, efisiensi rendah, rugi-rugi hambatan pada saluran pencatu, dan lebar pita frekuensi yang sempit, yang sudah tentu menjadi bahan perhitungan dalam rancang bangun antena mikrostrip ini [3]. Pada penelitian [12] menghasilkan gain sebesar 4,83 dBi dengan menggunakan rectangular patch 4 elemen array antenna dengan polarisasi melingkar. Sedangkan pada penelitian [13] dapat menghasilkan gain sebesar 7,4 dBi.

DESAIN ANTENA

Pada penelitian ini, desain antena menggunakan metode *Truncated Corner* dengan FR4 dengan nilai konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) = 4,58 dan ketebalan (h) = 1,6 mm. Dimensi antena patch segiempat diberikan oleh [9]

sebagai berikut.

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

$$L_{eff} = \frac{C}{2f\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[\frac{1}{\sqrt{(1+12h):w}} \right] \quad (3)$$

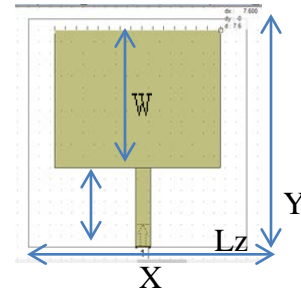
Pada penelitian ini, iterasi antenna mikrostrip polarisasi melingkar dengan metode array 8 elemen dilakukan dalam beberapa tahapan. Setelah diperoleh desain antenna mikrostrip elemen tunggal, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan metode *array* dengan susunan seri atau sejajar horisontal. Metode ini dilakukan secara bertahap dari kondisi *array* 2 elemen identik hingga 4 elemen, dengan acuan semua nilai parameter yang dipersyaratkan sebagaimana tertera pada diagram alir dapat tercapai. Untuk memperoleh jarak antar elemen (*d*) pada metode *array* dapat menggunakan persamaan 4.1 [11].

$$d = \lambda / 2 \quad (4)$$

$$d_{swain} = d - L \quad (5)$$

DESAIN TAHAP I ANTENA ELEMEN TUNGGAL

Pada penelitian ini, desain awal atau tahap 1 dari antenna elemen tunggal menggunakan bentuk *rectangular* yang bekerja pada rentang frekuensi kerja 10850 MHz – 11800 MHz. Untuk memperoleh dimensi antenna dengan bentuk persegi panjang atau *rectangular* maka dilakukan simulasi dengan perangkat lunak *AWR Microwave Office 2009* untuk melihat kinerja dari parameter *gain*, *return loss*, *VSWR*, *Axial Ratio* dari antenna rancangan.



Gambar 1. Desain Antena Elemen Tunggal

Setelah diperoleh desain tahap 1 antenna mikrostrip elemen tunggal, selanjutnya adalah melakukan simulasi tahap 1 dengan menggunakan perangkat lunak *AWR Microwave Office 2009*.

Tabel 1 Dimensi Antena Mikrostrip Elemen Tunggal

No.	Parameter	Nilai	Frek
1.	<i>Gain</i>	5.31 - 5.61 dB	10602-11800 MHz
2.	<i>Return Loss</i>	-24.45 dB	10950 MHz
3.	VSWR	1.984 – 1.966	10756-11161 MHz
4.	Rasio Aksial	2.814 dB	8600 MHz
5.	Impedansi	43.44Ω/J 3.87 Ω	11001 MHz
6.	<i>Bandwidth(RL Based)</i>	391 MHz	10764-11155 MHz

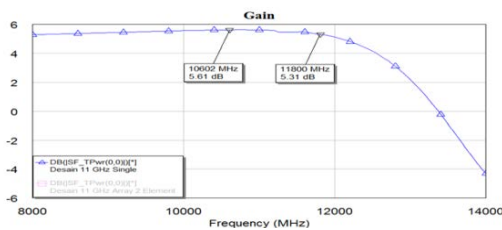
Tabel 2. Hasil Simulasi Antena Elemen Tunggal

No	Parameter	Nilai	Dimensi
1.	X	Panjang Substrat	10 mm
2.	Y	Lebar Susbstrat	10 mm
3.	L	Panjang Patch	7,6 mm
4.	W	Lebar Patch	6 mm
5.	Wz	Lebar Saluran	0,7 mm

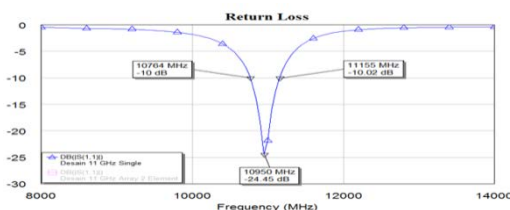
		Catu	
6.	Lz	Panjang Saluran Catu	3,5 mm

Dari table diatas, dapat dilihat bahwa dengan penambahan *patch* pada setiap *slot* dan menyusun *patch* antenna mikrostrip tersebut menjadi *array 8 elemen*, dengan mengatur jarak antar *patch* sesuai dengan persamaan (4),.

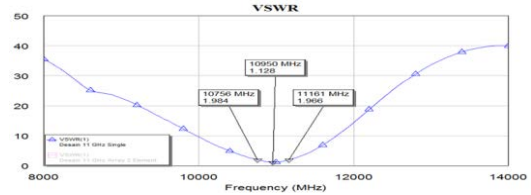
Pada langkah awal penelitian, dilakukan pemilihan jenis material *substrat* yang digunakan untuk proses perancangan antenna. Terdapat beberapa jenis *substrat* yang tersedia di pasaran antara lain FR-4 Epoxy, Taconic, ataupun Arlon. Masing-masing jenis *substrat* memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi dari pabrikan. Untuk memperoleh antenna dengan efisiensi yang maksimal maka diperlukan jenis material yang memiliki konstanta dielektrik dan *loss tangen* yang kecil. Dari keseluruhan *substrat* yang disebutkan, nilai konstanta dielektrik dan *loss tangen* terkecil dimiliki oleh *substrat* jenis Arlon. Pada penelitian ini digunakan *substrat* jenis FR-4 dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 2.



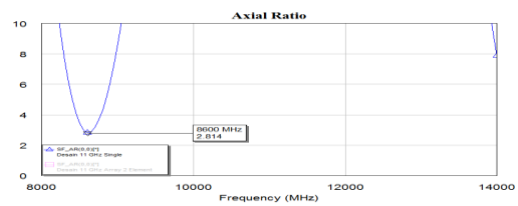
Gambar 2. Penguatan Antena Elemen Tunggal.



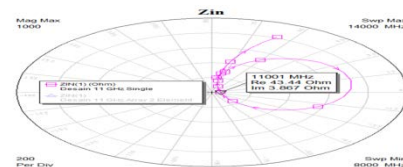
Gambar 3. Return Loss Antena Elemen Tunggal



Gambar 4. VSWR Antena Elemen Tunggal



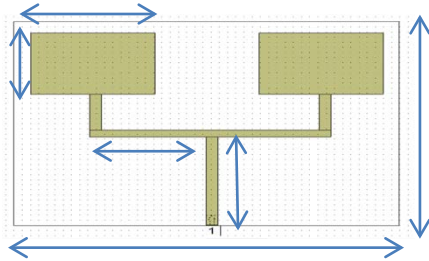
Gambar 5. Rasio Aksial Antena Elemen Tunggal



Gambar 6. Impedansi Input Antena Elemen Tunggal

DESAIN TAHAP II ANTENA ARRAY 2 ELEMEN

Setelah diperoleh desain antenna mikrostrip elemen tunggal, maka tahapan selanjutnya adalah melakukan metode *array* dengan susunan seri atau sejajar horisontal. Metode ini dilakukan secara bertahap dari kondisi *array 2 elemen* identik hingga 4 elemen identik pada simulasi tahap 3, dengan acuan semua nilai parameter yang dipersyaratkan sebagaimana tertera pada diagram alir dapat tercapai. Untuk memperoleh jarak antar elemen (*d*) pada metode *array*.



Gambar 7. Desain Antena array 2 elemen

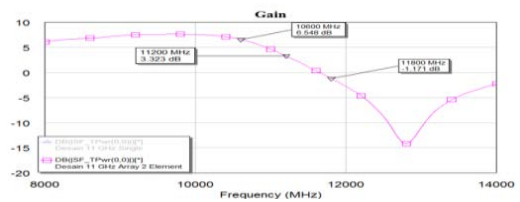
Pada gambar 5 menunjukkan desain dari antena mikrostrip yang di-array menjadi 2 elemen dengan jarak $d = 6,3$ mm seperti yang ditunjukkan pada ukuran dimensi dari antenna pada table 2. Untuk mengetahui kinerja dari antena yang telah di desain maka tahapan selanjutnya adalah melakukan simulasi dengan perangkat lunak AWR *Microwave Office 2009*.

Setelah diperoleh desain dari antena mikrostrip array dengan 2 elemen maka dilakukan tahapan simulasi. Parameter yang disimulasikan adalah *return loss*, *VSWR*, *Axial Ratio*, impedansi, dan *gain* dari antena rancangan.

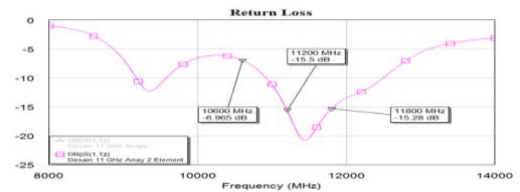
Tabel 3. Hasil Simulasi Antena Array 2 Elemen

No	Parameter	Nilai	Frekuensi
1.	Gain	3,323 dB	11200 MHz
2.	Return Loss	-15,5 dB	11200 MHz
3.	VSWR	1.403	11200 MHz
4.	Rasio Aksial	> 10 dB	11200 MHz
5.	Impedansi	-15,94 Ω /Re 46,28 Ω	11200 MHz
6.	Bandwidth (RL Based)	950 MHz	10850-11800 MHz

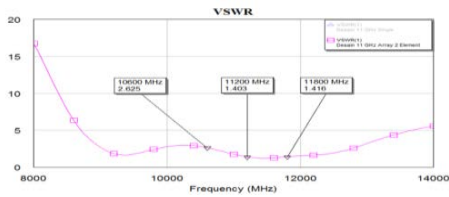
Gain yang dihasilkan dari antena array 2 elemen adalah 3.323 dB pada frekuensi kerja 11200 MHz sesuai dengan grafik hasil simulasi Gambar 5. Dari Gambar 6 dan 7 dapat dilihat bahwa pada antena mikrostrip array 2 elemen dengan rentang frekuensi 10,85 GHz – 11,80 GHz telah dicapai nilai *return loss* ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 . *Bandwidth* yang dihasilkan dalam simulasi dari antena array 2 elemen cukup lebar yaitu 950 MHz (11800 MHz – 10850 MHz). Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa antena mikrostrip array 2 elemen masih belum menghasilkan polarisasi melingkar dengan *Axial Ratio* yang dibutuhkan yaitu 10,85 GHz – 11,80 GHz, karena belum dilakukan metode iterasi pada tiga bagian sudut dari elemen peradiasi. Terakhir untuk impedansi antena array 2 elemen telah mencapai nilai -15.94 Ω pada frekuensi kerja 11,20 GHz (Gambar 9).



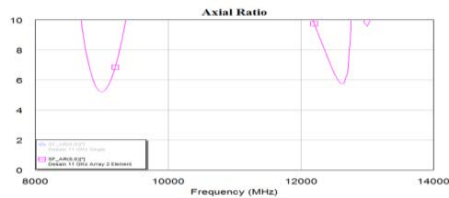
Gambar 8. Gain Antena Array 2 Elemen



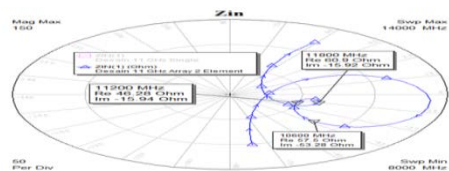
Gambar 9. Nilai Return Loss Antena Array 2 Elemen



Gambar 7. Nilai VSWR Antena Array 2 Elemen



Gambar 8. Rasio Aksial Antena Array 2 Elemen ≥ -10 dB



Gambar 9. Nilai Impedansi Antena Array 2 Elemen

Tabel 4. Perbandingan Hasil Simulasi Tahap I,II

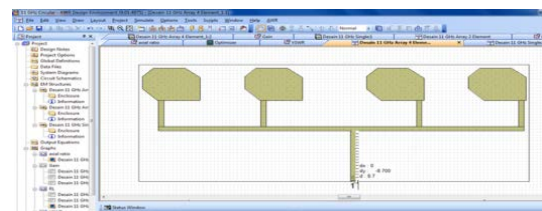
No.	Parameter	Elemen Tunggal	Array 2 Elemen	Frek
1.	Gain	5.51 dB	3,323 dB	11200 MHz
2.	Return Loss	-24,45 dB	-11,12 dB	10950 MHz
3.	VSWR	1,128	1,813	10950 MHz
4.	Rasio Aksial	> 10 dB	> 10 dB	10950 MHz
5.	Impedansi	43,44 Ω	44,15 Ω	11001 MHz
6.	Bandwidth (RL Based)	391 MHz	850 MHz	10764-11155 MHz, 10950-11800 MHz.

Antena elemen tunggal awalnya memiliki *bandwidth* 391 MHz lalu meningkat menjadi 850 MHz ketika

dioptimasi dengan metode *array* 2 elemen seperti yang terlihat pada Tabel 4.5. Artinya ada peningkatan *bandwidth* sebesar 117,39% setelah dilakukan metode *array* 2 elemen pada antena elemen tunggal. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa metode *array* 2 elemen peradiasi berhasil memperlebar rentang pita frekuensi sesuai yang dibutuhkan.

DESAIN TAHAP III ANTENA ARRAY 4 ELEMEN POLARISASI SIRKULAR

Untuk menghasilkan polarisasi melingkar pada antena *array* 4 elemen diperlukan metode *Truncated Corner* dilakukan dengan memotong bagian tepi dari setiap *patch* antena elemen tunggal agar terjadi perturbasi pada efek tepi antena mikrostrip [10]. Arus terbesar yang mengalir pada *patch* antena terletak pada bagian tepi sehingga jika bagian tepi dikikis sedikit saja maka berdampak terjadinya pergeseran nilai frekuensi kerja serta polarisasi menjadi sirkular.



Gambar 10. Desain Antena Array 4 Elemen

Dari Gambar 10 dan Tabel 5 dapat dilihat bahwa keempat elemen antena yang dioptimasi dengan metode *truncated corner* memiliki dimensi potongan sudut yang sedikit berbeda tetapi masih di kisaran 2 mm, dikarenakan selalu ada akselerasi nilai rasio aksial terhadap pergeseran nilai *return loss* dan VSWR sepanjang rentang frekuensi 10,85 GHz –11,80

No.	Parameter	Nilai	Frekuensi
1.	Gain	2.31 dB	11201 MHz
2.	Return Loss	-35.31 dB	11200 MHz
3.	VSWR	1.035 dB	11201 MHz
4.	Rasio Aksial	2.462 dB	11200 MHz
5.	Impedansi	1.00 - j 0.03 Ω	11200 MHz
	Bandwidth (RL Based)	950 MHz	10850 - 11800 MHz

No.	Bagian	Keterangan	Dimensi
1.	V	Iterasi Optimal Sudut V	2.12 mm
2.	W	Iterasi Optimal Sudut W	2.56 mm
3.	X	Iterasi Optimal Sudut X	2.78 mm
4.	Y	Panjang Saluran Catu Vertikal	14.5 mm
5.	Z	Panjang Saluran Catu Horisontal	47.4 mm

GHz. Dimensi dari *substrat* yang digunakan adalah 52 mm x 19 mm.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan simulasi untuk melihat kinerja dari antenna yang dirancang untuk kemudian bersiap melakukan pabrikan antenna mikrostrip berpolarisasi sirkular.

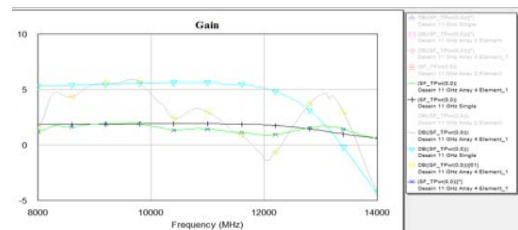
Tabel 5. Dimensi Iterasi Antena Array 4 Elemen

Setelah diperoleh desain tahap 3 dari antenna mikrostrip *array* 4 elemen dengan metode *Truncated Corner* maka dilakukan simulasi dengan perangkat lunak *AWR Microwave Office 2009* untuk melihat kinerja dari parameter *gain*, *return loss*, *VSWR*, *Axial Ratio*, dan impedansi dari antenna rancangan. Hasil simulasi tahap 3 dapat dilihat pada Gambar 10, 11, 12, 13, dan 14, sedangkan keseluruhan hasil dari proses simulasi dapat dilihat pada Tabel 6.

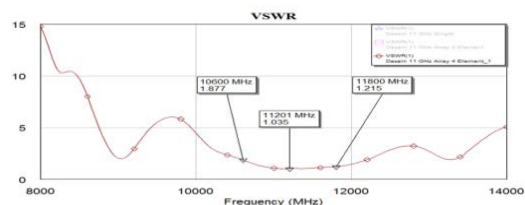
Tabel 6. Hasil Simulasi Antena Array 4 Patch dengan *Truncated Corner*

Dari Gambar 10, 11, dan 13 dapat dilihat bahwa antenna mikrostrip *array* 4 elemen yang dioptimasi dengan metode *truncated corner* telah bekerja pada rentang frekuensi 10,85 GHz – 11,80 GHz dengan nilai *return loss* ≤ -10 dB dan *VSWR* ≤ 2 meskipun nilai penguatan masih sekitar 2 dB. Nilai terbaik diperoleh pada frekuensi kerja 11,10 GHz dengan *return loss* -41,36 dB dan *VSWR* 1,017.

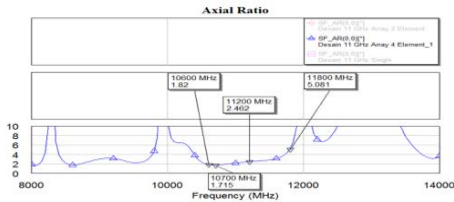
Penggunaan metode *truncated corner* telah berhasil memunculkan polarisasi melingkar pada antenna mikrostrip dengan nilai *Axial Ratio* terbaik 1,715 dB pada frekuensi kerja 10,70 GHz pada rentang frekuensi 10,60 GHz – 11,80 GHz yang ditunjukkan pada Gambar 14. Impedansi yang dihasilkan dari antenna mikrostrip dengan *truncated corner* ditunjukkan pada gambar 14 yaitu 1,00 - j 0,03 Ω. Selain itu penggunaan metode *truncated corner* juga meningkatkan lebar pita frekuensi antenna menjadi 950 MHz.



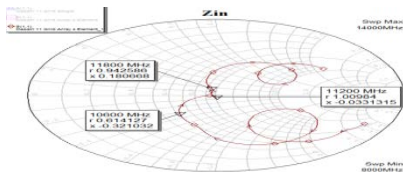
Gambar 11. Nilai Return Loss Antena Mikrostrip Sirkular



Gambar 12. Nilai VSWR Antena Mikrostrip Sirkular



Gambar 13. Rentang Rasio Aksial Antena Mikrostrip Sirkular



Gambar 14. Nilai Impedansi Antena Mikrostrip Sirkular

Tabel 7. Perbandingan Simulasi Tahap II dan III

No.	Parameter	Nilai		Frek
		Tahap II	Tahap III	
1.	Gain	3.323 dB	2.31 dB	11200 MHz
2.	Return Loss	-15.5 dB	-35.31 dB	11200 MHz
3.	VSWR	1.403 dB	1.035	11200 MHz
4.	Axial Ratio	> 10 dB	2.462 dB	11.200 MHz
5.	Bandwidth	850 MHz	950 MHz	11.200 MHz

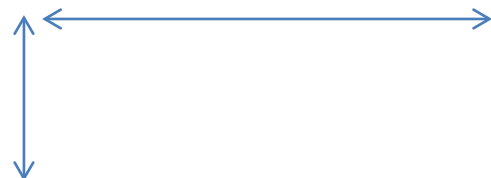
Dari Tabel 7 dapat diamati bahwa penggunaan metode *truncated corner* pada simulasi tahap 3 berhasil meningkatkan bandwidth dari kondisi awal 850 MHz di tahap 2 menjadi 950 MHz di tahap 3. Sedangkan *gain* pada antenna *Truncated Corner* mengalami penurunan dari kondisi awal 3,32 dB menjadi 2,31 dB namun masih dalam batas normal target penelitian. Penurunan nilai *gain* ini disebabkan karena terjadinya pelebaran *bandwidth*

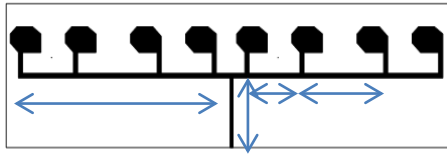
pada antenna *truncated corner*, secara teori jika *bandwidth* antenna semakin melebar maka *gain* dan efisiensi dari antenna akan menurun akibat area cakupan frekuensi kerja yang melebar [4].

Pemotongan bagian tepi pada *patch* antenna berhasil memunculkan polarisasi melingkar, dimana pada kondisi sebelumnya antenna elemen tunggal dan antenna *array* 2 elemen pada simulasi tahap 1 dan 2 masih memiliki *Axial Ratio* di atas 10 dB dan setelah menggunakan metode *truncated corner* pada tahap 3 nilainya menurun menjadi 2.462 dB pada frekuensi kerja 11200 MHz. Artinya, dari keseluruhan hasil analisa yang dilakukan pada perancangan dan simulasi antenna yang dibagi dalam 3 tahapan, dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip *array* 4 elemen berpolarisasi melingkar dengan nilai *Axial Ratio* ≤ 3 dB, *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 pada rentang frekuensi kerja 10850 MHz – 11800 MHz telah berhasil dirancang dan siap untuk dipabrikasi.

DESAIN TAHAP IV ANTENA CIRCULAR 8 ELEMEN

Setelah diperoleh desain tahap 4 dari antenna mikrostrip *array* 8 elemen dengan metode *Truncated Corner* yang ditunjukkan pada gambar 15 maka dilakukan simulasi dengan perangkat lunak *AWR Microwave Office 2009* untuk melihat kinerja dari parameter *gain*, *return loss*, *VSWR*, *Axial Ratio* dari antenna rancangan. Hasil simulasi tahap 4 dapat dilihat pada Gambar 16, 17, 18, 19, sedangkan keseluruhan hasil dari proses simulasi dapat dilihat pada Tabel 8.

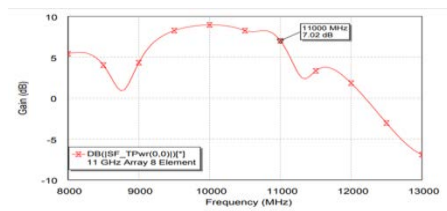




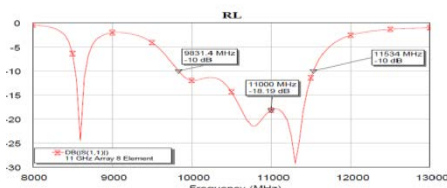
Gambar 15. Desain Antena Circular 8 Elemen

Tabel 8. Hasil Simulasi Antena Array 8 Patch dengan Truncated Corner

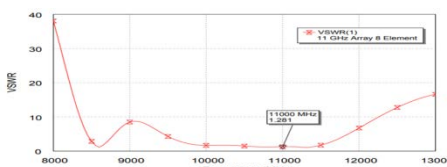
No	Parameter	Nilai	Frekuensi Kerja
1.	Gain	7,02 dB	11 GHz
2.	Return Loss	-18,19 dB	11 GHz
3.	VSWR	1,28 dB	11 GHz
4.	Axial Ratio	1,065 dB	11 GHz
5.	Bandwidth (Return Loss Based)	1500 MHz	11 GHz



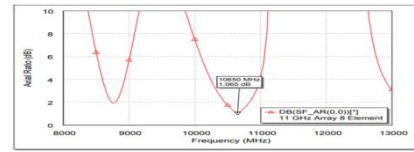
Gambar 16. Nilai Gain Minimum Antena Mikrostrip Sirkular



Gambar 17. Nilai Return Loss Antena Mikrostrip Sirkular



Gambar 18. Nilai VSWR Antena Mikrostrip Sirkular



Gambar 19. Rentang Rasio Aksial Antena Mikrostrip Sirkular

Dari Tabel 7 dapat diamati bahwa penggunaan metode *truncated corner* pada simulasi tahap 4 berhasil meningkatkan bandwidth. Sedangkan *gain* pada antena *Truncated Corner* mengalami penurunan dari kondisi awal 3,32 dB menjadi 7,02 dB namun masih dalam batas normal target penelitian. Penurunan nilai *gain* ini disebabkan karena terjadinya pelebaran *bandwidth* pada antena *truncated corner*, secara teori jika *bandwidth* antena semakin melebar maka *gain* dan efisiensi dari antena akan menurun akibat area cakupan frekuensi kerja yang melebar [4]. Pemotongan bagian tepi pada *patch* antena berhasil memunculkan polarisasi melingkar, dimana pada kondisi sebelumnya antena elemen tunggal dan antena *array* 2 elemen pada simulasi tahap 1 dan 2 masih memiliki *Axial Ratio* di atas 10 dB dan setelah menggunakan metode *truncated corner* pada tahap 4 nilainya menurun menjadi 2,46 dB pada frekuensi kerja 11,20 GHz. Artinya, dari keseluruhan hasil analisa yang dilakukan pada perancangan dan simulasi antena yang dibagi dalam 3 tahapan, dapat disimpulkan bahwa antena mikrostrip *array* 4 elemen berpolarisasi melingkar dengan nilai *Axial Ratio* ≤ 3 dB , *return loss* ≤ -10 dB, *VSWR* ≤ 2 pada frekuensi 11 GHz telah berhasil dirancang.

HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

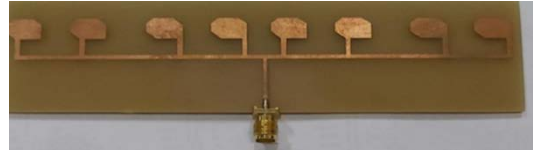
Setelah mendapatkan hasil terbaik dari desain akhir antena mikrostrip digunakan untuk proses

perancangan antenna dengan metode *Truncated Corner*. Terdapat beberapa jenis *substrat* yang tersedia di pasaran antara lain FR-4 Epoxy, Taconic, ataupun Arlon. Masing-masing jenis *substrat* memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi dari pabrikan. Untuk memperoleh antenna dengan efisiensi yang maksimal maka diperlukan jenis material yang memiliki konstanta dielektrik dan *loss tangen* yang kecil. Dari keseluruhan *substrat* yang disebutkan, nilai konstanta dielektrik dan *loss tangen* terkecil dimiliki oleh *substrat* jenis Arlon. Pada penelitian ini digunakan *substrat* jenis FR-4 dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada Tabel 9 dan 10.

Tabel 9. Spesifikasi Substrat Jenis FR-4

No	Parameter	Nilai
1.	Konstanta Dielektrik	4,58
2.	Ketebalan	1,6 mm
3.	Loss tangen	0,022
4.	Resistivitas	$1,0 \times 10^4$ M Ω / cm

Dasar pemilihan jenis *substrat* FR-4 dikarenakan kebutuhan penelitian ini adalah, pertama berfokus pada pembuktian bahwa antenna mikrostrip dengan polarisasi sirkular dapat digunakan untuk aplikasi radio gelombang mikro. Kedua, bahan jenis FR-4 termasuk yang paling mudah ditemukan di pasaran walaupun dengan kualitas konstanta dielektrik dan *loss tangen* yang kurang baik, tetapi masih mampu untuk menghasilkan *gain* dari antenna mikrostrip. Sedangkan nilai *loss tangen substrat* jenis FR-4 ini adalah 0,022 sudah cukup untuk menghasilkan *gain* antenna yang ditargetkan dengan ketebalan dan resistivitas *substrat* yang juga memenuhi kriteria sebagai bahan pabrikan antenna mikrostrip sirkular ini dan *Lay out* antenna mikrostrip 8 elemen ditunjukkan pada gambar 20 dan 21.

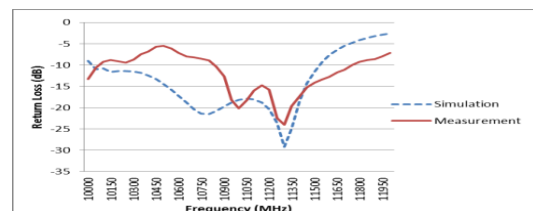


Gambar 20. Antena Tampak Atas

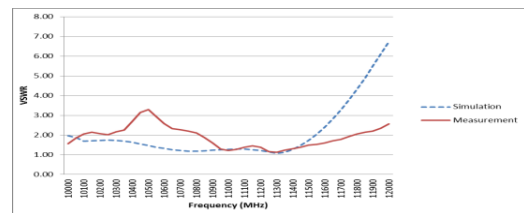


Gambar 21. Antena Tampak Bawah

Langkah selanjutnya melakukan pengukuran dan observasi terhadap antenna mikrostrip yang sudah dipabrikan dengan mengukur parameter *return loss*, VSWR dan *gain*. Hasil dari proses pengukuran tersebut akan dibandingkan dengan hasil simulasi yang sudah dilakukan sebelumnya menggunakan perangkat lunak AWR. Perbandingan hasil pengukuran dengan hasil simulasi dapat dilihat pada gambar 22 dan gambar 23. Proses pengukuran *return loss* VSWR antenna dilakukan dengan menggunakan *Vector Network Analyzer*.



Gambar 22. Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran Return Loss



Gambar 23. Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran VSWR

Dari hasil keseluruhan proses simulasi maka dapat dianalisa bahwa antenna hasil pabrikan dapat digunakan untuk system komunikasi bergerak dengan frekuensi kerja di 11 GHz dengan nilai return loss -18,1888 dB dan VSWR 1,28 sedangkan untuk gain diperoleh nilai 7,02 dB. Pada proses pengukuran terjadi penurunan nilai return loss sebesar 10,72 %, VSWR menurun 17,08 % sedangkan gain yang dihasilkan adalah 11,63 dB atau meningkat 65,66 % dibandingkan dengan hasil simulasi. Untuk bandwidth yang dihasilkan oleh antenna yang telah dipabrikan adalah 900 MHz – 1500 MHz yang mengalami penurunan 40 % jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari proses simulasi. Spesifikasi dari antenna yang telah dipabrikan dapat dilihat pada tabel 4.18 telah dipabrikan dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Spesifikasi Antena Rancangan

Parameter	Simulasi	Pengukuran	Frek
Bandwidth	1500	900	11 GHz
Gain	7,02 dB	11,63dB	11 GHz
Polarisasi	Melingkar		11 GHz
VSWR	1,22	1,28	11 GHz
Return Loss	-20,14	-18,1888	11 GHz
HPBW	20 ⁰		11 GHz

KESIMPULAN

Dengan metode susun (*array*) pada antenna mikrostrip yang sudah di desain menggunakan program AWR dan sudah dipabrikan dan diperoleh nilai parameter antenna mikrostrip dengan polarisasi melingkar dengan metode *array 8 elemen* dengan hasil simulasi nilai *Return loss* sebesar -20,14dB,, nilai VSWR sebesar 1,022, bekerja pada frekuensi 11 GHz dengan *bandwidth* 1500 MHz. Gain yang dihasilkan dari

antenna rancangan dari proses pengukuran adalah 11,63 dB dan. dengan sudut berkas pancaran (*Half Power Beam Width*) sebesar 20°.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alcatel University Literature. 2000. *Introduction to Microwave Links*.
- [2] Techno.okezone.com, 2018. Artikel Penelitian Ukuran Tetesan Air Hujan.
- [3] Alam, Syah S.Pd, MT., Yogi W, I Nyoman ST, MT. 2016. *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Peripheral Slit Array Untuk Aplikasi WiFi 2,4 GHz*. Jurnal Penelitian Dosen Pemula. Jakarta : Universitas 17 Agustus.
- [4] Balanis, Constantine A. 2016. *Antenna Theory Analysis and Design*, Fourth Edition. New York, USA : John Wiley and Sons, Inc.
- [5] Madiawati, Hanny. Suryana, Joko. 2016. *Desain dan Implementasi Antena Mikrostrip VSAT Bergerak Pada Frekuensi Downlink Ku Band*. Bandung : Institut Teknologi Bandung. Jurnal Elkomika Vol.4 / ISSN 2338-8323.
- [6] Yue Li, *Student Member, IEEE*, Zhi NingChen, *Fellow, IEEE*, Xianming Qing, *Member, IEEE*, Zhijun Zhang, *Senior Member, IEEE*, Junfeng Xu, *Member, IEEE*, and Zhenghe Feng, *Fellow, IEEE*. 2012. *Axial Ratio Bandwidth Enhancement of 60-GHz Substrate Integrated Waveguide-Fed Circularly Polarized LTCC Antenna Array*. *IEEE Transactions*

- on Antennas and Propagation Journal* Vol. 60, No. 10.
- [7] Cekdin, Cekmas. 2016. *Teori Singkat Teknik Elektro Disertai Contoh Soal dan Penyelesaian* (Hal. 164-165). New York : John Wiley and Sons, Inc.
- [8] Winch, Robert G. 1998. *Telecommunication Transmission Systems, Second Edition*. United States of America : McGraw-Hill Companies, Inc.
- [9] Wahyudi, Bastian. Yohandri, Asrizal. 2017. Simulasi Antena Mikrostrip Polarisasi Melingkar Untuk *Circularly Polarized - Synthetic Aperture Radar (CP - SAR)*. Padang : Program Studi Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. *Pillar of Physics*, Vol. 9. techno.okezone.com, 2018.
- [10] Indra Surjati, Yuli KN dan Syah Alam, “*Stacked Rectangular Ring Slot Microstrip Antenna with Parasitic Load for UMTS, LTE nad WiFi Applications*”, 2017 International Conference on Radar, Antenna, Microwave, Electronics, and Telecommunications (ICRAMET), Jakarta 2017
- [11] Indra Surjati dan Yunas Haidi, ““*Increasing Bandwidth Triangular Microstrip Antenna Using Parasitic Patch*”, Topical Conference on Antenna and Propagation in Wireless Communications (IEEE-APWC) 2015, Torino, Italy
- [12] Syah Alam dan Indra Surjati, “*Antena Mikrostrip Segtiga Dengan Parasitik Untuk Aplikasi Wireless Fidelity*, Seminar Nasional Antena, Microwave dan Propagasi (SMAP 2015), Makasar 2015.