

Antena J-Pole Berbahan Aluminium Rod pada Komunikasi *Handy Talky*

DWI ARYANTA , LITA LIDYAWATI , MULIA EZA AKMAL

Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional
Email: dwiaryanta@gmail.com

Received 22 Juli 2018 | *Revised* 18 Agustus 2018 | *Accepted* 30 September 2018

ABSTRAK

Perangkat komunikasi Handy Talky (HT) yang ada saat ini masih relatif banyak dipergunakan mengingat nilai ekonomis yang dimilikinya. Pada beberapa tipe, perangkat ini memiliki kekurangan dalam hal jangkauan. Penelitian ini bertujuan untuk merealisasikan dua buah antena J-Pole menggunakan bahan aluminium rod yang diaplikasi pada perangkat HT pada frekuensi 144 MHz. Hasil realisasi kedua antena diperoleh gain antena 1 dan 2 masing-masing sebesar 6,23 dB dan 6,34 dB, dimana VSWR didapatkan sebesar 1,27 dan 1,16. Nilai Return Loss pada antena 1 dan 2 masing-masing sebesar -18,58 dB dan -22,48 dB. Antena J-Pole yang diaplikasikan dapat menambah jarak jangkau HT yang digunakan sejauh 2,46 km dari penggunaan antena existing.

Kata kunci: *J-Pole, Handy Talky, VSWR, Gain, Omnidirectional.*

ABSTRACT

Handy Talky (HT) communication devices that exist today are still relatively widely used considering the economic value it has. In some types, this device has a deficiency in terms of range. This study aims to realize two J-Pole antennas using aluminum rod material applied to HT devices at a frequency of 144 MHz. The second antenna gain result obtained antenna gain 1 and 2 respectively equal to 6.23 dB and 6.34 dB, where VSWR got equal to 1.27 and 1.16. Return Loss values on antennas 1 and 2 are respectively -18.58 dB and -22.48 dB. The applied J-Pole antenna can increase the range of HT used as far as 2.46 km from the use of existing antenna.

Keywords: *J-Pole, Handy Talky, VSWR, Gain, Omnidirectional*

1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan kemajuan teknologi, media komunikasi yang digunakan mengalami perkembangan. Dimulai dari komunikasi satu arah dengan menggunakan sandi hingga menggunakan radio ataupun televisi, atau untuk komunikasi dua arah yang menggunakan telepon hingga sekarang dapat menggunakan telepon seluler (ponsel). Masyarakat saat ini lebih banyak menggunakan komunikasi dua arah seperti ponsel, *Handy Talky* (HT), dan perangkat komunikasi bergerak lainnya. Dilihat dari segi biaya penggunaan dan frekuensinya, HT memiliki keuntungan lain dari sisi kebutuhan daripada ponsel, dimana salah satunya adalah tidak memerlukan biaya dalam melakukan komunikasi.

HT merupakan salah satu alat komunikasi yang menggunakan gelombang radio, yang merupakan komunikasi simpleks, dimana komunikasi dilakukan dua arah secara bergantian (tidak simultan). Selain tidak menggunakan pulsa, salah satu keistimewaan yang dimiliki HT adalah tidak memerlukan sebuah *Base Transceiver Station* (BTS). HT dapat menggunakan berbagai macam antena sebagai media pengirim dan penerimanya, salah satunya ialah antena J-Pole. Karakteristik antena J-Pole yang memiliki pola radiasi *omnidirectional* sangat sesuai dengan kebutuhan komunikasi HT. **(Krismawardana, 2015)**

Pada penelitian sebelumnya yaitu mengenai antena Super J-Pole untuk 70 cm *Band* dan 2 m *Band* dengan menggunakan frekuensi sebesar 435 MHz untuk *Band* 70 cm oleh Ridwan Lesmana. Pada antena Super J-Pole dapat menghasilkan *gain* sebesar 6 dB. Penelitian ini juga menggunakan beberapa frekuensi radio amatir yang berada di daerah Jakarta, yaitu pada frekuensi 438,02 MHz. **(Lesmana, 2013)**

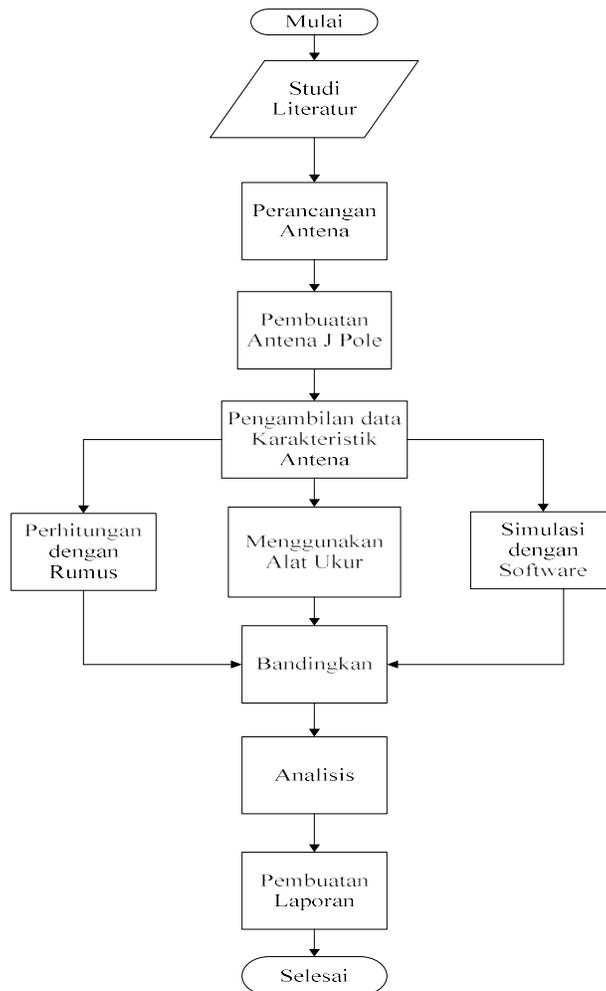
Pada tahun 2014, Mulia Eza Akmal dari Politeknik Caltex Riau, melakukan pembuatan Antena J-Pole menggunakan radio *transmitter* bekerja pada frekuensi radio 144 MHz. Pengujian antena dilakukan dengan menggunakan *software* MMANA-Gal dan juga pengukuran secara langsung di laboratorium. Hasil pengukuran yang diperoleh yaitu VSWR yang bernilai 1,88, *gain* antena sebesar 7,896 dB, dan bentuk pola radiasi *omnidirectional*. Antena J-Pole juga memiliki daya jangkauan sejauh 2,35 km. **(Akmal, 2014)**

Pada tahun 2015, Yoga Krismawardana, melakukan penelitian yang berjudul "Perancangan dan Analisis Antena J-Pole *Dualband* dengan Variasi Bentuk 'T' untuk Komunikasi Radio *Transceiver* pada Pita VHF dan UHF". Antena tersebut dirancang pada frekuensi 146 MHz menggunakan material kawat besi dengan diameter 4 mm. Berdasarkan hasil pengujian, antena J-Pole-T memiliki frekuensi kerja pada 148 MHz dengan nilai VSWR 1:1,1, sementara pada pita UHF didapatkan frekuensi kerja pada 454 MHz dengan nilai VSWR 1:1,05. Pola radiasi antena J-Pole-T menunjukkan pola *omnidirectional*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa antena J-Pole-T dapat memancarkan dan menerima sinyal sejauh 1,47 km pada pita VHF dan 930 meter pada pita UHF. **(Krismawardana, 2015)**

Peralatan HT berpotensi untuk dimanfaatkan lebih optimal dengan penggunaan antena yang memiliki karakteristik lebih baik, sehingga akan dapat meningkatkan kinerja khususnya dalam memperpanjang usia pakai perangkat, jarak jangkauan dan kualitas pengiriman dan penerimaan yang lebih baik. Oleh karena itu, penulis bermaksud merancang dan merealisasikan antena J-Pole menggunakan material aluminium rod (pejal) untuk melihat kinerja antena dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan material aluminium berongga. Pertimbangan lain penggunaan material pejal adalah memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan material berongga dalam mempertahankan bentuk dan ukuran antena J-Pole.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan beberapa tahapan pengerjaan, dimana parameter fisik antena dilakukan secara perhitungan, sedangkan untuk karakteristik antena dilakukan secara perhitungan, pengukuran langsung dan melalui *software* MMANA-Gal. Bagan alir metodologi pengerjaan penelitian tergambar pada Gambar 1.



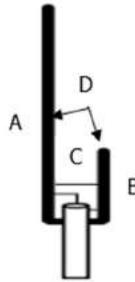
Gambar 1. Flowchart Pengerjaan

Pada blok perancangan antena terdapat dua metode yang digunakan, yaitu perhitungan teoritis dan *software* MMANA-Gal. Lalu pada pengukuran karakteristik antena akan dilakukan perbandingan antara perhitungan, pengukuran antena langsung dan simulasi. Data yang dapat dibandingkan antara lain: nilai daya dari antena J-Pole, nilai *gain*, pola radiasi, dan juga mengetahui frekuensi kerja antena J-Pole. Analisis kinerja antena J-Pole dilakukan melalui hasil pengukuran karakteristik antena, perhitungan teoritis, dan hasil simulasi menggunakan *software* MMANA-Gal.

2.1 Perancangan Antena J-Pole

Pada penelitian ini dilakukan perancangan antena J-Pole yang akan digunakan untuk komunikasi radio pada frekuensi 144 MHz, atau pada panjang gelombang sebesar 2,083 m.

Panjang gelombang ini kemudian menjadi acuan untuk menentukan dimensi antenna J-Pole, yaitu sepanjang 1 kali panjang gelombang, atau 208,3 cm.



Gambar 2. Dimensi Dasar Antena J-Pole

Dimensi fisik antenna J-Pole digambarkan seperti pada Gambar 2, merupakan desain dasar dari antenna J-Pole, dimana dengan menggunakan bahan aluminium rod. Parameter dimensi A, B, C, dan D kemudian dirumuskan melalui persamaan berikut. (K4abt, 1996)

$$A = \frac{705}{F} \text{ [feet]} \quad (1)$$

$$B = \frac{235}{F} \text{ [feet]} \quad (2)$$

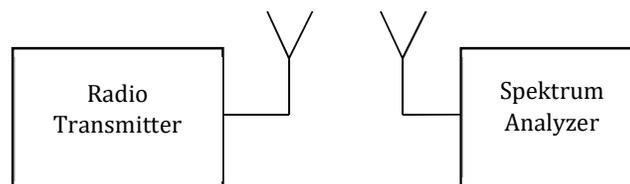
$$C = \frac{23}{F} \text{ [feet]} \quad (3)$$

$$D = \frac{22}{F} \text{ [feet]} \quad (4)$$

Frekuensi kerja komunikasi radio yang digunakan adalah 144 MHz, sehingga melalui penggunaan Persamaan (1), (2), (3) dan (4), maka diperoleh panjang masing-masing bagian yaitu **A** memiliki panjang 4,89 feet (1,47 m), **B** memiliki panjang 1,625 feet (0,49 m), **C** memiliki panjang 0,16 feet (0,048 m), dan bagian **D** ialah memiliki panjang 0,15 feet (0,045 m). Pencatuan antenna J-Pole dilakukan dengan menghubungkan konduktor ke bagian A dan *grounding* terhubung ke bagian B.

2.2 Pengukuran Daya dan Pola Radiasi Antena

Pengukuran daya antenna dilakukan dengan skema seperti yang digambarkan pada Gambar 3, dimana pada Radio *Transmitter* dipasang antenna *Horn* sebagai antenna pemancar (Tx), dan pada *Spectrum Analyzer* dipasang antenna J-Pole sebagai penerima (Rx). Peletakan ini pada pengukuran berikutnya dilakukan pembalikan posisi. Setelah mendapat nilai daya maka dilanjutkan dengan mengambil daya antenna dengan cara memutar antenna tersebut sejauh 360° dan mengamati daya yang didapat setiap 10° untuk mencari pola radiasinya. Pada pengukuran ini antenna yang dipakai ialah antenna *Horn* sebagai referensinya. Pengambilan data akan beberapa kali untuk memperoleh hasil yang optimal.



Gambar 3. Pengukuran Daya Antena

2.3 Perhitungan *Gain* Antena

Pengukuran *gain* antena J-Pole juga dapat menggunakan langkah sebelumnya seperti pada Gambar 3, dimana tujuannya di sini untuk mengetahui nilai daya yang didapat oleh antena J-Pole. Untuk mencari nilai *gain* antena dapat menggunakan Persamaan (5). **(Selvan, 2006)**

$$G = (P_t - P_s) + G_s \quad (5)$$

Dimana:

G_s = nilai *gain* antena referensi (*Horn*)

P_s = daya terima pada antena referensi (*Horn*)

P_t = daya terima dari antena terukur (J-Pole)

2.4 Pengukuran Impedansi, VSWR, dan *Return Loss*

Nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) suatu antena, dapat diperoleh melalui perhitungan secara teori maupun dengan melakukan pengukuran langsung. Untuk mendapatkan nilai VSWR menggunakan perhitungan, maka harus diketahui berapa nilai dari koefisien refleksi. Koefisien refleksi ini terdiri atas impedansi awal dan impedansi beban. Impedansi beban sendiri dapat dilihat pada *network analyzer* sedangkan impedansi awal dapat dilihat dari kabel *coaxial* yang digunakan. Umumnya nilai impedansi dari saluran *coaxial* yang digunakan bernilai 50Ω - 75Ω . Untuk menghitung nilai VSWR, dapat diperoleh melalui Persamaan (6). **(Balanis, 2005)**

$$\text{VSWR} = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \quad (6)$$

Dengan Γ adalah nilai koefisien refleksi yang dapat dihitung menggunakan Persamaan (7).

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (7)$$

Dimana Z_L merupakan impedansi beban/antena dan Z_0 adalah impedansi instrinsik.

Return loss adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. *Return loss* terjadi karena bercampurnya gelombang yang ditransmisikan dan gelombang yang dipantulkan. *Return loss* juga dapat digunakan untuk melihat hilangnya suatu daya yang ditransmisikan dan seberapa besar daya pada sisi penerima (*receiver*). Kinerja antena akan semakin baik pada saat diperoleh nilai *return loss* yang semakin kecil. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit daya yang hilang pada penransmisian antena maka akan semakin baik antena tersebut. **(Irfan, 2016)**

2.5 Pengukuran Jarak Jangkau

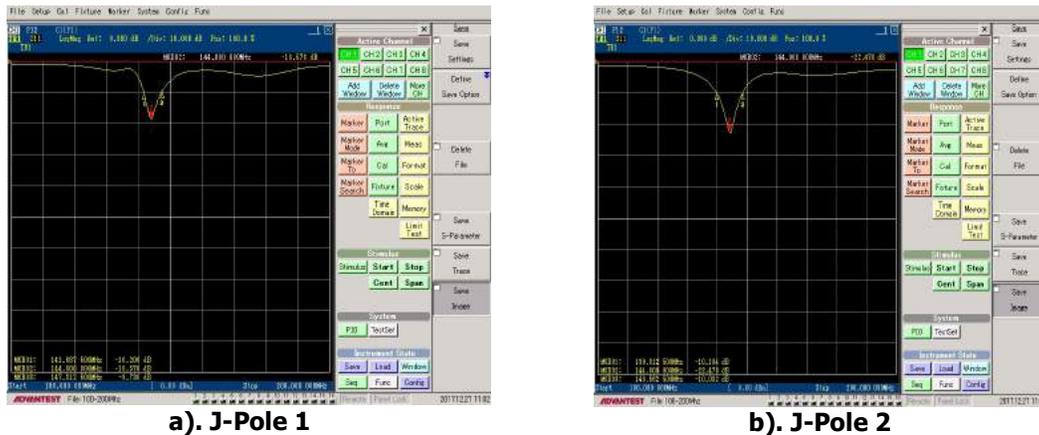
Pada pengukuran jarak jangkau dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan HT dalam berkomunikasi sampai dengan jarak tertentu, dimana kualitas komunikasi dikatakan masih layak. Hasil pengukuran jarak jangkau maksimum komunikasi HT nantinya akan dilakukan perbandingan antara saat menggunakan antena *existing* dengan penggunaan antena J-Pole hasil rancangan kepada kedua sisi HT.

3. HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

3.1 Pengukuran *Return loss*

Pengukuran nilai *return loss* antenna J-Pole dilakukan untuk melihat daya yang hilang pada pentransmisi karena ketidaksesuaian antara impedansi antenna dengan sistem perangkat. Pengukuran dilakukan menggunakan *Network Analyzer* (NA) diperoleh hasil seperti pada Gambar 4, dimana nilai *Return loss* untuk J-Pole 1 sebesar -18,576 dB dan untuk J-Pole 2 sebesar -22,478 dB.

Hasil pengukuran *return loss* menunjukkan hasil yang baik, dimana nilai dari *return loss* yang baik adalah lebih kecil dari -9,54 dB. Batasan nilai *return loss* yang baik diperoleh untuk nilai $VSWR \leq 2$ sehingga dapat dikatakan nilai gelombang yang direfleksikan tidak terlalu besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan atau dengan kata lain, antara antenna dengan saluran transmisi sudah *matching*. Nilai parameter ini menjadi salah satu acuan untuk melihat apakah antenna sudah dapat bekerja pada frekuensi yang diharapkan atau tidak. (Ephirahmawati, 2013)



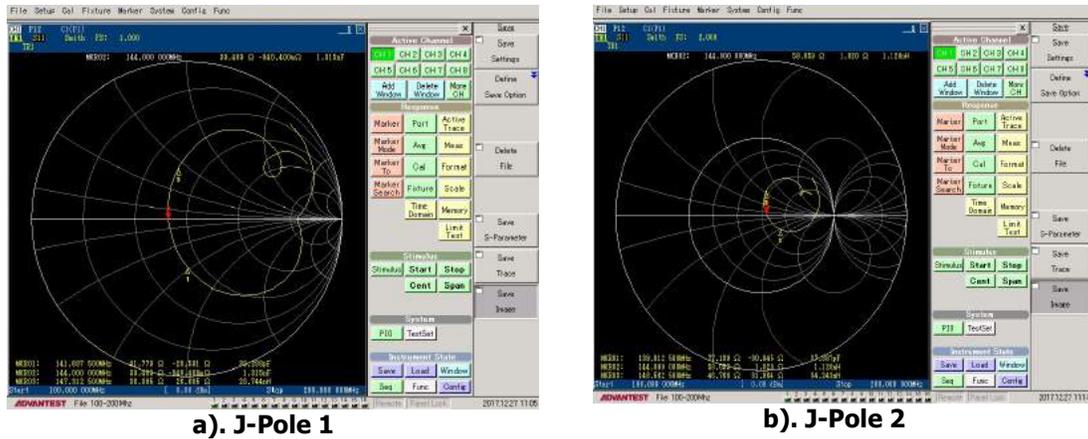
Gambar 4. Nilai *Return Loss* Hasil Pengukuran

Terdapat sedikit perbedaan nilai *return loss* pada kedua antenna J-Pole yang telah dirancang, dimana dipengaruhi oleh peletakan konektor antenna J-Pole. Optimasi kinerja antenna dapat dilakukan melalui proses *tuning* antenna J-Pole dimana dilakukan penyesuaian penempatan konektor pada titik catuan antenna J-Pole.

3.2 Analisis Impedansi dan VSWR

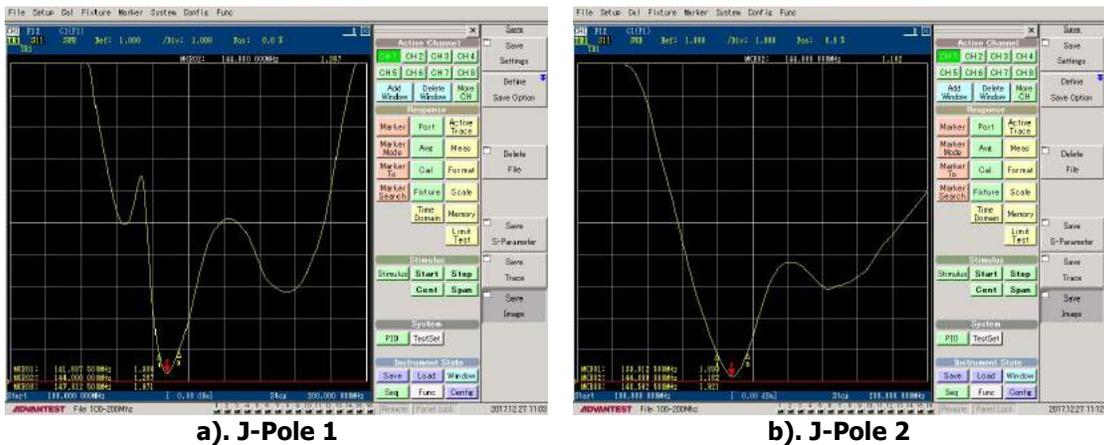
Pada pengukuran untuk nilai VSWR ini ada tiga metode yang dilakukan, yaitu menggunakan perhitungan, menggunakan simulasi dan pengukuran. Pada metode perhitungan, terlebih dahulu menghitung nilai impedansi antenna menggunakan *Network Analyzer*. Gambar 5 merupakan tampilan dari alat ukur *Network Analyzer* untuk nilai impedansi pada antenna J-Pole. Nilai impedansi dari Antena J-Pole pada frekuensi 144 MHz adalah sebesar $(39,489 - j0,8404) \Omega$ untuk antenna J-Pole 1 dan $(58,059 - j1,02) \Omega$ untuk J-Pole 2.

Antena J-Pole Berbahan Aluminium Rod pada Komunikasi *Handy Talkie*



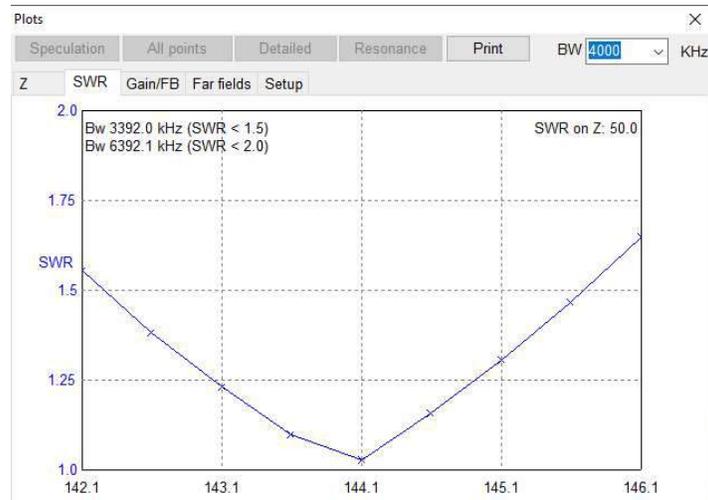
Gambar 5. Nilai Impedansi Hasil Pengukuran

Nilai impedansi antena digunakan untuk menghitung nilai koefisien refleksi dan VSWR masing-masing antena. Melalui perhitungan lebih lanjut diperoleh nilai koefisien refleksi J-Pole 1 sebesar $(0,12 + j0,1)$ ($|\Gamma| = 0,16$) dan pada J-Pole 2 sebesar $(0,08 + j9,29 \cdot 10^{-3})$ ($|\Gamma| = 0,08$), sedangkan nilai VSWR J-Pole 1 sebesar 1,3 dan untuk J-Pole 2 sebesar 1,17. Nilai VSWR hasil pengukuran terlihat pada Gambar 6, dimana nilai VSWR dari antena J-Pole 1 bernilai 1,267 dan J-Pole 2 bernilai 1,162.



Gambar 6. Nilai VSWR Antena Hasil Pengukuran

Nilai VSWR hasil simulasi menggunakan *software* MMANA-GAL terlihat pada Gambar 7, dimana didapatkan nilai VSWR sebesar 1,03. Melalui tiga *metode* penentuan nilai VSWR, diperoleh nilai VSWR yang mendekati sama.

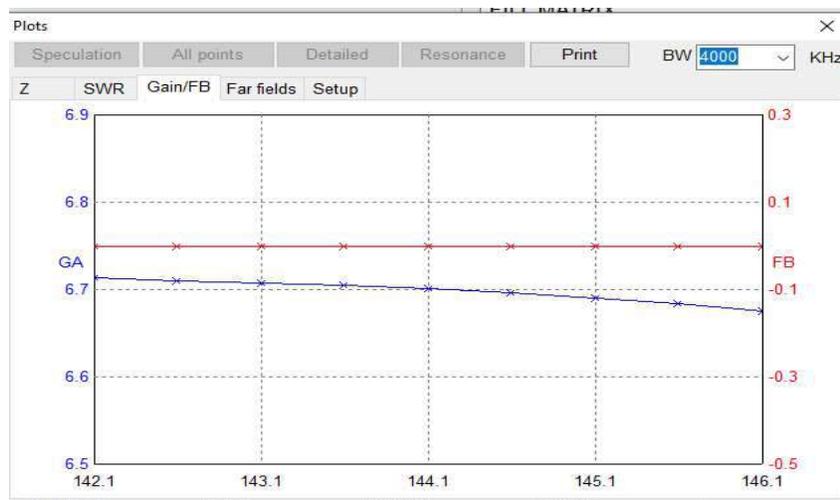


Gambar 7. Pengamatan Nilai VSWR Hasil Simulasi

Nilai VSWR hasil perhitungan, hasil pengukuran dan hasil simulasi *software* MMANA-GAL menunjukkan nilai yang sudah sesuai dengan batasan nilai $VSWR \leq 2$, sehingga dapat dikatakan karakteristik antenna J-Pole sudah memenuhi ketentuan.

3.3 Analisis Gain

Pengukuran penguatan (*gain*) antenna menggunakan sejumlah peralatan yaitu *Signal Generator*, kabel *coaxial*, *Spectrum Analyzer* dan sebuah antenna *Horn* (*gain* 6 dB) sebagai antenna referensi. Langkah pertama, antenna *Horn* dihubungkan dengan *Signal Generator* dan antenna J-Pole dihubungkan dengan *Spectrum Analyzer*. Langkah kedua adalah dengan membalik penempatan antenna, dimana Antenna J-Pole dihubungkan ke *Signal Generator* dan antenna *Horn* dihubungkan ke *Spectrum Analyzer*. Nilai *gain* hasil perhitungan untuk antenna J-Pole 1 adalah sebesar 6,23 dB dan J-Pole 2 sebesar 6,34 dB, sedangkan melalui penggunaan *software* MMANA-Gal seperti pada Gambar 8, diperoleh nilai gain antenna J-Pole adalah sebesar 6,7 dB.



Gambar 8. Nilai Gain pada Software MMANA-Gal

Melalui sejumlah *metode* untuk mengetahui karakteristik parameter antena J-Pole yang telah dilakukan, secara umum, hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda. Perbedaan kecil terhadap hasil antara pengamatan melalui *software* dan melalui pengukuran menggunakan alat ukur lebih dikarenakan ketika pengukuran langsung terdapat banyak gangguan dari luar seperti ada gangguan gelombang radio lain (seluler dan wifi), *loss* kabel, konektor yang digunakan dan juga toleransi dari alat ukur tersebut, sedangkan pada penggunaan simulasi *software*, nilai yang didapat merupakan kondisi antena yang ideal.

3.4 Analisis Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi bertujuan untuk melihat dan juga membuktikan bahwa antena J-Pole memiliki pola radiasi *omnidirectional*. Proses pengukuran dilihat dari berapa besar level daya yang diterima antena J-Pole ketika antena diputar dari 0° sampai 360° dengan kelipatan 10°. Data hasil pengukuran daya terima untuk masing-masing antena J-Pole ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2, yang kemudian diplot pola radasinya pada Gambar 9.

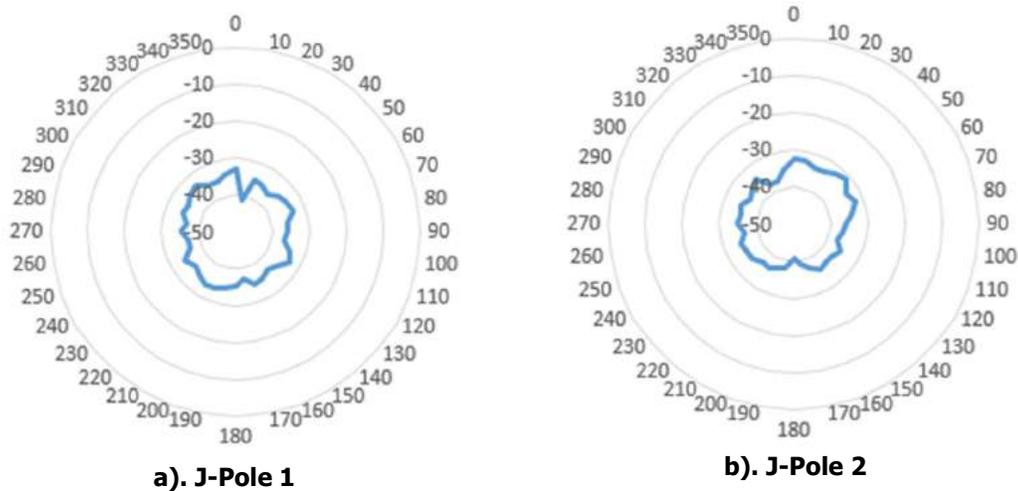
Tabel 1. Daya Terima pada Antena J-Pole 1 Berdasarkan Sudut

Sudut (°)	Daya Terima (dBm)	Sudut (°)	Daya Terima (dBm)	Sudut (°)	Daya Terima (dBm)
0	-33.11	120	-33.16	240	-34.3
10	-41	130	-35.39	250	-37.2
20	-34.74	140	-36.58	260	-36.88
30	-35.23	150	-35.41	270	-35.29
40	-36.75	160	-34.89	280	-36.58
50	-34.93	170	-36.96	290	-34.65
60	-34.04	180	-35.04	300	-35.36
70	-33.24	190	-34.73	310	-34.29
80	-35.63	200	-33.7	320	-33.74
90	-35.95	210	-33.56	330	-35.66
100	-36.44	220	-34.71	340	-35.74
110	-34.27	230	-35.72	350	-34.2

Tabel 2. Daya Terima pada Antena J-Pole 2 Berdasarkan Sudut

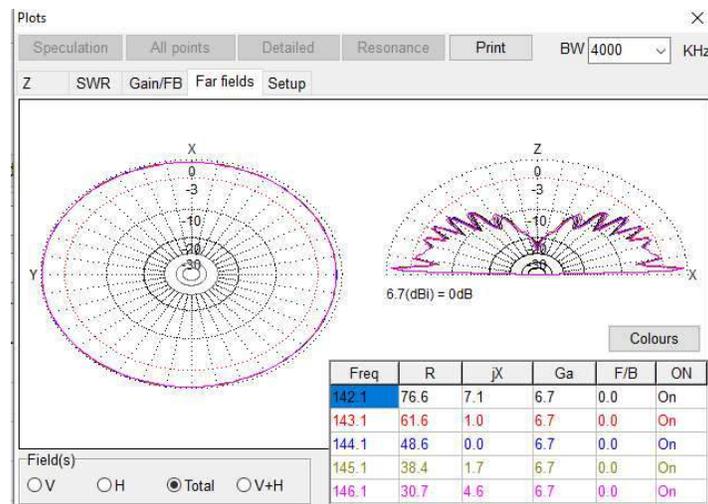
Sudut (°)	Daya Terima (dBm)	Sudut (°)	Daya Terima (dBm)	Sudut (°)	Daya Terima (dBm)
0	-32.25	120	-35.24	240	-35.33
10	-32.57	130	-36.52	250	-34.7
20	-33.82	140	-36.83	260	-36.45
30	-33.61	150	-35.76	270	-34.61
40	-32.53	160	-37.54	280	-35.85
50	-31.23	170	-39.23	290	-34.73
60	-33.6	180	-40.6	300	-36.25
70	-32.34	190	-38.27	310	-35.59
80	-33.87	200	-37.5	320	-34.39
90	-35.65	210	-36.68	330	-37.67
100	-36.43	220	-36.91	340	-37.7
110	-37.76	230	-35.57	350	-35.27

Penggambaran pola radiasi antena J-Pole pada Gambar 9 dan Gambar 10 membuktikan bentuk pola radiasi antena J-Pole hasil realisasi adalah *omnidirectional*.



Gambar 9. Bentuk Pola Radiasi Antena J-Pole

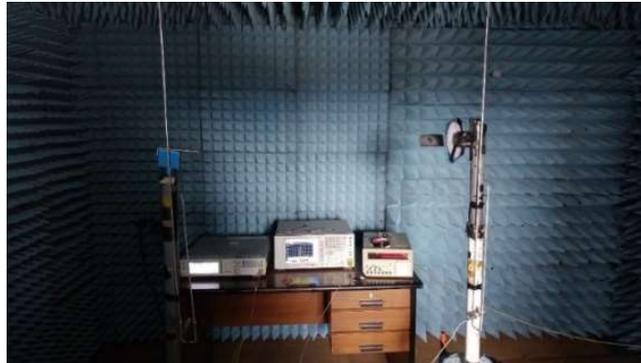
Pada pola radiasi antenna juga dapat dilihat menggunakan *software* MMANA-Gal seperti yang ada pada Gambar 10.



Gambar 10. Bentuk Pola Radiasi pada *Software*

3.5 Analisis Daya Terima Antena J-Pole

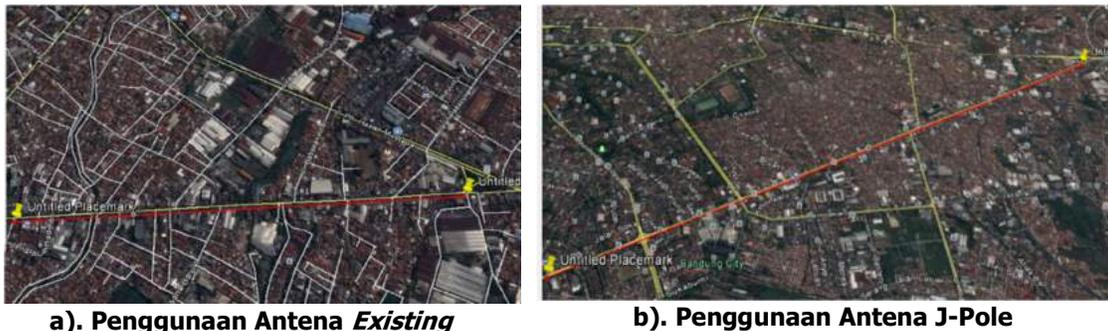
Pengukuran daya terima antenna J-Pole dilakukan dengan skema seperti pada Gambar 11, dimana dibangkitkan sinyal dengan level daya 0 dBm melalui *signal generator* yang dihubungkan dengan antenna J-pole sebagai antenna pengirim, sedangkan pada jarak 1 meter terdapat antenna J-Pole lainnya sebagai penerima. Nilai daya terima hasil pengukuran ini menunjukkan daya yang diterima oleh antenna J-Pole ini sebesar -19,16 dBm.



Gambar 11. Pengukuran Daya Antena J-Pole

3.6 Analisis Jarak Jangkau

Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan jarak jangkauan HT maksimum untuk dapat berkomunikasi dengan baik. Pengukuran dilakukan sebanyak dua kali, dimana terlebih dahulu dilakukan pengukuran jarak jangkauan maksimum saat menggunakan antena *existing* HT (Teno Tn-211), setelah itu baru digunakan antena J-Pole hasil realisasi. Hasil pengukuran jarak jangkauan diperoleh jarak jangkauan maksimum menggunakan antena *existing* adalah 1,1 km, sedangkan menggunakan antena J-Pole adalah 3,56 km. Plot lokasi dan jarak pengukuran jangkauan maksimum komunikasi HT dapat dilihat pada Gambar 12.



a). Penggunaan Antena *Existing*

b). Penggunaan Antena J-Pole

Gambar 12. Jarak Jangkauan Maksimum Komunikasi HT

Dari kedua data yang ada, maka dapat dilihat bahwa antena J-Pole memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh dari antena *existing* HT. Hal ini dikarenakan antena J-Pole memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan antena *existing*, khususnya dalam hal penguatan antena. Melalui penggunaan J-Pole yang diaplikasikan pada komunikasi HT ini, jarak jangkauan maksimum bertambah 2,46 km dari penggunaan antena *existing* HT.

4 KESIMPULAN

Antena J-Pole telah berhasil direalisasikan, pengukuran level daya terima pada antena J-Pole menggunakan *Signal Generator* dengan level daya 0 dBm dengan jarak satu meter antara kedua antena sebesar -19,16 dBm. Pada pengukuran nilai penguatan antena diperoleh nilai sebesar 6,23 dB untuk J-Pole 1 dan 6,34 dB untuk J-Pole 2, sedangkan hasil simulasi menggunakan *software* MMANA-Gal, diperoleh nilai penguatan sebesar 6,7 dB.

Nilai VSWR antena J-Pole antara hasil pengukuran, perhitungan berdasarkan teori dan penggunaan *software* simulasi tidak jauh berbeda, dimana hasil pengukuran diperoleh nilai VSWR sebesar 1,27 untuk J-Pole 1 dan 1,16 untuk J-Pole 2. Melalui perhitungan secara teori diperoleh nilai VSWR sebesar 1,3 untuk J-Pole 1 dan 1,17 untuk J-Pole 2. Nilai VSWR antena J-Pole melalui simulasi *software* MMANA-Gal didapatkan nilai sebesar 1,03.

Nilai dari *return loss* antena hasil perhitungan didapatkan sebesar -18,58 dB untuk J-Pole 1 dan -22,48 dB untuk J-Pole 2. Hasil penggambaran pola radiasi berdasarkan daya terima pada pengarah antena yang diputar sampai dengan 360° menunjukkan pola radiasi *omnidirectional*. Penggunaan antena J-Pole pada komunikasi HT memberikan peningkatan kinerja dalam hal penambahan jarak jangkauan maksimal sebesar 2,46 km dari penggunaan antena *existing*.

DAFTAR RUJUKAN

- Lesmana, R. (2013). *Antena J Pole untuk 70 cm band dan 2 m band*. YCOPE.
- Akmal, M.A. (2014). *Pembuatan Antena J-Pole dengan Frekuensi 144 MHz untuk Komunikasi Radio*. Pekanbaru: Politeknik Caltex Riau.
- Krismawardana, Y., Christyono, Y., & Riyadi, M. A. (2015). *Perancangan dan Analisis Antena J-Pole Dualband Dengan Variasi Bentuk "T" Untuk Komunikasi Radio Transceiver Pada Pita VHF dan UHF*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Irfan MJ. (2016). *VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) dan Return Loss*. Dipetik pada tanggal 20 Maret 2018 dari: <http://antenapropagasi.blogspot.com/2016/02/vswr-voltage-standing-wave-ratio-dan.html>.
- Ephirahmawati. (2013). *Parameter antena*. Dipetik pada tanggal 29 Agustus 2018 dari: <https://ephirahmawati.wordpress.com/2013/02/19/parameter-antena/>
- K4abt. (1996). *Have Fun Design Your Own J Pole For Any Band*. Dipetik pada tanggal 2 April 2018 dari: <http://www.hamuniverse.com/jpole.html>.
- Balanis, C.A. (2005). *Antenna Theory : Analysis and Design – 3rd edition*. New York: John Willey and Sons.
- Selvan. (2006). *A Modified Three-Antenna Gain Measurement Method to Simplify Uncertainty Estimation*, Progress in Electromagnetics Research, PIER 57, (pp.197–208).