

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Sebelum melakukan penelitian tentang PERANCANGAN ANTENA YAGI UNTUK SISTEM TELEMETRI GROUND STATION MUATAN BALON ATMOSFER. Ada beberapa penelitian dan jurnal yang bersangkutan seperti judul penelitian. Berikut beberapa penelitian dan jurnal yang bersangkutan.

Muhammad, Sani (2015) melakukan penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN ANTENA *STACKING* YAGI UNTUK STASIUN PENERIMA SISTEM KOMUNIKASI MUATAN BALON ATMOSFER FREKUENSI 433 MHz” parameter yang didapatkan berupa informasi tekanan udara, temperatur, kelembaban, kecepatan arah angin horizontal serta informasi lainnya pada pengamatan vertikal atmosfer adalah dengan menerbangkan balon udara yang membawa radiosonde pada atmosfer di ketinggian tertentu di atas permukaan laut. Untuk menjamin kontinuitas hubungan komunikasi antaraa radiosonde dan stasiun penerima diperlukan antena stasiun penerima yang memiliki *gain* yang tinggi dan bandwidth tertentu, seperti antena *stacking* Yagi. nilai VSWR pada frekuensi 433 MHz sebesar 1,45 dan dari pengujian langsung di lapangan, antena *Stacking* Yagi yang dirancang dapat menjangkau jarak 5 km dengan baik pada frekuensi yang diinginkan (Muhammad & Sani, 2015).

Pada tahun 2015, Asyhura dan Rambe melakukan penelitian dengan judul “RANCANG BANGUN ANTENA YAGI-UDA COHEN-MINKOWSKI PADA FREKUENSI 433MHz”. Banyaknya penelitian tentang Yagi-uda, maka antena Yagi-Uda pun dapat dimodelkan secara fraktal agar parameter yang terdapat pada antena Yagi-Uda secara umum dapat di tingkatkan. Pada tulisan ini dilakukan rancang bangun antenna Yagi-Uda model Cohen-Minkowski yang diterapkan pada frekuensi kerja 433MHz. Perancangan dilakukan menggunakan simulator MMANA-GAL. Dari hasil simulasi, antena Yagi-Uda Cohen- Minkowski memiliki nilai gain sebesar 10.72dbi, VSWR bernilai 1.75 dengan jumlah elemen sebesar lima buah. Dari pengukuran langsung terhadap antena menggunakan VNA Meter

Anritsu MS2034B, nilai VSWR pada frekuensi 433 MHz sebesar 1,36.(Asyura, & Rambe, 2015)

Lubis, dan Fauzi (2013) membuat penelitian tentang antenna yagi yang berjudul “RANCANG BANGUN ANTENA YAGI 2,1 GHz UNTUK MEMPERKUAT PENERIMAAN SINYAL 3G”. Penelitian ini menggunakan MCOM dalam metode pengukurannya untuk memperkirakan jarak antenna untuk sistem telemetri. Adapun parameter antenna diuji sebagai titik ukur kemampuan antenna. Setelah pengujian dan analisa data diperoleh bahwa parameter yang diuji berupa pola radiasi, polarisasi, *gain* dan transfer data. Pertama kali yang akan diukur adalah level sinyal maksimum yang diperoleh tanpa menggunakan antenna Yagi. Pengukuran antenna dilakukan pada dua tempat yang berbeda. Jarak pertama antaraa tempat pengukuran dengan BTS $\pm 5,57$ km dan yang kedua $\pm 5755,2$ m (Lubis, & Fauzi, 2013).

Pada tahun 2016, Arsyad Rokhman dan Lidyawati melakukan penelitian antenna yagi dengan judul “Implementasi Antenna Yagi 5 Elemen sebagai Penerima Siaran Televisi di Bandung” metode yang dipakai ialah dengan menggunakan MMANA – GAL sebagai software simulasi dan alat yang dipakai untuk menguji *Advantest R3770 network Analyzer*. Dari pengujian diperoleh Nilai VSWR yang didapat dengan cara perhitungan adalah 1,42 sedangkan nilai VSWR dari pengukuran adalah 1,627, yaitu pada frekuensi kerja 623,25 MHz. Nilai *return loss* pada frekuensi kerja 623,25 MHz sebesar -12,439 dB. *Gain* antenna yang didapat dengan cara pengukuran dan perhitungan adalah 13,52 dB. Besarnya polarisasi (lebar pancaran) antenna secara vertikal dan horizontal adalah 60° , besar daya terima antenna dengan sampel dari salah satu pemancar TV di Bandung didapat sebesar -66 dBW atau $2,5 \times 10^{-7}$ Watt. (Rokhman, Arsyad, & Li, 2016).

Pada Tahun 2010 Singh, Kumar dan Kamal melakukan penelitian dengan judul “*Design of Yagi-Uda Antenna Using Biogeography Based Optimization*” optimasi berdasarkan biogeografi merupakan gagasan baru dalam dunia sains. Biogeografi merupakan cara kerja dari pengaruh tempat terhadap makhluk organisme. BBO (*Biogeography Based Optimization*) akan mencari masalah, masalah yang didapat akan dibagikan serta dicari solusi antaraa masalah tersebut.

Solusi akan didapat dari melihat perilaku dari object. Dalam pengertian tersebut, BBO algoritme bisa digunakan untuk object antena yang untuk mengoptimasi elemen dari panjangnya dan jarak antara elemen. *Gain* yang didapat dari yang merupakan beberapa faktor penting dari antena dan sulit untuk dioptimasi karena perubahan yang terjadi pada elemen. Untuk mengubah kemampuan dari antena, ada tiga hal penting untuk mengubah rancangannya yakni pada *gain*, impedansi dan pola radiasi. Selama mengoptimasi dipakai metode NEC2, metode ini merupakan sebuah metode yang mengevaluasi performa dari design yang sudah ada kemudian diubah susunannya dengan BBO algoritme. Hasilnya akan dibandingkan dengan nilai sebelumnya (Singh, Kumar, & Kamal, 2010).

Pada tahun 1997 Jones dan Joines melakukan penelitian dengan judul “*Design of Yagi-Uda Antennas Using Genetic Algorithms*”. Design yang dipakai menggunakan genetika algoritme dalam optimasi performa dari antena. Penelitian ini menggunakan metode dimana mengevaluasi setiap elemen yang digunakan kemudian design yang dihasilkan akan diolah dengan genetika algoritme selama proses optimasi. Untuk mendapatkan hasil yang baik dibutuhkan beberapa macam design antena yang sudah dioptimasi dengan karakteristik yang berbeda. Hasilnya akan dibandingkan dengan metode yang lain dan untuk memiliki design yang lebih baik. (Jones & Joines, 1997).

Tabel 2. 1 Kajian pustaka yang terkait dengan penelitian

Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil
Sani (2015)	Rancang Bangun Antena Yagi Untuk Stasiun Penerima Sistem Komunikasi Muatan Balon Atmosfer 433	Melakukan simulasi di software 4NEC2 untuk design antena dengan	VSWR yang diapat 1.45 dan jarak yang dapat dicapai 5 Km

Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil
		Pengujian yang dilakukan pada paramater design, polarisasi, dan impedansi	
Asyhura dan Rambe (2015)	RANCANG BANGUN ANTENA YAGI-UDA COHEN-MINKOWSKI PADA FREKUENSI 433MHz	Perancangan dilakukan menggunakan simulator MMANA-GAL. Dari pengukuran langsung terhadap antena menggunakan alat VNA Meter Anritsu MS2034B,	Dari hasil simulasi, antena Yagi-Uda Cohen-Minkowski memiliki nilai gain sebesar 10.72dbi, VSWR bernilai 1.75. Hasil pengujian nilai VSWR pada frekuensi 433 MHz sebesar 1,36
Lubis & Fauzi (2013)	Rancang Bangun Antena Yagi 2.1 GHz untuk Memperkuat Penerimaan Sinyal 3G	Pengujian yang dilakukan menggunakan MCOM untuk perkiraan jarak pada sistem	Perubahan jarak yang diterima antena dari 5.57 km mejadi 5.775 Km

Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Hasil
		Telemetri antena	
Rokhman et el (2016)	Implementasi Antena Yagi 5 Elemen sebagai Penerima Siaran Televisi di Bandung	Perancangan antena menggunakan software MMANA – GAL dengan melakukan pengujian pada <i>Advantest R3770 network Analyzer</i>	VSWR yang didapat 1.627 dengan <i>gain</i> yang didapat 13.52 dBi.
Singh et el (2010)	<i>Design of Yagi-Uda Antenna Using Biogeography Based Optimization</i>	<i>Biogeography Based Optimization</i>	<i>Gain</i> yang didapat dengan hasil BBO sebesar 12.69 dBi dan Impedansi 50.00-j0.1
Jones & Joines (1997)	<i>Design of Yagi-Uda Antennas Using Genetic Algorithms</i>	<i>Genetic Algorithms</i>	<i>Gain</i> yang didapat lebih besar yakni 17.07 dBi dan impedansi sebesar 6.59+j26.47

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Gelombang Radio

Dalam sistem komunikasi, sinyal informasi yang akan dikirimkan akan diubah dulu sinyalnya menjadi karakteristik medium yang sama. Misalnya informasi yang dirubah ke dalam sinyal elektronik ke udara. Sinyal ini terdiri dari medan listrik dan medan magnet, atau yang biasa disebut sinyal elektromagnetik. Sinyal ini disebut juga gelombang radio (Dehollain, & Maloberti, 2016).

Gelombang radio memiliki parameter frekuensi, periode, amplitudo, panjang gelombang dan cepat rambat gelombang. Frekuensi merupakan banyaknya kejadian dalam satu waktu. Dalam gelombang radio frekuensi merupakan banyaknya gelombang dalam satu waktu. Semakin panjang gelombang maka semakin rendah frekuensinya dan sebaliknya semakin pendek suatu gelombang maka semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan. Periode merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai satu gelombang penuh. Amplitudo merupakan jarak yang diperlukan untuk mencapai satu gelombang penuh.

Kemudian hubungan antara cepat rambat gelombang, frekuensi dan panjang gelombang memiliki persamaan 2.1:

$$c = \lambda \cdot f \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

c : cepat rambat gelombang elektromagnetik

λ : panjang gelombang

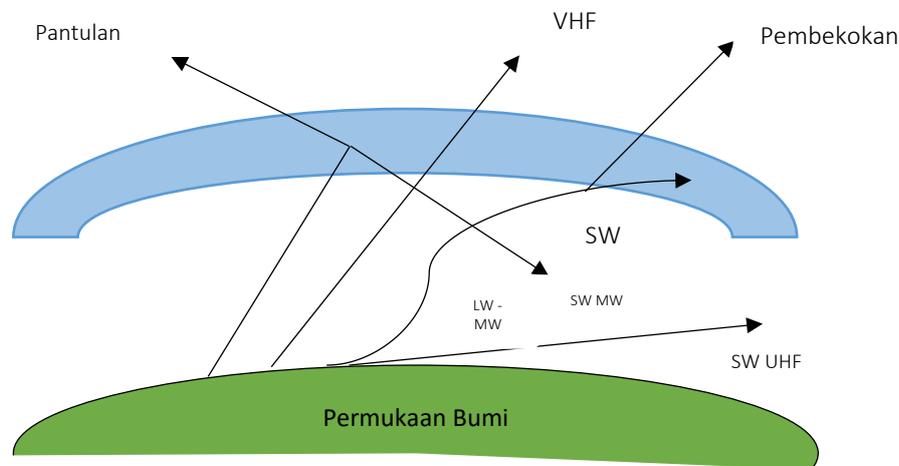
f : frekuensi (Hz)

Cepat rambat gelombang sendiri di ruang hampa sebesar 3×10^8 m/s . Perhitungan panjang gelombang ini sangat bermanfaat untuk menentukan panjang transmisi yang digunakan dalam sistem komunikasi. Pembagian band frekuensi sendiri dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Pembagian band frekuensi

Frekuensi	Band	Panjang Gelombang
<30 KHz	<i>Very Low Frequency</i>	>10 Km
30 – 300 KHz	<i>Low Frequency</i>	1 – 10 Km
300 KHz – 3 MHz	<i>Medium Frequency</i>	100 m – 1 Km
3 -30 MHz	<i>High Frequency</i>	10 m– 100 m
30 – 300 MHz	<i>Very high Frequency</i>	1 m – 10 m
300 – 3000 MHz	<i>Ultra High Frequency</i>	10 cm – 1 m
3 – 30 GHz	<i>Super High Frequency</i>	1 cm – 10 cm
30 – 300 GHz	<i>Extremly High Frequency</i>	1 mm – 1 cm

Propagasi Gelombang Radio merupakan perambatan gelombang radio dari pengirim ke sisi penerima. Pada frekuensi tinggi gelombang radio akan dipantulkan lagi ke bumi, gelombang tersebut dipantulkan oleh lapisan udara yang terhampar di ketinggian 50 – 300 km dari permukaan bumi. Pantulan gelombang radio bergantung pada frekuensi pada suatu tempat penerima sehingga terjadi perbedaan fasa antara gelombang, yakni dari gelombang radio yang dikirim dan gelombang yang diterima. Pada Gambar 2.1 dapat dilihat VHF dapat menembus lapisan ionosphere.



Gambar 2. 1 Pemantulan Gelombang Radio

2.2.2 Antena

Antena merupakan sistem instrumentasi dalam komunikasi radio. Antena juga disebut media peralihan antara ruang bebas dengan piranti pemandu yang digunakan untuk menggerakkan energi elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau sebaliknya. Perancangan antena yang baik ketika sistem pengiriman antena dapat menransmisikan energi atau gelombang elektromagnetik ke arah penerima. Walaupun terdapat rugi – rugi yang terjadi ketika terjadi transmisi dan terjadi kondisi tidak *matching* antara saluran transmisi dan antena. Sehingga *matching* impedansi merupakan faktor yang penting ketika merancang antena. Ada beberapa faktor penting yang menjadi indikator baiknya antena yakni *gain*, polarisasi antena, impedansi, lebar pita (bandwidth).

Gain, Penguatan antena erat hubungan dengan daya yang dipancarkan oleh antena. Penguatan (*Gain*) mempunyai pengertian perbandingan daya yang dipancarkan oleh antena tertentu dibandingkan dengan *radiator isotropis* yang membentuk pola radiasinya seperti bola. Penguatan antena didefinisikan dengan 4π kali perbandingan intensitas radiasi dalam arah tersebut dengan gain yang diterima oleh antena. Apabila arahnya tidak diketahui maka *gain* biasanya ditentukan dalam arah radiasi maksimum, dalam persamaan 2.2.

$$G = 10 \cdot \log \frac{4\pi \cdot U_m}{P_{in}} \text{ db} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

- G : *Gain* Antena (dB)
- U_m: : intensitas radiasi antena
- P_{in} : daya input yang diterima oleh antena

Pada pengukuran digunakan metode pembandingan (*gain – comporasion method*). Cara kerja ini menggunakan pembandingan dari rancangan antena dengan antena referensi yang biasanya dipole standar yang sudah diketahui gainnya. Kemudian akan didapatkan *gainabsolut* dengan persamaan 2.3.

$$G_{aut} \text{ (dBi)} = G_{ref} \text{ (dBi)} + 10 \log \left[\frac{W_{RX}}{W_{REF}} \right] \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

- G_{out} : *Gain* antena yang diukur
- G_{ref} : *Gain* antena yang sudah diketahui
- W_{RX} : Daya yang diterima antena yang diukur (dBm)
- W_{REV} : Daya yang diterima antena referensi (dBm)

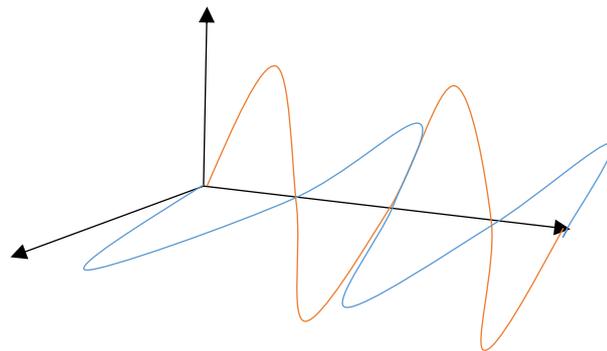
Pancaran gelombang radio antena akan semakin melemah ketika jarak transmisinya semakin jauh, melemahnya pancaran berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Jadi *gain* yang didapat hanya menjadi ¼ dari jarak transmisi. Hasil transmisi itu belum memperhitungkan dangan adanya noise. Antena juga memiliki sifat dimana adanya kekuatan pancaran antena.

Pancaran gelombang radio oleh antena vertikal mempunyai pancaran ke segala arah hal ini disebut dengan omni-direksional. Pada antena dipole, pancaran ke arah tegak lurus, pancaran ini disebut dengan bi-direksional. Bila ada sebuah antena memiliki gain 5 dB berarti antena mempunyai tegangan keluar sebesar 5 dB. Jika perbandingan antena isotropik dengan pernyataan dBi (desibel isotropik) dan antena dipole dengan dBd (desibel dipole). Perbedaan antaraa dBi dan dBd dapat dilihat dari persamaan 2.4:

$$dBi = -2.15 \text{ dBd} \dots\dots\dots (2.4)$$

Polarisasi antenna merupakan arah medan listrik atau pemancar yang diradiasi oleh antenna. Bila arah polarisasi tidak ditentukan atau tidak diketahui maka polarisasi menjadi gain maksimum. Polarisasi dari gelombang yang teradiasi didefinisikan sebagai suatu keadaan gelombang elektromagnet yang menggambarkan arah dan magnitudo vektor medan elektrik. Polarisasi sebagai linear, melingkar atau elips. Namun antenna memiliki polarisasinya sendiri.

Polarisasi antenna memiliki rambatan gelombang elektromagnetik yang dimana arah pancaran tiap elemen antenna mempunyai orientasi terhadap permukaan bumi. Gelombang yang dipancarkan akan membentuk kurva yang kecil atau mendekati dengan mempertimbangkan jarak, sudut dan arah antenna tersebut dipancarkan. Ada empat macam polarisasi antenna berdasarkan permukaan tanah yakni, vertikal, horizontal, circular, dan cross. Bentuk polarasi seperti Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Polarisasi Antena

Impedansi input suatu antenna adalah impedansi terminalnya. Impedansi biasanya akan dipengaruhi oleh benda sekitarnya terutama yang mengandung logam. Impedansi antenna terdiri dari bagian real dan imajiner. Yang dapat dinyatakan dengan Persamaan 2.5.

$$Z_{in} = R_{in} + j X_{in} \dots\dots\dots (2.5)$$

Resistansi input menyatakan disipasi. Disipasi sendiri merupakan tegangan yang hilang dalam sistem antenna. Daya dapat terdispasi melalui dua cara, yakni karena panas pada rancangan antenna yang berkaitan dengan perangkat keras dan daya yang meninggalkan antenna dan tidak kembali teradiasi.

Reaktansi input menyatakan daya yang tersimpan dalam medan magnet. Untuk memaksimalkan perpindahan daya dari antenna ke penerima, maka impedansi antenna haruslah sama atau dengan kata lain besarnya resistansi dan reaktansi sama namun berlawanan. Jika tidak terpenuhi akan terjadi pemantulan energi yang ditransmisikan. Untuk VSWR (*voltage standing wave ratio*) dengan persamaan 2.6:

$$VSWR = \frac{1+|r|}{1-|r|} \dots\dots\dots(2.6)$$

Impedansi juga dapat diketahui dengan koefisien pantul dengan persamaan 2.7:

$$r = \left| \frac{Z_A - Z_0}{Z_A + Z_0} \right| \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

- Z_A : Impedansi antenna
- Z_0 : Impedansi karakteristik
- r : koefisien pantul

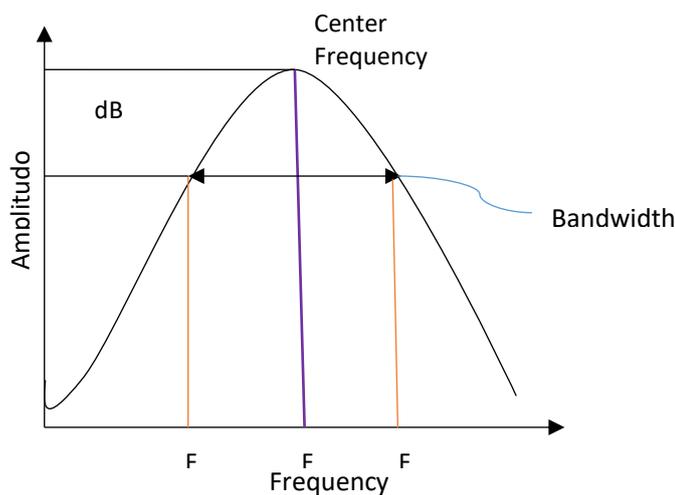
Koefisien pantul sangat menentukan besarnya VSWR antenna, karena dengan mengetahui VSWR dapat ditentukan baik buruknya sebuah antenna. VSWR adalah pengukuran dasar dari impedansi penyusain antenna antara transmitter dan antenna. Semakin tinggi nilai VSWR maka semakin besar pula *miss matching*, dan semakin minimum nilai VSWR maka akan semakin *matching* antenna tersebut.

Dalam perancangan antenna biasanya memiliki nilai impedansi masukkan sebesar 50 Ω atau 75 Ω. Namun ketika sebuah rancangan antenna tidak sesuai impedansinya dengan perangkat pemancarnya maka akan terjadi kerugian, yakni daya dari pemancar tidak bisa di transmisikan oleh antenna secara maksimal. Maka akan terjadi akibat berupa jangkaun pemancar yang tidak maksimal, akan terjadi balik pemancar sehingga akan panas, dan timbulnya berbagai gangguan yang berasal dari antenna yang mengganggu transmisi.

Hubungan antaraa impedansi antenna, saluran transmisinya, dan pemancarnya sangat penting. Bila sebuah antenna tidak memiliki impedansi yang sama dengan saluran transmisi dan pemacarnya, maka performa antenna tidak akan bekerja secara maksimal. Antenna pemancar dan penerima dengan ketinggian

rendah, maka gelombang langsung dan pantulan hampir mempunyai besaran amplitudo yang sama, namun berbeda fasa dan berkecenderungan saling meniadakan satu sama lainnya. Namun dengan bertambahnya ketinggian antenna, jalur transmisi yang berbeda, maka fasa yang berkaitan dengan itu akan berbeda antaraa dua gelombang dan bertambah sehingga tidak dapat menjadi saling meniadakan. Keadaan ini disebut dengan faktor *high – gain* yang merupakan fungsi frekuensi dan konstanta tanah.

Lebar Pita (Bandwidth) Sebuah antenna memiliki batasan oleh daerah frekuensinya. Pada batasan atau range antenna dituntut untuk bekerja secara maksimal agar dapat manerima ataupun memancarkan gelombang radio pada band frekuensi tertentu. Pada Gambar 2.3 merupakan lebar pita bandwidth.



Gambar 2. 3 Lebar pita bandwidth (gambar sendiri)

Daerah ranngae antenna masih dapat bekerja dengan baik disebut dengan bandwidth antenna. Apabila dinyatakan dengan persamaan 2.8.

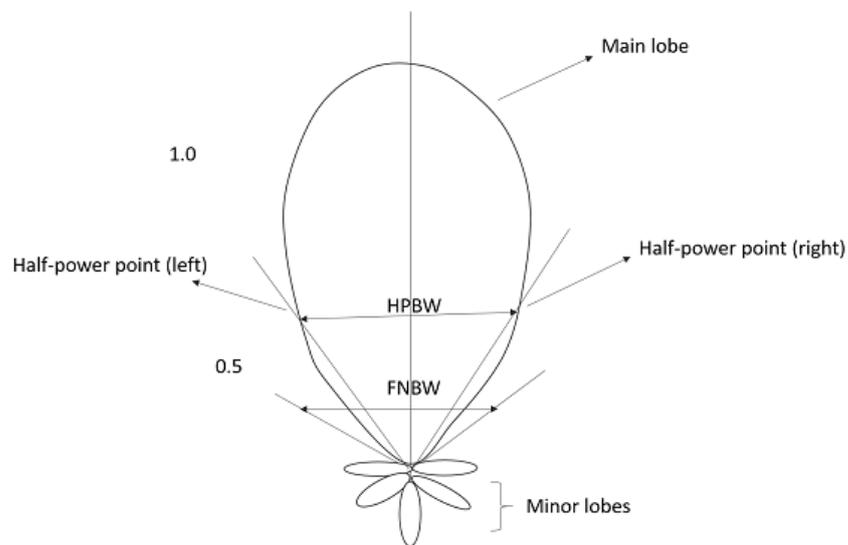
$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \% \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana:

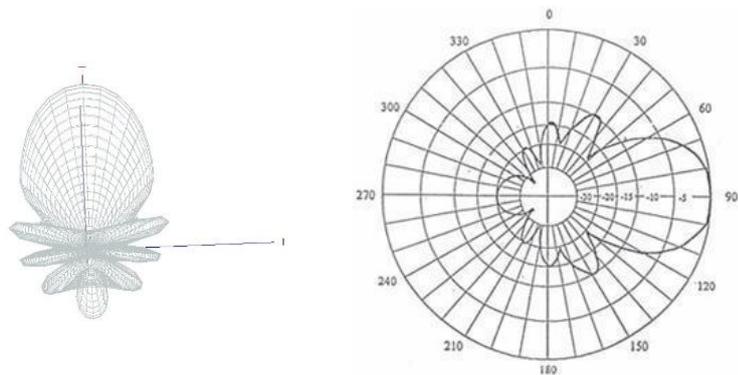
- BW : Bandwith
- f_2 : frekuensi batas bawah
- f_1 : frekuensi batas atas

f_c : frekuensi center

Antena disebut sebagai antena *broad band* apabila nilai impedansi dan pola radiasi dari antena stabil yang ditentukan dengan nilai VSWR sendiri adalah 1. Faktor yang mempengaruhi bandwidth dari antena ialah luas penampang konduktor yang digunakan serta bentuk rancangan antena. Gambar 2.4 dan Gambar 2.5 merupakan pola radiasi antena 2D dan 3D.



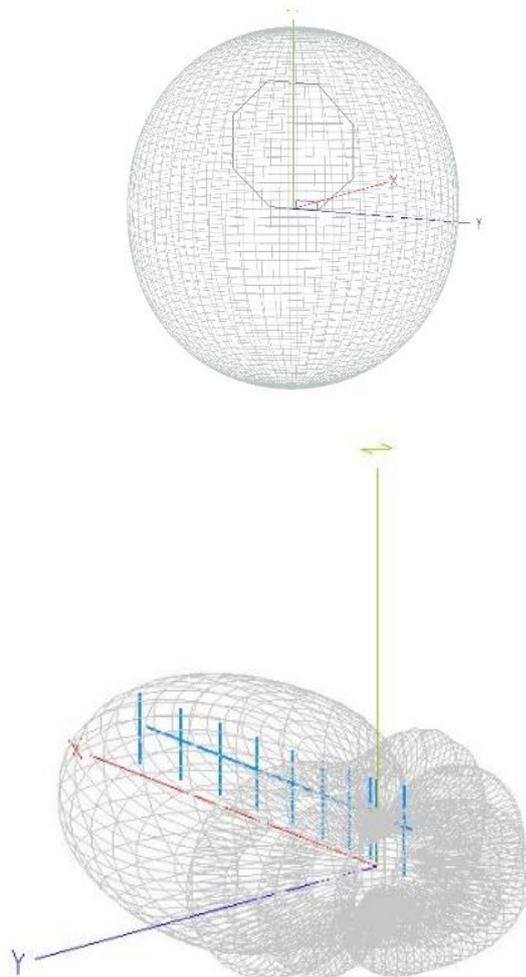
Gambar 2. 4 Bandwith antena



Gambar 2. 5 Antena 3D dan 2D

Pola radiasi juga salah satu faktor penting yang ada di antena. Pola radiasi merupakan pernyataan antena secara grafis yang menggambarkan sifat radiasi dari antena sebagai fungsi dari arah agar dapat dilihat pola diagram dari radiasinya yang sudah diukur sinyal radiasinya dari suatu antena. Pola radiasi disebut juga sebagai pola medan, apabila intensitas radiasi yang diGambarkan adalah kuat medan maka

disebut pola daya. Antena direksional merupakan salah satu jenis antena menurut pola radiasinya. Antena direksional mempunyai pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang relatif jauh. Gambar 2.6 merupakan pola radiasi 3D.



Gambar 2. 6 Antena Omni Direksional dan Direksional

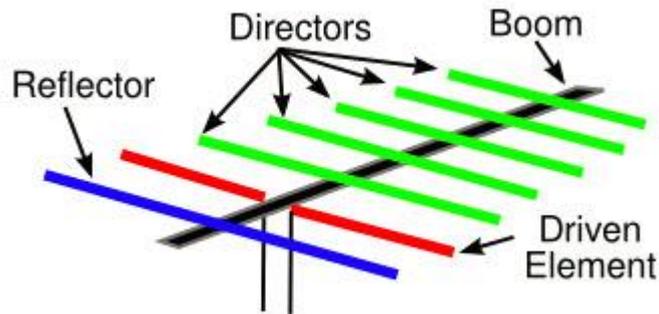
Antena direksional juga terbagi menjadi dua menurut bentuk pola radiasinya yakni direksional dan omni - direksional. Antena direksional memiliki pola radiasi yang terarah namun memiliki *gain* yang cukup besar sehingga dapat menerima sinyal yang relatif jauh sedangkan omni - direksional memiliki pola radiasi 360 derajat tapi *gain* yang didapat kecil hanya 3 - 12 dB sehingga sinyal yang diterima relatif dekat. Ada beberapa macam antena direksional, salah satunya antena yagi.

2.2.3 Antena Yagi

Salah satu jenis antena direksional ialah antena yagi. Antena ini merupakan antena dengan konstruksi yang mudah dan memiliki *gain* yang tinggi, antena yagi biasanya bekerja di *high frequency* dan *ultra high frekuensi* (3 MHz – 3 GHz) namun yang memiliki *bandwidth* yang kecil, hanya beberapa persen untuk titik tengah dari frekuensinya. Antena Yagi pertama kali ditemukan di Jepang tahun 1926. Shintaro Uda merupakan orang yang menciptakannya, antena ini bersifat direksional, yaitu antena hanya dapat menerima sinyal dalam satu arah makanya antena berbeda dengan antena dipole yang mengambil arah dalam sama baiknya dalam setiap sisinya.

Sisi antena yang dibelakang memiliki *gain* yang lebih kecil daripada yang didepan. Antena yagi biasanya memiliki *gain* hanya sebesar 3 – 20 dB. Jika terjadi kemiringan sudut dari antena maka sinyal yang terjadi akan kurang baik. Untuk pembuatan antena yagi untuk VHF atau UHF yang tinggi antena 2 meter atau lebih maka dibutuhkan elemen tambahan. Elemen yang ditambahkan ini akan menyebabkan *gain* yang didapat lebih besar. Walaupun penambahan elemen yang banyak dapat mengurangi pola radiasi dari antena sehingga pola radiasi yang didapat mengecil. Antena Yagi memiliki beberapa bagian yakni reflektor, driven, direktor dan boom.

Reflektor merupakan elemen pemantul. *Reflektor* dibagian belakang dipole (driven) dengan tujuan membatasi radiasi agar tidak melebar kebelakang namun kekuatan pancarannya akan diperkuat ke depan. *Driven* merupakan elemen yang membangkitkan gelombang elektromagnetik menjadi sebuah sinyal yang akan dipancarkan, biasanya menggunakan antenna dipole untuk driven. Direktor adalah bagian penguarah radiasi antenna, elemen direktor akan menambah *gain* antenna, namun akan membuat pola pengarah antenna menjadi lebih sempit, semakin banyak jumlah direktor, maka semakin sempit juga arahnya. *Boom* adalah bagian untuk menempatkan *driven*, *reflector*, dan *directors*. Untuk rancangan umum antena yagi seperti Gambar 2.7.

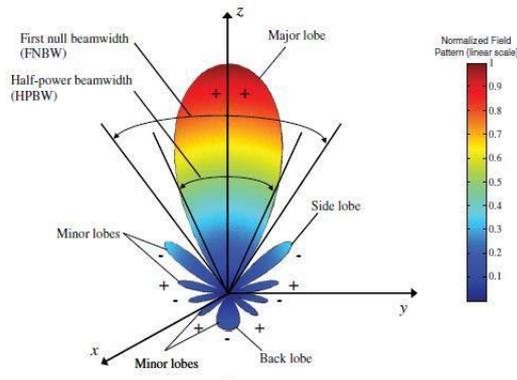


Gambar 2. 7 design antenna yagi

Reflector merupakan bagian dari antenna untuk mengarahkan ulang gelombang elektromagnetik, biasanya dalam rentang panjang gelombang radio dari spektrum elektromagnetiknya. Jenis *Reflector* ada dua yakni *Corner Reflector* dan *Flat reflector*. *Corner Reflector* memantulkan kembali sinyal yang masuk ke arah asalnya, *Corner Reflector* biasanya digunakan di radar. *Flat reflector* yang memantulkan sinyal dengan nilai yang sama, biasanya digunakan pada repeater pasif pada pemancar Wi-fi.

Driven Element merupakan bagian dari antenna yang memiliki sifat aktif yang dihubungkan secara elektrik ke pemancar atau penerima. Dalam posisi menjadi pemancar, *Driven Element* akan bertambah arusnya dari pemancar dan merupakan sumber gelombang radio. Dalam antenna penerima *Driven Element* akan mengumpulkan gelombang radio yang masuk dan mengubahnya menjadi arus listrik yang akan diaplikasikan dalam bentuk analog atau digital. *Driven Element* yang dipasangi resonator dan berpasangan secara elektromagnetik berfungsi untuk memodifikasi pola radiasi antenna, mengarahkan gelombang radio dalam satu arah, dan meningkatkan penerimaan ataupun pemancar dari antenna.

Ketika antenna dalam posisi memancar, perbedaan potensial diinduksi pada *directors* dan arus mengalir didalamnya. Saat dalam posisi menerima sinyal posisi antenna sangat tergantung pada arah pengirim sinyal. Boom berfungsi digunakan untuk tempat penyanggah dari *reflector*, *driven element* dan *directors*. Boom terbuat dari bahan i. Untuk pola radiasi antenna yagi kerana secara umum masih direksional maka pola radiasinya seperti Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 pola radiasi antenna direksional

Gambar 2.8 dapat dipahami bahwa antenna direksional memiliki titik pancar pada x atau Minor lobes. Antena yagi yang baik hanya memiliki titik pancar di Major lobe. Selama pengirim sinyal masih di main lobe antenna pemancar, maka masih menerima sinyal secara optimal. Antena ini dapat bekerja di frekuensi yang sama dengan satelit yakni di 300 - 3000 MHz (*Very High Frequency*). Dalam perancangannya yagi memiliki sifat yakni:

1. Penambahan elemen pada antenna yagi akan menambah *gain* dari antenna yagi.
2. Antena yagi yang di stack hanya akan menambah 3 dBi dari antenna yagi tunggal sebelumnya (salah satu sisi antenna). (Latorilla, 2000)
3. Penambahan elemen juga mengurangi pola radiasi dari antenna yagi sehingga pola radiasi dari antenna menjadi sempit, namun *gain* yang didapat lebih besar.

Geometri antenna sangat berpengaruh pada parameter antenna. Perancangan antenna dapat dilakukan perhitungan untuk mendapatkan geometri yang sesuai dengan frekuensi antenna yang digunakan. Pada rumus 2.1 dapat digunakan untuk mendapatkan nilai λ . Setelah mendapatkan nilai λ maka dapat dicari untuk panjang antenna. Perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan panjang dari antenna seperti persamaan 2.9.

$$L = 0.5 \times K \times \lambda \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

- L : panjang antenna
- K : konstanta besi (0.95)

λ : Panjang gelombang

Pada rumus 2.9 nilai K merupakan pendekatan cepat rambat pada media logam sebagai bahan jenis yang digunakan pada antena dengan nilai 0.95. Perhitungan tersebut sesuai dengan rancangan antena dimana λ yang didapat 0.6896551724. dengan didapatnya nilai λ kita dapat mencari panjangnya. $L = 0.5 \times 0.95 \times 0.6896551724$. Maka $L = 0.3275862069$ m (328 mm). Kemudian driven elemen yang didapat sebesar 328 mm. Untuk panjang *reflector* sebesar 7% lebih panjang dari driven elemen dan *directors* 1 lebih pendek 5 % dari driven elemen hingga seterusnya. (Latorilla, 2000)

Jarak antaraa element akan juga mempengaruhi dalam parameter *gain* pada antena. *Gain* terbesar yang didapat pada *driven element* dan *reflector* pada antena sebesar $0.2 - 0.25 \lambda$. Pada jarak *driven element* dan *director* 1 akan memiliki sambungan yang baik dengan jarak $0.1 - 0.15 \lambda$. *Director* 1 dan *director* 2 memiliki nilai jarak $0.15 - 0.2 \lambda$. Kemudian *director* 3 memiliki jara $0.2 - 0.25 \lambda$ dari *director* 2 dan sampai banyaknya *director* yang dibutuhkan pada antena (Darwin, 1976). Dalam perhitungan kalkukaltor antena Yagi pada aplikasi *Yagi calculator the yagi design DL6WU yagi for antenna VHF dan UHF by John Drew* akan memiliki nilai perhitungan untuk antenna UHF yagi sebagai berikut.

Yagi design frequency =435,00 MHz

Wavelength =689 mm

Parasitic elements contacting a round section metal boom 25,00 mm across.

Folded dipole mounted same as directors and reflector

Director/reflector diam =10 mm

Radiator diam =10 mm

REFLECTOR

348 mm long at boom position = 30 mm (IT = 161,5 mm)

RADIATOR

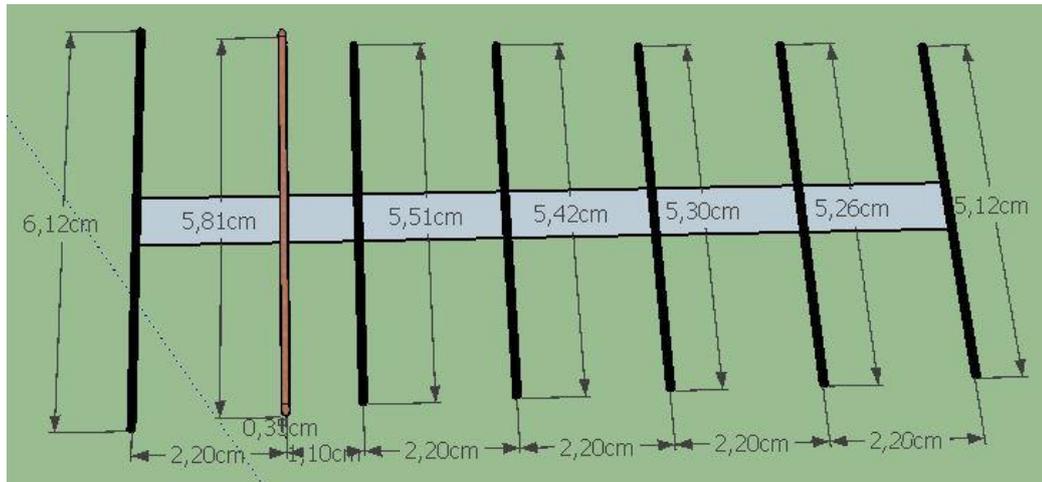
Single dipole 318 mm tip to tip, spaced 138 mm from reflector at boom posn 168 mm (IT = 146,5 mm)

Folded dipole 340 mm tip to tip, spaced 138 mm from reflector at boom posn 168 mm (IT = 157,5 mm)

DIRECTORS

Dir (no.)	Length (mm)	Spaced (mm)	Boom position (mm)	IT (mm)	Gain (dBd)	Gain (dBi)
1	302	52	220	138,5	4,2	6,3
2	298	124	344	136,5	6,1	8,3
3	294	148	492	134,5	7,6	9,7
4	291	172	664	133,0	8,7	10,9
5	288	193	857	131,5	9,6	11,8
6	285	207	1064	130,0	10,4	12,6
7	282	217	1281	128,5	11,1	13,2
8	279	227	1508	127,0	11,7	13,8

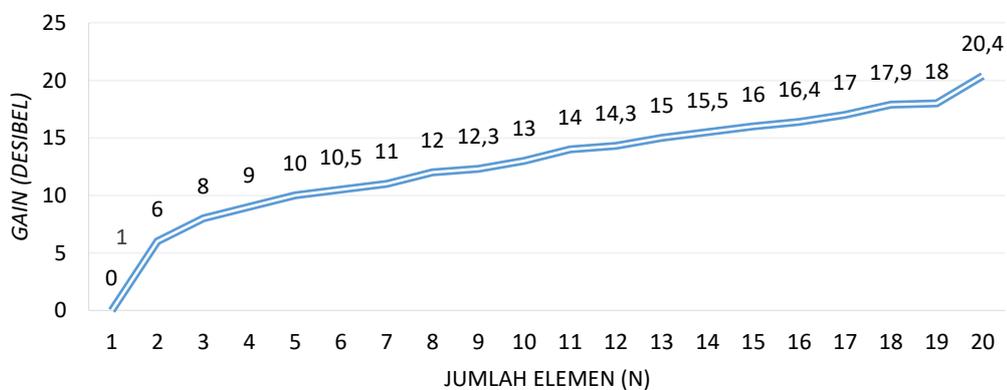
Untuk VHF atau UHF yang memiliki antena setinggi 2 meteran akan dilakukan pengaturan elemen agar didapat polarisasi yang vertikal. Pengaturan yang perlu diperhatikan ialah *driven element* yang memiliki sifat aktif pada antena. *Driven element* dapat ditarik tegak lurus dengan elemen sehingga *gain* yang didapat antena dapat lurus. Kemudian spacing terhadap masing - masing elemen *director*-nya untuk memperoleh nilai impedansi yang paling bagus. Gambaran antena yagi seperti Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Contoh Antena yagi

Namun penambahan elemen juga harus dipertimbangkan antara jarak elemen dan panjangnya boom. Penambahan elemen yagi dapat dilakukan teknik *stacking*. Antena akan disambungkan secara paralel baik horizontal ataupun vertikal kemudian akan dilakukan matching impedansi agar membuat daya yang maksimum pada antena. Teknik *Stacking* dapat menstack antena sesuai dengan kebutuhan misal 2,3 dan 4 kali *stacking*. Dalam pengukuran standar rasio sebesar 50 ohm, dengan kata lain antena yagi dirancang dengan teknik *stacking* akan memiliki dua boom untuk meletakkan elemen antena. Gambar 2.10 pengaruh jumlah elemen terhadap *gain* yang didapat antena. (Latorilla, 2000)

PENGARUH GAIN TERHADAP ELEMEN DIRECTORS ANTENA



Gambar 2. 10 Pengaruh elemen antena pada gain

Teknik *stacking* pada antenna ini hanya dapat menambahkan *gain* dari antenna sebesar 3 dB setiap *stacking* pada antenna. Pola radiasi yang didapat dari teknik *stacking* akan semakin mengecil. Sehingga luas penerimaan antenna akan berkurang tapi jarak yang didapat antenna bertambah. (Latorilla, 2000)

2.2.4 Rancangan antenna Yagi de ON6MU

Antenna Yagi de ON6MU merupakan rancangan antenna yang digunakan sebagai acuan untuk membuat antenna. Antenna ini memiliki 10 elemen untuk UHF antenna. Acuan rancangan antenna pada de ON6MU seperti pada keterangan berikut.

Technical specs	
Forward gain = 11,82 dBd	
Front/Back ratio = 22 dB	
SWR at 435 MHz = 1:1	
Frequency range = 430...440MHz;	
Horizontal angle = 33°	
Vertical angle = 38°	
Length of the elements	
R = 348 mm	
Drv= 328 mm	
D1 = 302 mm	
D2 = 298 mm	
D3 = 292 mm	
D4 = 287 mm	
D5 = 285 mm	
D6 = 282 mm	
D7 = 280 mm	
D8 = 276 mm	
	Spacing
	L1 = 145 mm
	L2 = 50 mm
	L3 = 124 mm
	L4 = 149 mm
	L5 = 173 mm
	L6 = 194 mm
	L7 = 208 mm
	L8 = 217 mm
	L9 = 225 mm
	1.5 meter boom needed

(Sumber : http://users.belgacom.net/hamradio/schemas/yagi_uhf_antenna.htm)

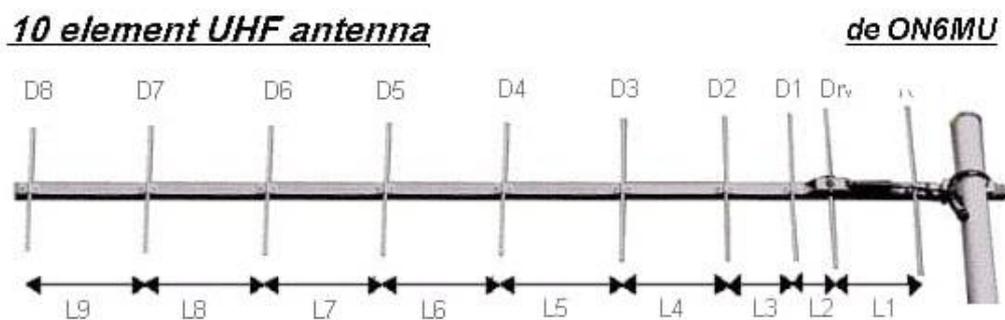
Dari rancangan spesifikasi antenna diketahui bahwa *gain* yang didapat dari antenna sebesar 11.82 dBd atau 13.97 dBi. VSWR yang didapat dari frekuensi 435 MHz sebesar 1:1, sehingga VSWR yang paling baik didapat dari antenna di frekuensi 435 MHz. Frekuensi yang dapat digunakan untuk antenna sekitar 430 - 440 MHz, difrekuensi tersebut antenna memiliki rasio frekuensi di VHF/UHF. Ukuran dari elemen - elemen antenna sebagai berikut:

1. *Driven element* memiliki panjang sebesar 32.8 cm (Drv).
2. *Reflector* memiliki panjang sebesar 34.8 cm (R).
3. *Director 1* memiliki panjang sebesar 30.2 cm (D1).

4. *Director 2* memiliki panjang sebesar 29.8 cm (D2).
5. *Director 3* memiliki panjang sebesar 29.2 cm (D3).
6. *Director 4* memiliki panjang sebesar 28.7 cm (D4).
7. *Director 5* memiliki panjang sebesar 28.5 cm (D5).
8. *Director 6* memiliki panjang sebesar 28.2 cm (D6).
9. *Director 7* memiliki panjang sebesar 28 cm (D7).
10. *Director 8* memiliki panjang sebesar 27.6 cm (D8).

Jarak antara elemen sebagai berikut:

1. *Reflector* dengan *driven element* sebesar 14.5 cm (L1).
2. *Driven element* dengan *director 1* sebesar 5 cm (L2).
3. *Director 1* dengan *director 2* sebesar 12.4 cm (L3).
4. *Director 2* dengan *director 3* sebesar 14.9 cm (L4).
5. *Director 3* dengan *director 4* sebesar 17.3 cm (L5).
6. *Director 4* dengan *director 5* sebesar 19.4 cm (L6).
7. *Director 5* dengan *director 6* sebesar 20.8 cm (L7).
8. *Director 6* dengan *director 7* sebesar 21.7 cm (L8).
9. *Director 7* dengan *director 8* sebesar 22.5 cm (L9).
10. Panjang boom yang dipakai sebesar 1.5 m.

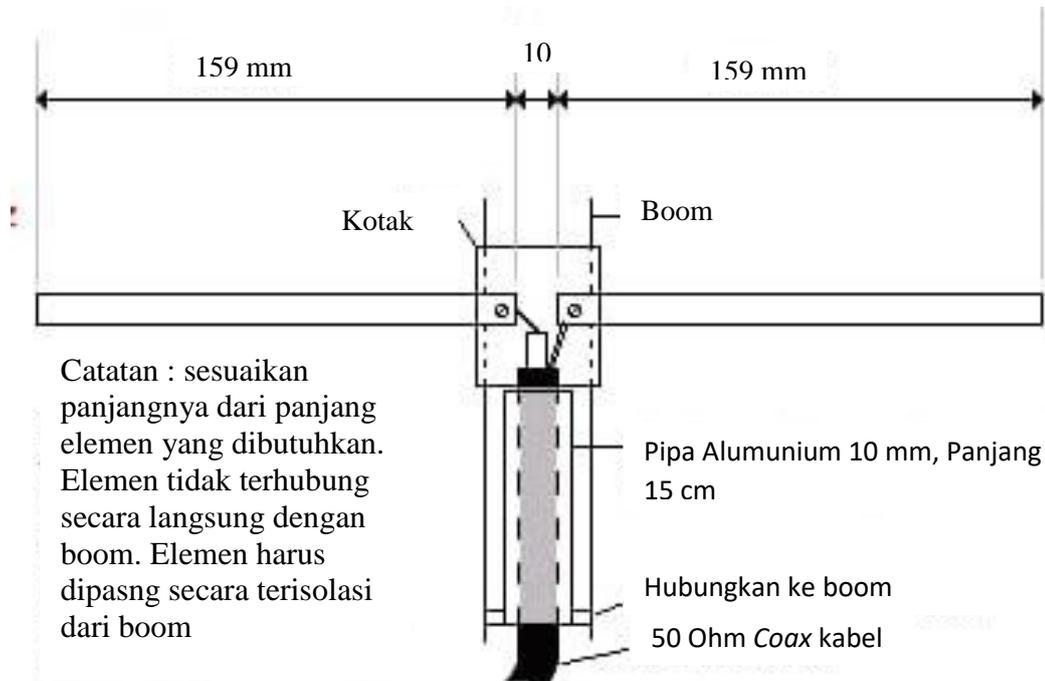


Gambar 2. 11 Antena Yagi de ON6MU 10 Elemen

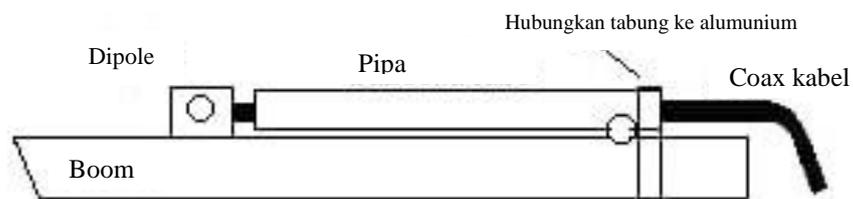
(Sumber : http://users.belgacom.net/hamradio/schemas/yagi_uhf_antenna.htm)

Bahan jenis penghantara yang digunakan dalam rancangan Gambar 2.12 berupa Aluminium dengan jenis penghantara konduktor sebesar 3.5×10^7 . Sama dengan boom yang dipakai memiliki bahan jenis penghantara berupa Aluminium.

Antena yang dirancang de ON6MU untuk diluar maka bahan jenis penghantara berupa alumunium baik digunakan terhadap kondisi cuaca. Penyesuain VSWR pada antena seperti Gambar 2.12.



Untuk mengatur nilai dari SWR bisa dilakukan dengan mengurangi panjang dari elemen atau mengubah *drivent element* diantaraa *director* pertama dan *reflector* sedikit demi sedikit. Kemudian hal yang bisa dilakukan selain mengubah posisi dan ukuran dari *drivent element* juga mengatur titik koneksi dari cable coax yang dipakai. Bisa ditengah, awal atau akhir *drivent element*.

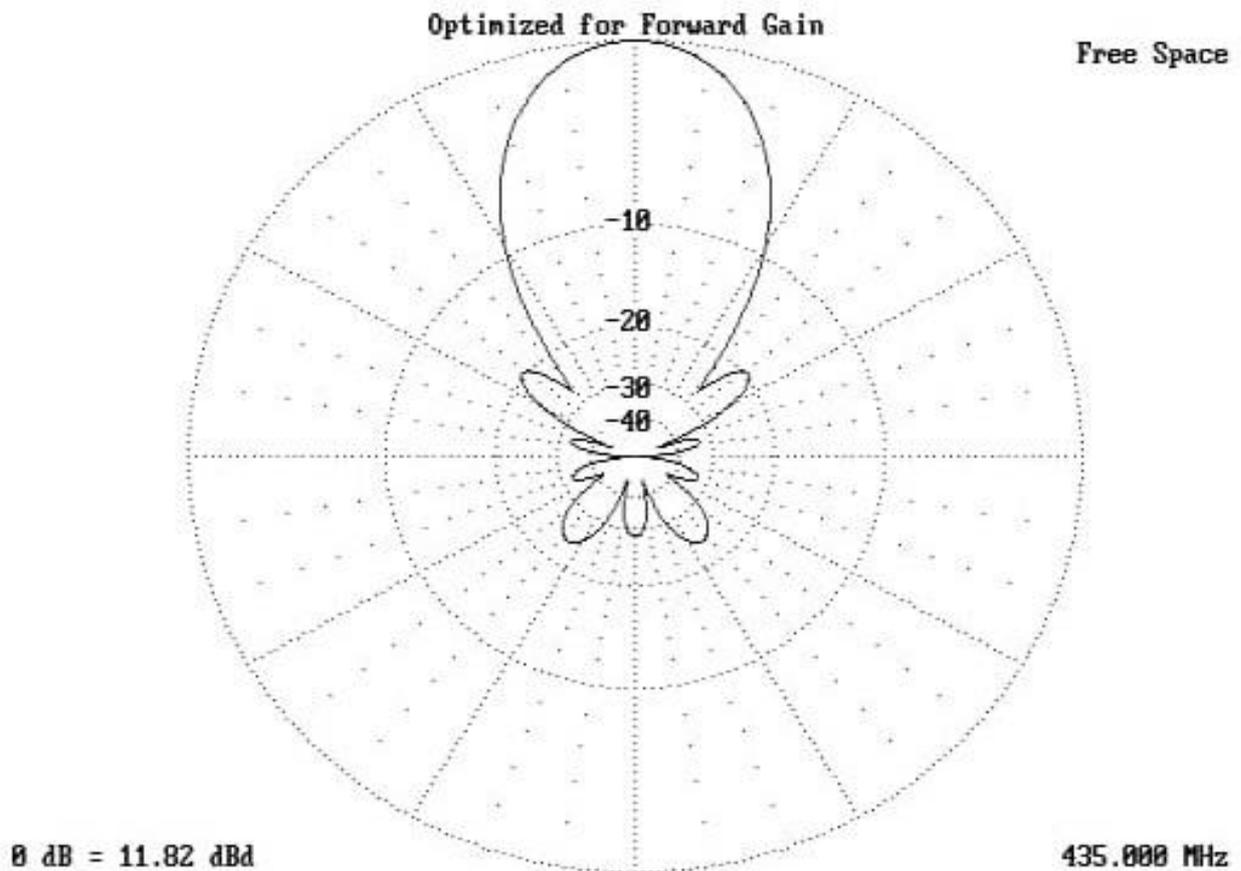


Gambar 2. 12 Penyesuaian panjang driven element

(Sumber : http://users.belgacom.net/hamradio/schemas/yagi_uhf_antenna.htm)

Penyesuaian terhadap *drivent element* sangat diperlukan. *Driven element* tidak boleh terhubung langsung ke boom antena, oleh karena itu *drivent element* dipasang dengan bahan isolator sebelum dipasang pada boom. *Driven element* dapat diatur untuk mendapatkan VSWR yang baik, dengan cara mengurangi panjang,

memindah jarak antaraa *reflector* dan *director*, dan mengubah titik tengah yang menyambungkan elemen di *driven element*. Pola radiasi yang diperoleh seperti Gambar 2.13



Gambar 2. 13 Pola Radiasi antena Yagi de ON6MU

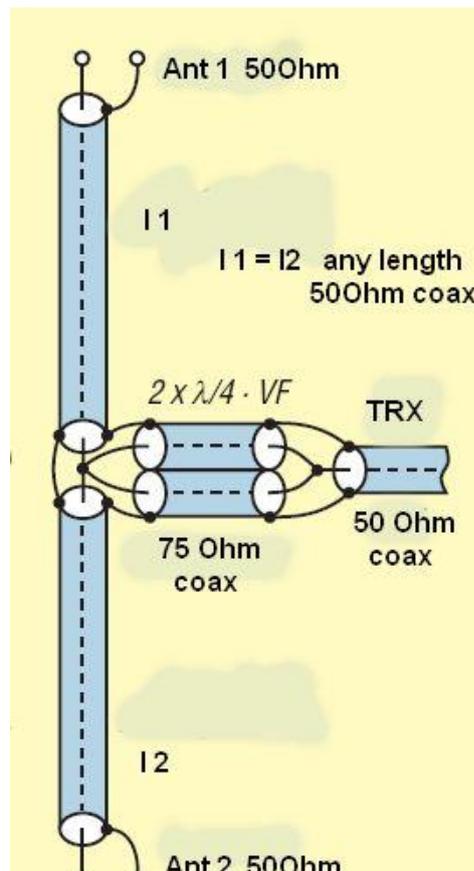
(Sumber : http://users.belgacom.net/hamradio/schemas/yagi_uhf_antenna.htm)

Pola radiasi antena yang de ON6MU seperti Gambar 2.13. Polar radiasi tersebut di frekuensi 435 MHz. Gain yang didapat 11.82 dBd atau 13.97 dBi. Pola radiasi antena yang dirancang de ON6MU berada pada kondisi *free space* (tempat terbuka). Major lobe sebagai pola radiasi terluas akan dimanfaatkan antena menerima sinyal dari pengirim. Minor lobe yang merupakan bagian lobe terkecil

dari pola radiasi akan lebih sulit menerima sinyal pengirim dengan jarak yang relatif jauh.

2.2.5 Teknik Stacking Yagi

Perancangan antenna yagi yang diperlukan harus memiliki *gain* yang besar, oleh karena itu diperlukan penambahan elemen *director* yang cukup banyak untuk menambah *gain* dari antenna. Karena penambahan elemen pada satu sisi antenna tidak terlalu efektif maka diperlukan teknik *stacking* dengan *matching impedance* yang benar. Pada dasarnya *matching impedance* mengubah aliran listrik pada antenna satu sisi kemudian membagikan dayanya pada keduanya. Persamaan untuk *matching impedance* seperti Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Matching Impedance

Sumber (<https://www.qsl.net/dk7zb/Stacking/coax.htm>)

$$Z = Z^2 / Z_A \dots\dots\dots (3.2)$$

Z : nilai keluaran *matching impedance*

Z²: nilai *matching impedance* dari dua sisi antena ($\lambda/4$)

Z_A: nilai *impedance* antena (50 Ohm)

Dengan persamaan diatas jika panjang dari kedua sisi antena sama untuk *driven element* impedansi yang didapat sebesar 50 Ohm. Antena yang memiliki panjang yang sama akan dipararel pada titik tengah impedansi. Gambar 3.14 merupakan salah satu metode yang dipakai untuk membuat *stacking* yagi untuk antena yang menggunakan kabel yang panjang.

Dua kabel dengan panjang yang sama memiliki impedansi masing – masing 50 Ohm akan memberi *matching impedance* 50 ohm pada titik tengah impedansi . Kecepatan rambat arus pada kabel harus benar untuk membuat antena memiliki perhitungan *matching impedance* yang benar. Nilai kecepatan rambat arus tergantung pada jenis penghantara pada kabel.

Pada penggunaan *matching impedance* untuk antena yagi *stacking* menggunakan metode di Gambar 2.14. Kabel memberikan *matching impedance* dengan $\frac{1}{4}\lambda$ yang dipararel kemudian dikalikan dengan kecepatan rambat pada kabel dengan nilai keluaran sebesar 75 Ohm Dua elemen memiliki panjang yang sama dengan impedansi 75 Ohm akan memberikan 50 Ohm pada *matching impedance*.. impedansi yang diperoleh dari *matching impedance* 50 Ohm. Sehingga nilai VSWR dari antena bisa mendekati nilai 1.

2.2.6 Software MMANA – Gal

MMANA – Gal merupakan Software untuk merancang dan mensimulasikan antena dengan menggunakan geometri antena yang telah diperhitungkan. Pengembang dari aplikasi ini ialah Alex Schewelew, Igor Gontcharenko, dan Makoto Mori. Penggunaan dari aplikasi ini dengan menginput geometri dari antena yang dirancang dan kemudian akan dikalkulasi untuk mendapat parameter kesuluan dari antena. Seperti Gambar 2.15.

File Edit Tools Setup Help M/MANA-GALpro

Geometry View Calculate Far field plots

Name Bidirectional pennant (RX 160-80-40m) (c) DL2KQ Freq 1.825 MHz lambda

Wires 8 Auto segmentation: DM1 1500 DM2 120 SC 2 EC 2 Keep connect.

No.	X1(m)	Y1(m)	Z1(m)	X2(m)	Y2(m)	Z2(m)	R(mm)	Seg.
1	1.3	0.0	3.38	-5.2	0.0	6.422	0.8	-1
2	1.3	0.0	9.62	7.8	0.0	6.55	0.8	-1
3	1.3	0.0	9.62	-5.2	0.0	6.578	0.8	-1
4	7.8	0.0	6.45	1.3	0.0	3.38	0.8	-1
5	7.8	0.0	6.55	-5.044	0.0	6.55	0.8	-1
6	7.8	0.0	6.45	-5.044	0.0	6.45	0.8	-1
7	-5.044	0.0	6.55	-5.044	0.0	6.45	0.8	-1
8	-5.2	0.0	6.578	-5.2	0.0	6.422	0.8	-1
next								

Bidirectional pennant (RX 160-80-40m) (c) DL2KQ

Freq 1.825 MHz

Ground
 Free space
 Perfect
 Real Ground setup

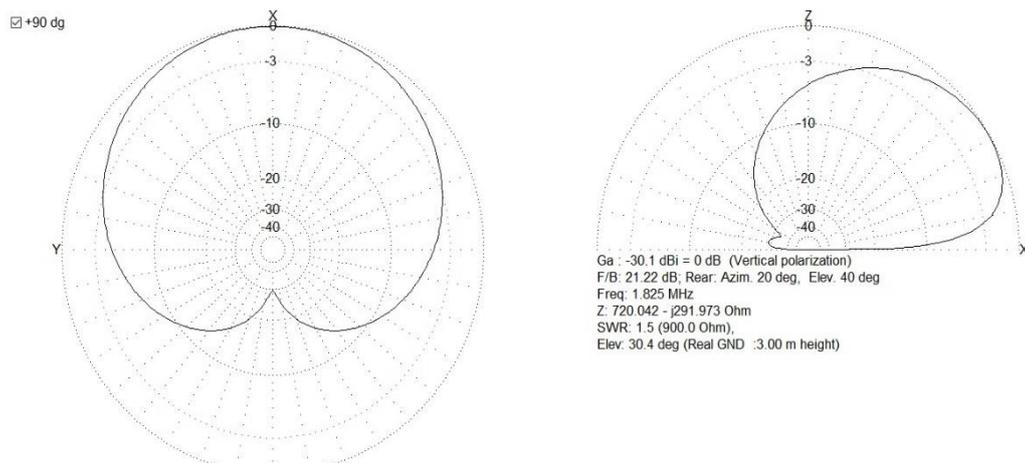
Add height 3 m
 Material Cu wire

WAVE LENGTH = 164.270 (m)
 TOTAL PULSE = 84
 THE LOWEST POINT OF ANTENNA = 6.380 M
 FILL MATRIX
 FACTOR MATRIX...
 PULSE U (V) I (mA) Z (Ohm) SWR
 w7c 1.00+0.00 1.19+0.48 720.04-j291.97 1.53
 CURRENT DATA...
 FAR FIELD...
 NO FATAL ERROR(S)
 0.16 sec

No.	F (MHz)	R (Ohm)	jX (Ohm)	SWR 900	Gh dBd	Ga dBi	F/B dB	Elev.	Ground	Add H.	Polar.
1											

Gambar 2. 15 Tampilan MMANA - Gal

Gambar 2.15 memperlihatkan tampilan dari MMANA – Gal berupa penginputan nilai geometri dari antenna dan hasil kalkulasi geometri dari antenna. Parameter yang ditampilkan pada MMANA – Gal berupa SWR, impedansi, dan gain dari antenna yang dirancang. MMANA – Gal juga mampu untuk memperlihatkan pola radiasi yang dirancang seperti Gambar 2.16



Gambar 2. 16 Plot Pola Radiasi Antena