

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

A. SPESIFIKASI TEKNIS ANTENA *HELIX*

Parameter antena telah ditentukan sebelum pembuatan. Dari parameter tersebut diupayakan dapat membuat antena dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Beberapa parameter antena yang telah ditentukan sebelumnya, sebagai berikut:

1. Wilayah Frekuensi = 890-960 MHz dan 1710-1880 MHz
2. Pola radiasi = *directional*
3. Impedansi = 50 *Ohm* tak imbang
5. Polarisasi = *Circular*
6. Konektor = *N male*
7. Gain ≥ 10 dBi

B. PEMILIHAN BAHAN

Bahan dasar dari pembuatan antena *Helix mode axial* yang akan dibuat tidak diperlukan bahan dan peralatan khusus. Dalam penentuan untuk memilih bahan yang digunakan tersebut dapat didasarkan pada kualitas bahan, nilai ekonomis bahan, dan ketersediaan bahan dipasaran. Kualitas dari konduktor yang baik memiliki konduktivitas yang besar, yang berpengaruh terhadap dalamnya

penembusan atau dalamnya kulit yang akan mempengaruhi pola penjaran gelombang pada konduktor.

Energi elektromagnet tidak ditransmisikan pada bagian dalam konduktor melainkan menjalar melalui konduktor (dalam daerah yang mengelilingi konduktor), sehingga konduktor berfungsi sebagai pemandu gelombang. Jadi agar energi yang ditransmisikan dapat sampai dengan efisiensi yang tinggi, maka dipilih konduktor dengan kedalaman kulit yang kecil atau konduktivitas yang besar. Selain nilai konduktivitasnya tinggi, tembaga juga banyak tersedia di pasaran dengan harga relatif murah. Oleh karena itu maka dipilih tembaga dalam perancangan antena *Helix*.

Bahan berikutnya adalah beberapa tipe konektor yang digunakan dalam perancangan antena *Helix* antara lain : *N-connector male* dan *female*, *SMA connector male* dan *female*. *N-connector* digunakan pada sisi antena sedangkan *N-connector male* disambungkan pada kabel *coaxial* RG-58. Kabel *coaxial* RG-58 berfungsi sebagai *interface* atau penghubung antara antena dan MS.

C. PERANCANGAN ANTENA *HELIX*

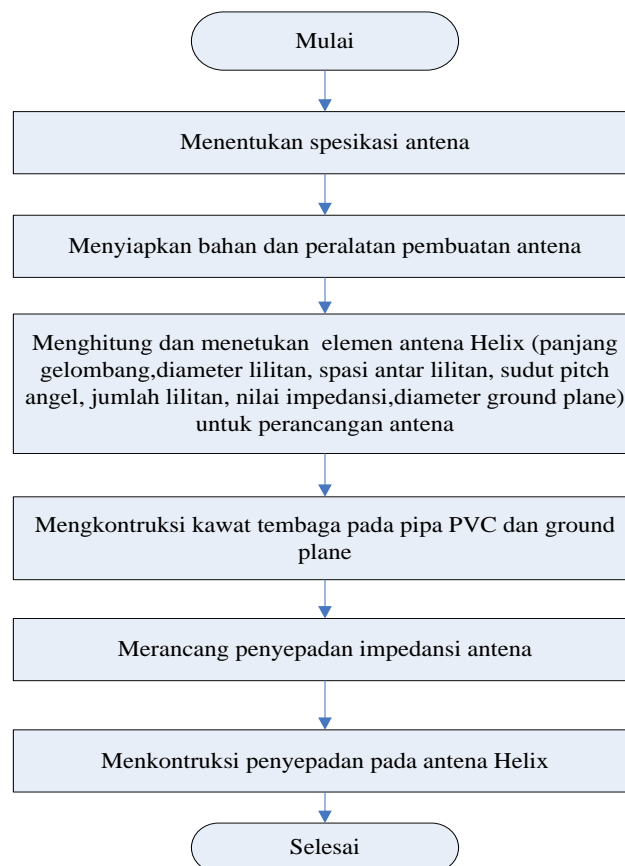
Beberapa pertimbangan yang diambil dalam perancangan Antena *Helix* Sebagai Penguat Sinyal GSM adalah:

1. Persamaan – persamaan antena *Helix* disesuaikan dengan mode *axial*, sehingga menimbulkan pembatasan. Jadi, antena *Helix* yang dirancang bangun haruslah sesuai atau memenuhi batasan – batasan tersebut, yaitu untuk $0,75\lambda < C < 1,3\lambda$ dan $10^\circ < \alpha < 20^\circ$ dimana $n \geq 3$.

2. Range kerja frekuensi antenna *Helix* yaitu 890-960 MHz dan 1710-1880 MHz
3. Untuk pelilitan tembaga, dilakukan dengan melilitkannya pada pipa PVC yang sesuai dengan perhitungan.
4. Antena *Helix* ini menggunakan *ground plane* berbentuk persegi yang berfungsi untuk memudahkan dalam penempatan konektor.
5. Antena *Helix* ini menggunakan pola pencatuan *peripheral*, dimana pencatumannya terdapat di sisi lilitan.

D. DIAGRAM PERANCANGAN ANTENA *HELIX* SEBAGAI PENGUAT SINYAL GSM

Adapun dalam perancangan antenna Heliks, menurut diagram di bawah ini.



Gambar 3.1. Diagram perancangan antenna *Helix*

E. PERHITUNGAN ANTENA *HELIX*

1. Untuk frekuensi kerja 890-960 MHz

a) Menentukan Frekuensi Kerja Antena

Antena *Helix* bekerja pada range frekuensi 890-960 MHz maka frekuensi yang digunakan dalam perancangan adalah frekuensi tengah dari range frekuensi kerja antena, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} F_{\text{tengah}} &= 890 \text{ Mhz} + (960 \text{ Mhz} - 890 \text{ MHz})/2 \\ &= 925 \text{ MHZ} \end{aligned}$$

b) Menentukan Panjang Gelombang (λ)

$F_{\text{operasi/kerja}}$ atau F_{tengah} adalah 925 MHz

$$\begin{aligned} \lambda &= c / f \dots\dots\dots(3.1) \\ &= 3 \times 10^8 / 925 \times 10^6 \\ &= 32,432 \text{ cm} \end{aligned}$$

c) Menentukan Diameter *Helix* Antena (D)

Pada mode *axial* agar didapat pola radiasi *directional*, maka untuk memudahkan perhitungan dan masih dalam mode *axial*, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned} D &= \lambda / \pi \dots\dots\dots(3.2) \\ &= 32,432 \text{ cm} / 3,14 \\ &= 10,323 \text{ cm} \end{aligned}$$

d) Menentukan *Circumference* (keliling) *Helix* Antena (C)

$$\begin{aligned} C &= \pi \times D \dots\dots\dots(3.3) \\ &= 3,14 \times 10,323 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$= 32,414 \text{ cm} \approx \lambda$$

Dari perhitungan tersebut C memenuhi syarat mode *axial* dimana $0,75\lambda < C < 1,3\lambda$ maka $C = 1\lambda$ atau $C = \lambda$.

e) Menentukan Spasi atau Jarak Antar Lilitan (S)

Sudut lilitan (*pitch angle*) yang optimal adalah $10^0 < \alpha < 20^0$, maka dapat dipilih sudut lilitan (*pitch angle*) sebesar $\alpha = 14^0$ dengan $\tan \alpha = S/C$, dimana $C = \lambda$ sehingga diperoleh:

$$S = \tan \alpha \times \lambda \dots\dots\dots(3.4)$$

$$= \tan 14^0 \times 32,432 \text{ cm}$$

$$= 0,249 \times 32,432 \text{ cm}$$

$$= 8.075 \text{ cm}$$

$$S_\lambda = S / \lambda \dots\dots\dots(3.5)$$

$$= 8.075 / 32,432 \text{ cm}$$

$$= 0,248$$

f) Menentukan Jumlah Lilitan (n)

Sesuai dengan spesifikasi *gain*, yaitu ≥ 10 dBi. Maka dapat dicari jumlah lilitan (n) minimum untuk merancang bangun antenna *Helix*, yaitu :

$$G = \eta D \dots\dots\dots(3.6)$$

dengan asumsi efisiensi 100% maka $G = D$, sehingga :

$$G = 12C_\lambda^2 n S_\lambda \dots\dots\dots(3.7)$$

$$G = 10 \text{ dBi}$$

$$10 = 12C_\lambda^2 n S_\lambda \text{ sehingga didapat}$$

$$n = 10 / [12 \times (1)^2 \times 0,248]$$

$$= 3,360 \text{ lilitan (dalam Tugas Akhir ini, digunakan 5 lilitan)}$$

Gain antena:

$$G = 12C_{\lambda}^2 n S_{\lambda}$$

$$= 12 \times 1^2 \times 5 \times 0,248$$

$$= 14,88 \text{ dBi}$$

g) Menentukan Panjang Antena *Helix* (P)

Panjang sumbu antena *Helix* adalah :

$$P = S \times n \dots\dots\dots(3.8)$$

$$= 8,075 \text{ cm} \times 5$$

$$= 40,375 \text{ cm}$$

h) Menentukan Ukuran *Ground Plane* (Gp)

Pada tugas akhir ini, dipilih *ground plane* berbentuk persegi dimana ukuran *ground plane* minimal 0.75λ , sehingga:

$$Gp = 0,75 \lambda \dots\dots\dots(3.9)$$

$$= 0,75 \times 32,432 \text{ cm}$$

$$= 24,324 \text{ cm}$$

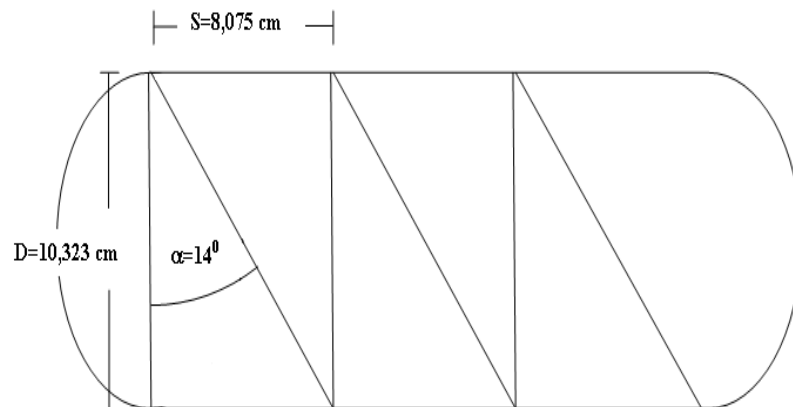
i) Nilai Impedansi Antena (R)

Nilai impedansi antena *Helix* :

$$R = \frac{1}{\dots\dots\dots}$$

$$= \frac{1}{\dots\dots\dots}$$

$$= 150 \Omega$$



Gambar 3.1. Kontruksi antenna *Helix* 890-960 MHz pada pipa PVC

2. Untuk Frekuensi Kerja 1710-1880 MHz

a) Menentukan Frekuensi Kerja Antena

Antena *Helix* bekerja pada range frekuensi 1710-1880 MHz maka frekuensi yang digunakan dalam perancangan adalah frekuensi tengah dari range frekuensi kerja antena, sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 F_{\text{tengah}} &= 1710 \text{ Mhz} + (1880 \text{ Mhz} - 1710 \text{ MHz})/2 \\
 &= 1795 \text{ MHZ}
 \end{aligned}$$

b) Menentukan Panjang Gelombang (λ)

$F_{\text{operasi/kerja}}$ atau F_{tengah} adalah 1795 MHz

$$\begin{aligned}
 \lambda &= c / f \\
 &= 3 \times 10^8 / 1795 \times 10^6 \\
 &= 16,713 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

c) Menentukan Diameter *Helix* Antena (D)

Pada mode *axial* agar didapat pola radiasi *directional*, maka memudahkan perhitungan dan masih dalam mode *axial*, sehingga diperoleh :

$$\begin{aligned}
 D &= \lambda / \pi \\
 &= 16,713 \text{ cm} / 3,14 \\
 &= 5,322 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

- d) Menentukan *Circumference* (keliling) *Helix* Antena (C)

$$\begin{aligned}
 C &= \pi \times D \\
 &= 3,14 \times 5,322 \text{ cm} \\
 &= 16,711 \text{ cm} \approx \lambda
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut C memenuhi syarat mode *axial* dimana $0,75\lambda < C < 1,3\lambda$ maka dengan ketentuan $C = 1\lambda$ atau $C = \lambda$.

- e) Menentukan Spasi atau Jarak Antar Lilitan (S)

Sudut lilitan (*pitch angle*) yang optimal adalah $10^\circ < \alpha < 20^\circ$, maka dapat dipilih sudut lilitan (*pitch angle*) sebesar $\alpha = 14^\circ$ dengan $\tan \alpha = S/C$, dimana $C = \lambda$ sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 S &= \tan \alpha \times \lambda \\
 &= \tan 14^\circ \times 16,713 \text{ cm} \\
 &= 0,249 \times 16,713 \text{ cm} \\
 &= 4,161 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_\lambda &= S / \lambda \\
 &= \tan \alpha \\
 &= 0,248
 \end{aligned}$$

- f) Menentukan *Gain* (G)

$n = 11$ sehingga :

G

$$G =$$

$$G = 28,405 \text{ dBi}$$

g) Menentukan Panjang Antena *Helix* (P)

Panjang sumbu antena *Helix* adalah :

$$\begin{aligned} P &= S \times n \\ &= 4,161 \text{ cm} \times 11 \\ &= 45,771 \text{ cm} \end{aligned}$$

h) Menentukan Ukuran *Ground plane* (Gp)

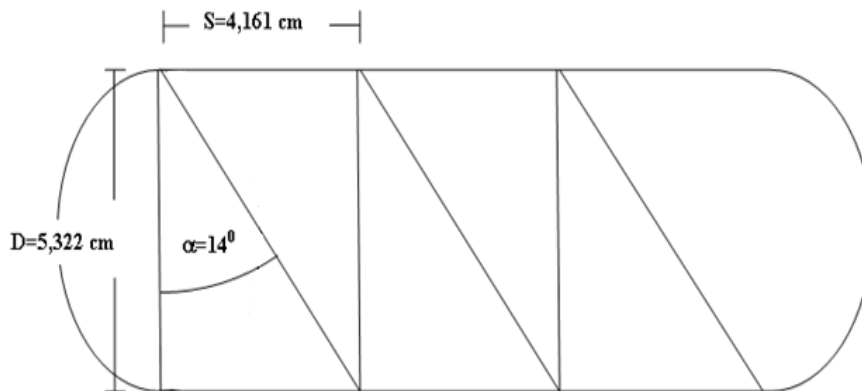
Pada tugas akhir ini, dipilih *ground plane* berbentuk persegi dimana ukuran *ground plane* minimal $0,75 \lambda$. Untuk GSM 1800 MHz maka ukuran *ground plane*:

$$\begin{aligned} G_p &= 1 \lambda \\ &= 1 \times 16,713 \text{ cm} \\ &= 16,713 \text{ cm} \end{aligned}$$

i) Nilai Impedansi Antena (R)

Nilai impedansi antena *Helix* :

$$\begin{aligned} R &= \frac{1}{\dots} \\ &= \frac{1}{\dots} \\ &= 150 \Omega \end{aligned}$$



Gambar 3.2. Kontruksi antenna *Helix* 1710-1880 MHz pada pipa PVC

3. *Matching Impedansi*^[17]

Matching Impedansi adalah proses penyesuaian impedansi antara impedansi antenna dengan impedansi konektor dan kabel *coaxial*.

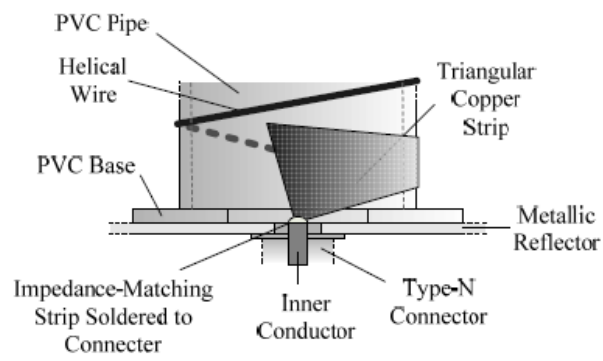
Impedansi antenna $R = 150 \Omega$ dan kabel *coaxial* $R = 50 \Omega$

Penyesuaian impedansi untuk $\frac{1}{4}$ gelombang (Z_s) adalah

$$Z_s = \text{sqrt}(Z_1 * Z_2) \dots \dots \dots (3.11)$$

$$= \text{sqrt}(50 * 150) = 87 \text{ Ohm}$$

Maka impedansi antenna *Helix* yang harus disepadankan sebesar 87 ohm. Cara yang mudah untuk penyepadanan impedansi dengan cara *triangular cooper strip*, dimana lembar tembaga (*copper sheet*) dibentuk segitiga dengan lebar 30 mm sampai 50 mm.



Gambar 3.3. *Matching Impedansi*