

PENGARUH *BENDING* ANTENA MIKROSTRIP *STAR-PATCH* TERHADAP PARAMETER ANTENA DENGAN ORIENTASI *BENDING* SUMBU X

M. Fauzan Edy Purnomo^{*1}, Dwi Fadila Kurniawan², M.Rizky Guntur Pratama³

^{1,2,3} Teknik elektro, Universitas Brawijaya Malang, Malang, Indonesia

*mfauzanep@yahoo.com

²iwan_fadila@yahoo.com

³mrizkygunturp@gmail.com

Kata Kunci :

*Microstrip
Bending
Return Loss
VSWR
Gain
Bandwidth
Directivity
Efficiency
Axial Ratio
Polarization*

ABSTRAK

Antena Mikrostrip digunakan dalam berbagai kebutuhan dimensi dan bentuk dari antena mikrostrip disesuaikan dengan kebutuhan. Penggunaan tersebut memungkinkan terjadinya penekukan pada antena mikrostrip yang membuat perubahan karakteristik atau parameter. Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip dengan patch bintang 24 dan bintang 12 serta ground plane yang berbentuk staircase yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Perancangan serta simulasi dilakukan pada software CST Studio Suite 2018 dan pengukuran dilakukan dengan VNA ARINTS. Hasil simulasi diperoleh bahwa bending menyebabkan degradasi hasil pada parameter antena mikrostrip yang meliputi Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, dan Efisiensi. Serta hasil pengukuran menunjukkan bahwa terjadi degradasi pada parameter Return Loss, VSWR, dan Gain. semakin kecil radius bending yang dilakukan sehingga antena semakin menekuk maka nilai kualitas performansi parameter antena menurun.

Microstrip antennas are used in various dimensions and shapes of microstrip antennas according to needs. In this use it allows bending of the microstrip antenna which changes the characteristics or parameters. In this research a microstrip antenna is designed with 24 star and 12 star patches and a staircase-shaped ground plane working at a frequency of 2.4 GHz. Design and simulation were carried out on the CST Studio Suite 2018 software and measurements were carried out with the ARINTS VNA. The simulation results show that bending causes yield degradation in the microstrip antenna parameters which include Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, and Efficiency. the measurement results show that there is degradation in the Return Loss, VSWR, and Gain parameters. the smaller the bending radius that is done so that the antenna bends more, the performance quality value of the antenna parameters decreases.

1. Pendahuluan

Antena merupakan salah satu perangkat penting yang terdapat dalam sistem telekomunikasi yang termasuk dalam sistem komunikasi nirkabel. Antena merupakan alat pemancar yang berfungsi sebagai transduser elektromagnetis dimana mengubah gelombang tertuntun atau waveguide di dalam saluran transmisi menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas (Kildal,2015). Antena berfungsi sebagai konverter sinyal listrik menjadi sinyal elektromagnetik dan memancarkannya serta untuk menerima dan memancarkan daya. Antena mempunyai beberapa jenis yang diperuntukan untuk berbagai keperluan yang berbeda-beda. Antena mikrostrip dikelompokkan berdasarkan bentuk dari patch-nya, yaitu antena mikrostrip patch persegi panjang (rectangular), antena mikrostrip patch lingkaran (circular), patch elips (elliptical), dan antena mikrostrip patch persegi (square).

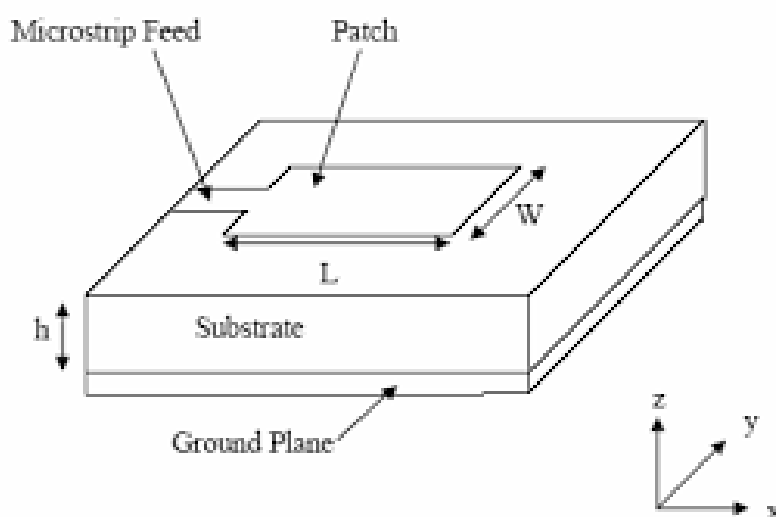
Dengan penggunaan yang beragam antena mikrostrip dimensi dan bentuk dari antena mikrostrip disesuaikan dengan kebutuhan. Pada penggunaan tersebut memungkinkan terjadinya penekukan pada antena mikrostrip sehingga perubahan karakteristik atau parameter yang diakibatkan penekukan tersebut perlu dilakukan kajian yang lebih dalam untuk meminimalkan dampak yang terjadi pada suatu sistem telekomunikasi.

A. Antena

Antena merupakan alat pemancar yang sebagai transduser elektromagnetis dimana mengubah gelombang tertuntun atau waveguide di dalam saluran transmisi menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas (Kildal,2015). Antena diperlukan dan digunakan dalam sistem telekomunikasi nirkabel berbasis darat seperti seperti siaran langsung, tautan radio *point-to-point*, telepon seluler, jaringan area lokal, sistem lalu lintas tol dan navigasi, serta digunakan dalam sistem komunikasi satelit untuk transmisi data, video dan sinyal telepon antara stasiun bumi yang terhubung ke jaringan berbasis darat, dan untuk menyiarkan sinyal TV (Kildal,2015).

B. Antena Mikrostrip

Merupakan suatu konduktor metal menempel diatas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan dielektrik. Antenna mikrostrip terdiri dari 3 lapisan. Lapisan tersebut adalah *conducting patch*, substrat dielektrik, dan *groundplane* (Balanis,2015)



Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip [3]

C. Parameter Antena

1. Frekuensi Kerja

Rentang frekuensi antena dapat bekerja.

2. VSWR

Perbandingan antara amplitudo tegangan gelombang berdiri (*standing wave*) maksimum ($|V|_{\text{maks}}$) dengan amplitudo tegangan gelombang berdiri (*standing wave*) minimum ($|V|_{\text{min}}$) yang terjadi pada saluran (Ulaby, 2001).

$$VSWR = \frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}} = \frac{v_o^+ + v_o^-}{v_o^+ - v_o^-} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (1)$$

3. Return Loss

Perbandingan antara 3embali3e dari gelombang yang direfleksikan terhadap 3embali3e gelombang yang dikirimkan dan digunakan untuk mengetahui banyak daya yang hilang pada beban dan 3embali sebagai pantulan[5].

$$RL(dB) = 20 \log |\Gamma| = 20 \log \frac{VSWR-1}{VSWR+1} \quad (2)$$

4. Bandwidth

Rentang frekuensi antena dengan beberapa karakteristik yang sesuai dan berdasarkan dari standar yang telah ditentukan. Untuk antena pita lebar, lebar bidang dinyatakan sebagai perbandingan antara frekuensi atas (*upper*) dengan frekuensi bawah (*lower*) (Balanis, 2015)

5. Efisiensi

Perbandingan daya yang disalurkan dengan daya yang diradiasikan pada suatu antena, semakin tinggi efisiensi maka semakin banyak daya yang diradiasikan dan semakin rendah efisiensi maka semakin banyak daya yang diserahkan dan menjadi hilang (*loss*) dalam antena yang disebabkan *missmatch* antara antena dan saluran transmisi (Balanis, 2015)

6. Directivity

Parameter antena yang menggambarkan perbandingan (rasio) intensitas radiasi sebuah antena pada arah tertentu dengan intensitas radiasi rata-rata pada satu arah (Wijanarko, 2020).

7. Gain

Kemampuan antena dalam mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu (Kurniawan, 2020)

8. Axial Ratio

Perbandingan *major axis* (OA) dengan *minor axis* (OB) pada hasil polarisasi sebagai cara untuk menentukan jenis polarisasi yang dihasilkan seperti berpolarisasi linear, *circular* atau *elips* [2].

9. Polarisasi

Sebagai polarisasi dari gelombang yang ditransmisikan (dipancarkan) oleh antena Arah medan listrik yang diradiasikan dari antena pada arah propagasi. keadaan radiasi gelombang elektromagnetik yang dilukiskan dalam variasi waktu terhadap besar vektor medan listrik (Balanis, 2021).

D. Bending

Proses untuk menekuk suatu antena mikrostrip secara horizontal maupun secara vertikal. Penekukan atau *bending* dilakukan untuk membuat antena mikrostrip dapat dipasang di permukaan-permukaan yang tidak rata.

2. Metode Penelitian

2.1 Perancangan dan Dimensi Antena

Perancangan antena mikrostrip dilakukan dengan spesifikasi bahan sebagai berikut:

- Bahan Epoxy Fiberglass- FR4
- Konstanta dielektrik = 4.6
- Ketebalan dielektrik = 0.1265 mm
- Loss tangen = 0.018
- Bahan pelapis substrat (konduktor) tembaga (Copper)
- Ketebalan bahan konduktor (t)= 0.035 mm
- Konduktivitas tembaga = 5.80×10^{-7} mho m-1

1. Menentukan fungsi F

$$F_r = 2.4 \text{ GHz}, h = 1.6 \times 10^{-3} \text{ cm}, \epsilon_r = 4.6$$

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f r \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$F = 1.708$$

2. Menentukan Elemen peradiasi

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2(0.1256 \times 10^{-3})}{3.14 \times 4.6 \times 1.708} \left[\ln \left(\frac{3.14 \times 1.708}{2(0.1256 \times 10^{-3})} \right) 1.7726 \right] \right\}^{\frac{1}{2}}}$$

$$= 1.7079 \text{ cm}$$

3. Menghitung dimensi *Ground Plane*

$$L_g = 6h + 2Rp$$

$$L_g = 6(0.1256 \times 10^{-3}) + (2 \times 17.079)$$

$$L_g = 35.42 \text{ mm}$$

$$W_g = 6h + \frac{1}{2}\pi Rp$$

$$W_g = 6(0.1256 \times 10^{-3}) + \frac{1}{2}(3.14 \times 17.079)$$

$$W_g = 27.80 \text{ mm}$$

4. Menentukan Dimensi Saluran Transmisi

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$B = \frac{60 \pi^2}{20 \sqrt{\epsilon_r}} = \frac{60 \times (3.14)^2}{50 \sqrt{4.6}} = 5.516$$

Ketebalan substrat 1 mm:

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$= \frac{2(0.1256)}{3.14} \left\{ 5.516 - 1 - \ln(2(5.516) - 1) + \frac{4.6 - 1}{2 \times 4.6} \left[\ln(5.516 - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{4.6} \right] \right\}$$

$$W = 0.233 \text{ mm}$$

Panjang Saluran Transisi dapat dihitung menggunakan persamaan:

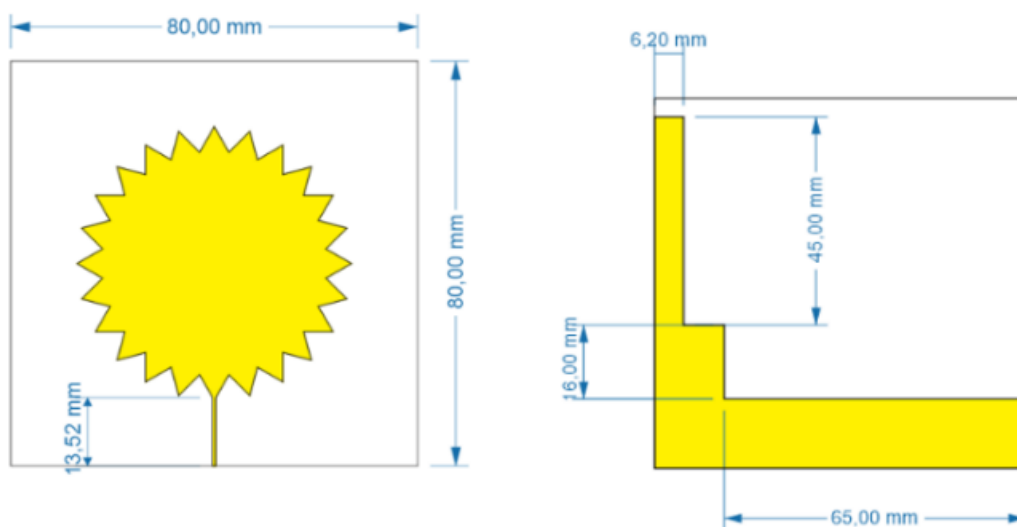
$$L = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 2.4 \times 10^9 \sqrt{4.6}} = 0.0141 \text{ m} = 14 \text{ mm}$$

2.2 Simulasi Antena

Penentuan dimensi antena mikrostrip dilanjutkan dalam perancangan dasar dengan beracuan dari antena mikrostrip circular melalui simulasi serta melakukan optimasi untuk mencapai hasil parameter yang diinginkan.

1. Antena Mikrostrip Bintang 24

Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 berdasarkan dari rancangan antena circular dengan dilakukan pengubahan patch menjadi segitiga lalu ditambahkan hingga menjadi segi 24.



Gambar 2 Antena Mikrostrip Patch Bintang 24

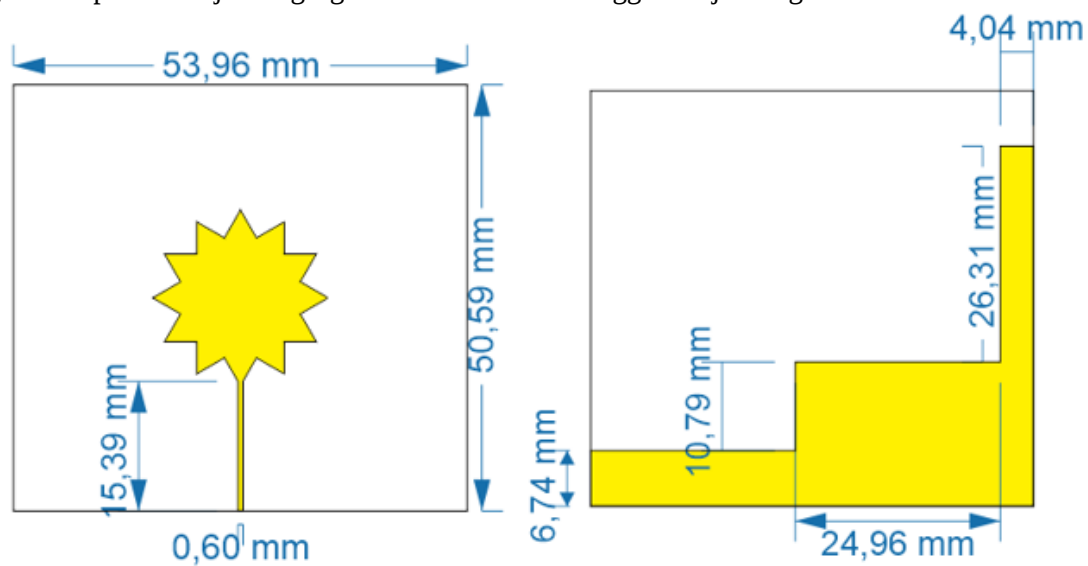
Berikut ini merupakan dimensi dari antena mikrostrip *patch* Bintang 24

Tabel 1 Dimensi Antena Mikrostrip Patch Bintang 24

Simbol	Ukuran (mm)	Deskripsi
RP	17.079	Jari-Jari Patch Bintang 24
L	80	Panjang Substrat
W	80	Lebar Substrat
h	0.1256	Tebal Substrat
Ls	13.52	Panjang Saluran Transmisi
Ws	0.6	Lebar saluran Transmisi
Lg	76	Panjang <i>Ground Plane</i>
Lg2	31	Panjang <i>Ground Plane 2</i>
Lg3	15	Panjang <i>Ground Plane 3</i>
Wg	6.2	Lebar <i>Ground Plane</i>
Wg2	8.8	Lebar <i>Ground Plane 2</i>
Wg3	65	Lebar <i>Ground Plane 3</i>
c	0.035	Tebal Konduktor

2. Antena Mikrostrip Bintang 24

Antena Mikrostrip Patch Bintang 212 berdasarkan dari rancangan antena circular dengan dilakukan pengubahan patch menjadi segitiga lalu ditambahkan hingga menjadi segi 12.



Gambar 3 Antena Mikrostrip Patch Bintang 12

Berikut ini merupakan dimensi dari antena mikrostrip *patch* Bintang 12

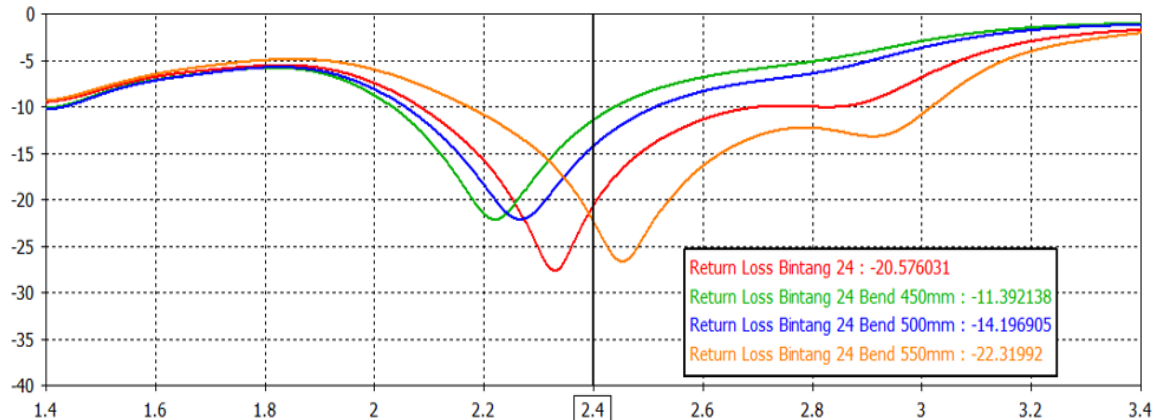
Tabel 2 Dimensi Antena Mikrostrip Patch Bintang 12

Simbol	Ukuran (mm)	Deskripsi
RP	17.079	Jari-Jari Patch Bintang 24
L	80	Panjang Substrat
W	80	Lebar Substrat
h	0.1256	Tebal Substrat
Ls	13.52	Panjang Saluran Transmisi
Ws	0.6	Lebar saluran Transmisi
Lg	76	Panjang <i>Ground Plane</i>
Lg2	31	Panjang <i>Ground Plane 2</i>
Lg3	15	Panjang <i>Ground Plane 3</i>
Wg	6.2	Lebar <i>Ground Plane</i>
Wg2	8.8	Lebar <i>Ground Plane 2</i>
Wg3	65	Lebar <i>Ground Plane 3</i>
c	0.035	Tebal Konduktor

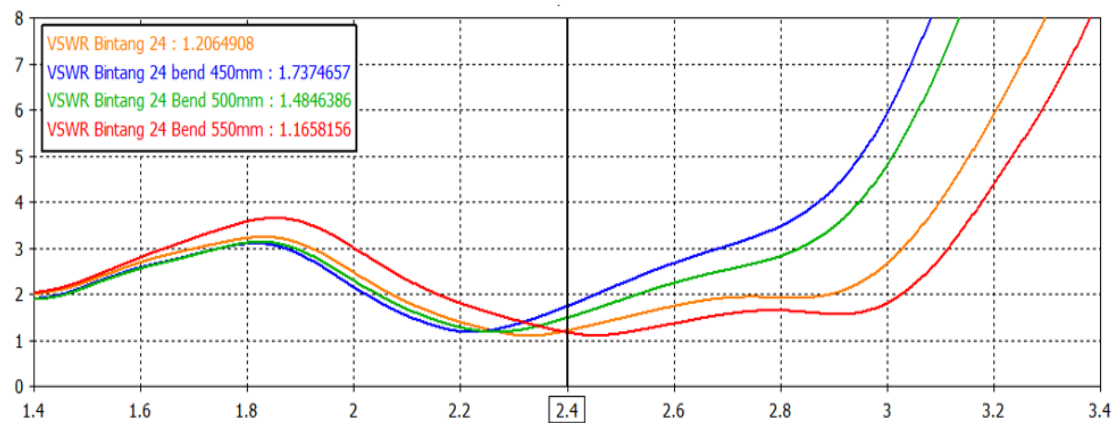
3. Hasil dan Analisis

3.1 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dan Bintang 12

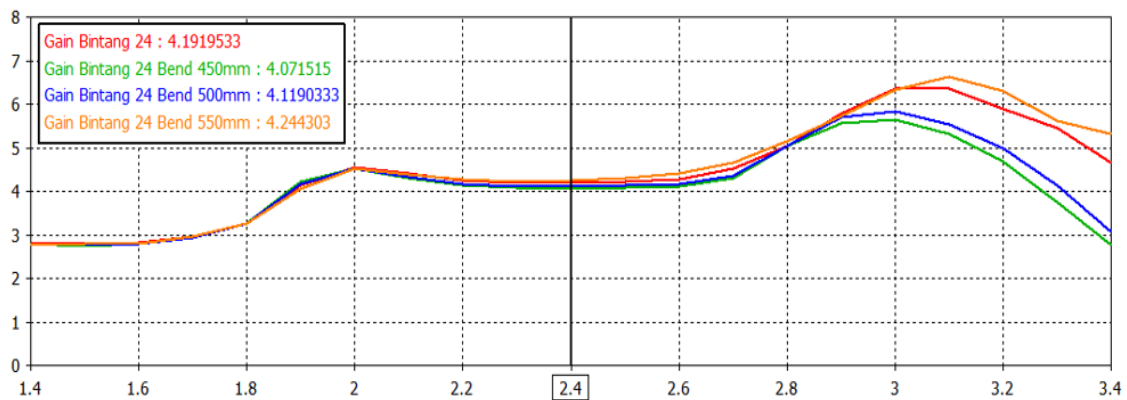
Simulasi dilakukan pada software CST Studio Suite 2018 dengan hasil langsung yang meliputi parameter Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, Efisiensi, dan Axial Ratio serta hasil parameter yang telah diolah yaitu polarisasi dan Bandwidth.



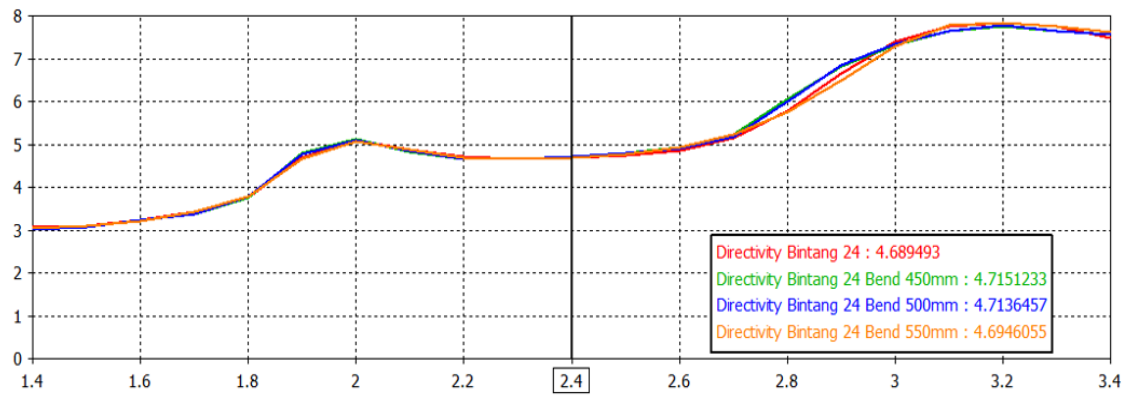
Gambar 4 Simulasi Return Loss Bintang 24 dengan Bending



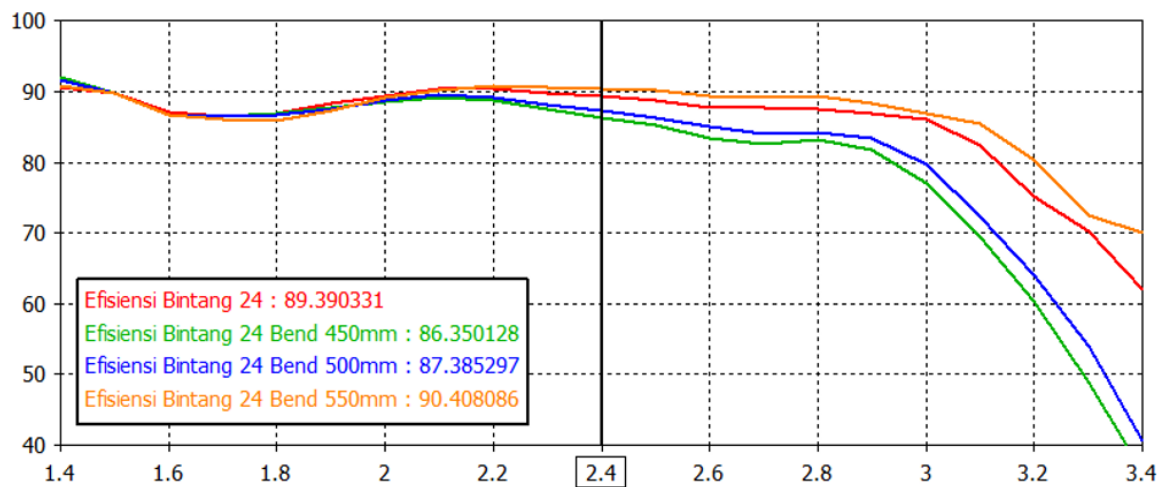
Gambar 5 Simulasi VSWR Bintang 24 dengan Bending



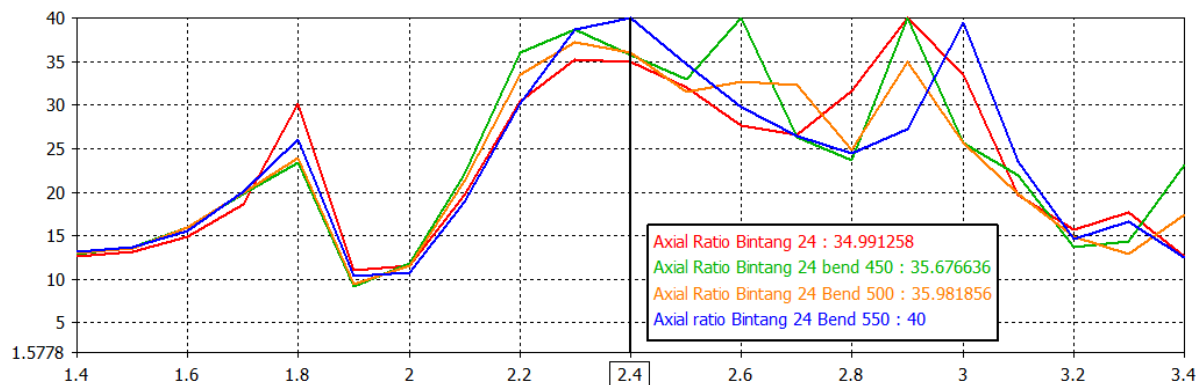
Gambar 6 Simulasi Gain Bintang 24 dengan Bending



Gambar 7 Simulasi Directivity Bintang 24 dengan Bending



Gambar 8 Simulasi Efisiensi Bintang 24 dengan Bending



Gambar 9 Simulasi Axial Ratio Bintang 24 dengan Bending

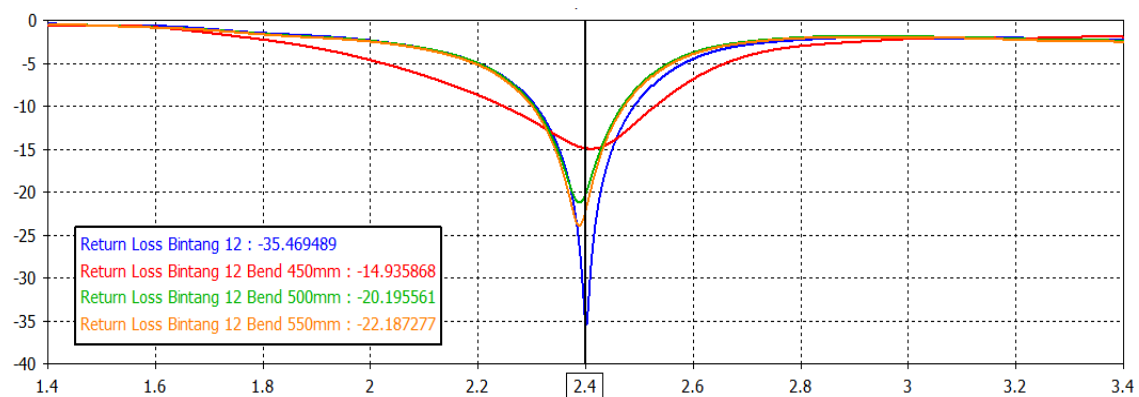
Tabel 3 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip patch Bintang 24 dengan Bending

No.	Ukuran Bending	Simulasi Bintang 24					
		<i>Return Loss</i>	<i>VSWR</i>	<i>Gain</i>	<i>Directivity</i>	<i>Efisiensi</i>	<i>Axial Ratio</i>
1.	Flat	-20,576	1,2064907	4,1919533	4,689493	89,39044	24.991258
2.	450 mm	-11.39214	1,7374656	4,071515	4,7151233	86.350127	35,676636
3.	500 mm	-14,1969	1,4846386	4,1190333	4,7136457	87,385297	35,981856
4.	550 mm	-22,31991	1,165817	4,244303	4,6946055	90,408060	39,121006

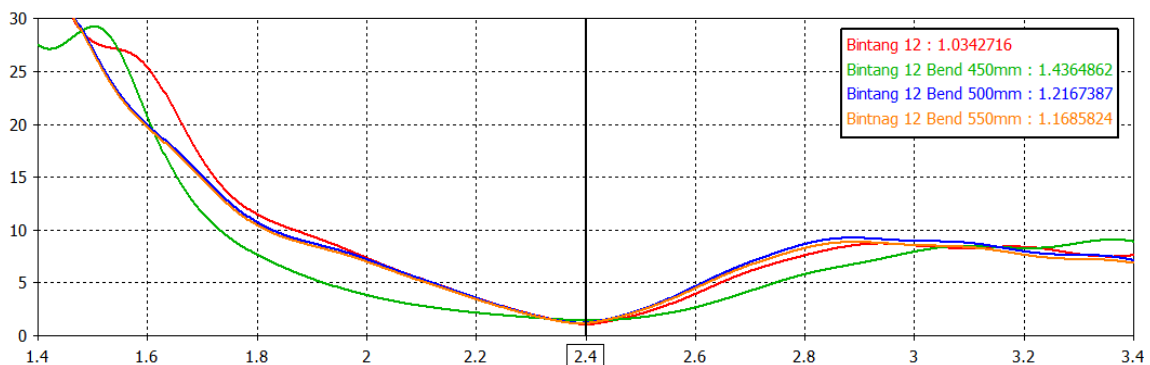
Berdasarkan data yang didapatkan dari simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 didapatkan bahwa Bending menyebabkan degradasi hasil pada parameter antenna yang meliputi Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, dan Efisiensi semakin kecil radius bending yang dilakukan sehingga antenna semakin menekuk, maka nilai kualitas performansi parameter antenna menurun, tetapi Bending pada radius 550 mm mempunyai hasil yang lebih baik dari antenna mikrostrip patch bintang 24 flat.

3.2 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 12

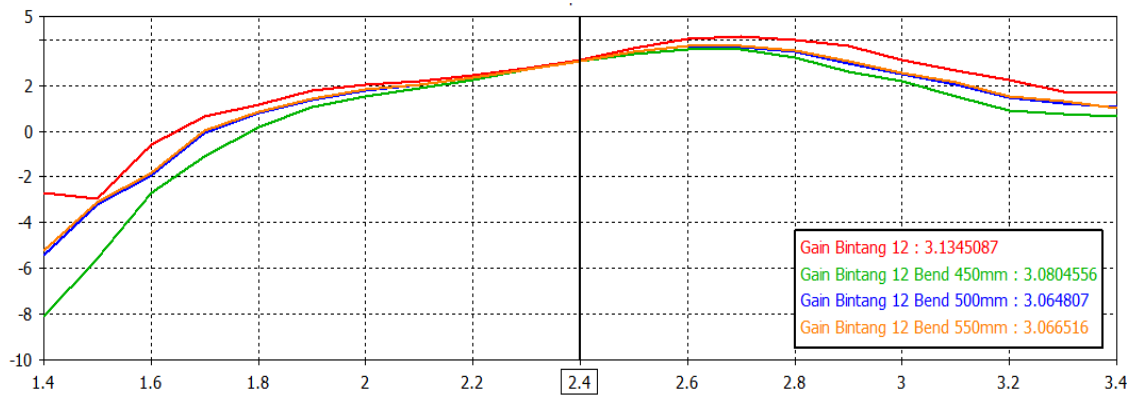
Simulasi dilakukan pada software CST Studio Suite 2018 dengan hasil langsung yang meliputi parameter Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, Efisiensi, dan Axial Ratio serta hasil parameter yang telah diolah yaitu polarisasi dan Bandwidth.



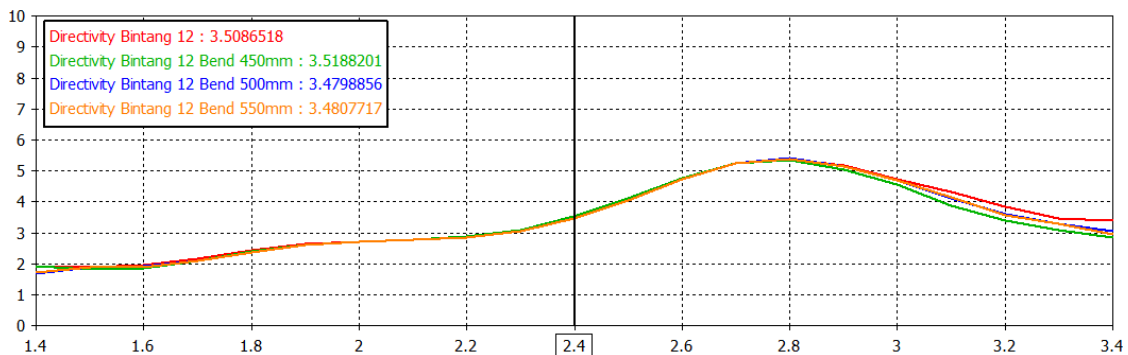
Gambar 10 Simulasi Return Loss Bintang 12 dengan Bending



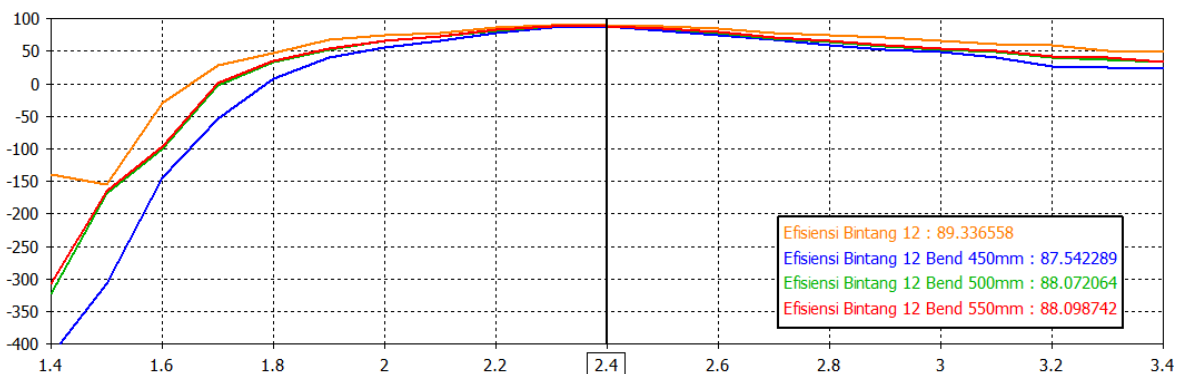
Gambar 11 Simulasi VSWR Bintang 12 dengan Bending



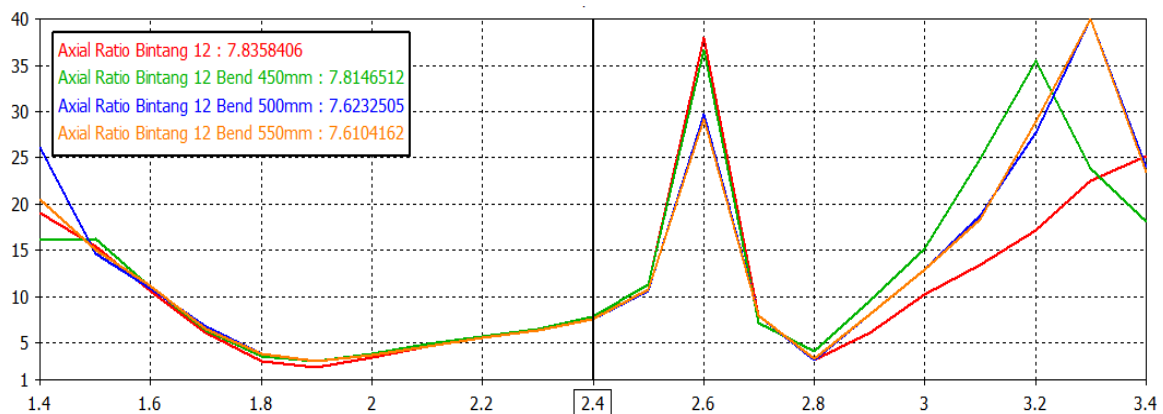
Gambar 12 Simulasi Gain Bintang 12 dengan Bending



Gambar 13 Simulasi Directivity Bintang 12 dengan Bending



Gambar 14 Simulasi Efisiensi Bintang 12 dengan Bending



Gambar 15 Simulasi Axial Ratio Bintang 12 dengan Bending

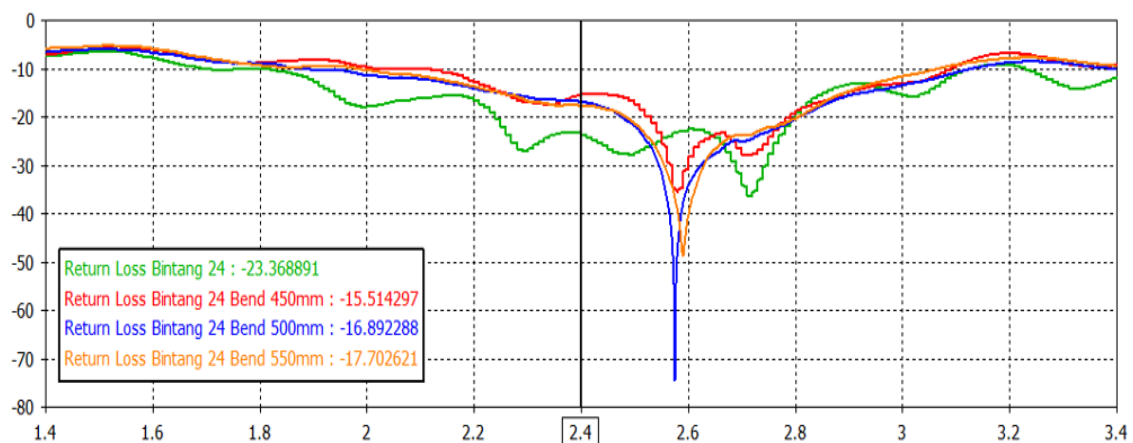
Tabel 4 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip patch Bintang 12 dengan Bending

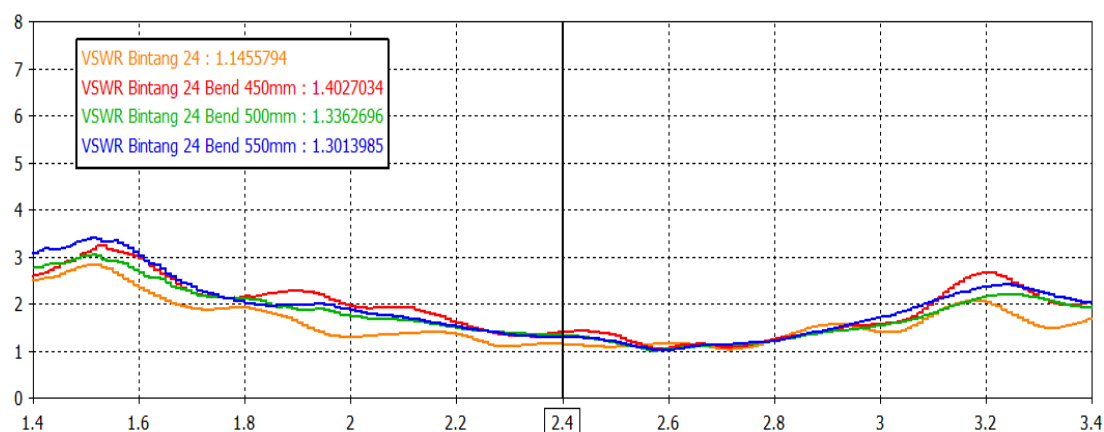
No.	Ukuran Bending	Simulasi Bintang 12					
		Return Loss	VSWR	Gain	Directivity	Efisiensi	Axia Ratio
1.	Flat	-35,46948	1,0342716	3,1345087	3,5086518	89,336558	7,83558406
2.	450 mm	-14,93586	1,4364862	3,0804556	3,5188201	87,542289	7,8146512
3.	500 mm	-20,19556	1,2167387	3,064807	3,4798856	88,072064	7,6232505
4.	550 mm	-22,18727	1,168582	3,066516	3,4807717	88,098742	7,6104162

Berdasarkan data dari hasil simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 12 dapat ditarik kesimpulan bahwa Bending menyebabkan degradasi yang cukup besar terhadap hasil pada parameter antenna yang meliputi Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, dan Efisiensi. Semakin kecil radius bending yang dilakukan sehingga antenna semakin menekuk maka nilai kualitas performansi parameter antenna menurun dan bandwidth yang dihasilkan menjadi semakin menyempit. Nilai axial ratio pada simulasi berkisar di angka 7 dB. Sehingga, tidak ada perubahan polarisasi pada antenna tersebut yang mempunyai polarisasi elips.

3.3 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 Dengan Bending

Pengukuran dilakukan dengan ARINTS VNA dengan hasil pengukuran diolah menggunakan Software CST Studio Suite 2018.

**Gambar 16 Pengukuran Return Loss Bintang 24 dengan Bending**



Gambar 16 Pengukuran VSWR Bintang 24 dengan Bending

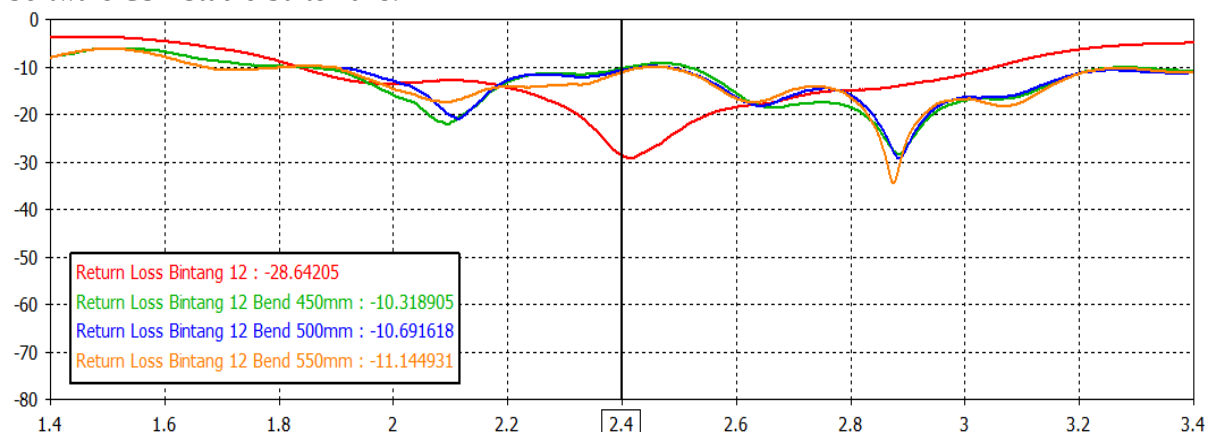
Tabel 5 Hasil Pengukuran Bintang 24 dengan Bending

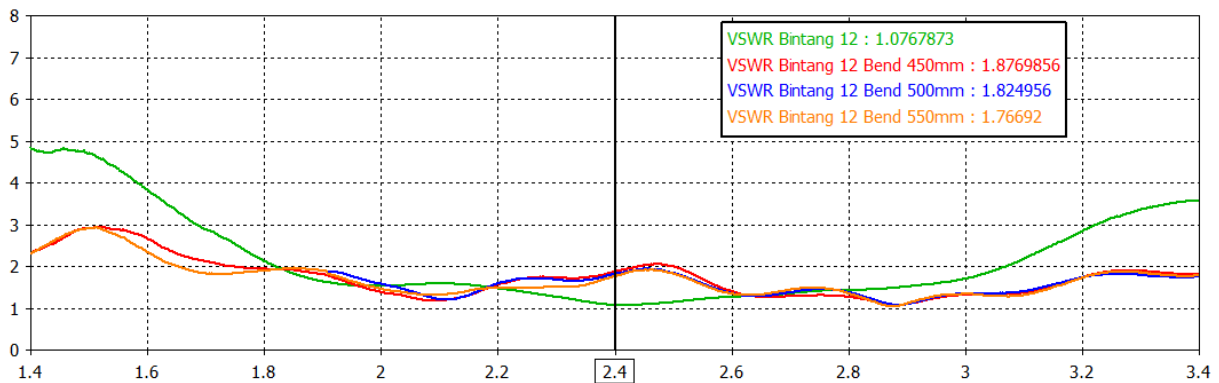
No.	Ukuran Bending	Pengukuran Bintang 24 (2,4 GHz)		
		Return Loss	VSWR	Bandwidth
1.	Flat	-23,368891	1,1455794	1,4313
2.	450 mm	-15,514297	1,4027034	1,07
3.	500 mm	-16,892288	1,3362696	1,2398
4.	550 mm	-17,702621	1,3013985	1,0874

Hasil pengukuran antenna mikrostrip patch bintang 24 performansi parameter yang dihasilkan semakin turun jika radius bending semakin kecil. Untuk nilai bandwidth pada antenna mikrostrip tersebut dinyatakan pada keadaan bending radius 500 mm mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan bandwidth pada keadaan bending 450 mm atau 550 mm. nilai axial ratio yang dihasilkan pada keadaan flat hingga keadaan bending 550 mm seluruhnya diatas nilai 10 dB. Sehingga, polarisasi berjenis polarisasi linear.

3.4 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 12 Dengan Bending

Data hasil pengukuran antenna mikrostrip patch bintang 12 dengan bending diolah menggunakan Software CST Studio Suite 2018.



Gambar 18 Pengukuran Return Loss Bintang 12 dengan Bending**Gambar 19 Pengukuran VSWR Bintang 12 dengan Bending****Tabel 6 Hasil Pengukuran Bintang 12 dengan Bending**

No.	Ukuran Bending	Pengukuran Bintang 12		
		Return Loss (dB)	VSWR	Bandwidth (GHz)
1.	Flat	-28,642053	1,0767873	1,2226
2.	450 mm	-10,318905	1,8769856	1,3521
3.	500 mm	-10,691618	1,824956	>1,488
4.	550 mm	-11,144931	1,76692	>1,5191

Hasil pengukuran antenna mikrostrip patch bintang 12 performansi parameter yang dihasilkan semakin turun jika radius bending semakin kecil. Untuk nilai bandwidth pada antenna mikrostrip tersebut dinyatakan pada keadaan bending radius 500 mm mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan bandwidth pada keadaan bending 450 mm atau 550 mm. nilai axial ratio yang dihasilkan pada keadaan flat hingga keadaan bending 550 mm seluruhnya diatas nilai 10 dB. Sehingga, polarisasi berjenis polarisasi linear.

3.5 Perbandingan Simulasi Antena Mikrostrip Bintang 24 dan Bintang 12

Perbandingan Simulasi pada antenna mikrostrip *Patch* Bintang 24 dan 12 dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan.

Tabel 7 Perbandingan Simulasi antenna Mikrostrip Patch Bintang 24 dan 12

No.	Ukuran Bending	Simulasi Bintang 24					
		<i>Return Loss</i>	VSWR	<i>Gain</i>	<i>Directivity</i>	Efisiensi	<i>Axial Ratio</i>
1.	Flat	-20,576	1,2064907	4,1919533	4,689493	89,39044	24,991258
2.	450 mm	-11,39214	1,7374656	4,071515	4,7151233	86,350127	35,676636
3.	500 mm	-14,1969	1,4846386	4,1190333	4,7136457	87,385297	35,981856
4.	550 mm	-22,31991	1,165817	4,244303	4,6946055	90,408060	39,121006

No.	Ukuran Bending	Simulasi Bintang 12					
		Return Loss	VSWR	Gain	Directivity	Efisiensi	Axia Ratio
1.	Flat	-35,46948	1,0342716	3,1345087	3,5086518	89,336558	7,83558406
2.	450 mm	-14,93586	1,4364862	3,0804556	3,5188201	87,542289	7,8146512
3.	500 mm	-20,19556	1,2167387	3,064807	3,4798856	88,072064	7,6232505
4.	550 mm	-22,18727	1,168582	3,066516	3,4807717	88,098742	7,6104162

Dari hasil simulasi Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dan Antena Mikrostrip Patch Bintang 12 dapat ditarik kesimpulan bahwa Bending menyebabkan degradasi hasil pada parameter antenna yang meliputi Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, dan Efisiensi semakin kecil radius bending yang dilakukan sehingga antenna semakin menekuk maka nilai kualitas performansi parameter antenna menurun, tetapi Bending pada radius 550 mm mempunyai hasil yang lebih baik dari antenna mikrostrip patch bintang 24 flat. Sedangkan, untuk antenna mikrostrip patch bintang 12 semakin kecil radius bending, maka nilai parameter yang dihasilkan akan semakin membaik dengan hasil dari return loss yang berubah secara signifikan tetapi pada gain dan efisiensi mengalami kenaikan yang sedikit serta axial ratio di angka sekitar 7 yang menunjukan antenna berpolarisasi elips.

3.6 Perbandingan Pengukuran Antena Mikrostrip Bintang 24 dan Bintang 12

Tabel 7 Perbandingan Pengukuran Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dan 12

No.	Ukuran Bending	Pengukuran Bintang 24			Pengukuran Bintang 12		
		<i>Return Loss</i>	VSWR	<i>Bandwidth</i>	<i>Return Loss</i>	VSWR	<i>Bandwidth</i>
1.	Flat	-23,369	1,14558	1,4313	-28,642	1,07679	1,2226
2.	450 mm	-15,514	1,4027	1,07	-10,319	1,87699	1,3521
3.	500 mm	-16,892	1,33627	1,2398	-10,692	1,82496	>1,488
4.	550 mm	-17,703	1,3014	1,0874	-11,145	1,76692	>1,5191

Berdasarkan hasil data perbandingan Pengukuran Return Loss Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dan Bintang 12 dengan nilai -23.721526 dB dan -28.642053 dB didapatkan kesimpulan bahwa kedua antenna tersebut dapat bekerja dengan baik dan saluran transmisi sudah dalam keadaan matching maka dapat dikatakan bahwa saluran transmisi sudah berada dalam keadaan matching, sehingga rugi pada saluran transmisi rendah dan daya yang diserap dan ditransmisikan lebih besar. Untuk VSWR dari antenna mikrostrip patch Bintang 24 dan 12 yang bernilai 1.1455794 dan 1.0767873.

4. Kesimpulan

Hasil Simulasi pada Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dan 12 menunjukkan bahwa bending menyebabkan degradasi hasil pada parameter antenna mikrostrip yang meliputi Return Loss, VSWR, Gain, Directivity, dan Efisiensi. Semakin kecil radius bending yang dilakukan sehingga antenna semakin menekuk maka nilai kualitas performansi parameter antenna menurun. Tetapi, pada antenna mikrostrip patch bintang 24 dengan kondisi bending 550 mm mempunyai hasil yang lebih baik dari kondisi flat.

Hasil terbaik pengukuran terdapat pada antenna mikrostrip Patch Bintang 12 dengan nilai -28,642 dB untuk return loss dan 1,07679 untuk VSWR. Tetapi, bandwidth yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dengan nilai bandwidth sebesar 1,2226 GHz. Dengan demikian semakin, sedikit segi bintang pada patch antenna mikrostrip, maka semakin bagus parameter performansi yang dihasilkan. Namun, bandwidth yang dihasilkan akan semakin sempit. Tetapi, dalam hal bending Antena Mikrostrip Patch Bintang 24 dinilai lebih baik dari segi degradasi yang tidak terlalu jauh dari hasil non bending atau flat, walaupun bandwidth yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan antenna mikrostrip patch bintang 12

Perhitungan dan perancangan antenna mikrostrip perlu dilakukan dengan presisi dan hati hati untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan syarat spesifikasi antenna yang telah ditentukan serta Pengukuran dapat dilakukan pada ruangan yang minim akan interferensi gelombang mikro seperti pada ruangan anechoic chamber.

Daftar Pustaka

Kildal, P. S. (2015). Foundations of antenna engineering: a unified approach for line-of-sight and multipath. Artech House.

Balanis, C. A. (2015). *Antenna theory: analysis and design*. John wiley & sons.

Kurniawan, D. F., Dahlan, E. A., & Pratama, A. Y. (2010). Antena Mikrostrip Circular Array Dual Frekuensi. *Jurnal EECCIS*, 4(1), 39-44.

Ulaby, F. T., Michielssen, E., & Ravaioli, U. (2001). *Fundamentals of applied electromagnetics 6e*. Prentice Hall.

Wijanarko, H., Hanif, M., Aisyah, S., & Kamarudin, K. (2020). Desain dan Implementasi Antena Quadrifilar Helix untuk Komunikasi Antarpulau pada Pita UHF. *J. Rekayasa Elektr*, 16(2).

Surjati, I, “Antena Mikrostrip Konsep dan Aplikasinya”, ISBN:978-979-26-89520, Universitas Trisakti: Jakarta.2010.