

ANALISIS PENGARUH SPACING ANTAR ELEMEN TERHADAP GAIN PADA ANTENA YAGI 5 ELEMEN FREKUENSI 2,4 GHz

Ade Saputra¹, Hanesman², Sukaya²
Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang
Email: adhe.flicker@gmail.com

Abstract

This research was motivated by a relatively small laptop power receives Wi-Fi signals, so it needs a directional antenna that has a high gain Yagi antenna like. This research is to: demonstrate the effect of spacing between elements to Yagi antenna gain, get the fixed spacing, knowing gain of Yagi antenna being tested and how much spacing between elements effect to gain enhancement statistically. This research use Gain Comparison Method. It is performed by CST Studio Suite simulation and measurements on 3 measurement points (TP), in a free barrier room, prevented plywood, and walled. Minimum and maximum of Spacing is $0,05\lambda$ and $0,35\lambda$. The analysis showed: (1) Changes the spacing between elements of Yagi antenna using CST Studio Suite and the design of the AUT antenna proven effect on the gain. Changing the minimum space to maximum increase the gain until the optimal space, then decreased. (2) The fixed spacing settings by optimal space. Space-1 optimal of simulation is $0,115\lambda$; $0,205\lambda$ for space-2; $0,2\lambda$ for space-3, and $0,22\lambda$ for space-4. Space-1 optimal of Yagi AUT is $0,127\lambda$, space-2 = $0,201\lambda$, space-3 = $0,196\lambda$, and space-4 = $0,22\lambda$. (3) Simulation result has gain 9,8 dB, Yagi AUT has 9,68 dB, and the commercial Yagi antenna by 14 elements has 11,84 dB. (4) The regression coefficient for space-1 (X_1) is $-58,534 < \text{distance coefficient of signal source to TP } (X_2)$. Space-2 (X_1) coefficients = $-12,53 < X_2$ coefficient = $-12,543$. Space-3 (X_1) coefficients = $0,72 > X_2$ coefficient = $-1,289$. Space-4 (X_1) coefficients = $30,939 > X_2$ coefficient = $-1,332$.

Keywords : Spacing of Elements, Gain, Yagi Antenna, Gain Comparison Method, CST Studio Suite

A. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi berkembang seiring perkembangan ilmu pengetahuan, terutama teknologi komunikasi. Teknologi informasi awalnya ditransmisikan lewat kawat tembaga. Sesuai perkembangan teknologi maka sekarang sudah dikembangkan teknologi *wireless* (tanpa kabel). Salah satu bentuk teknologi tanpa kabel adalah layanan *Wireless Fidelity* (Wi-Fi).

Menurut Pramudi (2008: 46) “Wi-Fi merupakan sekumpulan standar yang digunakan untuk Jaringan Lokal Nirkabel (*Wireless Lokal Area Networks* atau WLAN) yang didasari pada spesifikasi 802.11”. penggunaan teknologi tanpa

kabel seperti Wi-Fi tidak terlepas dari antena yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas, atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas.

Menurut Mudrik (2011: 4) “sebuah antena didefinisikan sebagai piranti yang dipergunakan untuk mengubah gelombang tertuntun di pemancar menjadi gelombang ruang bebas”. Sedangkan menurut Pramudi (2008: 123) “antena dapat juga didefinisikan sebagai sebuah atau sekelompok konduktor yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas”.

¹ Prodi Pendidikan Teknik Elektronika FT-UNP

² Dosen Jurusan Teknik Elektronika FT-UNP

Suatu antena jika difungsikan untuk sebuah pemancar ataupun penerima memiliki karakteristik yang sama. Mudrik (2011: 9) mengatakan bahwa “antena itu sendiri dianggap berfungsi secara *resiprok*, artinya, karakteristik antena sama apakah dipakai sebagai antena pemancar ataupun sebagai antena penerima”.

Syarat dari antena yang baik itu dapat memancarkan dan menerima energi gelombang radio dengan arah yang sesuai dengan aplikasi yang dibutuhkan. Antena harus mampu mengkonsentrasikan energi pada suatu arah yang diinginkan.

Pemilihan suatu antena ditentukan sesuai dengan arah pola pancaran gelombang yang akan ditransmisikan. Pemancaran itu dapat ke semua arah, atau hanya ke suatu arah tertentu saja. Untuk pemancaran pola radiasi ke semua arah dapat menggunakan jenis antena yang memiliki sifat *omnidirectional*, sedangkan untuk pemancaran pola radiasi ke satu arah bisa digunakan jenis antena yang bersifat *directional*.

Akses *point* dalam teknologi Wi-fi, biasanya menggunakan antena yang sifatnya *omnidirectional*. Antena *omnidirectional* pada akses *point* memancarkan energinya ke semua arah. *Gain* dari antena *omnidirectional* pada akses *point* seperti *Engenius ECB9500* sebesar 5dBi, sehingga jangkauan pola pancarnya tidak terlalu jauh.

Menurut JogjaBolic (2013: 4) “*power laptop relative* kecil untuk menangkap sinyal, area yang dapat dijangkau oleh *laptop* untuk mengakses jaringan internet adalah 200 – 300 meter dari sumber”. Area diluar tersebut tidak mampu lagi dijangkau oleh *laptop*, akibatnya bagi pengguna yang jaraknya relatif jauh dari sumber (akses *point*) tidak mampu menerima daya pancarnya.

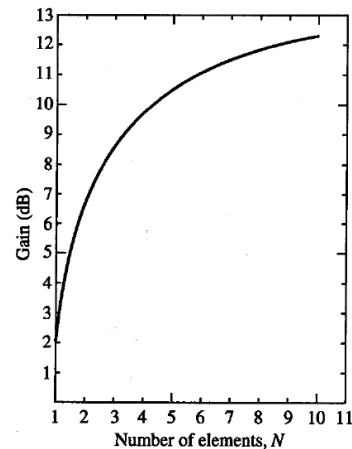
Mengatasi masalah tersebut, penerima membutuhkan antena yang memiliki keterarahan pola radiasi yang baik dan mampu menjangkau sinyal ke arah yang lebih jauh. Maka jenis antena yang dibutuhkan adalah antena dengan sifat *directional* dan memiliki *gain* yang tinggi.

Menurut Milligan (2005: 3) “*gain* adalah ukuran dari kemampuan antena untuk mengarahkan radiasi daya masuk pada arah tertentu dan diukur pada intensitas puncak radiasi”. Sedangkan menurut Ahmad (2013: 4) “*gain* adalah penguatan atau kemampuan pada antena yang berhubungan dengan *directivity* dan efisiensi antena”.

Menurut Dwi (2012: 3) “*gain* yang besar akan memperkuat penerimaan sinyal”. *Gain* yang

tinggi akan sangat membantu dalam pemancaran maupun dalam penerimaan gelombang elektromagnetik, terutama ke arah yang relatif jauh. Salah satu antena *directional* yang memiliki *gain* yang tinggi adalah seperti antena Yagi.

Berdasarkan Gambar 1 jumlah elemen yang membangun antena Yagi berpengaruh terhadap *gain*-nya. Besar *gain* meningkat secara drastis hingga jumlah elemen mencapai 5 elemen. Penambahan elemen lebih dari itu, pengaruhnya hanya sedikit.



Gambar 1. Pengaruh jumlah elemen terhadap *gain*

Gain antena Yagi sangat dipengaruhi oleh besarnya elemen-elemen yang membangun antena, kemudian jarak antar elemen juga memberikan pengaruh terhadap *gain* antena tersebut. Sunarto (1998: 5) juga mengatakan bahwa “*power gain* antena tergantung pada *spacing* antar elemen”.

Tujuan penelitian ini untuk membuktikan pengaruh *spacing* antar elemen terhadap *gain* pada antena Yagi, mendapatkan rancangan antena yang memiliki *spacing* yang tepat, mengetahui besar *gain* dari rancangan antena Yagi yang diuji coba, serta mengetahui seberapa besar pengaruh *spacing* antar elemen terhadap peningkatan *gain* antena Yagi AUT yang diuji coba secara statistik.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini tergolong dalam penelitian eksperimen, Variabel *independen* (variabel bebas) pada penelitian ini adalah *Spacing* antar elemen antena Yagi AUT sebagai X_1 , dan Jarak sumber sinyal (akses *point*) dengan titik pengukuran sebagai X_2 . Variabel *dependen* (Variabel terikat) pada penelitian ini adalah daya terima dari antena Yagi AUT.

Objek penelitian ini adalah antena Yagi 5 elemen dengan simulasi dan Yagi AUT. Antena

Yagi secara teoritis yaitu sejenis antena yang terdiri dari 3 macam elemen. Ketiga macam elemen yang memegang peranan penting dalam konstruksi antena Yagi yaitu reflektor, *driven*, dan direktor.

Reflektor merupakan elemen pemantul, dan ditempatkan dibelakang *driven*. Menurut Mudrik (2011: 87) “reflektor adalah kawat yang diletakkan didekat *dipole* yang diberi sumber (*driven dipole*) yang bertugas merefleksikan balik gelombang yang mendatanginya”. Bagian *driven* merupakan bagian yang memegang peranan utama pada antena Yagi. Menurut Tito (2008: 1) “*driven* merupakan bagian paling penting dari sebuah antena Yagi karena elemen inilah yang akan membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan dipancarkan. Direktor merupakan elemen yang berfungsi sebagai pengarah yang terletak didepan *driven*. Direktor akan menuntun radiasi dari *driven* menuju ke satu arah.

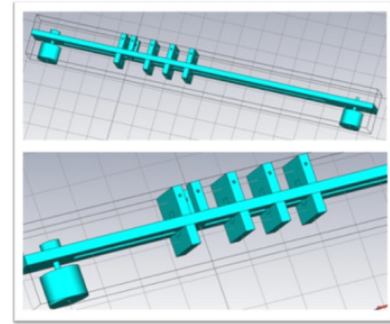
Spesifikasi dari antena Yagi untuk simulasi dan antena Yagi AUT dapat dilihat seperti Tabel 1.

Tabel 1: Perencanaan spesifikasi dari antena Yagi Simulasi dan AUT

Item	Spesifikasi Yagi Simulasi dan AUT
Frekuensi Kerja	2,4 GHz
Impedansi Terminal	50 Ω
Material	Kawat tembaga
Diameter	1,5 mm
Panjang Reflektor	0,5 λ (62,5 mm)
Panjang <i>Driven</i>	0,44 λ (55 mm)
Panjang Direktor	0,4356 λ (54,45 mm)

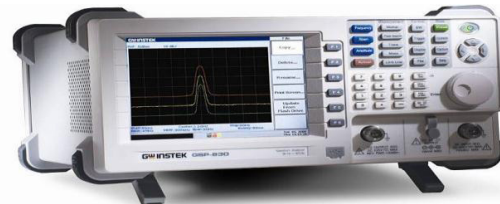
Perakitan suatu antena Yagi dilakukan dengan memasang elemen-elemen yang telah diperhitungkan ukuran dimensinya. Selain itu perencanaan nilai *spacing* antar elemen juga ditentukan, karena akan memberikan pengaruh pada nilai *gain*-nya. Sehingga dalam penelitian ini agar memudahkan dalam mencari *space* supaya diperoleh *gain* yang optimal, maka dirancang alat penggeser elemennya.

Alat penggeser elemen merupakan alat yang digunakan sebagai pengubah posisi penempatan elemen-elemen antena Yagi pada saat melakukan uji coba. Alat ini sengaja dirancang sehingga bisa diperoleh nilai *gain* dari antena Yagi yang diuji coba secara linear. Tujuannya agar posisi *spacing* untuk *gain* optimal bisa diperoleh dengan tepat. Alat penggeser elemen antena Yagi terbuat dari bahan isolator seperti Gambar 2.



Gambar 2. Alat penggeser elemen antena Yagi

Instrumen yang digunakan adalah *Spectrum Analyzer* tipe GW INSTEK GSP 827 seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. *Spectrum Analyzer*

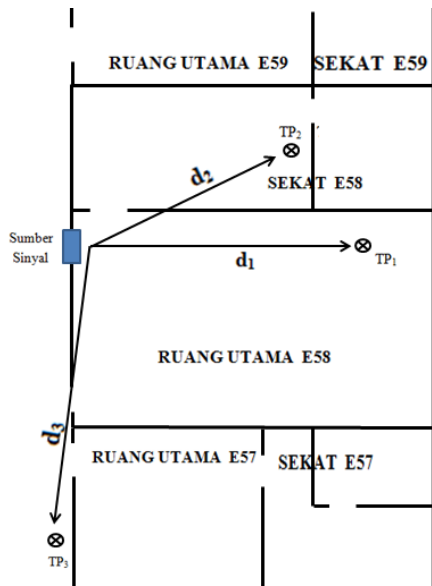
Pengubahan *spacing* antar elemen dimulai dari posisi *space* minimal yaitu 0,05λ hingga posisi *space* maksimal yaitu 0,35λ. Penelitian ini dilakukan dengan simulasi menggunakan *software CST Studio Suite* dan pengukuran pada antena Yagi AUT (Antena Yagi yang diuji coba).

CST Studio Suite merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk merancang dan mensimulasikan antena yang diinginkan. CST dapat melihat karakteristik parameter antena seperti *gain*, *bandwidth*, pola radiasi, [S1.1], dan lain-lain.

Uji coba dimulai dari membuat elemen reflektor dan *driven*. Kedua elemen tersebut dipisahkan oleh *space-1*. Guna mencari *space-1* optimal, maka *space-1* diubah dari posisi *space* minimal hingga *space* maksimal. *Space* optimal diperoleh apabila pada posisi tersebut menghasilkan *gain* optimal. Setelah diperoleh *space-1* optimal, kemudian ditambahkan elemen direktor 1 guna mencari *space-2* optimal. Setelah itu ditambahkan elemen direktor 2 guna mencari *space-3* optimal. Kemudian ditambahkan direktor 3 guna mencari *space-4* optimal. Sewaktu penambahan elemen, *space* sebelumnya tetap pada *space* optimal. Setelah dilakukan simulasi maka dilakukan pengukuran pada 3 Titik Pengukuran (TP) seperti Gambar 4.

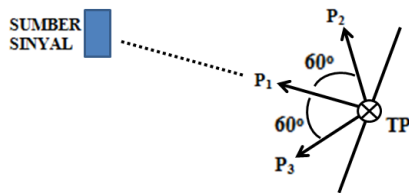
TP 1 berada di ruang utama E58 dengan jarak d_1 , yaitu sejauh 6,2 meter dari sumber sinyal. TP 2 berada di ruang sekat E58 dengan jarak d_2 , yaitu sejauh 5 meter dari sumber sinyal. TP 3 di luar ruangan E57 dengan jarak d_3 , yaitu

sejauh 12,5 meter dari sumber sinyal. Tinggi antenna penerima 1,1 meter. Tinggi sumber sinyal 2,2 meter.



Gambar 4. Titik pengukuran penelitian

Setiap TP dilakukan pengubahan sudut sesuai Gambar 5.



Gambar 5. Sudut pengukuran

Pengukuran P_1 dilakukan dengan posisi 0° terhadap sumber sinyal dan dilakukan pencarian *space* optimal dari masing-masing *spacing* antar elemen. Pengukuran P_2 dilakukan dengan posisi 60° ke kanan dan P_3 ke kiri terhadap sumber sinyal, dilakukan dengan sesunan elemen antenna AUT yang menggunakan *space* optimal.



Gambar 6. Antena Grid 2,4 GHz

Besaran yang diukur menggunakan *Spectrum Analyzer* untuk memperoleh nilai *gain* adalah daya terima antenna. Pengukuran diawali dengan mengukur daya terima antenna Referensi (P_s) yaitu pada antenna Grid 2,4 GHz dengan besar *gain* 24 dB. Sumber sinyal yang digunakan adalah sinyal dari akses *Point* E58.

Pengukuran selanjutnya yaitu pengukuran daya terima (P_T) pada *Antenna Under Test* (AUT). Kemudian dilakukan pengukuran pada antenna Yagi Komersial dengan spesifikasi sesuai Tabel 3 dan Gambar 7.

Tabel 3: Spesifikasi antenna Yagi Komersial

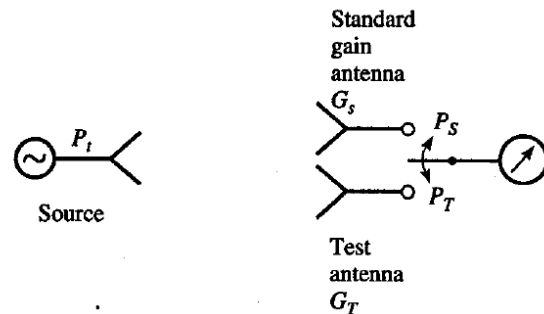
Item	Spesifikasi Yagi Komersial
Jenis	Antena Yagi
Frekuensi Kerja	2,4 GHz
Jumlah Elemen	14 elemen
<i>Spacing driven-reflektor</i>	3,5 cm
<i>Spacing driven-direktor 1</i>	2,5 cm
<i>Spacing antar direktor</i>	3,5 cm



Gambar 7. Antena Yagi 2,4 GHz 16 dB

Metode yang digunakan adalah metode perbandingan *gain* (*Gain Comparison Method*). Balanis (1997: 869) mengatakan "*Gain Comparison Method* menggunakan suatu *gain* standar (*gain* yang sudah diketahui) untuk menentukan *gain* yang sebenarnya".

Suatu daya pancar P_i dipancarkan oleh antenna dari suatu sumber, kemudian ditujukan pada antenna yang akan diukur. Daya terima diukur pada antenna yang dijadikan sebagai antenna Referensi (antenna standar) dengan nilai P_s yang mana *gain*-nya sudah diketahui, dan pada antenna AUT (*Antenna Under Test*) dengan nilai P_T yang mana *gain*-nya belum diketahui. Metode *Gain Comparison Method* dijelaskan seperti pada Gambar 8. Perhitungan *gain* (G_T) dilakukan dengan persamaan (1) untuk satuan Watt. Apabila dalam satuan dBm, dilakukan seperti persamaan (2).



Gambar 8. Gain Comparison Method

Pers (1) ...

$$G_T = \frac{P_T}{P_S} \times G_S$$

Pers (2) ...

$$G_T(dB) = P_T(dBm) - P_S(dBm) + G_S(dB)$$

Dimana:

G_T = gain Antena Under Test (AUT)

G_S = gain antena Referensi (antena standar)

P_T = daya terima Antena AUT

P_S = daya terima antena Referensi

Statistika yang digunakan adalah Analisa Regresi Berganda dengan dua variabel bebas. Menurut Sugiyono (2007: 275) “analisa regresi ganda digunakan untuk meramalkan keadaan (naik turunnya) variabel dependen (kriterium), bila dua atau lebih variabel independen sebagai faktor prediktor dimanipulasi (dinaik turunkan nilainya)”. Regresi berganda dua prediktor terdiri dari dua variabel independen yaitu X_1 dan X_2 , yang mana mempengaruhi suatu variabel dependen, yaitu Y. Persamaan Regresinya dapat dilihat pada persamaan (3).

Pers .. (3)

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$$

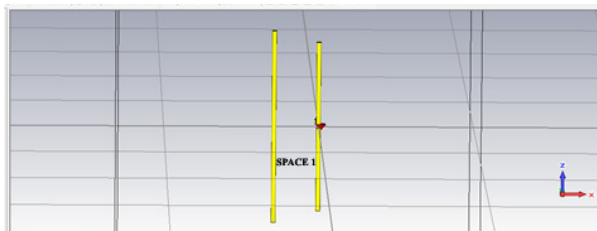
C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh dari data hasil simulasi antena Yagi menggunakan *software CST Studio Suite*, dan hasil pengukuran.

1. Hasil Simulasi

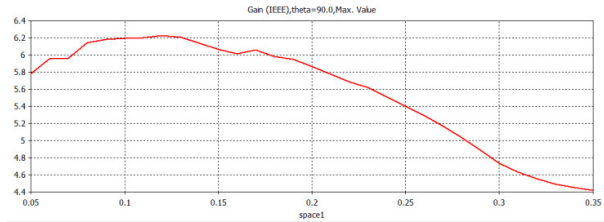
a. Space-1

Simulasi yang dilakukan untuk *space-1* seperti Gambar 9 diperoleh hasil seperti pada Gambar 10. Perubahan *space-1* dengan simulasi diketahui bahwa memiliki pengaruh terhadap *gain*.

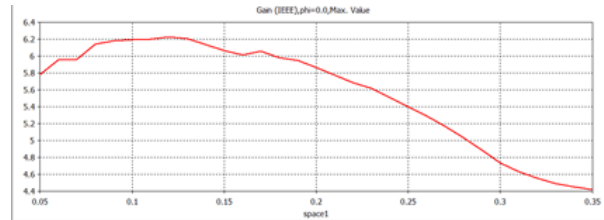


Gambar 9. Elemen *driven* dan reflektor

Pengubahan *space-1* mulai dari posisi $0,05\lambda$ hingga posisi $0,35\lambda$ maka nilai *gain*-nya juga berubah. Penggeseran tersebut menghasilkan peningkatan *gain* hingga posisi $0,115\lambda$, setelah itu terjadi penurunan. Hasil perubahan *space-1* dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11.



Gambar 10. Grafik simulasi pengaruh *space-1* terhadap *gain* ($\theta = 90^\circ$).

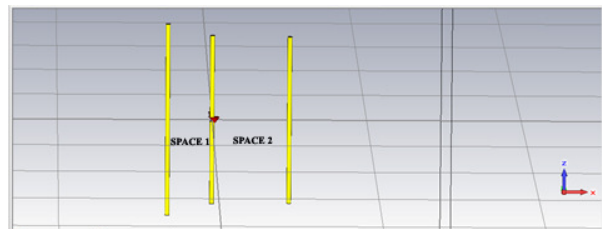


Gambar 11. Grafik simulasi pengaruh *space-1* terhadap *gain* ($\phi = 0^\circ$).

Berdasarkan Gambar 10 dan 11 yang diperoleh dari hasil simulasi *space-1*, maka besar *gain* dari *space-1* optimal sejauh $0,115\lambda$ adalah sebesar 6,2305 dB.

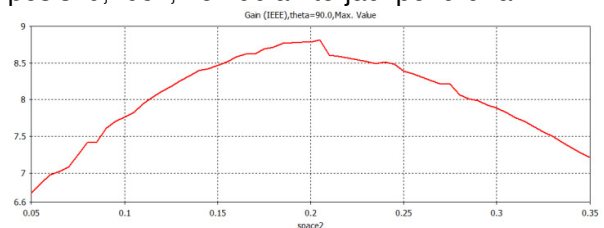
b. Space-2

Setelah diperoleh *space-1* untuk *gain* optimal sejauh $0,115\lambda$, maka dilakukan perubahan *space-2* dari *space* minimal hingga *space* optimal seperti Gambar 12. Berdasarkan perubahan tersebut diperoleh hasil seperti pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 12. Elemen *driven*, reflektor, dan direktor 1

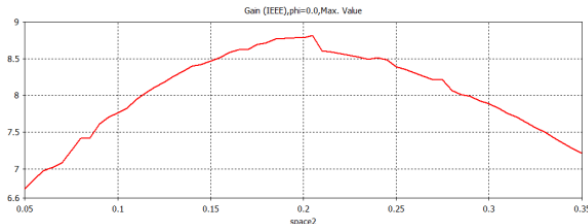
Pengubahan *space-2* dengan simulasi diketahui memiliki pengaruh terhadap *gain*. Perubahan *space-2* meningkatkan *gain* hingga posisi $0,205\lambda$, kemudian terjadi penurunan.



Gambar 13. Grafik simulasi pengaruh *space-2* terhadap *gain* ($\theta = 90^\circ$).

Berdasarkan Gambar 13 dan 14 yang diperoleh dari hasil simulasi *space-2*, maka besar

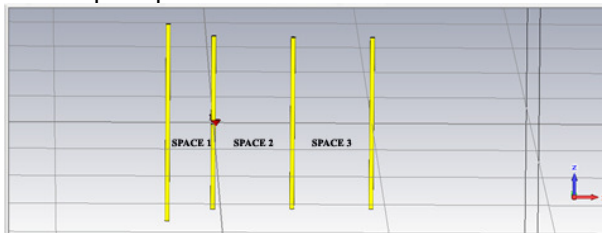
gain dari *space-2* optimal sejauh $0,205\lambda$ adalah sebesar 8,8161 dB.



Gambar 14. Grafik simulasi pengaruh *space-2* terhadap gain ($\phi 0^\circ$)

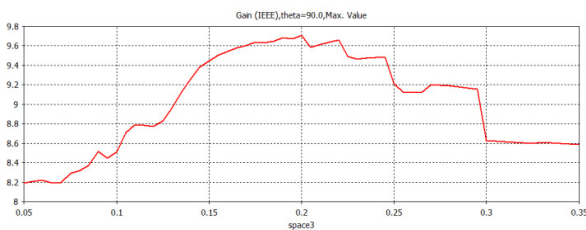
c. *Space-3*

Setelah diperoleh nilai *space-2* untuk gain optimal sejauh $0,205\lambda$, maka dilakukan perubahan untuk *space-3* dari *space* minimal hingga *space* maksimal seperti Gambar 15. Berdasarkan perubahan tersebut diperoleh hasil seperti pada Gambar 16 dan 17.

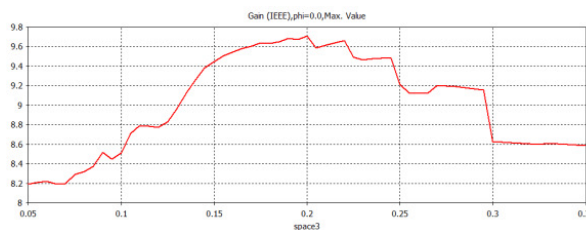


Gambar 15. Elemen *driven*, reflektor, direktor 1, dan direktor 2

Pengubahan *space-3* dengan simulasi diketahui memiliki pengaruh terhadap gain. Perubahan *space-3* meningkatkan gain hingga posisi $0,2\lambda$, kemudian terjadi penurunan.



Gambar 16. Grafik simulasi pengaruh *space-3* terhadap gain ($\theta 90^\circ$).

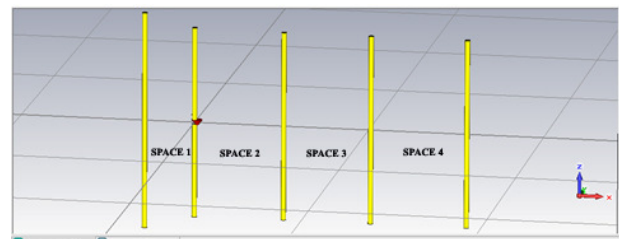


Gambar 17. Grafik simulasi pengaruh *space-3* terhadap gain ($\phi 0^\circ$)

Berdasarkan Gambar 16 dan 17 yang diperoleh dari hasil simulasi *space-3*, maka besar gain dari *space-3* optimal sejauh $0,2\lambda$ adalah sebesar 9,7049 dB

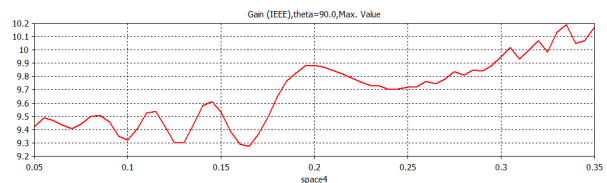
d. *Space-4*

Setelah diperoleh nilai *space-3* untuk gain optimal sejauh $0,2\lambda$, maka dilakukan perubahan *space-4* dari *space* minimal hingga *space* maksimal seperti Gambar 18.

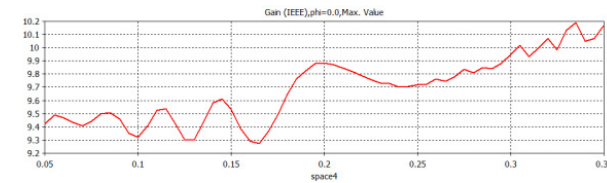


Gambar 18. Elemen *driven*, reflektor, direktor 1, dan direktor 2

Berdasarkan perubahan tersebut maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 19 dan 20. Perubahan *space-4* meningkatkan gain. Agar posisi *space-4* bisa menjadikan antenna lebih terfokus pada frekuensi kerja yang dibutuhkan secara optimal, maka dilihat nilai $[S_{1.1}]$ nya terlebih dahulu.

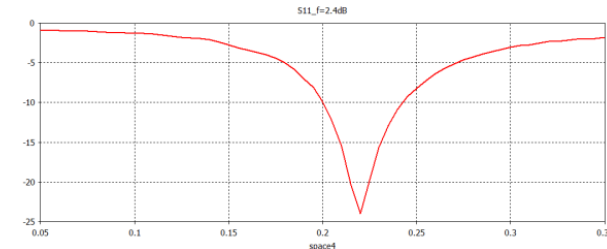


Gambar 19. Grafik simulasi pengaruh *space-3* terhadap gain ($\theta 90^\circ$)

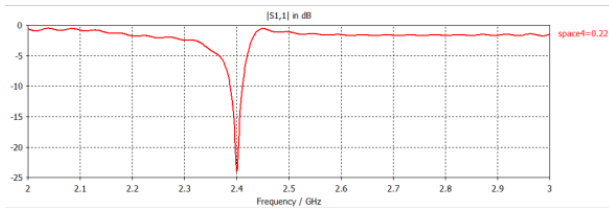


Gambar 20. Grafik simulasi pengaruh *space 3* terhadap gain ($\phi 0^\circ$)

Nilai $[S_{1.1}]$ akibat perubahan *space-4* dapat dilihat seperti pada Gambar 21 dan Gambar 22. Sehingga diperoleh hasil optimal untuk *space-4* sejauh $0,22\lambda$ dengan gain sebesar 9,8 dB.

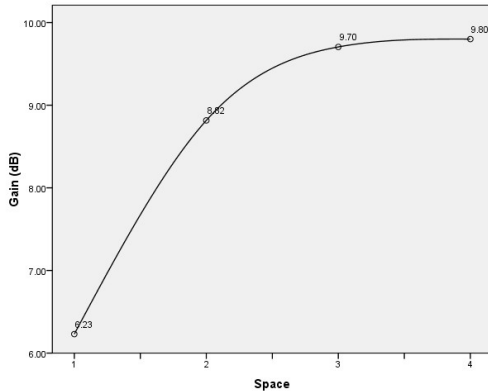


Gambar 21. Grafik simulasi pengaruh *space-4* terhadap $[S_{1.1}]$ yang difokuskan pada frekuensi 2,4 GHz.



Gambar 22. Grafik simulasi [S1.1] pada *space*-4 dengan jarak 0,22λ.

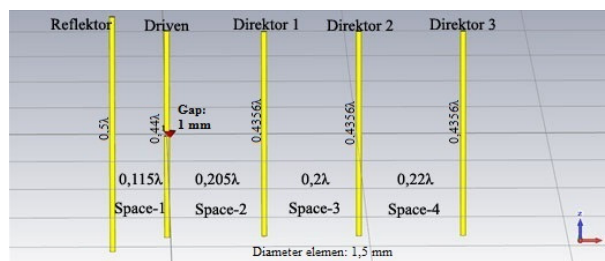
Bentuk grafik *gain* yang dihasilkan dari setiap *spacing* antena Yagi hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Grafik dari *gain* setiap *spacing*

Besar *gain* antena Yagi Simulasi hasil dari *space*-1 optimal 0,115λ sebesar 6,2305 dB. *Gain* dari *space*-2 optimal 0,205λ sebesar 8,8161 dB. Hasil dari *space*-3 optimal 0,2λ sebesar 9,7049 dB, dan *gain* hasil dari *space*-4 optimal 0,22λ sebesar 9,8 dB.

Setelah dilakukan perubahan masing-masing *spacing* antar elemen pada antena Yagi saat simulasi, maka pengaturan *spacing* antar elemen pada simulasi antena Yagi yang tepat dapat diperoleh.



Gambar 24. Penempatan *spacing* untuk simulasi

Pengaturan *spacing* antar elemen yang tepat untuk Yagi dengan spesifikasi sesuai Tabel 1 berdasarkan hasil simulasi menggunakan CST Studio Suite yaitu pada *space*-1 sejauh 0,115λ, *space*-2 sejauh 0,205λ, *space*-3 sejauh 0,2λ, dan *space*-4 sejauh 0,22λ seperti Gambar 24.

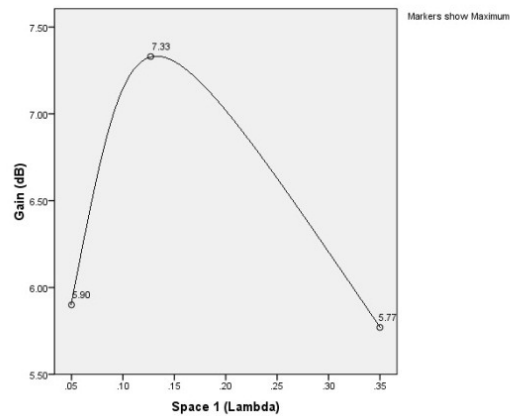
2. Hasil Pengukuran

Setelah dilakukan pengukuran daya terima antena Referensi, Yagi AUT, dan Yagi Komersial di 3 TP, maka data tersebut diolah dengan mencari nilai rata-rata (*mean*) dari daya terima masing-masing jenis antena. Setelah diperoleh, maka *gain* dihitung dengan *Gain Comparison Method*.

a. Antena Yagi AUT

1) Space-1

Besar *gain* yang diperoleh dari penggeseran *space*-1 setelah diolah dapat dilihat seperti Gambar 25. Perubahan *spacing* berdasarkan pengukuran antena Yagi AUT diketahui berpengaruh terhadap *gain*. Perubahan *space*-1 mulai dari posisi *space* minimal yaitu 0,05λ hingga posisi *space* maksimal sejauh 0,35λ diketahui dapat meningkatkan *gain* hingga posisi *space* 0,127λ setelah itu terjadi penurunan.

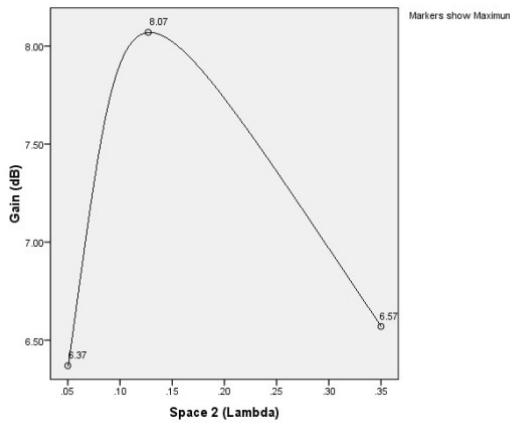


Gambar 25. Grafik pengaruh *space*-1 Yagi AUT terhadap *gain* hasil pengukuran (ϕ^0)

Berdasarkan Gambar 25 yang diperoleh dari hasil rata-rata dari perubahan *space*-1 pada antena Yagi AUT di 3 TP, maka besar *gain* dari *space*-1 optimal sejauh 0,127λ adalah sebesar 7,33 dB.

2) Space-2

Setelah diperoleh *space*-1 untuk *gain* optimal sejauh 0,127λ, maka dilakukan pengukuran berdasarkan perubahan *space*-2. Hasil yang diperoleh setelah dilakukan pengolahan dapat dilihat seperti pada Gambar 26. Perubahan *space*-2 dari *space* minimal hingga *space* maksimal dapat meningkatkan *gain* hingga posisi *space*-2 sejauh 0,201λ, kemudian terjadi penurunan.

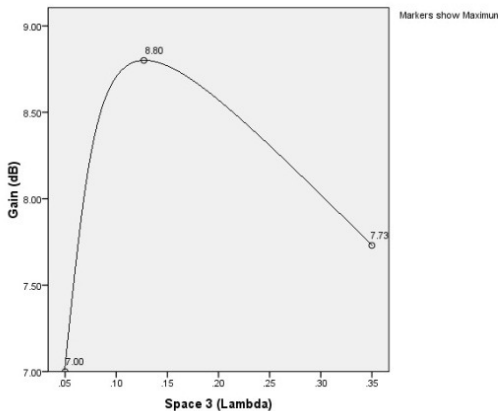


Gambar 26. Grafik pengaruh *space-2* Yagi AUT terhadap *gain* hasil pengukuran ($\phi 0^0$)

Berdasarkan Gambar 26 yang diperoleh dari hasil rata-rata dari perubahan *space-2* pada antenna Yagi AUT di 3 TP, maka besar *gain* dari *space-2* optimal sejauh $0,201\lambda$ adalah sebesar 8,07 dB.

3) *Space-3*

Setelah diperoleh *space-2* untuk *gain* optimal sejauh $0,201\lambda$, maka dilakukan pengukuran dengan perubahan jarak *space-3*. Berdasarkan perubahan *space-3* tersebut setelah diolah maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 27. Perubahan *space-3* dari *space* minimal hingga *space* maksimal meningkatkan *gain* hingga posisi $0,196\lambda$, kemudian terjadi penurunan.



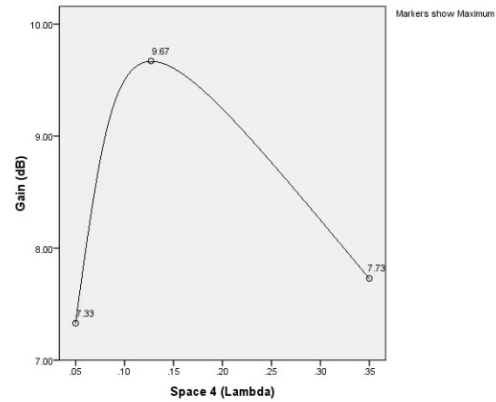
Gambar 27. Grafik pengaruh *space-3* Yagi AUT terhadap *gain* hasil pengukuran ($\phi 0^0$).

Berdasarkan Gambar 27 yang diperoleh dari hasil rata-rata dari perubahan *space-3* pada antenna Yagi AUT di 3 TP, maka besar *gain* dari *space-3* optimal sejauh $0,196\lambda$ adalah sebesar 8,8 dB.

4) *Space-4*

Setelah diperoleh *space-3* untuk *gain* optimal sejauh $0,196\lambda$, maka dilakukan

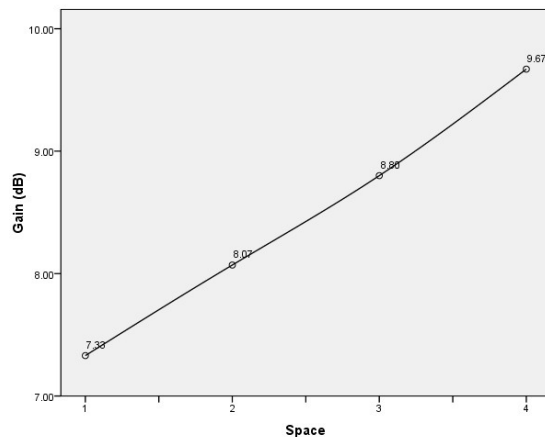
pengukuran dengan mengubah *space-4* dari *space* minimal hingga *space* maksimal. Berdasarkan perubahan *space-4* setelah dilakukan pengolahan data maka diperoleh hasil seperti pada Gambar 28. Perubahan *space-4* meningkatkan *gain* hingga posisi $0,22\lambda$, kemudian terjadi penurunan. *Gain* yang dihasilkan sebesar 9,67 dB.



Gambar 28. Grafik pengaruh *space-4* Yagi AUT terhadap *gain* hasil pengukuran ($\phi 0^0$)

Berdasarkan Gambar 28 yang diperoleh dari hasil rata-rata dari perubahan *space-4* pada antenna Yagi AUT di 3 TP, maka besar *gain* dari *space-4* optimal sejauh $0,22\lambda$ adalah sebesar 9,67 dB.

Bentuk grafik dari *gain* yang dihasilkan dari setiap *space* optimal antenna Yagi AUT dapat dilihat pada Gambar 29.

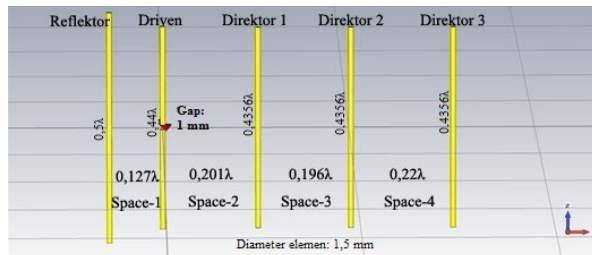


Gambar 29. Grafik dari *gain* setiap *spacing*

Besar *gain* antenna Yagi AUT hasil dari *space-1* optimal $0,127\lambda$ sebesar 7,33 dB. *Gain* dari *space-2* optimal $0,201\lambda$ sebesar 8,07 dB. Hasil dari *space-3* optimal $0,196\lambda$ sebesar 8,8 dB, dan *gain* hasil dari *space-4* optimal $0,22\lambda$ sebesar 9,67 dB.

Setelah dilakukan perubahan masing-masing *spacing* antar elemen pada antenna Yagi saat pengukuran, maka pengaturan *spacing*

antar elemen antena Yagi AUT yang tepat dapat diperoleh. Pengaturan *spacing* yang tepat untuk antena Yagi AUT pada *space-1* sejauh $0,127\lambda$, *space-2* sejauh $0,201\lambda$, *space-3* sejauh $0,196\lambda$, dan *space-4* sejauh $0,22\lambda$. Penempatan *spacing* tersebut dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 30. Penempatan *spacing* untuk Yagi AUT

Besar pengaruh *spacing* antar elemen terhadap peningkatan *gain* antena Yagi AUT setelah diolah secara statistik hasilnya diperoleh koefisien regresi *space-1* antena Yagi AUT (X_1) sebesar $-58,534$, lebih kecil dari koefisien regresi jarak sumber sinyal dengan TP (X_2), yaitu sebesar $-1,712$. Artinya pengaruh *space-1* antena Yagi AUT terhadap *gain* lebih kecil dari pengaruh jarak sumber sinyal dengan TP.

Koefisien regresi *space-2* antena Yagi AUT (X_1) sebesar $-21,577$, lebih kecil dari koefisien regresi jarak sumber sinyal dengan TP (X_2), yaitu sebesar $-12,543$. Artinya pengaruh *space-2* antena Yagi AUT terhadap *gain* lebih kecil dari pengaruh jarak sumber sinyal dengan TP.

Koefisien regresi *space-3* antena Yagi AUT (X_1) sebesar $0,72$, lebih besar dari koefisien regresi jarak sumber sinyal dengan TP (X_2), yaitu sebesar $-1,289$. Artinya pengaruh *space-3* antena Yagi AUT terhadap *gain* lebih besar dari pengaruh jarak sumber sinyal dengan TP.

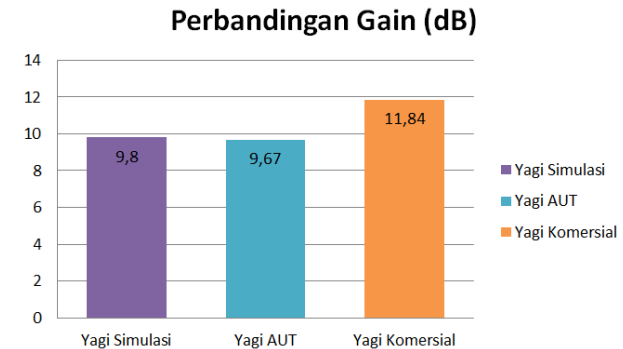
Koefisien regresi *space-4* antena Yagi AUT (X_1) sebesar $30,939$, lebih besar dari koefisien regresi jarak sumber sinyal dengan TP (X_2), yaitu sebesar $-1,332$. Artinya pengaruh *space-3* antena Yagi AUT terhadap *gain* lebih besar dari pengaruh jarak sumber sinyal dengan TP.

b. Antena Yagi Komersial

Setelah diperoleh hasil dari antena Yagi simulasi dan antena Yagi Komersial, maka dilakukan pengukuran pada antena Yagi Komersial. Antena ini memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 3. Antena Yagi Komersial terdiri dari 14 elemen dan diukur dalam keadaan tanpa merubah fisik antena. Data dari antena Yagi komersial diukur sebagai pembanding nilai *gain* dari antena yang dilakukan uji coba, yaitu antena Yagi hasil simulasi dan antena Yagi AUT. Hasil pengukuran daya terima antena Yagi Komersial pada 3 TP diolah, maka diperoleh *gain* untuk

sudut 0° terhadap sumber sinyal sebesar $11,84$ dB.

Perbandingan *gain* yang dihasilkan dari antena Yagi Simulasi, antena Yagi AUT, dan antena Yagi Komersial dapat dilihat pada Gambar 31.



Gambar 31. Grafik perbandingan *gain*

Gain yang diperoleh dari hasil simulasi antena Yagi dengan 5 elemen dengan *spacing* optimal untuk masing-masing *space*-nya sebesar $9,8$ dB. *Gain* antena Yagi AUT 5 elemen hasil pengukuran dengan *spacing* optimal untuk masing-masing *space* nya sebesar $9,67$ dB. Sedangkan antena Yagi Komersial dengan jumlah elemen sebanyak 14 elemen tanpa dilakukan pengubahan fisik memiliki *gain* sebesar $11,84$ dB.

D. SIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Perubahan *spacing* antar elemen antena Yagi terbukti berpengaruh terhadap *gain*. Pengubahan masing-masing *spacing* antar elemen mulai dari $0,05\lambda$ hingga $0,35\lambda$ mengakibatkan nilai *gain* meningkat hingga *space* optimal, setelah itu mengalami penurunan, baik untuk simulasi menggunakan *CST Studio Suite* maupun untuk antena Yagi AUT.
- Pengaturan *spacing* antar elemen antena Yagi yang tepat adalah menggunakan *space* optimal antar elemen. *Space-1* optimal untuk simulasi menggunakan *CST Studio Suite* adalah sejauh $0,115\lambda$, *space-2* sejauh $0,205\lambda$, *space-3* sejauh $0,2\lambda$, dan *space-4* sejauh $0,22\lambda$. *Space-1* optimal antena Yagi AUT adalah sejauh $0,127\lambda$, *space-2* sejauh $0,201\lambda$, *space-3* sejauh $0,196\lambda$, dan *space-4* sejauh $0,22\lambda$.
- Gain* antena Yagi 5 elemen hasil simulasi sebesar $9,8$ dB, *gain* antena Yagi AUT 5

elemen sebesar 9,67 dB. Sedangkan *gain* antena Yagi yang dikomersialkan dengan 14 elemen sebesar 11,84 dB.

- d. Besar koefisien regresi *spacing* antar elemen antena Yagi AUT (X_1) dibanding besar koefisien regresi jarak sumber sinyal (akses *point*) dengan TP (X_2) adalah sebagai berikut: koefisien (X_1) untuk *space-1* = -58,534, lebih kecil dari koefisien (X_2) = -1,712. Koefisien (X_1) untuk *space-2* = -21,577, lebih kecil dari koefisien (X_2) = -12,543. Koefisien (X_1) untuk *space-3* = 0,72, lebih besar dari koefisien (X_2) = -1,289, Koefisien (X_1) untuk *space-4* = 30,939, lebih besar dari koefisien (X_2) = -1,332.

2. Saran

Saran yang dapat disumbangkan sehubungan dengan hasil penelitian ini yaitu:

- Agar bisa dipahami bahwa menentukan *spacing* antar elemen antena Yagi harus benar, karena mempengaruhi *gain* yang dihasilkan.
- Ketepatan menentukan *spacing* antar elemen harus diperhatikan, sehingga diperoleh antena Yagi dengan *gain* yang besar.

Catatan: Artikel ini disusun berdasarkan skripsi penulis dengan Pembimbing I Drs. Hanesman, MM. dan Pembimbing II Drs. H. Sukaya.

E. DAFTAR PUSTAKA

Ahmad Yanuar Syauki. 2013. *Modul Dasar Telekomunikasi: Pola Radiasi Antena dan Kendala Propagasi*, Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.

Balanis, Constantine A. 1997. *Antenna Theory: Analysis and Design Second Edition*, Jhon Wiley & Sons Inc, United States of America.

Dwi Ananto Widjojo. 2012. *Antenna*. Online. www.2wijaya.com. Diakses pada tanggal 2 April 2014.

Jogjabolic. 2013. *Jangkauan Wi-Fi Notebook / Netbook*. Online. www.jogjabolic.com. Diakses pada tanggal 19 Mei 2014.

Milligan, Thomas A. 2005. *Modern Antenna Design Second Edition*, John Wiley & Sons, Inc, United States of America.

Mudrik Alaydrus. 2011. *Antena Prinsip & Aplikasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

Pramudi Utomo. 2008. *Teknik Telekomunikasi Jilid 1*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Jakarta.

Stutzman, Warren L & Thiele, Gary A. 1998. *Antenna Theory And Design: second Edition*, Jhon wiley & Sons Inc, United States of America.

Sunarto. 1998. *Antena Yagi*, Jakarta.

Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung.

Tito Tuwono. 2008. *Yagi Antenna Design for Wireless LAN 2,4 GHz*, Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia, Jakarta