

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP *ARRAY PATCH* SEGIEMPAT *DUAL-BAND* (2,3 GHz dan 3,3 GHz) DENGAN PENCATUAN *PROXIMITY COUPLED*

Felix Deriko, Ali Hanafiah Rambe

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: felixsembiring@gmail.com

Abstrak

Antena menjadi perangkat yang sangat penting dalam komunikasi nirkabel. Berkembangnya teknologi semikonduktor akan memicu kebutuhan perangkat antena dengan dimensi kecil, mudah difabrikasi serta mudah diintegrasikan dengan perangkat komunikasi yang semakin kecil. Antena mikrostrip dapat menjadi solusi memenuhi kebutuhan antena tersebut. Pada penelitian ini, dirancang sebuah antena mikrostrip *array patch* segiempat yang mampu bekerja pada frekuensi 2.3 GHz dan 3.3 GHz untuk aplikasi *WiMAX*. Perancangan antena menggunakan teknik pencatuan *proximity coupled*. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan nilai VSWR sebesar 1,39 untuk frekuensi 2,3 GHz dan 2,20 untuk frekuensi 3.3 GHz dengan pola radiasi yang didapat adalah *omnidirectional*.

Kata kunci : antena mikrostrip, mikrostrip *dual-band*, *proximity coupled*

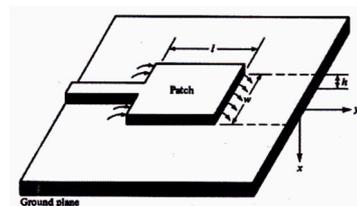
1. Pendahuluan

Teknologi komunikasi nirkabel telah berkembang sangat pesat seiring dengan kebutuhan pengguna akan kualitas sistem komunikasi yang berkecepatan tinggi, efisien, handal dan berkualitas. Salah satu teknologi komunikasi yang berkembang saat ini adalah *WiMAX* dimana teknologi ini dapat mengatasi masalah pada jaringan nirkabel seperti rendahnya laju data dan keterbatasan jangkauan penyedia layanan. Teknologi *WiMAX* sangat didukung oleh perkembangan antena mikrostrip yang memiliki beberapa kelebihan seperti bentuknya yang kecil, efisien, dan mudah diintegrasikan. Tetapi, antena mikrostrip memiliki kelemahan seperti *gain* yang agak rendah dan lebar *bandwidth* yang sempit. Oleh karena itu diperlukan beberapa cara untuk mengatasi beberapa kelemahan tersebut. Salah satu cara untuk mengatasi *gain* yang rendah adalah dengan menggunakan struktur *patch array* sedangkan untuk mengatasi lebar *bandwidth* yang sempit adalah dengan menggunakan teknik pencatuan secara tidak langsung. Pada antena mikrostrip ada empat macam teknik pencatuan yang sering digunakan, yaitu *feed line*, *probe coaxial*, *aperture coupling*, dan *proximity coupled*. Teknik pencatuan *proximity coupled* adalah salah satu teknik yang dapat menghasilkan *bandwidth* yang cukup besar.

2. Dasar Teori

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah salah satu antena gelombang mikro yang digunakan sebagai radiator yang efisien untuk sistem telekomunikasi modern saat ini. Antena mikrostrip tersusun atas 3 bagian yaitu : bagian peradiasi (*patch*), bagian substrat (*substrate*), dan bagian pentanahan (*ground*). Bagian-bagian tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 [1].



Gambar 1 Antena Mikrostrip

2.2 Parameter Antena Mikrostrip

Kualitas antena dapat dilihat dari unjuk kerja parameter antena tersebut. Dengan mengetahui nilai parameter antena, dapat ditentukan apakah suatu antena cocok digunakan pada aplikasi yang diinginkan. Ada beberapa parameter-parameter penting sebagai karakteristik antena yang biasanya ditentukan pada pengamatan medan jauh (*far field*) [2] yaitu : VSWR, *bandwidth*, *return loss*, *gain*,

pola radiasi, *directivity*, dan impedansi masukan.

2.3 Dimensi Antena Mikrostrip

Pendekatan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar antena mikrostrip *patch* segiempat dapat menggunakan Persamaan 1 [1].

$$W = \frac{c}{2 f_r} \sqrt{\frac{2}{(\epsilon_r + 1)}} \quad (1)$$

dimana ϵ_r adalah konstanta dielektrik, c adalah kecepatan cahaya diruang dan f_r adalah frekuensi kerja antena. Untuk menentukan lebar *patch* (L) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya *fringing effect* yaitu efek pada elemen peradiasi antena mikrostrip terlihat lebih besar dari dimensi fisiknya. Pertambahan panjang dari L (ΔL) tersebut dapat dihitung menggunakan Persamaan 2 [1].

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{r\text{eff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{r\text{eff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (2)$$

dimana h merupakan tebal substrat dan $\epsilon_{r\text{eff}}$ merupakan konstanta dielektrik relatif yang ditentukan dengan Persamaan 3 [1]

$$\epsilon_{r\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W}\right]^{-1/2} \quad (3)$$

Lebar *patch* (L) dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4 [1].

$$L = L_{\text{eff}} - 2\Delta L \quad (4)$$

dimana L_{eff} merupakan lebar *patch* efektif yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 5 [1].

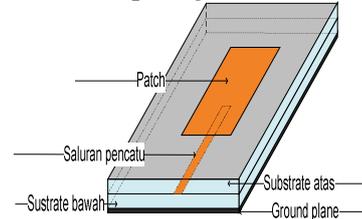
$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\epsilon_{r\text{eff}}}} \quad (5)$$

2.4 Teknik Pencatutan *Proximity Coupled*

Dalam perancangan antena, teknik pencatutan merupakan hal yang sangat penting. Salah satu syarat antena yang baik ialah apabila impedansi input sesuai (*matched*) dengan impedansi karakteristik kabel pencatunya sehingga dapat memancarkan dan menerima energi gelombang radio dengan arah polarisasi sesuai pada aplikasi yang dibutuhkan. Ada 4 macam teknik pencatutan yang paling populer digunakan, yakni *proximity coupling*, *microstrip line*, *coaxial probe*, dan *aperture coupling* [1].

Proximity coupled seperti yang terlihat pada Gambar 2 [3] merupakan teknik pencatutan

yang memiliki keunggulan pada *bandwidth* yang dihasilkan paling besar dan radiasi tambahan (*spurious radiation*) yang kecil. Pada pencatutan ini, saluran pencatunya terletak di antara 2 buah *substrat* dan *patch* antena terletak di bagian *substrat* paling atas.



Gambar 2 Pencatutan *proximity coupled*

2.5 Antena Mikrostrip *Dual-Band*

Antena mikrostrip *dual-band* merupakan suatu jenis antena mikrostrip yang dapat bekerja pada 2 buah frekuensi berbeda. Terdapat tiga jenis teknik untuk mendapatkan antena mikrostrip *dual-band*, yaitu *orthogonal mode dual-frequency patch antennas*, *multi-patch dual-frequency antennas*, dan *reactively-loaded dual-frequency patch antennas*.

Orthogonal mode dual-frequency patch antennas adalah satu jenis antena mikrostrip yang dicatu oleh dua mode dominan yang orthogonal satu dengan lainnya. Sedangkan *Multi-patch dual-frequency antennas* adalah satu jenis antena mikrostrip yang mempergunakan lebih dari satu elemen antena dimana masing-masing elemen mempunyai frekuensi resonansi yang berbeda – beda. Adapaun jenis yang ketiga adalah *Reactively-loaded dual-frequency patch antennas*, yaitu satu jenis antena mikrostrip yang diberi beban reaktif tambahan sehingga secara keseluruhan antena tersebut akan beresonansi pada dua frekuensi yang berbeda [4].

3. Metodologi Penelitian

3.1 Perancangan Dimensi Antena

Ada beberapa tahap dalam perancangan antena ini, diantaranya ialah penentuan spesifikasi substrat yang akan digunakan, penentuan dimensi antena, penentuan dimensi saluran pencatu. Hasil dari perhitungan tersebut selanjutnya disimulasikan dengan menggunakan simulator Ansoft HFSS v.10 untuk memperoleh parameter-parameter antena yang dihasilkan seperti nilai VSWR, *return loss*, *bandwidth* dan pola radiasi. Adapun Spesifikasi dari antena yang akan dirancang dan spesifikasi substrat yang digunakan pada

penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Spesifikasi antenna yang akan dirancang

| Frekuensi (GHz) | Bandwidth | VSWR | Return loss |
|-----------------|-----------|----------|--------------|
| 2.3 – 2.4 | 100 MHz | ≤ 2 | $\leq -9,54$ |
| 3.3 – 3.4 | 100 MHz | ≤ 2 | $\leq -9,54$ |

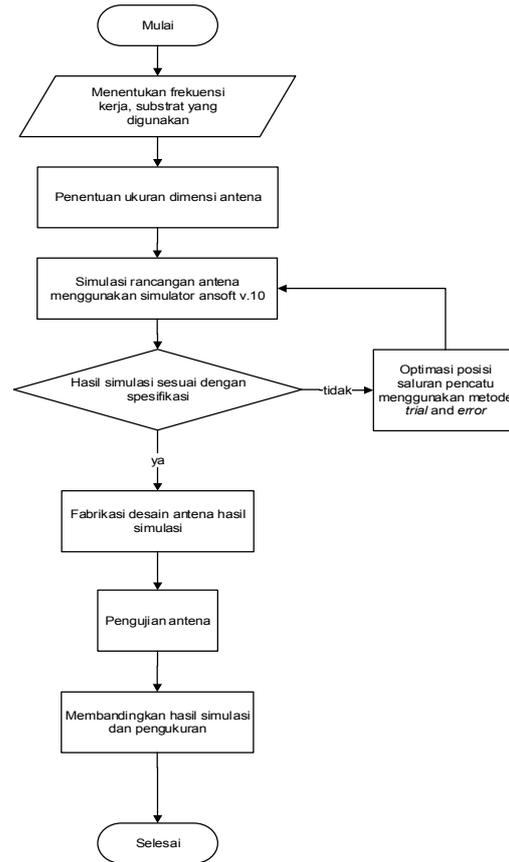
Tabel 2 Spesifikasi substrat yang digunakan

| Jenis substrat | FR4 evoksi |
|---|------------|
| Konstanta dielektrik relatif (ϵ_r) | 4.4 |
| Dielectric loss tangent ($\tan\delta$) | 0.02 |
| Ketebalan substrat (h) | 1.6 mm |

Substrat merupakan bahan utama pembuatan antenna mikrostrip. Dalam penentuan jenis substrat perlu dilakukan pengkajian karena akan berpengaruh pada kualitas spesifikasi antenna tersebut. Substrat memiliki nilai konstanta dielektrik (ϵ_r), dielectric loss tangent ($\tan\delta$) dan ketebalan (h) tertentu. Ketiga nilai tersebut mempengaruhi nilai efisiensi antenna yang akan dibuat [5].

3.2 Flowchart Perancangan Antena

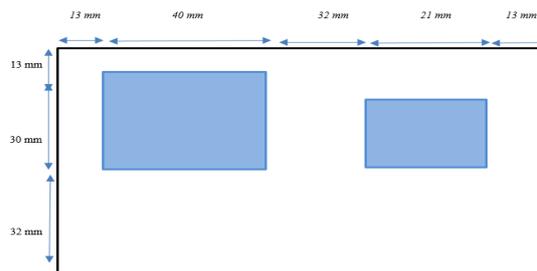
Adapun *flowchart* perancangan antenna seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 menunjukkan bahwa perancangan antenna dimulai dengan menentukan jenis substrat yang digunakan serta frekuensi kerja yang ingin dicapai. Kemudian melakukan simulasi menggunakan simulator Ansoft HFSS v.10 untuk memperoleh gambaran dari parameter antenna yang dirancang. Pada proses ini, apabila parameter yang didapatkan dari hasil simulasi belum memenuhi hasil yang diharapkan maka akan dilakukan proses optimasi. Optimasi yang dilakukan adalah optimasi posisi saluran pencatu dari antenna mikrostrip. Setelah didapatkan parameter antenna mikrostrip yang sesuai dengan standar maka tahapan selanjutnya adalah fabrikasi antenna sesuai dengan spesifikasi yang diperoleh. Pada tahapan akhir dilakukan pengujian antenna yang telah difabrikasi dengan antenna simulasi dan membandingkan hasil yaitu berupa parameter-parameter dari antenna mikrostrip.



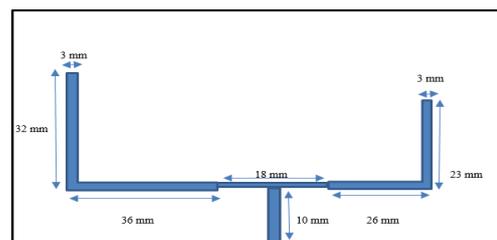
Gambar 3 Diagram alir perancangan antenna

3.3 Rancangan Antena Mikrostrip Dual Band (2.3 GHz dan 3.3 GHz)

Setelah melakukan perhitungan dimensi dari patch dan saluran pencatu menggunakan persamaan 1 dan persamaan 4 maka didapatkan gambar rancangan antenna seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 berikut.



Gambar 4 Tampak atas (patch) substrat 1

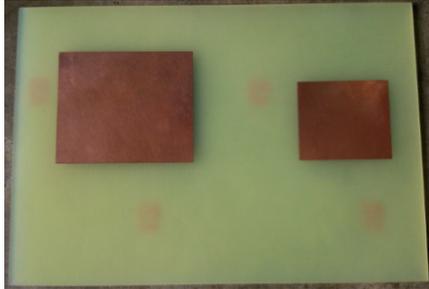


Gambar 5 Tampak atas (feedline) substrat 2

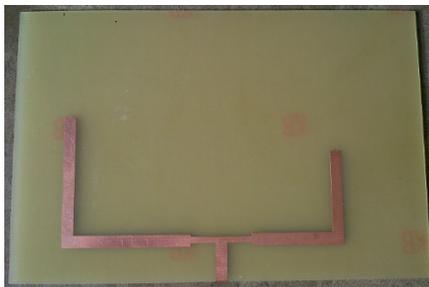
4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Simulasi dan Pengukuran

Setelah melakukan perbaikan rancangan dengan melakukan iterasi posisi saluran pencatu antenna mikrostrip, maka diperoleh antenna seperti pada Gambar 6.



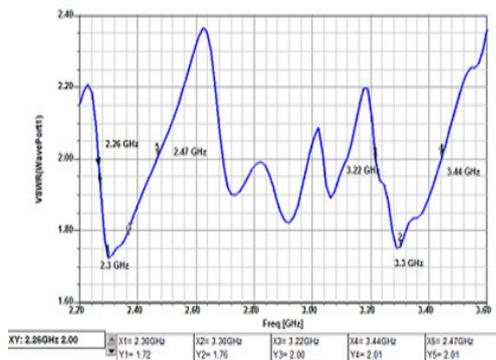
(a) Tampak Atas Substrat 1 (patch)



(b) Tampak Atas Substrat 2 (feedline)

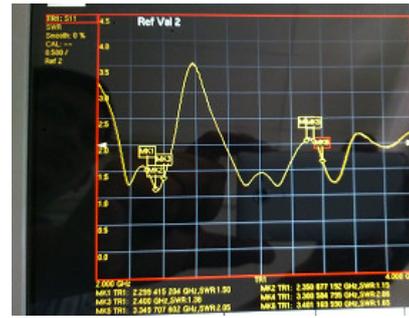
Gambar 6 Antena mikrostrip yang telah difabrikasi

Dari hasil simulasi didapatkan nilai VSWR antenna adalah seperti diperlihatkan pada Gambar 7.



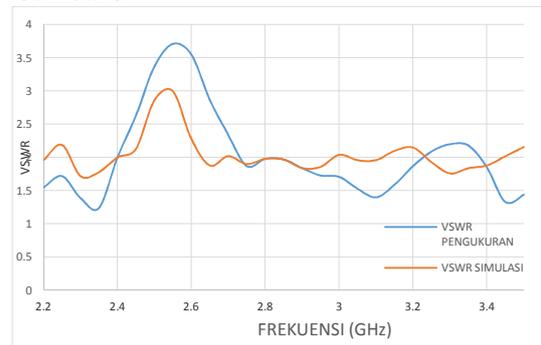
Gambar 7 VSWR Hasil Simulasi

Untuk perhitungan *bandwidth* digunakan acuan data pada $VSWR \leq 2$. Maka besar *bandwidth* untuk frekuensi 2.3 GHz diperoleh *bandwidth* sebesar 210 MHz dan untuk frekuensi 3.3 GHz diperoleh *bandwidth* 220 MHz. Sedangkan dari hasil pengukuran antenna pabrikan didapatkan pula besarnya VSWR seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.



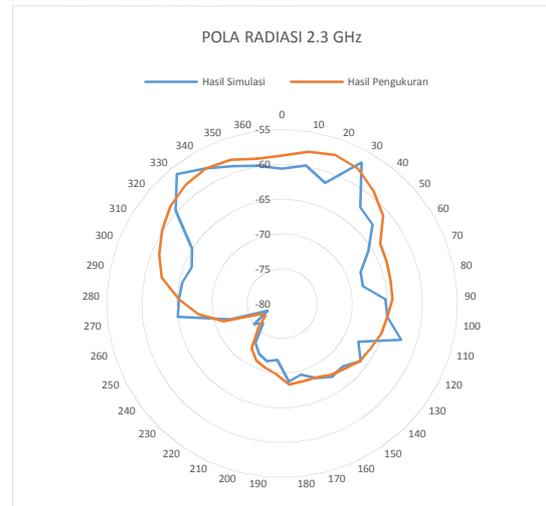
Gambar 8 Grafik hasil pengukuran VSWR

Perbandingan VSWR dari hasil simulasi dan dari hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 9

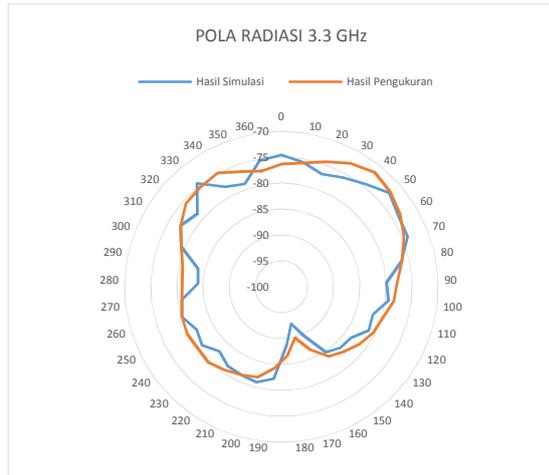


Gambar 9 Perbandingan grafik VSWR simulasi dan pengukuran

Pola radiasi antenna mikrostrip array patch segiempat yang diperoleh berupa pola omnidirectional yaitu memancarkan dan menerima gelombang secara merata pada semua sudut seperti diperlihatkan pada Gambar 10 dan Gambar 11 berikut



Gambar 10 Pola Radiasi 2.3 GHz



Gambar 11 Pola Radiasi 3.3 GHz

Berdasarkan hasil pengukuran dengan hasil simulasi menggunakan software simulator, diperoleh hasil pengukuran yang kurang akurat. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tidak memperhitungkan tingkat temperatur, terdapat rugi-rugi pada kabel penghubung, tembaga/konduktor pada substrat, adanya interferensi gelombang yang dipancarkan antenna yang disebabkan oleh frekuensi-frekuensi atau benda-benda yang ada disekitar antenna saat pengukuran, dan penyolderan saluran pencatu antenna ke konektor SMA yang kurang baik.

4.2 Analisis Capaian Spesifikasi Antena

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan simulator Ansoft dan pengukuran antenna mikrostrip patch segiempat dengan pencatuan proximity coupled diperoleh sebuah tabel hasil perbandingan dengan antenna standar depkominfo seperti diperlihatkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Analisis Perbandingan Antena untuk frekuensi 2,3 GHz

| Parameter | Standar Depkominfo | Spesifikasi yang diperoleh dari hasil simulasi | Spesifikasi yang diperoleh dari hasil pengukuran |
|-----------------|--------------------|--|--|
| Frekuensi kerja | 2,3 GHz– 2,390 GHz | 2,47 GHz – 2,26 GHz | 2,299 GHz – 2,400 GHz |
| VSWR | ≤ 1.9 | 1,72 | 1,39 |
| Bandwidth | 90 MHz | 210 MHz | 101 MHz |
| Return loss | - | -15,63 | -9,67 |
| Pola Radiasi | - | omnidirectional | omnidirectional |

Tabel 4 Analisis Perbandingan Antena untuk frekuensi 3.3 GHz

| Parameter | Standar Depkominfo | Spesifikasi yang diperoleh dari hasil simulasi | Spesifikasi yang diperoleh dari hasil pengukuran |
|-----------------|--------------------|--|--|
| Frekuensi kerja | 3,3 GHz– 3,4 GHz | 3.22 GHz – 3.44 GHz | 3.300 GHz – 3,401 GHz |
| VSWR | ≤ 2 | 1,86 | 2,20 |
| Bandwidth | 100 MHz | 220 MHz | 101 MHz |
| Return loss | - | -11,23 | -11,50 |
| Pola Radiasi | - | omnidirectional | omnidirectional |

5. Kesimpulan

Dari hasil perancangan, simulasi, dan pengukuran diperoleh kesimpulan, yaitu pada simulasi dengan menggunakan simulator Ansoft HFSS v.10 diperoleh nilai VSWR adalah 1,72 pada frekuensi 2.3 GHz dan 1,76 pada frekuensi 3.3 GHz, sedangkan pada saat pengukuran diperoleh nilai VSWR sebesar 1,39 pada frekuensi 2.3 GHz dan 2.20 pada frekuensi 3.3 GHz. Pola radiasi yang diperoleh dari perancangan dan pengukuran antenna adalah omnidirectional.

6. Daftar Pustaka

[1] Balanis, Constantine . 2005. *Antenna Theory Analysis and Design, 3rd edition*, Willey Inc.

[2] Surjati, I. 2010. *Antena Mikrostrip Konsep dan Aplikasinya*. ISBN:978-979-26-8952-0, Universitas Trisakti: Jakarta.

[3] Alaydrus, M. 2011. *Antena: Prinsip dan Aplikasi*. Jakarta: Graha Ilmu.

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

[5] Kumar, G&Ray, K.P. 2003. *”Broadband Microstrip Antennas”*, ISBN: 1-58053-244-6, Artech House. Inc: London.