BAB IV

PENGUKURAN DAN ANALISA

4.1 Umum

Dalam bab ini membahas tentang pengukuran antena mikrostrip *patch rectangular* yang dirancang, pengukuran ini dilakukan untuk mengetahui kinerja apakah antena yang dirancang sesuai dengan harapan dan dapat diimplementasikan pada jaringan *Wireless.*

Hasil pengukuran parameter-parameter antena mikrostrip *patch rectangular* meliputi nilai dari *return loss,* impedansi, pola radiasi, VSWR dan gain yang optimum pada frekuensi kerja 2,4 GHz.

4.2 Pengukuran Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*.

Setelah proses perancangan dan pembuatan antena mikrostrip *patch rectangular* proses selanjutnya adalah berupa pengukuran atau pengujian dari antena yang dirancang tersebut.

Ada beberapa parameter antena yang diukur untuk menunjukan karakteristik serta kemampuan kerja dari antena antara lain SWR, Impedansi, Pola Radiasi dan Gain.

Pengukuran antena mikrostrip *patch rectangular* ini dilakukan di Labolatorium Telekomunikasi, Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (PPET – LIPI).

4.2.1 Pengukuran VSWR dan Impedansi

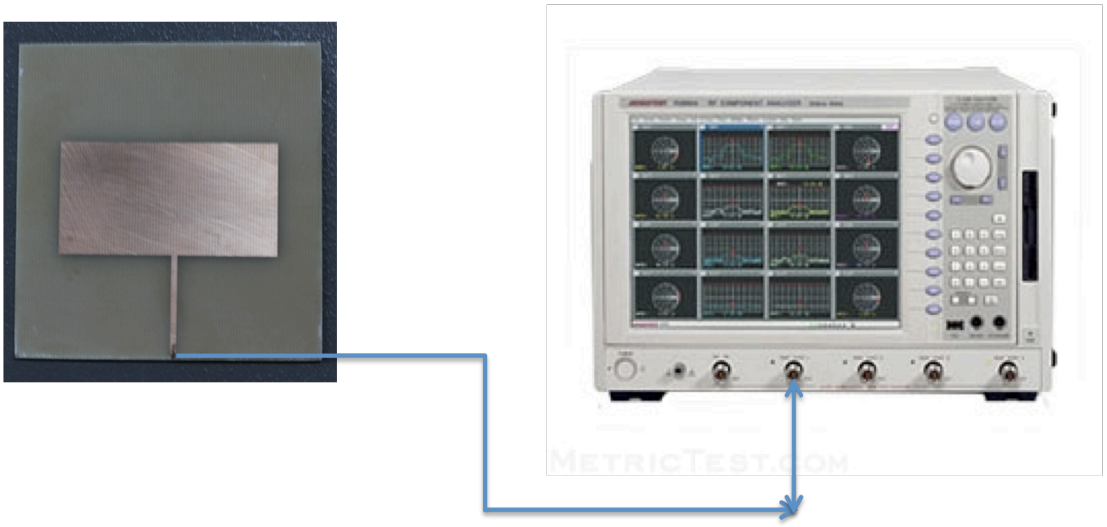
Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) dan impedansi input merupakan parameter yang mengindikasikan kesesuaian dari antenna terhadap saluran transmisi dan frekuensi kerjanya, sehingga mempengaruhi daya yang diterima. Pengukuran ini menggunakan *Vector Network Analyzer Advantest* R3770 unutuk mendapatkan nilai VSWR dan impedansinya.



Gambar 4.1 *Vector Network Analyzer Advantest* R3770

Peralatan yang digunakan pada pengukuran VSWR dan impedansi input adalah :

1. *Vector Network Analyzer Advantest* R3770.
2. Antena mikrostrip *patch rectangular* 2,4 GHz.
3. Kabel *coaxial.*



Gambar 4.2 Rangkaian untuk pengukuran parameter-parameter antena menggunakan *Vector Network Analyzer Advantest* R3770

Langkah-langkah pengukuran VSWR adalah sebagai berikut :

1. Merangkai antena dan alat ukur seperti pada Gambar 4.2
2. Menghidupkan *Vector Network Analyzer Advantest* R3770
3. Menghubungkan antenna mikrostrip *patch rectangular* yang sudah dihubungkan dengan SMA-*Connector* dengan kabel *Coaxial* dengan *Vector Network Analyzer Advantest* R3770
4. Mengambil data untuk nilai VSWR berupa gambar yang tampil di *Vector Network Analyzer Advantest* R3770 kemudian file disimpan
5. Mengambil data untuk nilai Impedansi input dengan model gambar *Smith Chart* di *Vector Network Analyzer Advantest* R3770 kemudian file disimpan

4.2.2 Pengukuran *Return Loss*

Pengukuran *return loss* dilakukan dengan cara yang hampir sama dengan pengukuran VSWR dan Impedansi. *Return Loss* sendiri adalah parameter yang menginidikasikan seberapa *matching* antenna yang didesain.

Peralatan yang digunakan pada pengukuran VSWR dan impedansi input adalah :

1. *Vector Network Analyzer Advantest* R3770.
2. Antena mikrostrip *patch rectangular* 2,4 GHz.
3. Kabel *coaxial.*

Langkah-langkah pengukuran *Return Loss* adalah sebagai berikut :

1. Merangkai antena dan alat ukur seperti pada Gambar 4.2
2. Menghidupkan *Vector Network Analyzer Advantest* R3770
3. Menghubungkan antenna mikrostrip *patch rectangular* yang sudah dihubungkan dengan SMA-*Connector* dengan kabel *Coaxial* dengan *Vector Network Analyzer Advantest* R3770
4. Mengambil data untuk nilai *Return Loss* berupa gambar yang tampil di *Vector Network Analyzer Advantest* R3770 kemudian file disimpan

4.2.3 Pengukuran Gain

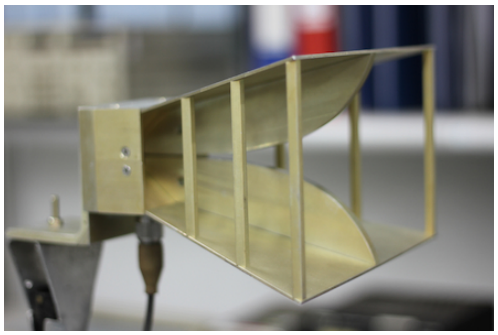
Untuk menyatakan gain maksimum dari antenna mikrostrip *patch rectangular* dengan cara membandingkan dengan gain dari sebuah antena isotropis sebagai perbandingan untuk mendapatkan gain yang maksimal.

4.2.4 Pengukuran Pola Radiasi

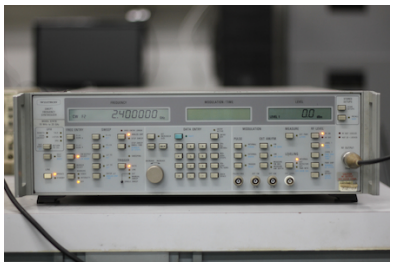
Pengukuran pola radiasi dilakukan untuk mengetahui bagaimanakah bentuk pola radiasi antenna mikrostrip *patch rectangular* yang telah dibuat. Selain hal tersebut yang terpenting adalah seberapa tepatkah perancangan antena dan sejauh mana antena yang telah direalisasikan dibuat sesuai harapan.

Pengukuran pola radiasi ini menggunakan prinsip reprositas dimana bahwa secara ideal satu antena dapat dipergunakan sebagai antena pemancar dan dapat pula dipergunakan sebagai antena penerima. Untuk pengukuran ini dipergunakan prinsip reprositas dimana antena mikrostrip *patch rectangular* dijadikan sebagai antena penerima.

Pada pengukuran ini dipergunakan dua antena dimana antena pertama adalah antena horn yang dihubungkan dengan sebuah *signal generator* sebagai antena pengirim dan antena mikrostip *patch rectangular* sebagai antena penerima yang dihubungkan dengan sebuah *spectrum analyzer* . Penempatan kedua antenna ini diletakan dalam posisi sejajar dengan ketinggian 140 cm dari lantai dan jarak 2.5 meter antara kedua antena.



Gambar 4.3 Antena Horn



Gambar 4.4 Wiltron *Signal Generator*



Gambar 4.5 HP Spectrum Analyzer

Pola radiasi suatu antena merupakan suatu karakteristik yang menggambarkan sifat radiasi antena pada medan jauh sebagai fungsi dari arah. Arah pada sisi antena penerima adalah memutar sebanyak 360^{o} baik pada bidang H.



Gambar 4.6 Rangkaian pada pengukuran pola radiasi



Gambar 4.7 Posisi antena untuk pengukuran pola radiasi.

Langkah-langkah pengukuran pola radiasi adalah sebagai berikut :

1. menyiapkan peralatan kemudian dirangkai seperti pada Gambar 4.6, kemudian memastikan bahwa posisi antara antena pengirim dan penerima sejajar.
2. *Signal generator* dihubungkan dengan antena horn sebagai antena pengirim kemudin diset pada frekuensi 2,4 GHz.
3. *Spectrum Analyzer* dihubungkan dengan antena mikrostrip *patch rectangular* pada sisi penerima.
4. Mengecek setelah terangkai kemudian memastikan bahwa semua alat berfungsi sebagaimana mestinya.
5. Mencatat nilai level sinyal yang tertera pada *spectrum analyzer* pada posisi 0^o.
6. Memutar posisi antena mikrostrip *patch rectangular* dengan perubahan masing–masing sebesar 10^o sampai dengan 360^o , kemudian mencatat nilai level yang didapat pada masing-masing sudut untuk mendapatkan hasil pola radiasi pada bidang H.

4.3 Hasil Pengukuran

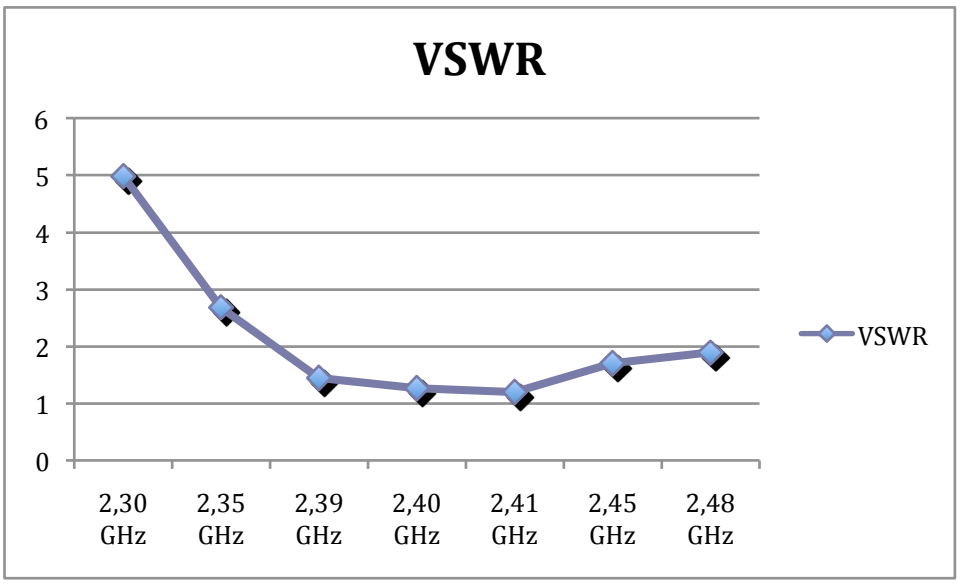
Hasil pengukuran parameter-parameter antena mikrostrip *patch rectangular* meliputi nilai dari *return loss,* impedansi, pola radiasi, VSWR dan gain yang optimum pada frekuensi kerja 2,4 GHz.

4.3.1 Hasil Pengukuran VSWR

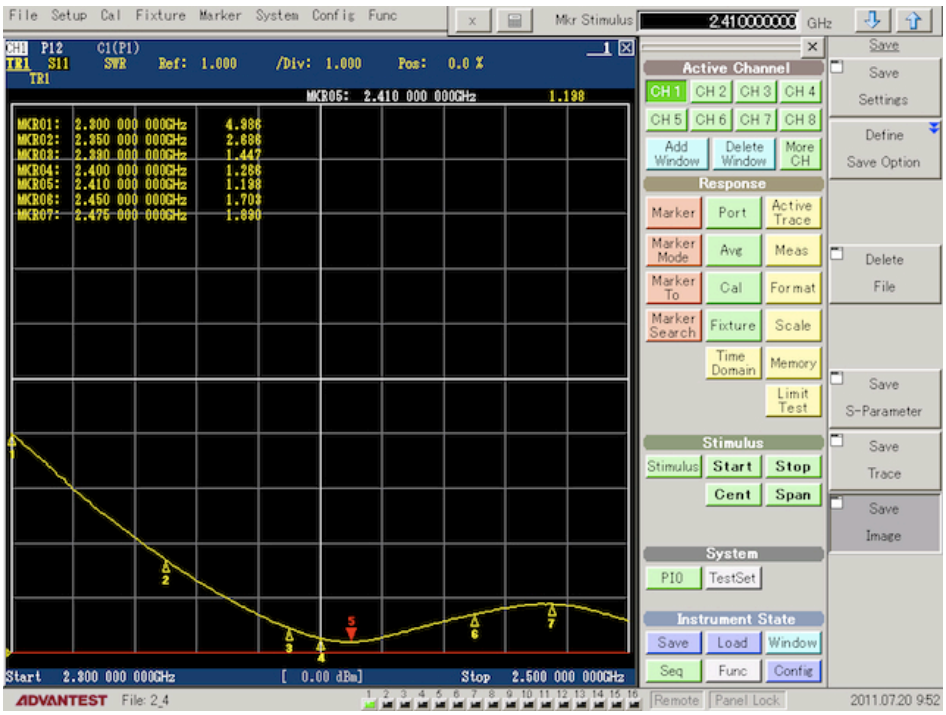
Dari pengukuran VSWR yang dilakukan pada antena mikrostrip *patch rectangular* dengan *range* frekuensi 2,3 GHz – 2,5 GHz, maka didapatkan hasil seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*

NO	Frekuensi (GHz)	Nilai VSWR
1	2,30	4.986
2	2.35	2.686
3	2.39	1.447
4	2.40	1.266
5	2,41	1.198
6	2,45	1.703
7	2,48	1.890



Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengukuran VSWR



Gambar 4.9 Hasil pengukuran VSWR pada *Vector Network Analyzer Advantest* R3770.

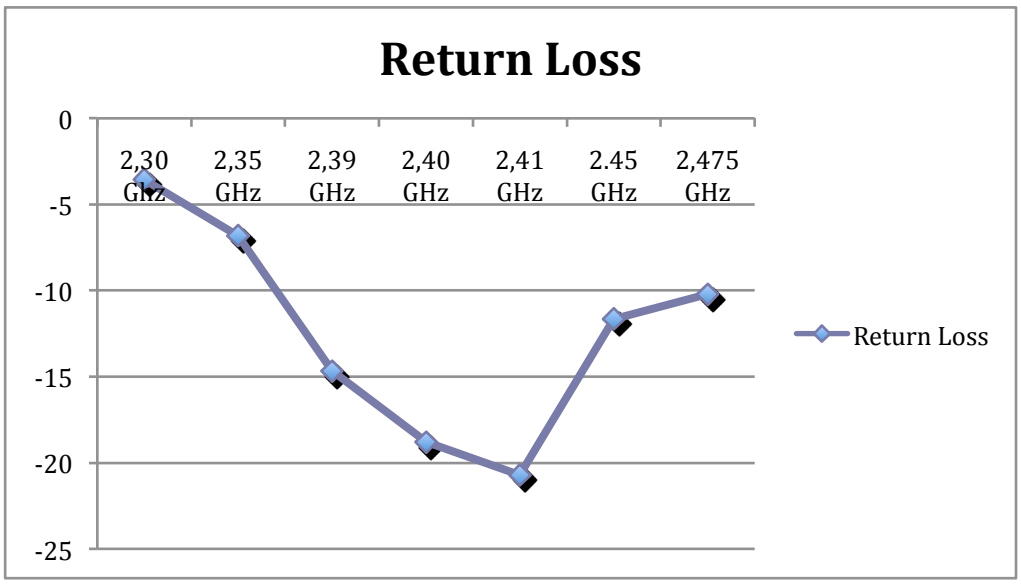
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai VSWR yang terbaik pada frekuensi 2,41 GHz dengan nilai 1.198, namun antena mikrostrip *patch rectangular* ini dirancang untuk frekuensi 2,40 GHz dengan nilai VSWR pada frekuensi tersebut sebesar 1.266, nilai tersebut masih berada pada nilai yang diizinkan untuk simulasi dan pabrikasi yaitu ≤ 2.

4.3.2 Hasil Pengukuran *Return Loss*

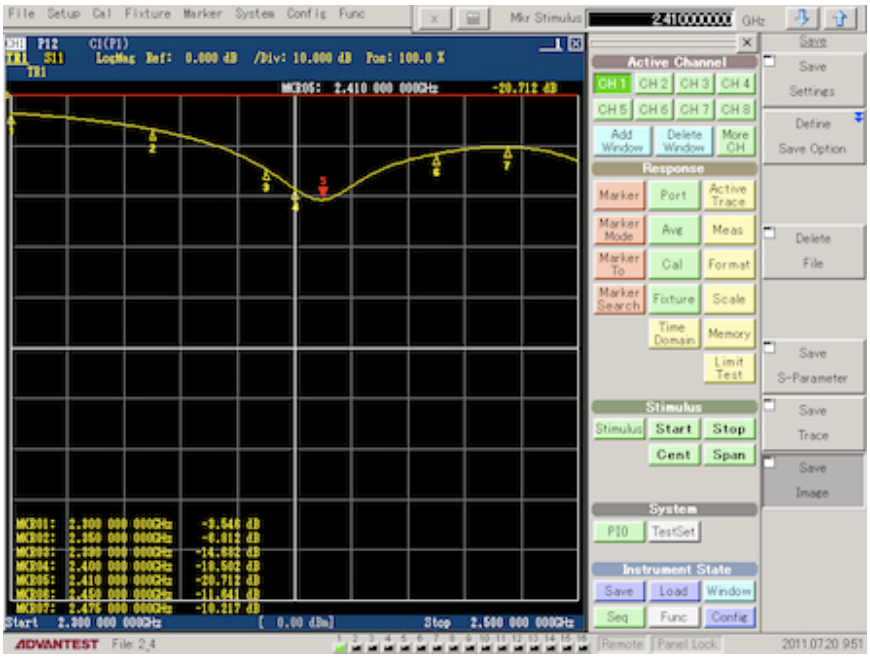
Dari hasil pengukuran *return loss* didapatkan hasil seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*

NO	Frekuensi (GHz)	*Return Loss* (dB)
1	2,30	-3.546
2	2.35	-6.812
3	2.39	-14.682
4	2.40	-18.802
5	2,41	-20.712
6	2,45	-11.641
7	2,475	-10.217



Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengukuran *Return Loss*



Gambar 4.11 Hasil pengukuran *Return Loss* pada *Vector Network Analyzer Advantest* R3770.

Dari tabel hasil pengukuran *return loss* diatas didapatkan bahwa nilai terendah berada pada frekuensi 2,41 GHz sebesar -20.217 dB.

4.3.3 Hasil Pengukuran Impedansi

Dari hasil pembacaan data pada *smith chart* hasil pengukuran impedansi pada *range* frekuensi antara 2.30 GHz – 2.475 GHz didapatkan nilai impedansi sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Impedansi Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*

NO	Frekuensi (GHz)	Nilai Real (Ω)	Nilai Imajiner (Ω)	Induktansi
1	2.30	10.036	4.370	302.333 pH
2	2.35	21.213	17.388	1.177 nH
3	2.39	43.315	18.527	1.233 nH
4	2.40	56.713	10.779	714.837 pH
5	2.41	59.963	71.433 m	4.717 pH
6	2.45	36.522	-18.653	3.492 pF
7	2.48	27.447	-8.351	7.700 pF

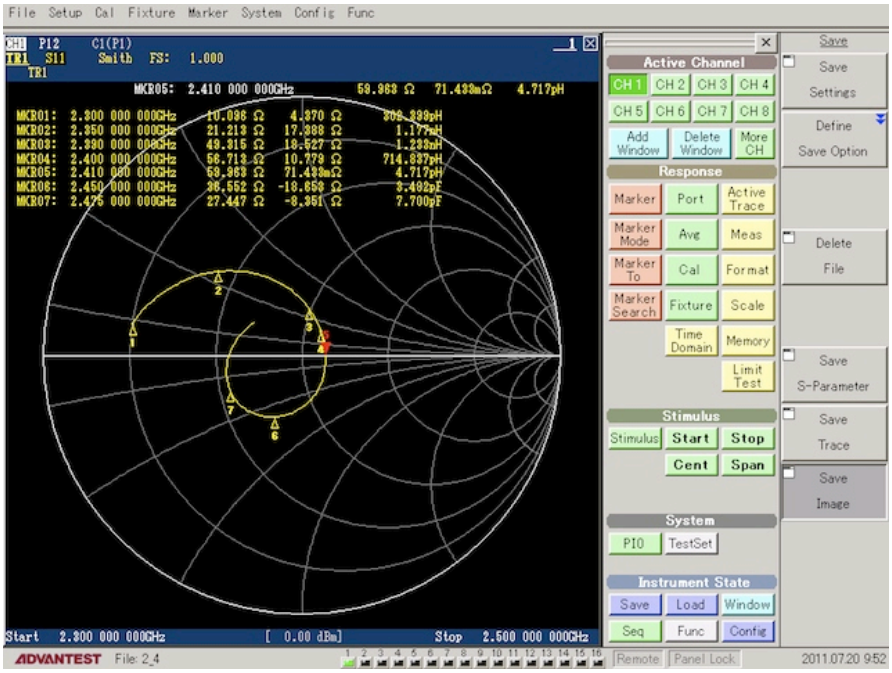
Impedansi input antena dinyatakan dalam bentuk kompleks yang memiliki dua bagian yaitu bagian *real* dan bagian *imajiner.* Bagian *real* merupakan resistansi atau tahanan masukan yang menyatakan daya yang diradiasikan oleh antena pada medan jauh. Sedangkan pada bagian *imajiner* adalah merupakan masukan yang menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat antena atau dapat ditulis :

$$Z_{in} = R_{in} + j\,X_{in}\ (\Omega) \qquad (2.5)$$

dimana :

R = Nilai *real*

X = Nilai *imajiner*



Gambar 4.12 Hasil pengukuran Impedansi pada *Vector Network Analyzer Advantest* R3770.

Maka jika dilihat dari hasil pengukuran mode *Smith Chart* pada tabel diatas, antena mikrostrip *patch rectangular* memiliki impedansi input yang optimal pada frekuensi 2,41 GHz sebesar 59.963 + j71.433 mΩ. Besar nilai tersebut mempengaruhi nilai VSWR karena apabila antena tersebut dihubungkan dengan saluran transmisi yang mempunyai impedansi karakteristik sebesar 50Ω, maka akan menimbulkan

gelombang pantul dimana perbandingannya dikenal dengan VSWR atau *Voltage Standing Wave Ratio.*

4.3.4 Hasil Pengukuran Gain

Pengukuran gain dilakukan dengan cara membandingkan antara antena mikrostrip *patch rectangular* dengan sebuah antena horn sebagai antena referensi dengan besar gain sebesar 37 dBm pada frekuensi 2,40 GHz. Maka dari hasil pengukuran *gain* didapatkan hasil sebesar 40,02 Dbm, maka *gain* antena dapat dihitung dengan persamaan :

$$Ga\ (dB) = Pa\ (dBm) - Ps\ (dBm) \quad (4.2)$$

$$Ga = 40{,}02 - 37$$

$$Ga = 3{,}02\ dBm$$

Pengukuran untuk mendapatkan nilai *gain* yang tepat sulit dilakukan karena bayak faktor yang mempengaruhi nilai dari gain itu sendiri seperti kondisi ruangan yang dipenuhi benda dan pengaruhnya terhadap pengukuran, sinyal akan mengalami *attenuasi* di ruang bebas dan diserap oleh berbagai benda dalam ruangan pengukuran dan gelombang pantul akibat benda-benda di sekitar pengukuran.

4.3.5 Hasil Pengukuran Pola Radiasi

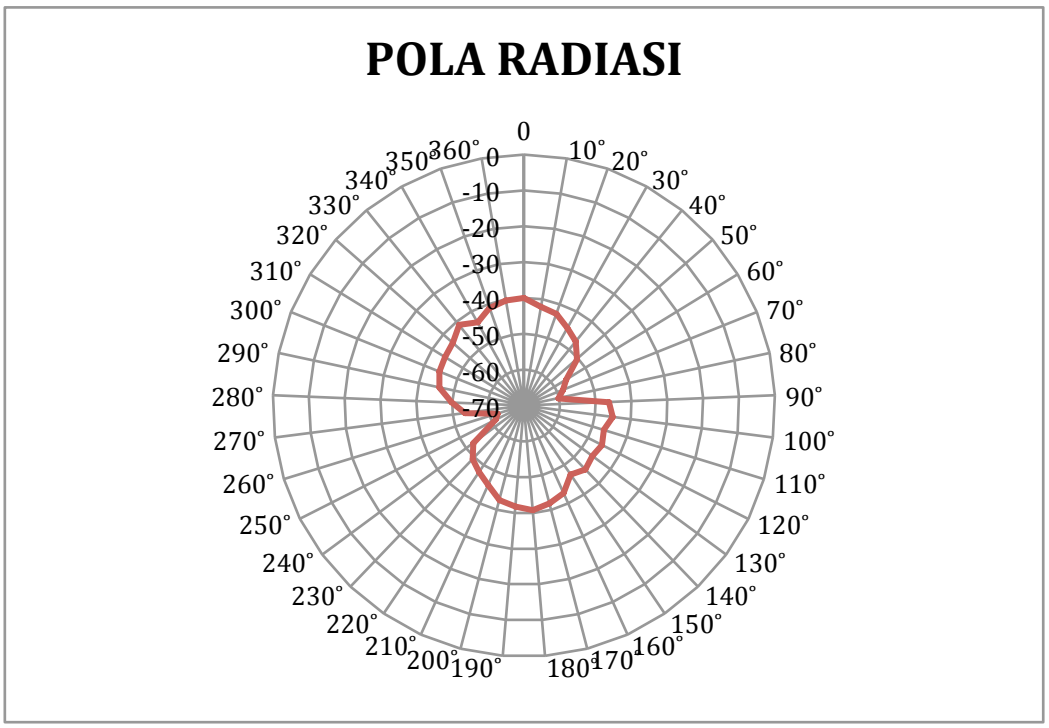
Setelah melakukan langkah-langkah untuk pengukuran pola radiasi antena mikrostrip *patch rectangular* pada bidang H, maka dapat diketahui bentuk dari pola

radiasi yang diperoleh dari pengukuran level sinyal antena dan data tersebut dinormalisasi.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Mikrostrip *Patch Rectangular* Bidang H

NO	Posisi (derajat)	Level Daya (dBm)	Level Daya (mW)
1	0	-40.67	8.5×10^{-5}
2	10	-42.10	6.17×10^{-5}
3	20	-42.99	5.02×10^{-5}
4	30	-45.16	3.05×10^{-5}
5	40	-47.12	1.94×10^{-5}
6	50	-50.37	9.18×10^{-6}
7	60	-56.28	2.36×10^{-6}
8	70	-58.37	1.46×10^{-6}
9	80	-60.21	9.53×10^{-7}
10	90	-46.31	2.34×10^{-5}
11	100	-45.07	3.11×10^{-5}
12	110	-46.70	2.14×10^{-5}
13	120	-45.62	2.74×10^{-5}
14	130	-46.22	2.39×10^{-5}
15	140	-45.62	2.74×10^{-5}
16	150	-46.70	2.14×10^{-5}
17	160	-43.11	4.89×10^{-5}
18	170	-41.73	6.71×10^{-5}
19	180	-40.73	8.54×10^{-5}
20	190	-41.80	6.61×10^{-5}
21	200	-42.70	5.37×10^{-5}

NO	Posisi (derajat)	Level Daya (dBm)	Level Daya (mW)
22	210	-45.66	2.72×10^{-5}
23	220	-47.65	1.72×10^{-5}
24	230	-49.43	1.14×10^{-5}
25	240	-48.32	1.48×10^{-5}
26	250	-49.21	1.2×10^{-5}
27	260	-52.36	5.81×10^{-6}
28	270	-61.21	7.57×10^{-7}
29	280	-62.35	5.82×10^{-7}
30	290	-53.35	4.62×10^{-6}
31	300	-49.76	1.06×10^{-5}
32	310	-45.85	2.6×10^{-5}
33	320	-44.62	3.45×10^{-5}
34	330	-44.21	3.79×10^{-5}
35	340	-43.49	4.48×10^{-5}
36	350	-41.12	7.73×10^{-5}
37	360	-40.20	9.55×10^{-5}



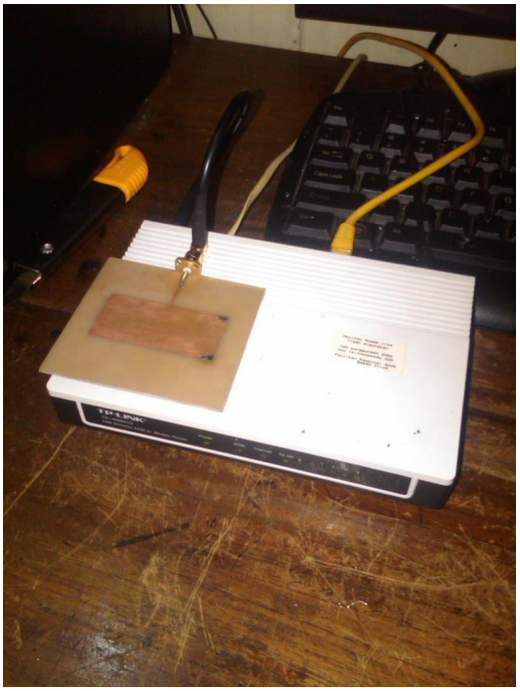
Gambar 4.13 Pola Radiasi hasil pengukuran

4.4 Aplikasi Antena Mikrostrip *Patch Rectangular* Pada Jaringan *Wireless*

Antena mikrostrip *patch rectangular* hasil perancangan diaplikasikan sebagai antena penerima atau antena *client,* namun dalam pengaplikasiannya antena mikrostrip *patch rectangular* juga diaplikasikan sebagai antena pemancar. Pada pengaplikasian antena mikrostrip *patch rectangular* di sisi pengirim atau pemancar antena dipasang pada sebuah *Wireless router* TP-Link TD-W8901G dan pada penerima antena dipasang pada sebuah USB *wireless* TP-Link TN-WL722N.

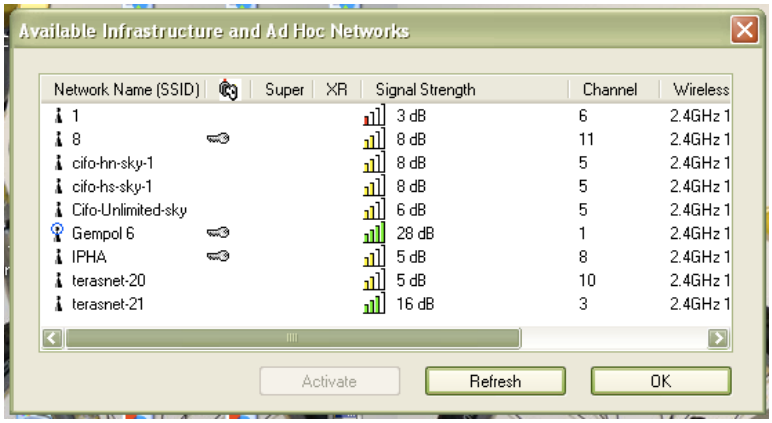
4.4.1 Aplikasi Antena Mikrostrip *Patch Rectangular* Sebagai Pemancar

Untuk mengaplikasikan antena ini sebagai pemancar antena dipasang pada sebuah perangkat *Wireless router* TP-Link TD-W8901G.

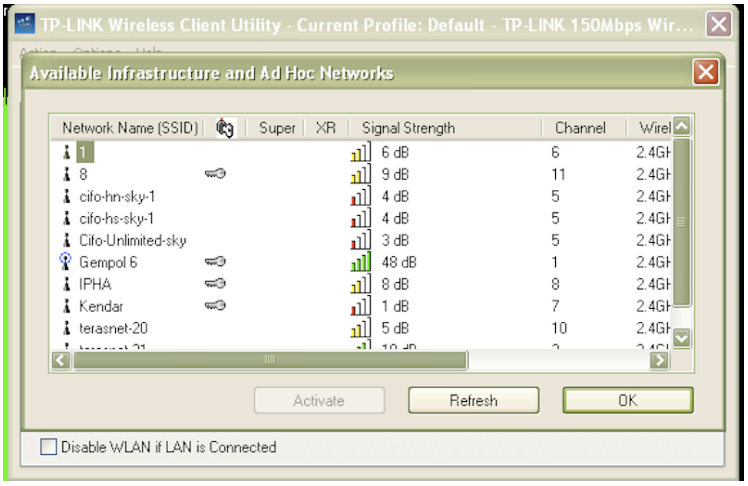


Gambar 4.14 Antena Mikrostrip yang terpasang pada *Wireless router* TP-Link TD-W8901G.

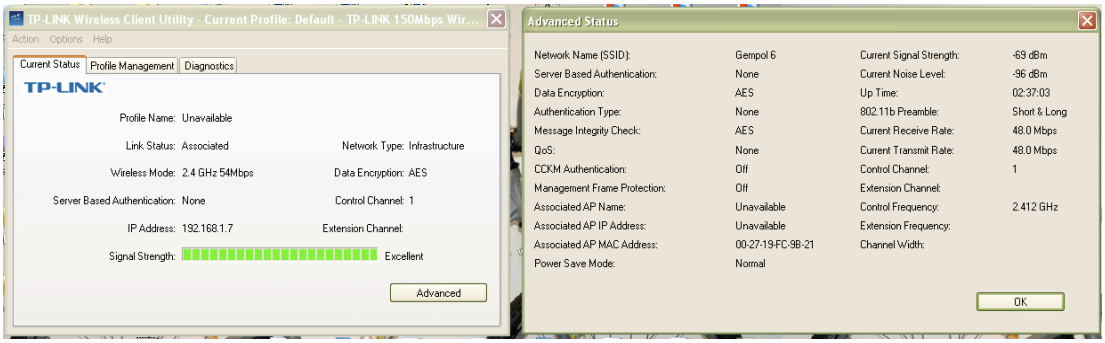
Sebelum antena dipasang sinyal terlebih dahulu dikenali dengan nama SSID "GEMPOL 6" dan sinyal yang dapat diterima sebesar 28 dB seperti telihat pada gambar 4.14 dengan penerima berjarak kurang lebih 12 meter non *line of sight*. Setelah itu mengganti antena yang terdapat pada *Wireless router* TP-Link TD-W8901G dengan antena mikrostrip *patch rectangular*, setelah antenna diganti kemudian sinyal yang tertangkap oleh penerima adalah sebesar 48 dB pada jarak yang sama dengan *rate* data sebesar 48.0 Mbps.



Gambar 4.15 Penerimaan sinyal sebelum antena dipasang sebagai pemancar



Gambar 4.16 Penerimaan sinyal setelah antena dipasang sebagai pemancar



Gambar 4.17 *Level* penerimaan sinyal dan data *rate* antenna mikrostrip *patch rectangular* sebagai pemancar

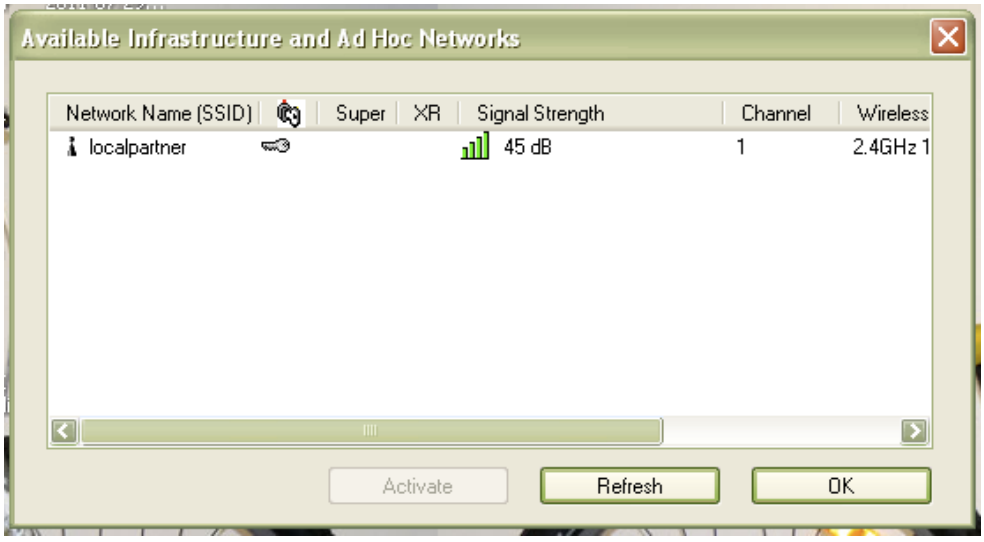
4.4.2 Aplikasi Antena Mikrostrip *Patch Rectangular* Sebagai Penerima

Untuk mengaplikasikan antena sebagai penerima antena mikrostrip *patch rectangular* dipasang pada sebuah perangkat USB *Wireless* TP-Link TN WL-722N.

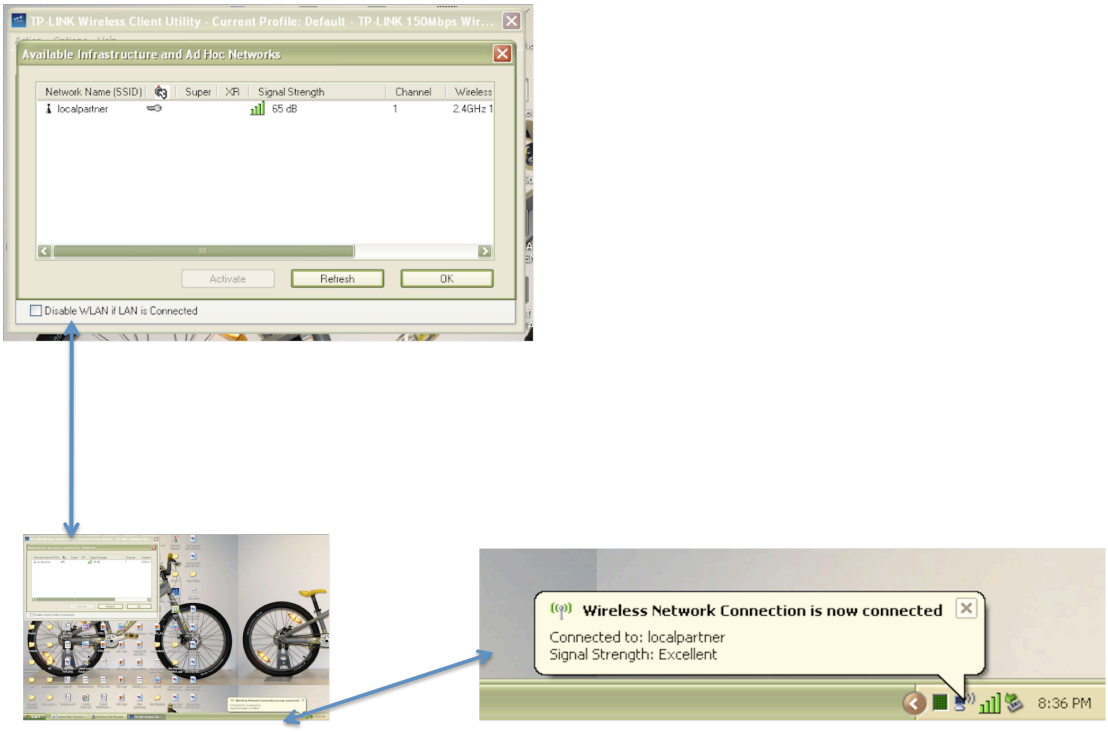


Gambar 4.18 Antena Mikrostrip *Patch Rectangular* yang terpasang pada USB *Wireless* TP-Link TL-WN722N

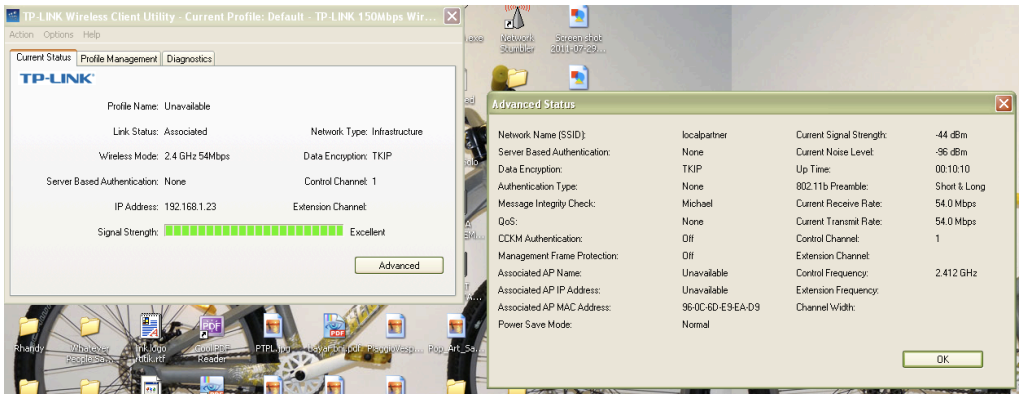
Pengaplikasian ini dilakukan dengan terlebih dahulu mencari sinyal yang diinginkan dengan SSID "locapartner" sebelum USB *wireless* dipasang antena mikrostrip sinyal tertdeteksi sebesar 45 dB seperti terlihat pada gambar 4.18 dengan penerima berada pada jarak kurang lebih 8 meter non *line of sight*, setelah itu antena yang terdapat pada USB *Wireless* TP-Link TL-WN722N diganti dengan antena mikrostrip *patch rectangular*, setelah antena diganti sinyal yang didapat sebesar 65 dB dengan jarak yang sama dan *rate* data sebesar 54.0 Mbps.



Gambar 4.19 Penerimaan sinyal sebelum antena dipasang sebagai Penerima



Gambar 4.20 Penerimaan sinyal setelah antena dipasang sebagai Penerima



Gambar 4.21 *Level* penerimaan sinyal dan data *rate* antenna mikrostrip *patch rectangular* sebagai penerima

4.5 Perbandingan Hasil Simulasi Parameter Antena dengan Hasil Pengukuran

Setelah diperoleh hasil dari pengukuran parameter antena selanjutnya adalah membandingkan hasil tersebut dengan hasil simulasi yang dikerjakan. Berikut ini adalah tabel perbandingan antara parameter hasil pengukuran dengan hasil simulasi

Tabel 4.5 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

	Hasil Pengukuran	**Hasil Simulasi**
Frekuensi	2,410 GHz	2,408 GHz
VSWR	1.198	1.158
Return Loss	-20.712 dB	-23.110 dB
Impedansi Input	59.963 + j71.433 mΩ	50 Ω
Gain	3.02 dBm	2.15 dBm

Dari tabel diatas terlihat bahwa terdapat pergeseran frekuensi dari hasil simulasi yang diinginkan ini dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain :

a. Pergeseran frekuensi dapat disebabkan karena bahan *substrate* yang digunakan untuk pembuatan ini tidak bersertifikat sehingga nilai ε_r bisa jadi bergeser atau tidak sesuai dari nilai yang diinginkan di awal.
b. Pabrikasi yang meleset nilainya atau kurang presisinya ukuran patch yang dibuat pada saat pabrikasi menyebabkan nilai frekuensi yang didapat bergeser.
c. Pembacaan oleh alat ukur yang kurang presisi.

Dari tabel diatas juga dapat dilihat perbedaan nilai VSWR dimana hasil dari simulasi nilainya lebih baik daripada hasil pengukuran, hal ini dapat disebabkan

beberapa hal antara lain karena sifatnya yang ideal hasil simulasi mendapatkan nilai yang lebih baik daripada hasil pengukuran, karena pada saat pengukuran radiasi sinyal yang dipancarkan sangat peka terhadap kondisi di sekitarnya maka sinyal dapat mengalami pemantulan atau penyerapan sinyal oleh benda-benda di dalam ruangan percobaan.

Nilai impedansi input yang dihasilkan pun akan ikut berubah seiring dengan perubahan nilai VSWR, maka hasil nilai impedansi input hasil simulasi lebih bagus daripada hasil pengukuran dikarenakan besar impedansi input dipengaruhi oleh nilai VSWR.

Dari kedua nilai VSWR diatas nilai yang didapat pada pengukuran dan simulasi masih dapat dikatakan cukup bagus karena nilai yang didapat masih dibawah 2 dan mendekati nilai 1 dimana nilai 1 merupakan nilai yang ideal.

Gain yang dihasilkan tenyata hasil pengukuran nilai gain lebih besar daripada nilai simulasi ini dapat terjadi dikarenakan :

a. sinyal mengalami *atenuasi* di ruang bebas dan sinyal yang dipantulkan maupun diserap oleh benda-benda sekitar ketika pengukuran dilakukan.
b. Pembacaan oleh alat ukur yang kurang presisi.