

PERANCANGAN ANTENA DIREKSIONAL PADA BAND 2,4 GHZ UNTUK MODUL WIFI IoT ESP8266

Zulkifli, Sotyohadi, ST, MT., Ir. Kartiko Andi Widodo ,MT
Institut Teknologi Nasional, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia
c.kifli45@gmail.com

Abstract— Perkembangan teknologi berupa IoT sangat beragam salah satunya ialah modul wifi IoT esp8266 yang berkerja pada frekuensi 2,4ghz. Akan tetapi pada penggunaannya terdapat kekurangan seperti tidak maksimalnya sinyal yang di pancarkan dari antena pada modul wifi IoT esp8266.

Maka pada makalah ini telah di buat antena direksional yang berkerja pada 2,4ghz yang berfungsi untuk meningkatkan pemancaran pada modul wifi IoT esp8266 agar lebih efektif dalam penggunaannya. Adapun antena direksional yang di gunakan ialah antena horn dan antena yagi yang di peruntukan untuk frekuensi 2,4ghz.

Dari hasil pengujian antena horn dan antena yagi yang telah di lakukan menghasilkan peningkatan yang lebih baik dari pada hasil antena pada esp8266.

Kata Kunci— Esp8266, antena direksional, 2,4ghz, antena horn, antena yagi

I. Pendahuluan

A. Latar belakang

Penggunaan teknologi IoT ESP8266 sebagai wifi modul yang berfungsi sebagai media pengiriman data melalui gelombang elektromagnetik sangat sering digunakan pada perangkat elektronik dengan jarak atau ruang lingkup tertentu.

Pada penggunaannya modul wifi IoT ESP8266 umumnya menggunakan pemancaran omnidireksional dengan frekuensi kerja pada 2,4-2,48 ghz (2400mhz-2483,5mhz). Tentunya dalam penggunaannya terdapat beberapa kekurangan seperti tidak maksimalnya pemancaran yang di hasilkan oleh antena yang digunakan pada esp8266.

Oleh sebab itu dibutuhkannya antena direksional yang berkerja pada band 2,4 ghz yang dapat digunakan oleh perangkat esp8266 untuk meningkatkan kualitas penggunaan modul wifi IoT ESP8266 yang lebih efektif.

Antena directional, yaitu antena yang mempunyai pola pemancaran sinyal dengan satu arah tertentu dengan cakupan area yang kecil seperti pada lorong-lorong yang panjang. antena

jenis ini merupakan jenis antena dengan narrow beamwidth, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas.

B. Rumusan masalah

Sesuai dengan latar belakang permasalahan maka dapat di bahas pada skripsi ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat antena direksional pada band 2,4Ghz untuk modul IoT ESP8266.
2. Bagaimana peningkatan yang terjadi terhadap antena direksional pada band 2,4Ghz untuk modul wifi IoT

C. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan skripsi adalah :

1. Dapat Merancang dan membuat antena direksional pada band 2,4 Ghz untuk modul wifi IoT ESP8266.
2. Dapat menganalisis dan membandingkan parameter-parameter yang di hasil antena direksional dan omnidireksional pada band 2,4 ghz untuk modul wifi IoT ESP8266

II. Tinjauan Pustaka

A. Antena yagi

Antena Yagi dikenal juga sebagai antena arah yang bersifat langsung memancar dan didesain untuk memancarkan gelombang hanya pada satu frekuensi. Antena ini terdiri dari driven, reflektor dan direktor yang dikenal dengan elemen (**Triyadi Slamet, Suryadi Dedy, Tjahjamoonsih Neilcy, 2017**).

Dimana :

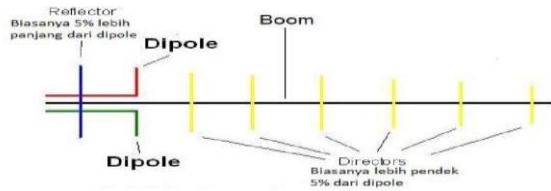
panjang elemen :
Reflektor

$$= \frac{\lambda}{2}$$

Dipola

$$= 0.95 \frac{\lambda}{2}$$

Direktor 1 dan 2	= 0,9	$\frac{\lambda}{2}$
Direktor 3	= 0.885	$\frac{\lambda}{2}$
Direktor 4	= 0.867	$\frac{\lambda}{2}$
Jarak antara elemen :		
Reflektor – dipola	= 0.18 λ	
Dipola – director	= 0.09 λ	
Antara director	= 0.18 λ	



Gambar 2. Antena yagi

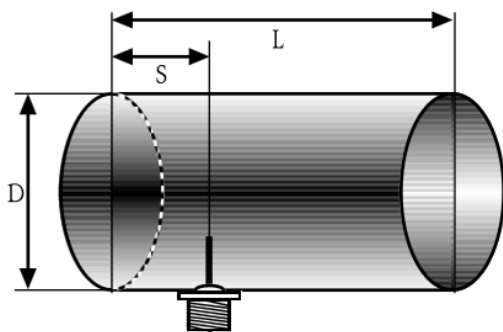
B. Antena horn

Antena horn menggunakan kaleng sebagai pemandu gelombang dan kawat pendek yang disolder pada konektor N sebagai probe untuk transisi kabel koaksial-kabel-penyangga, Antena ini berguna untuk sambungan Point-to-Point jarak pendek ke sedang. Ini juga dapat digunakan sebagai feeder untuk Dish Parabola atau Grid.

Tidak semua kaleng bagus untuk membangun antena horn karena ada batasan dimensi : [Marco Zennaro, Carlo Fonda, 2004]

Dimana :

Monopol	= 0.25 x λ
S (jarak monopol ke reflector)	= 0.25 x λ
D (deimensi lingkaran/lebar)	= 0.60 x λ
L (panjang bahan)	= 0.75 x λ



Gambar 3. antena horn

III. Metode Penelitian

A. Perancangan antena

Dalam perancangan ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu perancangan antena direksional dan perangkat pengukuran antena. Ada beberapa

komponen utama yang terdapat pada antena ini, yaitu:

1. Esp 8266
2. Kabel koaksial 50 Ω
3. Konektor sma
4. Konektor n-tipe
5. Konektor n bodi
6. Pipa galfalum
7. Kabel NYA 4mm dan 2mm
8. Kaleng aluminium

Alat pengukuran yang digunakan :

1. VNA (*Vector Network Analyzer*)
2. *SPEKTRUM ANALYZER*

B. Rumusan antena

1. Lamda antena

$$\lambda = \frac{C}{F}$$

dimana: C = kecepatan cahaya (3×10^8)
f = frekuwensi

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^9}$$

$$\lambda = 0.125$$

2. Antena yagi

Penerapan perhitungan pada antena yagi 2,4 ghz dengan menggunakan rumus pada pembahasan bab 2 pada antena yagi.

panjang elemen :

$$1. \text{ Reflektor} = \frac{\lambda}{2} = 62 \text{ mm}$$

$$2. \text{ Dipola} = 0.95 \frac{\lambda}{2} = 59 \text{ mm}$$

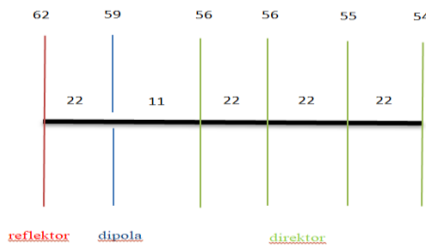
$$3. \text{ Direktor 1} = 0,9 \frac{\lambda}{2} = 56 \text{ mm}$$

$$4. \text{ Direktor 2} = 0.9 \frac{\lambda}{2} = 56 \text{ mm}$$

$$5. \text{ Direktor 3} = 0.885 \frac{\lambda}{2} = 55 \text{ mm}$$

$$6. \text{ Direktor 4} = 0.867 \frac{\lambda}{2} = 54 \text{ mm}$$

- Jarak antara elemen :
1. Reflektor – dipola = 0.18λ
= 22mm
 2. Dipola – director = 0.09λ
= 11mm
 3. Antara director = 0.18λ
= 22mm

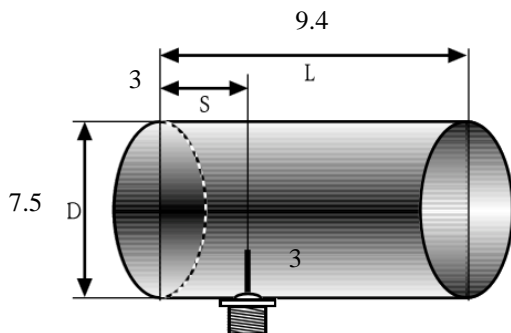


Gambar 4. Disain antenna yagi

3. Antena horn

Pada antena horn pembuatannya menggunakan kaleng alumunium dengan perhitungan yang terdapat pada bab 2 :

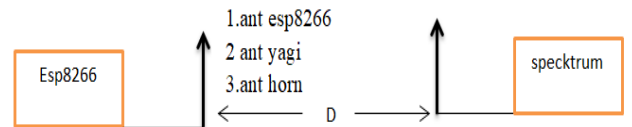
- Monopol = 0.25λ
= 30mm
- S (jarak monopol-reflektor) = 0.25λ
= 30mm
- D (deimensi lingkaran/lebar) = 0.60λ
= 75mm
- L (panjang bahan) = 0.75λ
= 94mm



Gambar 5. disain antenna horn

C. Langkah-langkah pengujian lanjut

1. Pengukuran menggunakan *Spectrum analyzer*



Gambar 6 . pengujian lanjut menggunakan *Spectrum analyzer*

Pada pengukuran menggunakan spectrum analyzer data yang di hasilkan berupa gain, pola radiasi, dan daya yang di pancarkan. Di bagi menjadi 3 tahap yaitu :

1. Pengukuran menggunakan antena yang terdapat pada esp8266
2. Pengukuran menggunakan antena yagi
3. Pengukuran menggunakan antena horn

2. Pengukuran menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*)



Gambar 7. pengujian lanjut menggunakan VNA (*Vector Network Analyzer*)

Pada pengukuran menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) data yang di hasilkan berupa ferkuwensi kerja, vswr, beamwidth, dan *retugn loss*. Di bagi menjadi 3 tahap yaitu :

1. Pengukuran menggunakan antena yang terdapat pada esp8266
2. Pengukuran menggunakan antena yagi
3. Pengukuran menggunakan antena horn

Dari pengukuran diatas akan di peroleh data berupa gain, pola radiasi, vswr, dan *retugn loss* maka di bandingkan untuk masing-masing antena tersebut agar dapat mengetahui efektifitas penggunaan antena pada esp 8266.

IV. Hasil dan Pembahasan

A. Pengujian antena esp8266

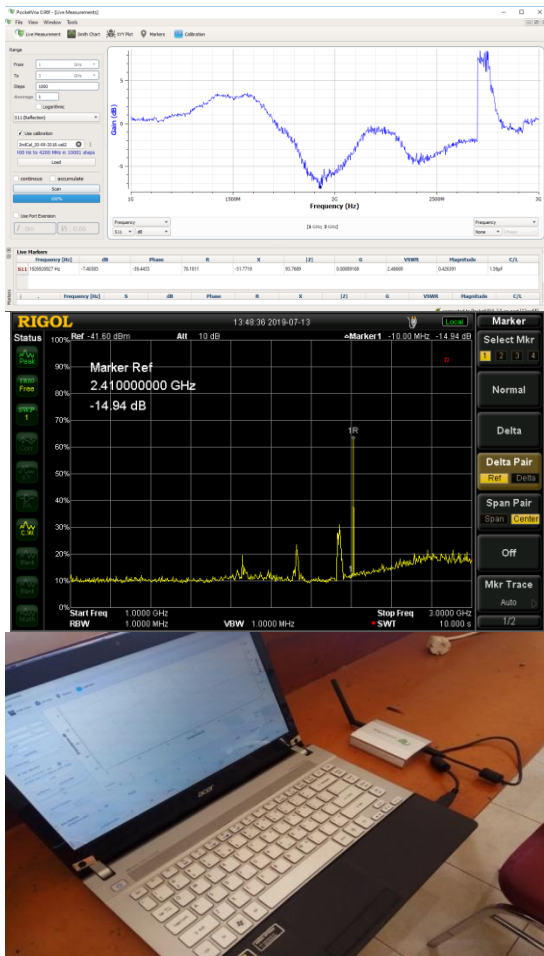
Pada pengujian antena pada esp8266 yaitu, untuk mengetahui apakah antena bisa memancarkan sinyal yang sesuai. Esp 8266 memiliki antena 3dbi dan memiliki pola radiasi atau pola pancar omnidireksional Peralatan yang digunakan :

- Esp 8266
- Antena 3dbi omnidireksional
- Kabel konektor
- VNA (*Vector Network Analyzer*)
- Spektrum analyser

Langkah pengujian menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*)

- Menghubungkan antenna 3dbi ke van (*Vector Network Analyzer*)
- Menghubungkan vna (*Vector Network Analyzer*) ke computer
- Untuk menggunakan vna menggunakan software poket vna (*Vector Network Analyzer*) master
- Setelah terkoneksi lalu menggunakan data calibrasi dan scen.
- Mengamati hasil pengujian pada software poket vna (*Vector Network Analyzer*)

Hasil pengujian :



Gambar 8. pengujian antenna esp8266 3dbi dengan vna (*Vector Network Analyzer*)

dari hasil pengujian menggunakan vna pada antenna esp8266 3dbi menunjukkan data sebagai berikut:

frekuensi kerja : 1,9 ghz

return loss (s11) : -7.4 db

vswr : 2.4

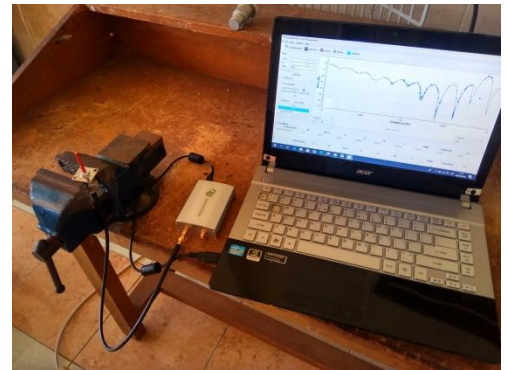
maka dari hasil pengukuran menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) bahwa antenna 3dbi pada esp8266 tidak berkerja secara efektif pada frekwensi 2,4 ghz.

B. Pengujian antenna horn

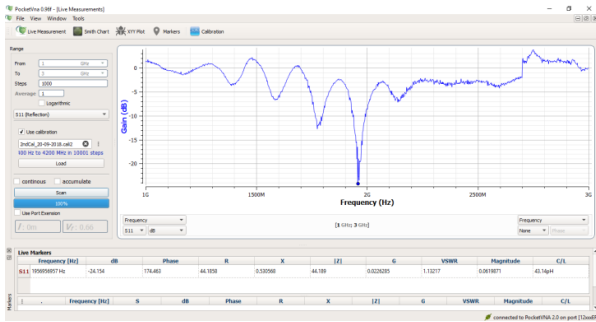
Langkah pengujian menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) pada antenna horn

- Pengujian antenna di bagi beberapa tahap yaitu ujicoba monopul setelah mendapatkan hasil yang di inginkan lalu di tambahkan reflektor berupa kaleng
- Menghubungkan antenna ke van (*Vector Network Analyzer*)
- Menghubungkan vna ke computer
- Untuk menggunakan vna menggunakan software poket vna (*Vector Network Analyzer*) master
- Setelah terkoneksi lalu menggunakan data calibrasi dan scen.
- Mengamati hasil pengujian pada software poket vna (*Vector Network Analyzer*)
- Dilakukan secara bertahap hingga mendapatkan hasil yang di inginkan

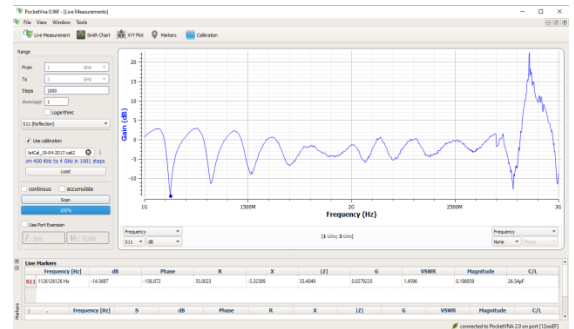
Hasil pada pengujian antenna horn menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) :



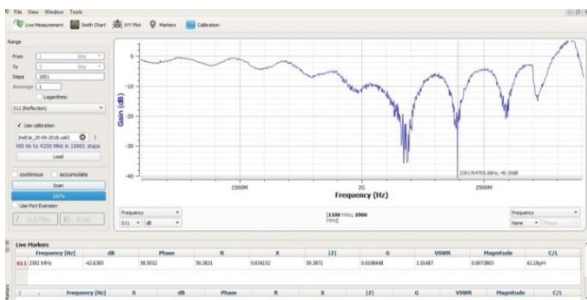
Gambar 9. Uji coba antenna monopul untuk antenna horn menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



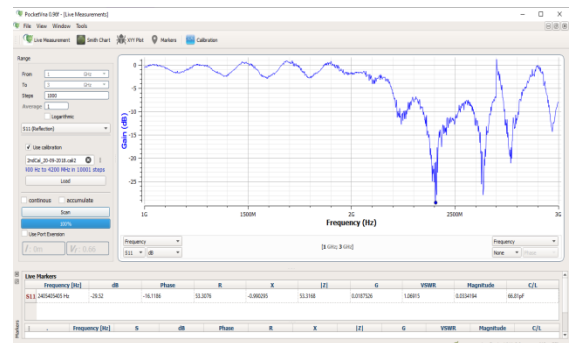
Gambar 10. hasil uji coba antenna monopol 30mm menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



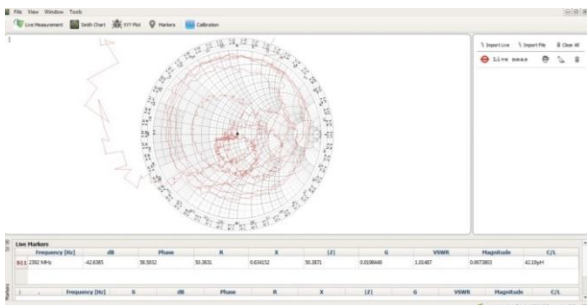
Gambar 14. hasil uji coba antenna horn 30mm menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



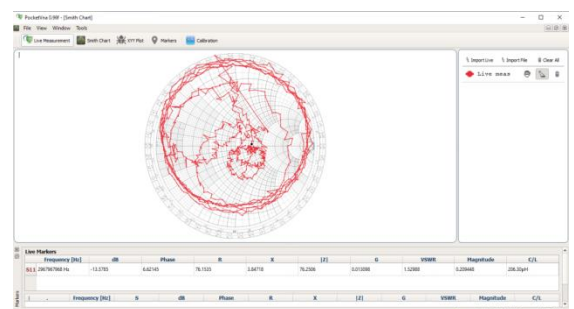
Gambar 11. hasil uji coba antenna monopol 34mm menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



Gambar 15. hasil uji coba antenna horn 26mm menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



Gambar 12. smith chart uji coba antenna monopol 34mm menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



Gambar 16. smith chart uji coba anten horn 26mm menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



Gambar 13. Uji coba antenna horn menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)

Tabel 1. Hasil pengukuran antenna horn sesuai perhitungan menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*)

No	Antena sesuai perhitungan	F (ghz)	S11 (db)	vswr	bandwidth
1	Monopol	1.95	-24.15	1.13	74 mhz
2	Horn	1.12	-14.5	1.45	10 mhz

Tabel 2. Hasil pengukuran antenna monopol menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*)

$\lambda/4$ (mm)	Realisasi (optimalisasi)			
	F (ghz)	S11 (db)	vsawr	Bandwidth (mhz)
3 mm	1.95	-24.15	1.13	74
34 mm	2.39	-42.6	1.01	32

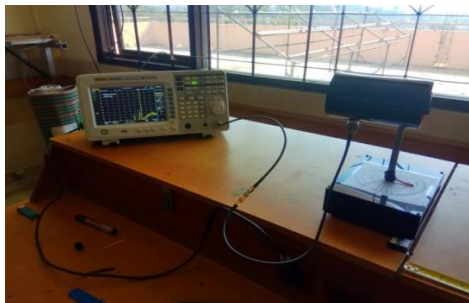
Tabel 3. Hasil pengukuran antenna horn menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*)

$\lambda/4$ (mm)	Realisasi (optimalisasi)			
	F (ghz)	S11 (db)	vsawr	Bandwidth (mhz)
3 mm	1.12	-14.5	1.45	10
26 mm	2.4	-29.52	1.06	174

C. Langkah pengukuran menggunakan spektrum analyzer pada antenna horn

- Menghubungkan antenna yagi ke spektrum analyzer
- Mengaktifkan ESP8266 yang terkoneksi dengan antenna 3dBi
- Menentukan jarak 2 meter antara ESP 8266 dengan spektrum analyzer yang terintegrasi dengan antenna yagi
- Mengamati hasil pengujian pada spektrum analyzer
- Untuk mendapatkan pola radiasi yang di pancarkan maka Dilakukan dengan memutar antenna yagi pada ESP 8266 sebanyak 360° secara bertahap hingga mendapatkan hasil yang sesuai.

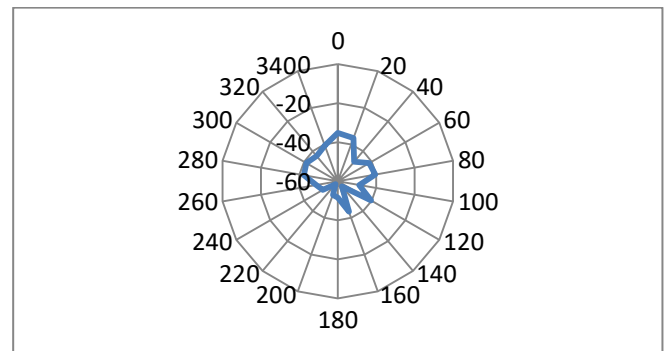
Hasil pada pengujian antenna horn menggunakan spektrum analyzer :



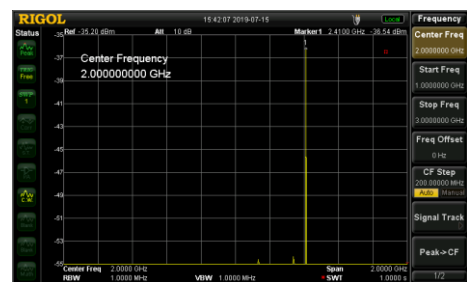
Gambar 4.10 pengukuran antenna horn menggunakan spektrum analyzer

Tabel 4. Hasil pengukuran pola radiasi antenna horn menggunakan spektrum analyzer

Derajat (°)	Frekwensi (GHz)	Gain (dBm)
0	2.41	-35,2
20	2.41	-36,43
40	2.41	-47,02
60	2.41	-41,45
80	2.41	-40,48
100	2.41	-48,95
120	2.41	-40,24
140	2.41	-56,63
160	2.41	-43,46
180	2.41	-51,6
200	2.41	-52,51
220	2.41	-58,13
240	2.41	-51,01
260	2.41	-48,86
280	2.41	-42,34
300	2.41	-41,38
320	2.41	-43,1
340	2.41	-40,51



Gambar 4.11 polaradiasi pada antenna horn



Gambar 4.12 Hasil pengukuran antenna horn menggunakan spektrum analyzer

Dari hasil pengujian antenna menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) untuk mengetahui matching di lakukan secara bertahap dari monopol sampai dengan horn, terjadi trial and eror pada pengaplikasiannya di karenakan hasil perhitungan pada perancangan bab3 tidak maksimal

atau tidak sesuai dengan tujuan yaitu antenna harus berkerja pada frekuwensi 2,4GHz dan return loss lebih dari -10dB.

Maka untuk itu dilakukan penyesuaian seperti mengurangi hingga menambahkan panjang dari bagian antenna monopol hingga mencapai hasil yang di inginkan. Pada percobaan dan pengujian menggunakan VNA pada antenna horn hingga mendapatkan hasil efektif pada panjang monopol yang telah dipasangkan dengan horn 26mm, frekuwensi kerja 2,4 GHz, S11 -29,52 dB, VSWR 1.06, bandwidth 174MHz.

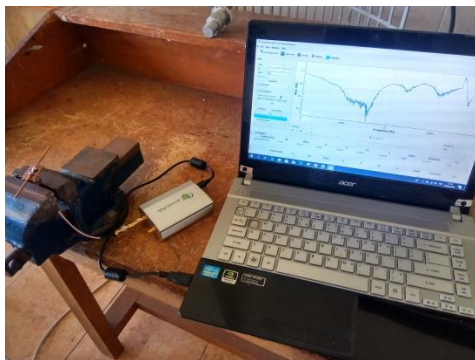
Dan pada pecobaan menggunakan spektrum analyzer pada antenna horn setelah melakukan pengukuran menggunakan spektrum analyzer makan didapatkan hasil maksimal pada posisi 0° dengan frekuwensi penerima 2,41 GHz dan gain -35,2dB.

D. Pengujian antenna yagi

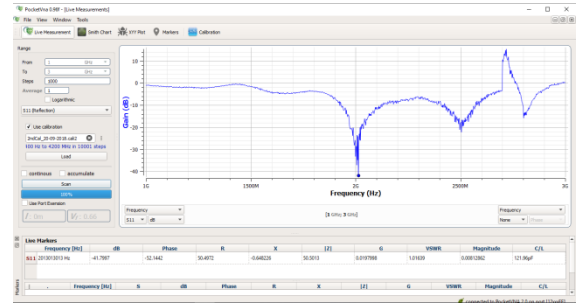
Langkah pengujian menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) pada antenna yagi

- Menghubungkan antenna horn ke van (*Vector Network Analyzer*)
- Menghubungkan vna (*Vector Network Analyzer*) ke computer
- Untuk menggunakan vna menggunakan software poket vna (*Vector Network Analyzer*) master
- Setelah terkoneksi lalu menggunakan data calibrasi dan scen.
- Mengamati hasil pengujian pada software poket vna (*Vector Network Analyzer*)
- Dilakukan secara bertahap hingga mendapatkan hasil yang di inginkan.

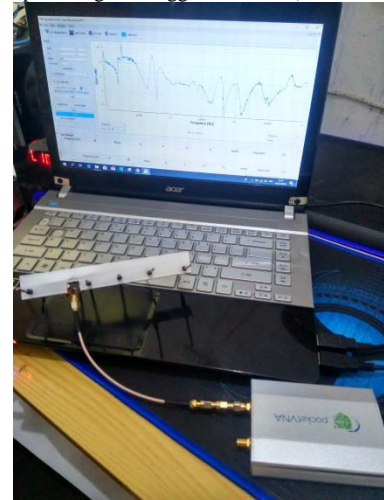
Hasil pada pengujian antenna yagi menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) :



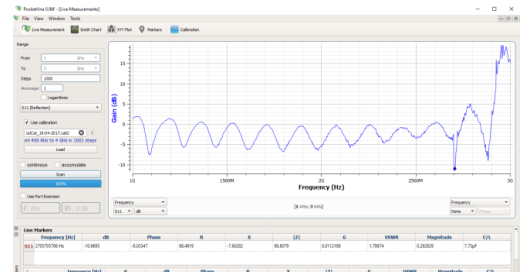
Gambar 17. uji coba antenna dipol menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



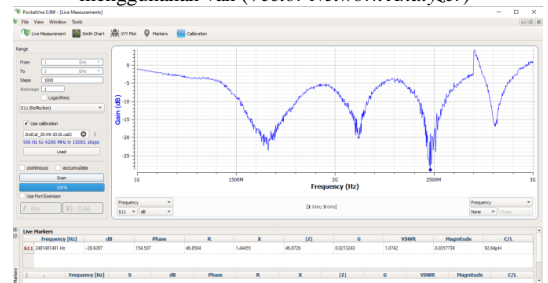
Gambar 18. hasil uji coba antenna dipol 30mm sesuian perhitungan menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



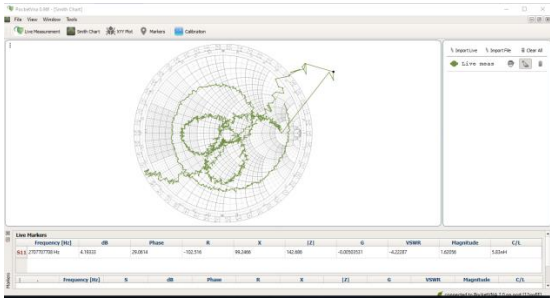
Gambar 19. uji coba antenna yagi menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



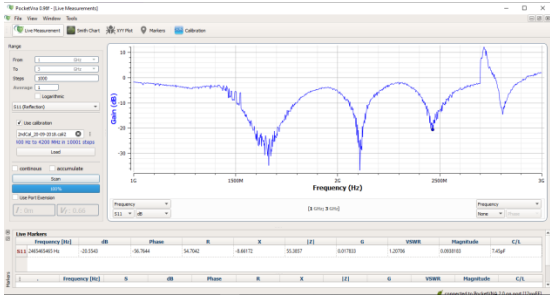
Gambar 20. hasil uji coba antenna yagi sesuian perhitungan menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



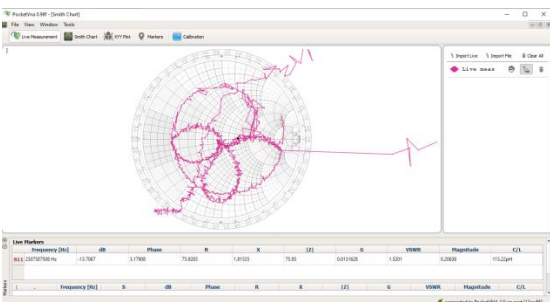
Gambar 21. hasil uji coba antenna dipol setelah optimalisasi menggunakan van (*Vector Network Analyzer*)



Gambar 22. smith chart antenna dipol setelah optimalisasi menggunakan van (Vector Network Analyzer)



Gambar 23. hasil uji coba antenna yagi setelah optimalisasi menggunakan van (Vector Network Analyzer)



Gambar 24. smith chart antenna yagi setelah optimalisasi menggunakan van (Vector Network Analyzer)

Tabel 4.2 Hasil pengukuran antenna yagi sesuai perhitungan menggunakan vna (Vector Network Analyzer)

Jenis antenna	frekwensi	S11/ return loss	vswr	beamwidth
Dipol	2,01 ghz	-41.79 db	1.016	197 mhz
yagi	2.7 ghz	-10.96 db	1.78	34 mhz

Tabel 4.2 Hasil pengukuran antenna daipol menggunakan vna (Vector Network Analyzer)

$\lambda/4$ (mm)	Realisasi (optimalisasi)			
	F (ghz)	S11 (db)	vswr	Bandwidth (mhz)
80	1.49	-54.36	1.003	192
74	2.08	-49.23	1.006	275
7	2.48	-28.92	1.07	72

Tabel 4.2 Hasil pengukuran antenna yagi menggunakan vna (Vector Network Analyzer)

$\lambda/4$ (mm)	Realisasi (optimalisasi)			
	F (ghz)	S11 (db)	vswr	Bandwidth (mhz)
59	2.7	-10.96	1.78	34
7	2.46	-20.55	1.20	88

4.4.1 Langkah pengukuran menggunakan spektrum analyzer pada antenna yagi

- Menghubungkan antenna yagi ke spektrum analyzer
- Mengaktifkan ESP8266 yang terkoneksi dengan antenna 3dBi
- Menentukan jarak 2 meter antara ESP 8266 dengan spektrum analyzer yang terintegrasi dengan antenna yagi
- Mengamati hasil pengujian pada spektrum analyzer
- Untuk mendapatkan pola radiasi yang di pancarkan maka Dilakukan dengan memutar antenna yagi pada ESP 8266 sebanyak 360° secara bertahap hingga mendapatkan hasil yang sesuai.

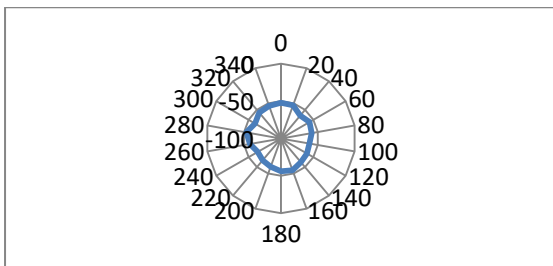
Hasil pada pengujian antenna yagi menggunakan spektrum analyzer :



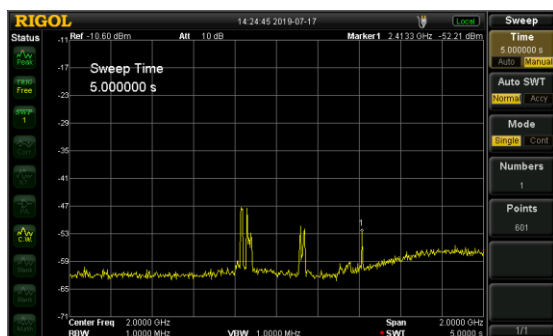
Gambar 4.21 pengukuran antenna yagi menggunakan spektrum analyzer

Tabel 4.8 hasil pengukuran pola radiasi antenna yagi menggunakan spektrum analyzer

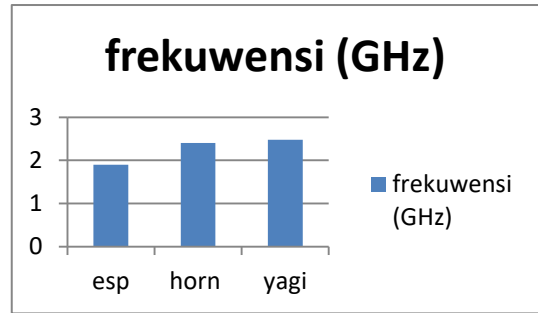
Derajat (°)	Frekwensi (GHz)	Gain (dBm)
0	2.413	-52,21
20	2.413	-52,71
40	2.413	-60,01
60	2.413	-55,96
80	2.413	-58,14
100	2.413	-61,12
120	2.413	-59,8
140	2.413	-58,56
160	2.413	-54,88
180	2.413	-55,97
200	2.413	-59,74
220	2.413	-61,81
240	2.413	-64,18
260	2.413	-57,9
280	2.413	-52,88
300	2.413	-60,1
320	2.413	-54,76
340	2.413	-53,59



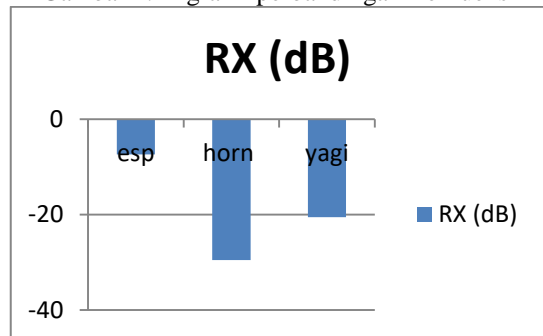
Gambar 4.22 Polaradiasi antenna yagi



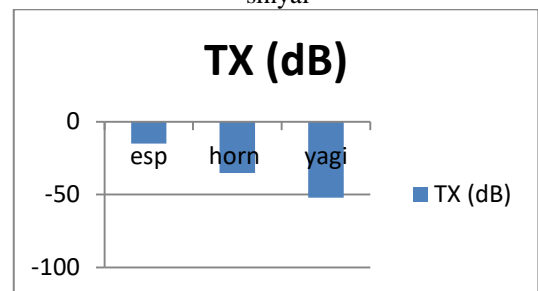
Gambar 4.23 Hasil pengukuran antenna yagi menggunakan spektrum analyser



Gambar 4.24 grafik perbandingan frekruensi



Gambar .4.25 grafik perbandingan RX atau pengiriman sinyal



Gambar 4.25 grafik perbandingan TX atau penerimaan sinyal

Dari hasil pengujian antenna menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) untuk mengetahui matching di lakukan secara bertahap dari dipol sampai dengan yagi, terjaditrial and eror pada pengaplikasiannya di karenakan hasil perhitungan pada perancangan bab3 tidak maksimal atau tidak sesuai dengan tujuan yaitu antenna harus berkerja pada frekwensi 2,4GHz dan return loss lebih dari -10db maka dilakukan penyesuaian seperti mengurangi hingga menambahkan panjang dari bagian pada antenna monopol hingga mencapai hasil yang di inginkan seperti yang terjadi pada percobaan menggunakan VNA pada antenna yagi hingga mendapat kan hasil efektif poadna panjang dipol yang telah dipasangkan dengan dipol 70mm, frekwensi kerja 2,46 GHz, S11 -20,55 dB, VSWR 1.2, bandwidth 88MHz.

V. Penutup

A. Kesimpulan

1. Pada percobaan menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) antara antena 3dbi pada esp8266 dengan antena yang dirancang yaitu horn dan yagi terjadi peningkatan secara signifikan.
2. Antena yang dirancang yaitu yagi dan horn jauh lebih baik dari antena 3dbi esp8266 dan dapat berkerja pada 2,4ghz.

B. Saran

1. Pada pengukuran menggunakan vna (*Vector Network Analyzer*) pada antena yang telah dirancang yaitu antena yagi dan antena horn hasil perhitungan tidak berkerja pada frekuensi 2.4ghz hingga diperlukan optimalisasi hingga dapat berkerja pada frekuensi 2.4ghz
2. Pengambilan data harus dilakukan secara berulang-ulang untuk memastikan hasil yang sesuai pada antena karena dapat terjadi eror yang menyebabkan nilai berubah-ubah

REFERENSI

Arafat, S.Kom, M.Kom, 2016, *SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH BERBASIS Internet Of Things (IoT) Dengan ESP8266*, Technologia.

Carlo Fonda, Marco Zennaro, 2004, *Radio Laboratory Handbook*.

Espressif Systems IOT Team, 2015, *ESP8266EX Datasheet*, <http://bbs.espressif.com/>

Josué Arturo Martínez del hoyo, *yagi antena*, UNIVERSIDAD POLITECNICA DEL ESTADO DE DURANGO

Martin nirsvhl, 2014, *pocet vna*, germany

W.L. Stutzman and G.A. Thiele, *Antenna Theory and Design*, Wiley, New York, 1998

(wikipedia, spektrum analyzer, 2013, https://ms.wikipedia.org/wiki/Penganalisa_spektrum)
(wikipedia, Vector Network Analyzer, 2019, [https://en.wikipedia.org/wiki/Network_analyzer_\(electrical\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Network_analyzer_(electrical)))

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari 4 bersaudara dari pasangan Bapak Ardiman dan Ibu Julaiha yang lahir di Loa janan pada 08 juni 1996. Penulis mulai mengenyam pendidikan dasar di SDN 003 Loa janan, kemudian pada tahun 2008 melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 5 Loa janan, kemudian pada tahun 2011 melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 2 Samarinda, dan pada tahun 2014 penulis diterima di ITN Malang dengan mengambil program studi Teknik Elektro dengan peminatan yang dipilih Teknik Telekomunikasi S1. Selama menempuh pendidikan S1 di ITN Malang penulis turut berpartisipasi sebagai asisten laboratorium Telekomunikasi dan juga mengikuti unit kegiatan mahasiswa di Himpunan Mahasiswa Tehnik Pencinta Alam (HIMAKPA).