

RANCANG BANGUN ANTENA BROADBAND ENAM CABANG SALURAN DENGAN METODE BINOMIAL CELAH KAPASITIF TUNGGAL

Safwan¹, Syahrial², dan Rizal Munadi³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

¹ safwanramli12@gmail.com, ² syahrial@gmail.com, ³ rizal.munadi@unsyiah.ac.id

ABSTRACT

In general, only one antenna is used for one application. To streamline the use of an antenna, a broadband antenna can be utilized for various applications. One broadband antenna suitable for various applications are broadband antennas six branches of the plate with a single capacitive gap binomial method. This antenna works in the frequency range 0.81 GHz - 3 GHz, which has a bandwidth of 2.19 GHz with a VSWR ≤ 1.5 . This antenna has a dielectric antenna different. Dielectric antenna using materials from household waste such as plastic, paper, stereofoam, and others. It became one of the benefits is because the antenna is able to utilize waste materials for the application of technology. This antenna is relatively large dimensions so that the antenna is suitable for use in the transmission system and not be used as a suitable handset. Applications that can use this antenna including GSM 1900, Wifi 2.4 GHz, amateur radio, and more. This antenna uses a binomial method and a single capacitive gap as a method of widening the bandwidth. Binomial method is used to make the antenna impedance into tiers binomial pointless to shrink the transition effect antenna impedance of each level. slit method serves as a single capacitive impedance value improvements that will affect to the bandwidth of the antenna.

Keywords: antenna, bandwidth, broadband, binomial, single capacitive gap, VSWR.

ABSTRAK

Pada umumnya satu antena digunakan hanya untuk satu aplikasi saja. Untuk mengefisienkan penggunaan antena, suatu antena broadband dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi. Salah satu antena broadband yang sesuai untuk berbagai aplikasi adalah antena broadband enam cabang plat dengan metode binomial celah kapasitif tunggal. Antena ini bekerja pada rentang frekuensi 0,81 GHz – 3 GHz, yang mempunyai bandwidth 2,19 GHz dengan VSWR $\leq 1,5$. Antena ini mempunyai dielektrik antena yang berbeda-beda. Dielektrik antena menggunakan bahan dari sampah rumah tangga seperti plastik, kertas, stereofoam, dan lainnya. Hal tersebut menjadi salah satu keunggulan antena ini dikarenakan mampu memanfaatkan bahan sampah untuk penerapan teknologi. Dimensi antena ini relative besar sehingga antena ini cocok digunakan pada sistem transmisi dan tidak cocok digunakan sebagai handset. Aplikasi-aplikasi yang bisa menggunakan antena ini diantaranya GSM 1900, Wifi 2,4 GHz, radio amatir, dan lainnya. Antena ini menggunakan metode binomial dan celah kapasitif tunggal sebagai metode pelebaran bandwidth. Metode binomial digunakan untuk membuat impedansi antena menjadi tingkatan-tingkatan binomial yang gunanya untuk mengecilkan efek transisi impedansi dari setiap tingkat antena. metode celah kapasitif tunggal berfungsi sebagai perbaikan nilai impedansi yang nantinya akan berefek ke bandwidth antena.

Kata kunci: antena, bandwidth, broadband, binomial, celah kapasitif tunggal, VSWR.

I. PENDAHULUAN

Salah satu antenna *broadband* yang sesuai untuk berbagai aplikasi adalah antenna *broadband* enam cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal. Tidak seperti antenna lainnya, antenna ini memiliki dielektrik yang berbeda-beda bahannya dan semua bahan dielektriknya merupakan sampah rumah tangga [2]. Pemanfaatan sampah rumah tangga sebagai dielektrik antenna menyebabkan biaya pembuatan antenna lebih murah dan turut andil dalam daur ulang pemanfaatan sampah untuk teknologi. Antenna ini bekerja pada rentang *ultra high frequency* (UHF) dan mempunyai *bandwidth* sebesar 2,19 GHz dengan frekuensi kerja 0,81 GHz - 3 GHz.

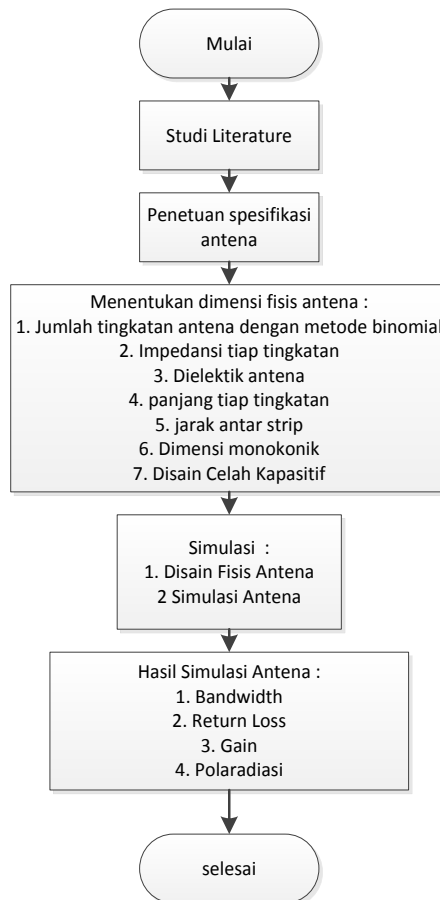
Antenna ini dapat digunakan untuk aplikasi-aplikasi telekomunikasi seperti GSM 1900, Wifi 2,4 GHz, WCDMA, 4G dan aplikasi lainnya. Antenna ini menggunakan dua metode untuk melebarkan *bandwidth* yaitu binomial dan celah kapasitif. Binomial merupakan metode pelebaran *bandwidth* antenna dengan membuat multi impedansi pada saluran antenna sehingga akan membuat *return loss* pada antenna semakin kecil.

Celah kapasitif merupakan sebuah metode untuk mengurangi efek komponen reaktif pada impedansi antenna sehingga impedansi akan mendekati nilai *matching impedance*. Jika *matching impedance* terjadi, maka *bandwidth* antenna akan semakin membesar.

II. METODELOGI

Rancang bangun antenna *broadband* enam cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal dilakukan dengan tiga metode yaitu perhitungan dimensi antenna, merancang konstruksi antenna dengan perangkat lunak Ansys HFSS 15, dan mensimulasikan hasil konstruksi antenna untuk mendapatkan parameter-parameter antenna menggunakan perangkat lunak Ansys HFSS 15. Pada gambar 1 merupakan *flowchart* rancang bangun antenna *broadband* enam

cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal.



Gambar 1. Flowchart Perancangan Antena

Sebelum perancangan antenna, terlebih dahulu ditentukan spesifikasi teknik yang diinginkan. Antenna *broadband* Hexacuda omnidireksional strip kembar binomial yang dirancang dan direalisasikan memiliki spesifikasi teknik sebagai berikut:

- Rentang frekuensi kerja : 0,3 GHz - 3 GHz
- VSWR : $\leq 1,5$
- Return loss : ≤ -11 dB
- Pola radiasi : Omnidireksional
- Gain : $\geq 2,14$ dBi
- Impedansi : Mendekati 50 Ω

Penentuan dimensi antenna dilakukan dengan perhitungan yang didapatkan dari hasil studi literature. Setelah didapatkan semua ukuran antenna maka akan dirancang dimensi fisis antenna menggunakan perangkat lunak Ansys HFSS 15. Selanjutnya dimensi fisis antenna akan disimulasikan untuk mendapatkan parameter-parameter antenna seperti bandwidth, return loss, impedansi masukan rata-rata, gain dan polarisasi.

Tingkatan binomial antenna adalah 6 tingkatan ditentukan dengan rumus (1).

$$BW = \frac{\Delta f}{f_0} = 2 - \frac{4}{\pi} \cos^{-1} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\Gamma_m}{|A|} \right)^{\frac{1}{N}} \right] \quad (1)$$

Dengan memasukan frekwensi kerja antenna 0,3 GHz – 3 GHz maka didapatkan tingkatan binomial nya adalah 6 dengan VSWR yang dihasilkan adalah 1,195.

Untuk menentukan impedansi pertingkatnya maka digunakan rumus (2).

$$\ln Z_{01} = \ln Z_{01} + 2^{-N} C_0^N \ln \frac{Z_u}{Z_0} \quad (2)$$

Impedansi pertingkat antenna berbeda tiap tingkatan yang berguna untuk mengurangi transisi nilai impedansi pertingkatnya. Kemudian ditentukan juga nilai dielektriknya dengan rumus (3).

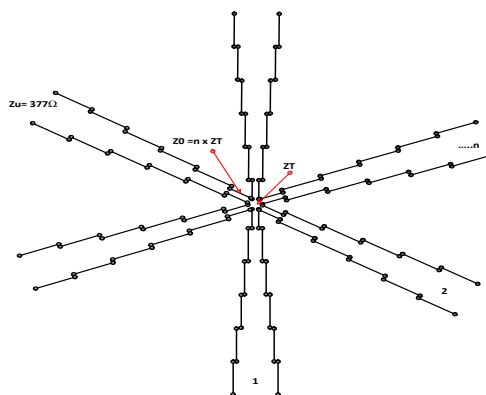
$$\lambda_{e0N} = \frac{\lambda_u}{4\sqrt{\epsilon_{r0N}}} \quad (3)$$

Dikarenakan impedansi untuk setiap tingkatan berbeda, maka dielektriknya pun akan berbeda untuk setiap tingkatan. Nilai dielektrik ini nantinya akan menjadi dasar untuk mencari bahan-bahan sesuai dengan nilai dielektrik yang didapat. Penentuan celah kapasitif ditentukan dengan rumus (4) dan (5).

$$C = \frac{1}{2 \pi f Xc} \quad (4)$$

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot A}{d} \quad (5)$$

Pada Gambar (2) merupakan konstruksi antenna broadband enam cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal. Antena ini terdiri dari 6 strip kembar dan 6 tingkat binomial. Tujuan menggunakan metode binomial adalah untuk membuat perbedaan antara impedansi udara dan impedansi masukan lebih kecil sehingga sinyal yang masuk atau keluar dari antenna tidak mengalami pantulan.



Gambar 2. Konstruksi Perancangan Antena

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Dimensi Antena Broadband Enam Cabang Saluran Dengan Metode Binomial Celah Kapasitif Tunggal.

Dalam perancangan suatu antenna, yang pertama sekali harus dilakukan adalah perancangan dimensi fisik antenna. Perancangan dimensi fisik antenna menentukan karakteristik dari suatu antenna. Untuk antenna broadband enam cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal, perancangan dimensi fisiknya harus menggunakan salah satu metode perancangan antenna broadband yaitu metode binomial. Metode binomial merupakan suatu metode membuat beberapa impedansi dari suatu antenna yang bertujuan untuk menghindari *return loss* yang besar. Tabel 1 merupakan ringkasan perhitungan antenna.

N	Z_{0N}	ϵ_{r0N}	$\frac{\lambda_{\epsilon0N}}{4} (cm)$
1	301,07 Ω	$\epsilon_{r01} = 1,57$	$\frac{\lambda_{\epsilon01}}{4} = 3,63cm$
2	307,564 Ω	$\epsilon_{r02} = 1,5025$	$\frac{\lambda_{\epsilon02}}{4} = 3,708cm$
3	324,42 Ω	$\epsilon_{r03} = 1,3504$	$\frac{\lambda_{\epsilon03}}{4} = 3,911cm$
4	348,34 Ω	$\epsilon_{r04} = 1,17132$	$\frac{\lambda_{\epsilon04}}{4} = 4,2cm$
5	367,43 Ω	$\epsilon_{r05} = 1,05277$	$\frac{\lambda_{\epsilon05}}{4} = 4,43cm$
6	375,356	$\epsilon_{r06} = 1,00878$	$\frac{\lambda_{\epsilon06}}{4} = 4,525cm$

Hasil pada tabel (1) menjadi data untuk dirancang dimensi fisis antenna menggunakan perangkat lunak Ansys HFSS 15. Pada Gambar (3) merupakan hasil perancangan antenna menggunakan Ansys HFSS 15.

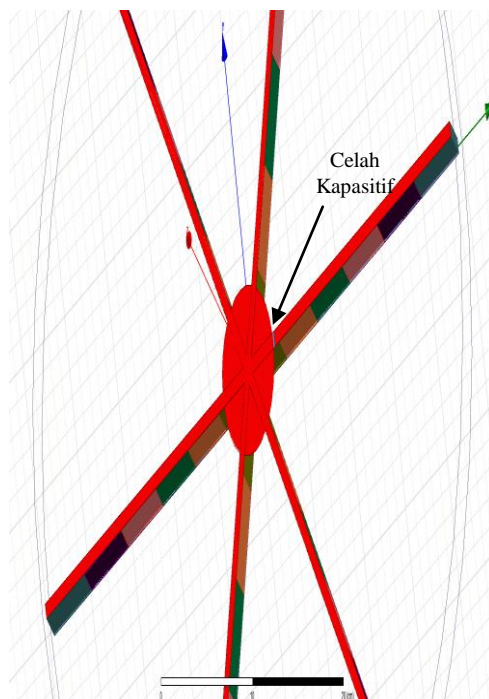
2. Simulasi Perancangan Dimensi Antena Broadband Enam Cabang Saluran Dengan Metode Binomial Celah Kapasitif Tunggal.

Pada tahap ini, pengujian antenna dilakukan dengan menggunakan 1 celah kapasitif. berikut adalah Gambar desain antenna, hasil simulasi *Bandwidth*, hasil simulasi impedansi, hasil simulasi *return loss*, hasil simulasi *gain* dan hasil simulasi polaradiasi. Pada Gambar (3), terlihat celah kapasitif diimplementasikan pada salah satu cabang saluran. Celah kapasitif diletakan pada awal cabangg saluran antenna dikarenakan impedansi masukan berada pada posisi tersebut.

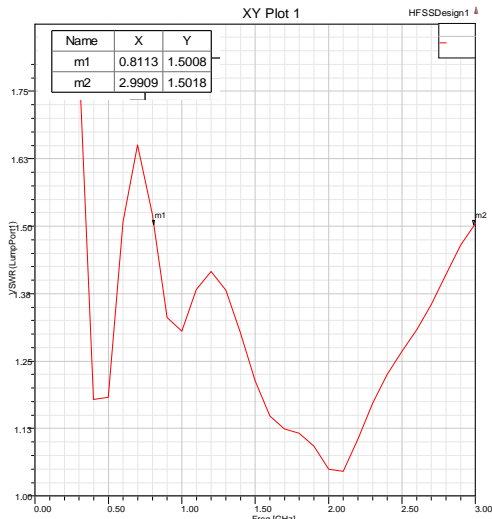
3. Simulasi Hasil Bandwidth Antena Broadband Enam Cabang Saluran Dengan Metode Binomial Celah Kapasitif Tunggal.

Bandwidth antenna yang didapatkan pada simulasi penerapan celah kapasitif adalah 2,19 GHz dengan VSWR $\leq 1,5$ pada rentang frekuensi 0,81 GHz – 3 GHz yang ditunjukkan pada marker *m1* dan *m2* yang

ditunjukkan pada gambar (4). VSWR tertinggi terdapat pada frekuensi 2,1 GHz dengan VWSR 1,05. Impedansi pada frekuensi ini bernilai (50,56462 + i 2,158364) Ω yang merupakan impedansi paling mendekati impedansi saluran (50 + i 0) Ω .



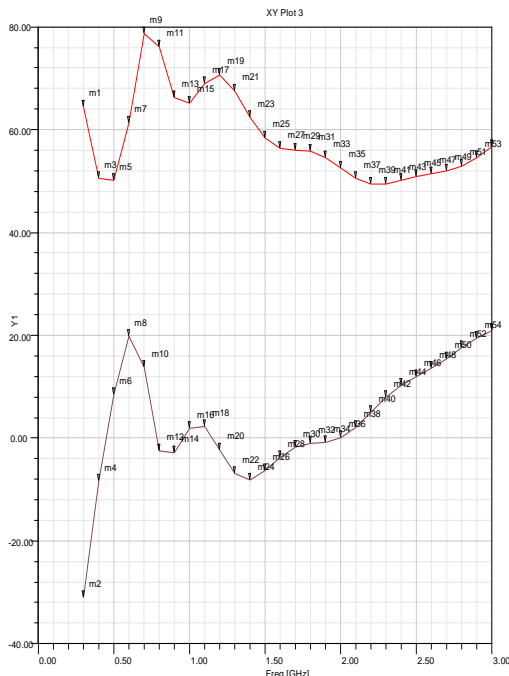
Gambar 3. Dimensi Antena Ansys HFSS 15



Gambar 4. Bandwidth Antena

4. Simulasi Hasil Impedansi Antena Broadband Enam Cabang Saluran Dengan Metode Binomial Celah Kapasitif Tunggal.

hasil simulasi impedansi antena broadband enam cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal dapat dilihat pada gambar (5).

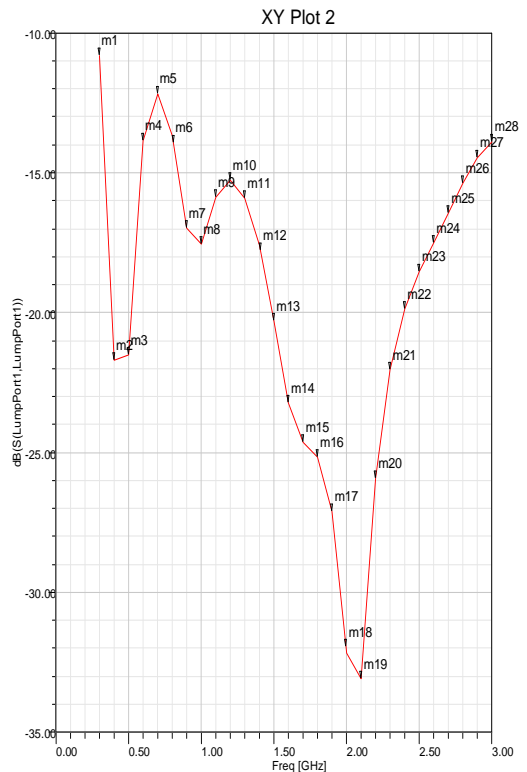


Gambar 5. Impedansi Masukan Antena

Tanda “m” pada Gambar merupakan hasil impedansi untuk setiap frekuensi yang diujicoba. sumbu “x” merupakan rentang frekuensi yang dipakai untuk uji coba dan sumbu “y” merupakan rentang nilai impedansi yang diujicoba. Nilai impedansi yang mendekati impedansi saluran adalah $(50,56462 + i 2,158364) \Omega$ pada frekuensi 2,1 GHz yang ditunjukkan pada marker $m37$ dan $m36$. Nilai impedansi input rata-rata antena adalah $(58,92361+i 117,7651) \Omega$.

5. Simulasi Hasil Return Loss Antena Broadband Enam Cabang Saluran Dengan Metode Binomial Celah Kapasitif Tunggal.

hasil *return loss* antena broadband enam cabang saluran dengan metode binomial celah kapasitif tunggal dapat dilihat pada gambar (6).

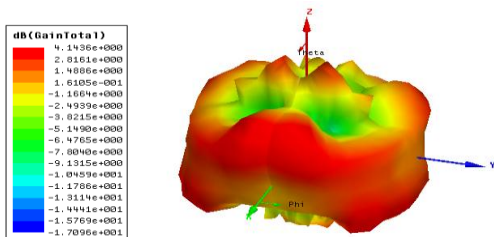


Gambar 6. Return Loss Antena

Pada sumbu y merupakan nilai *return loss* yang di uji coba terhadap setiap frekuensi kerja. Sumbu x merupakan frekuensi kerja yang diuji coba terhadap nilai *return loss*. Nilai *return loss* terbaik pada percobaan ini adalah -33,0809 dB pada frekuensi 2,1 GHz yang ditunjukkan pada marker *m19*. hal ini dikarenakan impedansi yang berada pada frekuensi 2,1 GHz merupakan impedansi yang paling mendekati impedansi saluran yaitu $(50,56462 + i 2,158364)\Omega$.

6. Simulasi Hasil Gain Antena Broadband Enam Cabang Saluran Dengan Metode Binomial Celah Kapasitif Tunggal.

Grafik *gain* dan polaradiasi dari simulasi penerapan celah kapasitif tunggal pada antena ditunjukkan pada Gambar (7). Warna merah pada Gambar (7) merupakan *gain* tertinggi. *Gain* tertinggi yang didapatkan adalah $4,1436 \text{ dB} + 2,41 \text{ dBi} = 6,5536 \text{ dBi}$. Dari Gambar (7) dapat dilihat bahwa bentuk polaradiasi yang dihasilkan adalah omnidireksional.



Gambar 7. Gain Antena

Tabel 2. Ringkasan simulasi

Antena Hexacula omnidireksional strip kembar binomial 1 celah kapasitif	Hasil simulasi	Hasil yang diharapkan
<i>Bandwidth</i>	2,19 GHz (0,81GHz-3 GHz)	$\geq 2,4\text{GHz}$
<i>Return loss</i>	-19dB	$\leq -11 \text{ dB}$
<i>Gain</i>	6,5536 dBi	$\geq 2,41 \text{ dBi}$
<i>Polaradiasi</i>	Omnidireksional	Omnidireksional

Pada Tabel 2 bandwidth yang dihasilkan sebesar 2,19 GHz dengan frekuensi kerja 0,81 GHz – 3 GHz, $\text{VSWR} \leq 1,5$, *return loss* -19 dB, gain sebesar 6,5536 dBi. Antena ini dapat beroperasi untuk aplikasi CDMA, GSM 1900, WCDMA, WIFI 2,4 GHz, dan beberapa aplikasi telekomunikasi lainnya. Antena ini mempunyai dimensi yang relatif besar yaitu 24,4 cm sehingga antena ini tidak cocok digunakan sebagai handset hanya cocok digunakan untuk perangkat antena sistem transmisi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan pengujian antena, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa:

1. Bandwidth yang didapatkan adalah sebesar 2,19 GHz dengan frekuensi kerja 0,81 GHz – 3 GHz, dengan VSWR yang dihasilkan $\leq 1,5$.
2. Nilai *return loss* yang dihasilkan dari hasil pengujian adalah -19 dB dengan efisiensi 98%. hasil ini sudah diatas standard *return loss* yaitu $\leq -10 \text{ dB}$.
3. Antena ini dapat diterapkan untuk aplikasi teknologi telekomunikasi seperti GSM 1900, WCDMA, CDMA, wifi 2,4 GHz dan aplikasi lainnya yang termasuk pada range (0,81 GHz – 3 GHz).

2. Saran

untuk mendapatkan antena dengan bandwidth, *return loss*, dan gain yang lebih baik, disarankan untuk menambahkan jumlah celah kapasitif pada cabang saluran lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Balanis, C.A. *Antena Theory: Analysis and Design*, 4th edition. Harper & Row Publisher Inc. New York. 2015.

[2] Safwan, Drs. Soetamso, Arfianto fahmi S.T, M.T, **rancang bangun antena Hexacula omnidirectional strip kembar binomial, 0,3GHz-3,0GHz, vswr \leq 1,5, berterminal 50 Ω .**

- [3] Gunnarsson, R.; Andersson, P.; Pettersson, L. *Design of wideband stepped-notch array using multi-section impedance transformer design rules*, IEEE conference publications 2009
- [4] Wang Yazhou, Xiao Yongxuan, Ding Keijia, Su Donglin, **Design of Capacitive Coupled Broadband Microstrip Patch Antenna**, Beihang University, Beijing 2006
- [5] Chuck fung, **Basic antena theory and application**, SNM-MQP worcester polytechnic institute 2015