

BAB V

ANALISIS HASIL PENGUKURAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Pengukuran

Karakteristik dari antenna hasil pembuatan dapat diketahui dengan melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter antenna pada frekuensi kerjanya. Adapun parameter-parameter antenna yang diukur dalam skripsi ini meliputi :

1. Pengukuran VSWR
2. Perhitungan Koefisien Pantul
3. Pengukuran *Return Loss*
4. Pengukuran *Gain*
5. Pengukuran Pola Radiasi
6. Pengukuran Polarisasi
7. Penghitungan *Bandwidth*
8. Penghitungan *Directivity*

Pengukuran parameter-parameter antenna tersebut dilaksanakan di laboratorium *microwave* Institut Teknologi TELKOM Bandung.



Gambar 5.1 Pengukuran parameter antenna
Sumber : dokumentasi

5.2 Pengukuran VSWR Antena

5.2.1 Alat-Alat yang Digunakan

1. *Network analyzer* Agilent 8714ES 300KHz-3GHz
2. Antena uji (antena *microstrip circular array*)
3. Kabel koaksial
4. SMA to N-connector dan N-connector

5.2.2 Prosedur Pengukuran

1. Pertama kita hidupkan alat ukur *network analyzer* dan tunggu ± 15 menit untuk persiapan pengukuran.
2. Hubungkan kabel koaksial dengan alat ukur *network analyzer*.
3. Kalibrasi alat ukur *spectrum analyzer* yang telah dihubungkan kabel koaksial RG-8.
4. Hubungkan *network analyzer* dengan antenna uji
5. Atur alat ukur *network analyzer* pada frekuensi 2,3 GHz.
6. Untuk mencari menu yang kita inginkan cari menu format pada *network analyzer* lalu pilih menu VSWR.
7. Catat nilai VSWR yang ditunjukkan oleh alat ukur *network analyzer*.
8. Ulangi langkah 5 dan 6 untuk setiap kenaikan frekuensi 25 MHz sampai frekuensi 2,5 GHz.

5.2.3 Hasil Pengukuran

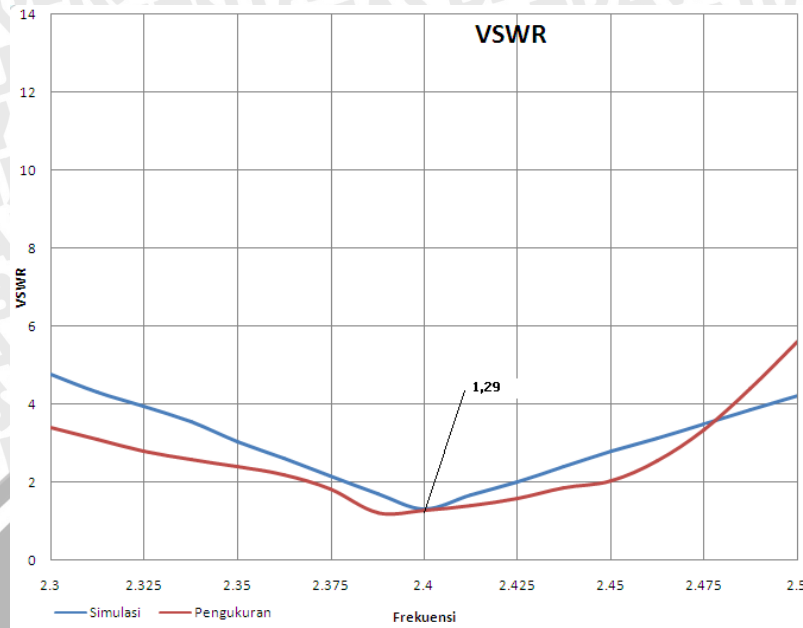
Dari hasil pengukuran VSWR pada *network analyzer*, selanjutnya dapat dibuat tabel nilai VSWR untuk antenna *microstrip circular array* hasil pembuatan sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil pengukuran VSWR antenna hasil pembuatan

Frekuensi	VSWR
2.3	3.4
2.3125	3.1
2.325	2.81
2.3375	2.57
2.35	2.39
2.3625	2.2
2.375	1.83
2.3875	1.22
2.4	1.29
2.4125	1.414
2.425	1.6
2.4375	1.87
2.45	2.03
2.4625	2.54
2.475	3.35
2.4875	4.4
2.5	5.6

Sumber : Pengukuran

Berdasarkan hasil perhitungan nilai VSWR antenna *microstrip circular array* di atas, maka dapat dibuat grafik fungsi nilai VSWR terhadap frekuensi sebagai berikut :



Grafik 5.1 Fungsi VSWR terhadap frekuensi (Sumber : Pengukuran)

5.2.4 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, antenna *microstrip circular array* ini memiliki nilai VSWR yang berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz antenna memiliki nilai VSWR sebesar 1,29. Hal ini berarti antenna ini dapat bekerja pada frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas $1 \leq \text{VSWR} < 2$.

5.3 Perhitungan Koefisien Pantul Antena

Adapun tujuan perhitungan ini adalah untuk mengetahui nilai koefisien pantul dari antenna hasil pembuatan melalui nilai VSWR yang telah diketahui. Dengan menggunakan rumus (2-5):

$$\Gamma = \frac{\text{VSWR} - 1}{\text{VSWR} + 1}$$

maka untuk Frekuensi 2.4 Ghz didapatkan koefisien pantul sebesar :

$$\Gamma = \frac{1.29 - 1}{1.29 + 1}$$

$$\Gamma = \frac{0.29}{2.29}$$

$$\Gamma = \frac{0.29}{2.29} = 0.1266 = 0.127$$

5.3.1 Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan melalui nilai VSWR yang telah diketahui maka didapatkan nilai koefisien pantul antenna. Berikut adalah tabel koefisien pantul antenna

Tabel 5.2 Hasil pengukuran koefisien pantul antenna hasil pembuatan

Frekuensi	Koef. Pantul
2.3	0.545
2.3125	0.512
2.325	0.475
2.3375	0.440
2.35	0.410
2.3625	0.375
2.375	0.293
2.3875	0.099
2.4	0.127
2.4125	0.171
2.425	0.231
2.4375	0.303
2.45	0.340
2.4625	0.435
2.475	0.540
2.4875	0.630
2.5	0.697

Sumber : Perhitungan

5.3.2 Analisis Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, dapat diketahui Untuk frekuensi kerja 2,4 GHz, antenna *microstrip circular array* memiliki nilai koefisien pantul sebesar 0,127.

5.4 Pengukuran Return Loss Antena

5.4.1 Tinjauan

Ada 2 cara untuk mendapatkan nilai *return loss*, cara yang pertama adalah langsung melihat hasil pengukuran melalui alat ukur network analyzer. Cara yang kedua adalah dengan perhitungan melalui koefisien pantul yang telah didapat melalui VSWR.

5.4.2 Alat-Alat yang Digunakan

1. Network analyzer Agilent 8714ES 300KHz-3GHz
2. Antena uji (antena *microstrip circular array*)

3. Kabel koaksial
4. SMA to N-connector dan N-connector

5.4.3 Prosedur Pengukuran

1. Pertama kita hidupkan alat ukur *network analyzer* dan tunggu ± 15 menit untuk persiapan pengukuran.
2. Hubungkan kabel koaksial dengan alat ukur *network analyzer*.
3. Kalibrasi alat ukur *spectrum analyzer* yang telah dihubungkan kabel koaksial RG-8.
4. Hubungkan *network analyzer* dengan antenna uji
5. Atur alat ukur *network analyzer* pada frekuensi 2,3 GHz.
6. Untuk mencari menu yang kita inginkan cari menu format pada *network analyzer* lalu pilih menu Log Mag untuk mengetahui nilai *return loss*.
7. Catat nilai *return loss* yang ditunjukkan oleh alat ukur *network analyzer*.
8. Ulangi langkah 5 dan 6 untuk setiap kenaikan frekuensi 12,5 MHz sampai frekuensi 2,5 GHz.

5.4.4 Hasil Pengukuran

Dari hasil pengukuran *return loss* pada *network analyzer*, selanjutnya dapat dibuat tabel nilai *return loss* untuk antenna *microstrip circular array* sebagai berikut :

Tabel 5.3 Hasil pengukuran *return loss* antenna uji

Frekuensi	RL
2.3	-5.265
2.3125	-5.811
2.325	-6.465
2.3375	-7.135
2.35	-7.744
2.3625	-8.519
2.375	-10.654
2.3875	-20.079
2.4	-17.949
2.4125	-15.315
2.425	-12.736
2.4375	-10.367
2.45	-9.372
2.4625	-7.230
2.475	-5.348
2.4875	-4.018
2.5	-3.136

Sumber : Pengukuran

Melalui cara yang kedua dengan menggunakan rumus (2-7) :

$$RL = 20 \cdot \log \Gamma \quad (dB)$$

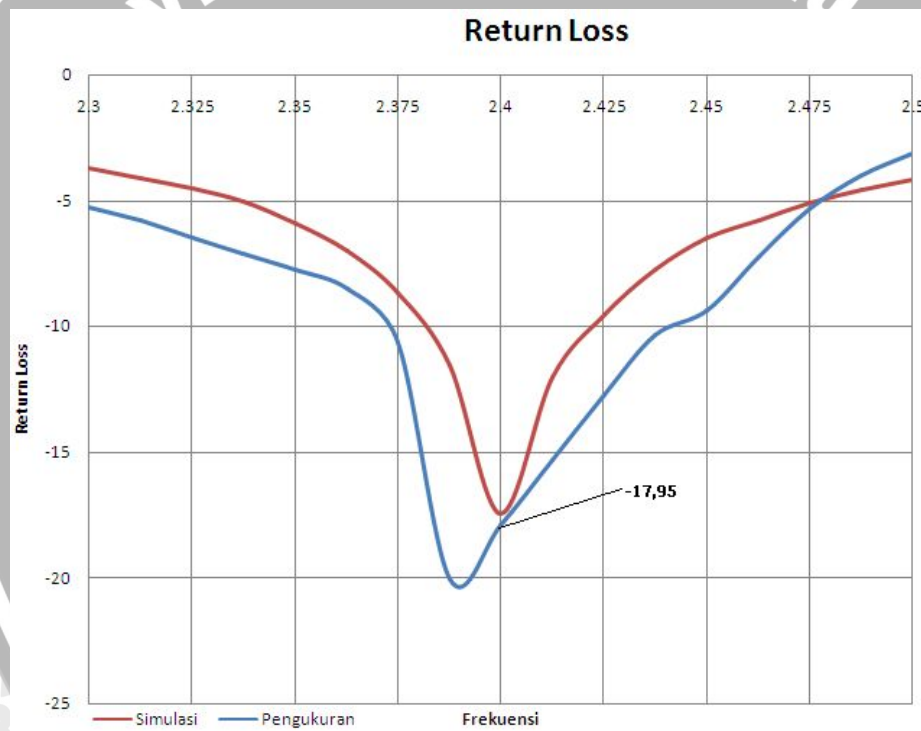
akan didapatkan hasil Return Loss yang sama. Koefisien Pantul di frekuensi 2.4 Ghz= 0.127 maka,

$$RL = 20 \cdot \log 0.127$$

$$RL = 20(-0.8961)$$

$$RL = -17.92 \text{ dB} \quad \sim 17.94 \text{ dB (Pengukuran alat)}$$

Setelah didapatkan data tersebut, selanjutnya perbandingan simulasi dan pengukuran grafik fungsi *return loss* terhadap frekuensi ditunjukkan oleh gambar berikut :



Grafik 5.2 Fungsi *return loss* terhadap frekuensi
(Sumber : Pengukuran)

5.4.5 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran, dapat diketahui antenna *microstrip circular array* ini memiliki nilai *return loss* yang berbeda-beda pada setiap perubahan frekuensinya. Pada frekuensi kerja 2,4 GHz, antenna memiliki nilai *return loss* sebesar -17.949 dB. Hal ini berarti antenna dapat bekerja dengan frekuensi kerja yang direncanakan sesuai dengan batas yang diijinkan yakni < -10dB.

5.5 Pengukuran *Gain* Antena

5.5.1 Tujuan

Tujuan dari pengukuran *gain* antena adalah untuk mengetahui besar penguatan antena uji dibandingkan dengan penguatan antena referensi yang digunakan.

5.5.2 Alat-alat yang digunakan

1. *Sweep oscilator 8350 B Hawlett Packard*
2. *Spectrum analyzer 8563E Hawlett Packard 30Hz – 26,5 GHz*
3. Antena referensi
4. Antena uji
5. Kabel koaksial
6. SMA to N – *conecctor dan N-connector*
7. *Tripod*

5.5.3 Prosedur Pengukuran

1. Merangkai peralatan yang digunakan seperti pada gambar 5.2
2. Antena referensi *dipole* $0,5 \lambda$ dipasang sebagai antena pemancar dan yang kedua dipasang sebagai antena referensi pada penerima.
3. *Sweep oscilator* diatur pada frekuensi 2,4 GHz dan catat daya antena *dipole* $0,5 \lambda$ yang terukur pada *spectrum analyzer*.
4. Antena *dipole* $0,5 \lambda$ pada penerima (referensi) diganti dengan antena uji (antena *microstrip circular array*) hasil pembuatan.
5. Bandingkanlah kedua hasil, kemudian *gain* antena hasil pengukuran dihitung dengan persamaan 2-13:

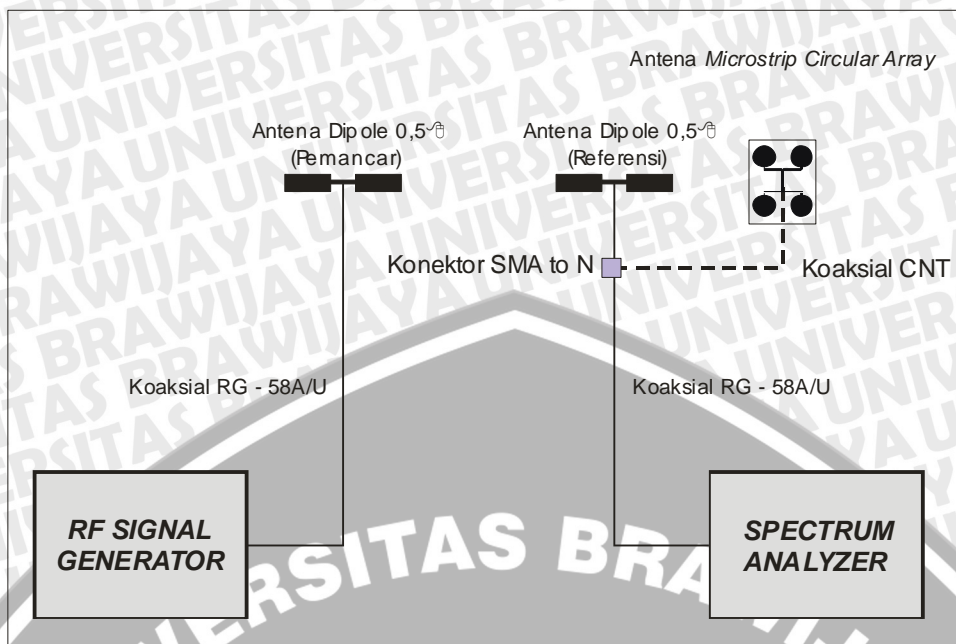
$$G_{\text{AUT(dBi)}} = 2,15 + P_{\text{RX(dBm)}} - P_{\text{REF(dBm)}}$$

dimana :

$G_{\text{AUT(dBi)}}$ = *gain* antena yang diukur (*Antenna Under Test*)

$P_{\text{RX(dBm)}}$ = level daya terima antena yang diukur

$P_{\text{REF(dBm)}}$ = level daya terima antena referensi



Gambar 5.2 Rangkaian Pengukuran *Gain* Antena

(Sumber : Pengukuran)

5.5.4 Hasil Pengukuran

Pada pengukuran *gain* antena ini, akan diperoleh parameter-parameter yaitu daya antena referensi (P_{ref}), daya antena yang diuji (P_{RX}), dan penguatan antena yang diuji (G) pada frekuensi 2,4 GHz. Pada proses pengukuran, pengambilan data dilakukan sebanyak sebelas kali karena adanya fluktuasi di level daya penerimaan yang kemudian nantinya diambil rata-rata. Untuk hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.4 Hasil Pengukuran *Gain*

P_{ref} (dBm)	P_{RX} (dBm)
-45.01	-41.00
-45.53	-40.33
-46.17	-41.50
-46.33	-42.50
-47.00	-41.00
-46.29	-42.83
-45.27	-42.33
-46.93	-41.67
-44.17	-42.33
-45.51	-41.83
-45.74	-41.67

Sumber : Pengukuran

Dengan merata-ratakan hasil pengukuran gain di atas, maka didapatkan nilai

$$P_{RX} = -41.67 \text{ dBm} \text{ dan nilai } P_{ref} = -45.74 \text{ dBm}$$

Nilai penguatan antenna (G) yang diuji dapat diperoleh dari perhitungan data hasil pengukuran dengan menggunakan persamaan (2-13):

$$G_{AUT(dBi)} = 2,15 + P_{RX}(dBm) - P_{REF}(dBm)$$

dimana :

$G_{AUT(dBi)}$ = gain antenna yang diukur (*Antenna Under Test*)

$P_{RX(dBm)}$ = level daya terima antenna yang diukur

$P_{REF(dBm)}$ = level daya terima antenna referensi

Maka dengan menggunakan persamaan di atas didapatkan nilai Gain :

$$\begin{aligned} \text{Gain} &= -41.67 \text{ dBm} - (-45.74 \text{ dBm}) + 2,15 \text{ dBi} \\ &= -41.67 + 45.74 + 2,15 \\ &= 6.22 \text{ dBi} \end{aligned}$$

5.5.5 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan, pada frekuensi kerja antenna yaitu 2,4 GHz memiliki nilai *gain* sebesar 6.22 dBi

5.6 Pengukuran Pola Radiasi

5.6.1 Tujuan

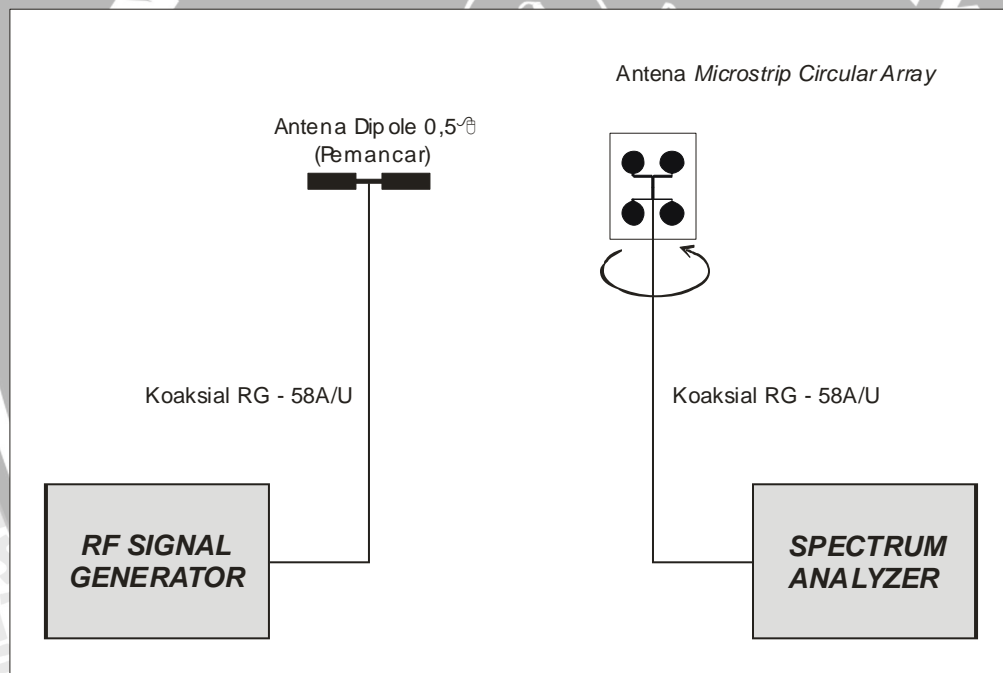
Adapun tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui bentuk pola radiasi antenna *microstrip circular array* hasil pembuatan.

5.6.2 Alat-Alat yang Digunakan

1. *Spectrum analyzer 8563E Hawlett Packard* 30Hz – 26,5 GHz
2. *Sweep oscilator 8350 B Hawlett Packard*
2. Antena referensi
3. Antena uji (antena *microstrip circular array*)
4. Kabel koaksial
5. N – connector
6. Tiang penyangga antenna

5.6.3 Prosedur Pengukuran

1. Merangkai antenna pemancar dengan menghubungkan *sweep oscillator* menggunakan kabel koaksial RG-8 seperti ditunjukkan dalam gambar 5.2
2. Merangkai antenna uji sebagai antenna penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer* menggunakan kabel koaksial RG-8.
3. Mengatur *sweep oscillator* pada frekuensi 2,4 GHz.
4. Putar antenna uji (antenna *microstrip circular array*) secara horizontal, dari 0° sampai 360° dengan interval 10° dan catat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran.
5. Menghitung harga normalisasi untuk tiap sudut putarnya.
6. Putar antenna pemancar dan antenna uji pada sumbu nya sejauh 90° , untuk mendapatkan nilai pola radiasi vertikal.
7. Ulangi langkah 3 sampai 5.



Gambar 5.3 Rangkaian pengukuran pola radiasi antenna

(Sumber : Pengukuran)

5.6.4 Hasil Pengukuran

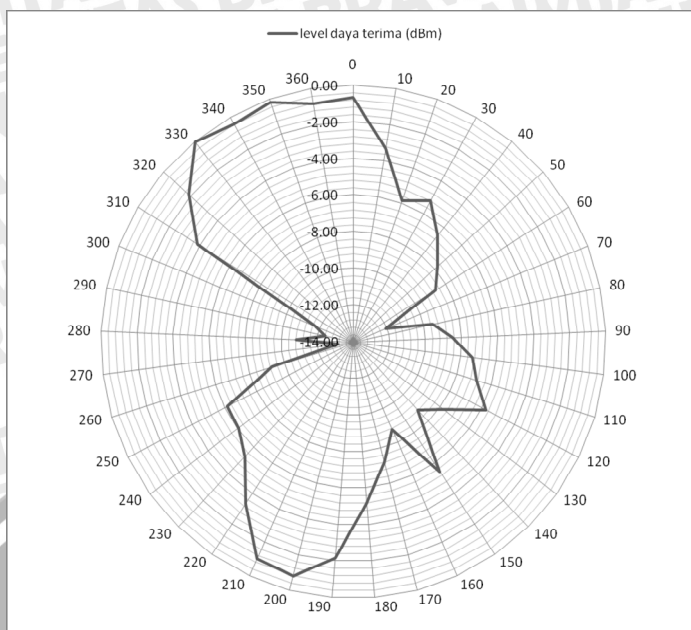
Berdasarkan hasil pengukuran pola radiasi yang dilakukan, maka diperoleh nilai daya yang diradiasikan oleh antenna uji (antenna *microstrip circular array*). Adapun pola radiasi yang diperoleh adalah pola radiasi bidang horizontal dan vertikal. Hasil dari pengukuran tersebut dapat dilihat dalam tabel berikut ini:

5.6.4.1 Pola Radiasi Bidang Horizontal

Tabel 5.5 Hasil pengukuran pola radiasi bidang horizontal antenna hasil pembuatan

Sudut	Level terima (dBm)	Level terima (dBm)	Rata-Rata	Normalisasi
0	-44.67	-43.00	-43.76	-0.67
10	-46.67	-46.17	-46.41	-3.33
20	-48.33	-49.57	-48.91	-5.82
30	-48.18	-48.33	-48.25	-5.17
40	-49.57	-49.67	-49.62	-6.54
50	-51.00	-50.67	-50.83	-7.75
60	-51.17	-52.33	-51.71	-8.63
70	-55.67	-54.67	-55.14	-12.06
80	-52.33	-52.80	-52.56	-9.47
90	-51.67	-51.50	-51.58	-8.50
100	-50.63	-50.17	-50.39	-7.31
110	-50.17	-49.67	-49.91	-6.83
120	-48.67	-49.00	-48.83	-5.75
130	-51.17	-50.67	-50.91	-7.83
140	-52.00	-51.87	-51.93	-8.85
150	-49.00	-48.03	-48.49	-5.40
160	-51.63	-52.00	-51.81	-8.73
170	-50.17	-50.33	-50.25	-7.17
180	-48.18	-48.33	-48.25	-5.17
190	-45.17	-45.33	-45.25	-2.17
200	-44.50	-43.32	-43.87	-0.79
210	-44.17	-44.00	-44.08	-1.00
220	-46.50	-46.33	-46.41	-3.33
230	-48.17	-48.57	-48.37	-5.28
240	-49.50	-48.83	-49.15	-6.07
250	-49.17	-49.33	-49.25	-6.17
260	-52.57	-52.17	-52.37	-9.28
270	-57.33	-55.33	-56.22	-13.13
280	-53.67	-54.17	-53.91	-10.83
290	-55.17	-55.83	-55.49	-12.40
300	-54.67	-54.83	-54.75	-11.67
310	-46.83	-47.00	-46.91	-3.83
320	-45.17	-44.67	-44.91	-1.83
330	-43.17	-43.00	-43.08	0.00
340	-43.17	-43.83	-43.49	-0.40
350	-43.33	-43.17	-43.25	-0.17
360	-43.66	-44.17	-43.91	-0.82

Sumber : Pengukuran



Grafik 5.3 Bentuk pola radiasi bidang horizontal antenna *microstrip circular array* (Sumber : pengukuran)

5.6.4.2 Pola Radiasi Bidang Vertikal

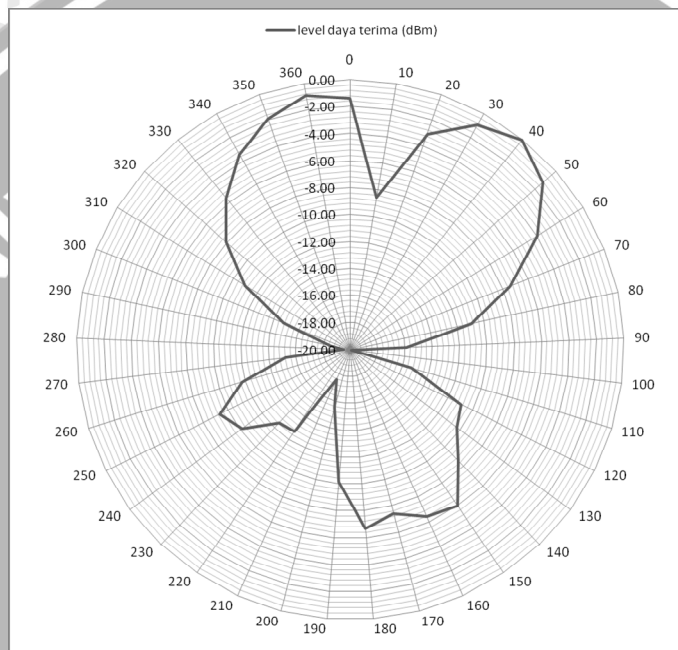
Tabel 5.6 Hasil pengukuran pola radiasi bidang vertikal antenna hasil pembuatan

Sudut	Level terima (dBm)	Level terima (dBm)	Rata-Rata	Normalisasi
0	-34.33	-33.17	-33.71	-1.38
10	-40.83	-41.00	-40.91	-8.58
20	-35.17	-35.67	-35.41	-3.08
30	-34.33	-32.50	-33.32	-0.99
40	-32.17	-32.50	-32.33	0.00
50	-33.33	-33.83	-33.57	-1.24
60	-36.17	-36.33	-36.25	-3.92
70	-39.83	-39.67	-39.75	-7.42
80	-43.33	-43.17	-43.25	-10.92
90	-47.83	-48.63	-48.21	-15.88
100	-52.17	-52.33	-52.25	-19.92
110	-48.17	-47.17	-47.64	-15.31
120	-43.67	-42.83	-43.23	-10.90
130	-42.50	-42.83	-42.66	-10.33
140	-40.67	-41.17	-40.91	-8.58
150	-38.50	-38.17	-38.33	-6.00
160	-39.00	-38.50	-38.74	-6.41
170	-40.67	-39.00	-39.76	-7.42
180	-39.67	-38.50	-39.05	-6.71
190	-42.67	-42.33	-42.50	-10.16
200	-47.60	-48.17	-47.88	-15.54
210	-49.83	-50.00	-49.91	-17.58
220	-45.67	-44.50	-45.05	-12.71
230	-44.50	-45.17	-44.82	-12.49
240	-42.33	-42.67	-42.50	-10.16
250	-41.83	-41.50	-41.66	-9.33



260	-44.00	-44.17	-44.08	-11.75
270	-48.17	-47.00	-47.55	-15.21
280	-51.17	-52.67	-51.86	-19.52
290	-50.83	-51.00	-50.91	-18.58
300	-47.17	-47.00	-47.08	-14.75
310	-43.17	-43.50	-43.33	-11.00
320	-40.33	-40.17	-40.25	-7.92
330	-38.00	-37.83	-37.91	-5.58
340	-35.67	-35.83	-35.75	-3.42
350	-34.33	-34.17	-34.25	-1.92
360	-33.33	-33.17	-33.25	-0.92

Sumber : Pengukuran



Grafik 5.4 Bentuk pola radiasi bidang vertikal antena *microstrip circular array*

Sumber : Pengukuran

5.6.5 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan data hasil pengukuran pola radiasi bidang horizontal dan vertikal di atas, dapat digambarkan bentuk pola radiasi antena hasil pengukuran pada diagram *polar* sebagaimana tampak dalam gambar. Berdasarkan gambar, dapat diketahui bahwa bentuk pola radiasi antena *microstrip circular array* hasil pembuatan adalah *bidirectional*.

5.7 Pengukuran Polarisasi

5.7.1 Tujuan

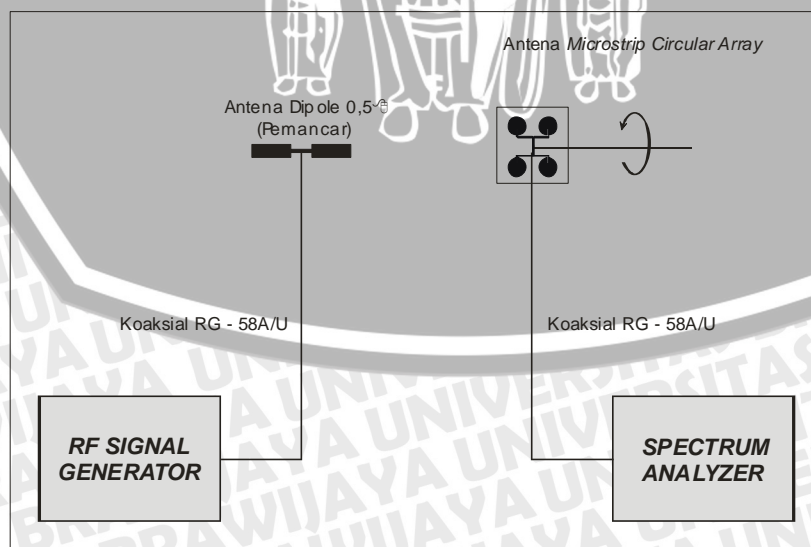
Pengukuran polarisasi antena dilakukan untuk mengetahui vektor medan listrik antena hasil pembuatan (antena *microstrip circular array*).

5.7.2 Alat-Alat yang Digunakan

- 1 *Spectrum Analyzer 8563E Hewlett Packard* 30Hz – 26,5 GHz
- 2 *Sweep Oscillator 8350 B Hewlett Packard*
- 3 Antena referensi (dipole 0,5 lambda)
- 4 Antena uji (antena *microstrip circular array*)
- 5 Kabel koaksial
- 6 SMA to N – *conecctor*
- 7 Tripod

5.7.3 Prosedur Pengukuran

1. Merangkai antena pemancar dengan menghubungkan *sweep oscillator* menggunakan kabel koaksial RG-8 seperti ditunjukkan dalam gambar 5.4
2. Merangkai antena uji (antena *microstrip circular array*) sebagai antena penerima dengan menghubungkannya ke *spectrum analyzer*.
3. Posisikan antena pemancar sejajar dengan antena uji, kemudian atur *sweep oscillator* pada frekuensi 2,4 GHz.
4. Putar antena uji (antena *microstrip circular array*) pada sumbu horizontal antena dari 0° sampai 360° dengan interval 10° dan catat nilai daya yang ditunjukkan oleh *spectrum analyzer* pada tiap-tiap interval pemutaran.
5. Menghitung harga normalisasi untuk tiap sudut putarnya.



Gambar 5.4 Rangkaian pengukuran polarisasi antena
Sumber : Pengukuran

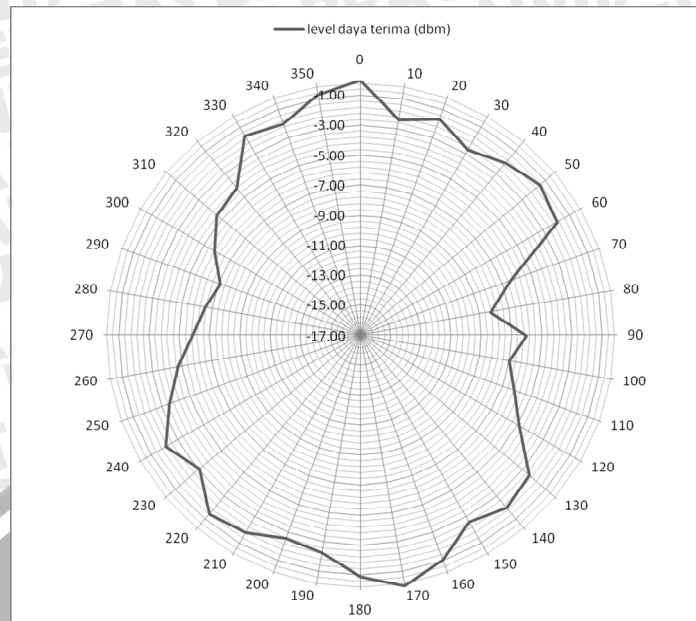
5.7.4 Hasil Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan, diperoleh nilai daya seperti yang terdapat pada tabel berikut ini:

Tabel 5.7 Hasil pengukuran polarisasi antenna hasil pembuatan

Sudut	Level terima (dBm)	Level terima (dBm)	Rata-Rata	Normalisasi
0	-39.83	-39.67	-39.75	0.00
10	-42.33	-42.00	-42.16	-2.41
20	-41.67	-41.17	-41.41	-1.66
30	-42.67	-42.33	-42.50	-2.75
40	-42.78	-41.00	-41.80	-2.05
50	-40.00	-42.83	-41.19	-1.44
60	-42.31	-41.15	-41.69	-1.94
70	-46.21	-46.21	-46.21	-6.46
80	-48.15	-47.87	-48.01	-8.26
90	-45.33	-46.17	-45.73	-5.98
100	-46.26	-47.25	-46.73	-6.98
110	-45.17	-46.77	-45.90	-6.15
120	-44.34	-44.83	-44.58	-4.83
130	-41.27	-43.29	-42.16	-2.41
140	-42.56	-41.01	-41.72	-1.97
150	-42.23	-42.50	-42.36	-2.61
160	-41.72	-40.00	-40.78	-1.03
170	-39.89	-39.67	-39.78	-0.03
180	-41.17	-40.17	-40.64	-0.89
190	-42.70	-41.45	-42.03	-2.28
200	-42.00	-42.77	-42.37	-2.62
210	-41.15	-42.00	-41.55	-1.80
220	-42.55	-40.17	-41.20	-1.45
230	-42.71	-43.00	-42.85	-3.10
240	-42.35	-41.45	-41.88	-2.13
250	-43.33	-43.25	-43.29	-3.54
260	-44.76	-44.23	-44.49	-4.74
270	-45.00	-46.32	-45.61	-5.86
280	-46.83	-45.89	-46.33	-6.59
290	-46.83	-46.89	-46.86	-7.11
300	-45.21	-46.02	-45.60	-5.85
310	-44.67	-44.00	-44.32	-4.57
320	-43.83	-44.17	-44.00	-4.25
330	-41.95	-41.00	-41.45	-1.70
340	-41.56	-42.00	-41.77	-2.03
350	-40.82	-40.17	-40.48	-0.73

Sumber : Pengukuran



Grafik 5.5 Bentuk polarisasi antenna *microstrip circular array*
Sumber : Pengukuran

5.7.5 Analisis Hasil Pengukuran

Berdasarkan data hasil pengukuran polarisasi, dengan mengubah data nilai daya yang telah dinormalisasi ke dalam bentuk diagram *polar* maka dapat diketahui bentuk polarisasi antenna yang diuji (antenna *microstrip circular array*) tersebut. Bentuk polarisasi antenna yang diuji pada frekuensi 2,4 GHz dapat dilihat dalam gambar. Berdasarkan gambar tampak bahwa bentuk polarisasi antenna *microstrip circular array* hasil pembuatan adalah menyerupai bentuk linier. Oleh sebab itu, maka antenna ini dapat digolongkan sebagai antenna berpolarisasi ellips.

5.8 Perhitungan *Bandwidth* Antena

5.8.1 Tujuan

Perhitungan *bandwidth* bertujuan untuk mengetahui besar nilai lebar bidang frekuensi kerja antenna.

5.8.2 Cara Perhitungan

Perhitungan *bandwidth* antenna yang diuji dilakukan dengan cara menghitung selisih antara frekuensi atas (f_u) dengan frekuensi bawah (f_l) antenna uji. Penentuan frekuensi atas dan frekuensi bawah antenna dilakukan dengan cara menentukan frekuensi tertinggi dan terendah antenna di mana masih memiliki nilai $VSWR \leq 2$.

Berdasarkan data hasil perhitungan VSWR, antenna ini memiliki frekuensi terendah pada frekuensi 2370 MHz, dan frekuensi tertinggi antenna ini adalah pada frekuensi 2445 MHz. Sehingga *bandwidth* antenna ini adalah :

$$B = f_u - f_l$$

$$B = 2445 \text{ MHz} - 2370 \text{ MHz} = 75 \text{ MHz}$$

Bandwidth dalam persen (persamaan 2-13):

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% = \frac{2445 - 2370}{2407.5} \times 100\% = 3.11 \%$$

Bandwidth antenna hasil pengukuran masih lebih besar dari *bandwidth* hasil perancangan yang hanya sebesar 48 MHz.

5.9 Perhitungan Keterarahan (*Directivity*)

5.9.1 Tujuan

Untuk dapat mengetahui nilai *directivity* antenna *microstrip circular array* hasil pembuatan, dapat digunakan data hasil pengukuran pola radiasi.

5.9.2 Cara Perhitungan

Perhitungan *directivity* dapat dihitung dengan menggunakan (persamaan 2.16):

$$D = \frac{4\pi_{(\text{steradian})}}{\theta \cdot \phi_{(\text{radian}^2)}}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ steradian} &= 1 \text{ radian}^2 \\ &= \left(\frac{180}{\pi}\right)^2 (\text{derajat}^2) \end{aligned}$$

Sehingga didapat :

$$D \approx \frac{4\pi \left(\frac{180^\circ}{\pi}\right)^2 (\text{derajat}^2)}{\theta^\circ_{HP} \phi^\circ_{HP} (\text{derajat}^2)} \approx \frac{41000}{\theta^\circ_{HP} \phi^\circ_{HP}}$$

Dengan :

D = *directivity*

θ = *beamwidth* pola radiasi vertikal (rad)

Φ = *beamwidth* pola radiasi horizontal (rad)

θ°_{HP} = *beamwidth* pola radiasi vertikal (derajat)

Φ°_{HP} = *beamwidth* pola radiasi horizontal (derajat)

Berdasarkan pada data hasil pengukuran pola radiasi, diperoleh nilai -3 dB *beamwidth* pola radiasi bidang horizontal adalah $90^\circ (\phi_{HP} = 90^\circ)$, dan nilai -3dB *beamwidth* pola radiasi bidang vertikal adalah $60,5^\circ (\theta_{HP} = 60,5^\circ)$. Jadi nilai *directivity* antena *microstrip circular array* hasil pembuatan adalah :

$$D = \frac{41000}{90^0 \cdot 60,5^0}$$

$$= 7,53$$

$$D_{(dB)} = 10 \log 7,53$$

$$= 8.76 \text{ dB}$$

5.9.3 Analisis Hasil Perhitungan

Jadi dapat diketahui keterarahan (*directivity*) antena *microstrip circular array* hasil pembuatan adalah sebesar 8.76 dB

5.10 Impedansi Antena *Microstrip Circular Array*

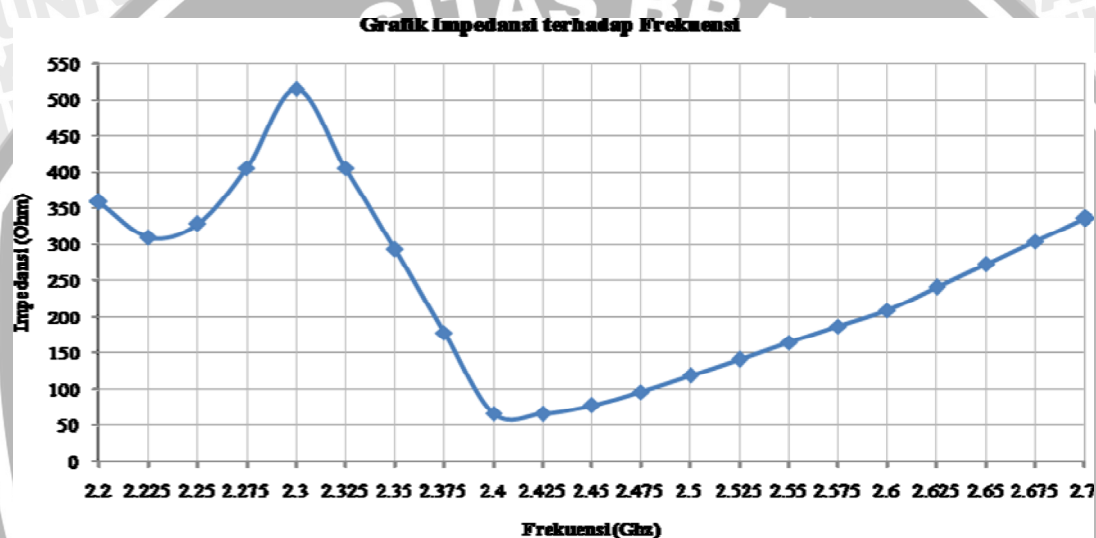
Tabel 5.8 Impedansi antena *microstrip circular array*

No	Frekuensi	$Z = R + jX$	$Z = \sqrt{(Re^2 + Im^2)}$	θ°
1	2.2	91.9+j346.895	358.8617	14.83803
2	2.225	194.47+j241.957	310.4219	38.79016
3	2.25	299.716+137.02	329.5515	65.43173
4	2.275	404.95+32.08	406.2187	85.47051
5	2.3	510.194-j72	515.2494	-81.9673
6	2.325	402.524-j53.5	406.0638	-82.4291
7	2.35	291.527-j34.14	293.5192	-83.3207
8	2.375	177.684-j14.8	178.2993	-85.2386
9	2.4	66.11+4.5	66.26298	86.10598
10	2.425	57.55+32.13	65.9116	60.8255
11	2.45	48.93+60.56	77.85665	38.93679
12	2.475	40.32+87.57	96.40647	24.72284
13	2.5	31.71+115.288	119.5694	15.37893
14	2.525	31.18+138.267	141.739	12.70796
15	2.55	30.81+161.734	164.6425	10.7855
16	2.575	30.45+184.614	187.1083	9.365968
17	2.6	30.09+207.49	209.6605	8.251456
18	2.625	34.23+238.87	241.3101	8.15495

19	2.65	38.2+270.338	273.0236	8.042908
20	2.675	42.2+301.804	304.74	7.959824
21	2.7	46.36+333.27	336.479	7.919391

Sumber : Pengukuran

Dari tabel dapat kita lihat pada frekuensi 2,4 GHz antenna memiliki impedansi sebesar $66,11 + j 4,5$ ohm. Dan setelah dinormalisasi memiliki impedansi 66,26 ohm . Dalam hal ini antenna masih bersifat induktif . Antena ideal memiliki impedansi sebesar 50 ohm sehingga murni bersifat resistif.



Grafik 5.6 Impedansi Terhadap Frekuensi

Sumber : Pengukuran

5.10 Implementasi Antena

Implementasi antenna pada aplikasi dilakukan hanya untuk mengetahui apakah antenna microstrip dapat berfungsi sebagai antenna pemancar dan penerima pada access point wi-fi 2,4 Ghz yang tersedia dipasaran sesuai dengan karakteristik dari parameter-parameter yang telah didapat dari pengukuran.

5.11.1 Alat-Alat yang Digunakan

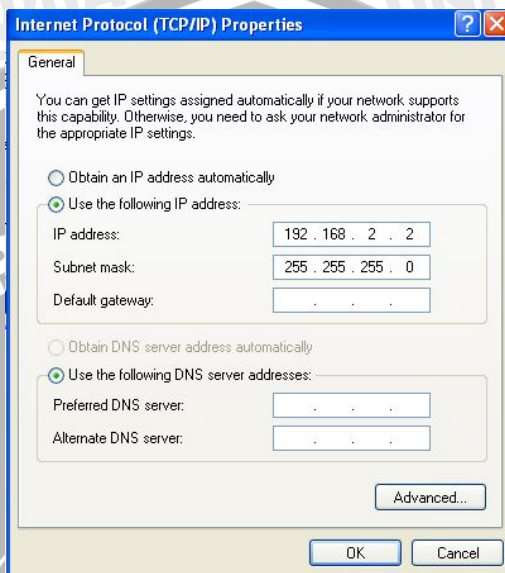
1. Access Point detachble Antena Minitar tipe MNWAPG
2. Antena Uji
3. Kabel koaksial CNT
4. Software Wirelessmon ver.2.0 dan Firmware MNWAPG ver.125
5. Browser internet explorer

- 1 buah PC dan Laptop untuk server dan client

5.11.2 Prosedur Pengujian Pemancar

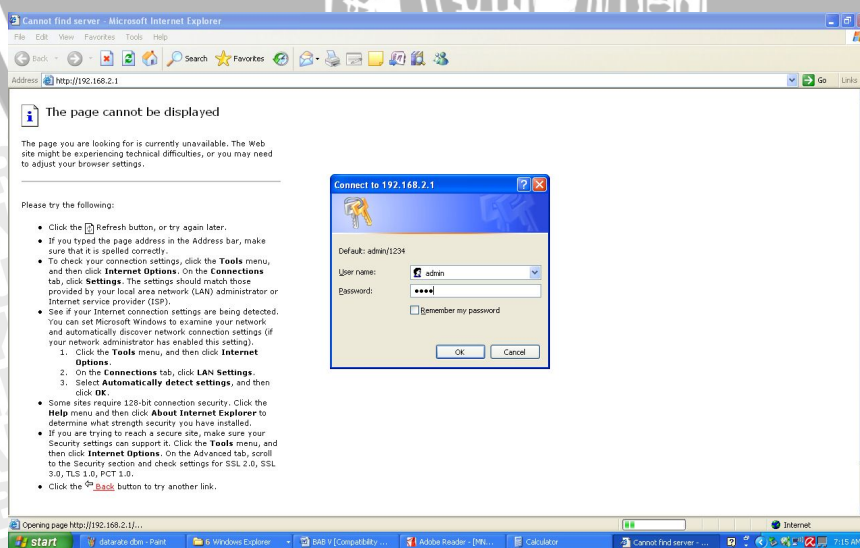
5.11.2.1 Di Sisi Server (PC)

1. Mengganti antena access point dengan antena microstrip circular
2. Mengkonfigurasi IP Address komputer sesuai dengan IP AP seperti gambar 5.5



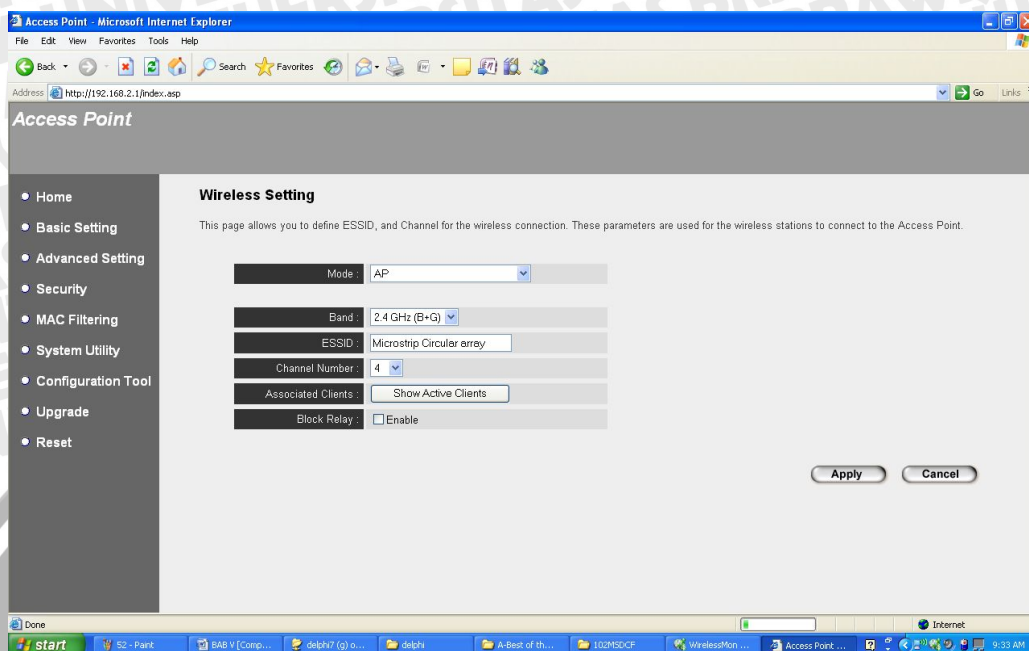
Gambar 5.5 konfigurasi TCP/IP
Sumber : Pengujian

3. Menjalankan browser untuk masuk ke firmware AP MNWAPG ver.125
4. Masukkan IP address AP dimana IP default Minitar AP adalah 192.168.2.1 kemudian masukkan username dan password AP untuk login



Gambar 5.6 Proses login
Sumber : Pengujian

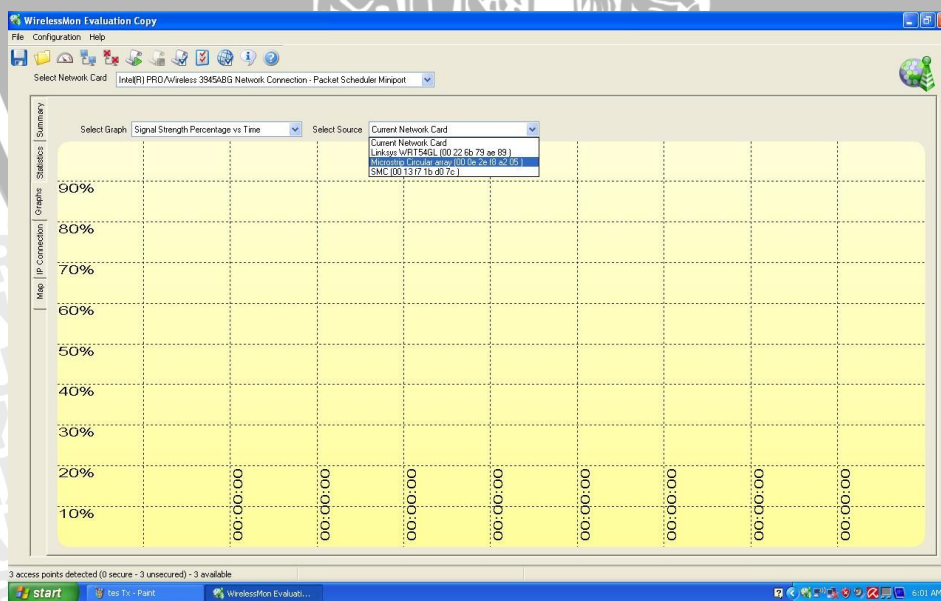
5. Masuk ke *Basic Setting* AP dan pilih mode AP, *band 2.4 Ghz (B+G)*, *ESSID* Microstrip Circular Array, *Channel Number 1* kemudian pilih *apply*



Gambar 5.7 Proses konfigurasi AP sebagai pemancar
Sumber : Pengujian

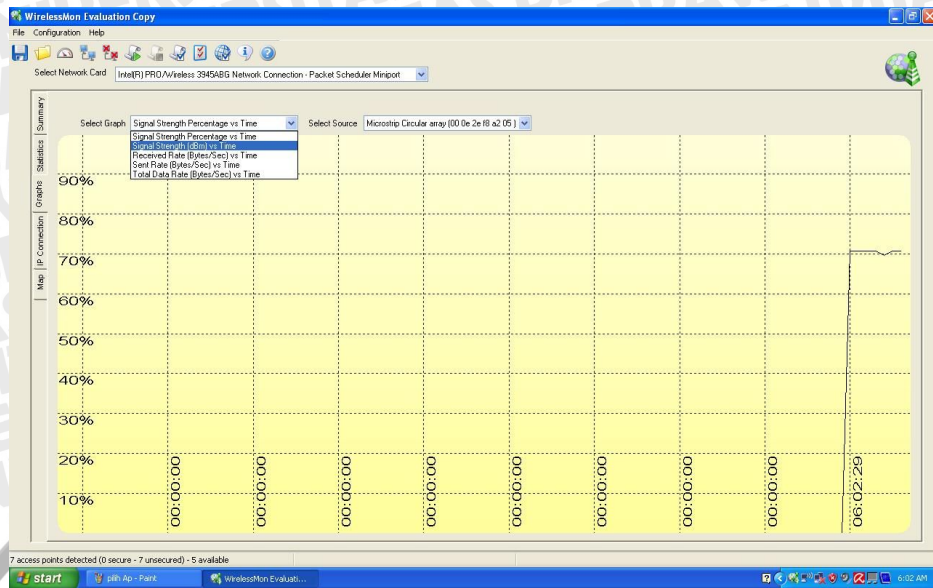
5.11.2.2 Di Sisi Client (*Laptop*)

1. Jalankan program wirelessmon, sambungkan ke SSID Microstrip Circular Array
2. Masuk ke *graph* dan pilih *select source* (Microstrip Circular Array) seperti gambar



Gambar 5.8 Memilih *wireless network source*
Sumber : Pengujian

3. Pilih *select graph* (*signal strength (dBm) vs Time*)



Gambar 5.9 Memilih jenis grafik
Sumber : Pengujian

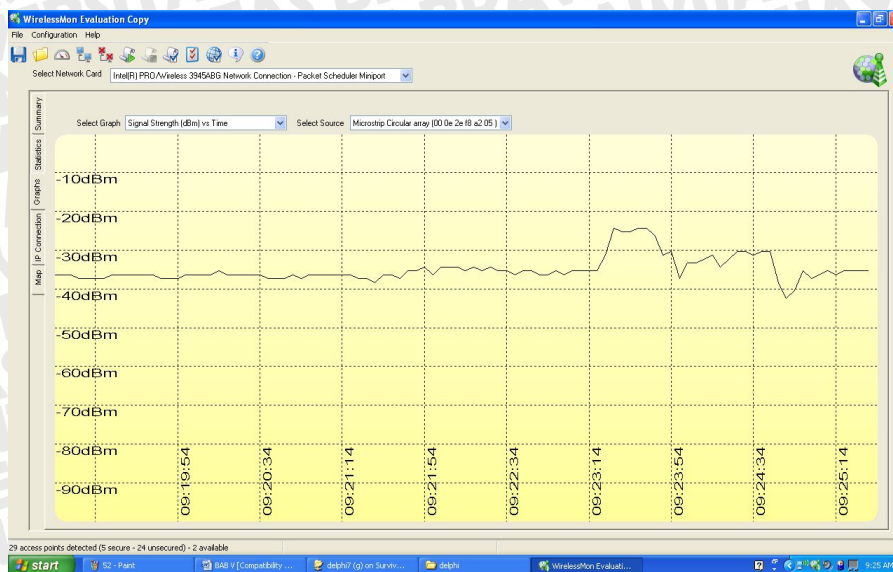
4. kemudian amati hasil level daya terima dari AP yang telah diganti dengan antenna *microstrip circular array* selama beberapa saat.
5. Ulangi langkah no. 4 dengan merubah jarak antar *client-server* dengan interval 15 meter

5.11.2.3 *Wireless Monitoring*

Setelah beberapa saat maka melalui *wireless monitoring* kita dapat melihat grafik level daya terima pada client.

1. Pengujian pada jarak 15 m

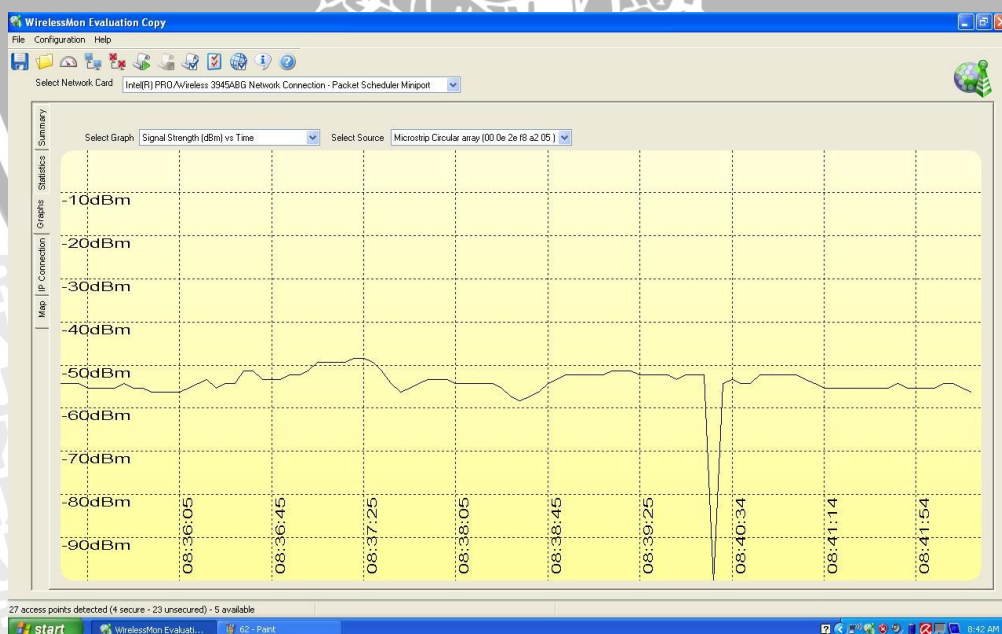
Pada jarak 15 meter kondisi sinyal masih dapat diterima dengan baik sampling rate yang dipakai sebesar 3 s dengan delay 10 m/s. Dari grafik dapat kita lihat bahwa wireless card dari client mampu menerima dari -25 dBm hingga -33dBm pada jarak 15 m dari antenna mikrostrip circular array yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar. Pada client server telah dikondisikan sebelumnya untuk mentransfer sebuah file



Grafik 5.7 Gambar level daya terima pada jarak 15 m
Sumber : Pengujian

2. Pengujian pada jarak 30 m

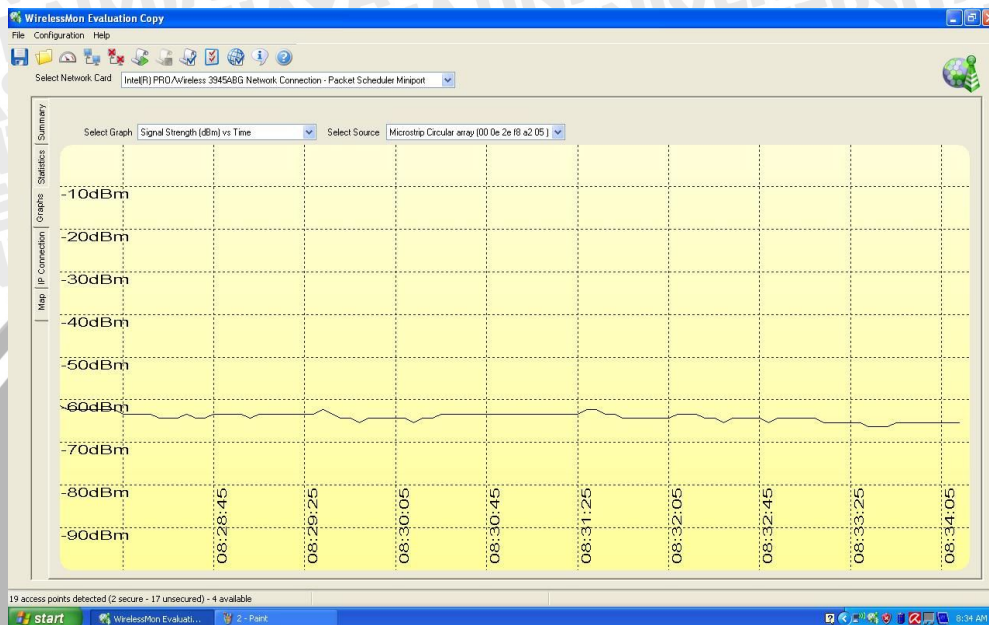
Pada jarak 30 meter kondisi sinyal masih dapat diterima oleh client. Namun level daya terima turun pada selang -48dBm hingga -50 dBm pada jarak 30 m dari antenna *mikrostrip circular array* yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar. Ada sebuah kondisi dimana sinyal menjadi melemah, hal ini disebabkan karena banyak faktor diantaranya adanya dinding penghalang antara server-client



Grafik 5.8 Level daya terima pada jarak 30 m
Sumber : Pengujian

3. Pengujian pada jarak 45 m

Dari grafik pengujian pada jarak 45 m dapat diketahui kondisi sinyal hampir sama dengan pengujian sebelumnya namun lebih stabil. level daya terima turun pada selang -60dBm hingga -65 dBm pada jarak 45 m dari antenna mikrostrip circular array yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar.

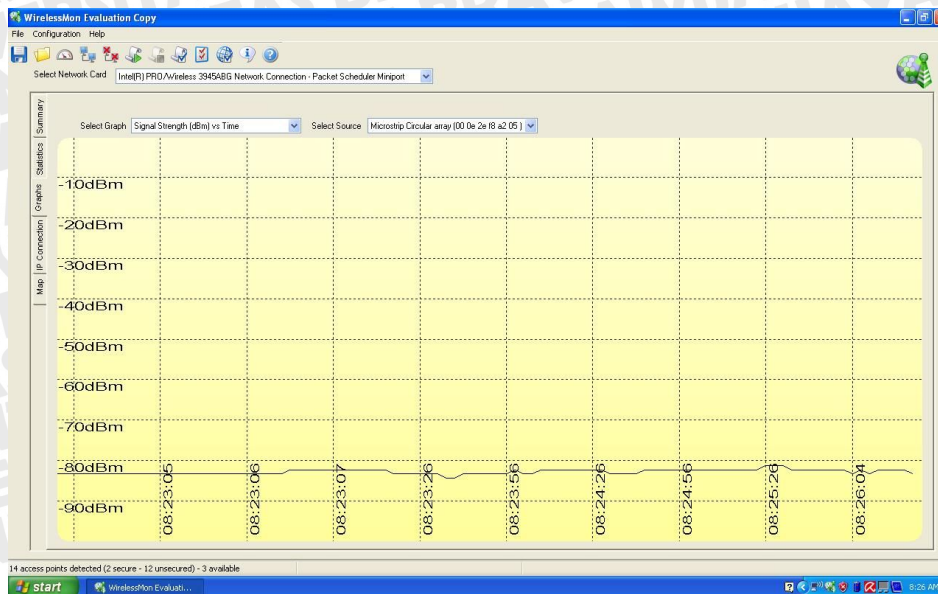


Grafik 5.9 Level daya terima pada jarak 45 m

Sumber : Pengujian

4. Pengujian pada jarak 60 m

Pada jarak 60 meter kondisi sinyal masih dapat diterima oleh client. Namun level daya terima turun pada selang -81dBm hingga -83 dBm pada jarak 30 m dari antenna mikrostrip circular array yang telah terhubung dengan AP dan difungsikan sebagai pemancar.



Grafik 5.10 Level daya terima pada jarak 60 m

Sumber : Pengujian

Dari tabel 5.8 hasil pengujian sebagai pemancar antenna masih dapat diterima oleh *client* (laptop) hingga jarak 60 m

No	Jarak Client	Level Daya Terima (dBm)	Sampling Rate (s):delay (ms)
1	15	-33,78	3:10
2	30	-59,33	3:10
3	45	-64,72	3:10
4	60	-82,16	3:10

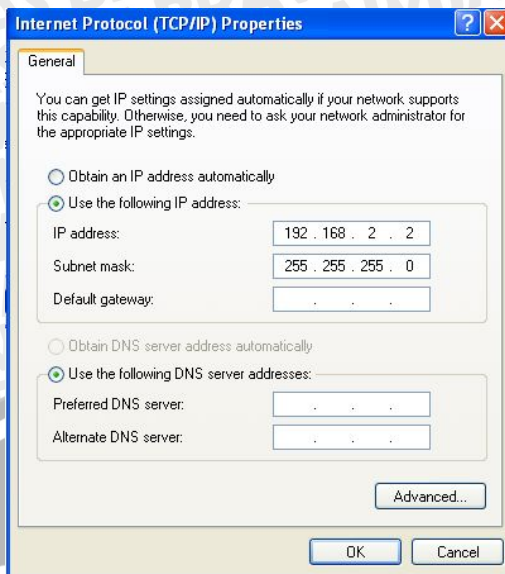
Tabel 5.9 Pengujian level daya terima antenna pada pemancar AP

Sumber : Pengujian

5.11.3 Prosedur Pengujian Penerima

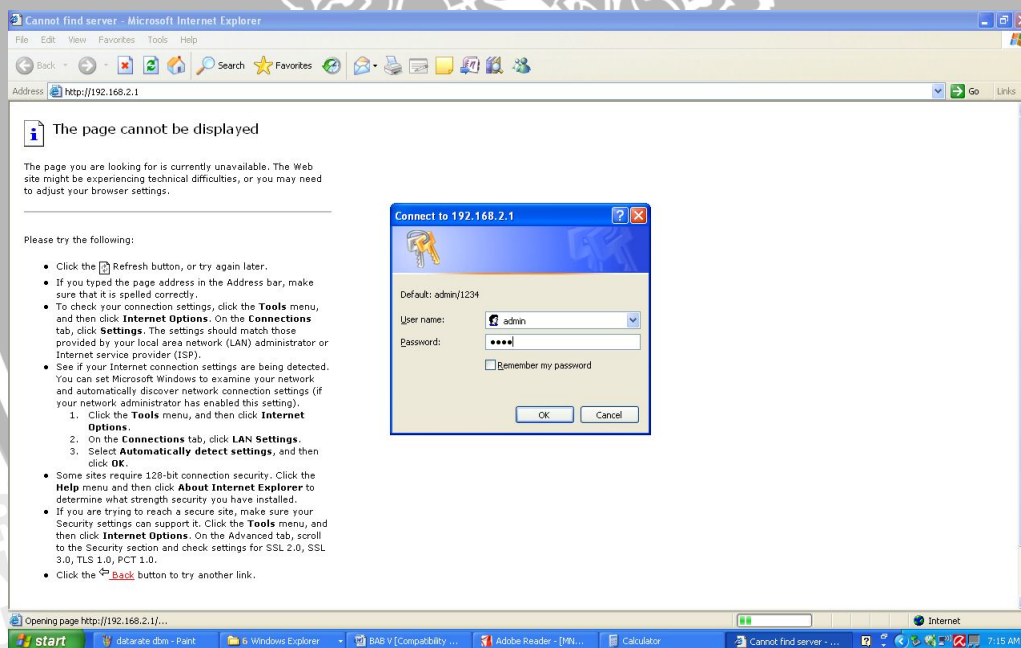
5.11.3.1 Pointing Lokasi

1. Menentukan lokasi yang masih berdekatan dengan hotspot
2. Mengganti antenna *access point* dengan antenna *microstrip circular array*
3. Mengkonfigurasi IP Address komputer sesuai dengan IP AP seperti gambar 5.10



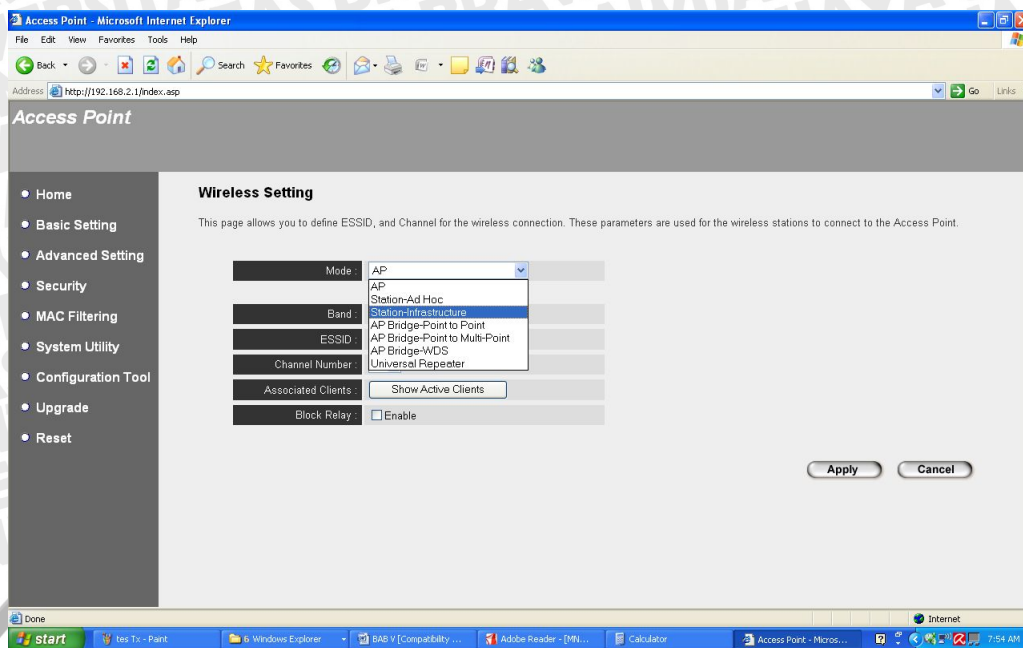
Gambar 5.10 Konfigurasi TCP/IP
Sumber : Pengujian

4. Menjalankan *browser* untuk masuk ke *firmware* AP MNWAPG ver.125
5. Masukkan IP *address* AP dimana IP *default* Minitar AP adalah 192.168.2.1 kemudian masukkan *username* dan *password* AP untuk login



Gambar 5.11 Proses login
Sumber : Pengujian

6. Masuk ke *Basic Setting* AP dan pilih mode Station-Infrastructure *apply*

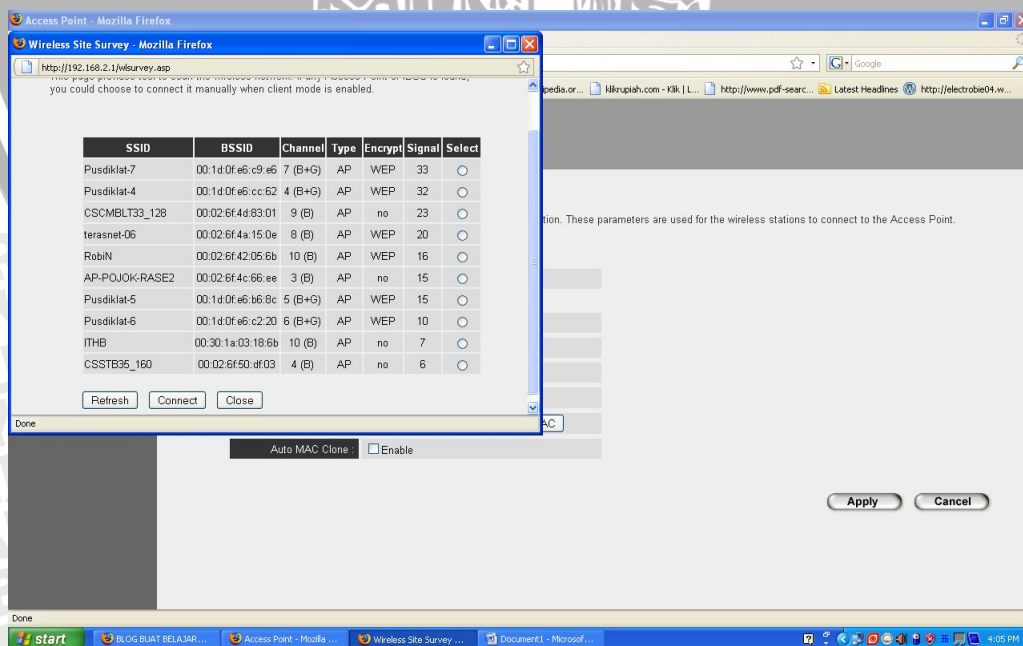


Gambar 5.12 Proses konfigurasi AP sebagai penerima
Sumber : Pengujian

7. Pilih *select site survey* kemudian amati *channel* dan *strength* sinyal yang diterima oleh AP

5.11.3.2 Scanning site

Untuk mode *access point* sebagai penerima setelah melakukan *scanning site survey* didapatkan hasil sebagai berikut :



Gambar 5.13 Proses *scanning site survey*
Sumber : Pengujian

Pada pengujian antena *microstrip circular array* sebagai penerima dengan *firmware* MWAPG ver.125 dapat kita ketahui bahwa antena dapat menerima hingga 7 *channel*. Banyaknya *channel* yang masuk sangat bergantung kondisi pemancar di sekitar yang menggunakan *channel* yang berbeda-beda.

