

ANALISIS PERBANDINGAN PENGARUH LILITAN DAN BAHAN ANTENA *HELICAL S-BAND* SEBAGAI PENERIMA DATA SATELIT LAPAN-A2/LAPAN-ORARI

COMPARATIVE ANALYSIS OF WINDINGS AND MATERIAL EFFECT OF HELICAL S-BAND ANTENNA AS THE LAPAN-A2/LAPAN-ORARI SATELLITE DATA RECEIVER

Hudzaifah Ahmadi¹, Satria Ramadhan¹, Mohamad Fathurahman¹, Rifki Ardinal²

¹ Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Jakarta

² Pusat Teknologi Satelit – Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

hudzaifahahmadi@gmail.com

Abstrak

Pada makalah ini memaparkan hasil dari penelitian mengenai desain dan realisasi antenna *helix* 4 dan 5 lilitan untuk *ground station* satelit mikro yang bekerja pada frekuensi *S-band* 2,2 GHz yang berfungsi untuk menerima sinyal data *payload* hasil penginderaan dari satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI. Pembuatan dan realisasi antenna *helix* ini juga dilengkapi dengan perhitungan *link budget* antenna dan pembuatan aplikasi perhitungan *link budget*. Antenna *helix* mempunyai kemampuan mengatasi rotasi *Faraday* akibat putaran *ion* yang ada di atmosfer sangat diperlukan oleh antenna penerima *S-Band* ini sehingga antenna tersebut harus berpolarisasi sirkular[1][5]. Untuk mendapatkan antenna yang optimal, penelitian ini membuat empat macam antenna dengan perbedaan masing-masing parameter untuk dibandingkan yaitu parameter lilitan 4 dan 5 lilitan, dan parameter bahan yaitu kawat tembaga dan kuningan. Sehingga didapatkan antenna dengan hasil *gain* tinggi dan efisiensi. Reflektor parabola digunakan pada antenna *helix* untuk meningkatkan *gain* dan direktivitas[3][6]. Hasil simulasi serta implementasi menunjukkan bahwa antenna *helix* yang telah memenuhi kriteria desain adalah antenna *helix* 5 lilitan bahan tembaga dan 5 lilitan bahan kuningan. Pola radiasi yang dihasilkan merupakan *directional*. Nilai *return loss* dari hasil pengukuran bernilai -11.9 dB dengan VSWR 1.69 untuk 5 lilitan bahan tembaga dan bernilai -14.38 dB dengan VSWR 1.47 untuk 5 lilitan bahan kuningan. Penambahan satu lilitan meningkatkan *gain* sebesar 1,9%. Impedansi hasil pengukuran sebesar 35,36 Ω untuk 5 lilitan bahan tembaga dan sebesar 67,00 Ω untuk 5 lilitan bahan kuningan.

Kata kunci: antenna *helix*, reflektor parabola, *S-band*, *return loss*, *link budget* dan VSWR

Abstract

This research showed about the design and realization of helix antenna 4 and 5 loops for ground satellite satellites working on the frequency of S-band 2.2 GHz that serves to receive data signal payload of sensing results from satellites LAPAN-A2/LAPAN-ORARI. The design and realization of helix also included calculation of antenna link budget as antenna receiver for LAPAN-A2 satellite and design the application of link budget calculation. Helix antenna has the ability to overcome the Faraday rotation due to the rotation of ions in the atmosphere is needed by the antenna S-Band Receiver so that the antenna must be circular polarized. To obtain the optimum antenna, this study realizes four kinds of antennas with the proportion of each parameters to be compared i.e. the winding coil 4 and 5 winding, and the material parameters i.e. copper and brass wire. So we get the antenna with high gain and efficiency. The parabolic reflector is used on the helix antenna to increase gain and directivity. Simulation and implementation results show that the helix antenna that has met the design criteria is a helix antenna 5 copper wire and 5 coils of brass material. The resulting radiation pattern is directional. The return loss value of the measurement result is -11.9 dB with VSWR 1.69 for 5 copper coils and a value of -14.38 dB with VSWR 1.47 for 5 coils of brass material. The addition of one winding increases the gain by 1.9%. The measurement impedance is 35.36 Ω for 5 copper wire and 67.00 Ω for 5 coils of brass.

Keywords: helix antenna, parabolic reflector, S-band, return loss, link budget and VSWR

1. PENDAHULUAN

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) telah mengembangkan teknologi satelit kelas mikro yang disebut *micro satellite*. Saat ini LAPAN sudah meluncurkan tiga buah *micro satellite* yaitu LAPAN-TUBSAT, LAPAN-A2/LAPAN-ORARI, dan LAPAN-A3/IPB. *Micro satellite* LAPAN berbentuk kubus dengan massa sekitar 70 sampai 120 kg[13]. Selain itu berdasarkan data yang dimuat di situs resmi LAPAN, *micro satellite* LAPAN mengorbit secara polar dan ekuatorial pada lintasan LEO (*Low Earth Orbit*) sekitar 650 km (titik nadir) di atas permukaan bumi[13]. Maka untuk mendapatkan hasil yang maksimal ketika melakukan akses data satelit (*tracking*) pada saat *downlink*, diperlukan *feed* antena yang baik sebagai antena penerima satelit. Salah satu antena penerima yang sering digunakan yaitu antena *helix*. Oleh karena itu antena *helix* yang akan dirancang dan dianalisis pada makalah ini. Antena *helix* yang dibuat adalah antena *helix* moda aksial dengan polarisasi sirkular sebagai *feed* pada antena parabola yang digunakan untuk menunjang subsistem stasiun bumi melakukan penerimaan data *S-Band* satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI pada frekuensi 2220 MHz. Dari perancangan ini diharapkan dapat menghasilkan lebar pita 27 MHz dengan rentang frekuensi *S-Band* yaitu 2206,5-2233,5 MHz serta dapat menghasilkan VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*) kurang dari 2, S-Parameter kurang dari -10 dB dan *gain* hingga 15 dB dengan tetap memperhatikan HPBW (*Half Power Beamwidth*) yang dibutuhkan dan secara mandiri dapat membuat *feed horn* antena *helix* [2][3][4]. Ruang lingkup penelitian ini dilakukan di lingkungan bidang Diseminasi Pusat Teknologi Satelit – LAPAN dan waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada tanggal 15 Agustus - 11 November 2016.

2. METODOLOGI

Berikut merupakan diagram alur metodologi yang digunakan untuk pembuatan antena *helix*. Diagram alur yang digunakan pada analisis ini ialah perancangan antena *helix* di CST, pembuatan antena *helix*, pengujian antena di PNA *Network Analyzer*, pengujian sebagai antena penerima.



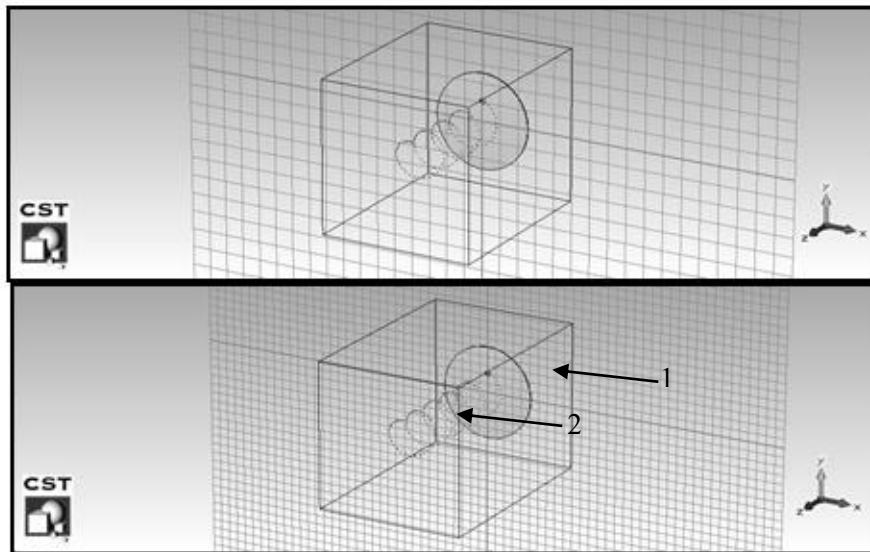
Gambar 1. Diagram alur kegiatan penelitian

Simulasi antena *helix* dilakukan dengan menggunakan software CST Microwave Studio. Proses desain model antena *helix* 4 dan 5 lilitan dibuat berdasarkan perhitungan dimensi antena *helix* dengan *coil 3D linear helical spiral* dengan parameter seperti pada Gambar 2 di bawah ini.

Parameter List			Parameter List		
Name	Value	Description	Name	Value	Description
A	136	Panjang aksial	A	167	Panjang aksial
AX	14	Pitch angle	Ax	14	Pitch angle
cst_torus_h	136	Coil's hight	cst_torus_h	167	Coil's hight
cst_torus_N	4	Coil's Nr of turns	cst_torus_N	5	Coil's Nr of turns
cst_torus_phi	14	Coil's segmentation angle	cst_torus_phi	14	Coil's segmentation angle
cst_torus_r	22	Coil's radius	cst_torus_r	22	Coil's radius
D	44	Diameter lilitan	D	44	Diameter lilitan
Gp	126.9	Diameter ground plan	Gp	126.9	Diameter Groundplan
h	2	Jarak antara Gp - lilitan	h	2	Jarak antara Gp - lilitan
S	34	Jarak antar lilitan	N	5	Jumlah lilitan
			S	34	Jarak antar lilitan

Gambar 2. Parameter antena *helix* 4 dan 5 lilitan

Dari daftar parameter yang sudah ditentukan, maka desain dan struktur geometri antena *helix* 4 dan 5 lilitan dapat dibuat dengan mengacu pada parameter yang ada. Sehingga menghasilkan rancangan antena *helix* 4 dan 5 lilitan yang terhubung dengan *groundplane* berbentuk lingkaran seperti pada Gambar 3. Lilitan pada *helix* ditunjukkan pada panah nomor 2 sedangkan *groundplane* panah nomor 1.



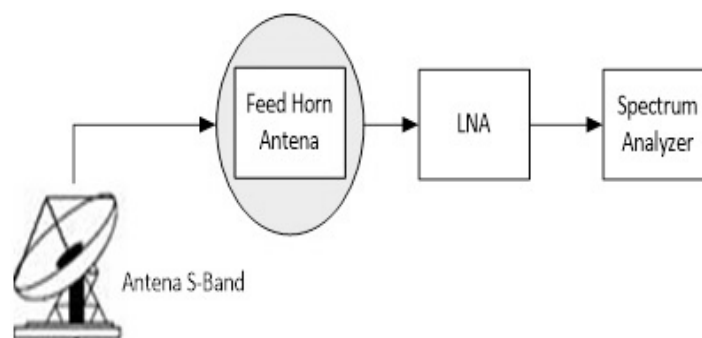
Gambar 3. Desain antenna *helix* 4 dan 5 lilitan tampak perspektif

Pembuatan antenna *helix* menggunakan dua bahan kawat yaitu kuningan dan tembaga, dengan perbandingan parameter lilitan pada antenna yaitu empat dan lima lilitan. Sedangkan pengukuran antenna *helix* dilakukan dengan menggunakan alat ukur PNA Network Analyzer seperti yang terlihat pada Gambar 4. Proses pengukuran antenna *helix* dilakukan setelah tahap perakitan dan simulasi selesai. Pengukuran menggunakan PNA Network Analyzer akan menghasilkan nilai impedansi, VSWR, dan *Return loss* (S-11) dari antenna *helix* pada frekuensi kerja 2,22 GHz.



Gambar 4. Pengukuran antenna *helix* dengan PNA Network Analyzer

Proses pengujian antenna *helix* untuk penerimaan sinyal *S-Band* LAPAN-A2/LAPAN-ORARI dilakukan dengan menempatkan antenna *helix* sebagai *feed horn* pada antenna reflektor parabola yang dipasang tepat di titik fokusnya (*axial or front feed*), sehingga menghasilkan daya terima dan direktivitas terbaik serta untuk mengetahui apakah antenna yang telah dibuat bekerja pada frekuensi tengah 2220 MHz. Konfigurasi pengujian sistem antenna penerima data satelit *S-Band* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Konfigurasi pengujian sistem antenna penerima satelit *S-Band*

2.1. Rumus Geometri Antena Helix

Diameter antena *helix* juga berhubungan erat dengan panjang gelombangnya, maka panjang gelombang dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (1)$$

dengan,

c = kecepatan gelombang elektromagnetik (3×10^8 m/s)

f = frekuensi tengah (Hz)

Sementara diameter *helix* dapat dihitung dengan persamaan (2) berikut:

$$D = \frac{\lambda}{\pi} \quad (2)$$

Keliling *helix* (*circumference*) antena *helix* moda aksial dapat dihitung dengan persamaan (3).

$$C = \pi D \quad (3)$$

Kraus mendefinisikan *pitch angle* (α) dengan persamaan (4) sebagai berikut.

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{S}{C} \quad (4)$$

Semakin panjang *pitch angle*, maka semakin besar pula *gain* dari antena *helix*. Relasi ini dapat dilihat dari persamaan (5) berikut:

$$Gain = 11,8 + 10 \log\{(c/\lambda)^2 * N * S\} = (dB) \quad (5)$$

Panjang Aksial (*axial length*) dipengaruhi oleh jumlah lilitan (n) dan berbanding lurus dengan spasi antara lilitannya (S), dapat dilihat dipersamaan (6).

$$A = nS \quad (6)$$

Antena *helix* biasanya dipasang pada sebuah *ground plane* yang dapat berbentuk segi empat atau lingkaran. Diameter *ground plane* bervariasi tapi tidak di luar rentang $0,6\lambda - 1,2\lambda$ yaitu sekitar $0,75\lambda - 0,94\lambda$ (sesuai dengan konsep dari Kraus) [3].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Perancangan Antena Helix

Perancangan antena *helix* yang bisa beroperasi pada frekuensi tengah 2220 MHz dengan lebar pita 27 MHz dibuat dengan menggunakan acuan dari persamaan parameter geometri antena *helix*. Adanya syarat yang membatasi proses perancangan, yaitu $0,8 < C_\lambda < 1,2$; $12^\circ < \alpha < 14^\circ$; $n \geq 4$, untuk parameter C_λ dan n dibatasi khusus pada proses perancangan ini menggunakan nilai $C = \lambda$ dan $n \geq 4$. Hasil perancangan antena *helix* dapat dilihat pada Tabel 1.

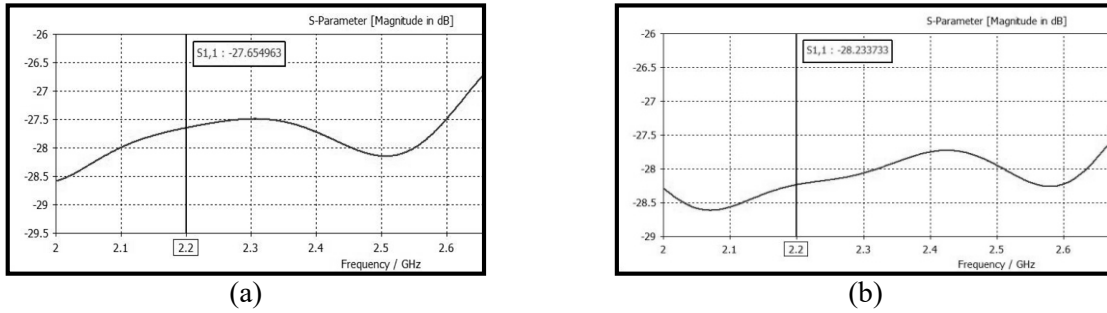
Tabel 1. Dimensi perancangan antena *helix*

Parameter	Nilai	
	4	5
N	4	5
λ	135,135 mm	135,135 mm
D	43 mm	43 mm
C	135,135 mm	135,135 mm
S	34 mm	34 mm
A	135,135 mm	168,918 mm
RGp	101,35 mm	101,35 mm

3.2. Hasil Simulasi Antena Helix 4 Lilitan dan 5 Lilitan Bahan Tembaga

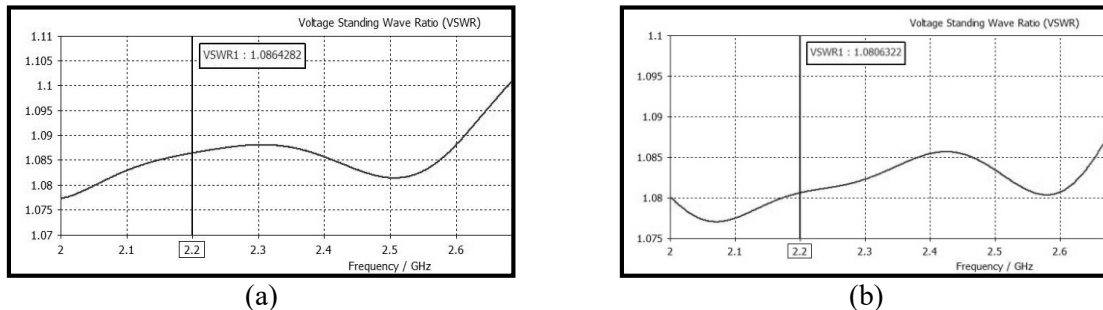
Untuk proses simulasi, parameter yang diuji coba hanya jumlah lilitan saja. Simulasi hanya didapatkan dari parameter 4 dan 5 lima lilitan dengan bahan tembaga saja karena dalam software CST Microwave Studio konduktor kawat lilitan yang tersedia hanya kawat tembaga (*copper annealed*). *Return loss* yang didapat dari hasil simulasi pada frekuensi 2,220 GHz untuk 4 lilitan yaitu sebesar -

27,65 dB yang terlihat pada Gambar 6a, sedangkan untuk yang 5 lilitan yaitu sebesar – 28,23 dB seperti yang terlihat pada Gambar 6b. Dari data tersebut, *bandwidth* antenna *helix* yang didapatkan sangat lebar dan tidak menentu.



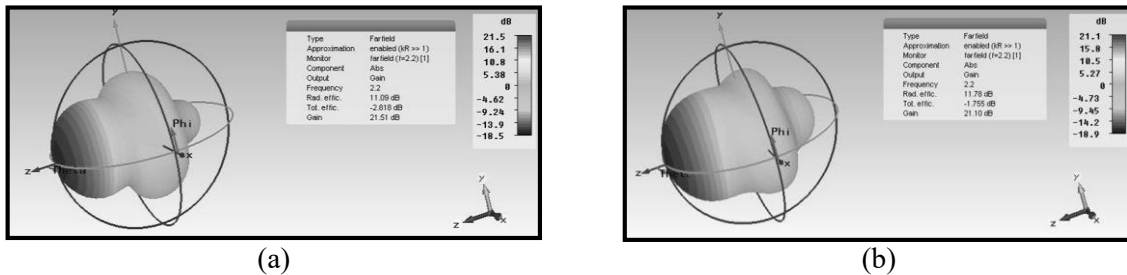
Gambar 6. Grafik *return loss* antenna *helix*: (a) 4 lilitan; (b) 5 lilitan

VSWR yang didapat dari hasil simulasi pada frekuensi 2,2 GHz untuk 4 lilitan yaitu 1,0864 dan yang 5 lilitan yaitu 1,0806, seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik *VSWR* antenna *helix*: (a) 4 lilitan; (b) 5 lilitan

Pola radiasi yang terbentuk dari simulasi adalah direksional. Gambar 8 menunjukkan polaradiasi dalam bentuk 3 dimensi. *Gain* maksimum untuk 4 lilitan yaitu sebesar 21,10 dB dan 5 lilitan yaitu 21,51 dB.



Gambar 8. Pola radiasi antenna *helix* dalam 3 dimensi: (a) 4 lilitan; (b) 5 lilitan

Untuk HPBW yang didapat dari hasil simulasi untuk antenna *helix* 4 lilitan yaitu sebesar 58,8° dan 5 lilitan yaitu 53,1°.

3.3. Hasil Pengukuran Antena Helix

Pengukuran antenna *helix* sebanyak empat antenna dengan parameter yang berbeda untuk masing-masing yaitu tembaga 4 lilitan, kuningan 4 lilitan, tembaga 5 lilitan, dan kuningan 5 lilitan dilakukan menggunakan alat ukur *PNA Network Analyzer* menghasilkan nilai impedansi, *VSWR*, dan *Return loss* (*S-11*) dari antenna *helix* pada frekuensi kerja 2,22 GHz. Hasil dari pengukuran ke-empat antenna *helix* tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini dan dapat dilihat perbandingan *return loss* dan *VSWR* dan impedansi dari hasil pengukuran.

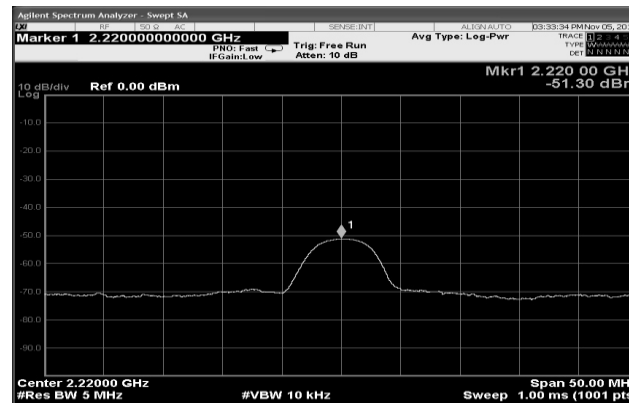
Tabel 2. Hasil pengukuran antenna *helix*

Parameter Antena	(A) <i>Helix 4 lilitan</i> bahan tembaga	(B) <i>Helix 4 lilitan</i> bahan kuningan	(C) <i>Helix 5 lilitan</i> bahan tembaga	(D) <i>Helix 5 lilitan</i> bahan kuningan
S-Parameter	-5,07 Db	-8,33 dB	-11,90 dB	-14,38 dB
VSWR	3,51	2,24	1,69	1,47
Impedansi	25,57 Ω	25,02 Ω	35,36 Ω	67,00 Ω

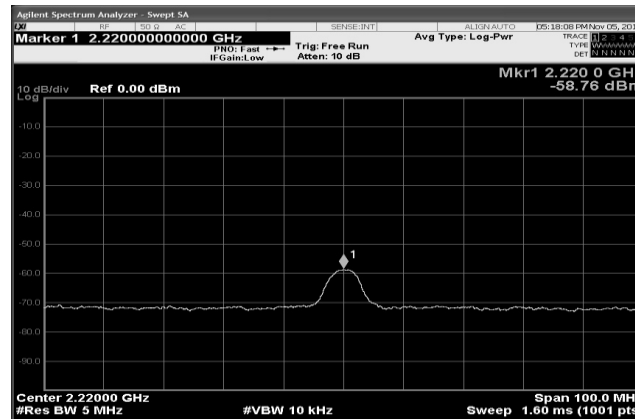
Dengan merujuk pada Tabel 2, nilai *return loss* dari ke-empat antenna yaitu antenna (C) dengan nilai *return loss* -11,9 dB dan antenna (D) dengan nilai *return loss* sebesar -14,38 dB merupakan antenna yang paling optimal dengan hasil pengukuran nilai *return loss* telah memenuhi kriteria desain yaitu < -10 dB, sedangkan untuk antenna (A) dan (B) belum optimal karena nilai *return loss*-nya > -10 dB. Nilai VSWR yang didapatkan dari hasil pengukuran ke-empat antenna, antenna (C) dengan nilai VSWR 1,69 dan antenna (D) dengan nilai VSWR sebesar 1,47 merupakan antenna yang paling optimal dengan hasil pengukuran nilai VSWR telah memenuhi kriteria desain yaitu < 2 sedangkan untuk antenna (A) dan (B) belum optimal karena nilai VSWR-nya > 2 . Belum optimalnya hasil pengukuran antenna *helix* ini disebabkan oleh ketidaksempurnaan dalam pembuatan dan pengukuran antenna yang diuji, sedangkan hasil simulasi merupakan kondisi ideal yang sulit untuk dicapai pada kondisi nyata.

3.4. Pengujian dan Analisis Data

Proses pengujian antenna dilakukan dengan proses *tracking* terhadap satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI untuk penerimaan sinyal *S-Band* yang dilakukan dengan hanya menggunakan dua *feed* antenna *helix* berbeda yang merupakan antenna dengan hasil pengukuran paling optimal, yaitu : antenna *helix 5 lilitan* bahan tembaga dan antenna *helix 5 lilitan* bahan kuningan. Berikut adalah hasil *tracking* satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI menggunakan *feed* antenna *helix 5 lilitan* bahan tembaga menghasilkan nilai daya (*power*) yang dapat terlihat pada *spectrum analyzer* berupa sinyal *carrier per noise* dengan *noise floor* yaitu sebesar -70 dBm pada frekuensi tengah 2220 MHz pada saat sudut elevasi 55° adalah -51,30 dBm seperti yang terlihat pada Gambar 9.

Gambar 9. Daya terima antenna *helix 5 lilitan* bahan tembaga

Sedangkan untuk proses pengujian antenna *helix 5 lilitan* bahan kuningan dilakukan dengan cara *tracking* terhadap satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI menggunakan *feed* antenna *helix 5 lilitan* dengan bahan kuningan sehingga menghasilkan nilai daya (*power*) yang diterima pada yang dapat terlihat pada *spectrum analyzer* berupa sinyal *carrier per noise* dengan *noise floor* yaitu sebesar -70 dBm. Hasil *tracking* satelit LAPAN-A2/LAPAN-ORARI menggunakan antenna *helix 5 lilitan* dengan bahan kuningan pada frekuensi tengah 2220 MHz, span 100 MHz, Resolusi *bandwidth* 5 MHz, dan *VBW* 10 kHz pada saat sudut elevasi 48° adalah -58,76 dBm seperti yang terlihat pada Gambar 10.

Gambar 10. Daya terima antenna *helix* 5 lilitan bahan kuningan

Analisis Perbandingan daya terima dan *C/N* antenna *helix* dilakukan dengan cara membandingkan nilai daya yang diterima pada sistem penerima *s-band* dari kedua antenna yang telah diuji pada proses *tracking*. Perbandingan daya terima dan *C/N* dari hasil uji antenna *helix* dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Perbandingan daya terima dan *C/N* antenna *helix*

Jenis Antena	Sudut Elevasi	Pengujian		Perhitungan	
		Daya Terima (Pr-Rx)	<i>C/N</i>	Daya Terima (Pr-Rx)	<i>C/N</i>
<i>Helix</i> 5 lilitan bahan tembaga	55	-51,30 dBm	18,07 dB	-54,302	19,66 dB
<i>Helix</i> 5 lilitan bahan kuningan	48	-58,76 dBm	13,24 dB	-58,76	18 dB

Tabel 3 memperlihatkan perbandingan daya terima dari dua jenis antenna yang berbeda. Dari hasil pengujian untuk antenna bahan tembaga mendapatkan daya terima sebesar -51,30 dBm dan *C/N* 18,07 dB, sedangkan antenna bahan kuningan mendapatkan daya terima lebih kecil yaitu sebesar -58,76 dBm dan *C/N* 13,24 dB. Dari hasil perhitungan untuk antenna bahan tembaga mendapatkan daya terima sebesar -54,302 dBm dan *C/N* 19,66 dB, sedangkan antenna bahan kuningan mendapatkan daya terima lebih kecil yaitu dengan nilai sebesar -58,76 dBm dan *C/N* 18 dB.

3.5. Analisis Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

Berdasarkan proses perancangan antenna *helix*, parameter yang diuji coba adalah jumlah lilitan kawat konduktor dan jenis bahan kawat konduktor yang digunakan. Sedangkan untuk proses simulasi, parameter yang diuji coba hanya jumlah lilitan saja karena dalam software CST Microwave Studio konduktor kawat lilitan yang tersedia hanya kawat tembaga (*copper annealed*).

Dari hasil pengukuran dan simulasi pada pembahasan sebelumnya, dapat dianalisa pengaruh dari parameter jumlah lilitan yang mempengaruhi besarnya nilai *gain* dan *beamwidth* yang dihasilkan. Sedangkan pengaruh dari parameter jenis bahan kawat konduktor adalah kemampuan masing-masing bahan untuk menghantarkan sinyal.

Tabel 4. Perbandingan hasil VSWR dan *return Loss* antenna *helix*

Jenis Antena	Parameter Antena	Perhitungan	Simulasi	Pengukuran
<i>Helix</i> 4 lilitan bahan tembaga	<i>Return Loss</i>	-11,43 dB	-27,65 dB	-5,07dB
	VSWR	1,732	1,086	3,51
<i>Helix</i> 4 lilitan bahan kuningan	<i>Return Loss</i>	-11,43 dB	-	-8,33 dB
	VSWR	1,732	-	2,24
<i>Helix</i> 5 lilitan bahan tembaga	<i>Return Loss</i>	-11,43 dB	-28,23	-11,90 dB
	VSWR	1,732	1,080	1,69
<i>Helix</i> 5 lilitan bahan kuningan	<i>Return Loss</i>	-11,43 dB	-	-14,38 dB
	VSWR	1,732	-	1,47

Pada Tabel 4 di atas dapat dilihat perbandingan return loss dan VSWR dari hasil perhitungan, simulasi dan pengukuran. Untuk nilai *return loss* dan VSWR hasil perhitungan didapatkan dari kalkulasi nilai impedansi masukan pada perencanaan pembuatan antenna *helix* sebelumnya sehingga semua nilai *return loss* dan VSWR sama pada setiap jenis antenna.

Hasil simulasi dapat dikatakan lebih baik dari hasil pengukuran. Faktor yang menyebabkan kurang optimalnya hasil pengukuran adalah kondisi fisik dan pengaruh penyolderan yang kurang baik dari pembentukan antenna yang tidak sempurna serta kurang akurat dengan ukuran sebenarnya maupun dengan ukuran pada simulasi sehingga antenna tidak *matching*.

3.6. Pengujian Hasil Link Budget Antena Helix

Pada perhitungan *link budget* komunikasi satelit (*downlink*) memiliki dua parameter sebagai acuan yaitu antara antenna berbahan dasar kuningan dengan 5 lilitan dan antenna yang berbahan dasar tembaga dengan 5 lilitan. Proses perhitungan *link budget* komunikasi satelit dilakukan dengan menggunakan aplikasi kalkulator perhitungan *link budget* dengan memasukkan parameter parameter yang dibutuhkan pada link budget. Berikut ini ialah aplikasi yang digunakan untuk menghitung hasil dari perhitungan yang dilakukan (perhatikan Gambar 11). Aplikasi yang digunakan merupakan hasil buatan penulis dengan menggunakan bahasa berbasis Visual Basic .NET (VB).

Gambar 11. Aplikasi perhitungan *link budget*

Pada Tabel 5 merupakan nilai parameter yang dibutuhkan untuk menghasilkan nilai untuk kebutuhan perhitungan *link budget downlink* dari kedua antenna *helix* 5 lilitan bahan tembaga dan kuningan yaitu diantaranya adalah nilai VSWR, S-parameter, Gain Rx, Konstanta Boltzman, EIRP satelit, T-Sys, L-Feeder, Ketinggian satelit (d), sudut elevasi satelit, Lamda λ , Penguatan LNA dan Bandwidth pada saat *tracking*.

Tabel 5. Parameter perhitungan *link budget*

Parameter	Antena Helix 5 Lilitan Kuningan	Antena Helix 5 Lilitan Tembaga
Bahan	Kuningan	Tembaga
VSWR	1.47	1.69
S-Parameter	-14.38 dB	-11.90 dB
Gain Antena (berdasarkan saat tracking)	11.26 dB	14.9 dB
Konstanta Boltzman	-228,6 dB	-228,6 dB
EIRP Satelit LAPAN A2	12.98 dBw	12.98 dBw
Ketinggian Satelit saat Tracking (d)	845.15 km	777.13 km
Sudut Elevasi saat Tracking	48°	55°
Bandwidth pada saat Tracking	10 MHz	10 MHz
Penguatan LNA yang digunakan	45 dBm	45 dBm

Pada Tabel 6 merupakan nilai parameter hasil perhitungan dari kedua antena *helix* 5 lilitan bahan tembaga dan kuningan. Perhitungan *link budget* komunikasi satelit dihitung dengan memasukkan beberapa parameter dari kedua antena tersebut sehingga menghasilkan nilai – nilai yaitu diantaranya adalah, *Free Space Loss*, *Figure of Merit*, *Carrier to Noise*, dan Daya yang diterima (*Pr-Rx*). Untuk menghitung beberapa perhitungan tersebut maka membutuhkan beberapa nilai parameter lain seperti pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil perhitungan *link budget*

Perhitungan	Antena <i>Helix</i> 5 Lilitan	Antena <i>Helix</i> 5 Lilitan
Bahan	Kuningan	Tembaga
<i>Free Space Loss (FSL)</i>	158 dB	157.182 dB
<i>Figure of Merit (G/T)</i>	5.7	6.27
C/No	88.28 dB	89.668 dB
Carrier to Noise (C/N)	18.28 dB	19.668 dB
Pr-Rx	-58.76 dBm	-54.302 dBm

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan dan analisis yang dilakukan terhadap rancangan hingga realisasi Antena *helix* tersebut di atas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil pengukuran antena *helix* pada frekuensi kerja 2220 MHz diperoleh nilai *return loss* untuk antena *helix* 5 lilitan bahan tembaga adalah sebesar -11,9 dB dan antena *helix* 5 lilitan bahan kuningan adalah sebesar -14,38 dB merupakan antena yang optimal karena telah memenuhi kriteria desain yaitu < -10 dB, sedangkan nilai *return loss* untuk antena *helix* 4 lilitan bahan tembaga sebesar -5,07 dB dan antena *helix* 4 lilitan bahan kuningan sebesar -8,33 dB belum optimal dan perlu dilakukan optimasi karena nilai *return loss*-nya > -10 dB.
- Antena *helix* 5 lilitan dengan bahan tembaga dan kuningan secara berturut-turut dapat menerima sinyal satelit cukup baik karena daya yang diterima pada frekuensi kerja 2220 MHz adalah sebesar -51,30 dBm dan -58,76 dBm masih lebih besar dari sinyal minimum yang dapat diterima oleh sistem penerima yaitu sebesar -70 dBm.
- Hasil nilai *Pr-Rx* (daya) untuk *link budget* kedua antena baik bahan kuningan atau tembaga, memiliki hasil nilai yang sama dengan hasil pada perhitungan yang dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Iwan Faizal, S.T. selaku Kepala Bidang Diseminasi di “PUSTEKSAT-LAPAN” dan Bapak Dwiyanto, ST. yang telah membantu kegiatan penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada teman-teman GS Rancabungur PUSTEKSAT-LAPAN yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran pada penelitian ini.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ippolito, Louis J, *Satellite Communication System Engineering*, WILEY, United Kingdom, 2008
- [2] James R. Wertz, Wiley J. Larson, *Space Mission Analysis and Design*, Microcosm Press, El Segundo CA, 1999.
- [3] Iwan Faizal. “Rancang Bangun Antena Helix S-Band untuk Satelit”. *Jurnal Satelit untuk Mitigasi Bencana, Pemantauan Maritim, dan Ketahanan Pangan*, Vol. 2, 2011.

- [4] Agus Herawan, Chusnul Tri Judianto. *Optimalisasi Akurasi Antena Penjejak Satelit Orbit Rendah Menggunakan Motor Stepper Hybrid 2 Phase*, ISSN: 1412-8063, Jakarta, 2013.
- [5] Chusnul Tri Judianto, *Kajian Penggerak Sistem Antena Parabola Menggunakan Motor Stepper Hybrid 2 Phase*, Penguasaan teknologi dirgantara untuk mendukung program satelit mikro Lapan, ISBN: 978-979-1458-16-0, Massma publishing, Jakarta, 2007.
- [6] Chusnul Tri Judianto, *Implementasi Stasiun Bumi TT&C Satelit LAPAN-TUBSAT di Biak*, Jurnal Teknologi Dirgantara ISSN: 1412-8036, Jakarta, 2007.
- [7] Singh, Parminder. Kaur, Manpreet. and Manju. "Single Band Helical Antena in Axial Mode". *International Journal of Electronics Communication and Computer Technology*, Volume 2 Issue 6. 2012.
- [8] Hidayatullah, Arief. Nugroho, Bambang Setia, dan Prasetyo, Agus Dwi. "Perancangan dan Realisasi Antena Reflektor Parabola dengan Feed Point Helix Untuk Stasiun Bumi Satelit Nano IINUSAT-1". *Tugas Akhir Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Telkom*, Hal. 1-3, 2013.
- [9] Irianto, Antonius. Savitri, Betty. dan Soerowirdjo, Busono. "Perancangan Antena Helix untuk Frekuensi 2,4 GHz". KOMMIT Seminar Ilmiah Nasional Peneliti Gunadarma, Depok, 2014.
- [10] Abdur Rahman, *SISTEM TRACKING STASIUN BUMI SATELIT ORBIT RENDAH*. Jurnal Lapan 2007.
- [11] Chusnul Tri Judianto, Kalkulasi Figure Of Merit (G/T) Menggunakan Metoda Sun Tracking Pada Stasiun Bumi S-Band LAPAN-ISRO Biak, 2010.
- [12] Kramer, Herbet J. "LAPAN-A2 Microsatellite of Indonesia". Earth Observation Portal Directory. <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/l/lapan-a2> (Diakses 1 November 2016)
- [13] Yohanes Palkalis, "Siang ini, Satelit LAPAN-A2 Diluncurkan dari India". LAPAN. <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2015/1884/Siang-Ini-Satelit-LAPAN-A2-Diluncurkan-dari-India/1827> (Diakses 1 November 2016)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Hudzaifah Ahmadi
Tempat & Tgl. Lahir : Jakarta, 30 November 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : Politeknik Negeri Jakarta
NIP. / NIM. : 4313030010



DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMK Telkom Sandhy Putra Jakarta Tahun: 2010
STRATA 1 (S.1) : Politeknik Negeri Jakarta Tahun: 2013

ALAMAT

Alamat Kantor / Instansi : Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Kota Depok
Email : hudzaifahahmadi@gmail.com