

## PROTOTYPE ANTENA OMNIDIRECTIONAL MIKROSTRIP PATCH ARRAY SEBAGAI PENGUAT TRANSMITTER RADAR PESAWAT TERBANG PADA FREKUENSI 1030MHZ

Arif Fahmi<sup>1</sup>, Dodi Setiabudi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

<sup>2</sup> Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email: fahmi03031995@gmail.com

### ABSTRACT

*Radar SSR (Secondary Surveillance Radar) is an equipment to detect and determine the position and target data around him actively, where the plane took active if it receives the RF signal emitted secondary radar. In this study aims (1) to design a prototype omnidirectional microstrip patches array for applications Radar SSR (Secondary Surveillance Radar) according to the characteristics of the antenna by using the software High Frequency Structure Simulator version 13 (HFSS v13) that operate at a frequency of 1030-1090 MHz and get characteristics of the antenna such as Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), the radiation pattern and gain (2) Implement the design of antenna omnidirectional microstrip patches array into physical form and measure VSWR, gain and radiation pattern characteristics of the prototype has been created and analyzed the characteristics Between desain antenna with the prototype antenna that has been made. This research method using the rectangular microstrip patches dimensional array to determine the size of the microstrip antenna array patches and simulated using HFSS v13 software. The results of the analysis parameters patch microstrip antenna array in HFSS v13 Software demonstrate the value of Ref. AMPL his 40.950739 dB, the analysis results patch microstrip antenna array using the software HFSS v13 obtained gain value by achieving -29dB, and the results of the analysis, the value of the radiation pattern reaches the radiation pattern of 33.28dBm.*

*Keywords: SSR, HFSS v13, VSWR, gain, radiation pattern, antenna, microstrip patch array.*

### PENDAHULUAN

Radar yang merupakan singkatan dari *Radio Detection and Ranging* sudah banyak digunakan dalam banyak konteks termasuk dalam pengendalian lalu lintas udara maupun laut yaitu untuk mendeteksi pesawat terbang atau kapal laut ketika berada di landasan maupun di dermaga. Diperlukan sebuah perangkat untuk dapat menunjang dari fungsi teknologi ini. Perangkat tersebut dinamakan antena. Perangkat ini berpengaruh pada kualitas sinyal informasi yang akan dikirim dan diterima. Oleh karena itu penulis mencoba membuat *prototype* antena omnidirectional mikrostrip patch array sebagai penguat transmitter radar pesawat terbang pada frekuensi 1030MHz guna menunjang serta meningkatkan kerja *transmitter* dari radar pesawat terbang tersebut. Sehingga penulis membuat sebuah proposal yang berjudul Prototype antenna omnidirectional mikrostrip patch array sebagai penguat *transmitter* radar pesawat terbang pada frekuensi 1030MHz.

### DASAR TEORI

Antena adalah suatu alat yang mengubah gelombang terbimbing dari saluran transmisi menjadi gelombang bebas di udara, dan sebaliknya. Antena mikrostrip adalah desain *single-layer* yang terdiri umumnya dari empat bagian (*Patch*, bidang tanah, substrat, dan *ground*). antena patch bisa diklasifikasikan sebagai elemen *single* antena resonan [1].

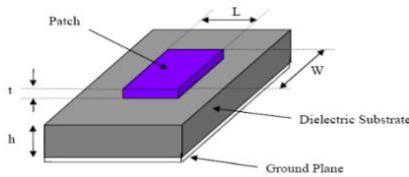
#### Struktur Dasar Antenna Mikrostrip

Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah/potongan yang mempunyai ukuran sangat tipis/kecil. Secara umum, antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah.

Dari beberapa paparan diatas dapat diuraikan beberapa struktur dasar antenna mikrostrip yaitu :

1. *Patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara. *Patch* dan saluran pencatu biasanya terletak diatas

substrat. Tebal *patch* dibuat sangat tipis ( $t \ll \lambda_0$ ;  $t$  = ketebalan *patch*).



Gambar 1. Struktur dasar antenna microstrip

2. *Substrate dielectric*

Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat biasanya mempunyai tinggi ( $h$ ) antara  $0,002\lambda_0 - 0,005\lambda_0$ . Berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antenna.

3. *Ground*

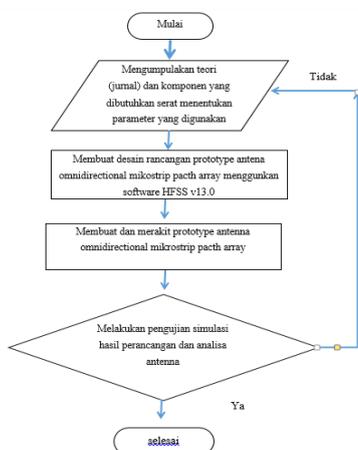
*Ground plane* bisa terbuat dari bahan konduktor. Ukurannya selebar dan sepanjang substrat. Fungsi *ground plane* adalah sebagai *ground antenna*.

**Antenna Omni Directional**

Antena *omnidirectional* memancarkan dan menerima sinyal dari segala arah dengan daya yang sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, *gain* antenna *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara horizontal, dengan mengabaikan pola pancaran ke atas dan ke bawah. Antena jenis ini biasanya digunakan untuk posisi pelanggan yang melebar. Direktivitas antenna *omnidirectional* berada dalam arah vertikal [2].

**METODE PERANCANGAN**

Adapun metode yang akan diterapkan pembuatan prototype antenna *omnidirectional* mikrostrip *patch array* ini adalah yang pertama dengan membuat kerangka kerja, dimana kerangka kerja tersebut akan menjelaskan secara garis besar urutan mekanisme yang akan dilaksanakan.



Gambar 2. Kerangka Kerja pembuatan prototype antenna *omnidirectional* mikrostrip *patch array*

**Perancangan *patch* mikrostrip menggunakan *calculator microstrip***

Pada perancangan ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam melakukan pengukuran serta menentukan parameter *patch* antenna mikrostrip dengan mudah adapun formula yang digunakan pada *software calculator* ini sedikit berbeda dalam menentukan baik panjang maupun lebar dari *patch* antenna mikrostrip (pasternack, 2016).

$$Width = \frac{c}{2f_0\sqrt{\frac{\epsilon_R+1}{2}}}; \quad \epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_R+1}{2} + \frac{\epsilon_R-1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{h}{W}\right)}} \right]$$

$$Length = \frac{c}{2f_0\sqrt{\epsilon_{eff}}} - 0.824h \left( \frac{(\epsilon_{eff}+0.3)\left(\frac{W}{h}\right)+0.264}{(\epsilon_{eff}-0.258)\left(\frac{W}{h}\right)+0.8} \right)$$

Gambar 3. Formula *patch microstrip*

Adapun hasil dari perhitungan *calculator patch microstrip* menghasilkan analisa nilai panjang dan lebar *patch* yang berbeda dengan pengukuran matematis.



Gambar 4. Calculator microstrip

Adapun perhitungan selanjutnya pada rasio dan impedansi antenna mikrostrip dengan formula yang dirancang.

$$If \left(\frac{W}{H}\right) < 1:$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_R+1}{2} + \frac{\epsilon_R-1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{H}{W}\right)}} + 0.04 \left(1 - \left(\frac{W}{H}\right)\right)^2 \right]$$

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \ln \left( 8 \left(\frac{H}{W}\right) + 0.25 \left(\frac{W}{H}\right) \right)$$

$$If \left(\frac{W}{H}\right) > 1:$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_R+1}{2} + \left[ \frac{\epsilon_R-1}{2\sqrt{1+12\left(\frac{H}{W}\right)}} \right]; \quad Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{eff}} \left[ W \left( 1.393 + \frac{2}{3} \ln \left( \frac{W}{H} + 1.444 \right) \right) \right]}$$

Gambar 5. Formula rasio dan impedansi

Selanjutnya perhitungan pada panjang gelombang pada antenna mikrostrip dengan menggunakan *calculator microstrip* dengan formula yang dirancang.

$$\lambda_p (mm) = \frac{300}{f_{GHz} \sqrt{\epsilon_{eff}}}$$

$$If \left(\frac{W}{H}\right) < 1:$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_R+1}{2} + \frac{\epsilon_R-1}{2} \left[ \frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{H}{W}\right)}} + 0.04 \left(1 - \left(\frac{W}{H}\right)\right)^2 \right]$$

$$If \left(\frac{W}{H}\right) > 1: \quad \epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_R+1}{2} + \left[ \frac{\epsilon_R-1}{2\sqrt{1+12\left(\frac{H}{W}\right)}} \right]$$

Gambar 6. Formula panjang gelombang mikrostrip

Adapun hasil dari perhitungan *calculator patch microstrip* menghasilkan analisa nilai panjang gelombang yaitu sebesar lebar 88.57 mm dan tinggi 1.6 mm.



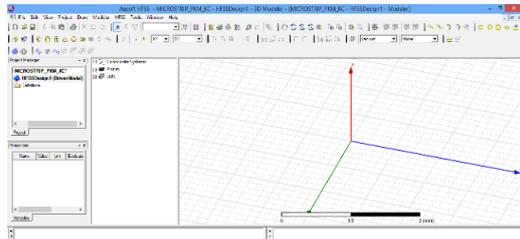
Gambar 7. Panjang gelombang mikrostrip

### Perancangan Model Antena Mikrostrip Patch Rectangular Menggunakan HFSS

Pada perancangan ini, perlunya sebuah program simulator untuk membantu proses rancang bangun antena mikrostrip *patch Rectangular*. Simulasi dilakukan untuk melihat apakah perhitungan yang dilakukan telah cocok dengan VSWR yang diinginkan atau tidak dengan frekuensi 1.030 GHz. Simulasi dilakukan dengan perangkat lunak simulator *Ansoft High Frequency Structure Simulator v13*.

#### 1. Memulai HFSS v13

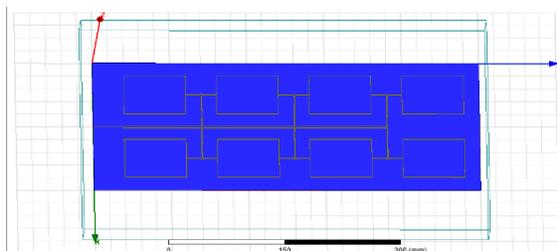
Pada perancangan antena mikrostrip *patch array* ini menggunakan *software HFSS v13*.



Gambar 8. Tampilan HFSS v13

#### 2. Perancangan *substract*

Untuk membuat *substrate*, pada item *Draw* pilih *box* atau dengan langsung memilih *Draw Box* pada *toolbar* kemudian data diisi dengan memilih bahan *FR4 – epoxy* kemudian mengganti nama *box* tersebut dengan *Substrate*.

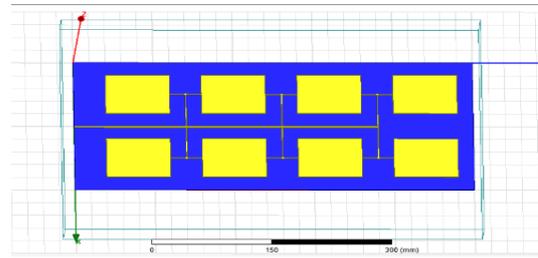


Gambar 9. Desain *Subtract*

#### 3. Perancangan *Pacth array*

Untuk membuat rancangan *patch array* pada *software HFSS v13*. Adapun langkah dalam

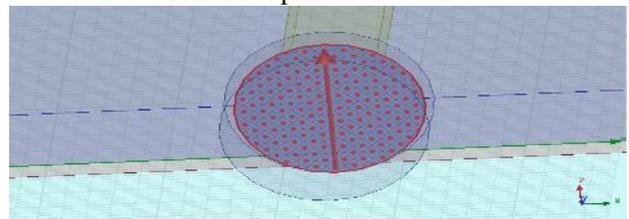
perancangannya yaitu dengan memilih icon *Draw* kemudian memilih icon *Box* kemudian desain sesuai ukuran yang telah dirancang. Adapun bahan yang digunakan ialah *copper* (tembaga).



Gambar 10. Desain *patch microstrip array*

#### 4. Perancangan *Waveport*

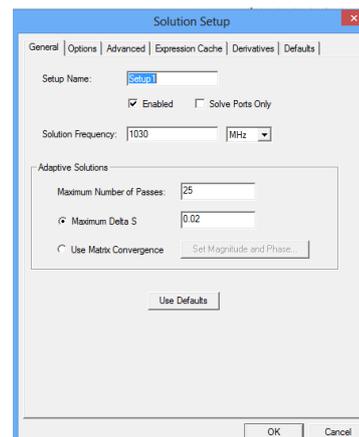
Untuk langkah selanjutnya yaitu proses perancangan impedansi masukan atau *Waveport*. Adapun langkah perancangan dengan memilih icon *Draw* kemudian pilih icon *circle*.



Gambar 11. Desain *Waveport*

#### 5. Konfigurasi *Analysis Set-up*

Pada proses *Analysis Set-up* ini bertujuan untuk mensetting serta mengkonfigurasi frekuensi target yaitu pada frekuensi 1030MHz dengan memilih icon *add solution set up* yang tertera pada Gambar 12.

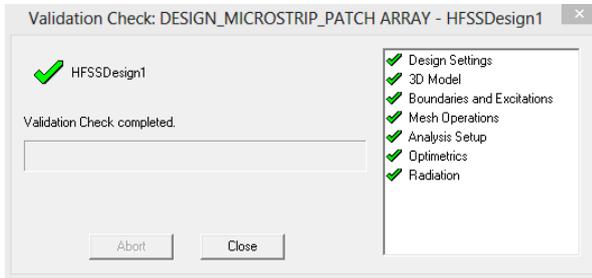


Gambar 12. *Analysis Set-up*

#### 6. *Validation* komponen antena mikrostrip *patch array*

*Validation* pada proses perancangan antena mikrostrip ini sangat penting karena dengan melakukan proses *validation* ini maka kita akan mengetahui apakah rancangan antena yang kita

desain ini bisa berjalan dengan baik dan sesuai dengan analisa yang diharapkan. Adapun cara melakukan proses *validation* pada software HFSS v13 ini dengan memilih *icon* HFSS pilih dan klik *icon validation*.



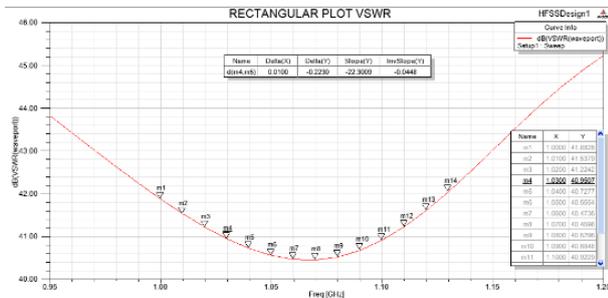
Gambar 13. Validation Check Component

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Pada proses analisa antenna mikrostrip *pacth array* ini menggunakan software HFSS v13 *trial*. Adapun pada proses analisa ini diperoleh beberapa nilai parameter-parameter antenna mikrostrip *pacth array* sebagai penentu kinerja dari *prototype* antenna tersebut. Adapun diantaranya parameter-parameter tersebut yaitu *gain*, *VSWR (return loss)*, *directivitas*, *rasio polarisasi*, *counter*.

**Analisa Pengukuran VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)**

VSWR didefinisikan sebagai perbandingan atau rasio antara tegangan rms maksimum dan minimum yang terjadi pada saluran yang tidak *match*.



Gambar 14. Grafik VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

Pada pengukuran ini frekuensi di-set dari 950 MHz – 1500 MHz, hal ini dilakukan agar dapat dilihat, antenna dapat dikategorikan baik, digunakan pada *range* frekuensi berapa saja. Seperti pada Gambar 14, untuk frekuensi 1.0300 GHz *Ref. Ampl*-nya 40.950739 dB.

Adapaun data table dari nilai VSWR (*voltage standing wave ratio*) dapat dilihat pada table 1,

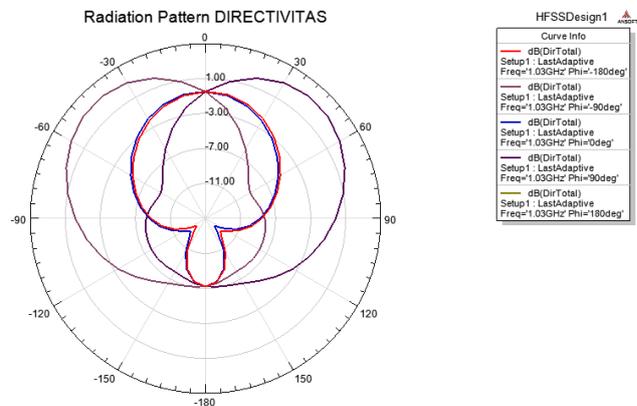
Tabel 1. Data analisa nilai VSWR (*voltage standing wave ratio*)

DATA TABEL VSWR	
Freq [GHz]	dB(VSWR(waveport)) Setup1 : Sweep
1	43.825752
2	43.424933
3	43.026220
4	42.633060
5	42.249949
6	41.882574
7	41.537900
8	41.224169
9	40.950739
10	40.727730
11	40.565430
12	40.473459
13	40.469768
14	40.529624
15	40.684753
16	40.922876
17	41.237704
18	41.619403
19	42.065279
20	42.530364
21	43.027613
22	43.527958

Dapat diketahui dari data Tabel 1 nilai VSWR dari antenna mikrostrip *pacth array* pada frekuensi 1.0300GHz memiliki nilai VSWR sebesar 40.950739 dB.

**Analisa pengukuran Pola Radiasi**

Pada analisa pengukuran pola radiasi dilakukan untuk memperoleh analisa pola radiasi (pola pancaran) atau radiasi sinyal antenna mikrostrip *pacth array*. Digunakan *software* HFSS v13 untuk memperoleh analisa nilai pola radiasi pada *prototype* antenna mikrostrip *pacth array*. Adapun analisa pola radiasi yang diperoleh pada hasil analisis *software* HFSS v13 dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Pola Radisai Antenna Mikrostrip

Dari kurva diatas kita dapat mengetahui pola radiasi dari *prototype* antenna mikrostrip *pacth array* yang kami rancangan memiliki pola radiasi yang baik yaitu mencapai pola radiasi sebesar 33.28 dBm. diamana dapat dilihat pada table pola radiasi berikut ini.

Tabel 2. Data Analisa Pola Radiasi

TABEL POLA RADIASI					
Theta [deg]	dSm(DirTotal) [dB]	dSm(DirTotal) [dB]	dSm(DirTotal) [dB]	dSm(DirTotal) [dB]	dSm(DirTotal) [dB]
	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=180deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=90deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=0deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=90deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=180deg
1	0.000000	29.509147	29.509147	29.509147	29.509147
2	10.000000	29.399149	27.990000	29.297469	30.004000
3	20.000000	29.821329	28.010048	29.696932	32.070603
4	30.000000	28.149824	24.154787	27.857973	32.914232
5	40.000000	27.152854	22.582804	26.836429	33.297086
6	50.000000	26.024982	21.450402	25.721425	33.192017
7	60.000000	24.852986	20.666336	24.982381	32.702707
8	70.000000	23.694390	21.021955	23.467382	31.917254
9	80.000000	22.559581	21.436306	22.386237	30.946559
10	90.000000	21.446466	21.776991	21.249838	29.956210
11	100.000000	20.283995	21.957030	20.038391	28.760023
12	110.000000	19.043883	22.056338	18.657349	27.648397
13	120.000000	17.849093	22.118757	17.188009	26.528498
14	130.000000	17.214657	22.134719	16.320482	25.394017
15	140.000000	17.894688	22.067593	17.156429	24.339002
16	150.000000	19.965707	22.016879	19.264718	23.555077
17	160.000000	21.246777	22.189410	21.117550	23.133276
18	170.000000	22.376902	22.823777	22.343114	22.917111
19	180.000000	22.762018	22.762018	22.762018	22.762018
20	190.000000	22.343114	22.917111	22.376902	22.823777
21	200.000000	21.117550	21.246777	21.189410	21.117550
22	210.000000	19.264718	20.968707	19.264718	19.264718

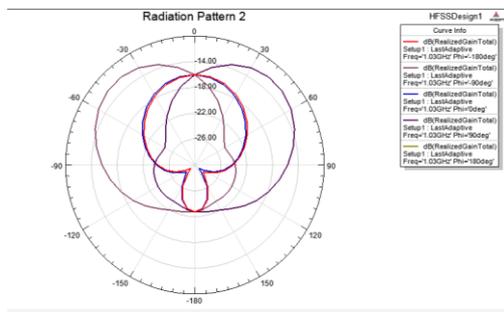
Adapun gambar 3D dari pola radiasi (*directivitas*) dari antenna mikrostrip *patch array*, dapat dilihat pada Gambar 16 berikut.



Gambar 16. Gambar 3D pola Radiasi

**Analisa Pengukuran Gain**

Salah satu parameter penting untuk mengukur kualitas antenna adalah *gain*. *Gain* sebuah antenna didefinisikan sebagai perbandingan rapat daya maksimum suatu antenna terhadap rapat daya maksimum dari antenna referensi dengan daya masuk sama besar. Dari hasil simulasi *software* HFSS v13 diperoleh analisa nilai *gain* yang sesuai dengan tujuan yaitu mencapai -29dB. Ini dapat dilihat dari kurva ataupun data tabel dibawah ini.



Gambar 17. Grafik Gain antenna

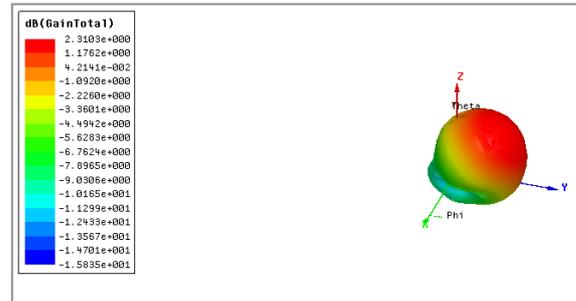
Adapun tabel data dari nilai gain yang diperoleh dari hasil analisa dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3. Data Analisa Gain

Data Table GAIN					
Theta [deg]	dS(RelaceGainTotal) [dB]	dS(RelaceGainTotal) [dB]	dS(RelaceGainTotal) [dB]	dS(RelaceGainTotal) [dB]	dS(RelaceGainTotal) [dB]
	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=180deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=90deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=0deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=90deg	Setup1 LossAdaptive Freq=1.03GHz Phi=180deg
1	0.000000	-16.000887	-16.000887	-16.000886	-16.000887
2	10.000000	-16.119285	-17.814025	-16.241585	-14.824425
3	20.000000	-16.587705	-19.499886	-16.812402	-13.438371
4	30.000000	-17.359410	-21.354247	-17.359410	-12.594802
5	40.000000	-18.396380	-22.912229	-18.396380	-12.221949
6	50.000000	-19.684472	-24.194232	-19.707889	-12.317017
7	60.000000	-20.859488	-24.942388	-20.832353	-12.803237
8	70.000000	-21.814844	-24.487279	-22.014572	-13.591780
9	80.000000	-22.942373	-24.072225	-23.140737	-14.696320
10	90.000000	-24.082567	-23.738343	-24.259196	-15.842074
11	100.000000	-25.226238	-23.561404	-25.470643	-16.748010
12	110.000000	-26.465261	-23.463396	-26.851894	-17.899637
13	120.000000	-27.689131	-23.396276	-28.321025	-18.896336
14	130.000000	-28.294377	-23.374315	-29.186441	-20.115017
15	140.000000	-27.814866	-23.441441	-28.344806	-21.173952
16	150.000000	-25.943205	-23.493355	-26.304315	-22.932216
17	160.000000	-24.282266	-23.519623	-24.391483	-22.379969
18	170.000000	-23.125252	-22.989257	-23.166520	-22.591923
19	180.000000	-22.747016	-22.747016	-22.747016	-22.747016
20	190.000000	-22.591923	-23.125252	-22.989257	-22.896253
21	200.000000	-24.391483	-22.379969	-24.391483	-24.391483
22	210.000000	-26.304315	-21.983216	-26.304315	-26.304315

Dari hasil simulasi *software* HFSS v13 diperoleh analisa nilai *gain* yang sesuai dengan target yaitu mencapai -29dB. Seperti yang tertera pada table diatas.

Adapun pola 3D dari *Gain* antenna mikrostrip *patch array* dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 18. 3D gain Antenna mikrostrip *patch array*

**Prototype antenna omnidirectional mikrostrip patch array**

Pada prototype ini terdapat antenna mikrostrip array yang tersusun dengan patch 4 × 2 dengan ukuran 80 × 60 mm.



Gambar 19. Prototype antenna omnidirectional mikrostrip patch array.

**KESIMPULAN**

1. Berdasarkan hasil perancangan dan analisa Antenna mikrostrip *patch array* ini rancang dengan menggunakan *subtract FR-4* dengan

nilai konstanta *dielectric* ( $\epsilon_r$ ) = 4.4 dan *patch* dengan bahan *copper*. Dengan dimensi antenna dioptimasi sebagai berikut: Elemen Peradiasi :  $W = 88.57$  mm,  $L = 69.18$  mm,  $h = 1.6$  mm.

2. Nilai VSWR Antenna mikrostrip *patch array* hasil perancangan dan analisa yang berbeda-beda tiap frekuensi. Dalam jangkauan frekuensi kerja yang direncanakan yaitu 1030 MHz, antenna ini memiliki nilai *Ref. Ampl*-nya 40.950739 dB.
3. Nilai *Gain* Antenna mikrostrip *patch array* hasil perancangan dan analisis dari *software* HFSS v13 diperoleh nilai *gain* mencapai -29dB.

4. Hasil pengukuran dan analisa pola radiasi, menggunakan *software* HFSS v13 diperoleh nilai pola radiasi mencapai 33.28dBm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alsager, A. F. 2011. Design and Analysis of Microstrip Patch Antenna Arrays. Communication and Signal processing, 16.
- [2] repository.usu.ac.id. 2016, april kamis. Retrieved from repository.usu.ac.id: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/48181/4/Chapter%20II.pdf>.