

FABRIKASI DAN KARAKTERISASI ANTENA *PATCH MIKROSTRIP ARRAY 4X4* UNTUK APLIKASI *WI-FI* PADA FREKUENSI 2.4 GHz

Putu Artawan¹⁾ I Ketut Purnamawan²⁾

¹⁾Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA Undiksha

²⁾Jurusan Manajemen Informatika Undiksha

e-mail: Scientva@yahoo.com

Abstrak: Fabrikasi dan karakterisasi antena *patch* dengan *mikrostrip array* 4x4 telah dilakukan untuk aplikasi *wi-fi* pada frekuensi 2,4 GHz. Desain fabrikasinya dirancang sesuai persamaan yang ada yang kemudian difabrikasi dengan metode *UV Photoresist laminate*. Antena yang sudah difabrikasi selanjutnya dilakukan pengukuran dengan *Network Analyzer* untuk mengetahui frekuensi kerja antena yang kemudian dilanjutkan dengan pengukuran pola radiasi untuk mendapatkan nilai penguatan dan nilai *HPBW*. Data hasil pengukuran dianalisis dengan persamaan yang sesuai dengan karakteristik antena dan haruslah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan seperti frekuensi kerja, *SWR*, *VSWR*, koefisien refleksi yang kompatibel dan *return loss* yang kecil serta penguatan yang besar. Selanjutnya, data hasil pengukuran dibandingkan dengan data hasil perhitungan untuk mengetahui besarnya kesalahan. Hasil karakterisasi antena *patch* dengan *mikrostrip array* 4x4 diperoleh frekuensi kerja (*bandwidth*) 2,21–2,43GHz, *VSWR* 1,26, *SWR* 2,01, *return loss* -18,42dB, koefisien refleksi 0,12 dengan penguatan (*gain*) untuk pola radiasi vertikal 17dB dan untuk pola radiasi horisontal 18dB. Nilai *HPBW* 32⁰ untuk pola radiasi vertikal dan 37⁰ untuk pola radiasi horisontal. Kesalahan total sebesar 11,24 %.

Abstract: Fabrication and characterization have been conducted toward patch microstrip antenna 4X4 array that would be applied on wifi communication system in 2.4 GHz frequency. Fabrication design had been making base on the equation that will be fabricated by UV Photoresist laminate method. The antenna that had been fabricated will be measured by Network Analyzer and than continued by radiation measure to get gain value and *HPBW*. The data analyze will be done by equation which is proper to antenna characteristic it should fulfill specification needed such as work frequency, *SWR*, *VSWR*, reflection coefficient which is compatible and having small return loss as well as high gain. The data gathered was compared with the calculated data to determine measurement error. It was obtained characterization result of patch microstrip antenna 4x4 array with 2.21 – 2.43 GHz work frequency, 1.26 *VSWR*, 2.01 *SWR*, -18.42dB return loss, 0.12 reflection coefficient and radiation pattern graphic with 17dB gain to vertical pattern radiation and 18dB gain to horizontal pattern radiation. *HPBW* value was 64⁰ to vertical pattern radiation and 74⁰ to horizontal pattern radiation. With 11,24% total error.

Kata-kata kunci: antena *patch*, frekuensi kerja, mikrostrip array, pola radiasi.

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang begitu mengglobal dewasa ini didominasi oleh begitu pesatnya perkembangan teknologi informasi khususnya transferisasi komunikasi informasi. Sistem komunikasi jaringan baik dengan kabel dan tanpa kabel kian berkembang seiring dengan perkembangan dunia teknologi komunikasi tersebut. Salah satu perangkat yang menentukan performansi jaringan dan memiliki peran yang sangat penting adalah Antena. Sebagai komponen penting dalam proses *transceiver* energi gelombang elektromagnetik peranan antena saat ini sudah berkembang hingga proses transfer data yaitu dengan munculnya sistem komunikasi *wi-fi*. Antena sebagai bagian utama dari proses transmisi, dirancang dengan memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan seperti *bandwidth*, *VSWR* yang kompatibel dan *return loss* yang kecil serta memiliki penguatan (*gain*) yang besar. Antena jenis mikrostrip sebagai perangkat radiator gelombang radio memiliki fungsi sebagai pemancar dan penerima. Antena mikrostrip memiliki bentuk fisik yang sederhana, ringan dan kompatibel terhadap perubahan suhu.

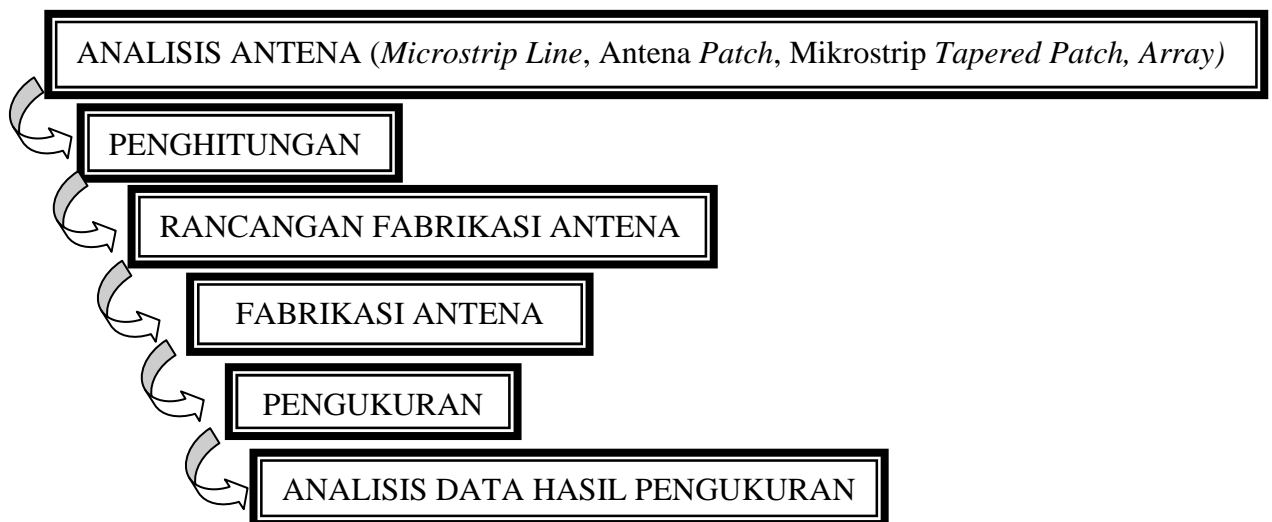
Sebelumnya desain struktur antena mikrostrip sudah pernah dirancang dan diteliti dengan penguatan antara 9,5 sampai dengan 22,0 dBi [Aswoyo, 2000]. Desain mikrostrip *tapered patch* dengan 4 larik (2x2) juga pernah dirancang dan menghasilkan *bandwidth* 0.32 GHz dan penguatan hingga 19 dB. (Artawan, 2011).

Penelitian ini sebagai salah satu aplikasi Ilmu Fisika yang selama ini terkesan bahwa Ilmu Fisika cenderung hanya bermain rumus dengan persamaan-persamaan yang susah dan tidak begitu menarik untuk dipelajari. Dengan penelitian ini diharapkan juga menambah wawasan bagi siswa atau mahasiswa bahwa Ilmu Fisika memiliki kontribusi yang luar biasa terhadap perkembangan dan kemajuan teknologi terutama dalam hal Teknologi Informasi.

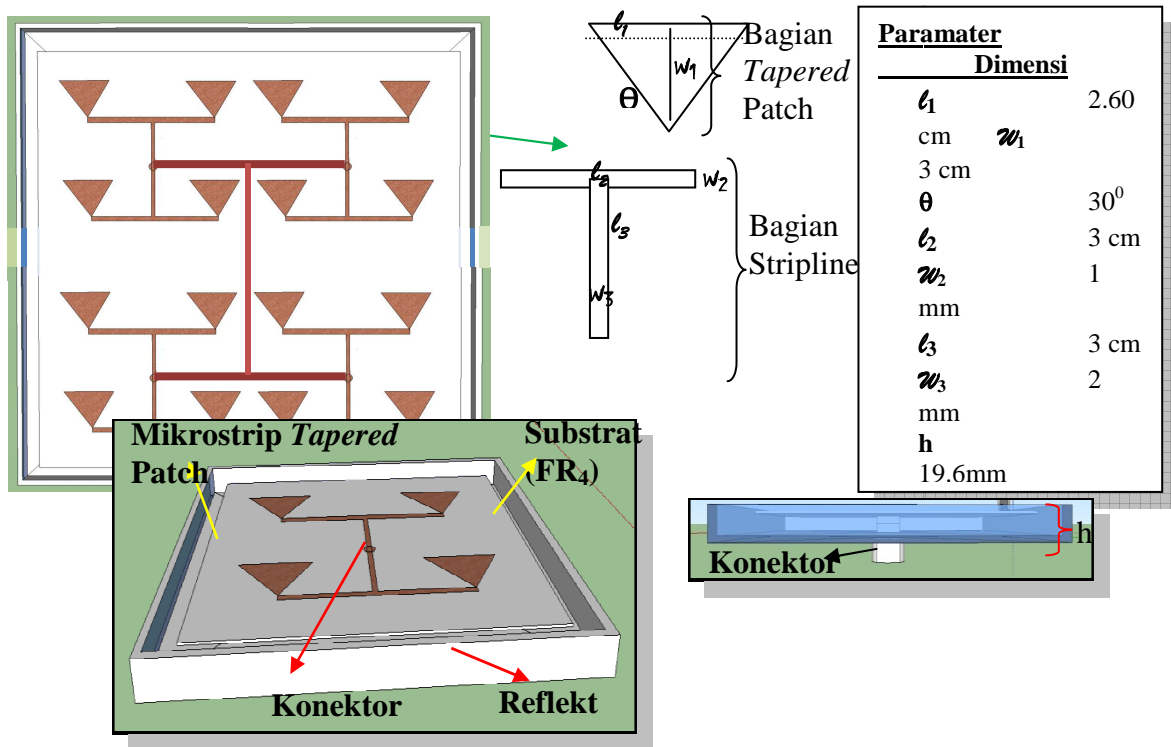
Pada penelitian ini dirancang dan difabrikasi antena *Mikrostrip Tapered Patch Array 4x4* yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz yang akan diterapkan pada sistem komunikasi *wi-fi*. Penelitian sejenis juga sudah pernah dilakukan dengan *Microstrip Tapered Patch Array 2x2*. Menurut Edward 2005, dengan jumlah larik yang lebih banyak diharapkan menghasilkan *bandwidth* yang lebih lebar dan penguatan (*gain*) yang lebih besar. Efeknya bahwa gelombang yang diterima yang akan ditransmisikan untuk komunikasi *wi-fi* 2,4 GHz menjadi lebih optimal.

METODA

Metoda penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metoda Eksperiment dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut:

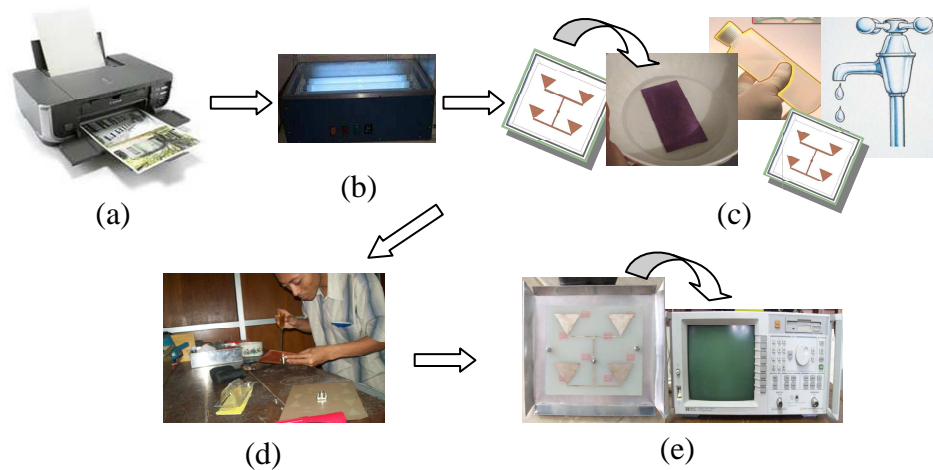


Penentuan arah medan elektromagnetik dengan dimensi ukuran yang tepat dan pencatatan dilakukan berdasarkan analisis persamaan karakteristik antena. Rancangan Antena *Microstrip Tapered Patch* yang akan difabrikasi :



Gambar 2: Rancangan Antena Mikrostrip Tapered Patch

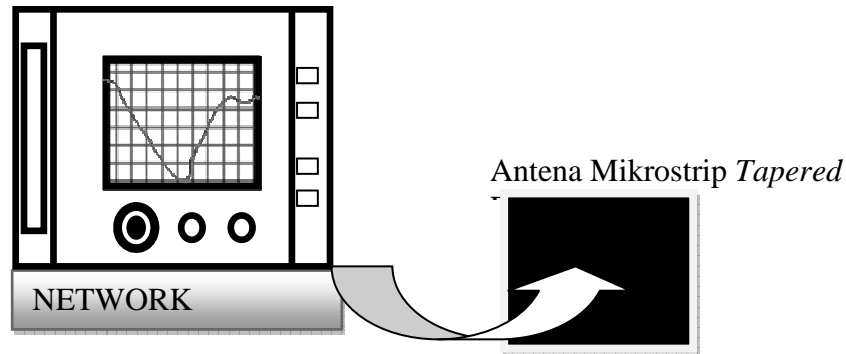
Proses fabrikasi dilakukan dengan beberapa tahap, antara lain : a) Pencetakan (*printing*), b) Pencahayaan (*exposure*), c) *Anneling*, d) Pemasangan konektor dan reflektor, e) Pengukuran.



Gambar 3: Proses Fabrikasi

Metode yang digunakan saat proses Fabrikasi adalah metode *UV Photoresist Laminate*. Prosesnya : (a) Desain dibuat dengan *Corel Draw* yang selanjutnya dicetak *layout* pada transparan plastik film dengan laser *printer*. (b). *Layout* diletakkan diatas bahan *FR₄* (*PCB*) yang sudah disiapkan sesuai ukuran yang dirancang, selanjutnya bahan *FR₄* (*PCB*) dimasukkan kedalam *box* untuk melakukan pencahayaan, diletakkan dibawah sinar *Ultraviolet (UV)* kurang lebih selama 2 menit. Pada proses ini area yang gelap akan menjadi area tembaga dan yang transparan akan hilang. Bagian yang gelap tidak akan ada cahaya *UV* yang bisa tembus. (c). Proses pendinginan (*anneling*) dilakukan kurang lebih 10 menit, selanjutnya *PCB* dibersihkan didalam wadah yang berisi cairan *Natrium Hidroksida (NaOH)* + $\frac{1}{2}$ liter yang selanjutnya dibersihkan lagi dengan air sampai *PCB* yang sudah tercetak benar-benar bersih. (d). Selanjutnya dilakukan pemasangan konektor *n-female* dengan impedansi 50Ω dan konektor dari bahan aluminium. (e). Pengukuran dengan *Network Analyzer* sudah siap untuk dilakukan.

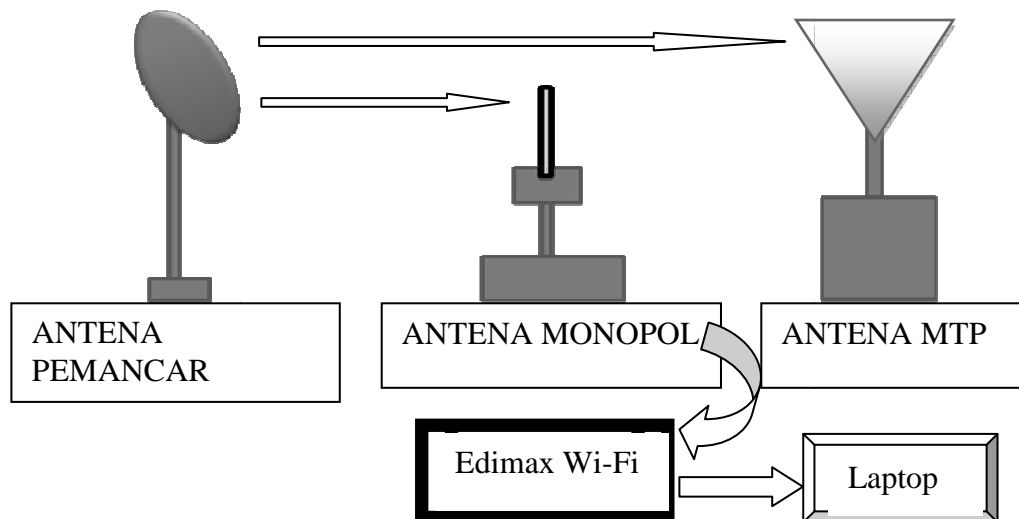
Pengukuran dengan *Network Analyzer* dilakukan untuk memperoleh frekuensi dan *SWR*. Digunakan *Network Analyzer* tipe 8712C dalam pengukuran ini. Rancangan pengukuran dengan *Network Analyzer* :



Gambar 4: Rancangan Pengukuran dengan *Network Analyzer*

Data hasil pengukuran meliputi nilai frekuensi dan *SWR* dianalisis untuk mendapatkan nilai-nilai karakteristik dari antenna. (Balanis, 1997).

Pengukuran selanjutnya untuk mendapatkan Pola Radiasi dari antenna yang dirancang.



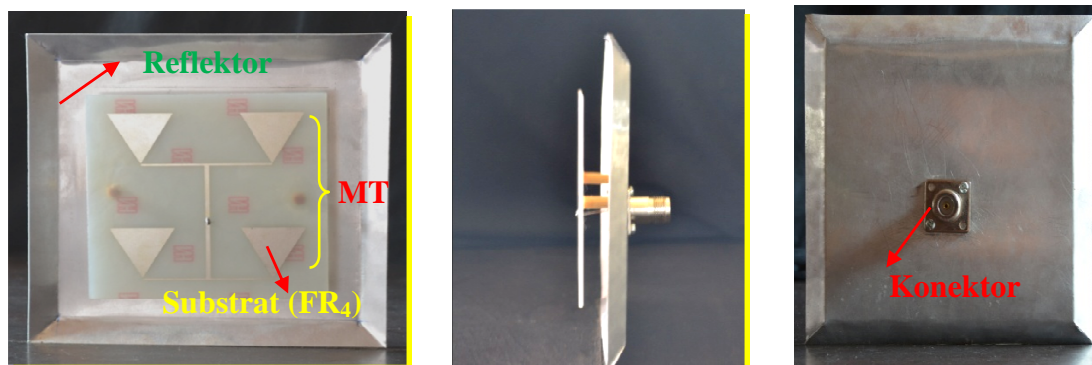
Gambar 5: Rancangan Pengukuran Pola Radiasi

Hasil pengukuran pola radiasi berupa grafik pola radiasi, selanjutnya dianalisis untuk dicari nilai penguatannya (*gain*) yang diperoleh dengan mencatat sinyal tertinggi pada pola radiasi dibandingkan dengan sinyal tertinggi pada antenna *power*, yang selanjutnya dihitung selisihnya sebagai nilai penguatan (*gain*). Besarnya nilai *HPBW* (*Half Power Beamwidth*) identik dengan besarnya sudut total dari sebaran pola radiasi yang diperoleh dibagi dua.

Alat dan bahan yang diperlukan dalam proses penelitian ini antara lain : *PCB* (*substrat FR₄* dengan permitivitas bahan 4,3 dan tebal 1,6 mm), *printer*, Lampu (sinar *Ultraviolet / UV*), Cairan *Natrium Hidroksida (NaOH)*, Air, Bor listrik, Solder listrik, Konektor tipe *N female* untuk inputan ($Z = 50 \Omega$), Kabel koaksial, Baut dan Mur, Reflektor dengan bahan *Al (Aluminium)*, *Network Analyzer*, Busur derajat, Antena pancar, *Edimax Wi-fi*, Laptop.

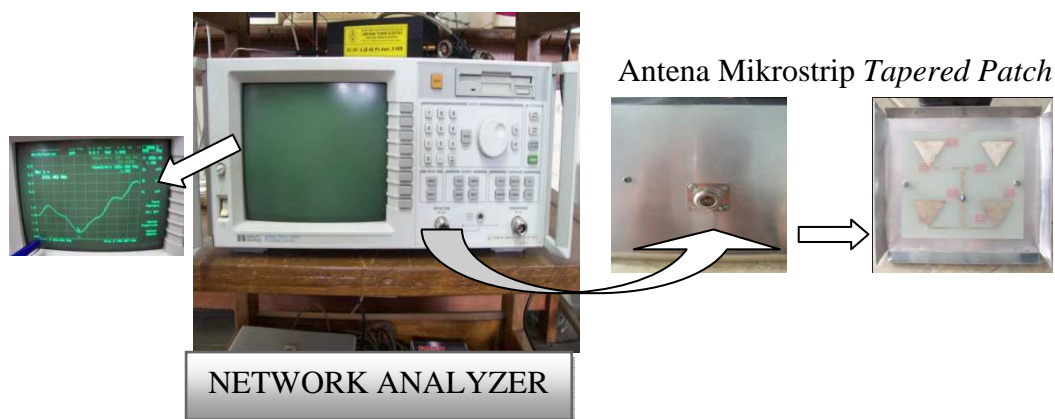
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan fabrikasi diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 6: Hasil Fabrikasi Antena Microstrip Tapered Patch

Antena yang sudah difabrikasi diukur dengan *Network Analyzer* untuk mendapatkan nilai frekuensi dan *SWR*. Berikut rancangannya



Gambar 7: Pengukuran dengan Network Analyzer

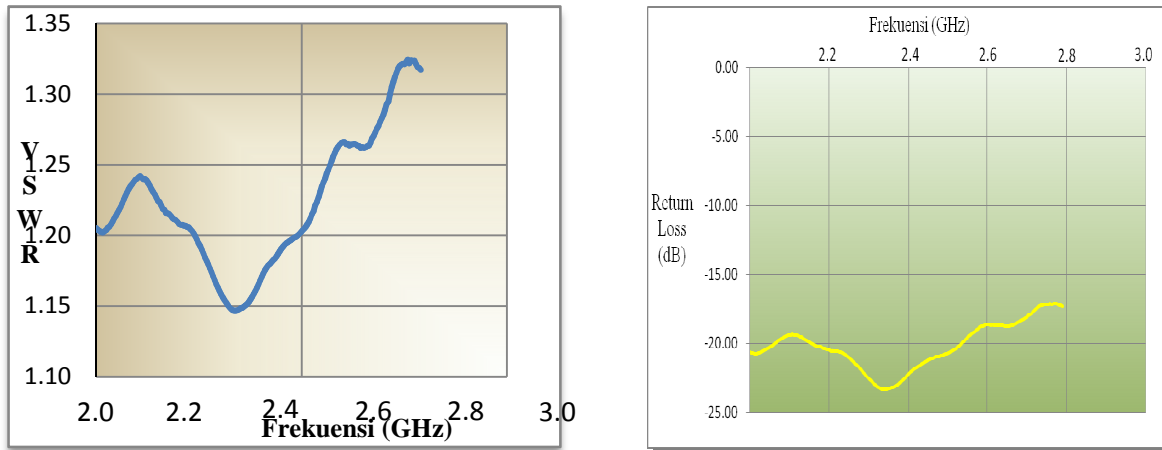
Selanjutnya nilai frekuensi dan *SWR* yang diperoleh dari hasil pengukuran dianalisis untuk mendapatkan karakteristik lain dari antena seperti *VSWR*, *return loss* dan koefisien refleksi. Disajikan dalam Tabel.

Tabel 1: Data Hasil Pengukuran

Bandwidth (GHz)	SWR	VSWR	Return loss (dB)	Koefisien Refleksi
0,22	2,01	1,26	-18,42	0,12

Daerah frekuensi kerja antena yang difabrikasi berada pada *range* 2,21 - 2,43 GHz dengan *bandwidth* 0,22 GHz. Artinya antena bisa diaplikasikan untuk komunikasi *wi-fi* dengan frekuensi 2,4 GHz. Nilai *SWR* 2,01 dan *VSWR* 1,26 menunjukkan bahwa gelombang yang dipantulkan balik kecil, sebagian besar gelombang ditransmisikan. Hal ini mengindikasikan bahwa kinerja antena semakin baik karena nilai *SWR* dan *VSWR* yang bisa diterima berada pada rentang 1 – 2. Nilai *return loss* -18,42dB menunjukkan bahwa sinyal yang dipantulkan semakin kecil dan sebaliknya sinyal yang diteruskan semakin besar. Dengan nilai *return loss* yang semakin kecil kinerja antena

semakin bagus. Nilai *return loss* yang dapat diterima untuk komunikasi dua arah $< -15\text{dB}$. Dengan koefisien refleksi 0,12 berarti bahwa hampir semua daya dari tegangan input dipancarkan. Koefisien refleksi mengindikasikan seberapa besar daya pantul yang dimiliki oleh sebuah antenna. Koefisien refleksi yang mendekati 0 menunjukkan bahwa kinerja antenna yang difabrikasi baik. Dalam bentuk grafik:

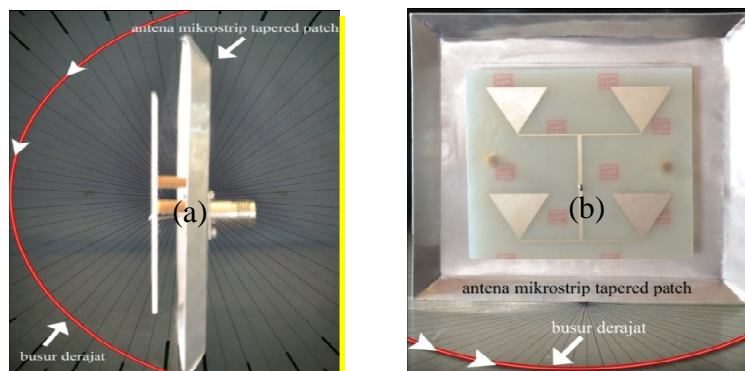


Gambar 8: (a) Hubungan Frekuensi & VSWR

(b) Hubungan Frekuensi & Return Loss (RL)

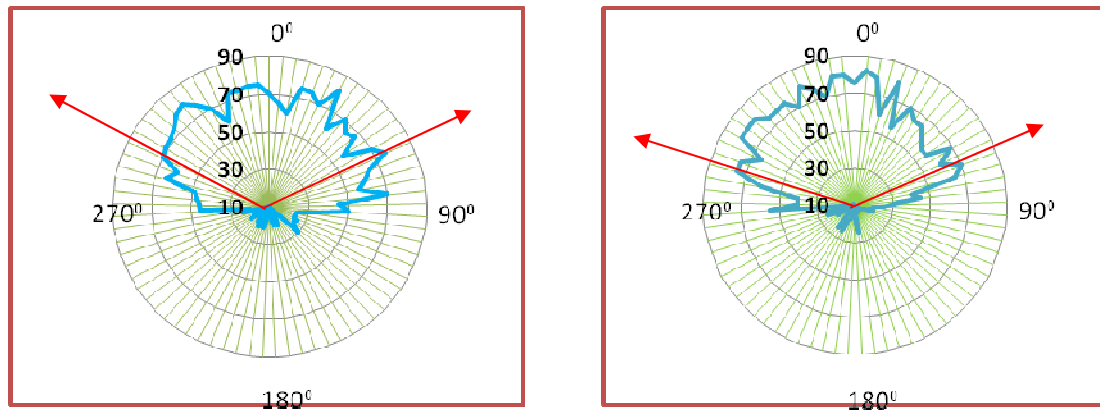
Pengukuran pola radiasi dilakukan untuk mengetahui ke arah mana antenna dihadapkan untuk mendapatkan intensitas sinyal yang baik.

Total power yang digunakan pada antenna pemancar sebesar $18\text{ dB} + 25\text{ dBm} = 43\text{ dB}$. Pada antenna monopol *power edimax wi-fi* yang digunakan $= 100\text{ mW} = 20\text{ dBm}$. Sehingga total *power* sebagai acuan pengukuran $= 43\text{ dB} + 20\text{ dB} = 63\text{ dB}$. Data pola radiasi diperoleh dengan memutar antenna mikrostrip *tapered patch* ke arah vertikal dan horizontal dengan pergeseran sudut 5° begitu seterusnya sampai 360° , diarahkan sejajar terhadap antenna monopol. Pada laptop dicatat hasil sinyal yang diterima setiap perputaran dalam satuan *decibels* (dB). Berikut ditampilkan gambar saat pengukuran pola radiasi :



Gambar 9: Pengukuran Pola Radiasi (a) Arah Vertikal, (b) Arah Horizontal

Dalam bentuk grafik :



Gambar 10: (a) Pola Radiasi Arah Vertikal

(b) Pola Radiasi Arah Horizontal

—→ HPBW (°)
— Power (dB)

Dari grafik disimpulkan bahwa pola radiasi yang dihasilkan pada arah vertikal maupun horizontal adalah pola radiasi radial. Artinya intensitas sinyal yang diperoleh pada arah tersebut bernilai maksimal. Diperoleh nilai penguatan (*gain*) pola radiasi arah vertikal sebesar 17 dB, pola radiasi arah horizontal sebesar 18 dB. Semakin besar nilai penguatan (*gain*) yang diperoleh kinerja antenna semakin baik. Nilai ini mengindikasikan nilai *return loss* yang kecil. Penguatan sebesar 17 dB dan 18 dB setara dengan nilai *return loss* -17 dB dan -18 dB. Pada hasil pengukuran diperoleh nilai *return loss* sebesar -18,42 dB. Perbedaan hasil ini mungkin disebabkan oleh adanya faktor pantulan disekitar tempat pengukuran saat pengambilan data pola radiasi. Diperoleh nilai *HPBW* untuk pola radiasi vertikal 64° dan horizontal 74° . Nilai *HPBW* menyatakan nilai pengarahan terhadap pola radiasi dari antenna yang diukur untuk mendapatkan intensitas sinyal yang maksimal. Nilai efisiensi yang diperoleh untuk pola radiasi vertikal 0,29 dan pola radiasi horizontal 0,30. Berikut disajikan tabel hasil pengukuran dengan hasil perhitungan :

Tabel 2: Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan

HASIL	FREKUENSI (GHz)	VSWR	SWR	RL(dB)	Γ
PENGUKURAN	2,21 – 2,43	1,26	2,01	-18,42	0,12
PERHITUNGAN	2,4	1,25	1,94	-19,04	0,11

Terdapat perbedaan hasil karakteristik dari antenna yang difabrikasi antara data hasil pengukuran dengan data hasil perhitungan. Perbedaan ini tidak terlalu signifikan karena masih berada pada rentang atau nilai yang masih bisa diterima sebagai syarat karakteristik antenna yang baik untuk komunikasi *wi-fi* 2,4 GHz.

Ralat sistematik diperoleh dengan mengetahui kalibrasi alat yang digunakan dalam proses pengukuran. Data untuk kalibrasi alat yang digunakan *Network Analyzer HP8712 C (Output power level accuracy + 1dB, frequency accuracy + 5ppm)*. Dengan menggunakan metode ralat kebetulan diperoleh hasil kesalahan 11.24% dengan kebenaran/keseeksamaan 88,76%. Hasil ini menunjukkan tingkat presisi yang tinggi dari alat ukur yang digunakan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti kalibrasi alat yang digunakan, sensitivitas alat dan juga faktor luar yang memberikan pengaruh terhadap hasil pengukuran tersebut.

SIMPULAN

Disimpulkan bahwa Fabrikasi dan karakterisasi antenna mikrostrip *tapered patch* untuk komunikasi *wi-fi* pada frekuensi 2,4 GHz sudah dilakukan. Diperoleh hasil pengukuran karakteristik dari antenna mikrostrip *tapered patch* yaitu: (*bandwidth*) = 0.22 GHz, *VSWR* = 1,26, *SWR* = 2,01, *return loss* = -18,42 dB, koefisien refleksi = 0,12 dan grafik pola radiasi dengan penguatan (*gain*) = 17 dB (polarisasi vertikal), 18 dB (polarisasi horizontal). Nilai *Half Power*

Beamwidth (HPBW) 64° untuk pola radiasi vertikal dan 74° untuk pola radiasi horizontal. Kesalahan (*error*) hasil pengukuran 11.24% dengan keseksamaan 88,76%. Pengukuran dengan *Network Analyzer* hendaknya dilakukan di ruang kedap (*chamber*). Saat pengukuran pola radiasi diupayakan dilakukan pada kondisi yang lebih ideal, ditempat yang jauh dari faktor pantulan dan *noise*. Kepada peneliti selanjutnya untuk mencoba merancang dengan dimensi yang optimum dan *array* yang lebih banyak sehingga diharapkan dapat diperoleh hasil yang lebih optimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Artawan. (2011), *Fabrikasi dan Karakterisasi Antena Mikrostrip Tapered Patch Untuk Aplikasi Antena Panel Pada Frekuensi 2,4 GHz*. Tesis Magister, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Artawan, Hadi Pramono, Yono. (2010a), *Perancangan Antena Panel Mikrostrip Horn Array 2x2 Untuk Komunikasi Wi-fi Pada Frekuensi 2,4 GHz*. Prosiding Simposium Fisika Nasional (SFN), ITS, Surabaya.
- Artawan, Hadi Pramono, Yono. (2010b), *Perancangann Antena Panel Mikrostrip Horn Array 2x2 Utuk Komunikasi Wi-fi Pada Frekuensi 2,4 GHz*. Prosiding Seminar Nasional MIPA, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Artawan, Hadi Pramono, Yono. (2010c), *Perancangan Antena Mikrostrip Horn Untuk Aplikasi Antena Panel Pada Frekuensi 2,4 GHz*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi (SNTI), Universitas Tarumanegara, Jakarta.
- Aswoyo, Budi. (2000), *Perancangan Optimasi dan Implementasi Antena Mikrostrip Horn Sektoral Bidang E pada Frekuensi Band X*, Tugas Akhir, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, ITS, Surabaya.
- Balanis, C.A. (1997), *Antena Theory Analysis and Design*, Second Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Edward, Terry. (1991), *Foundation For Microstrip Circuit Design*. Knaresborough England.
- Hadi Pramono, Yono. (2002a), *Analisa Respon Frekuensi Antena Mikrostrip*. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya. ITS, Surabaya.
- Hadi Pramono, Yono. (2002b), *Analisa Karakteristik Antena CPW Slot dan Patch dengan FDTD*. Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya. ITS, Surabaya.
- Hadi Pramono, Yono. (2005), *Karakterisasi Antena Mikrostrip Patch 3 GHz Secara Simulasi FDTD (Finite Difference Time Domain) Dan Eksperimen*. Jurnal Fisika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Hadi Pramono, Yono. (2009), *Prototipe Antenna Bi-Mikrostrip tapered patch Dengan Dua Arah Pola Radiasi Dan Satu Feeding Monopole Beroperasi Pada Freq. 2,4 GHz*. Prosiding T.Informatika, UPN. Yogyakarta.
- Hidayah, Ifa. (2009), *Desain dan Fabrikasi Antena Bi-Mikrostrip tapered patch Dengan Dua Arah Radiasi dan Satu Feeding Monopole Untuk Komunikasi Wi-fi*. Tesis Magister. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Hund, E. (1989), *Microwave Communications, Component and Circuit*, McGraw Hill, New York.
- Kraus, John, D. (1984), *Electromagnetics*, Third Edition, McGraw-Hill, New York.
- Ohri, V, Amin, O, Gebremariam, H Dubois, B. (2003), *Microwave Mikrostrip Horn Antena Design and Test System*, San Jose State University.
- Shafai. (2001), *Microstrip Antena Design Handbook*, Profesor University Of Manitoba, Wimmipeg, Canada.
- Suherman, Nanang. (2008), *Analisis dan Fabrikasi Antena Mikrostrip Horn dilengkapi Reflektor Parabola dengan Metode FDTD*, Tugas Akhir, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITS, Surabaya