BAB IV

DATA DAN ANALISA

4.1 Umum

Setelah menjalani proses perancangan, pembuatan, dan pengukuran parameter - parameter antena mikrostrip *patch* sirkular, maka proses selanjutnya yaitu mengetahui hasil pengukuran parameter - parameter antena, pengujian pada jaringan *wireless* LAN 2,4 GHz, serta analisa data hasil pengukuran, perbandingan parameter - paramter antena antara hasil simulasi dengan hasil pengukuran , dan pengujian apakah antena yang dibuat sesuai dengan harapan dan dapat diimplementasikan pada jaringan *wireless* LAN 2,4 GHz. Tahapan ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja antena yang telah dibuat.

Hasil pengukuran parameter - parameter antena mikrostrip *patch* sirkular meliputi nilai VSWR, impedansi input, pola radiasi dan *gain* optimum pada frekuensi 2,4 GHz.

4.2 Pengukuran VSWR dan Impedansi Input

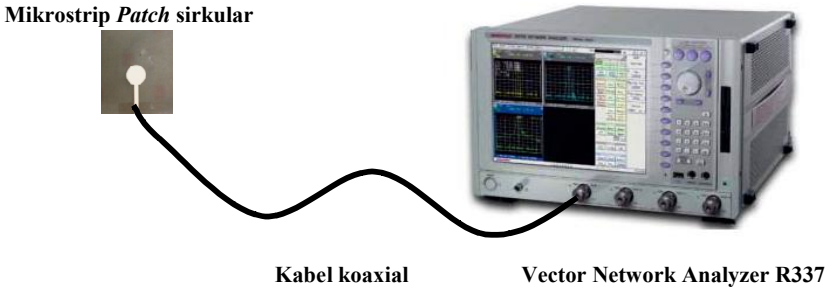
Voltage Standing Ratio (VSWR) dan impedansi input merupakan parameter yang meningindikasikan kesesuaian sebuah antena terhadap saluran transmisi nya sehingga mempengaruhi daya yang diterima. Pada pengukuran ini menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) *Advantest* R3770 untuk mendapatkan nilai VSWR dan impedansi antena mikrostrip *patch* sirkular.



Gambar 4.1 *Vector Network Analyzer* (VNA) *Advantest* R3770

Peralatan yang digunakan pada pengukuran VSWR dan impedansi input:

1. *Advantest* R3770 *Vector Network Analyzer*
2. Antena Mikrostrip *patch* sirkular 2,4 GHz
3. Kabel Koaxial



Gambar 4.2 Rangkaian Pengukuran VSWR dan Impedansi Input

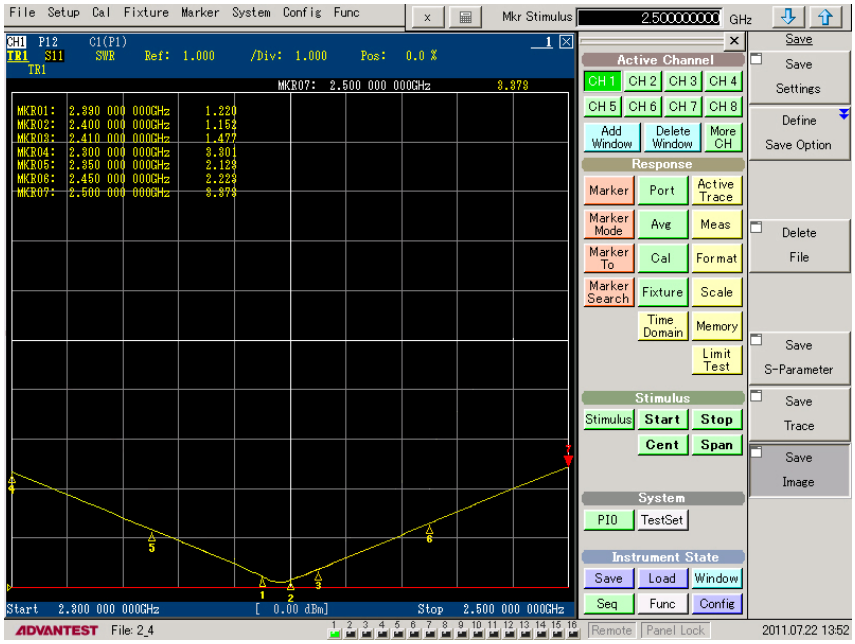
Langkah - langkah pengukuran VSWR dan impedansi input:

1. Merangkai peralatan seperti pada Gambar 4.2
2. Menghidupkan dan mengalibrasi *Vector Network Analyzer* (VNA).
3. Menghubungkan antena Mikrostrip *patch* Sirkular yang sudah dirancang dengan VNA menggunakan kabel koaxial.

4. Mengambil gambar dari display VNA untuk nilai VSWR yang kemudian file disimpan.
5. Mengambil gambar dari display VNA untuk nilai impedansi input dengan mode diagram *smith-chart* yang kemudian file disimpan.

4.2.1 Hasil Pengukuran VSWR

Dari pengukuran VSWR antena Mikrostrip *Patch* Sirkular menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA) yang telah dilakukan pada range frekuensi 2.3 GHz – 2.5 GHz maka dapat diketahui nilai - nilai VSWR hasil pengukuran, adapun hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut yang merupakan tampilan dari *Vector Network Analyzer* (VNA).



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran VSWR

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip *patch* Sirkular

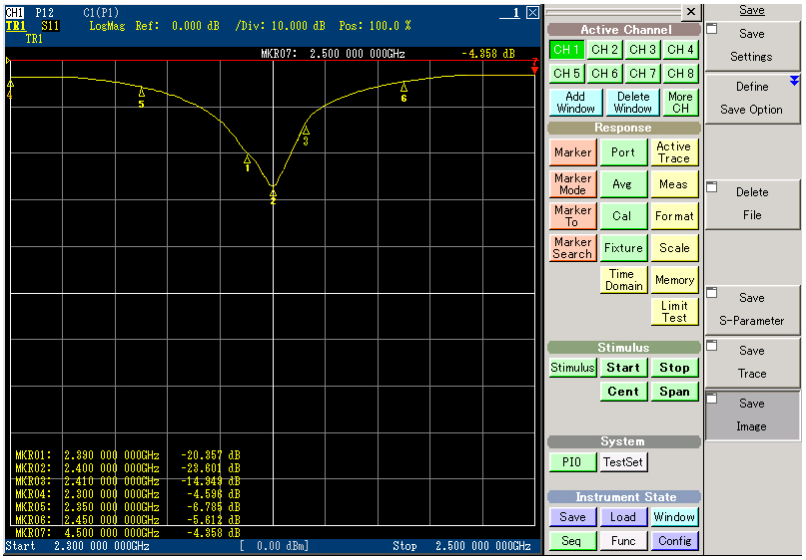
Frekuensi (GHz)	VSWR	Keterangan
2.30	3.30	Mark 4
2.35	2.12	Mark 5
2.39	1.22	Mark 1
2.40	1.15	Mark 2
2.41	1.47	Mark 3
2.45	2.22	Mark 6
2.50	3.37	Mark 7

Analisa hasil pengukuran

Dari table hasil pengukuran VSWR dapat dilihat nilai VSWR yang terbaik berada di frekuensi 2,4GHz dengan nilai 1.15, dilakukan pengkuran di beberapa titik frekuensi untuk melihat respon frekuensi terhadap nilai VSWR yang besarnya mendekati 1 atau nilai ideal untuk sebuah antena, karena pada saat itu daya yang diterima mencapai daya maksimum pada antena. Hasil yang didapat sudah mendekati nilai optimum sehingga sudah memenuhi syarat awal yaitu VSWR $\leq$2. Terjadinya perbedaan VSWR pada setiap *range* frekuensi dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain *interferensi* gelombang bebas diudara yang dipantulkan sehingga terjadi *attenuasi* dengan demikian terjadi pergeseran nilai disetiap rentang frekuensinya.

4.2.2 Hasil Pengukuran *Return Loss*

Grafik *renturn loss* dan frekuensi resonansi antena mikrostrip *patch* sirkular diperlihatkan pada gambar 4.2. berikut yang merupakan tampilan dari *Vector Network Analyzer* (VNA).



Gambar 4.4 Hasil Pengukuran *Return Loss*

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

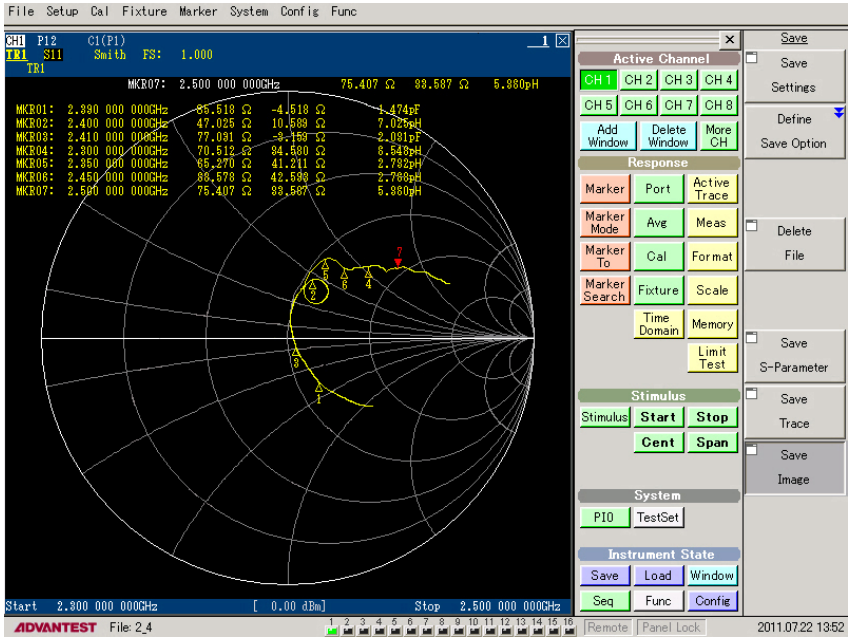
Frekuensi (GHz)	Return Loss	Keterangan
2.30	-4.59	Mark 4
2.35	-6.78	Mark 5
2.39	-20.35	Mark 1
2.40	-23.60	Mark 2
2.41	-14.94	Mark 3
2.45	-5.61	Mark 6
2.50	-4.35	Mark 7

Analisa hasil pengukuran

Dari table pengukuran *return loss* nilai refleksi terkecil terdapat pada frekuensi 2.4 GHz yaitu sebesar -23.60. Hasil ini sudah memenuhi syarat *return loss* yaitu harus lebih kecil dr -10, perubahan *return loss* sangat dipengaruhi oleh perubahan nilai VSWR semakin kecil nilai VSWR akan semakin kecil pula titik pantul pada *return loss* dengan kata lain jika kita mendapatkan nilai VSWR ideal kita juga akan mendapatkan nilai *return loss* yang ideal juga.

4.2.3 Hasil Pengukuran Impedansi

Dari pembacaan data pada mode *smith-chart,* pada *Vector Network Analyzer* (VNA) dapat dilihat hasil pengukuran impedansi input pada range frekuensi antara 2.30 GHz – 2.5 GHz dengan nilai – nilai impedansi input sebagai berikut.



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Impedansi Prototipe Antena

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran impedansi Input Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Frekuensi (GHz)	Nilai Real (Ω)	Nilai Imajiner(Ω)	Keterangan
2.30	70.512	94.580	Mark 4
2.35	65.270	41.211	Mark 5
2.39	65.518	-4.518	Mark 1
2.40	47.025	10.589	Mark 2
2.41	77.031	-3.159	Mark 3
2.45	68.578	42.593	Mark 6
2.50	75.407	93.587	Mark 7

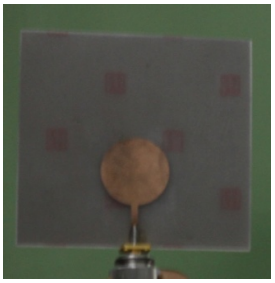
Analisa hasil pengukuran

Karena Impedansi input antena dinyatakan dalam bentuk kompleks yang memiliki bagian *real* dan bagian *imajiner*. Bagian *real* merupakan resistansi (tahanan) masukan yang menyatakan daya yang diradiasikan oleh antena pada medan jauh. Sedangkan bagian *imajiner* merupakan reaktansi masukan yang menyatakan daya yang tersimpan pada medan dekat antena.

Sesuai dengan persamaan yang telah ditulis sebelumnya yaitu persamaan (2.6), maka jika dilihat dari hasil pengukuran mode *smith chart* pada tabel diatas, antena Mikrostrip *Patch* Sirkular pada frekuensi 2,4 GHz memiliki impedansi input sebesar 47.025 + j10.589 Ω. Dengan impedansi yang mendekati 50 Ω, besar nilai impedansi input ternyata mempengaruhi nilai VSWR karena apabila antena mikrostrip dihubungkan dengan saluran transmisi yang mempunyai impedansi karakteristik sebesar 50 Ω, maka akan menimbulkan gelombang pantul yang perbandingannya kita kenal dengan istilah VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*).

4.3 Pengukuran Pola Radiasi dan *Gain*

Pada pengukuran pola radiasi dan *gain* ini menggunakan *Spectrum Analyzer HEWLETT* 8593A, *Swept Frequency Shintesizer WILTRON* 6747B dan antena referensi yang berupa antena horn SAS-200/571 *Frequency* 700 MHz - 18 GHz.



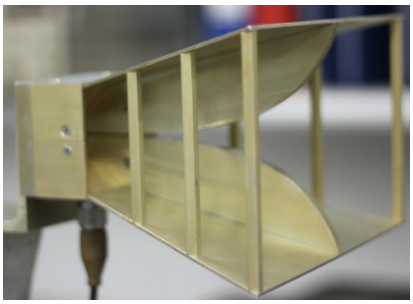
Gambar 4.6 Prototype Antena Mikrostrip *patch* Sirkular



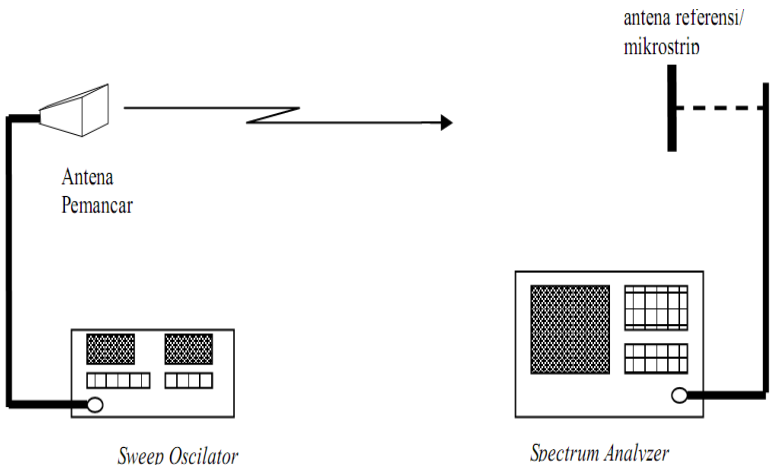
Gambar 4.7 *Spectrum Analyzer*



Gambar 4.8 *Swept Frequency Shintesizer*



Gambar 4.9 Antena Horn



Gambar 4.10 Skema pengukuran Pola Radiasi dan *Gain*

4.3.1 Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi yang penulis lakukan hanya untuk bidang datar saja, yaitu di arah *azimuth* antena dengan posisi *line of sight*. Pada pengukuran ini penulis hanya mengambil data pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Pada pengukuran ini susunan antena mikrostrip berfungsi sebagai antena penerima, sedangkan untuk antena pemancar menggunakan antena horn milik LIPI dengan *gain* 12 dBi.

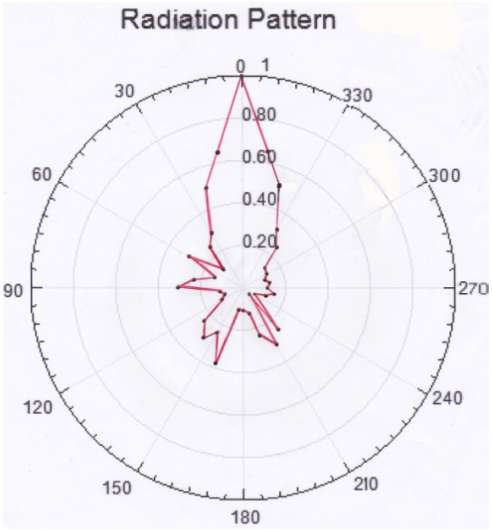
Antena pemancar dicatu dengan generator sinyal, kemudian level sinyal yang diterima oleh susunan antena dilihat di *spectrum analyzer*. Jarak antena pemancar dengan antena penerima penulis ambil sekitar 2 m.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena *Patch* Sirkular Bidang H

No	Posisi (derajat)	Level Daya (dBW)	Level Daya (mW)
1	0	-30	1
2	10	-32	0,63
3	20	-33	0,501

No	Posisi (derajat)	Level Daya (dBW)	Level Daya (mW)
4	30	-35	0,316
5	40	-36	0.251
6	50	-38	0,158
7	60	-35	0,316
8	70	-38	0,158
9	80	-36	0,251
10	90	-35	0,316
11	100	-38	0,158
12	110	-40	0,1
13	120	-38	0,158
14	130	-36	0,251
15	140	-35	0,316
16	150	-36	0,251
17	160	-34	0,398
18	170	-39	0,125
19	180	-39	0,125
20	190	-38	0,158
21	200	-36	0,251
22	210	-35	0,316
23	220	-36	0,251
24	230	-41	0,079
25	240	-43	0,050
26	250	-39	0,125
27	260	-38	0,158
28	270	-40	0,1
29	280	-37	0,199
30	290	-37	0,199
31	300	-38	0,158
32	310	-37	0,199

No	Posisi (derajat)	Level Daya (dBW)	Level Daya (mW)
33	320	-36	0,251
34	330	-35	0,316
35	340	-33	0,501
36	350	-32	0,63
37	360	-30	1



Gambar 4.11 Gambar Pola Radiasi

Analisa hasil pengukuran

Dari gambar pola radiasi diatas dapat dilihat bahwa pola radiasi antena mikrostrip *patch* sirkular mengarah ke satu arah tertentu yaitu diantara sudut 330^0 dengan sudut 30^0. Ini disebabkan karena level sinyal terbesar ada pada saat posisi antena 0^0. Pada posisi tersebut antena menerima sinyal secara maksimal. Kemudian ketika antena diputar level sinyal yang ditangkap akan terus berkurang. Ini karena posisi antena tidak tepat mengarah pada pemancar dalam hal ini adalah antena horn. Pada posisi antena 240^0 level sinyal yang terekam sangatlah minim.

Dari percobaan yang telah dilakukan, antena masih menangkap sinyal yang dipancarkan antena referensi hanya saja levelnya rendah.

Dari pengukuran pula dapat diketahui pada antena mikrostrip *patch* sirkular level sinyal tertinggi yang ditangkap adalah senilai -30 dB pada posisi 0^0. Sedangkan level sinyal terendah yang ditangkap adalah -43 dB pada posisi 240^0.

Sehingga dari gambar pola radiasi yang didapat dari hasil pengukuran dapat dikatakan bahwa antena yang dibuat telah sesuai dengan harapan karena memiliki pancaran daya yang terarah atau *directional*.

4.3.2 Hasil Pengukuran *Gain*

Pada pengukuran *gain* antena dilakukan dengan cara membandingkan daya maksimum yang diterima oleh antena yang sedang diuji dengan daya maksimum yang diterima oleh suatu antena referensi yang sudah diketahui *gain* yang dimilikinya.

Percobaan dilakukan di LIPI, dengan antena referensi berupa antena horn yang milik LIPI seperti yang digunakan pada pengukuran pola radiasi antena horn ini memiliki *gain* 12 dBi. Pengukuran *gain* dilakukan pada frekuensi 2400 MHz dengan pengambilan data sebanyak 10 kali agar didapat hasil yang lebih akurat.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran *Gain*

No	Daya Terima Max AUT (dBm)	Daya Terima Max Referensi (dBm)	Gain
1	-49,85	-40,55	2,7
2	-49,89	-40,65	2,76
3	-49,90	-40,50	2,6

4	-49,88	-40,60	2,72
5	-49,87	-40,65	2,78
6	-49,89	-40,55	2,66
7	-49,85	-40,53	2.68
8	-49,89	-40,61	2,72
9	-49,90	-40,49	2,59
10	-49,89	-40,50	2,61
***Gain* rata-rata**			**2,682**

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai *gain* AUT (*Antenna Under Test*) susunan antena mikrostrip dengan menggunakan rumus (4.1)

$$G_{(dB)} = \{(P_{A(dBm)} - P_{REF(dBm)}) + 12\} dBi \quad \text{.....(4.1)}$$

G adalah *Gain* antena yang diukur.

P_A adalah Level daya yang diterima antena yang diukur.

P_{REF} merupakan Level daya antena referensi.

Analisa Hasil pengukuran

Dari hasil pengukuran faktor penguatan (*Gain)* antena hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 4.5, didapat gain sebesar 2,682. Harga faktor penguatan pada tabel diatas nilainya tergantung pada faktor *attenuasi* pada *attenuator*, temperatur (kondisi ruangan dan pengaruh benda - benda disekitarnya. Sehingga sulit untuk dicari nilai yang tepat).

Pengukuran untuk mendapatkan faktor penguatan antena mikrostrip tersebut diatas cukup sulit dilakukan untuk mendapatkan harga yang tepat sesuai dengan perencanaan, hal ini disebabkan banyak faktor salah satunya, radiasi

sinyal yang dipancarkan sangat peka terhadap lingkungan sekitarnya, karena sinyal akan mengalami *attenuasi* di ruang bebas dan dipantulkan atau diserap oleh benda - benda di ruangan, juga bahan yang digunakan mempengaruhi daya pancarnya.

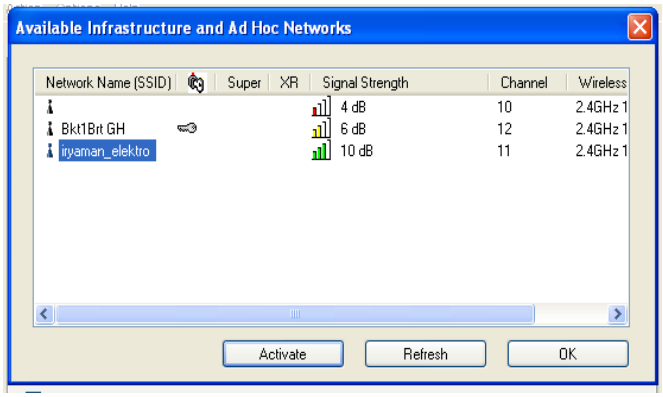
4.4 Aplikasi Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular Pada Jaringan *Wireless* LAN 2,4 GHz

Antena mikrostrip yang dirancang ini, di aplikasikan dapat sebagai antena penerima atau antena *client* dapat juga sebagai antena pemancar. Akan tetapi dengan nilai *gain* yang rendah dan pola radiasi terarah atau *directional* antena mikrostrip ini memiliki kecendrungan digunakan sebagai antena penerima atau *client.* Dalam aplikasinya ketika digunakan sebagai antena penerima, antena antena ini memberikan kontribusi kenaikan sinyal yang cukup baik pada aplikasi *wirelles* LAN

Seperti dijelaskan selain sebagai penerima antena mikrostrip hasil perancangan ini juga diaplikasikan sebagai antena pemancar. Dalam aplikasinya ketika digunakan sebagai antena pemancar antena ini memiliki daya pancar yang cukup baik pada saat antena diposisikan pada jalur *line of sight* dengan penerima, selain itu posisi penerima dipindahkan yang tidak *line of sight* atau tidak sejajar jika posisi penerima semakin jauh dan terdapat penghalang sinyal akan jauh berbeda dengan pada saat posisi *line of sight*.

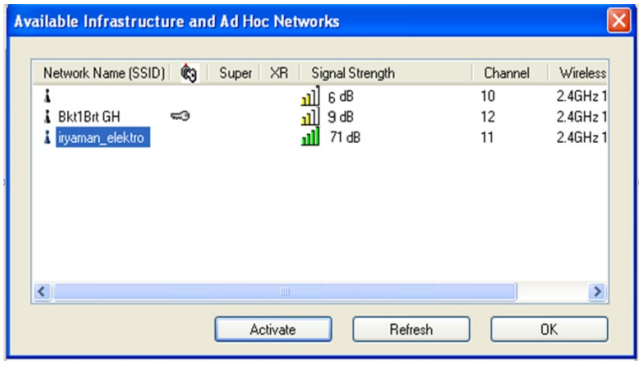
4.4.1 Aplikasi Antena Sebagai Antena Pemancar

Ketika antena diaplikasikan sebagai antena pemancar penulis menggunakan *Access Point* dengan model TL-WR340G yang dhubungkan ke *Broadband Internet Access Service* (DSL/*Cable*/*Ethernet*). Sebelumnya *Access Point* telah disetting terlebih dahulu dengan nama ”iryaman_elektro” sehingga mudah dikenali pada saat pengujian. Disini akan dianalisa dengan cara membandingkan signal yang diterima pada saat tidak menggunakan antena mikrostrip dengan pada saat menggunakan antena mikrostrip pada *Access Point.*



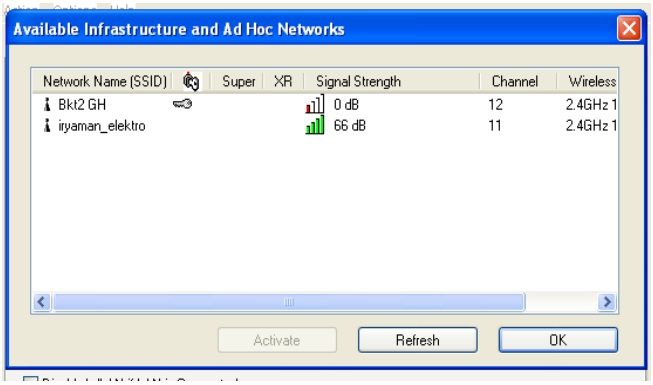
Gambar 4.12 Sinyal yang Ditangkap Tanpa Menggunakan Antena

Hasil ini didapat pada saat *line of sight* dengan jarak sekitar 5 m dari antena pemancar ke penerima. Sinyal yang didapat kurang maksimal, selanjutnya akan dilihat perbedaan ketika memakai antena mikrostrip yang drancang posisi tetap *line of sight* jarak tetap.

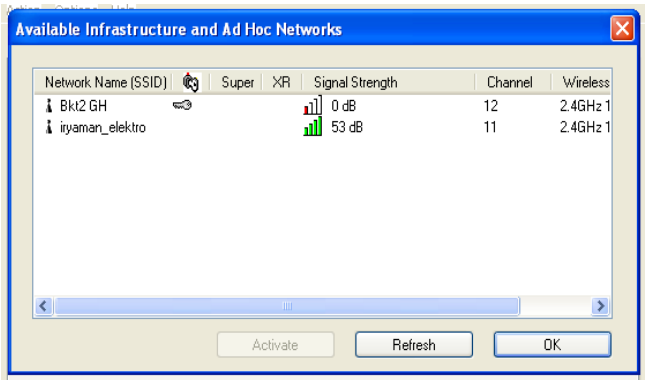


Gambar 4.13 Sinyal yang Ditangkap Setelah Menggunakan Antena

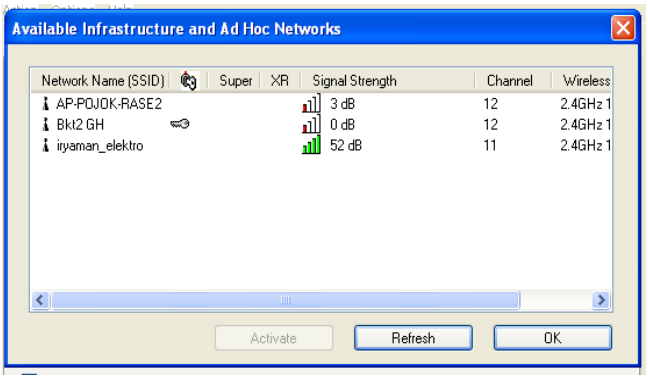
Disini dapat dilihat dengan posisi yang sama dengan jarak yang sama sinyal yang dhasilkan mengalami kenaikan yang cukup signifikan sekitar 61 db. Karena mengalami perubahan yang positif antena ini dapat dikatakan baik pada saat pengujian selanjutnya posisi penerima dipindahkan ke posisi tidak *line of sight,* dan juga terdapat penghalang maka didapat gambar sebagai berikut.



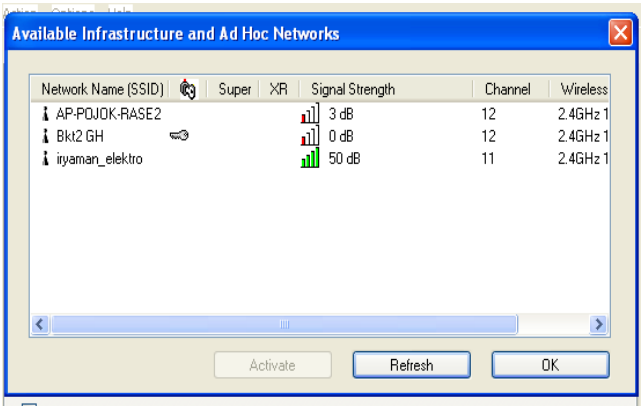
Gambar 4.14 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 7 m



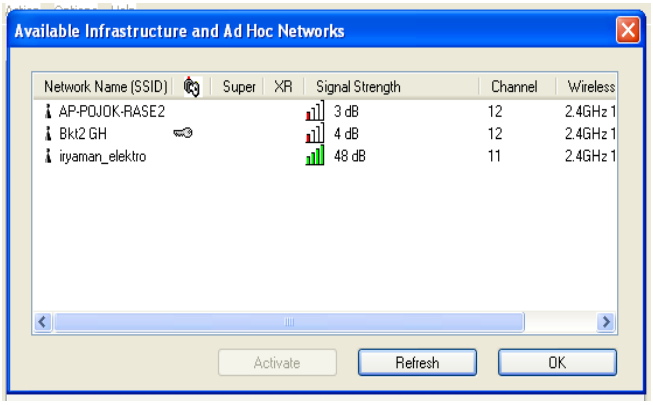
Gambar 4.15 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 9 m



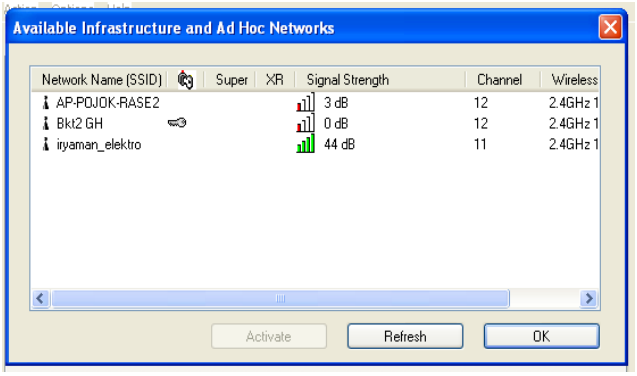
Gambar 4.16 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 11 m



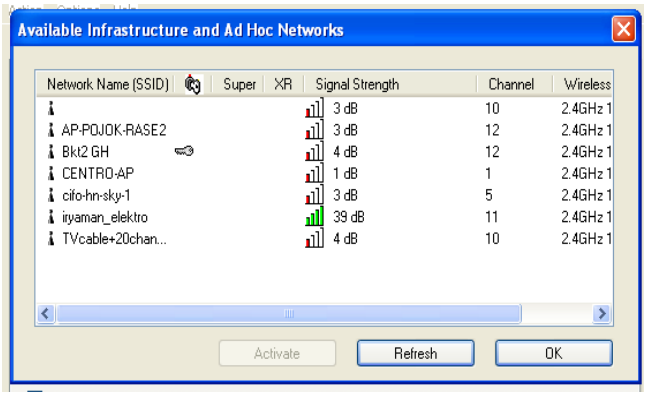
Gambar 4.17 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 13 m



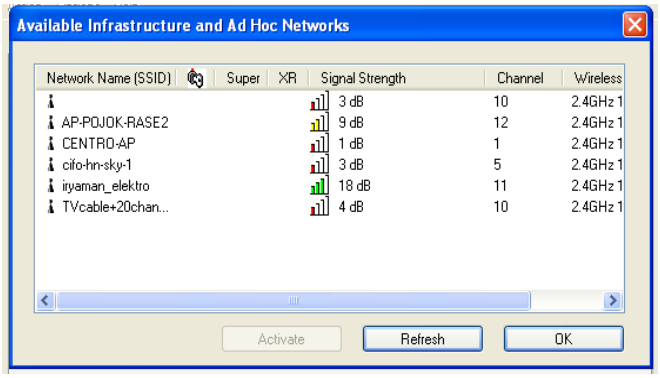
Gambar 4.18 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 15 m



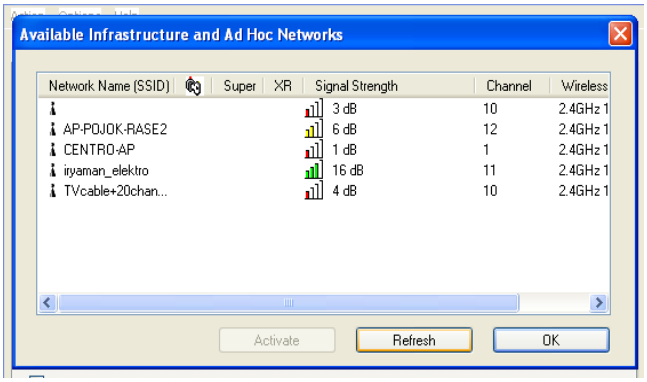
Gambar 4.19 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 17 m



Gambar 4.20 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 19 m



Gambar 4.21 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 21 m



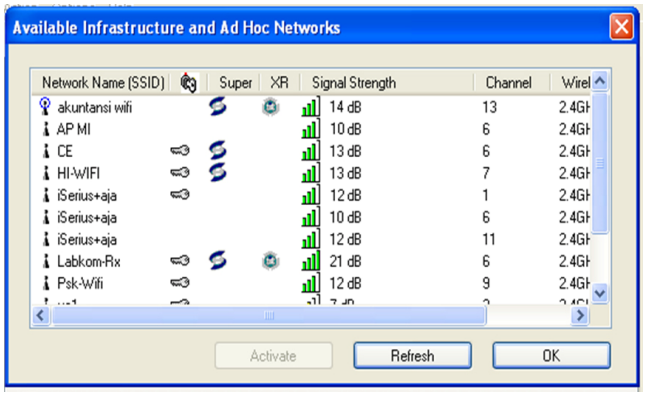
Gambar 4.22 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 23 m

Dari hasil pengamatan dapat dilihat semakin jauh jarak dan semakin banyak penghalang akan terjadi *attenuasi,* sehingga sinyal yang dihasilkan akan semakin lemah ini cukup membuktikan bahwa interferensi sekitar sangat berpengaruh terhadap perolehan sinyal yang diterima.

4.4.2 Aplikasi Antena Sebagai Antena Penerima

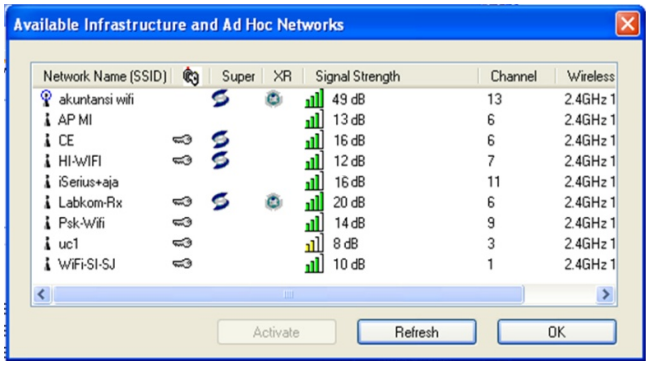
Ketika antena diaplikasikan sebagai antena penerima penulis menggunakan *Access Point* TN-WL722N yang dihubungkan ke laptop, kemudian koneksi *wireless* yang tersedia dilaptop di *disable* kan agar penerimaan sinyal

wireless hanya menggunakan *Access Point* TN-WL722N. Dengan antena pemancar berpatokan pada ”akuntansi wifi” Sama seperti analisa pada waktu antena sebagai pemancar, hasil sinyal yang diterima laptop sebelum dan sesudah menggunakan antena akan dbandingkan akan berubah positif atau negatif.



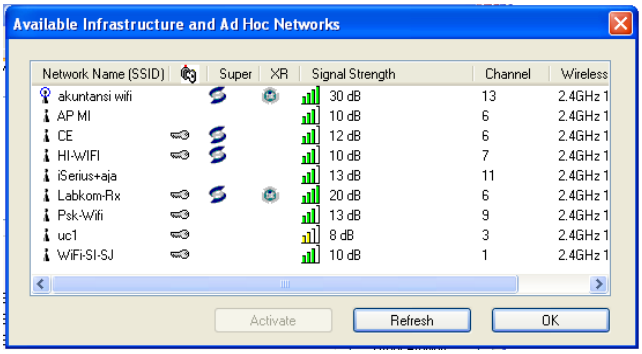
Gambar 4.23 Sinyal yang Ditangkap Tanpa Menggunakan Antena

Hasil ini didapat pada saat *line of sight* dengan adanya *obstacle* berupa dinding semen dengan jarak sekitar ±5 m dari antena pemancar ke penerima. Sinyal yang didapat tampak seperti gambar diatas, selanjutnya akan dilihat perbedaan ketika memakai antena mikrostrip yang drancang posisi tetap *line of sight* jarak tetap.

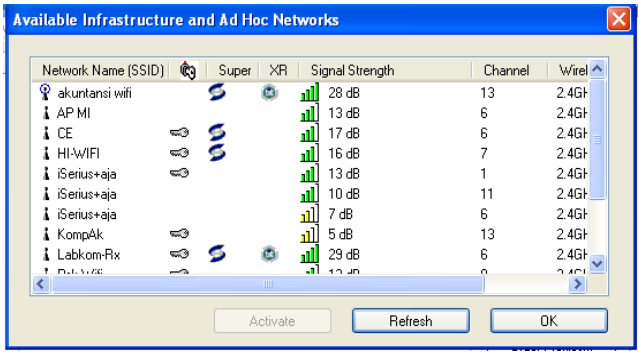


Gambar 4.24 Sinyal yang Ditangkap Setelah Menggunakan Antena

Disini dapat dilihat dengan posisi yang sama dengan jarak yang sama sinyal yang dhasilkan mengalami kenaikan yang cukup signifikan sekitar 35 db pada akuntansi wifi. Karena mengalami perubahan yang positif antena ini dapat dikatakan baik pada saat pengujian selanjutnya posisi penerima dipindahkan ke posisi tidak *line of sight,* dan juga terdapat penghalang maka didapat gambar sebagai berikut.



Gambar 4.25 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 8 m



Gambar 4.26 Sinyal yang Ditangkap Dengan Jarak ± 10 m

Karena lokasi pengujian yang memiliki banyak *obstacle* sehingga mudah menimbulkan interferensi yang mengakibatkan *attenuasi,* penulis hanya melakukan dua kali pengamatan untuk mendapatkan kinerja antena. Apakah

competible untuk *wireless* LAN dan juga apakah antena memberi kualitas yang lebih baik pada saat pelayanan jaringan *wireless* LAN. Hasil pengamatan diatas menunjukan antenna mikrostrip memberikan kenaikan sinyal yang positif serta memberi kinerja yang baik pada penggunaan jaringan *wireless* LAN.

4.5 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

Setelah diperoleh hasil pengukuran parameter antena, selanjutnya hasil tersebut dibandingkan dengan hasil simulasi HFSS pada bab III. Apakah hasilnya sama atau hasil simulasi lebih bagus dari hasil pengukuran ataukah hasil pengukuran lebih bagus dari hasil simulasi.

Berikut ini tabel perbandingan antara nilai parameter antena seperti VSWR, *Return Loss,* Impedansi Input, dan *Gain* yang dihasilkan dari pengukuran dan dari hasil simulasi

4.5.1 VSWR Dan *return loss*

Tabel 4.6 Perbandingan VSWR dan *Return loss* Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

No.	Jenis Parameter Antena	Frekuensi (GHz)	Simulasi	Pengukuran
1	VSWR	2.4	1.10	1.15
2	Return Loss	2.4	-26.44	-23,60

Analisa

Dari tabel diatas dapat dilihat perbedaan yang terlihat jelas dimana nilai VSWR dan *return loss* hasil simulasi lebih bagus daripada hasil pengukuran, hal ini disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut.

- Radiasi sinyal yang dipancarkan sangat peka terhadap lingkungan sekitarnya, karena sinyal akan mengalami *attenuasi* di ruang bebas dan dipantulkan atau diserap oleh benda - benda di ruangan, juga bahan yang digunakan mempengaruhi daya pancarnya.
- Gelombang pantul yang cukup besar, karena benda - benda disekitar pengukuran.
- Selain itu antena bahan yang digunakan tidak memiliki sertifikat resmi sehingga nilai konstansa dielektriknya terkadang kurang tepat.

4.5.2 Impedansi

Tabel 4.7 Perbandingan impedansi Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

No.	Frekuensi 2400 MHz	Impedansi (Ω)
1	**Simulasi**	45.70 + j9.37
2	**Pengukuran**	47.02 + j10.58

Analisa

Dari tabel diatas 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.

Akan tetapi nilai VSWR dari hasil pengukuran dikatakan cukup bagus dikarenakan nilai VSWR yang dihasilkan masih kurang dari 2 dan lebih dari 1 (1<nilai VSWR <2). Karena saluran transmisi mempunyai nilai impedansi karakteristik sebesar 50 Ω.

4.5.3 Gain

Tabel 4.8 Perbandingan Gain Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

No.	Frekuensi 2400 MHz	Gain
1	**Simulasi**	2.732
2	**Pengukuran**	2,682

Analisa

Dari hasil pengukuran faktor penguatan (*Gain)* antena hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 4.8, didapat gain sebesar 2.682 mendekati besar *gain* pada simulasi. Harga faktor penguatan pada tabel diatas nilainya tergantung pada faktor *attenuasi* pada *attenuator*, temperatur (kondisi ruangan dan pengaruh benda - benda disekitarnya. Sehingga sulit untuk dicari nilai yang tepat). Walau demikian gain yang dihasilkan sudah cukup optimal untuk antena mikrostrip *single patch* karena kecendrungan mikrostrip memiliki *gain* yang rendah.