RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *DIPOLE* UNTUK FREKUENSI 2,4 GHz

Iswandi , Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
email : cwandy17@yahoo.com

Abstrak

Salah satu antena yang paling populer saat ini adalah antena mikrostrip. Hal ini disebabkan karena antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk perangkat komunikasi yang sekarang ini sangat memperhatikan bentuk dan ukuran. Antena mikrostrip dapat menjadi solusi memenuhi kebutuhan antena tersebut. Tulisan ini membahas tentang rancangan sebuah antena mikrostrip *dipole* yang dapat diaplikasikan pada frekuensi 2,4 GHz (2,4 GHz – 2,483 GHz). Perancangan antena ini menggunakan *software simulator AWR Microwave Office* 2004. Kemudian dianalisis hasil simulasi parameter yang dihasilkan, yaitu *voltage standing wave ratio* (VSWR), pola radiasi dan *gain*. Berdasarkan hasil pengukuran, *bandwidth* antena yang diperoleh sebesar 217 MHz pada frekuensi 2,283 GHz – 2,5 GHz pada VSWR ≤ 2 dengan pola radiasi *omnidirectional* serta *gain* 5 dBi.

Kata Kunci: Antena Mikrostrip, *bandwidth*, VSWR, *gain*, pola radiasi

1. Pendahuluan

Antena adalah suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dari suatu sistem komunikasi *wireless* atau nirkabel. Semakin populernya komunikasi nirkabel membuat kebutuhan akan antena meningkat. Seiring dengan semakin majunya teknologi semikonduktor, menyebabkan ukuran dari perangkat komunikasi yang digunakan semakin mengecil. Oleh karena itu dibutuhkan suatu antena dengan bentuk fisik yang kompak, mudah dipabrikasi serta memiliki performa tinggi untuk diaplikasikan pada perangkat telekomunikasi nirkabel yang ada.

Antena mikrostrip adalah jawaban dari permasalahan diatas. Berdasarkan bentuk *patch*-nya antena mikrostrip terbagi menjadi beberapa jenis seperti *patch* segiempat, *patch* segitiga, *patch* lingkaran, *patch* elips, dan *dipole*. Antena dipol setengah gelombang merupakan tipe antena *dipole* yang sering digunakan, sebab cenderung lebih efisien. Jadi kombinasi antara antena *dipole* setengah gelombang dengan antena mikrostrip yang kemudian disebut antena mikrostrip *dipole* .

Perancangan antena mikrostrip *dipole* ini dilakukan disebabkan antena mikrostrip *dipole* umumnya memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan antena mikrostrip lainnya seperti *patch* segiempat dan segitiga. Jenis antena ini juga memiliki pola radiasi yang *omnidirectional* sehingga lebih sesuai untuk peralatan yang *point to multipoint*. Hal inilah yang menjadi alasan

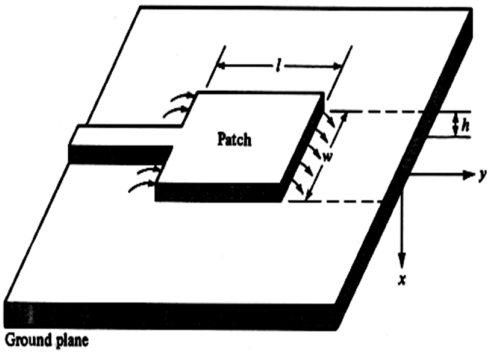
dalam pemilihan antena mikrostrip *dipole* untuk frekuensi 2,4 GHz.

2. Dasar Teori

2.1. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antena yang berbentuk papan (*board*) tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Secara fisik antena ini terlihat sederhana karena hanya berupa lempengan semacam PCB yang cukup dikenal dalam dunia elektronika. Dalam bentuknya yang paling dasar, sebuah antena mikrostrip terdiri dari sebuah bidang (*patch*) memancar di salah satu sisi lapisan (*substrate*) dielektrik yang memiliki bidang dasar (*ground plane*) di sisi lain [1]. Gambar 1 menunjukkan struktur dari sebuah antena mikrostrip [2].

 copyright@ DTE FT USU



Gambar 1. Antena mikrostrip

Secara umum, antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah. Tebal *patch* dibuat sangat tipis ($t \ll \lambda_0$; t = ketebalan *patch* dan λ_0 adalah panjang gelombang di ruang hampa). Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat biasanya mempunyai tinggi (h) antara 0,003 λ_0 – 0,05 λ_0 [3].

Antena mikrostrip *dipole* mempunyai lebar bidang yang biasanya kurang dari 0,05 λ_0 serta juga mempunyai panjang gelombang 0,5 λ , sehingga rumus untuk menghitung total panjang *patch* antena mikrostrip *dipole* ditunjukkan pada persamaan 1 [4] :

$$L = 0{,}5 \times K \times \lambda \quad (1)$$

Keterangan:
L = Panjang *patch* antena
K = *Velocity Factor* (pada logam 0,95)
λ = Panjang gelombang (m)

2.2. Parameter Antena Mikrostrip

Ada beberapa parameter-parameter penting sebagai karakteristik antena yang biasanya ditentukan pada pengamatan medan jauh (*far field*) [5].

2.2.1. VSWR

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (*standing wave)* maksimum ($|V|max$) dengan minimum ($|V|min$). Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan (V0+) dan tegangan yang direfleksikan (V0-). Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan disebut sebagai koefisien refleksi tegangan (r) [6].

Persamaan 2 digunakan untuk mencari nilai VSWR atau S.

$$s = \frac{|\bar{v}|_{max}}{|\bar{v}|_{min}} = \frac{1+|r|}{1-|r|} \quad (2)$$

Kondisi yang paling baik adalah ketika nilai VSWR sama dengan 1 atau S = 1, yang berarti tidak ada refleksi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna [1].

2.2.2. *Gain*

Gain adalah perbandingan antara intensitas radiasi suatu antena pada suatu arah utama dengan intensitas radiasi dari antena isotropik yang menggunakan sumber daya masukan yang sama dan dinyatakan dengan Persamaan 3[1].

$$G = D.\eta \quad (3)$$

Dengan D adalah *directivity* dan η adalah efisiensi antena. Ketika antena digunakan pada suatu sistem, biasanya lebih menarik pada bagaimana efisien suatu antena untuk memindahkan daya yang terdapat pada terminal input menjadi daya radiasi. Untuk menyatakan ini, *power gain* (atau *gain* saja) didefenisikan sebagai 4π kali ratio dari intensitas pada suatu arah dengan daya yang diterima antena, dinyatakan dengan persamaan 4 [1].

$$G(\theta, \emptyset) = 4\pi \frac{U(\theta,\emptyset)}{P_{in}} \quad (4)$$

Metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur *gain* antena adalah metode perbandingan atau *gain transfer method*. Cara ini mempergunakan penguatan standar untuk menentukan penguatan absolut. Mula-mula dilakukan pengukuran *gain relative* terhadap antena standar yang penguatannya sudah diketahui [7].

Pertama antena yang diukur ditempatkan sebagai penerima dan daya yang diterima antena diteruskan ke beban yang sesuai sambil direkam. Kemudian antena pembanding atau referensi menggantikan antena yang diukur dan daya yang diterima diteruskan ke beban yang sesuai yang sama sambil direkam juga. Untuk kedua keadaan, antena diarahkan

 copyright@ DTE FT USU

pada polaradiasi yang sesuai dan penerimaan maksimumnya. Dalam kedua pengukuran daya pemancar tetap sama dan kondisi di daerah penerimaan juga sama, hanya terjadi penggantian antena saja.

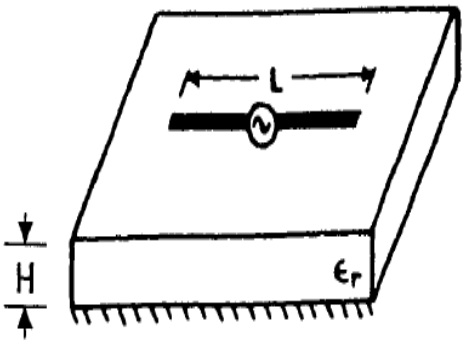
2.2.3. Pola Radiasi

Pola radiasi didefenisikan sebagai sebuah fungsi matematika atau representasi grafik dalam fungsi koordinat ruang dari sifat radiasi antena. Sifat radiasi dapat meliputi kerapatan *flux,* intensitas radiasi, kuat medan, atau polarisasi. Biasanya sifat dari radiasi yang sangat penting ialah persebaran secara tiga dimensi atau dua dimensi dari energi yang diradiasikan antena.

2.3 Antena Mikrostrip *Dipole*

Antena mikrostrip persegi panjang dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yang bergantung pada rasio panjang dan lebar masing-masing. Sebuah antena persegi panjang dengan bidang yang sempit (lebar bidang biasanya kurang dari 0,05 λ_0) dinamakan mikrostrip *dipole*, sedangkan antena persegi panjang yang bidangnya lebih luas dinamakan mikrostrip patch [8]. Antena mikrostrip *dipole* merupakan antena yang populer saat ini dikarenakan bandwidth antena mikrostrip *dipole* tersebut sangat tinggi dibandingkan dengan antena mikrostrip *patch* lainnya.

Antena mikrostip *dipole* atau *folded dipole* seperti diperilihatkan pada Gambar 2 [8] digunakan untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik dalam dua arah. *Dipole* juga dapat dipakai untuk tujuan satu arah saja, dengan syarat memberikan reflektor pada salah satu sisi yang sejajar dengan arah panjang *dipole*nya. Selama ini struktur geometri antena mikrostrip omni umumnya berupa larik *helix, step* dan *biconical*.



Gambar 2. Antena Mikrostrip *Dipole*

Contoh-contoh dari realisasi antena mikrostrip *dipole* adalah antena yang berpola radiasi *omnidirectional.* Dimana antena *omnidirectional* memancarkan dan menerima sinyal dari segala arah dengan daya yang sama. Untuk menghasilkan cakupan area yang luas, *gain* antena *omnidirectional* harus memfokuskan dayanya secara horizontal, dengan mengabaikan pola pancaran ke atas dan ke bawah. Dengan demikian, keuntungan dari antena jenis ini adalah dapat melayani jumlah pengguna yang lebih banyak dan biasanya digunakan untuk posisi pengguna yang melebar. Namun kesulitannya adalah pada pengalokasian frekuensi untuk setiap sel agar tidak terjadi interferensi..

3. Metodologi Perancangan Antena

Adapun metode atau langkah-langkah pada perancangan sebuah antena, diantaranya :

1. Menentukan frekuensi kerja dan jenis substrat
2. Perancangan ukuran antena
3. Simulasi dengan bantuan *software* AWR *Microwave Office* 2004
4. Melakukan fabrikasi sesuai dengan hasil simulasi
5. Melakukan pengukuran antena hasil dari fabrikasi

3.1 Menentukan frekuensi kerja dan jenis substrat

Antena yang akan dirancang pada Tulisan ini adalah antena mikrostrip *dipole* pada frekuensi kerja 2,4 GHz (2,4 GHz – 2,483 GHz). Pada perancangan ini digunakan substrat

 copyright@ DTE FT USU

Epoxy-FR4 dengan konstanta dielektrik 4,4 dan ketebalan substrat 1,6.

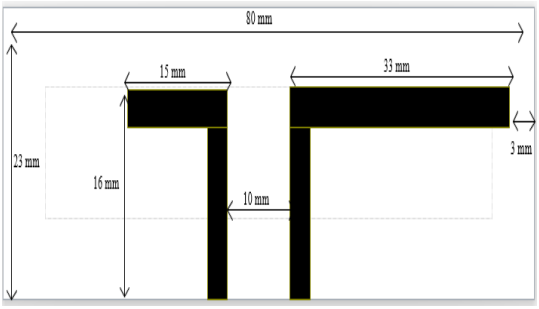
1.2. Perancangan ukuran antenna

Berdasarkan teori dan persamaan yang digunakan, diperoleh ukuran dimensi antena seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi antena mikrostrip *dipole*

Dimensi	Hasil (mm)
Lebar (*patch* / L1)	15
Lebar (*patch* / L2)	33
Panjang (*patch*)	16
Jarak antar *patch*	10
Lebar saluran pencatu	3
Lebar *ground plane*	80
Panjang *ground plane*	23

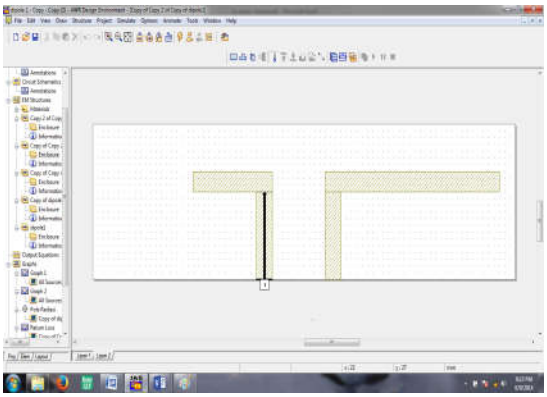
Dari Tabel 1, dibuat sketsa awal seperti pada Gambar 3 lalu disimulasikan dengan menggunakan bantuan *software* AWR 2004.



Gambar 3. Desain antena mikrostrip *dipole*

1.3. Simulasi dengan bantuan *software* AWR *Microwave Office* 2004

Sesuai dengan hasil perhitungan, perancangan antena pada *simulator* AWR 2004 diperoleh seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil rancangan antena di *simulator*

1.4. Melakukan fabrikasi sesuai dengan hasil simulasi

Berdasarkan hasil simulasi dari Tabel 1, antena kemudian difabrikasi seperti ditunjukkan oleh Gambar 5.

Gambar 5. Antena hasil fabrikasi

1.5. Melakukan pengukuran antena hasil fabrikasi

Dalam pengukuran antena hasil fabrikasi, parameter-parameter yang akan diukur adalah *voltage standing wave ratio* (VSWR), *gain*, dan pola radiasi.

2. Hasil Dan Analisis

Pada hasil simulasi diperoleh nilai VSWR yang beresonansi pada frekuensi 2,45 GHz dengan nilai 1,81, dan *gain* 4,89 dB. Pengukuran antena dilakukan di Aula Departemen Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara menggunakan alat ukur *Network Analyzer* Anritsu MS2034B.

Setelah dilakukan pengukuran, diperoleh hasil seperti grafik pada Gambar 6 dan 7 dimana antena mikrostrip *dipole* sudah dapat

copyright@ DTE FT USU

beresonansi pada frekuensi kerja 2,45 GHz dengan nilai *return loss* -15,51 dB dan nilai VSWR nya 1,4.

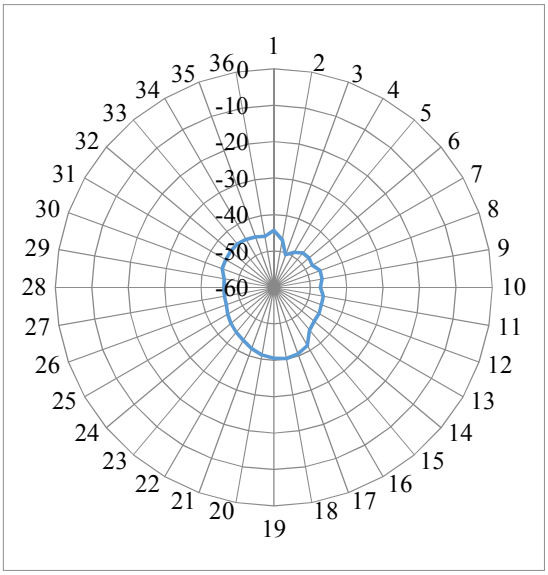
Gambar 6. Grafik VSWR hasil pengukuran

Gambar 7. Grafik *return loss* hasil pengukuran

Untuk kerja antena hasil rancangan juga dilihat dari nilai *bandwidth*. Untuk perhitungan *bandwidth* digunakan acuan data pada VSWR ≤ 2. Pada Gambar 6 sebelumnya, dapat dilihat bahwa pada MK1 (f_2) nilai VSWR nya 2,01 pada frekuensi 2,283 GHz dan pada MK3 (f_1) nilai VSWR nya 1,50 pada frekuensi 2,5 GHz. Maka besar *bandwidth* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut [9] :

$$Bandwidth = |f_1 - f_2|$$
$$bandwidth = |2{,}5 - 2{,}283| \text{ GHz} = 217 \text{ MHz}$$

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan dengan alat ukur *Network Analyzer* Anritsu MS2034B diperoleh hasil pola radiasi seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



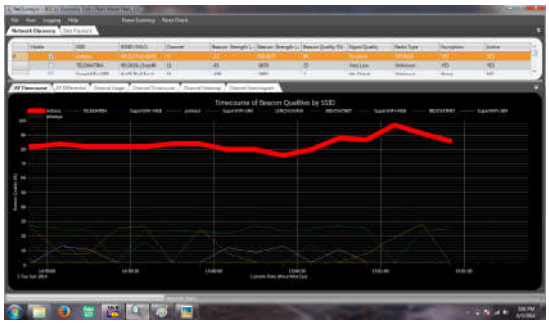
Gambar 8. Pola radiasi antena mikrostrip *dipole* hasil pengukuran

Pengujian *gain* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Netsurveyor* untuk melihat kuat sinyal yang mampu diperoleh antena. Pada *software Netsurveyor* ini dapat dilihat besar level penerimaan kuat sinyal antena yang digunakan. Pengujian *gain* dilakukan dengan metode *gain transfer* dan menggunakan bantuan antena *dipole* (4 dBi) sebagai antena referensi serta *access point* yang digunakan berasal dari *wifi* 108M *Wireless* ADSL2+ *Router* [7].

Untuk langkah awal dilakukan pengukuran level penerimaan kuat sinyal dengan menggunakan antena dipol. Dari Gambar 9 dapat dilihat level penerimaan kuat sinyal yang diperoleh antena dipol sebesar -33 dBm. Langkah selanjutnya adalah mengganti antena dipol dengan antena mikrostrip *dipole* untuk memperoleh nilai level penerimaan kuat sinyalnya. Dari Gambar 10 dilihat level penerimaan kuat sinyal yang diperoleh sebesar -32 dBm.

copyright@ DTE FT USU

Gambar 9. Level penerimaan kuat sinyal antena *dipole*



Gambar 10. Level penerimaan kuat sinyal antena mikrostrip *dipole*

Setelah diperoleh nilai level penerimaan sinyal dari kedua antena diatas maka *gain* antena dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan berikut [9] :

$$G_t\,(dB) = P_t\,(dB) - Ps\,(dB) + G_s\,(dB)$$

$$G_t\,(dB) = -32\,(dB) - (-33)\,(dB) + 4\,(dB)$$

$$(dB) = 5\ dBi$$

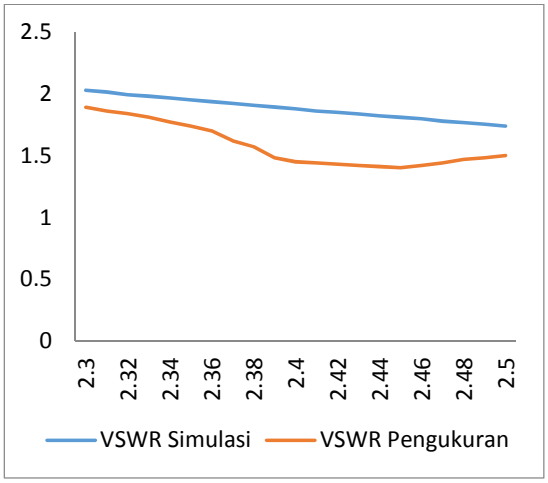
Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai *gain* sebesar 5 dBi.

Berdasarkan pengukuran, diperoleh hasil capaian spesifikasi antena seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Capaian spesifikasi antenna

Parameter Antena	Spesifikasi Antena mikrostrip *dipole* yang dirancang	Spesifikasi Antena pabrikan pertama	Spesifikasi Antena pabrikan kedua
Bandwidth pada VSWR ≤ 2	217 MHz	112 MHz	83,5 MHz
Pola radiasi	*Omni-directional*	*Uni-directional*	*Omni-directional*
Gain	5 dBi	6 dBi	4 dBi

Pada Gambar 11 ditunjukkan perbedaan hasil yang diperoleh dalam bentuk grafik untuk parameter VSWR.



Gambar 11. Grafik perbedaan nilai VSWR secara simulasi dan pengukuran

Pada Tabel 3 diperlihatkan perbandingan spesifikasi antena pabrikan yang ada dengan antena mikrostrip *dipole* yang dirancang. Dalam hal ini antena pabrikan yang dibandingkan ada dua yaitu Antena mikrostrip *patch* segiempat pada frekuensi 2,4 GHz dengan metode pencatuan inset sebagai antena pabrikan pertama [7] dan Antena *access point* dengan merek TP-LINK 108M *Wireless* ADSL2+ *Router* sebagai antena pabrikan kedua [10].

Tabel 3. Perbandingan spesifikasi antena pabrikan yang ada dengan antena mikrostrip *dipole* yang dirancang

Parameter Antena	Spesifikasi yang diinginkan	Spesifikasi yang diperoleh	Keterangan
Bandwidth pada VSWR ≤ 2	2,4 GHz s/d 2,483 GHz = 83 MHz	217 MHz	Terpenuhi
Pola radiasi	*Omni-directional*	*Omni-directional*	Terpenuhi
Gain	maksimum 7 dBi	5 dBi	Terpenuhi

copyright@ DTE FT USU

3. Kesimpulan

Dari hasil dan analisis pengukuran antena dapat disimpulkan :

1. Antena memiliki nilai *bandwidth* pada VSWR ≤ 2 sebesar 217 MHz di frekuensi 2,283 GHz – 2,5 GHz.
2. Pola radiasi antena yang didapat pola radiasi *omnidirectional*.
3. *Gain* antena yang diperoleh sebesar 5 dBi.
4. Berdasarkan data perbandingan spesifikasi antena pabrikan dengan antena yang telah dirancang membuktikan bahwa hasil pengukuran dari antena yang telah dirancang mendekati dengan data dari spesifikasi antena pabrikan yang ada.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Surjati, I, 2010, *Antena Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*,ISBN:978-979-26-8952-0, Universitas Trisakti: Jakarta Hal 15-24

[2] Balanis, C.A.,2005, *Antenna Theory Analysis and Design*, third edition, Wiley inc: New Jersey.Hal 28,813,814,817,818,819

[3] Julardi, Neronzie, 2013, *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Circular (2,45 Ghz) Dengan Teknik Planar Array Sebagai Penguat Sinyal WI-FI*, Medan, Universitas Sumatera Utara. Hal 10-11

[4] Purba, Ornal Putra, 2012, *Simulasi Model Antena Yagi Untuk Aplikasi 3G Menggunakan Simulator Ansoft HFSS v10*,Medan, Universitas Sumatera Utara. Hal 23

[5] Alaydrus, M., 2011, *Antena : Prinsip dan Aplikasi*, Yogyakarta:Graha Ilmu, Hal 17

[6] Misra,D.K,2004. *Radio Frequency And Microwave Communication Circuit:Analysis and Design*,Second edition, Wiley-Interscience:New Jersey.Hal 236

[7] Pasaribu, Denny, 2014, *Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Segiempat Pada Frekuensi 2,4 GHz Dengan Metode Pencatuan Inset*,Medan, Universitas Sumatera Utara. Hal 12,44

[8] Garg,R,.dkk. 2001, "*Microstrip Antenna Design Handbook"*,ISBN:0-89006-513-6,Artech House.Inc:London.Hal 399-403

[9] J, Herman.,Sistem Antena : Diktat Kuliah.Bandung. Hal 4-26,4-27

[10] http://ukrtelecom.ua/media/library/tplink wd8901.pdf Diakses Pada : 28 Agustus 2014, Pukul 13.32 WIB

copyright@ DTE FT USU