

Perancangan dan Implementasi Antena Microstrip Dual Band pada Frekuensi Kerja 1,5 GHz dan 2,5 GHz

Mega Gustiani¹⁾, Budi Prasetya²⁾, Yuyu Wahyu³⁾

1) Fakultas Elektro dan Komunikasi IT Telkom Bandung

Jl. Telekomunikasi no.1 Terusan Buah Batu Bandung, Telp./Fax. 022-7565933

3) Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI Bandung

Kampus LIPI Jl. Sangkuriang Bandung-Indonesia

[1\)mega_gustiani87@yahoo.co.id](mailto:1)mega_gustiani87@yahoo.co.id), [2\)bpy@ittelkom.ac.id](mailto:2)bpy@ittelkom.ac.id), [3\)yuyu@ppet.lipi.go.id](mailto:3)yuyu@ppet.lipi.go.id)

Abstract

In this research, antenna intended to meet the needs of small and compact antennas that can work in two frequency bands are single band frequency WiMAX 2500 MHz band and single frequency civilian GPS L1 1575.42 MHz. Double square patch with the stacked method is one simple microstrip design techniques to be working on two frequencies. EMC technique with coaxial or probe is directly used to distribute this microstrip patch antenna. The antenna is designed to work in 50 Ω coaxial line. Scalable bandwidth when VSWR ≤ 2 is between 1544.14 to 1597.14 MHz is equal to 53 MHz or 3.37% of center frequency 1570.5 MHz, and in 2432 up to 2605 MHz that is equal to 173 MHz or 6.87% at the frequency of 2518.5 MHz. Gain is obtained at a frequency of 1.5 GHz is 8.157dBi and at a frequency of 2.5GHz is dBi 8823. Both the frequency on this antenna has directional radiation pattern and ellipse polarization.

Key words: microstrip square patch, metode stacked, dual band, coaxial.

Abstrak

Pada Penelitian ini telah dirancang dan direalisasikan antena mikrostrip square patch. Antena ditujukan untuk memenuhi kebutuhan antena yang kecil dan kompak yang mampu bekerja di dua band frekuensi yaitu single band frekuensi WiMAX 2500 MHz dan single band frekuensi civilian GPS L1 1575.42 Mhz. Double square Patch dengan metode stacked merupakan salah satu teknik perancangan microstrip yang sederhana untuk dapat bekerja pada dua frekuensi. Teknik pencatutan dengan coaxial atau probe secara langsung digunakan untuk mencatu antena patch mikrostrip ini. Antena dirancang bekerja pada coaxial line 50 Ω . Bandwidth yang terukur saat VSWR ≤ 2 yaitu antara 1544.14 sampai dengan 1597.14 MHz yaitu sebesar 53 MHz atau 3,37 % dari frekuensi tengah 1570.5 MHz, dan 2432 sampai dengan 2605 MHz yaitu sebesar 173 MHz atau 6.87 % dari frekuensi tengah 2518.5 MHz. Gain yang diperoleh pada frekuensi 1.5 GHz adalah 8.157dBi dan pada frekuensi 2.5 GHz adalah 8.823 dBi. Kedua frekuensi pada antena ini memiliki pola radiasi unidireksional dan polarisasi elips

Kata kunci: microstrip square patch, metode stacked, dual band, coaxial.

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia pada beragam teknologi semakin meningkat, khususnya layanan teknologi komunikasi bergerak, misalnya seperti teknologi WiMAX dan Global Positioning System (GPS).

Peralatan dan teknologi *wireless* yang banyak digunakan saat ini yaitu PDA (*personal digital assistant*), *notebooks*, dan lain - lain. Teknologi seperti GPS dan WiMAX telah menjadi elemen yang tidak dapat dilepaskan dari peralatan komunikasi tersebut. Ditambahkannya perangkat GPS dan WiMAX pada perangkat komunikasi bergerak, membuat kebutuhan antena yang kecil dan kompak serta mampu beroperasi

pada frekuensi *multiband* semakin meningkat. Antena GPS yang ada pada umumnya merupakan antena perangkat luar/eksternal, atau menggunakan beberapa antena internal yang beroperasi pada *band* frekuensi yang berbeda-beda dimana konstruksi ini kurang sesuai karena membuat perangkat menjadi lebih besar. Oleh karena itu, pada Penelitian ini akan dirancang sebuah antena yang berdimensi kecil dan mampu beroperasi pada dua *band* frekuensi yang berbeda yaitu *single band* frekuensi WiMAX 2500 MHz dan *single band* frekuensi *civilian* GPS L1 1575.42 Mhz. Antena yang cocok adalah antena mikrostrip karena memiliki *design*

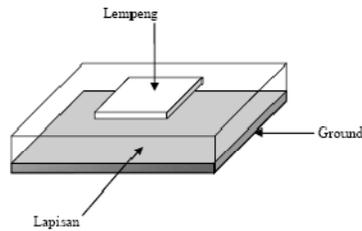
compact, berukuran kecil, serta dapat memenuhi frekuensi operasi dari sistem komunikasi *wireless* tersebut.

Didalam Penelitian antenna yang dirancang akan menggunakan metode *stacked* agar dapat menghasilkan antenna *dual band* dengan ukuran yang kecil. Metode ini juga dapat menaikkan *bandwidth* antenna dan menghasilkan *gain* yang besar.

2. Dasar Teori

2.1 Antena *Microstrip*[7]

Antena *microstrip* terdiri atas tiga bagian

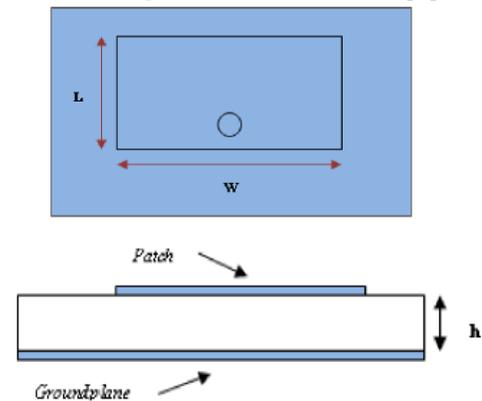


Gambar 1: Antena *Microstrip*

- Conducting patch**, *patch* ini berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara, terletak paling atas dari keseluruhan sistem antenna. *Patch* terbuat dari bahan konduktor, misal tembaga. Bentuk *patch* bisa bermacam-macam, lingkaran, persegi, persegi panjang, segitiga, ataupun bentuk *annular ring*. Pada gambar 1 *patch* ditunjukkan pada bagian lempeng.
- Substrat dielektrik**, berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antenna. Pengaruh ketebalan substrat dielektrik terhadap parameter antenna adalah pada *bandwidth*. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar *bandwidth*. Pada gambar 1 *patch* ditunjukkan pada bagian lapisan.
- Groundplane**, *groundplane* antenna mikrostrip bisa terbuat dari bahan konduktor. Elemen radiasi dan saluran pencatu biasanya terletak di atas

substrat dielektrik itu juga. Elemen radiasi tersebut dapat berupa bujur sangkar, persegi panjang, lingkaran, elips, atau bentuk-bentuk lainnya. Saluran pencatu biasanya terbuat dari strip/tempelan juga dan biasanya mempunyai lebar lebih kecil dari pada antenna itu sendiri. Selain itu dapat pula digunakan kabel koaksial untuk mencatu langsung elemen radiasi. Pada gambar 1 *patch* ditunjukkan pada bagian *ground*.

2.2 *Rectangular Patch Antenna*[7]



Gambar 2: *Rectangular Patch Antenna* Tampak Atas dan Tampak Samping

Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa *rectangular patch* antenna memiliki dimensi *Width* (W) atau lebar dan *Length* (L) atau panjang.

Dimana dimensi $W \ll$ panjang gelombang. Tetapi, untuk *rectangular patch microstrip antenna*, W bisa diperbesar untuk menanggulangi radiasi dari tepi *patch*. Nilai W bisa didapat dari persamaan 3 dan panjang L harus $< \lambda/2$, dimana λ adalah panjang gelombang medium dielektrik. Dengan,

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

dimana λ_0 adalah panjang gelombang ruang hampa dan ϵ_r adalah konstanta dielektrik efektif *patch*. Nilai ϵ_{eff} dapat diperoleh dari persamaan

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W}\right)^{-1/2} \quad (2)$$

$$W = \frac{c}{2 \cdot f_r} \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right)^{-1/2} \quad (3)$$

Sedangkan untuk mencari panjang L dapat digunakan persamaan 4.

$$L = \frac{c}{2 \cdot f_r \cdot \sqrt{\epsilon_{eff}}} - 2\Delta\ell \quad (4)$$

dimana c = kecepatan cahaya di ruang hampa

2.3 Teknik Pencatuan Antena

Teknik pencatuan antena mikrostrip persegi dapat dilakukan secara langsung menggunakan teknik *probe koaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line*. Pencatuan juga bisa dilakukan secara tidak langsung yaitu dengan menggunakan kopling elektromagnetik, dimana tidak ada kontak metalik langsung antara *feed line* dan *patch*. Teknik pencatuan mempengaruhi impedansi input dan karakteristik antena.

2.3.1 Teknik Pencatuan Probe Koaxial

Pada teknik ini, pencatuan dilakukan dengan cara melubangi patch untuk dihubungkan dengan elemen pencatu (konektor). Penentuan letak titik catu yang tepat menyebabkan antena ini tidak membutuhkan rangkaian penyepadan dalam pengaplikasiannya.

2.3.2 Teknik Pencatuan Mikrostrip Line

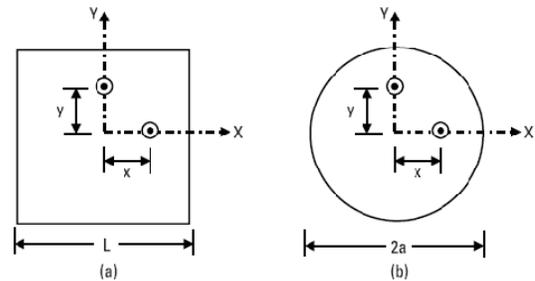
Pada teknik ini, pencatuan dilakukan dengan cara menghubungkan *line* pencatuan dengan *patch*, dimana *patch* dan *line* pencatuan menggunakan bahan yang sama yang dipabrikasi dengan cara *etching*-kan.

2.3.3 Teknik Pencatuan Electromagnetically Coupled (EMC)

Pada teknik ini, tidak terdapat kontak *metallic* antara *patch* dengan elemen lainnya, pencatuan pada *patch* dilakukan dengan cara kopling elektromagnetik dari elemen pencatunya.

2.3.4 Dual Feed[7]

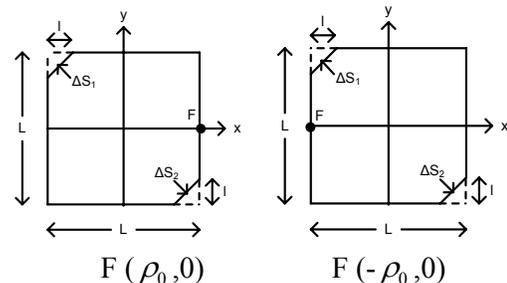
Sebuah antena mikrostrip polarisasi sirkuler dapat direalisasikan dengan membangkitkan 2 mode orthogonal dengan besar yang sama, yang berada dalam kuadrat fasa. Tanda fasa relatif menunjukkan jenis polarisasi (LHCP atau RHCP). Cara paling mudah untuk mendapatkan polarisasi sirkuler adalah dengan menggunakan 2 catu pada posisi orthogonal yang dicatu dengan $1 < 0^\circ$ dan $1 < 90^\circ$, seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3: Dual feed (a) Square MSA (b) CMSA

2.4 Penentuan letak feed point

Pada antena tipe A penentuan jenis polarisasi *right hand circular polarization* atau *left hand circular polarization* dapat ditentukan dengan cara peletakan *feed point* pada sumbu x atau sumbu y antena tersebut.



Gambar 4: Lokasi Pencatuan yang Dibutuhkan Untuk RHCP ($|\rho| \leq L/2$) dimana $\rho_0 =$ Lokasi Catu

3. Perancangan dan Simulasi Antena

3.1 Spesifikasi Antena

Sesuai dengan tujuan pembuatan Penelitian, maka ditentukan spesifikasi antena sebagai berikut : Frekuensi kerja : *dual-band* (1,5 GHz dan 2,5 GHz); Pola radiasi *directional*; Impedansi karakteristik 50 Ω ; VSWR ≤ 2 ; *Bandwidth* GPS > 20 Mhz dan *mobile wimax* 190 Mhz; *Gain* > 6 dBi Polarisasi *circular*

3.2 Karakteristik Bahan

Antena mikrostrip persegi yang akan dirancang menggunakan material tembaga untuk *patch* dan *groundplane*. Bahan dielektrik yang digunakan sebagai substrat pada antena mikrostrip ini adalah FR-4 *Epoxy*.

Karakteristik material yang akan digunakan untuk antena mikrostrip adalah sebagai berikut:

Patch (tembaga):

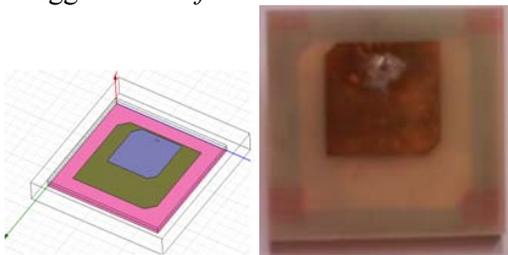
- Permittivitas relative (ϵ_r) : 1
- Permeabilitas relative (μ_r) : 0.99991
- Ketebalan : 0.035 mm

Dielektrik

- Permittivitas relative (ϵ_r) : 4.4
- Permeabilitas relative (μ_r) : 1
- Ketebalan : 1.6 mm

3.3 Dimensi Antena

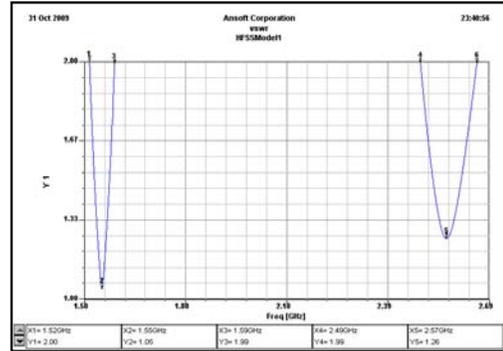
Dimensi antena yang dihasilkan dari persamaan – persamaan rumus untuk *patch* persegi digunakan saat perancangan dan simulasi pada Penelitian dengan menggunakan *software* Ansoft HFSS v9.2.



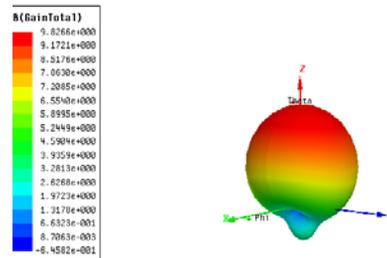
Gambar 5: Tampilan HFSS 9.2 dan Pemodelan Antena Persegi

3.5 Hasil Simulasi

3.5.1 VSWR Dan Bandwidth

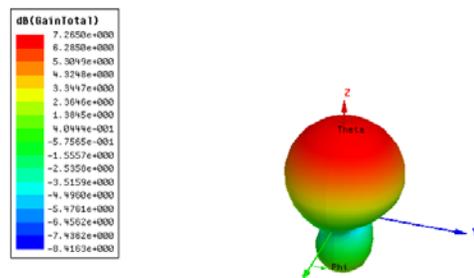


Gambar 6: Grafik VSWR Terhadap Frekuensi



Gambar 7: Gain dan Pola Radiasi 3D pada 1,5 GHz

Gambar 7 diatas menunjukkan *gain* pada frekuensi resonansi 1.5 GHz. Dari gambar terlihat *gain* hasil simulasi yang diperoleh adalah 9.8 dBi.

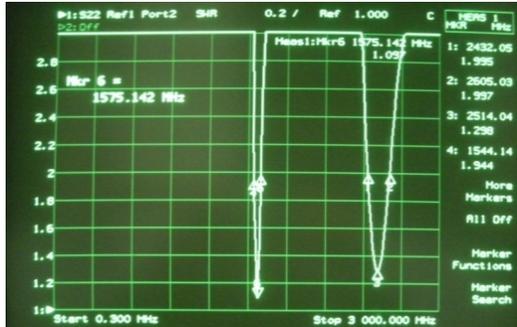


Gambar 8: Gain dan Pola Radiasi 3D pada 2,5 GHz

Gambar 8 diatas menunjukkan *gain* pada frekuensi pada frekuensi resonansi 2.5 GHz. Dari gambar terlihat *gain* hasil simulasi yang diperoleh adalah 7.3 dBi.

4. Analisis Hasil Pengukuran

4.1. Hasil pengukuran VSWR dan Bandwidth dengan Network Analyzer



Gambar 9: Hasil Pengukuran VSWR

Bandwidth yang terukur saat $VSWR \leq 2$ yaitu antara 1544.14 sampai dengan 1597.14 MHz yaitu sebesar 53 MHz atau 3,37 % dari frekuensi tengah 1570.5 MHz, dan 2432 sampai dengan 2605 MHz yaitu sebesar 173 MHz atau 6.87 % dari frekuensi tengah 2518.5 MHz.

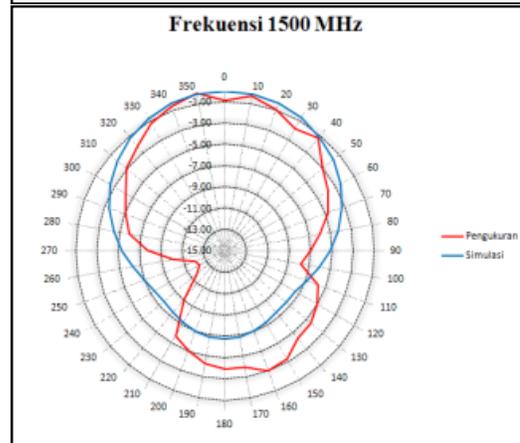
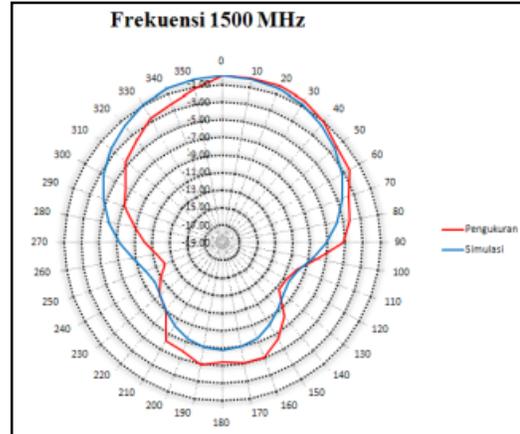


Gambar 10: Pengukuran Impedansi Input

Nilai impedansi yang terukur pada frekuensi tengah yang pertama 1575,14 MHz adalah $48.94 + j4.471 \Omega$. Dan frekuensi tengah yang kedua 2,514 adalah $39.83 + j5,326$.

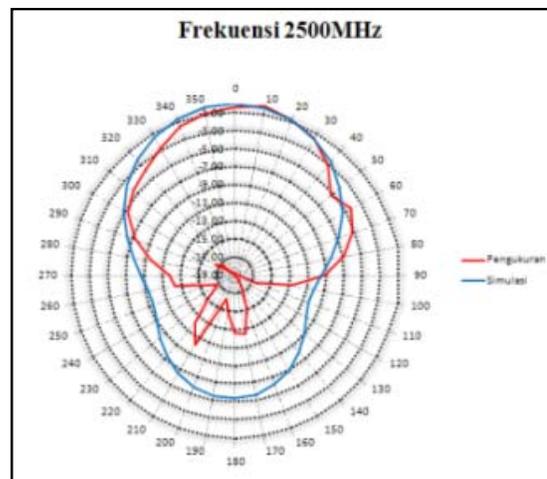
4.1.1 Perbandingan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Dan Simulasi

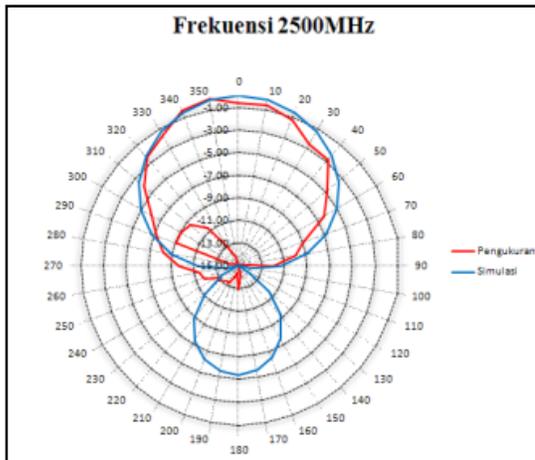
Pengukuran pola radiasi 1,5 GHz dilakukan pada frekuensi tengah (1575 MHz).



Gambar 11: Pola Radiasi Pada Frekuensi 1,5 GHz, Hasil Simulasi dan Pengukuran Arah Azimuth dan Elevasi

Pengukuran pola radiasi 2,5 GHz dilakukan pada frekuensi tengah (2514 MHz).





Gambar 12: Pola Radiasi Pada Frekuensi 2,5 GHz, Hasil Simulasi dan Pengukuran; Arah Azimuth dan Arah Elevasi

Dilihat dari hasil simulasi dan pengukuran kedua frekuensi pada antena ini memiliki pola radiasi *direksional*. Pada frekuensi 1.5 GHz backlobe pada pengukuran lebih besar daripada hasil simulasi. Sedangkan untuk 2.5 GHz backlobe yang dihasilkan pada pengukuran lebih kecil daripada hasil simulasi.

4.2 Pengukuran Gain Antena.

Tabel 1: Gain Hasil Pengukuran dan Simulasi

Frekuensi	Gain Simulasi	Gain Pengukuran
1,5 GHz	9.8 dBi	8.157 dBi
2,5 GHz	7.3 dBi	8.823 dBi

5. Kesimpulan

Dari hasil yang diperoleh baik hasil simulasi maupun hasil pengukuran di lapangan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip dualband ini dapat bekerja pada 1575,14 MHz dengan VSWR minimum 1,097 dan pada 2514 MHz dengan VSWR minimum 1,298.
2. Antena mikrostrip ini memiliki daerah bandwidth 1544.14-1597.14 MHz dan 2432-2605 MHz

3. Gain hasil pengukuran yaitu 8.157 dBi pada 1.5 GHz dan 8.823 dBi pada frekuensi 2.5 GHz.
4. Kedua frekuensi pada antena ini memiliki pola radiasi *direksional*.

Daftar Pustaka

- [1] Balanis, Constantine, *Antenna Theory: Analysis and Design*, New York : Harper & Row Publisher Inc, 1982.
- [2] Caninsti, Finagista, *Perancangan Dan Implementasi Antena Mikrostrip Susunan Linier 6 Elemen Segi Empat Dengan Polarisasi Sirkular Pada Frekuensi 5.675 – 5.875 GHz*. Institut Teknologi Telkom, 2008.
- [3] Garniwan, Ivan, *Rancang bangun antena microstrip tiga susun dual band dengan shorting pins untuk aplikasi selular dan GPS*. Jakarta, Universitas Indonesia, 2006.
- [4] James, J.R., and P.S.Hall. *Handbook of Microstrip Antennas, Vol.1*. London : Peter Peregrinus. 1989.
- [5] Jati, Christian Agung, *Perancangan dan Realisasi Dual Band Antena Mikrostrip Menggunakan Double Rectangular Patch untuk Aplikasi WLAN*. Bandung: Penelitian Institut Teknologi Bandung, 2006.
- [6] Joo Seong Jeon, *Design of Wideband Patch Antennas for PCS and IMT-2000 Service, Technical Feature*.
- [7] Kumar, Girish., Ray,K.P, *Broadband Microstrip Antennas*, London: Artech House.
- [8] Sainati, Robert A, *CAD of Microstrip Antennas For Wireless Applications*. London: Artech House Boston, 1996.
- [9] Setiawan, Denny, *Penataan Frekuensi Radio Layanan Akses Pita Lebar Berbasis Nirkabel*, Jakarta: Tim Penataan Spektrum Frekuensi Radio Untuk Akses Nirkabel Berbasis Pita Lebar (Broadband Wireless Access / BWA), 2006.