



Perancangan Antena Super J-Pole 146 MHz Band Radio Amatir

Sri Marini, Muhammad Amin Bakri, Dewangga Wicaksono

*Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Islam '45' Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83, Bekasi 17113, Indonesia
Email Penulis Koresponden: srimarini30@yahoo.com

Abstrak:

Komunikasi radio merupakan komunikasi yang banyak manfaatnya dan sampai saat ini masih tetap digunakan dalam berbagai kondisi. Komunikasi dengan menggunakan transceiver rig maupun *Handy Talky* (HT), memiliki kelebihan dapat berkomunikasi tanpa mengenal batasan medan. Untuk kebutuhan komunikasi yang berpindah-pindah, antena harus mudah dalam bongkar pasang, sehingga mendukung komunikasi radio tersebut. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan Antena Super J-Pole dengan penambahan variasi elemen setengah gelombang dan stub seperempat gelombang. Antena Super J-Pole bepola radiasi omnidirectional, tidak memerlukan *groundplane*, desain yang sederhana, memiliki jangkauan yang jauh dan dapat diterapkan untuk bermacam-macam perangkat radio komunikasi. Perancangan Antena menggunakan aplikasi *Software* CST StudioSuite 2018 serta material pipa aluminium dengan proses penyambungan *overlap* sehingga mudah untuk bongkar pasang, Antena bekerja pada band frekuensi VHFdi 144 MHz-148 MHz, dengan frekuensi center 146 MHz menghasilkan *bandwidth* sebesar 10,96%. Antena ini memiliki nilai S-parameter -23,13 dB, VSWR 1,15 dan Gain 4,239 dB serta pola radiasi *omnidirectional* dengan jangkauan komunikasi sejauh 3,1 km.

This is an open access article under the [CC BY-NC](#) license



Katakunci:

Komunikasi Radio;
Radio Amatir;
Super J-Pole;

Riwayat Artikel:

Diserahkan 18 Juli 2020
Direvisi 22 Agustus 2020
Diterima 31 Agustus 2020
Dipublikasi 12 Desember 2020

DOI:

10.22441/incomtech.v10i3.8866

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi semakin pesat juga perkembangan peralatan komunikasi. Teknik komunikasi yang umum digunakan salah satunya adalah komunikasi radio. Komunikasi radio merupakan telekomunikasi yang menggunakan gelombang radio [1][2]. Jenis komunikasi ini biasa digunakan oleh kalangan amatir radio dengan perangkat rig maupun HT dengan pada 2 meter

band Very High Frequency (VHF) dengan rentang frekuensi kerja 144-148 MHz. Kelebihan yang dimiliki pada sistem komunikasi radio adalah tidak mengenal batasan medan dan tidak memerlukan biaya seperti penggunaan pulsa pada ponsel. Hal inilah faktor yang menyebabkan komunikasi radio masih dipergunakan sampai dengan saat ini.

Salah satu komponen penting dalam komunikasi radio adalah adanya antena. Gelombang elektromagnetik dapat berpindah dari media kabel ke udara maupun sebaliknya dengan menggunakan antena [3][4]. Antena juga disebut sebagai transduser yang mengubah arus listrik radio frekuensi menjadi gelombang elektromagnetik kemudian dipancarkan ke ruang terbuka [5]. Antena berfungsi sebagai pengubah gelombang listrik pada saluran transmisi menjadi gelombang elektromagnetik pada udara bebas, dan juga sebaliknya [6].

Komunikasi Amatir Radio menggunakan frekuensi VHF dan antena yang digunakan adalah antena yang memiliki pola radiasi omnidireksional, sehingga dapat digunakan untuk aktivitas komunikasi yang berpindah pindah [7]. Salah satu antena yang digunakan untuk komunikasi radio adalah antena Super *J-Pole*, yaitu antena *J-Pole* dengan tambahan elemen vertikal setengah gelombang dan pengumpulan seperempat gelombang. Antena ini memiliki karakteristik pancaran *omnidirectional*, tidak memerlukan *groundplane*, desain yang sederhana, memiliki jangkauan yang jauh dan dapat diterapkan untuk bermacam-macam perangkat radio komunikasi.

Tulisan ini merancang antena Super *J-Pole* dengan menggunakan pipa aluminium sebagai bahan pembuatan antena. Antena Super *J-Pole* menjadi ekonomis dalam pembuatannya, ringan, tahan terhadap hembusan angin, tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh air hujan maupun proses kimiawi lainnya. Selain itu, antena ini dapat dirangkai dengan metode *overlap*, sehingga antena dapat dibongkar pasang dan dapat dibawa dengan mudah untuk komunikasi yang sifatnya *mobile*. Dengan adanya penyambungan pipa secara *overlap* ini, panjang pendeknya antena dapat disesuaikan dengan frekuensi kerjanya.

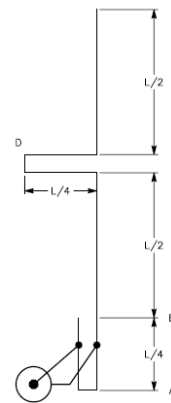
2. ANTENA SUPER J-POLE

Salah satu jenis antena yang populer di bidang radio amatir adalah jenis antena kawat. Antena ini memiliki bentuk berupa pipa silinder dengan diameter yang bervariasi dan panjang yang disesuaikan dengan frekuensi kerja antena tersebut. Antena kawat memiliki jenis beragam, diantaranya adalah antena Super *J-Pole* yang merupakan bentuk modifikasi dari antena *J-Pole*.

Antena *J-Pole* merupakan antena monopol omnidireksional yang proses matching antenanya menggunakan stub seperempat gelombang secara paralel [8]. Antena *J-Pole* memiliki kinerja mirip dengan antena dipole, karena pada fase elemen $1/4\lambda$ gelombang antena *J-Pole* akan saling menghilangkan terhadap elemen lawannya yaitu elemen $3/4\lambda$ [9][10]. Gambar 1 memperlihatkan konstruksi dasar antena *J-Pole*. Secara konstruksi, antena *J-Pole* memiliki desain dasar yang terdiri atas dua elemen, yaitu sebuah elemen dengan panjang $3/4\lambda$ dan sebuah elemen dengan panjang $1/4\lambda$. Elemen tersebut terhubung pada masing-masing salah satu ujungnya dengan logam konduktor sejenis. Feedpoint dari antena ini terletak melintang horizontal di atas elemen penghubung tersebut [9].



Gambar 1. Konstruksi Dasar Antena J-Pole



Gambar 2. Antena Super J-Pole

Desain antena *J-Pole* dasar memiliki bentuk dasar yang menyerupai huruf “J” dengan elemen setengah gelombang dan pengumpan elemen seperempat gelombang. Penambahan elemen setengah gelombang diatas antena *J-Pole* menghasilkan antena Super *J-Pole* [13].

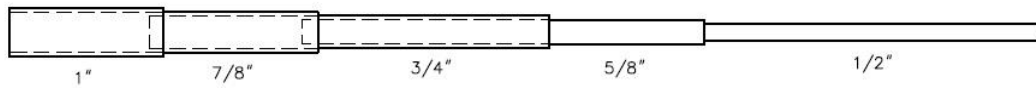
Antena Super *J-Pole* memiliki konstruksi sama dengan antena *J-Pole*, namun diberi tambahan berupa elemen stub dengan panjang $1/4\lambda$ dan elemen vertikal dengan Panjang $1/2\lambda$. Dimensi elemen-elemen vertikal antena Super *J-Pole* didapatkan melalui persamaan panjang gelombang. Sedangkan dimensi jarak stub dan penempatan *feedpoint* merupakan parameter tidak kritis yang didapatkan dari proses percobaan *trial and error*. Proses percobaan ini dilakukan secara terus menerus sampai dengan parameter minimal yang ditetapkan tercapai [14]. Konstruksi Antena Super *J-Pole* diperlihatkan pada Gambar 2.

Antena Super *J-Pole* yang merupakan jenis dari antena *J-Pole* memiliki banyak keunggulan. Beberapa diantaranya adalah tidak memerlukan radial *groundplane*, memiliki pola radiasi *omnidirectional* yaitu dapat memancarkan gelombang ke segala arah, dapat dibuat dengan material aluminium (biasanya dibuat dari tembaga), dan dapat digunakan sebagai antena *emergency*.

2.1. Susunan Pipa Element Antena secara Overlap

Antena pada umumnya diletakkan di ruang bebas atau alam terbuka agar dapat bekerja secara maksimal. Antena dengan penempatan di alam terbuka, setidaknya menggunakan bahan atau material yang ringan agar mudah untuk dilakukan instalasi, tahan terhadap hembusan angin, tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh air hujan maupun proses kimiawi lainnya. Dari kondisi tersebut dipilihlah aluminium sebagai bahan untuk bahan pembuatan antena Super *J-Pole*.

Aluminium merupakan logam yang memiliki sifat ulet dan mudah dibentuk karena logam ini memiliki massa jenis 2.7 g/cm^3 , memiliki kepadatan sebesar 35% dari besi dan 30% dari tembaga. Selain itu pada permukaannya memiliki lapisan oksida Al_2O_3 yang mampu menahan proses korosi lebih lanjut akibat kelembaban maupun faktor lainnya. Bentuk fisik yang dimiliki aluminium bermacam macam, salah satu diantaranya adalah pipa. Penggunaan pipa untuk keperluan pembuatan antena memiliki pertimbangan bahwa pipa memiliki ukuran yang ringan dan harga yang lebih murah dibanding dengan silinder pejal, serta dapat disambung secara mudah dengan sistem *overlap*. Susunan Pipa Element Antena Secara *Overlap* diperlihatkan pada Gambar 3.

Gambar 3. Susunan Pipa Elemen Antena Secara *Overlap*

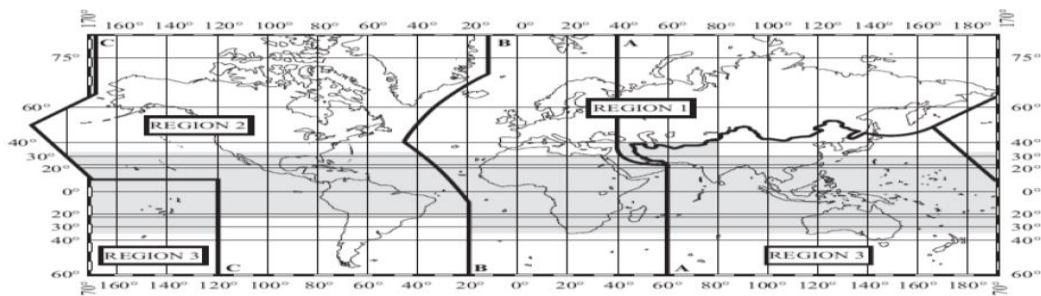
Tabel 1. Ukuran Pipa Aluminium

Nama Ukuran Pipa	<i>Outer Diameter</i> (OD)	<i>Inner Diameter</i> (ID)
1/2 "	1/2 "	7/16 "
5/8 "	5/8 "	1/2 "
3/4 "	3/4 "	5/8 "
7/8 "	7/8 "	3/4 "
1 "	1 "	7/8 "

Pipa aluminium memiliki ukuran diameter dalam (*inner diameter*) dan diameter luar (*outer diameter*) yang dinyatakan dalam inci. Sesuai dengan tabel ukuran pipa aluminium dalam ARRL, Untuk pembuatan elemen antena dengan sistem *overlap*, maka ukuran pipa yang digunakan adalah dengan ukuran tercantum pada Tabel 1.

2.2. Stasiun Radio Amatir dan Pita Frekuensi Amatir

Kegiatan Amatir Radio diselenggarakan melalui stasiun radio yang disebut sebagai stasiun radio amatir. Dalam penggunaannya, Stasiun Radio Amatir memiliki pita frekuensi yang telah ditetapkan dalam Peraturan Radio (*Radio Regulation*) [10]. Peraturan Radio adalah peraturan mengenai spektrum frekuensi yang telah ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) berdasarkan hasil *World Radio Communication Conference* ITU (PM Kominfo No. 13 Tahun 2018 Pasal 1 Ayat 8) [11]. Peraturan Radio ini mengikat terhadap seluruh wilayah negara dalam rangka pelaksanaan komunikasi melalui frekuensi radio. Salah satunya adalah Indonesia yang menjadikan Peraturan Radio Edisi 1 tahun 2016 menjadi referensi dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 13 Tahun 2018. Sesuai dengan peta wilayah region ITU, Indonesia masuk ke dalam Region 3, sebagaimana terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pembagian Wilayah Alokasi Frekuensi Dunia

Dalam Peraturan Radio, Region 3 mendapat alokasi pita frekuensi VHF untuk keperluan Kegiatan Amatir Radio pada frekuensi 144-148 MHz. Dijelaskan juga dalam Lampiran Peraturan Menteri Kominfo No. 13 Tahun 2018 Tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia.

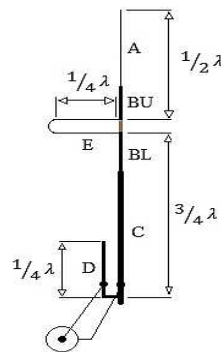
Tabel 2. Alokasi Spektrum Frekuensi Radio Indonesia (144 – 148 MHz)

Frekuensi	Wilayah 3 - ITU	Alokasi Indonesia
144 – 146 MHz	Amatir	Amatir
	Satelit Amatir	Satelit Amatir
146 – 148 MHz	Amatir	Amatir
	Tetap Bergerak	Tetap Bergerak

Dari alokasi spektrum frekuensi radio seperti yang tertera pada Tabel 2, kemudian dijelaskan lebih rinci lagi penggunaan frekuensi untuk Dinas Amatir pada Peraturan Menteri Kominfo No. 17 Tahun 2018 mengenai Izin Amatir Radio dan Izin Komunikasi Radio Antar Penduduk.

3. METODE

Penelitian dimulai dengan studi literatur mengenai penelitian yang terkait dengan perancangan antena yang bekerja pada band VHF beserta regulasi telekomunikasi dalam penggunaan antena. Melalui literatur tersebut maka tipe antena yang dipilih adalah Super J-Pole. Antena Super J-Pole merupakan modifikasi dari antena J-Pole. Desain antena J-Pole dasar memiliki bentuk dasar yang menyerupai huruf “J” dengan elemen setengah gelombang dan pengumpan elemen seperempat gelombang, seperti terlihat pada Gambar 5. Penambahan elemen setengah gelombang diatas antena J-Pole maka akan menghasilkan antena Super J-Pole [14].



Gambar 5. Konstruksi Antena Super J-Pole

Dimensi elemen vertikal antena Super J-Pole didapat melalui persamaan panjang gelombang, sesuai dengan (1).

$$\lambda = \frac{c}{f} \times k \quad (1)$$

dimana:

λ = panjang gelombang (meter)

c = kecepatan rambat gelombang (3×10^8 m/s)

f = frekuensi (Hz)

k = konstanta rambat gelombang (0,95)

Sedangkan dimensi jarak stub dan penempatan *feedpoint* merupakan parameter tidak kritis yang didapatkan dari proses percobaan *trialanderror* [12]. Proses percobaan ini dilakukan secara terus menerus sampai dengan parameter minimal yang ditetapkan tercapai.

Perancangan dilakukan dengan bantuan *Software CST Studio Suite 2018* dan dimulai dengan menentukan parameter antena dan menghitung panjang gelombang beserta dimensi antena. Pada menu *modeling*, digunakanlah komponen *line*, *circle* dan *arc* yang disatukan sedemikian rupa lalu dilakukan *sweepcurve* sehingga membentuk konstruksi antena Super J-Pole.

3.1. Perancangan Dimensi Antena dan Posisi Feedpoint

Pada saat proses simulasi, posisi *feedpoint* dilakukan pergeseran agar parameter antena yang dihasilkan sesuai parameter, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Antena

Parameter	Nilai Rujukan
Frekuensi	144 – 148 MHz
VSWR	< 2
S-Parameter	< -9,54 dB
Bandwidth	> 1%
Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>

Parameter yang telah sesuai saat simulasi menandakan bahwa desain dapat dilakukan pabrikan dengan menggunakan pipa aluminium. Ukuran pipa aluminium yang digunakan seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Ukuran Pipa Antena

Bagian	Diameter Luar (in)	Diameter Dalam (in)
A	1/2	7/16
BU	5/8	1/2
BL	5/8	1/2
C	3/4	5/8
D	3/8	5/16
E	2/8	1/8

Dengan menggunakan *pipecutter* untuk memotong pipa dan *pipebender* untuk membentuk elemen pengumpan, masing-masing elemen antena yang telah dipotong kemudian dirangkai dan diberikan konektor SO239 sebagai *port* masuknya sinyal.

3.2. Return loss dan VSWR

Antena yang telah dirangkai dilakukan pengujian dengan menggunakan *AntennaAnalyzer RigExpert AA230* dan *MFJ 269C*. Parameter yang diamati adalah *ReturnLoss* dan VSWR. Untuk mengetahui nilai parameter *ReturnLoss* dengan menggunakan (2).

$$RL = -20 \log|\Gamma| \quad (2)$$

dimana:

$RL = \text{ReturnLoss}$ (dB)

Γ = koefisien refleksi/S-Parameter

Parameter selanjutnya yang dapat diamati adalah VSWR. Untuk nilai VSWR

dapat diketahui dengan menggunakan (3).

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (3)$$

dimana:

$VSWR = Voltage Standing Wave Ratio$

Nilai VSWR berkisar dari rentang nilai 1 sampai dengan tak terhingga. Namun, VSWR yang diizinkan dalam perancangan antena adalah maksimal sama dengan 2 [15]. Semakin kecil nilai VSWR menandakan bahwa antena dapat memancarkan daya dari perangkat *transceiver* dengan sempurna ke segala arah. Besarnya bandwidth dapat diketahui setelah Return Loss dan VSWR diketahui dengan (4).

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \quad (4)$$

dimana:

BW = Bandwidth (%)

f_2 = frekuensi atas (MHz)

f_c = frekuensi tengah (MHz)

f_1 = frekuensi bawah (MHz)

Nilai Γ memiliki nilai yang bervariasi antara 0 sampai dengan 1, *return loss* mempunyai nilai minimal 0 dB dan maksimal tak terhingga [16].

Selanjutnya dilakukan proses implementasi dengan menghubungkan antena Super J-Pole ke perangkat rig Yaesu FT2900. Diantara antena dan rig dipasang perangkat ukur SWR & Power Meter D-SX401 untuk mengetahui nilai aktual VSWR saat dilakukan implementasi. Untuk mengetahui jarak pancaran digunakan HT Yaesu VX6R dengan mode *Automatic Ranging Transponder System (ARTS)* [17].

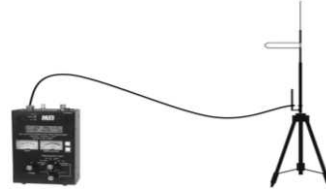
3.3. Pengujian Parameter Antena

Setelah antena dirangkai, maka langkah selanjutnya adalah proses pengujian antena untuk mengetahui parameter antena tersebut sudah sesuai atau belum. Pada tahap ini, parameter yang diukur adalah VSWR dan *returnloss*. Langkah-langkah proses pengujian adalah sebagai berikut. Pertama, menyiapkan antena yang telah dirangkai, tripod penyangga, kabel koaksial, laptop Asus A455L dan *Antenna Analyzer Rig Expert AA230*. Setelah itu, memasang antena pada tripod dan menyambungkan kabel koaksial ke konektor SO239 antena dan ujung kabel koaksial ke konektor PL259 Antenna Analyzer. Hal ini terlihat pada Gambar 6.

Kemudian menghidupkan antenna analyzer. Kemudian menghidupkan laptop dan membuka *softwareAntennaScope* hingga lembar pengukuran terbuka. Lalu, menghubungkan kabel data USB B antena analyzer ke laptop. Setelah terkoneksi, maka, pada langkah berikutnya adalah melakukan pengaturan panel dengan data seperti pada Tabel 5. Setelah itu, melakukan pengambilan data VSWR, *return loss*, dan koefisien refleksi dengan menggunakan SWR Analyzer MFJ269C. Lalu memutar knob pemilih frekuensi pada rentang 113-155 MHz. Dan, melakukan tuning pada frekuensi yang diuji. Kemudian membaca hasil pengukuran dan mencatatnya. Gambar 7 memperlihatkan rangkaian pengujian ini.



Gambar 6. Rangkaian Perangkat Penguji RigExpertAA230



Gambar 7. Rangkaian Perangkat Penguji MFJ269C

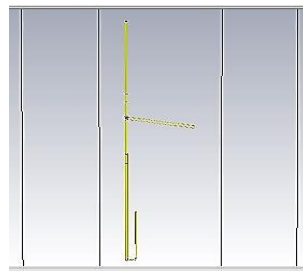
Tabel 5. Pengaturan Frekuensi *Software Antenna Scope*

Menu	Parameter	Nilai
Frequency (KHz)	Limit Start	135000 kHz
	Limit Stop	175000 kHz
	Poin	1000

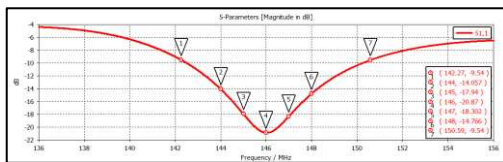
Untuk mendapatkan hasil parameter yang optimal, dapat dilakukan penyesuaian posisi *feedpoint* konektor SO239 dengan menggeser naik maupun turun dari posisi awal yang telah ditentukan. Hasil pengujian pada saat pabrikan ini kemudian disimpan dan direkap datanya untuk dilakukan perbandingan data pengujian terhadap hasil masing-masing proses.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

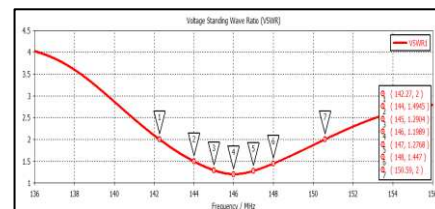
Antena Super J-Pole telah selesai dirancang dengan Software CST Studio Suite 2018 dan hasilnya ditampilkan dalam Gambar 8. Hasil perancangan antenna tersebut telah dilakukan simulasi dengan rentang frekuensi 136-174 MHz. S-Parameter yang dihasilkan ditampilkan dalam Gambar 9.



Gambar 8. Hasil Rancangan Antena

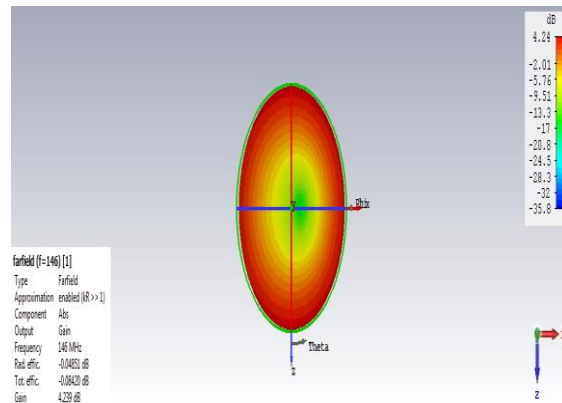


Gambar 9. Grafik S-Parameter Simulasi



Gambar 10. Grafik VSWR Simulasi

Dari Gambar 9 terlihat bahwa nilai S-Parameter terbaik dicapai pada frekuensi 146 MHz sebesar -20 dB, frekuensi bawah pada 142,27 MHz dan frekuensi batas atas pada 150,59 MHz. Grafik VSWR ditunjukkan pada Gambar 10, menunjukkan nilai terbaik pada frekuensi 146 MHz dengan nilai 1,19. Sehingga besarnya nilai bandwidth pada saat simulasi adalah 5,7%. Pola radiasi yang dihasilkan adalah *omnidirectional* sesuai dengan spesifikasi awal.



Gambar 11. Pola Radiasi

Polaradiasi Antena Super J-Pole yang dihasilkan terlihat pada Gambar 11 menunjukkan berpola omnidirectional. Dengan nilai Gain sebesar 4,239 dB.

Hasil pola radiasi untuk rentang frekuensi 144 MHz sampai dengan 148 MHz dapat dilihat pada Tabel 6 hubungan antara frekuensi dan kategori pola radiasi.

Tabel 6. Pola Radiasi Hasil Simulasi

Frekuensi (MHz)	Gain (dB)	Pola Radiasi
144	4,23	Omnidirectional
145	4,23	Omnidirectional
146	4,25	Omnidirectional
147	4,27	Omnidirectional
148	4,28	Omnidirectional

4.1. Hasil Pabrikasi Antena Super J-Pole

Setelah mendapatkan desain Antena yang ideal dan parameter yang sesuai dengan spesifikasi radio Amatir di band VHF kemudian dilakukan pabrikasi serta dilakukan pengukuran dengan *antenna analyzer*. Hasil pabrikasi diperlihatkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Hasil Pabrikasi Antena Super J-Pole

4.2. Pengukuran dengan RigExpert AA230

Pengukuran Parameter antenna dapat dilihat dalam bentuk grafik. Grafik pengukuran *ReturnLoss* dengan menggunakan *SoftwareAntennaScope* dan RigExpert AA230 untuk menghasilkan nilai terbaik pada frekuensi 146 MHz. Masing-masing pipa tersebut kemudian dirakit secara utuh sehingga siap untuk dilakukan proses *matching*. *Matching* merupakan aktivitas pemasangan sekaligus melakukan pengaturan posisi *port* pada antenna dengan tujuan untuk mendapatkan aktual parameter yang benar-benar optimal. Proses pengukuran diperlihatkan pada Gambar 13.



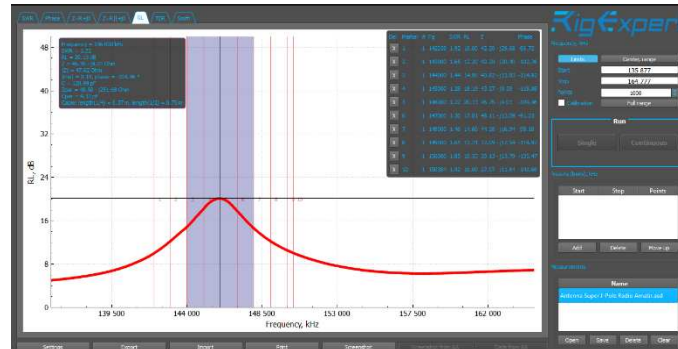
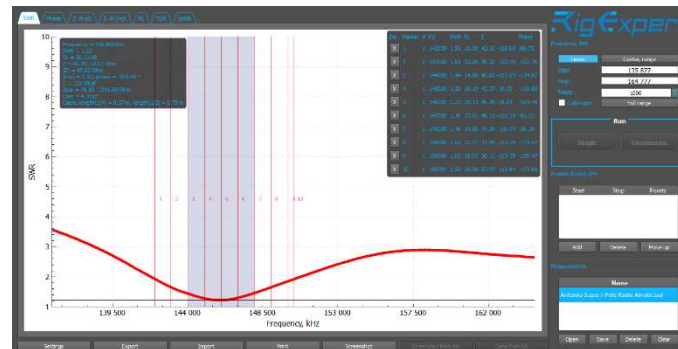
Gambar 13. Pengukuran dengan RigExpert AA230

Pengaturan posisi *port* ini menggunakan alat bantu yaitu *Antenna Analyzer* RigExpert AA230. Parameter yang dimonitor melalui alat ini adalah VSWR dan *returnloss*. Gambar 14 menunjukkan hasil pengukuran *return loss* dan VSWR yang ditampilkan dalam *Antenna Analyzer*.



Gambar 14. Hasil Pengukuran dengan RigExpert AA230

Perangkat ini bekerja sama dengan *Software Antenna Scope* untuk menyajikan data dalam bentuk grafik berdasarkan rentang pengujian yang telah ditetapkan. Port antenna dengan konektor SO239 yang terhubung dengan *analyser* telah dilakukan pengujian dan mendapatkan hasil yang optimal, seperti tampak pada Gambar 15. Setelah dilakukan perekaman data dengan menggunakan *Software Antenna Scope* maka data disajikan dalam bentuk grafik. Grafik *returnloss* akan menampilkan hubungan frekuensi terhadap nilai *returnloss* dalam satuan dB. Sedangkan grafik VSWR akan menampilkan hubungan frekuensi dengan nilai perbandingan VSWR. Grafik hasil pengukuran yang ditampilkan oleh *software Antenna Scope* ditampilkan dalam Gambar 16 dan Gambar 17.

Gambar 15. Proses Pengambilan Data Pada *SoftwareAntenna Scope*Gambar 16. Grafik *ReturnLoss* pada *Antenna Scope*Gambar 17. Grafik *VSWR* pada *Antenna Scope*

Parameter *returnloss* yang ditampilkan memiliki rentang pengujian yang lebar untuk mengetahui frekuensi yang masuk ke dalam spesifikasi kinerja antena. Pada grafik tersebut terlihat sejak pada frekuensi 136 MHz, kurva garis merah mulai naik dan memuncak. Nilai *returnloss* tertinggi pada kurva tersebut berada diantara frekuensi tengah 146 MHz. Kemudian kurva kembali menurun setelah melewati frekuensi 146 MHz. Area grafik yang diblok merupakan rentang frekuensi radio amatir yang sedang diteliti.

Pada pengukuran *VSWR*, kurva yang dihasilkan menghasilkan cekungan atau lembah yang menurun maksimal pada frekuensi 146 MHz. Pada sisi sebelah kiri dan kanan kurva mulai naik kembali hingga pada nilai *VSWR* maksimal lebih dari 3 pada frekuensi 136 MHz dan 156 MHz. Secara detail, nilai *VSWR* dan *returnloss* dari frekuensi uji yaitu 136 MHz sampai dengan 174 MHz hasil pengukuran dengan menggunakan *SoftwareAntenna Scope* disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengukuran dengan RigExpert AA230

Frekuensi (MHz)	VSWR		Return Loss (dB)	
	Standar Maksimal	Hasil Ukur	Standar Minimal	Hasil Ukur
142,03	2	1,92	9,54	10
143	2	1,65	9,54	12,20
144	2	1,44	9,54	14,86
145	2	1,28	9,54	18,18
146	2	1,22	9,54	20,13
147	2	1,3	9,54	17,81
148	2	1,46	9,54	14,60
149	2	1,65	9,54	12,21
150	2	1,85	9,54	10,53
150,38	2	1,92	9,54	10

Hasil pengambilan data *returnloss* Antena Super J-Pole diatas, nilai *returnloss* terbaik yang tercapai adalah pada frekuensi 146 MHz dengan nilai 20,13 dB. Sedangkan parameter VSWR memiliki nilai terendah dengan nilai 1,22 pada frekuensi 146 MHz. Ini menandakan bahwa pada frekuensi 146 MHz daya yang dipancarkan oleh antena berada pada kondisi maksimal (daya yang dipantulkan kembali tidak besar). Kondisi ini membuat *transceiver* tidak cepat panas dan dapat bekerja dengan baik. Frekuensi ini sama dengan nilai optimal yang dicapai dalam grafik *returnloss*. Dalam hal pengujian tersebut, besarnya *bandwidth* dapat dihitung berdasarkan nilai VSWR dengan kriteria frekuensi yang nilainya lebih kecil atau sama dengan 2. Frekuensi batas bawah yaitu 142.03 MHz dan frekuensi batas atas yaitu 150.38 MHz. Nilai *bandwidth* adalah sebesar 5,72%.

Pengukuran parameter juga dilanjutkan dengan menggunakan MFJ269C untuk membandingkan hasil pengukuran sebelumnya ditampilkan pada Gambar 18 dan Gambar 19.



Gambar 18. Hasil Pengukuran MFJ269C



Gambar 19. Hasil Pengukuran D-SX401

Dengan menggunakan knob tuning, frekuensi disetel untuk mendapatkan frekuensi batas bawah dan batas atas. Kemudian disetel pada frekuensi 144-148 MHz. Hasil pengujian dengan menggunakan SWR Analyzer MFJ269C diperoleh nilai terbaik pada frekuensi 146 MHz, yaitu dengan nilai VSWR 1,1 dan return loss sebesar 21 dB. Untuk frekuensi batas bawah diperoleh frekuensi pada 140,81 MHz dan frekuensi batas atas pada 150,9 MHz. Nilai *bandwidth* berdasarkan hasil pengukuran diatas adalah sebesar 7,60%.

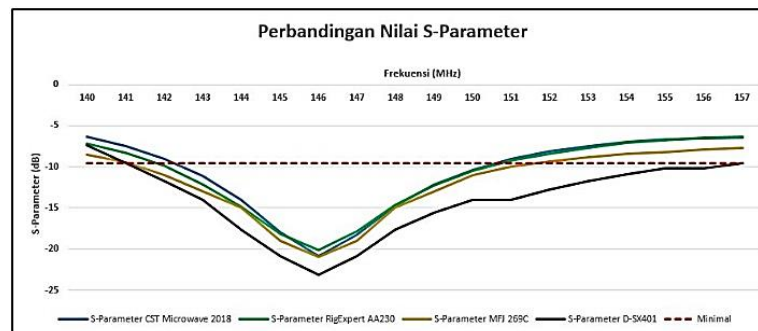
4.3. Implementasi Pengukuran Jarak Pancar Antena Super J-Pole

Untuk mengetahui aktual parameter pada antena saat digunakan dalam keadaan sesungguhnya, maka dilakukan implementasi. Nilai VSWR terbaik yang diperoleh pada tahap ini adalah 1,15 pada frekuensi 146 MHz. Sedangkan nilai *ReturnLoss* yang diperoleh adalah 23,13 dB. Baik nilai VSWR maupun *ReturnLoss* memiliki frekuensi batas bawah 141 MHz dan frekuensi batas atas pada 157 MHz. Sehingga diperoleh lebar bandwidth senilai 10,96%. Hal ini terlihat pada Gambar 20.

Proses implementasi dilanjutkan dengan melakukan pengukuran jarak pancar antena Super J-Pole. Dengan menggunakan daya pancar pada rig sebesar 5 watt, jarak pancar yang dapat diterima oleh HT dalam status *InRange* dicapai hingga 3 km seperti ditunjukkan pada Gambar 20. Dari tahapan simulasi hingga implementasi, parameter antena dapat digambarkan melalui grafik perbandingan. Grafik perbandingan ditampilkan pada Gambar 21. Nilai S-Parameter yang diperoleh pada saat simulasi hingga proses implementasi memiliki nilai terendah pada frekuensi 146 MHz, seperti terlihat pada Gambar 21 dan Tabel 8.



Gambar 20. Jarak Pancar Antena Super J-Pole

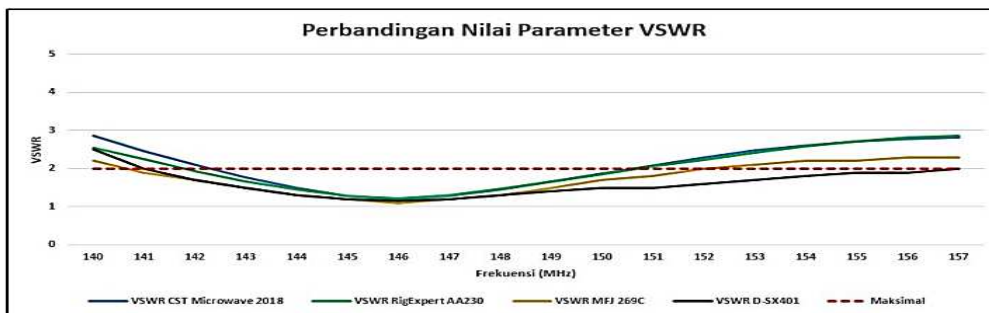


Gambar 21. Perbandingan Nilai S-Parameter

Pada tahapan simulasi hingga pengukuran dengan *antennaanalyzer*, hasil yang diperoleh relatif sama, berkisar dari -20,87 dB sampai dengan -21 dB. Sedangkan saat dilakukan implementasi nilai S-Parameter semakin baik hingga pada nilai terendah -23,13 dB. Nilai ini telah memenuhi standar minimal S-Parameter yang harus dicapai yaitu -9,54 dB. Sedangkan untuk nilai VSWR juga didapatkan nilai terbaik juga pada frekuensi 146 MHz. Pada proses simulasi sampai dengan pengukuran dengan *antenna analyzer* didapatkan nilai VSWR dengan rentang 1,1 sampai dengan 1,22. Sedangkan pada saat implementasi diperoleh nilai VSWR 1,15. VSWR yang diperoleh telah memenuhi spesifikasi antena. Gambar 22 dan Tabel 9 memperlihatkan hal ini.

Tabel 8. Perbandingan Nilai S-Parameter

Proses	Nilai Batas Bawah		Nilai Tengah		Nilai Batas Atas	
	f (MHz)	S-Par (dB)	f (MHz)	S-Par (dB)	f (MHz)	S-Par (dB)
Simulasi CST Studio Suite 2018	142,27	-9,54	146	-20,87	150,59	-9,54
Pengujian AntennaAnalyzer RigExpert AA230	141,8	-9,54	146	-20,13	150,8	-9,54
Pengujian SWRAnalyzer MFJ269C	140,81	-9,54	146	-21	151,9	-9,54
Implementasi (SWR & Power Meter D-SX401)	141	-9,54	146	-23,13	157	-9,54



Gambar 22. Perbandingan Nilai Parameter VSWR

Tabel 9. Perbandingan Nilai VSWR

Proses	Nilai Batas Bawah		Nilai Tengah		Nilai Batas Atas	
	f (MHz)	VSWR	f (MHz)	VSWR	f (MHz)	VSWR
Simulasi CST Studio Suite 2018	142,27	2	146	1,19	150,59	2
Pengujian AntennaAnalyzer RigExpert AA230	141,8	2	146	1,22	150,8	2
Pengujian SWRAnalyzer MFJ269C	140,81	2	146	1,1	151,9	2
Implementasi (SWR & Power Meter D-SX401)	141	2	146	1,15	157	2

Besarnya nilai bandwidth saat proses simulasi 5,7%. Kemudian, pada proses pengukuran dengan antenna analyzer RigExpert AA230 diperoleh nilai 6,16% sedangkan dengan MFJ269C diperoleh nilai 7,6%. Bandwidth terbaik diperoleh saat implementasi sebesar 10,96%. Nilai yang diperoleh pada semua tahapan perancangan telah memenuhi spesifikasi yaitu lebih dari 1%. Hasil akhir keseluruhan tahapan perancangan ini ditampilkan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Akhir Penelitian

Parameter	Nilai Rujukan	Simulasi	Rig Expert 230	MFJ 269C	Implementasi
Frekuensi (MHz)	144	142,27	141,8	140,81	141
	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
	148	150,59	150,8	151,91	157
S-Par (dB)	< -9,54	-20,87	-20,13	-21	-23,13
VSWR	< 2	1,19	1,22	1,1	1,15
Bandwidth (%)	> 1	5,7	6,16	7,60	10,96
Pola Radiasi	<i>Omni directional</i>		<i>Omnidirectional</i>		

5. KESIMPULAN

Rancangan antena Super J-Pole menggunakan pipa aluminium yang disambungkan secara *overlap* dapat mempermudah proses *matching* terhadap frekuensi kerja. sehingga panjang pendeknya antena dapat disesuaikan dengan frekuensi kerjanya. Hasil Pengukuran Antena menggunakan RigExpert AA230 dan MFJ269C diperoleh hasil yang relatif sama dengan hasil simulasi. Nilai S-Parameter masing-masing -20,13 dB dan -21 dB sedangkan nilai VSWR diperoleh 1,22 dan 1,1. Lebar *bandwidth* RigExpert AA230 yaitu 6,16% pada range frekuensi kerja 141,8 – 150,8 MHz. Untuk MFJ269C diperoleh lebar *bandwidth* 7,60% pada range frekuensi kerja 140,81 – 151,9 MHz. Implementasi Antena Super J-pole menghasilkan S-Parameter sebesar -23,13 dB, VSWR sebesar 1,15 dan *bandwidth* 10,96% pada range frekuensi 141–157 MHz. Jarak pancar terjauh 3 km dengan polaradiasi *omnidirectional*, rancangan antena Super J-Pole telah sesuai dengan spesifikasi.

REFERENCES

- [1] NN, "Kegiatan Amatri Radio dan Komunikasi Radio Antar Penduduk", *Peraturan Menteri Komunikasi dan Informasi*, No. 17 Tahun 2018, Desember 2018.
- [2] P. Thakur and G. Singh, "Power management for spectrum sharing in cognitive radio communication system: a comprehensive survey", *Journal of Electromagnetic Waves and Applications*, vol. 34, no. 4, pp. 407-461, 2020, DOI: 10.1080/09205071.2020.1716858
- [3] A. B. Constantine, *Antenna Theory Analysis And Design*, 4 ed. United States of America: Wiley, 2016
- [4] The ARRL, *Amateur Radio Antennas, Transmission Lines And Propagation*, 21 ed. Newington: ARRL Amateur Radio, 2007
- [5] The ARRL, *Antenna Book: The Ultimate Reference for Amateur Radio Antennas, Transmission and Propagation*, Newington: ARRL Amateur Radio, 2007
- [6] Y. Christyono, I. Atmaji, & T. Prakoso, "Design and Analysis of Slimjim Dual Band VHF and UHF Antenna with Crossarm Variation", *Proc. of 2017 4th Int. Conf. on Information Tech., Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE)*, Semarang, Indonesia, 2017, pp. 306–311, DOI: 10.1109/ICITACEE.2017.8257723
- [7] B. Bonev and P. Z. Petkov, "Fractal J-pole antenna," *2016 26th International Conference Radioelektronika (RADIOELEKTRONIKA)*, Kosice, 2016, pp. 423-426, DOI: 10.1109/RADIOELEK.2016.7477356.
- [8] O. Aboderin, S. I. Inacio, H. M. Santos, M. R. Pereira, L. M. Pessoa and H. M. Salgado, "Analysis of J-Pole antenna configurations for underwater communications," *OCEANS 2016 MTS/IEEE*, Monterey, CA, 2016, pp. 1-5, DOI: 10.1109/OCEANS.2016.7761402.

- [9] Y. Krismawardana, Y. Christyono, & M. A. Riyadi, M.A. "Perancangan dan Analisis Antena J-Pole Dualband Dengan Variasi Bentuk "T" Untuk Komunikasi Radio Transceiver Pada Pita VHF dan UHF", *Transmisi*, vol. 17, no. 1, pp. 20–29, Januari 2015, DOI: 10.12777/transmisi.17.1.20-29
- [10] D. Aryanta, L. Lidyawati, & M. E. Akmal, "Antena J-Pole Berbahan Aluminium Rod pada Komunikasi Handy Talky", *Elkomika*, vol. 6, no. 3, pp: 367–378, 2018, DOI: 10.26760/elkomika.v6i3.367
- [11] M. Harun, & S. W. Ellingson, "The Modified J-Pole A Wideband End-Fed Half-Wave Dipole for a VHF Reflector Feed System", *Radio Science*, vol. 46, no. 5, pp. 773–774, 2017
- [12] S. W. Ellingson, "The modified j-pole: A wideband end-fed half-wave dipole for a VHF reflector feed system," *2017 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation & USNC/URSI National Radio Science Meeting*, San Diego, CA, 2017, pp. 773-775, DOI: 10.1109/APUSNCURSINRSM.2017.8072429.
- [13] Radio Regulation 2016
- [14] NN, "Persyaratan Teknis Perangkat Telekomunikasi Media Resource Function", *Peraturan Menteri Komunikasi dan Informasi*, No. 13 Tahun 2018, Desember 2018.
- [15] S. Marini, & S. Supratno, "Analisa dan Perancangan Antena Mikrostrip Multi-Wideband Dengan Patch Slot Double Layer untuk Jaringan 5G", *Prosiding Seminar Nasional XII Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017*, Indonesia, pp. 30–35
- [16] M. Alaydrus, *Saluran Transmisi Telekomunikasi*. 1 ed. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.
- [17] The ARRL, *Amateur Radio Antennas, Transmission Lines And Propagation*, 21 ed. Newington: ARRL Amateur Radio, 2007