

Perancangan dan Analisis Antena Dipole pada Frekuensi 2,4 GHz untuk Modul Xbee S2 Pro Menggunakan HFSS 14.0

Shinta Romadhona^{1*)}, Diana Alia²⁾, Maya Zulfida³⁾

^{1,3)} Departemen Teknik Telekomunikasi dan Elektro, Institut Teknologi Telkom, Purwokerto

²⁾ Prodi Elektro Pelayaran, Politeknik Pelayaran, Surabaya

*email: shinta@ittelkom-pwt.ac.id

Abstract

Xbee s2 pro module works at 2,4 Ghz using IEEE 802.15.4 standard and polarization are linear. There are many types of antennas that can be used, which one is the dipole antenna. The simulation model implemented in this study uses Ansoft HFSS 14.0 software. HFSS stands for high frequency structure simulator is a pioneer in the use of finite element method for electromagnetic wave simulators that implement tangential vector finite elements, adaptive meshing and Adaptive Lanczos-Pade Sweep (ALPS) technology. By using HFSS 14.0 simulation, the axial ratio value of 35.0359 dB that means linier polarization. For the value of s-parameter -21,1851 db and VSWR value approaches 1, that is 1.5195 db. The gain value obtained is 0.7469 dB, the gain value needs to be optimized by using a metamaterial to get a good gain.

Keywords — Dipole Antenna, Xbee S2 Pro, HFSS 14.0

1. Pengantar

Jaringan tanpa kabel ini berkembang sangat pesat dengan memanfaatkan daya jangkau sinyal yang besar dalam ruangan, menjadi salah satu alasan kenapa teknologi *indoor positioning* banyak digunakan[1]. Salah satu perangkat yang dapat mendukung teknologi *indoor positioning* yaitu Xbee S2 Pro. Xbee S2 Pro dikarenakan memiliki beberapa keunggulan yaitu (Wi-Fi) lebih andal dan terhindar dari interferensi.

Xbee S2 Pro merupakan salah satu jenis Xbee yang diproduksi dari *Digi International*. Keunggulan Xbee S2 Pro yaitu memiliki daya yang lebih besar dan jangkauan komunikasinya lebih luas. Xbee S2 Pro merupakan *radio frequency transceiver* atau modul yang terdiri dari RF receiver dan RF transmitter yang berfungsi sebagai protokol komunikasi nirkabel. Modul Xbee S2 Pro bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dengan menggunakan standar IEEE 802.15.4. Modul ini dapat menyajikan kemampuan untuk pengiriman data antar perangkat dengan kemampuan yang bervariasi tergantung pada kondisi dan tempat[2].

Modul Xbee S2 Pro memiliki tipe antena menggunakan tipe *chip* antena. Hal tersebut dikarenakan tipe *chip* antena memiliki jarak jangkauan *indoor* yang lebih luas dibanding dengan tipe *chip* antena. Antena *chip* merupakan suatu antena berbentuk *chip* yang teletak pada *board* modul Xbee S2 Pro. Berdasarkan *datasheet* Xbee S2 Pro, antena tersebut memiliki polarisasi linier[3].

Antena adalah elemen penting yang ada pada setiap sistem telekomunikasi tanpa kabel (nirkabel/*wireless*), tidak ada sistem telekomunikasi *wireless* yang tidak memiliki antena. Pemilihan antena yang tepat, perancangan yang baik dan pemasangan yang benar akan menjamin kinerja sistem tersebut. Antena merupakan sebuah komponen yang dirancang untuk bisa memancarkan dan atau menerima gelombang elektromagnetika[4]. Suatu antena dikatakan berpolarisasi linier jika arah medan elektrik memiliki arah yang tetap sepanjang

waktu dan di semua posisi. Antena terpolarisasi linier dibagi menjadi, 2 yaitu vertikal dan horizontal. Jika suatu antena penerima memiliki polarisasi linier, maka antena ini hanya dapat menerima sinyal dari antena dengan polarisasi vertikal atau horizontal. Keunggulan dari antena dipole yaitu memiliki struktur yang sederhana dan berdimensi kecil. Maka diperlukan perancangan antena dipole yang dapat meningkatkan jangkauan pada frekuensi 2,4 GHz dengan menggunakan software Ansoft HFSS 14.0 dari antena *chip* yang telah ada pada. Melalui parameter-parameter antena maka diharapkan antena dapat beroperasi pada frekuensi yang diinginkan.

2. Dasar Teori

2.1 Gain

Gain merupakan salah satu parameter yang berfungsi untuk memperhitungkan efisiensi antena. *Gain* antena (dalam arah tertentu) didefinisikan sebagai "rasio intensitas dalam arah yang diberikan dengan intensitas radiasi yang akan diperoleh jika daya diterima oleh antena yang dipancarkan isotropik[5].

Dalam berbagai kasus, sering dijumpai *relative gain*, yang didefinisikan sebagai “rasio *power gain* dalam arah tertentu untuk *power gain* antena referensi dalam arah yang direferensikan”. *Input* daya harus sama untuk kedua antena. Dalam kebanyakan kasus, antena referensi adalah sumber isotropik *lossless*. Nilai *gain* dapat dihitung menggunakan Persamaan (1)[5].

$$G = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}(\text{lossless isotropic source})} \quad (1)$$

Dimana G = *gain*
 P_{in} = total daya *input*
 $U(\theta, \phi)$ = intensitas radiasi

2.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR merupakan pengukuran dasar dari impedansi *matching* antara *transmitter* dan antena. Rumus untuk mencari nilai VSWR mengikuti Persamaan (2)[6].

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

Dimana Γ = Koefisien pantul

Dari persamaan di atas besarnya koefisien pantul menentukan besarnya VSWR. Rumus untuk mencari nilai koefisien pantul mengikuti Persamaan (3)[6].

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} = \frac{Z_{in} - Z_s}{Z_{in} + Z_s} \quad (3)$$

Dimana V_0^- = Tegangan gelombang pantul (*reflected wave*)
 V_0^+ = Tegangan gelombang maju (*incident wave*)
 Z_{in} = Impedansi beban (*load*)
 Z_s = Impedansi saluran

Nilai VSWR yang baik adalah 1, yang artinya tidak ada refleksi. Hal ini terjadi ketika saluran dalam keadaan *matching* sempurna. Namun untuk mendapatkan VSWR yang bernilai 1 itu sangatlah sulit, sehingga nilai VSWR ditoleransi menjadi kurang dari 2. Semakin tinggi nilai VSWR maka semakin besar pula *mismatch* dan semakin rendah VSWR maka antenna semakin *matching*[6].

2.3 Return Loss

Return loss merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali. Fungsi *return loss* juga sama seperti VSWR yaitu untuk menentukan *matching* antara antenna dan *transmitter*. Rumus untuk mencari nilai *return loss* sebagaimana Persamaan (4) [6].

$$return\ loss = 20\ log_{10}|\Gamma| \quad (4)$$

Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* di bawah -10 dB, yaitu 90% sinyal yang diserap dan 10% yang dipantulkan kembali[6].

2.4 Axial Ratio

Salah satu syarat untuk membuat polarisasi *circular* yaitu *axial ratio* (AR). *Axial ratio* merupakan perbandingan *major axis* (OA) dengan *minor axis* (OB) [5]. Nilai *axial ratio* menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna yang dibuat berpolarisasi linier, *circular* atau elips. *Axial ratio* ini dapat diperoleh dengan persamaan (5).

$$AR = \frac{major\ axis}{minor\ axis} = \frac{OA}{OB} \quad (5)$$

Dimana :

OA = *major axis*

OB = *minor axis*

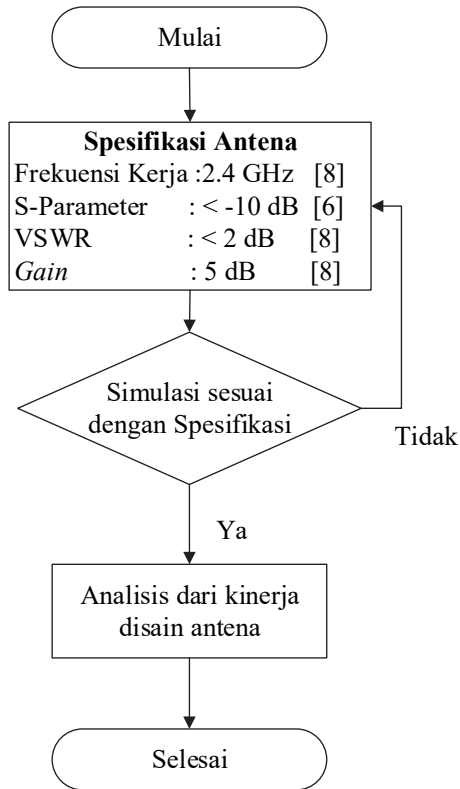
Tahap penentuan spesifikasi ini berfungsi agar antenna yang disimulasikan memiliki nilai standar yang harus dipenuhi. Pada penelitian ini, antenna yang akan dirancang adalah antenna *dipole* yang memiliki spesifikasi:

Frekuensi kerja : 2.4 GHz
 S-parameter : < -10 dB
 VSWR : < 2 dB
 Gain : > 5 dB

3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan simulasi untuk disesuaikan dengan *input* dari modul Xbee S2 Pro. Model simulasi yang diimplementasikan dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak Ansoft HFSS 14.0. HFSS singkatan dari *High Frequency Structure Simulator* adalah pelopor penggunaan metode elemen terbatas (*Finite Element Method*) untuk simulator gelombang EM yang mengimplementasikan teknologi *tangetial vector finite elements*, *adaptive meshing* dan *adaptive lanczos-Pade Sweep* (ALPS). Ansoft HFSS adalah suatu simulator medan elektromagnetik untuk pemodelan 3 dimensi perangkat pasif berstruktur frekuensi tinggi yang memiliki kelebihan sangat mudah dan interaktif digunakan pada sistem operasi *microsoft grafical user interface*. Dalam simulatornya terintegrasi visualisasi, pemodelan volumetrik dan kemudahan dalam interaktif di mana solusi permasalahan

pemodelan 3 dimensi bisa cepat dan akurat didapatkan. *Ansoft* HFSS dapat digunakan untuk mengalkulasi beberapa parameter di antaranya yaitu parameter S dan medan elektromagnetika[7]. Penelitian ini dilakukan mengikuti diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian Antena *Dipole*

3.1 Antena Dipole

Antena memiliki transduser antara pengendali gelombang propagasi pada saluran transmisi dan gelombang propagasi elektromagnetik pada keadaan *free space*. Pada arus antena linear dipole pendek memperhitungkan kesamaan panjang suatu elemen. Ini data dilihat dari medan magnet dan medan elektrik yang diradiasikan pada dipole pendek panjang elemen (l) harus lebih kecil dari λ [9].

Pada tahap ini, ukuran dimensi antena akan mempengaruhi karakteristik antena yang akan dibuat. Tahap-tahap perhitungan dimensi antena *dipole* seperti menentukan panjang gelombang dan panjang antena *dipole*. Sebelum menentukan panjang antena *dipole*, terlebih dahulu harus ditentukan panjang gelombang karena panjang antena *dipole* berkaitan dengan panjang gelombang. Untuk menghitung panjang gelombang dapat menggunakan persamaan (6)[5].

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (6)$$

Dimana λ = panjang gelombang (mm)

c = kecepatan cahaya (m/s)

f = frekuensi kerja (Hz)

Pada penelitian ini, $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m} = 125 \text{ mm}$.

Daya radiasi rata-rata dari antenna dipole dapat diketahui dari *far field* dari antenna dipole. Kegunaan dari antenna dalam komunikasi dapat berfungsi dengan baik dari *far filed*. Daya radiasi dapat ditentukan menggunakan Persamaan (7)[10].

$$P_{rad} = \oint S_{av} \cdot d_s \quad (7)$$

Dimana:

P_{rad} = Daya Radiasi

S_{av} = kerapatan daya rata-rata

d_s = Radius bola yang terpusat r

3.2 Perancangan Model Antena Dipole Pada Ansoft HFSS

Pada perancangan antenna ini menggunakan perangkat lunak Ansoft HFSS versi 14 berdasarkan dimensi antenna yang diperoleh dari perhitungan diatas. Perancangan yang pertama kali dibuat yaitu antenna *dipole*. Perancangan antenna bertujuan untuk mengetahui seberapa bagus performansi antenna tersebut dan hasil dari antenna tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan atau belum. Pada Gambar 2 ditampilkan desain antenna *dipole*.



Gambar 2. Desain Awal Antena *Dipole*

Dari perancangan antenna *dipole* menggunakan perangkat lunak Ansoft HFSS 14 didapatkan hasil simulasi seperti *axial ratio*, *gain* dan s-parameter yang dapat dilihat pada Tabel 1.

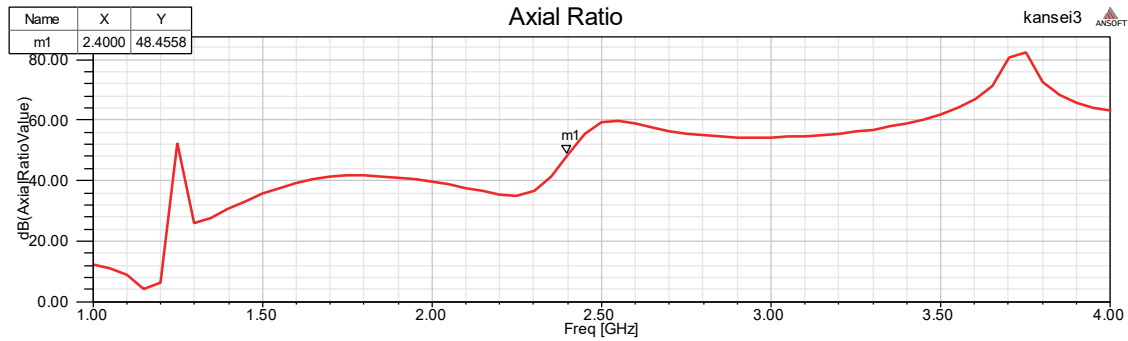
Tabel 1. Hasil Simulasi Antena *Dipole*

Parameter	Nilai
<i>Axial Ratio</i>	48,4558 dB
<i>Gain</i>	0,5071 dB
S-Parameter	-13,9845 dB
VSWR	3,5197

4. Hasil Penelitian dan Analisa

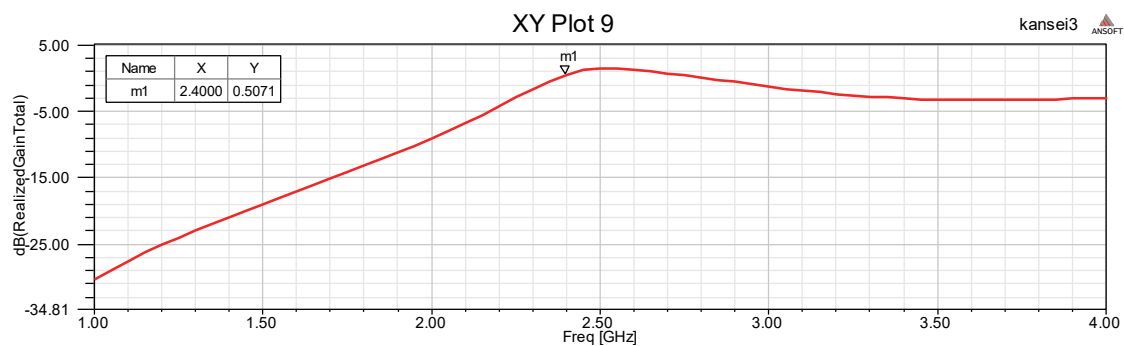
4.1 Parameter Penelitian

Parameter yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini yaitu *axial ratio*, s-parameter, vswr dan gain. *Axial ratio* adalah parameter yang berfungsi untuk melihat apakah antenna yang dibuat berpolarisasi *circular*, linier atau elips adalah parameter yang berfungsi untuk menggambarkan daya yang dipancarkan oleh antenna, s-parameter merupakan parameter yang berfungsi untuk mengetahui seberapa banyak daya yang hilang dan tidak kembali. Nilai *axial ratio* dapat dilihat pada Gambar 3.



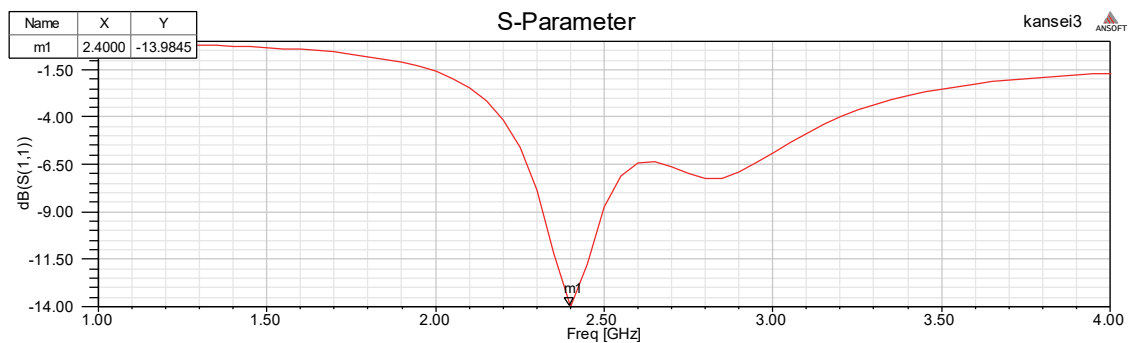
Gambar 3. Axial Ratio Antena Dipole

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *axial ratio* pada frekuensi 2,4 GHz yaitu 48,4558 dB. Nilai ini menyatakan bahwa antena dipole ini memiliki polarisasi linier. Grafik gain antena dipole ini dapat dilihat pada Gambar 4.



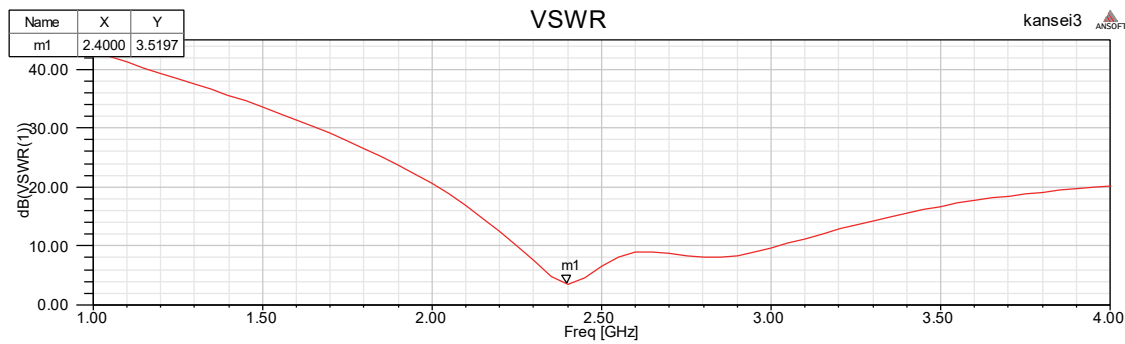
Gambar 4. Gain Antena Dipole

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai *gain* untuk frekuensi 2,4 GHz yaitu 0,5071 dB. Nilai tersebut masih belum memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan karena nilainya masih kurang dari 5 dB.



Gambar 5. S-Parameter Antena Dipole

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai s-parameter pada frekuensi 2,4 GHz menjadi -3,9845 dB. Nilai tersebut sesuai spesifikasi yang telah ditentukan karena nilainya kurang dari -10 dB.

Gambar 6. VSWR Antena *Dipole*

Untuk nilai VSWR dari Gambar 6 adalah 3,5197dB. Nilai ini masih belum optimal dari VSWR yang diinginkan yaitu kurang dari 2 dB.

4.2 Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil simulasi di atas dapat disimpulkan bahwa antena *dipole* ini ternyata hasilnya masih belum sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Untuk itu harus dilakukan perbaikan supaya menghasilkan nilai yang sesuai dengan spesifikasi antena yang telah ditentukan yaitu dengan cara mempertinggi *outer conductor* dari 0.05 mm sampai 0.3 mm dengan rentang 0.05 mm tiap perubahan tingginya. Hasil perubahan tinggi *outer conductor* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perubahan Tinggi *Outer Conductor*

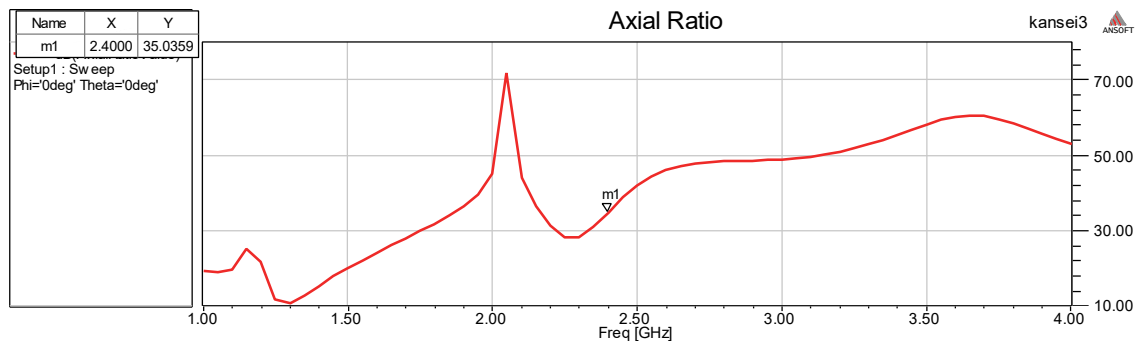
Tinggi <i>Outer Conductor</i> (mm)	<i>Axial Ratio</i> (dB)	<i>Gain</i> (dB)	S-Parameter (dB)	VSWR (dB)
0,05	30,0252	0,5171	-22,3186	1,3328
0,10	41,5825	0,5557	-21,9226	1,3952
0,15	36,9154	0,5218	-24,2127	1,0709
0,20	36,9912	0,7078	-22,7815	1,2634
0,25	36,2455	0,5523	-23,6247	1,1461
0,30	35,6952	0,5934	-24,6153	1,0223

Setelah dilakukan perubahan *outer conductor*, didapatkanlah hasil yang terbaik dari perubahan yaitu pada tinggi 0,15 mm. Tetapi karena nilainya masih belum sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Maka dilakukan perubahan dengan tinggi *wire* dari 3 mm sampai 4 mm. Hasil perubahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perubahan Tinggi *Wire*

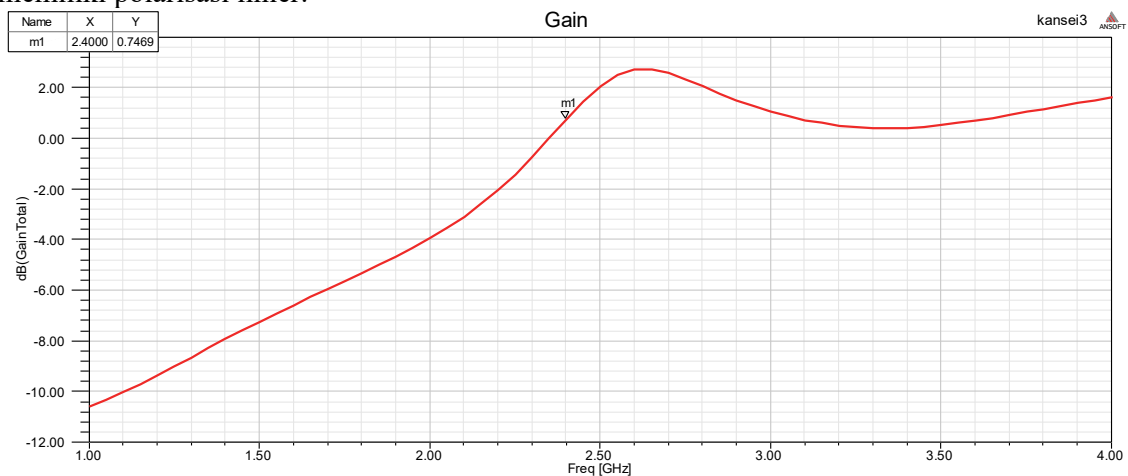
Tinggi <i>Wire</i> (mm)	<i>Axial Ratio</i> (dB)	<i>Gain</i> (dB)	S-Parameter (dB)	VSWR (dB)
3	36,9154	0,5218	-24,2127	1,0709
3.2	35,0359	0,7469	-21,1851	1,5195
3,5	38,3891	0,9181	-16,2508	2,6963
4	41,7418	1,1779	-10,9219	5,0803

Setelah dilakukan perubahan tinggi *wire*, didapat hasil yang terbaik dari perubahan yaitu pada tinggi 3,2 mm. Untuk lebih jelasnya nilai parameter dilihat pada Gambar 7.



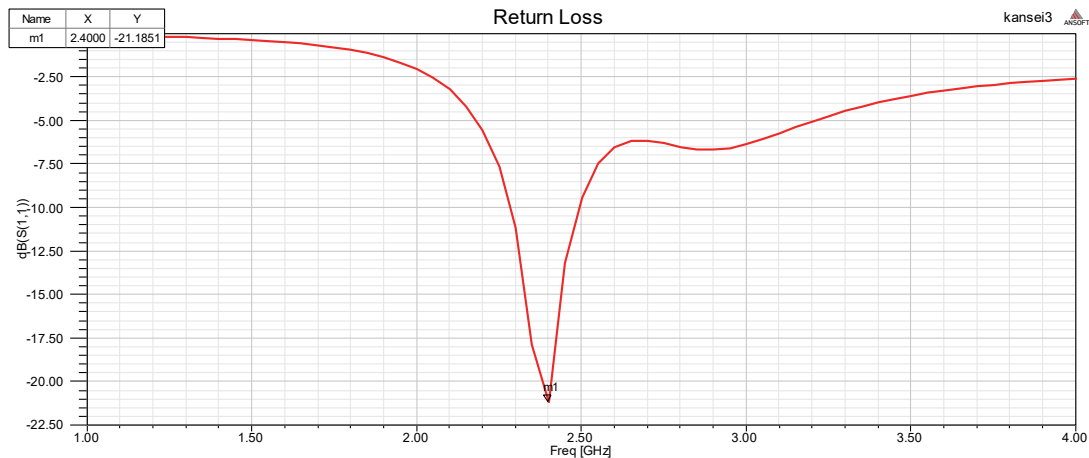
Gambar 7. *Axial Ratio* Antena *Dipole* dengan Tinggi *Wire* 3,2 mm, Tinggi *Outer Conductor* 0,15 mm

Dari Gambar 7 didapat nilai *axial ratio* pada frekuensi 2,4 GHz yaitu 35,0359 dB. Dengan nilai *axial ratio* 35,0359 dB tersebut menunjukkan bahwa antena dipole tersebut memiliki polarisasi linier.



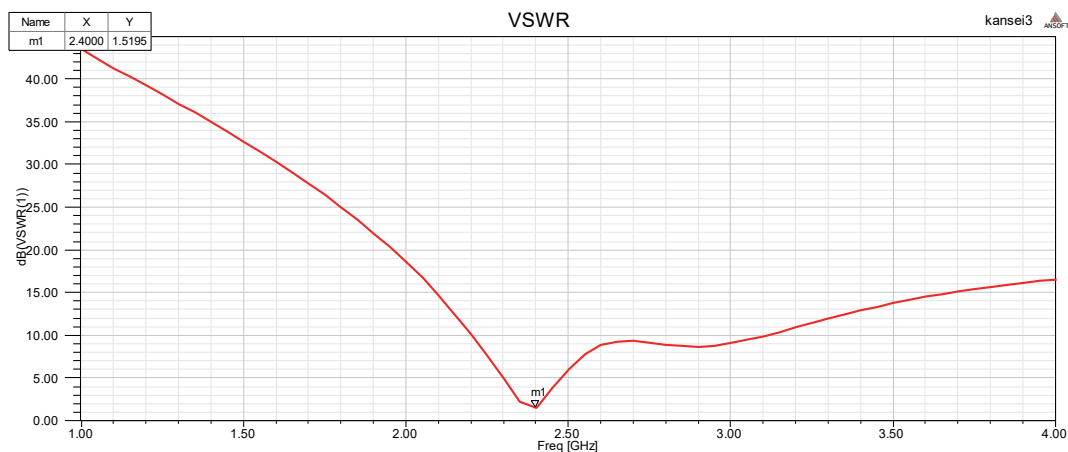
Gambar 8. *Gain* Antena *dipole* dengan tinggi *wire* 4,8 mm, tinggi *Outer Conductor* 0,1 mm

Dari Gambar 8 nilai *gain* pada frekuensi 2,4 GHz yaitu 0,7469 dB. Nilai tersebut belum dapat dikatakan bagus karena nilainya masih kurang dari spesifikasi yang telah ditentukan yaitu 5 dB.



Gambar 9. Return Loss Antena *Dipole* dengan Tinggi *Wire* 3,2 mm, Tinggi *Outer Conductor* 0,15 mm

Dari Gambar 9 nilai s-parameter pada frekuensi 2,4 GHz yaitu -21,1851 dB. Nilai tersebut sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan karena nilainya masih lebih dari -10 dB.



Gambar 10. VSWR Antena *Dipole* dengan tinggi *Wire* 3,2 mm, tinggi *Outer Conductor* 0,15 mm

Dari Gambar 10 diketahui pada frekuensi 2,4 GHz didapat nilai VSWR yaitu 1,515 dB. Nilai ini sudah dikatakan baik karena telah sesuai dengan parameter yang diinginkan yaitu kurang dari 2 dB.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai perancangan dan analisis antena dipole pada frekuensi 2,4 GHz untuk modul Xbee S2 pro dengan menggunakan HFFS 14.0 diperoleh nilai *axial ratio* 35,0359 dB, nilai s-parameter -21,1851 dB, nilai VSWR 1,5195 dB tetapi nilai *gain* hanya mencapai 0,7469 dB. Dengan demikian hanya nilai *gain* yang belum memenuhi spesifikasi 5 dB.

Daftar Pustaka

- [1] Ginting, T., & Warasto, D. (2014). Penentuan Lokasi Objek Indoor Dengan Kekuatan Sinyal Yang Diterima Oleh Wireles Lan. *Politeknosains*. vol. XIII, Indoor Positioning, pp. 46–47.
- [2] Kristalina, P. Modu; Praktikum Jaringan Telekomunikasi 2 Komunikasi Nirkabel menggunakan Modul RF X-Bee, Available: [http://prima.lecturer.pens.ac.id/Siskomnir/Modul 1.pdf](http://prima.lecturer.pens.ac.id/Siskomnir/Modul%201.pdf).
- [3] Dinata, & Marta, T. (2015). Rancang Bangun Wireless Remote Sensing Sistem untuk Memantau Temperature dengan Menggunakan Protokol ZigBee. *JUISI*, vol. I, Xbee Series 2 Chip Antenna dan Xbee Pro Series 2 Wire Antenna, p. 87.
- [4] Alaydrus & Mudrik. (2011). *Antena Prinsip & Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [5] Balanis, & Constantine,A. (2008). *Modern Antenna Handbook*. United States of America: A John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Yuwono, R., Julianto L., Choiron, M. A., & Anindito, P. (2007). Perancangan Dimensi Antena Ultra Wide Band (Rugby Ball)Yang Paling Efektif Untuk Monostatic Microwave Radar. *Tekno*, vol. VIII, VSWR dan Return Loss, pp. 2–3.
- [7] Tanansyah, F., Ansini P., & Ibnutoto, S. *24 Jam Mahir Ansoft*. Jakarta Selatan: ISTN.
- [8] Digi. (2018) *Zigbee RF Modules User Guide*. United States: Digi International.
- [9] Clayton R. Paul., Syed A. Nasar. (1992). *Introduction Electromagnetic Fields*. Singapore: Fong & Sons Printers, McGraw-Hill International Editions.
- [10] Fawwaz T. Ulaby. (2001). *Fundamental Of Applied Electromagnetics 2001 Media Edition*. Prentice Hall.