

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI ANTENA HELIKAL UNTUK PENGGUNAAN FREKUENSI L-BAND

Susmini Indriani Lestaringati

Jurusan Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia
lestaringati@yahoo.com

ABSTRAK

Fungsi satelit adalah mentransmisikan informasi dengan sebuah band frekuensi tertentu guna mendapatkan area siaran (transmisi) yang lebih luas. Maka satelit tersebut biasanya di letakkan di atas permukaan bumi dengan jarak mencapai puluhan ribu kilometer di atas permukaan bumi. Fungsi satelit bermacam macam yang pasti untuk memudahkan penyebaran informasi yang lebih luas baik dalam bidang riset maupun sebagai sarana telekomunikasi.

L-Band berada pada frequency antara 1 GHz sampai dengan 2GHz yang Biasa digunakan untuk satelit komunikasi dan komunikasi antar peralatan satelit lainnya. Dengan frekuensi yang relatif rendah, L-band lebih mudah untuk diproses, dan membutuhkan peralatan yang kurang canggih sehingga peralatan menjadi lebih murah untuk peralatan RF.

Antena helikal dibuat untuk komunikasi satelit pada frekuensi 1,705 GHz. Antena tersebut terdiri dari sebuah konduktor yang dibentuk menjadi helikal dengan diameter 5,81 cm dan panjang 83,39 cm, sesuai panjang gelombang. Pengukuran dilakukan di PT. LEN Industri Bandung, dengan hasil pengukuran VSWR didapatkan sebesar 1,12 pada frekuensi 1,705GHz dan sebesar 1,15 pada frekuensi 1,805GHz. Dari hasil pengukuran juga didapatkan besarnya Gain adalah 15,71 dB dengan pola radiasi mode aksial.

Kata Kunci: Satelit, Band Frekuensi, VSWR, Gain, Pola Radiasi

1. PENDAHULUAN

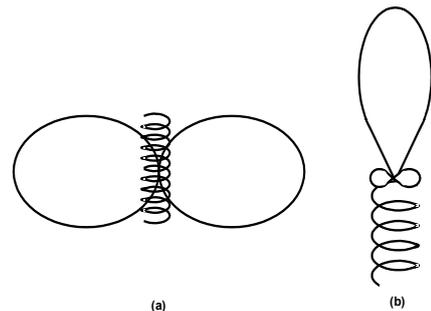
Dalam komunikasi yang menggunakan ruang bebas sebagai media transmisi, sinyal informasi merambat dari pemancar ke penerima. Suatu perangkat perantara yang digunakan untuk mengirim dan menerima gelombang terbimbing dari saluran tranmisi menuju ruang bebas salah satunya adalah dengan menggunakan antena.

Tiap antena memiliki karakteristik yang berbeda-beda, perbedaan karakteristik ini menentukan fungsi dan kegunaannya. Sehingga untuk jenis komunikasi tertentu misalnya *broadcasting* atau *point to point* dipilih karakteristik antena yang sesuai. Karakteristik antena yang penting diantaranya: pola pancar antena, pengarahannya, penguatan antena, efisiensi antena, dan impedansi antena.

Antena helikal adalah bentuk umum dari antena linier dan antena loop yang merupakan bentuk khusus, yaitu kawat konduktor yang dibentuk menjadi helikal

Antena helikal dapat memancarkan dalam dua mode radiasi yang terdiri dari mode radiasi aksial dan mode radiasi normal. Untuk helikal mode radiasi aksial, arah pancaran maksimum searah dengan arah sumbu helikal. Mode radiasi normal adalah mode radiasi antena helikal dimana arah

pancaran maksimum tegak lurus dengan arah sumbu helikal.



Gambar 1 (a) Antena Helikal Mode Normal, (b) Antena Helikal Mode Aksial

2. DASAR TEORI

2.1. Band Frekuensi

Band Frekuensi adalah Pita Frekuensi atau Range Frekuensi. Lebar atau Jarak antar sisi Band disebut Bandwidth, maka band frekuensi tersebut berisi kanal-kanal secara berurutan dari sisi kiri band hingga batas kanan Band.

Karena frekuensi yang lebih rendah, L-Band yang paling mudah untuk diterapkan pada satelit untuk sistem kelautan (*marine*) dan bandwidth pada L-Band tidak banyak yang tersedia. Semakin tinggi frekuensi

maka semakin besar ketersediaan bandwidth, akan tetapi peralatan harus lebih canggih. Berikut adalah tabel Penggunaan Frekuensi dengan nama band masing-masing.

Tabel 1. Nilai Frekuensi

Range Frekuensi (GHz)	Nama
0.1 – 0.3	VHF
0.3 – 1.0	UHF
1.0 – 2.0	L
2.0 – 4.0	S
4.0 – 4.0	C
8.0 – 12.0	X
12.0 – 18.0	Ku
27.0 – 40.0	Ka
40.0 – 75.0	V
75.0 – 110.0	W

Dengan frekuensi yang relatif rendah, L-band lebih mudah untuk diproses, dan membutuhkan peralatan yang kurang canggih sehingga peralatan menjadi lebih murah untuk peralatan RF. Dikarenakan memiliki beamwidth yang cukup besar, sehingga tingkat akurasi arah antenna tidak harus seakurat frekuensi tinggi.

2.2. Antena Helikal Mode Aksial

Untuk mendapatkan mode aksial ini, diameter (D) dan jarak antar ulir (S) harus merupakan hasil pembagian dari panjang gelombangnya. Untuk mencapai polarisasi circular, terutama pada daun utama (major lobe), lingkaran helikal harus berada pada $\frac{3}{4} < C/\lambda < \frac{4}{3}$ ($C/\lambda=1$ mendekati optimum), dan jarak antar lingkaran adalah $S = \lambda/4$. Sudut yang dibentuk biasanya mencapai $12^\circ < \alpha < 18^\circ$ (14° mendekati optimum). Antena helikal monofilar mode aksial tidak kritikal dan salah satu dari beberapa antena yang mudah dalam pembuatannya. Namun, dengan memperhatikan pada hal hal yang kecil dapat memaksimalkan performanya.

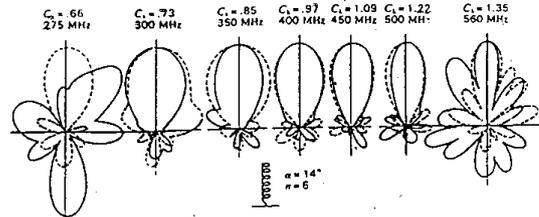
Parameter-parameter yang penting diantaranya adalah :

1. Lebar berkas
2. Penguatan (Gain)
3. Impedansi
4. Aksial rasio

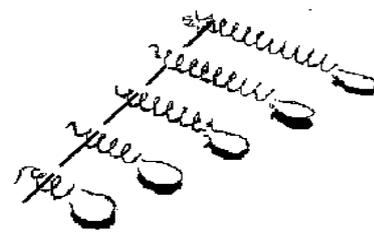
1) Lebar Berkas Antena Helikal Mode Aksial

Lebar berkas antena dipengaruhi oleh frekuensi dan banyaknya lilitan antena helikal. Pengukuran dilakukan dengan merubah frekuensi tetapi jumlah lilitan dan sudut pitch tetap, didapatkan

lebar berkas yang berbeda-beda, seperti terlihat pada gambar 2. Pengukuran dengan cara merubah banyaknya jumlah lilitan kawat helikal akan mempengaruhi lebar berkas, sebagaimana diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 2. Pengukuran Pola Berkas Dengan Banyaknya Lilitan Adalah 6 Dan Sudut Pitch 14°



Gambar 3 Pengaruh Lebar Berkas terhadap Jumlah Lilitan Antena Helikal

Dari pengukuran-pengukuran tersebut maka didapatkan rumus empiris yang menentukan besarnya lebar berkas [3]:

$$HPBW \text{ (half power beam width)} \approx \frac{52}{C_\lambda \sqrt{nS_\lambda}} \text{ (deg)} \tag{2-1}$$

$$FNBW \text{ (first null beam width)} \approx \frac{115}{C_\lambda \sqrt{nS_\lambda}} \text{ (deg)} \tag{2-2}$$

2) Penguatan (Gain) Antena Helikal Mode Aksial

Gain / penguatan antena merupakan perbandingan antara intensitas radiasi maksimum antena dengan intensitas radiasi antenna pembanding dengan daya input yang sama. Oleh karena gain dengan banyaknya jumlah lilitan saling berkaitan maka diperoleh rumus [5]:

$$\text{Gain (dB)} = 10 \log (3,234N) \tag{2-3}$$

3) Impedansi Antena Helikal Mode Aksial

Terminal impedansi dari antena helikal yang beradiasi pada mode aksial, resistif mendekati pada harga 100 dan 200 ohm.

Perancangan Dan Implementasi Antena Helikal Untuk Penggunaan Frekuensi L-Band

Rumus empiris berdasar pada beberapa pengukuran dan digunakan untuk menentukan beberapa parameter. Impedansi input (resistif murni), diperoleh [3]:

$$R = 140 \left(\frac{C}{\lambda} \right) \quad (\Omega) \quad (2-4)$$

4) Aksial Rasio

Kondisi aksial rasio sangat berpengaruh pada bentuk pola radiasi, semakin besar jarak antar ulir (S) maka pola radiasi akan semakin aksial, penambahan besar panjang gelombang berpengaruh pada hal yang sama, namun bila diameter helikal semakin besar maka pola radiasi akan semakin omnidirectional.

$$AR = \left| L_{\lambda} \left(\sin x - \frac{1}{p} \right) \right| \quad (2-5)$$

Memenuhi kondisi polarisasi sirkular jika $k=1$, atau :

$$L_{\lambda} \left(\sin x - \frac{1}{p} \right) = -1 \quad (2-6)$$

atau

$$p = \frac{L_{\lambda}}{S_{\lambda} + 1} \quad (2-7)$$

Pada pembahasan sebelumnya dikatakan bahwa kecepatan fasa mengindikasikan p lebih mengacu pada hubungan untuk menaikkan direktivitas, maka dengan memasukkan harga p kedalam persamaan diatas, kondisi untuk menaikkan direktivitas diperoleh:

$$AR = \frac{2N + 1}{2N} \quad (2-8)$$

N adalah jumlah lilitan, jika harga N diperbesar maka polarisasi akan semakin sirkular.

3. PERANCANGAN

Perancangan Perangkat Keras

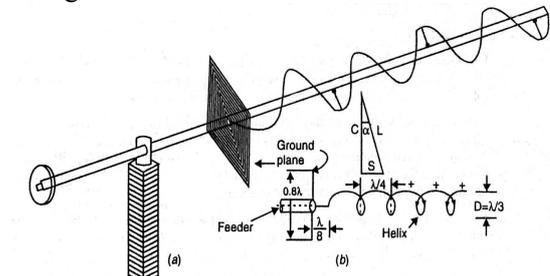
Antena yang akan dirancang terdiri dari satu buah konduktor helikal, dan dibagian tengahnya diberikan penyangga berupa tiang yang terbuat dari pipa PVC dan tiap sisinya diperkuat dengan ebonit agar besarnya jarak di tiap ulir adalah sama. Antena helikal ini diharapkan bekerja pada frekuensi 1,705 GHz, menghasilkan VSWR : 1,1 – 1,15, gain : 12 dB, dengan pola radiasi aksial.

Dalam perancangan elektrik antena meliputi pemilihan bahan dan penentuan dimensi helikal, seperti: diameter helikal (D), jarak antar lilitan

(S), panjang konduktor pembentuk helikal (nL), jarak antar ground plane dengan lilitan awal (a).

3.1 Dimensi Antena Helikal

Rumus perhitungan diambil dari buku referensi [6] yang perincian gambarnya sebagai berikut:



Gambar 4. Dimensi helikal

Frekuensi tengah atau frekuensi kerja antena helikal mode aksial yang akan dirancang berharga 1,705 GHz. Untuk bahan konduktor helikal dipilih bahan tembaga dengan diameter 2,5 milimeter. Dengan memasukkan semua harga kedalam perhitungan. Hasil perhitungan dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan

Parameter	Rumus	Nilai
Frekuensi	f	1.705 GHz
Panjang Gelombang	$\lambda = \frac{c}{f}$	17.595 cm
Jumlah Lilitan	n	21
Diameter Helix	$D = \frac{\lambda}{3}$	5.81 cm
Keliling Helix	$K = \pi \cdot D$	18.23 cm
Spasi antar lilitan	$S = 0.22 \lambda$	3.87 cm
Panjang Groundplane	$R = 0.8 \lambda$	14.08 cm
Panjang Helix		365 cm
Jarak Ground Plane dengan awal putaran	$a = \frac{\lambda}{8}$	2.12 cm
Diameter Tembaga		2.5 mm
Tebal Groundplane (aluminium)		1.5 mm

Sebuah Trafo digunakan untuk menyepadankan impedansi antena dengan impedansi kabel koaksial RG-8 50 Ω. Perhitungan trafo didapatkan sebagai berikut:

- a) Diameter kawat email : $d = 3 \text{ mm}$
- b) Tinggi kawat email : $t = \lambda/4 = 17,5953/ 4 = 4,398825 \text{ cm}$
- c) Diameter tabung :
 $Z_{antena} = 140(C/\lambda) = 140 \times (18,241/ 17,5953)$
 $= 145,137 \Omega$
 $Z_{coax} = 50 \Omega$

$$Z_{trafo} = \sqrt{Z_{antena} \times Z_{coax}}$$

$$Z_{trafo} = \sqrt{145,137 \times 50}$$

$$Z_{trafo} = 85,187 \Omega$$

$$Z_{trafo} = 128 \log (D/d)$$

$$85,187 = 128 \log (D/3 \text{ mm})$$

$$0,6655 = \log (D/3 \text{ mm})$$

$$4,6294 = D/3 \text{ mm}$$

$$D = 13,8882 \text{ mm}$$

$$D = 1,3882 \text{ cm}$$

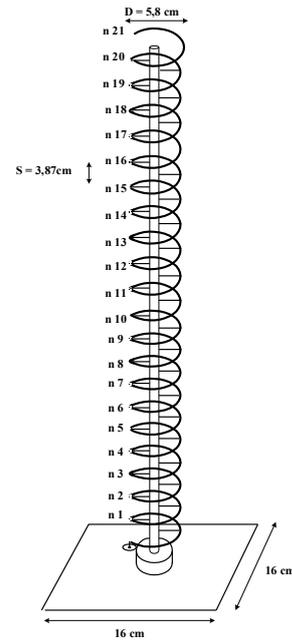
- d) Tinggi tabung : $\lambda/4 = 17,5953/ 4 = 4,398825 \text{ cm}$

3.2 Konstruksi Antena

Antena helikal mode aksial terdiri dari:

1. Konduktor kawat email dengan diameter 2,5 mm dan panjang 365 cm, digunakan untuk membuat konstruksi helikal.
2. Alumunium persegi (16 cmx16 cm) digunakan sebagai reflektor antena.
3. Ebonit yang dibentuk menjadi silindris, untuk menyangga kawat email.
4. Isolator pipa PVC dengan diameter 17 mm, digunakan untuk tiang penyangga ebonit silindris.
5. Nylon yang dibentuk silindris untuk menyangga reflektor dengan tiang penyangga.
6. Mur
7. Trafo untuk *Matching impedance*

Bentuk rancangan dari antena helikal dapat dilihat seperti pada gambar 5

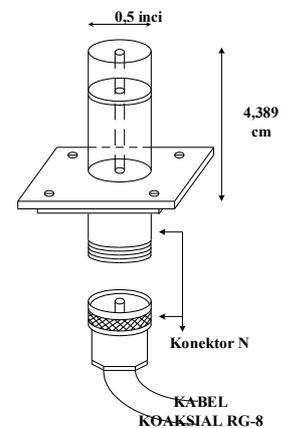


Gambar 5. Konstruksi Helikal Mode Aksial

Untuk *Matching Impedance* atau trafo terdiri dari:

1. Konduktor kawat email dengan diameter 3 mm, dengan panjang 4,389 cm.
2. Alumunium tabung, diameter 0,5 inci , dengan panjang 4,389 cm.
3. Nylon yang dibentuk silindris sebagai isi dari tabung.
4. Konektor N.
5. Koaksial RG-8/ Foam

Bentuk rancangan konstruksi *Matching Impedance* dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Konstruksi Matching Impedance

Perancangan Dan Implementasi Antena Helikal Untuk Penggunaan Frekuensi L-Band

4. PENGUKURAN DAN ANALISA

Pengukuran antenna ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik antenna yang sebenarnya. Karakteristik antenna yang diukur terdiri dari pengukuran:

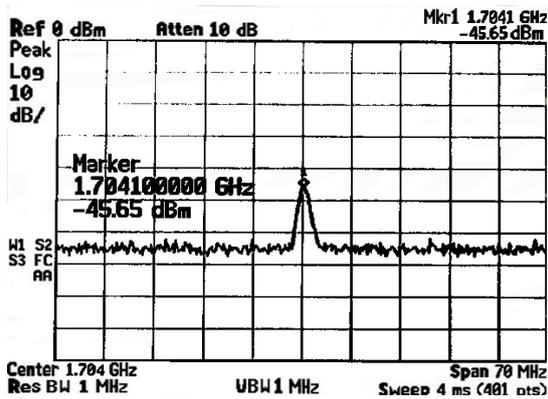
1. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*).
2. Gain (penguatan) antenna.
3. Pola radiasi antenna.

4.1. Pengukuran SWR

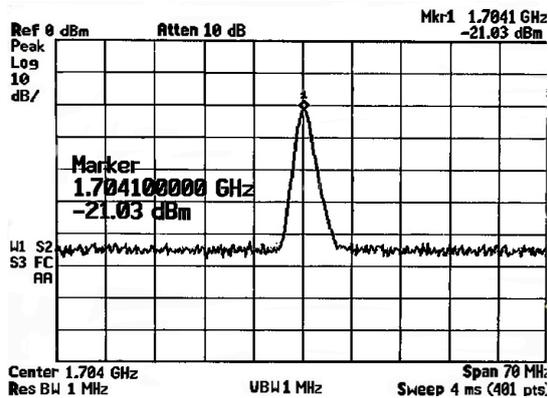
Alat-alat yang digunakan dalam pengukuran VSWR adalah :

1. *Spectrum analyzer*
2. *Synthesized Sweeper*
3. *Dual directional Coupler* 1- 2.0 GHz
4. Kabel Penghubung
5. Adaptor N to N

Hasil Pengukuran :

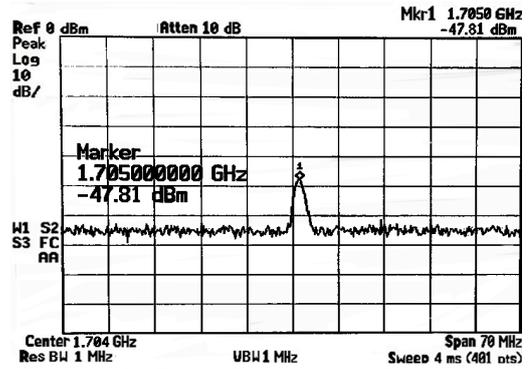


Gambar 7. Level Penerimaan Gelombang Pantul Pada Frekuensi 1,705 GHz

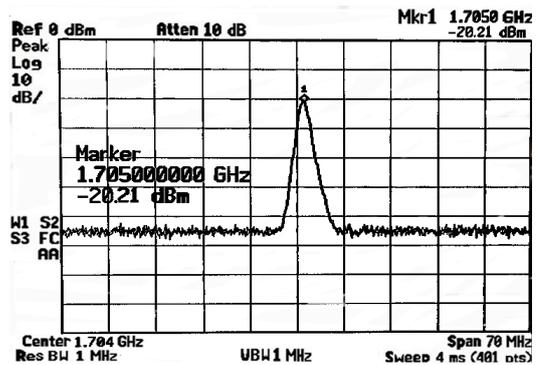


Gambar 8. Level Penerimaan Gelombang Datang Pada Frekuensi 1,705 GHz

Berikut ini gambar hasil pengukuran penerimaan daya pada gelombang datang dan gelombang pantul untuk antenna dipole $\lambda/2$:



Gambar 9. Level Penerimaan Gelombang Pantul Pada Frekuensi 1,705 GHz



Gambar 10. Level Penerimaan Gelombang Datang Pada Frekuensi 1,705 GHz

Pengukuran VSWR dilakukan dengan mencari level penerimaan gelombang pantul, P_r (*reflected*) dan level penerimaan gelombang datang, P_i (*incident*) lalu mencari harga koefisien pantul (k) dengan rumus :

$$P_{i[dBm]} = 10 \log P_{i[mW]} \quad (4-1)$$

$$P_{r[dBm]} = 10 \log P_{r[mW]} \quad (4-2)$$

$$k = \sqrt{\frac{P_{i[mW]}}{P_{r[mW]}}} \quad (4-3)$$

dan

$$SWR = \frac{1 + [k]}{1 - [k]} \quad (4-4)$$

Data hasil pengukuran SWR antenna Helikal dijelaskan pada Tabel 3 dan Tabel 4

Tabel 3. Hasil Pengukuran VSWR Antena Helikal

f (GHz)	Pr (dBm)	Pi (dBm)	koefisien refleksi (k)	VSWR
1,505	-38,54	-22,13	0,151181981	1,3562
1,605	-38,73	-20,43	0,121618296	1,2769
1,705	-45,65	-21,03	0,058748921	1,1248
1,805	-45,12	-21,92	0,069182008	1,1486
1,905	-39,07	-20,55	0,118576559	1,2691

Tabel 4. Hasil Pengukuran VSWR Antena dipole $\lambda/2$

f (GHz)	Pr (dBm)	Pi (dBm)	koefisien refleksi (k)	VSWR
1.705	-47,81	-20,21	0,0378639	1,0785

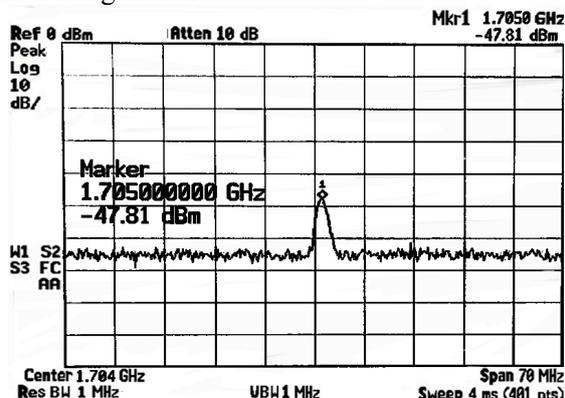
Dari hasil pengukuran dapat kita analisa bahwa nilai VSWR sebesar 1,12 didapatkan pada frekuensi 1.705 GHz, dan nilai 1.15 pada frekuensi 1.805 GHz. Dapat kita katakan bahwa antena helikal memiliki kinerja sesuai yang diinginkan pada rentang frekuensi tersebut.

4.2. Pengukuran Gain

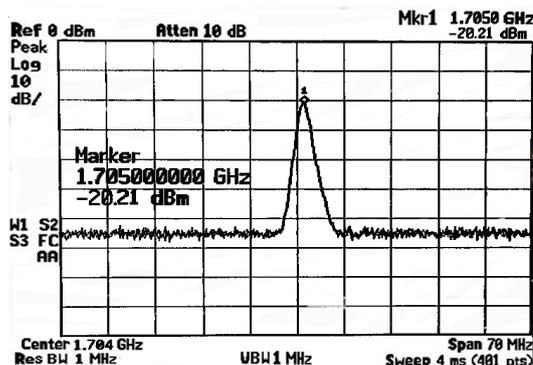
Alat – alat yang digunakan untuk pengukuran gain adalah sebagai berikut:

1. *Spectrum analyzer*
2. *Synthesized Sweeper*
3. Antena pemancar (Antena Log periodik)
4. Antena pembanding (Antena dipol $\lambda/2$)

Hasil Pengukuran:



Gambar 11. Level Penerimaan Gelombang Pantul Pada Frekuensi 1,705 GHz



Gambar 12. Level Penerimaan Gelombang Datang Pada Frekuensi 1,705 GHz

Pengukuran gain (penguatan) antena dilakukan dengan mengukur level penerimaan antena dan level penerimaan antena pembanding. Dalam pengukuran antena ini, level penerimaan antena yang diukur merupakan level kuat medan, sedangkan antena yang digunakan sebagai antena pembanding adalah antena dipole $\lambda/2$. Sehingga dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Gain(dB)} = 10 \log \frac{P \text{ antena helikal (mW)}}{P \text{ antena pembanding (mW)}} \quad (4-5)$$

Hasil pengukuran gain (penguatan) antena dengan menggunakan persamaan diatas adalah:

Tabel 5. Hasil Pengukuran Gain

Level daya antena helikal (dBm)	Level daya antena dipole (dBm)	gain (dB)
- 44,1	- 59,81	15,71

Dari persamaan (2-3) maka akan diperoleh penguatan antena (gain) sebagai berikut :

$$\text{Gain (dB)} = 10 \log (3,234N)$$

dengan N = Jumlah lilitan = 21 lilitan

$$\text{Gain (dB)} = 10 \log (3,234 \times 21) = 18,319 \text{ dB}$$

Dari hasil pengukuran seperti yang terlihat pada Tabel 5, gain yang diperoleh sebesar 15,71 dB. Sedangkan pada hasil perhitungan teoritis diperoleh 18,319 dB.

Perancangan Dan Implementasi Antena Helikal Untuk Penggunaan Frekuensi L-Band

Adanya selisih antara hasil perhitungan dengan hasil pengukuran, yang disebabkan oleh:

1. Adanya pantulan dari objek-objek disekitar antena.
2. Adanya gangguan dari sinyal-sinyal di sekitar pengukuran yang ikut diterima oleh antena

4.3. Pengukuran Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi antena dilakukan diatas gedung PT.LEN Industri, Bandung. Antena yang digunakan sebagai pemancar pada pengukuran pola radiasi antena adalah antena *log periodic*, yang ditempatkan disejajarkan tinggi antena helikal sesuai ketinggian rotator. Dan jarak antar antena kurang dari 9,6993 m.

Syarat pengukuran:

1. Jarak antar pemancar dan penerima $\geq 2(d)^2/\lambda$, d adalah dimensi terbesar antena. Karena dimensi terbesar antena adalah 83,39 cm dan $\lambda = 17,5953$ cm, sehingga jarak maksimal adalah 7,904 meter.
2. Variasi medan dalam radius pengukuran $\leq 0,25$ dB.

Pada lokasi pengukuran terdapat dinding pembatas bangunan yang berpotensi sebagai pemantul, akibatnya variasi medan yang diperoleh adalah 0,5 dB.

Alat – alat yang digunakan untuk pengukuran pola radiasi adalah :

1. Spectrum analyzer.
2. Synthesized Sweeper.
3. Rotator.
4. Antena pemancar (Antena Log Periodic).

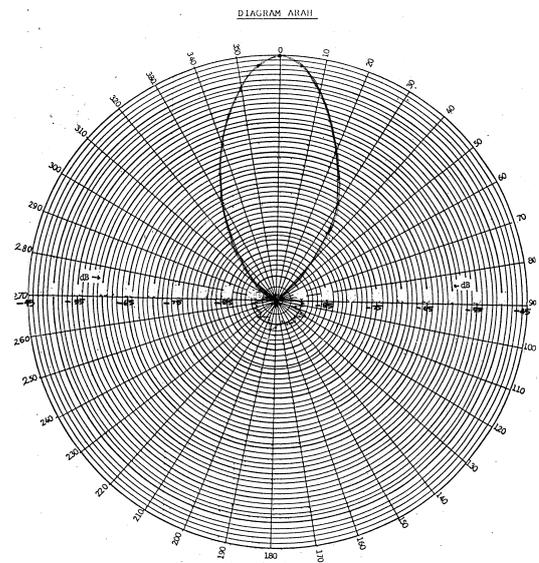
Berikut adalah hasil pengukuran level penerimaan daya antena pada frekuensi 1,705 GHz.

Tabel 6. Level Penerimaan Daya Antena pada Frekuensi 1,705 GHz

Posisi (derajat)	Penerimaan (dBm)						
0	-45	90	-95	185	-89,7	275	-95
5	-47	95	-90	190	-89,5	280	-95
10	-52	100	-90	195	-90	285	-94,5
15	-57	105	-91,8	200	-91	290	-93,1
20	-63	110	-91,5	205	-91,5	295	-92
25	-67,5	115	-89,6	210	-91,8	300	-91
30	-72	120	-89,5	215	-91	305	-90,5

35	-78	125	-89,6	220	-90	310	-89
40	-86	130	-89,7	225	-90,3	315	-86
45	-90	135	-90	230	-92	320	-83
50	-91	140	-89,6	235	-91,4	325	-77,5
55	-92	145	-89,6	240	-91	330	-72,5
60	-91	150	-89,7	245	-91,8	335	-67
65	-92	155	-89,9	250	-90,3	340	-61,5
70	-93,1	165	-90,5	255	-92	345	-55
75	-94,3	170	-90,5	260	-90,8	350	-51
80	-94,7	175	-90	265	-91	355	-48
85	-95	180	-90	270	-95	360	-45

Berikut ini adalah gambar pola radiasi yang diambil dari data pada tabel 6



Gambar 13. Hasil Pemetaan Pola Radiasi

Dengan data-data di atas, bila dibuatkan polanya akan membentuk sebuah gambar pola radiasi antena sehingga memudahkan untuk mengetahui bentuknya.

Dari hasil pengukuran dihasilkan pola radiasi yang berbentuk aksial hanya saja kurang sempurna. Hal ini antara lain disebabkan antara lain karena:

1. Daerah yang tidak bebas medan mempengaruhi pengukuran sehingga dapat memperlemah atau memperkuat level penerimaan antena pada posisi tertentu.
2. Adanya gangguan dari sinyal-sinyal disekitar antena yang ikut diterima oleh antena penerima

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Hasil kesimpulan yang didapat adalah sebagaimana berikut

1. Dari hasil pengukuran VSWR sebesar 1,12 didapatkan pada frekuensi 1.705 GHz, dan nilai 1.15 pada frekuensi 1.805 GHz. Dapat kita katakan bahwa antena helikal memiliki kinerja sesuai yang diinginkan pada rentang frekuensi tersebut.
2. Dari hasil pengukuran nilai gain didapatkan sebesar 15,71 dB. Nilai didapat dari hasil pengukuran berbeda dengan hasil perhitungan teoritis yaitu sebesar 18, 319 dB. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran adalah daerah yang tidak bebas medan mempengaruhi pengukuran sehingga dapat memperlemah atau memperkuat level penerimaan antena pada posisi tertentu. Serta adanya gangguan dari sinyal-sinyal disekitar antena yang ikut diterima oleh antena penerima

5.2. SARAN

Adapun saran yang diberikan adalah:

1. Selain menambah jumlah lilitan, agar didapatkan nilai Gain yang lebih baik, sebaiknya dipilih bahan email/ konduktor yang lebih baik.
2. Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat sebaiknya pengukuran dilakukan di ruang *chamber room*

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, Constantine A. *Antenna Theory Analysis and Design*, 3rd Edition, New York: Hamper and Row , 2005
- [2] Jasik, Henry. *Antenna Engineering Handbook*. New York: Mc Graw Hill, 1984.
- [3] Krauss, J.D., *Antennas*, 3rd Edition, New York: Mc Graw-Hill International, 2002.
- [5] Singh, Anokh. *Principles Of Communication Engineering*, 1st edition, New Delhi: S.Chand & Company Ltd., 1984.
- [6] Stutzman, Warren. L. Thiele, Gary A. *Antenna Theory and Design*, 2nd edition, New York: John and Wiley and Sons, 1997