

Unjuk Kerja Antena UWB Egg Berdasarkan Dimensinya

Rudy Yuwono

Abstrak—Televisi-televisi swasta di Indonesia bekerja menggunakan frekuensi yang berbeda-beda. Dilakukan analisa menggunakan antena UWB dengan bentuk *egg* terhadap berbagai macam dimensi untuk mengetahui kemampuan antena dalam menangkap frekuensi televisi-televisi swasta tersebut. Analisa terhadap perubahan dimensi antena pada penelitian ini dilakukan dengan bantuan program simulasi pada komputer. Antena disimulasikan dengan 9 macam dimensi. Bahan yang digunakan adalah konduktor aluminium. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan dimensi, dilakukan simulasi dengan memberikan nilai parameter yang sama pada masing-masing dimensi

Kata Kunci— Antena, Dimensi, *Egg*, Televisi Swasta, UWB

I. PENDAHULUAN

ANTENA merupakan instrumen yang penting dalam suatu sistem komunikasi radio. Antena adalah suatu media peralihan antara ruang bebas dengan piranti pemandu (dapat berupa kabel koaksial atau pemandu gelombang / *Waveguide*) yang digunakan untuk menggerakkan energi elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau dari antena ke penerima. Berdasarkan hal ini maka antena dibedakan menjadi antena pemancar dan antena penerima ([1]:17).

Perancangan antena yang baik adalah ketika antena dapat mentransmisikan energi atau daya maksimum dalam arah yang diharapkan oleh penerima. Meskipun pada kenyataannya terdapat rugi-rugi yang terjadi ketika penjalaran gelombang seperti rugi-rugi pada saluran transmisi dan terjadi kondisi tidak *matching* antara saluran transmisi dan antena. Sehingga *matching* impedansi juga merupakan salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan sebuah antena.

Antena *Ultra Wide Band* merupakan sebuah perangkat yang mempunyai emisi / daya pancar dengan bandwidth yang lebih besar daripada 0.2 atau lebih besar daripada 1.5 GHz. Karena bentuknya yang mirip dengan bentuk bola telur (*egg*) maka antena tersebut dinamakan dengan antena *Egg*. Perencanaan antena *Egg* memiliki tujuan untuk menemukan antena dengan bandwidth yang lebih lebar daripada antena *Planar Inverted Cone* (PICA).

Rudy Yuwono adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang, Indonesia

A. Impedansi Masukan

Impedansi masukan didefinisikan sebagai impedansi yang ditunjukkan oleh antena pada terminal-terminalnya atau perbandingan tegangan terhadap arus pada pasangan terminalnya [1 : 53]. Perbandingan tegangan dan arus pada terminal-terminal tanpa beban, memberikan impedansi masukan antena sebesar [1: 54]:

$$Z_A = R_A + jX_A \quad (1)$$

dengan:

Z_A = impedansi antena (Ω)

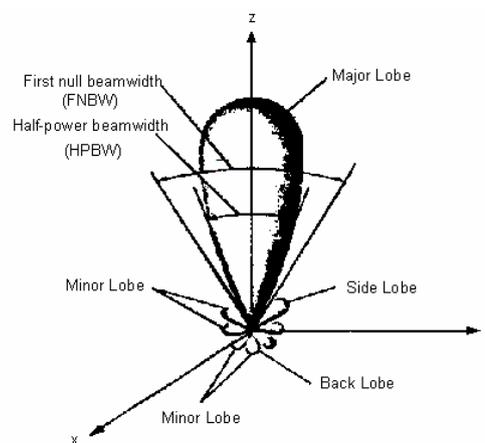
R_A = resistansi antena (Ω)

X_A = reaktansi antena (Ω)

B. Pola Radiasi

Pola radiasi suatu antena didefinisikan sebagai "Gambaran secara grafik dari sifat-sifat radiasi suatu antena sebagai fungsi koordinat ruang". Dalam banyak keadaan, pola radiasi ditentukan pada pola daerah medan jauh dan digambarkan sebagai fungsi koordinat-koordinat arah sepanjang radius konstan, dan digambarkan pada koordinat ruang. Sifat-sifat radiasi ini mencakup intensitas radiasi, kekuatan medan (*field strength*) dan polarisasi [1: 17].

Jejak daya yang diterima pada radius tetap disebut pola daya. Sedangkan grafik variasi ruang medan listrik dan medan magnet sepanjang radius tetap disebut pola medan. Koordinat-koordinat yang sesuai ditunjukkan pada:



Gambar 1 Pola Radiasi (Sumber: [1] : 31)

Lebar berkas $\frac{1}{2}$ daya (*half power beamwidth/HPBW*) adalah lebar sudut pada 3 dB dibawah maksimum. Untuk menyatakan lebar berkas biasanya dalam satuan derajat. Pada gambar tampak pola radiasi yang terdiri dari *lobe-lobe* radiasi yang meliputi *main lobe* dan

minor lobe (side lobe). *Main lobe* adalah *lobe* radiasi yang mempunyai arah radiasi maksimum. Sedangkan *minor lobe* adalah radiasi pada arah lain yang sebenarnya tidak diinginkan ([2]: 29).

Pola radiasi antenna dapat dihitung dengan perbandingan antara daya pada sudut nol derajat (radiasi daya maksimum) dengan daya pada sudut tertentu. Maka pola radiasi (P) dinyatakan [1]:

$$P(\text{dB}) = 10 \cdot \log \frac{P_o}{P_T} (\text{dB}) \quad (2)$$

$$P(\text{dB}) = 10 \cdot \log P_o - 10 \cdot \log P_T \quad (3)$$

dengan:

P = intensitas radiasi antenna pada sudut tertentu (dB)

P_o = daya yang diterima antenna pada sudut 0° (watt)

P_T = daya yang diterima antenna pada sudut tertentu (watt).

C. Keterarahan (Directivity)

Keterarahan dari suatu antenna didefinisikan sebagai "perbandingan antara intensitas radiasi maksimum dengan intensitas radiasi dari antenna referensi *isotropis*". Keterarahan dari sumber *non-isotropis* adalah sama dengan perbandingan intensitas radiasi maksimumnya di atas sebuah sumber *isotropis* ([1], 1982: 29). Keterarahan pada antenna secara umum dinyatakan dari persamaan di bawah ini:

$$D_o = 10 \cdot \log \frac{4 \cdot \pi \cdot U_{\max}}{P_{\text{rad}}} \quad (4)$$

dengan:

D_o = *directivity* (dB)

U_{\max} = intensitas radiasi maksimum (watt)

P_{rad} = daya radiasi total (watt)

Nilai keterarahan sebuah antenna dapat diketahui dari pola radiasi antenna tersebut, semakin sempit *main lobe* maka keterarahannya semakin baik dibanding *main lobe* yang lebih lebar. Nilai keterarahan jika dilihat dari pola radiasi sebuah antenna adalah sebagai berikut ([1], 1982: 20):

$$D_o = 10 \log \frac{4\pi \left(\frac{180}{\pi}\right)^2}{\theta_{HP} \cdot \phi_{HP}} \quad (5)$$

$$D_o = 10 \log \frac{41252.96125}{\theta_{HP} \cdot \phi_{HP}} \quad (6)$$

dengan:

D_{dB} = keterarahan (*directivity*) (dB)

θ_{HP} = lebar berkas setengah daya pada pola radiasi horisontal ($^\circ$)

ϕ_{HP} = lebar berkas setengah daya pada pola radiasi vertikal ($^\circ$)

D. Penguatan (Gain)

Penguatan sangat erat hubungannya dengan *directivity*. Penguatan mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh antenna

tertentu dibandingkan dengan *radiator isotropis* yang bentuk pola radiasinya menyerupai bola. Secara fisik suatu *radiator isotropis* tidak ada, tapi sering kali digunakan sebagai referensi untuk menyatakan sifat-sifat kearahannya antenna.

Penguatan daya antenna pada arah tertentu didefinisikan sebagai 4π kali perbandingan intensitas radiasi dalam arah tersebut dengan daya yang diterima oleh antenna dari pemancar yang terhubung ([1], 1982: 43). Apabila arahnya tidak diketahui, penguatan daya biasanya ditentukan dalam arah radiasi maksimum, dalam persamaan matematik dinyatakan sebagai (Stutzman, 1981: 37):

$$G = 10 \cdot \log \frac{4\pi \cdot U_m}{P_{in}} \quad (7)$$

dengan:

G = *gain* antenna (dB)

U_m = intensitas radiasi antenna (watt)

P_{in} = daya input total yang diterima oleh antenna (watt)

E. Return Loss (RL)

Return loss adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. RL adalah parameter seperti VSWR yang menentukan *matching* antara antenna dan *transmitter*.

Koefisien pantulan (*reflection coefficient*) adalah perbandingan antara tegangan pantulan dengan tegangan maju (*forward voltage*). Antena yang baik akan mempunyai nilai *return loss* dibawah -10 dB, yaitu 90% sinyal dapat diserap, dan 10%-nya terpantulkan kembali. Koefisien pantul dan *return loss* didefinisikan sebagai ([3]: 19):

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} \quad (8)$$

$$RL = 20 \cdot \log \Gamma (\text{dB}) \quad (9)$$

dengan:

Γ = koefisien pantul

V_r = tegangan gelombang pantul (*reflected wave*)

V_i = tegangan gelombang maju (*incident wave*)

RL = *return loss* (dB)

Untuk *matching* sempurna antara *transmitter* dan antenna, maka nilai $\Gamma = 0$ dan $RL = \infty$ yang berarti tidak ada daya yang dipantulkan, sebaliknya jika $\Gamma = 1$ dan $RL = 0$ dB maka semua daya dipantulkan.

F. Lebar Pita (Bandwidth)

Bandwidth antenna didefinisikan sebagai "range frekuensi antenna dengan beberapa karakteristik, sesuai dengan standar yang telah ditentukan". Untuk *Broadband* antenna, lebar bidang dinyatakan sebagai perbandingan frekuensi operasi atas (*upper*) dengan frekuensi bawah (*lower*). Sedangkan untuk *Narrowband* antenna, maka lebar bidang antenna dinyatakan sebagai persentase dari selisih frekuensi di atas frekuensi tengah dari lebar bidang ([1], 1982: 47).

Untuk persamaan *bandwidth* dalam persen (B_p) atau

sebagai *bandwidth* rasio (B_r), dinyatakan sebagai (Punit, 2004: 22):

$$B_p = \frac{f_u - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (10)$$

$$f_c = \frac{f_u + f_l}{2} \quad (11)$$

$$B_r = \frac{f_u}{f_l} \quad (12)$$

dengan:

B_p = *bandwidth* dalam persen (%)

B_r = *bandwidth* rasio

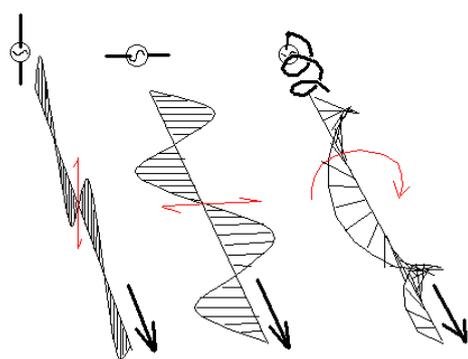
f_u = jangkauan frekuensi atas

f_l = jangkauan frekuensi bawah

G. Polarisasi

Polarisasi suatu antenna didefinisikan sebagai "polarisasi dari gelombang yang diradiasikan pada saat antenna dibangkitkan/dioperasikan". Dengan kata lain, "polarisasi gelombang datang dari arah yang diberikan yang menghasilkan daya maksimum pada terminal antenna". Dalam praktek, polarisasi dari energi yang diradiasikan berubah menurut arah antenna, sehingga dengan pola yang berbeda akan memungkinkan mempunyai polarisasi yang berbeda pola. Polarisasi antenna dibedakan menjadi 3: polarisasi linier, polarisasi lingkaran dan polarisasi elips ([1], 1982: 48).

Polarisasi dari gelombang yang teradiasi, merupakan sifat-sifat gelombang elektro-magnetik yang menggambarkan perubahan arah dan nilai relatif vektor medan listrik sebagai fungsi waktu. Jika vektor yang dilukiskan pada suatu titik sebagai fungsi dari waktu selalu terarah pada suatu garis, medan ini dikatakan terpolarisasi linier. Bila jejak medan listrik berbentuk elips, maka medan dikatakan terpolarisasi elips. Suatu keadaan khusus dari polarisasi elips adalah polarisasi lingkaran dan polarisasi linier



Gambar 2 Macam – Macam Polarisasi
(Sumber: www.signalengineering.com)

Polarisasi isolasi adalah redaman pada antenna akibat perubahan polarisasi, atau perbandingan daya suatu polarisasi antenna terhadap daya polarisasi yang lain pada antenna tersebut. Polarisasi isolasi dapat dihitung dari hasil pengukuran polarisasi antenna dengan persamaan:

$$a = 10 \cdot \log \frac{P_2}{P_1} \text{ (dB)} \quad (13)$$

dengan:

a = polarisasi isolasi (dB)

P_1 = daya mula-mula (watt)

P_2 = daya yang diperlukan jika polarisasi diubah (watt)

H. Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Bila impedansi saluran transmisi tidak sesuai dengan transceiver maka akan timbul daya refleksi (*reflected power*) pada saluran yang berinterferensi dengan daya maju (*forward power*). Interferensi ini menghasilkan gelombang berdiri (*standing wave*) yang besarnya tergantung pada besarnya daya refleksi. VSWR didefinisikan sebagai perbandingan tegangan maksimum dan tegangan minimum gelombang berdiri pada saluran transmisi.

Nilai dari VSWR berkisar antara 1 sampai ∞ . Semakin tinggi nilai VSWR maka semakin besar pula *mismatch*, dan semakin minimum VSWR maka antenna semakin *matching*. Dalam perancangan, antenna biasanya memiliki nilai impedansi masukan sebesar 50 Ω atau 75 Ω . Keadaan *matching* berarti tidak ada gelombang yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai VSWR = 1. Sehingga VSWR diartikan juga sebagai satuan yang menunjukkan sampai dimana antenna sesuai (*match*) dengan jalur transmisi yang dikirimnya.

Koefisien pantul sangat menentukan besarnya VSWR antenna, karena dengan VSWR ini juga dapat ditentukan baik buruknya antenna, yang dinyatakan oleh persamaan ([4]: 833):

$$\Gamma = \left| \frac{Z_A - Z_O}{Z_A + Z_O} \right| \quad (14)$$

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (15)$$

$$VSWR = \frac{V_{\max}}{V_{\min}} \quad (16)$$

dengan :

Z_A = impedansi antenna (Ω)

Z_O = impedansi karakteristik (Ω)

Γ = koefisien pantul

V_{\max} = tegangan maksimum (V)

V_{\min} = tegangan minimum (V)

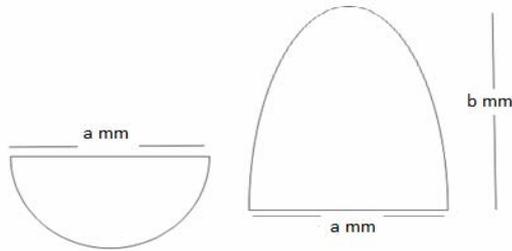
VSWR = *Voltage Standing Wave Ratio*

I. Pengukuran

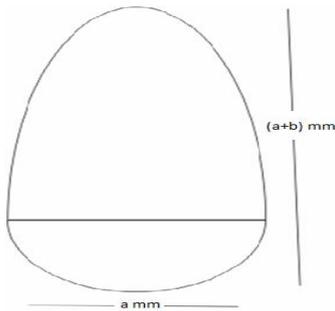
Struktur Dasar Antena UWB Egg

Antena *Egg* terbentuk dari setengah lingkaran dengan diameter a dan setengah elips diameter primer a dan diameter sekunder $2b$. Dalam pembuatannya dengan menggunakan IE3D, elips dibuat terlebih dahulu dengan diameter primer dan diameter sekunder yang telah ditentukan. Setelah terbentuk, setengah elips bagian bawah di potong karena hanya bagian atas yang di perlukan. Kemudian lingkaran dibuat dengan diameter yang telah ditentukan dan di potong bagian atasnya. Setelah terbentuk keduanya, setengah lingkaran

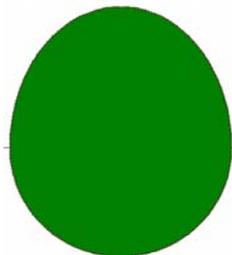
dan setengah elips tersebut di gabungkan menjadi satu dan akan terbentuk antenna eeg seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3 Setengah Lingkaran dan Setengah Elips



Gambar 4 Dimensi Antena Egg



Gambar 5 Antena Egg
Sumber: simulasi



Gambar 6 Antena Egg
Sumber: fabrikasi

a. Spesifikasi Substrat dan Bahan Konduktor
Bahan Alumunium:

- Konstanta Dielektrik (ϵ_r) = 2.
- Ketebalan dielektrik (h) = 2 mm.

- Konduktifitas Alumunium
(σ) = $3.77E + 007$ s/m.

Substrat layer / bahan pelapis substrat pada antenna Egg ini adalah udara dengan Konstanta Dielektrik = 1. Impedansi karakteristik saluran 50Ω.

b. Frekuensi Kerja Televisi Swasta

- TransTV = 479,35 MHz
- GlobalTV = 542,95 MHz
- Indosiar = 607.15 Mhz
- RCTI = 622,30 Mhz
- AnTV = 654,40 MHz
- SCTV = 671,35 MHz
- MetroTV = 743,00 MHz
- Trans7 = 782,95 MHz

II. ANALISA PENGUKURAN

A. VSWR

Setelah didapatkan grafik VSWR dari hasil simulasi IE3D, selanjutnya dicari nilai frekuensinya yaitu *lower frequency*, *frequency center*, dan *upper frequency*.

Cara mendapatkan nilai *lower dan upper frequency* yaitu dengan memotong grafik pada sumbu Y, pada nilai VSWR = 2. Nilai VSWR yang sempurna adalah 1. Namun karena tidak ada VSWR yang sempurna maka diberikan toleransi nilai VSWR = 2 untuk aplikasi pada TV yang sudah merupakan nilai VSWR yang bagus. Sehingga digunakan nilai VSWR = 2.

Kemudian untuk mendapatkan nilai *frequency center*, yaitu dari penjumlahan nilai *lower dan upper frequency* yang kemudian dibagi 2. Setelah diketahui masing-masing nilai frekuensi, maka dapat dihitung lebar pitanya (*bandwidth*) yaitu jarak dari *lower frequency* sampai *upper frequency*.

Pada nilai VSWR = 2 didapatkan hasil dalam Tabel 1

TABEL 1.
NILAI FREKUENSI DENGAN NILAI VSWR = 2

DIMENSI (MM)	F1 (GHz)	F2 (GHz)	F3 (GHz)	BW (GHz)
90-110	0.902	0.951	1	0.098
105-125	0.796	0.898	1	0.204
120-140	0.711	0.856	1	0.289
135-155	0.651	0.825	1	0.349
150-170	0.593	0.757	0.933	0.340
165-185	0.557	0.706	0.854	0.297
180-200	0.515	0.650	0.786	0.271
195-215	0.485	0.605	0.726	0.241
210-230	0.463	0.567	0.670	0.207

dengan:

- f1 = Lower Frequency
- f2 = Frequency Center
- f3 = Upper Frequency
- BW = Bandwidth

Pada Tabel 1, dengan menggunakan dimensi yang berbeda-beda, didapatkan nilai masing-masing frekuensi dengan *bandwidth* yang berbeda-beda.

Untuk *lower frequency*, didapatkan nilai frekuensi yang semakin menurun dari antenna dengan dimensi

yang paling kecil yaitu $WA = 90\text{mm}-110\text{mm}$ sampai dengan antenna dengan dimensi yang paling besar yaitu $WA = 210\text{mm}-230\text{mm}$. Pada nilai minimum *lower frequency*, nilai VSWR dari semua dimensi sama dengan 2. Semakin kecil frekuensi, maka akan semakin bagus karena frekuensi kerja televisi swasta yang kecil bisa ditangkap oleh antenna.

Untuk *upper frequency*, juga didapatkan nilai frekuensi yang semakin menurun dari antenna dengan dimensi yang paling kecil yaitu $WA = 90\text{mm}-110\text{mm}$ sampai dengan antenna dengan dimensi yang paling besar yaitu $WA = 210\text{mm}-230\text{mm}$. Nilai maksimum dari *upper frequency* adalah 1 GHz. Pada nilai maksimum ini, tidak semua nilai VSWR-nya sama dengan 2. Ada beberapa dimensi yang nilai VSWR-nya masih di bawah 2. Jika diteruskan sampai didapatkan nilai VSWR sama dengan 2, kemungkinan nilai frekuensi maksimumnya akan semakin besar. Namun karena penggunaan frekuensi untuk simulasi dibatasi dari 0-1 GHz, maka nilai maksimum yang didapatkan yaitu 16 GHz. Semakin besar frekuensi, maka akan semakin bagus karena frekuensi kerja televisi swasta yang besar bisa ditangkap oleh antenna.

Sehingga setelah dilakukan perhitungan, didapatkan *bandwidth* yang paling sempit dimiliki oleh antenna UWB Egg dengan dimensi $WA = 90\text{mm}-110\text{mm}$. Dan *bandwidth* paling lebar yaitu pada antenna UWB Egg dengan dimensi $WA = 135\text{mm}-155\text{mm}$.

Dengan menggunakan referensi 8 stasiun TV swasta mulai dari TransTV sampai Trans7, rentang frekuensi kerja yang akan dianalisa yaitu 479,35-782,95 MHz. Berdasarkan simulasi, antenna dengan dimensi :

- $WA = 90\text{mm}-110\text{mm}$ dan $WA = 105\text{mm}-125\text{mm}$, tidak dapat menangkap semua stasiun TV karena *lower frequency*-nya berada di atas rentang frekuensi televisi swasta yang dianalisa
- $WA = 120\text{mm}-140\text{mm}$, hanya dapat menangkap frekuensi kerja Trans7
- $WA = 135\text{mm}-155\text{mm}$, dapat menangkap frekuensi kerja AnTV, SCTV, MetroTV, dan Trans7
- $WA = 150\text{mm}-170\text{mm}$ dan $WA = 165\text{mm}-185\text{mm}$, dapat menangkap frekuensi kerja Indosiar, RCTI, AnTV, SCTV, MetroTV, dan Trans7
- $WA = 180\text{mm}-200\text{mm}$, dapat menangkap frekuensi kerja GlobalTV, Indosiar, RCTI, AnTV, SCTV, MetroTV, dan Trans7
- $WA = 195\text{mm}-215\text{mm}$, dapat menangkap frekuensi kerja GlobalTV, Indosiar, RCTI, AnTV, dan SCTV
- $WA = 210\text{mm}-230\text{mm}$, dapat menangkap frekuensi kerja TransTV, GlobalTV, Indosiar, RCTI, dan AnTV.

B. GAIN

Nilai *gain* berdasarkan grafik didapatkan setelah mencari nilai frekuensi pada VSWR. Pada grafik VSWR didapatkan nilai *lower frequency*, *frequency center*, dan *upper frequency*. Cara untuk mencari nilai *return loss* yaitu dengan memotong grafik pada sumbu X, pada nilai frekuensi tertentu apakah itu *lower frequency*, *frequency center*, atau *upper frequency*.

center, dan *upper frequency*. Cara untuk mencari nilai *gain* yaitu dengan memotong grafik pada sumbu X, pada nilai frekuensi tertentu apakah itu *lower frequency*, *frequency center*, atau *upper frequency*.

Dari grafik didapatkan *gain* pada masing-masing frekuensi yaitu seperti dalam Tabel 2.

TABEL 2.
NILAI GAIN DENGAN FREKUENSI BERBEDA

Dimensi (mm)	G f1 (dBi)	G f2 (dBi)	G f3 (dBi)
90-110	-0.357	0.078	0.512
105-125	-0.405	0.760	1.570
120-140	-0.428	1.246	2.340
135-155	-0.238	1.692	2.801
150-170	-0.088	1.655	2.848
165-185	0.180	1.793	2.749
180-200	0.310	1.799	2.600
195-215	0.443	1.962	2.560
210-230	0.563	2.008	2.559

dengan:

G f1 = Gain Lower Frequency

G f2 = Gain Frequency Center

G f3 = Gain Upper Frequency

Pada tabel 2, berdasarkan frekuensi yang telah diketahui, didapatkan nilai *gain* yang berbeda-beda.

Nilai *gain* dari keseluruhan dimensi naik turun pada *lower frequency* namun semakin naik pada *frequency center* dan *upper frequency*. Sehingga secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa *gain* berbanding lurus dengan frekuensi.

Nilai *gain* didapatkan berbeda-beda untuk tiap dimensi. Dengan kecenderungan semakin besar dimensi maka nilai *gain* akan semakin naik.

Nilai *gain* minimum pada *lower frequency* yaitu pada dimensi $WA = 120\text{mm}-140\text{mm}$ yang bernilai -0.428 dBi, dan nilai *gain* maksimum pada *lower frequency* yaitu pada dimensi $WA = 210\text{mm}-230\text{mm}$ yang bernilai 0.563 dBi.

Nilai *gain* minimum pada *frequency center* yaitu pada dimensi $WA = 90\text{mm}-110\text{mm}$ yang bernilai 0.078 dBi, dan nilai *gain* maksimum pada *frequency center* yaitu pada dimensi $WA = 210\text{mm}-230\text{mm}$ yang bernilai 2.008 dBi.

Nilai *gain* minimum pada *upper frequency* yaitu pada dimensi $WA = 90\text{mm}-110\text{mm}$ yang bernilai 0.512 dBi, dan nilai *gain* maksimum pada *upper frequency* yaitu pada dimensi $WA = 150\text{mm}-170\text{mm}$ yang bernilai 2.848 dBi.

C. Return Loss

Nilai *return loss* berdasarkan grafik didapatkan setelah mencari nilai frekuensi pada VSWR. Pada grafik VSWR didapatkan nilai *lower frequency*, *frequency center*, dan *upper frequency*. Cara untuk mencari nilai *return loss* yaitu dengan memotong grafik pada sumbu X, pada nilai frekuensi tertentu apakah itu *lower frequency*, *frequency center*, atau *upper frequency*.

Dari grafik didapatkan *return loss* pada masing-masing frekuensi yaitu seperti dalam Tabel 3.

TABEL 3.
NILAI RETURN LOSS DENGAN FREKUENSI BERBEDA

Dimensi (mm)	RL f1 (dB)	RL f2 (dB)	RL f3 (dB)
90-110	-9.567	-11.440	-13.313
105-125	-9.578	-13.820	-20.361
120-140	-9.691	-16.681	-15.169
135-155	-10.052	-17.032	-10.217
150-170	-9.748	-15.779	-9.749
165-185	-10.422	-16.513	-9.848
180-200	-9.99372	-14.642	-9.725
195-215	-10.944	-13.503	-10.046
210-230	-10.236	-15.850	-9.749

dengan:

- RL f1 = RL Lower Frequency (dB)
- RL f2 = RL Frequency Center (dB)
- RL f3 = RL Upper Frequency (dB)

D. Directivity

Nilai *directivity* berdasarkan grafik didapatkan setelah mencari nilai frekuensi pada VSWR. Pada grafik VSWR didapatkan nilai *lower frequency*, *frequency center*, dan *upper frequency*. Cara untuk mencari nilai *directivity* yaitu dengan memotong grafik pada sumbu X, pada nilai frekuensi tertentu apakah itu *lower frequency*, *frequency center*, atau *upper frequency*.

Dari grafik didapatkan *directivity* pada masing-masing frekuensi yaitu seperti dalam Tabel 4.

TABEL 4.
NILAI DIRECTIVITY DENGAN FREKUENSI BERBEDA

Dimensi (mm)	D f1 (dBi)	D f2 (dBi)	D f3 (dBi)
90-110	2.612	2.703	2.793
105-125	2.640	2.861	3.132
120-140	2.659	3.047	3.524
135-155	2.699	3.255	3.957
150-170	2.708	3.293	4.085
165-185	2.761	3.362	4.104
180-200	2.769	3.373	4.115
195-215	2.797	3.376	4.090
210-230	2.847	2.395	4.059

dengan:

- D f1 = Directivity Lower Frequency
- D f2 = Directivity Frequency Center
- D f3 = Directivity Upper Frequency

E. Smith Chart

Nilai impedansi berdasarkan grafik Smith Chart didapatkan setelah mencari nilai frekuensi pada VSWR. Pada grafik VSWR didapatkan nilai *lower frequency*, *frequency center*, dan *upper frequency*. Cara untuk mencari nilai impedansi yaitu dengan memotong garis pada grafik, pada nilai frekuensi tertentu apakah itu *lower frequency*, *frequency center*, atau *upper frequency*. Kemudian dicari pula berapa nilai impedansi antara *lower frequency* dengan *upper frequency*.

Dari grafik didapatkan *impedansi* pada masing-masing frekuensi yaitu seperti dalam Tabel 5.

TABEL 5.

NILAI IMPEDANSI DENGAN FREKUENSI BERBEDA

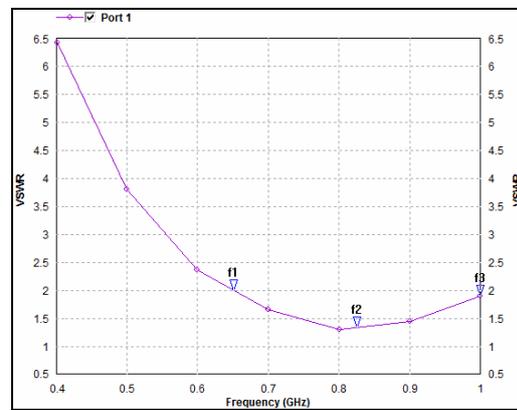
Dimensi (mm)	Z f1 (Ω)	Z f2 (Ω)	Z f3 (Ω)
90-110	66.78-j37.23	61.75-j29.53	58.81-j22.31
105-125	68.90-j36.93	59.92-j20.59	58.92-j5.46
120-140	69.88-j36.16	61.18-j11.57	67.85+j10.35
135-155	69.75-j34.74	63.73-j2.50	87.69+j20.63
150-170	69.69-j35.91	65.22-j1.76	95.09+j19.58
165-185	68.72-j33.68	67.30+j0.71	95.03+j18.39
180-200	69.55-j34.98	67.93+j0.42	95.71+j17.54
195-215	69.91-j33.93	68.81+j0.74	95.98+j17.86
210-230	70.30-j31.82	69.43+j0.53	95.11+j11.18

dengan:

- Z f1 = Impedansi Lower Frequency
- Z f2 = Impedansi Frequency Center
- Z f3 = Impedansi Upper Frequency

III. CONTOH ANALISA PERHITUNGAN

Untuk antenna UWB Egg WA = 135mm-150mm



Gambar 7. Grafik VSWR

Berdasarkan grafik **VSWR**

Frekuensi lower : 0.651 GHz

Frekuensi upper : 1 GHz

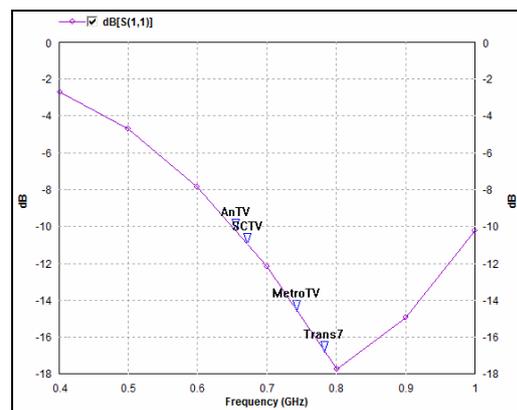
Frekuensi center : $\frac{\text{frekuensi upper} + \text{frekuensi lower}}{2}$

$$= 0.825 \text{ GHz}$$

Bandwidth = frek upper-frek lower

$$= 1 \text{ GHz} - 0.651 \text{ GHz}$$

$$= 0.349 \text{ GHz}$$



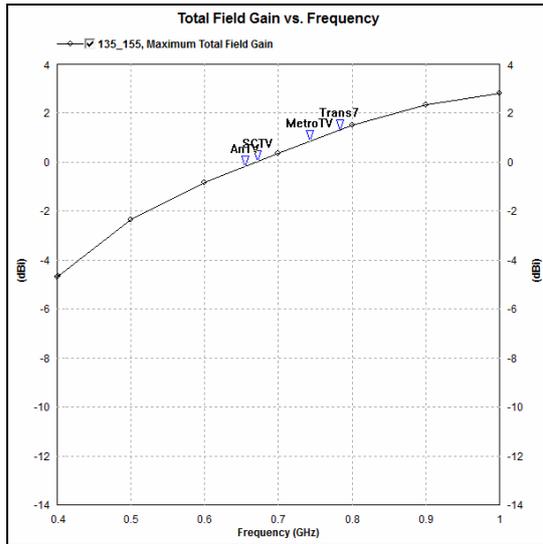
Gambar 8. Grafik Return Loss

Berdasarkan grafik *Return Loss* :

$$\Gamma = \frac{VSWR-1}{VSWR+1} = \frac{2-1}{2+1} = \frac{1}{3}$$

$$\begin{aligned} \text{RL yang diinginkan} &= 20 \log \Gamma \\ &= 20 \log 0.33 \\ &= -9.54 \text{ dB} \end{aligned}$$

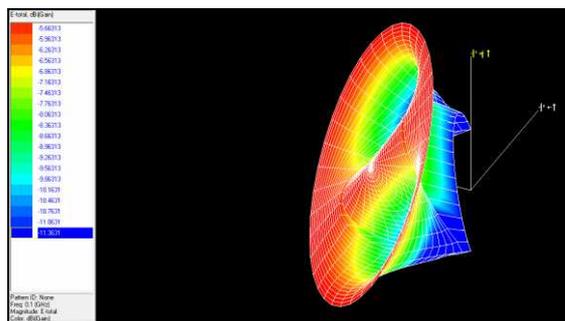
- RL AnTV = -10.208 dBi
- RL SCTV = -10.938 dBi
- RL MetroTV = -14.568 dBi
- RL Trans7 = -16.796 dBi



Gambar 9. Grafik Return Loss

Berdasarkan grafik *Gain vs Frequency* :

- Gain AnTV = -0.194 dBi
- Gain SCTV = 0.013 dBi
- Gain MetroTV = 0.844 dBi
- Gain Trans7 = 1.291 dBi

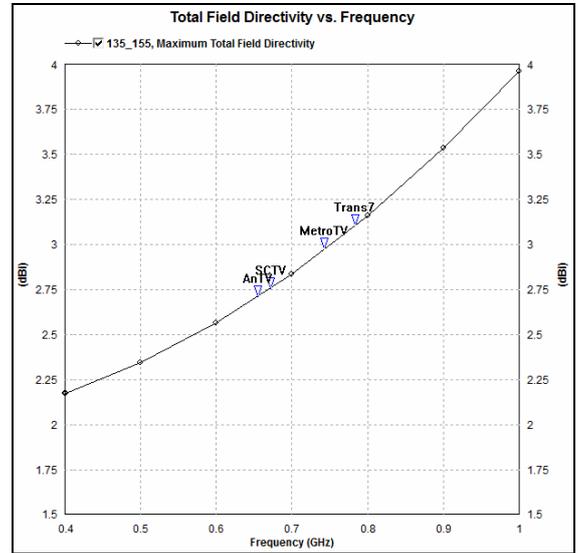


Gambar 10. Radiation Pattern

Pola radiasi dari antenna UWB *Egg* ini yaitu *directional* atau ke satu arah saja dengan pola penyebaran yang semakin membesar. Pola radiasi pada antenna dapat digunakan untuk melihat gain antenna. Gain antenna yang paling bagus yaitu mulai dari pola yang berwarna biru sampai pola yang berwarna merah.

Gambar di atas merupakan antenna transmitter.

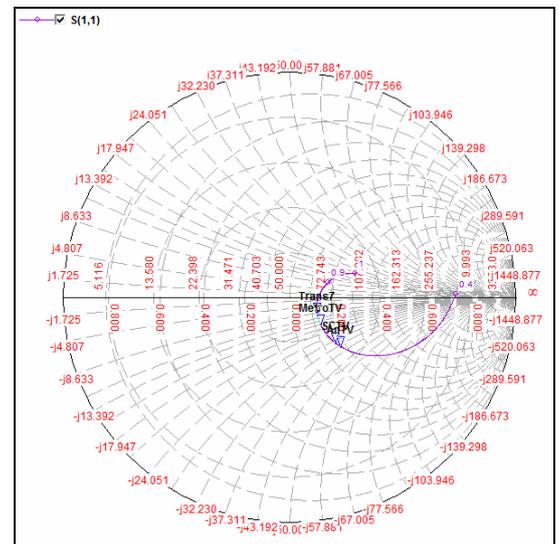
Untuk penggunaan antenna sebagai receiver, daya input dari antenna ini berasal dari transmitter pada stasiun televisi. Oleh karena itu, daya output yang disalurkan ke beban hanya memiliki rugi-rugi yang kecil dalam pentransmisiannya. Sehingga nilai daya antenna sebagai receiver hampir sama dengan nilai daya inputnya.



Gambar 11. Grafik Directivity

Berdasarkan grafik *Directivity* :

- Directivity AnTV = 2.709 dBi
- Directivity SCTV = 2.755 dBi
- Directivity MetroTV = 2.972 dBi
- Directivity Trans7 = 3.104 dBi



Gambar 12. Smith Chart

Berdasarkan grafik *Smith Chart* :

- Impedansi AnTV = 69.36 - j33.97 Ω
- Impedansi SCTV = 67.61 - j30.30 Ω
- Impedansi MetroTV = 63.44 - j16.52 Ω
- Impedansi Trans7 = 62.93 + j9.56 Ω

IV. KESIMPULAN

Pada simulasi antena *Ultra Wide Band* ini substrat yang digunakan adalah *Aluminium* dalam bentuk *Egg Single Metal* dengan konstanta dielektrik sebesar 2 dan substrat ini mampu melewatkan gelombang sampai dengan lebih besar dari 3,5 GHz.

Dengan menggunakan dimensi antena yang berbeda-beda dan rentang frekuensi 0-1 GHz, dari hasil simulasi kesimpulan yang dapat di ambil yaitu:

- Antena yang memiliki *bandwidth* paling rendah adalah Antena dengan WA = 90mm-110mm dengan ketebalan 2 mm, yaitu 0.098 GHz.
 - Antena yang memiliki *bandwidth* paling tinggi adalah Antena dengan WA = 135mm-155mm dengan ketebalan 2 mm, yaitu 0.349 GHz.
 - *Gain* antena yang paling kecil yaitu pada *lower frequency* yang dimiliki oleh antena dengan dimensi WA = 120mm-140mm yang bernilai -0.428 dBi. Sedangkan *gain* antena yang paling besar yaitu pada *upper frequency* yang dimiliki oleh antena dengan dimensi WA = 150mm-170mm yang bernilai 2.848 dBi.
- Dimensi yang paling bagus untuk menangkap frekuensi dari stasiun televisi swasta yang digunakan sebagai referensi yaitu WA = 180mm-200mm karena dapat menangkap paling banyak frekuensi yaitu 7 frekuensi televisi swasta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Constantine A. Balanis. 2005. *Antenna Theory: Analysis Design, Third Edition*. ISBN 0-471-66782-X Copyright 2005 John Wiley & Sons, Inc.
- [2] Punit, Nakar S. 2004. Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Devices. The Florida State University. Thesis
- [3] Kraus, John Daniel. 1988. *Antennas*, New York: McGraw-Hill International