

**RANCANG BANGUN ANTENA SLOT  $\frac{1}{2}\lambda$  PADA FREKUENSI 407 MHZ**Sri Hartanto<sup>1</sup>

Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana Jakarta

<sup>1</sup>srihartanto@unkris.ac.id**Abstrak**

Salah satu jenis antena yang umum digunakan pada penerima komunikasi radio VHF/UHF adalah antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  dengan bentuk fisiknya yang mudah disesuaikan. Antena slot ini dapat dilipat sehingga berbentuk tabung atau persegi, yang berpengaruh terhadap sifat kapasitif dan induktifnya pada saat resonansi. Dalam penelitian yang dilakukan, antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  dirancang untuk bekerja pada frekuensi 407 MHz dan dibuat dengan dimensi panjang slot antena sebesar 35 cm, lebar slot antena sebesar 4 cm, panjang antena sebesar 52,3 cm dan lebar antena sebesar 17,7 cm.

Dari hasil pengukuran dan pengujian antena yang sudah dibuat, didapat nilai VSWR sebesar 1,0; nilai daya pantul adalah 0,08 watt yang relatif kecil dibandingkan dengan daya yang dipancarkan sebesar 0,2 watt. Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  merupakan jenis antena ke semua arah (*omnidirectional*) yang ditunjukkan pada pola radiasi yang dihasilkan dimana besarnya tegangan sinyal yang dipancarkan hampir sama di semua arah, dari rentang 0,538 volt DC hingga 0,765 volt DC.

Kata kunci: antena slot, VSWR, daya pantul

**Abstract**

*One type of antenna that is commonly used in VHF/UHF radio communication receivers is the  $\frac{1}{2}\lambda$  slot antenna with its easily adaptable physical shape. These slot antennas can be folded so that they are tubular or square, which affects their capacitive and inductive properties while resonance. In the research conducted, the  $\frac{1}{2}\lambda$  antenna slot was designed to work at a frequency of 407 MHz and was made with dimension of the antenna slot length of 35 cm, antenna slot width of 4 cm, antenna length of 52.3 cm and antenna width of 17.7 cm..*

*From the results of measurements and testing of antenna that have been made, the VSWR value of 1.0; the reflectance value is 0.08 watt which is relatively small compared to the transmitted power of 0.2 watt. An  $\frac{1}{2}\lambda$  slot antenna is a type of omnidirectional antenna which is shown in the resulting radiation pattern where the magnitude of the transmitted signal voltage is almost the same in all directions, from the range of 0.538 volt DC to 0.765 volt DC.*

*Keywords: slot antenna, VSWR, reflection power*

**1. PENDAHULUAN**

Antena adalah komponen untuk memancarkan atau menerima gelombang elektromagnetik. Antena sebagai alat pemancar (*transmitting*

*antenna*), berfungsi untuk mengubah gelombang tertuntun dalam saluran transmisi kabel menjadi gelombang yang merambat di ruang bebas, dan sebagai alat penerima (*receiving*

antenna), yang berfungsi untuk mengubah gelombang yang merambat di ruang bebas menjadi gelombang tertuntun. [1]

Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  merupakan suatu antena rangkaian tertutup yang memiliki hambatan radiasi antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  pada saat resonansi sekitar 500 ohm. Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  banyak digunakan pada penerima komunikasi radio VHF/UHF.[2]

Tulisan ini dibatasi pada penelitian antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$ , yaitu merancang dan membuat antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  yang bekerja pada frekuensi 407 MHz dengan dimensi panjang slot antena sebesar 35 cm, lebar slot antena sebesar 4 cm, panjang antena sebesar 52,3 cm dan lebar antena sebesar 17,7 cm; sedangkan dimensi slot antena adalah panjang sebesar 32,775 cm dan lebar sebesar 3,45 cm. Diharapkan, antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  yang telah dibuat, dapat memiliki VSWR kurang dari 2,0, dan bersifat ke semua arah (*omnidirectional*).

**II. KAJIAN TEORI**

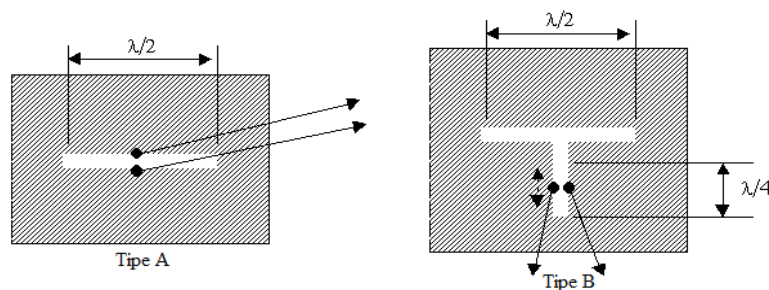
**2.1. Antena Slot  $\frac{1}{2}\lambda$**

Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  merupakan antena rangkaian tertutup yang memiliki ukuran penghantar yang lebar jika dibandingkan dengan antena jenis yang lain yang pada

umumnya sangat tipis terhadap panjangnya. Hambatan radiasi antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  pada saat resonansi sekitar 500 ohm. Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  banyak digunakan pada penerima komunikasi radio VHF/UHF karena bentuk fisiknya yang mudah disesuaikan serta dapat dilapisi dengan bahan yang tahan terhadap perubahan cuaca.[2]

Antena slot ini dapat dilipat sehingga berbentuk tabung atau persegi. Oleh karena hambatan radiasinya cukup lebar dan sifatnya yang seimbang (*balance*), teknik penyambungan terhadap saluran tunggal harus menggunakan trafo impedansi  $\frac{1}{2}\lambda$  dan penyesuai impedansi yang sekaligus mengubahnya bersifat seimbang. [2]

Teknik penyambungan antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  dengan saluran tunggal menggunakan trafo impedansi  $\frac{1}{2}\lambda$  dan penyesuai impedansi yang sekaligus mengubahnya bersifat seimbang. Trafo impedansi  $\frac{1}{2}\lambda$  dapat menggunakan pengumpan (*feeder*) yang biasa digunakan pada perangkat televisi yang memiliki karakteristik impedansi 300 ohm. Dengan demikian, pada saat kondisi sepadan (*matched*), dapat dihitung besar impedansinya di titik penyambungannya. [2]

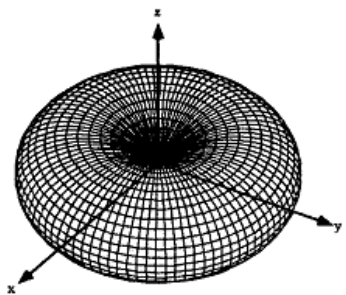


Gambar 1. Antena Slot [1]

**2.2. Diagram/Pola Radiasi**

Diagram/pola radiasi menggambarkan distribusi energi

yang dipancarkan oleh antenna dalam ruang. Parameter ini diukur/dihitung pada medan jauh (*far-field*) dengan jarak yang konstan ke antenna, dan divariasikan terhadap sudut, biasanya sudut  $\phi$  dan  $\theta$ , sehingga dapat dibedakan antenna yang mempunyai daya pancar isotrop fiktif, antenna omnidireksional yang bersifat isotrop hanya di suatu bidang potong tertentu, dan antenna direksional yang dapat mengkonsentrasikan energinya ke arah sudut tertentu [1].



Gambar 2. Diagram Radiasi Tiga Dimensi Antena [2]

Diagram/pola radiasi dapat diartikan sebagai plot tiga dimensi distribusi sinyal yang dipancarkan oleh suatu antenna. Pola radiasi antenna dibentuk oleh dua pola radiasi berdasarkan bidang irisan, yaitu pola radiasi pada bidang elevasi dan pola radiasi pada bidang irisan arah azimuth. [2]

**2.3. Direktivitas dan Gain**

Karakteristik pancar antenna didefinisikan pada medan jauh (*far-field*) yang pada jarak/radius tertentu didapatkan medan listrik yang merupakan fungsi dari sudut  $\theta$  dan  $\phi$  [1].

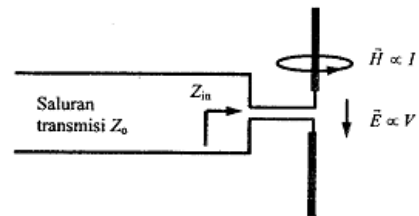
$$E = E(\theta, \phi) \tag{2.1}$$

*Gain* adalah karakteristik antenna yang terkait dengan

kemampuan antenna mengarahkan radiasi sinyalnya, atau penerimaan sinyal dari arah tertentu, dengan satuan desibel [2]

**2.4. Impedansi Masukan**

Impedansi masukan didefinisikan sebagai impedansi yang diberikan oleh antenna kepada rangkaian luar, pada suatu titik acuan tertentu. Seperti divisualisasikan pada Gambar 2.3, saluran transmisi penghubung yang dipasang antenna, akan melihat antenna sebagai beban dengan impedansi beban sebesar  $Z_{in}$ . Impedansi ini merupakan perbandingan tegangan dan arus atau perbandingan komponen medan listrik dan medan magnet yang sesuai dengan orientasinya.



Gambar 3. Antena Sebagai Beban [1]

Impedansi masukan penting untuk pencapaian kondisi *matching* pada saat antenna dihubungkan dengan sumber tegangan, sehingga semua sinyal yang dikirim ke antenna pemancar dapat dipancarkan. Atau pada antenna penerima, jika kondisi *matching* tercapai, energi yang diterima antenna dapat dikirim ke perangkat penerima. Kondisi beban dengan impedansi  $Z_{in}$  yang dipasangkan pada saluran transmisi dengan impedansi gelombang

sebesar  $Z_0$  akan mengakibatkan pantulan sebesar:

$$r = \frac{Z_{in} - Z_0}{Z_{in} + Z_0} \quad (2.2)$$

atau secara logaritma dapat dihitung dengan:

$$r_{dB} = 20\log|r| \quad (2.3)$$

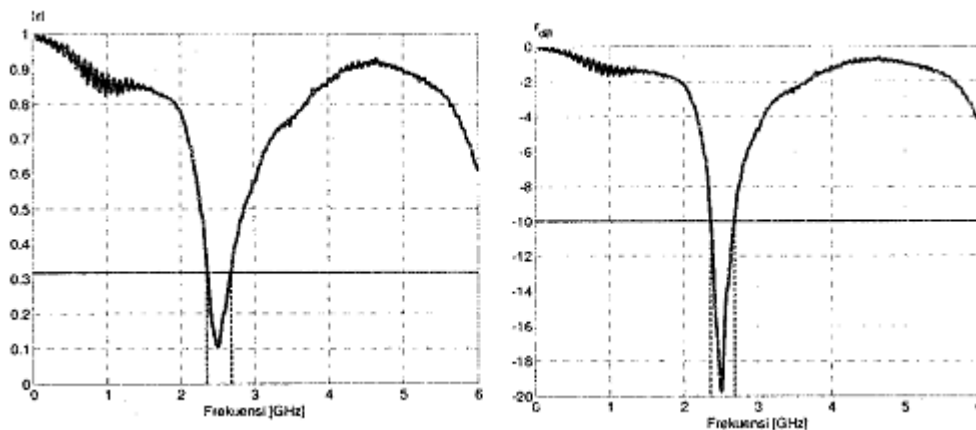
Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  mempunyai impedansi sekitar 50 ohm hingga 75 ohm sehingga dapat diumpan langsung dengan kabel koaksial atau melalui BALUN (*Balance-Unbalance*).[3]

**2.5. VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)**

*Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) menunjukkan sinyal terpantul sebelum dipancarkan oleh antena. VSWR dianggap baik bila bernilai  $< 2$ . Dalam antenna komersial kebanyakan nilai VSWR ditentukan  $< 1,5$ . *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) dapat ditentukan dengan:

$$VSWR = \frac{1 + |r|}{1 - |r|} \quad (2.4)$$

Dalam aplikasinya suatu antena sering dianggap memiliki kinerja pantulan yang bagus jika faktor pantulannya  $r_{dB} \leq -10$  dB atau  $|r| \leq 0,316$  (10% energinya dipantulkan kembali ke pemancar) dan  $VSWR < 1,92$  [4].



Gambar 4. Faktor Pantulan Antena (Kiri: Linier, Kanan: Logaritma) [2]

Tidak cocoknya impedansi saluran dengan impedansi beban atau antara impedansi keluaran pemancar tidak sama dengan impedansi saluran dapat diketahui dengan memasang VSWR meter yang menunjukkan nilai lebih besar dari 1,0. Hubungan nilai SWR dengan karakteristik saluran dan impedansi beban adalah sebagai berikut:

$$SWR = \frac{Z_L}{Z_0} \text{ untuk } Z_L \geq Z_0 \quad (2.5)$$

$$SWR = \frac{Z_0}{Z_L} \text{ untuk } Z_L \leq Z_0 \quad (2.6)$$

**2.6. Lebar Pita Kerja Antena (Bandwidth)**

*Bandwidth* suatu antena didefinisikan sebagai interval frekuensi, di dalamnya antena bekerja sesuai dengan yang ditetapkan oleh spesifikasi yang diberikan. Spesifikasi tersebut meliputi: diagram radiasi, lebar dari

side lobe, gain, polarisasi, impedansi masukan/faktor pantulan [5].

**2.7. Polarisasi Antena**

Polarisasi antena menginformasikan ke arah mana medan listrik memiliki orientasi dalam perambatannya. Ada dua macam polarisasi, yaitu:

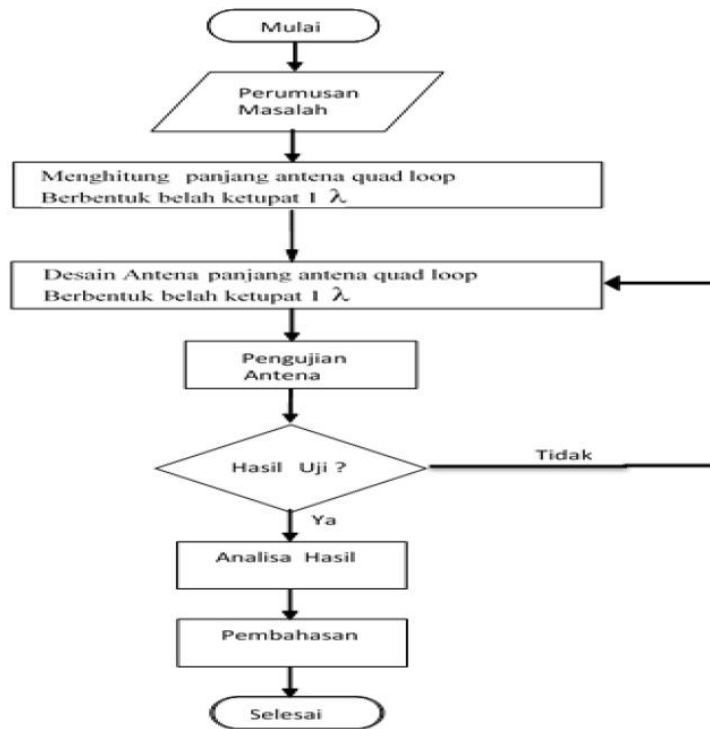
1. Polarisasi Linier  
Arah medan listrik tidak berubah dengan waktu, yang berubah hanya orientasinya saja (positif-negatif). Medan listrik terletak secara vertikal.
2. Polarisasi Elips

Medan listrik melakukan putaran dengan ujung panah-panahnya terletak pada suatu permukaan silinder dengan penampang elips.

**III. METODE PENELITIAN**

**3.1. Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian dalam merancang bangun suatu antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  yang bekerja pada frekuensi 407 MHz sebagaimana yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Bagan Alir Tahapan Penelitian

**3.2. Menentukan Frekuensi Kerja Antena**

Frekuensi yang digunakan untuk antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  yang dirancang dan dibuat dalam penelitian ini adalah 407 MHz.

**3.3. Menentukan Dimensi Slot Antena**

Dimensi slot antena dapat ditentukan dengan:

1. Menghitung panjang gelombang  
 $\lambda = c : f = (3 \times 10^8) : (407 \times 10^6)$   
 $= 73,71 \text{ cm}$
2. Menghitung panjang slot antena  
 $L_s = 0,5 \times K \times \lambda = 0,5 \times 0,95 \times$   
 $73,71 = 35 \text{ cm}$
3. Menghitung lebar slot antena  
 $W_s = \lambda : 20 = 73,71 : 20 =$   
 $3,6855 \text{ cm.}$   
 Dibulatkan menjadi 4 cm.

### 3.4. Menentukan Dimensi Antena

Dimensi antena secara keseluruhan dapat ditentukan dengan:

1. Menghitung panjang antena

$$L = 1,494 \times L_s = 1,494 \times 35 = 52,29 \text{ cm.}$$

Dibulatkan menjadi 52,3 cm.

2. Menghitung lebar antena  
 $W = 4,425 \times W_s = 4,425 \times 4 =$   
 $17,7 \text{ cm.}$

### 3.5. Membuat Antena

Antena dibuat dengan bahan aluminum (Al) berdasarkan pada dimensi antena dan dimensi slot antena yang sudah ditentukan sebelumnya dengan menggunakan jenis pengumpan BALUN (*Balance-Unbalance*) yang kemudian disambung dengan kabel koaksial ke perangkat televisi.



Gambar 6. Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$

### 3.6. Mengukur dan Menguji Antena

Antena yang telah dibuat, diukur kinerjanya dengan mengamati parameter-parameter antena, seperti diagram radiasi, faktor pantulan, *gain* dan polarisasi. untuk memastikan keberhasilan proses rancang bangun. Pengukuran antena slot  $\frac{1}{2} \lambda$  dilakukan dengan empat proses tahapan, yaitu:

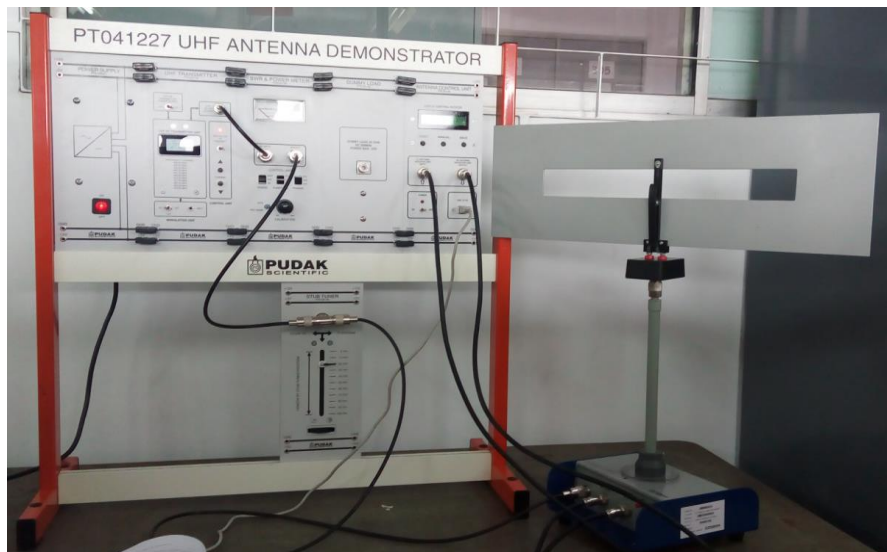
1. Mengukur VSWR antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$
2. Mengukur daya pancar dan daya pantul pada antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$ .

3. Mengukur nilai kuat sinyal RF pada antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$ .

Modul ukur yang digunakan dalam melakukan pengukuran antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  sebagaimana terlihat dalam Gambar 3.3 berikut ini terdiri dari: UHF Transmitter, SWR & Powermeter, Power Supply  $\pm 15$  VDC, *Dummy Load*, Unit Kontrol Antena, *Stub Tuner*, Pemutar Antena, *Antenna Receiver RF Detector*. Sedangkan jenis-jenis kabel yang digunakan dalam pengukuran adalah: kabel koaksial (RG58/U, 50 ohm)

dengan konektor BNC ke UHF konektor, kabel koaksial dengan konektor UHF ke konektor UHF, kabel data dengan konektor DIN-F

ke DIN-M, Adapter konektor UHF tipe L-Female, kabel data USB ke *serial*.



Gambar 7. Pengukuran dan Pengujian Antena Slot  $\frac{1}{2}\lambda$

Tahapan-tahapan pengukuran untuk mendapatkan nilai VSWR pada antena  $\frac{1}{2}\lambda$  adalah sebagai berikut:

1. Menyusun rangkaian unit modul VSWR dan Powermeter dengan unit modul Pemutar Antena.
2. Memasang dan menguatkan antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  ke terminal UHF.
3. Mengukur parameter VSWR, daya pancar dan daya pantul.
4. Mencatat hasil pengukuran dalam tabel pengukuran.

Tahapan-tahapan pengukuran untuk mendapatkan nilai daya pancar dan daya pantul pada antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  adalah sebagai berikut:

1. Merangkai unit pemancar UHF, VSWR dan Powermeter, Unit Kontrol Antena dan *Stub Tuner*.
2. Mengatur tombol penggeser *Stub Tuner* mulai posisi 0 cm hingga 10 cm.

3. Mengubah mode CAL ke mode SWR pada tombol FUNCTION, kemudian mencatat hasil nilai yang terukur pada VSWR meter.
4. Memindah mode CAL ke POWER pada tombol FUNCTION, kemudian memindahkan mode OFF ke mode FWD dan REV, lalu mencatat hasil nilai yang terukur pada Powermeter.

Tahapan-tahapan pengukuran untuk mendapatkan nilai kuat sinyal RF pada antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan modul Unit Kontrol Antena dengan PC/laptop melalui port USB to *Serial* dengan menggunakan kabel data USB to *Serial*
2. Melakukan kalibrasi pada modul VSWR dan Powermeter untuk mendapatkan hasil nilai yang presisi.

3. Membuka program aplikasi, lalu memilih saluran komunikasi data yang digunakan, contoh COM3.
4. Menghubungkan aplikasi dengan sistem unit kontrol antena dengan menekan menu CONNECT pada tampilan depan aplikasi *UHF antenna radiation pattern diagram*.
5. Mengisi dan menuliskan data pada menu aplikasi seperti berikut:  
 Antenna type: Slot  $\frac{1}{2} \lambda$   
 Polarization: Horizontal/Vertikal  
 Frequency : 407 MHz

6. Mengisi nilai data Power (P<sub>FWD</sub> dan P<sub>REV</sub>) yang diambil dari hasil pengukuran pada saat unit pemancar diaktifkan.

**IV. ANALISA**

**4.1. Hasil Pengukuran VSWR, Daya Pancar, Daya Pantul Antena Slot  $\frac{1}{2} \lambda$**

Dari hasil pengukuran yang diperoleh didapatkan parameter nilai daya pancar adalah 0,2 watt, daya pantul adalah 0,08 watt dan nilai VSWR adalah sebesar 1, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1. berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Antena Slot  $\frac{1}{2} \lambda$

Frekuensi 407 MHz, Antena Slot $\frac{1}{2} \lambda$	VSWR	P <sub>Forward</sub> (Watt)	P <sub>Reverse</sub> (Watt)
	1,0	0,2	0,08

Dengan hasil yang diperoleh dari pengukuran ini didapatkan nilai yang cukup ideal dari suatu antena slot  $\frac{1}{2} \lambda$ , yaitu nilai VSWR yang didapatkan sebesar 1. Bila mengacu pada standar dan spesifikasi antena yang diaplikasikan untuk kebutuhan industri, dimana nilai VSWR harus lebih kecil dari 2, maka antena slot  $\frac{1}{2} \lambda$  sangat baik diterapkan. Begitu juga dengan hasil pengukuran yang diperoleh untuk daya pantul (Preverse) yang hanya sebesar 0,08 watt, membuat kinerja yang baik

pada antena slot  $\frac{1}{2} \lambda$  di kedua sisi pemancar dan penerima.

**4.2. Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Antena Slot  $\frac{1}{2} \lambda$**

Dari hasil pengukuran didapatkan dua bentuk pola radiasi untuk antena slot terbuka  $\frac{1}{2} \lambda$  yang bekerja pada frekuensi 407 MHz , yaitu polarisasi vertikal dan polarisasi horisontal. Hasil pengukuran kuat sinyal untuk antena slot  $\frac{1}{2} \lambda$  ditunjukkan dalam Tabel 2. berikut:

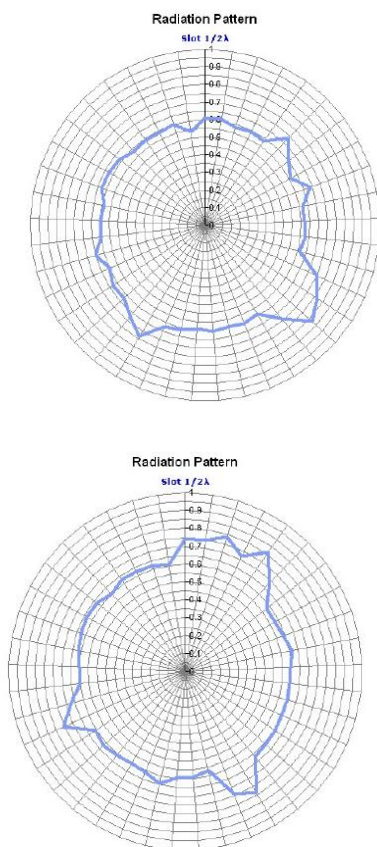
Tabel 2. Hasil Pengukuran Kuat Sinyal Antena Slot  $\frac{1}{2} \lambda$

No	Posisi	Nilai (Vdc)	No	Posisi	Nilai (Vdc)	No	Posisi	Nilai (Vdc)
1	0	0,582	15	126	0,6	29	252	0,765
2	9	0	16	135	0,627	30	261	0,702
3	18	0,538	17	144	0,62	31	270	0,56
4	27	0,6	18	153	0,675	32	279	0,575
5	36	0,587	19	162	0,735	33	288	0,567
6	45	0,59	20	171	0,62	34	297	0,567
7	54	0,582	21	180	0,61	35	306	0,637
8	63	0,615	22	189	0,59	36	315	0,558
9	72	0,625	23	198	0,608	37	324	0,6



10	81	0,63	24	207	0,59	38	333	0,69
11	90	0,587	25	216	0,6	39	342	0,585
12	99	0,603	26	225	0,585	40	351	0,592
13	108	0,6	27	234	0,688	41	360	0,582
14	117	0,65	28	243	0,822			

Dari pola radiasi diperoleh beberapa parameter antenna, dimana daya pancar yang ditransmisikan sebesar 3 watt, daya pantul yang diterima sebesar 0,5 watt, nilai VSWR sebesar 2,4 dengan polarisasi vertikal dan horizontal ditunjukkan dalam Gambar 4.1 berikut:



Gambar 8. Pola Radiasi Antena Dengan Polarisasi Vertikal (Atas) Dan Polarisasi Horizontal (Bawah)

Dari nilai VSWR yang diperoleh, maka didapatkan nilai koefisien

pantulan dengan menggunakan perhitungan rumus berikut:

$$|\bar{\Gamma}| = \frac{SWR - 1}{SWR + 1} = \frac{2,4 - 1}{2,4 + 1} = \frac{1,4}{3,4} = 0,412$$

Sedangkan untuk nilai *return loss* (RL) dari antenna slot  $\frac{1}{2} \lambda$  ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$RL = -20 \log |\Gamma| = -20 \log |0,412| = 0,38$$

Secara keseluruhan hasil perancangan antenna slot terbuka  $\frac{1}{2} \lambda$  yang bekerja pada frekuensi 407 MHz dengan menggunakan BALUN, memiliki parameter nilai yang cukup baik dan sudah sesuai dengan standar parameter antenna. Dapat disimpulkan bahwa antenna yang dirancang dan dibuat ini memiliki kinerja dan fungsi yang baik pada saat digunakan.

**V. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengukuran yang diperoleh dari rancang bangun antenna slot  $\frac{1}{2} \lambda$  dengan frekuensi kerja 407 MHz dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Nilai VSWR sebesar 1,0 pada antenna slot  $\frac{1}{2} \lambda$  ini telah sesuai dengan standar antenna dan cocok dengan kebutuhan industri, yaitu nilai VSWR kurang dari 2.
2. Nilai daya pantul sebesar 0,08 watt adalah relatif kecil dibandingkan dengan daya yang

dipancarkan sebesar 0,2 watt. Hal ini menandakan bahwa sinyal yang ditransmisikan oleh pemancar sebagian besar telah terserap oleh penerima.

3. Antena slot  $\frac{1}{2}\lambda$  merupakan jenis antena *omnidirectional*, seperti terlihat pada pola radiasinya yang menunjukkan nilai tegangan yang hampir sama besar dari semua arah, yaitu dari rentang 0,538 volt DC hingga 0,765 volt DC.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis A. Constantine. 1997. Antenna Theory: Analysis and Design. Second Edition. New York: John Wiley & Sons
- [2] Mudrik Alaydrus. 2011. Antena: Prinsip dan Aplikasi. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [3] Pudah Scientific. 2018. Panduan Percobaan: UHF Antenna System Demonstrator Trainer. Bandung: Pudah Scientific
- [4] John D, Kraus. 2006. Antenna: For All Applications, Third Edition. New Delhi: TATA McGraw Hill.
- [5] J. Dunlop & D. G. Smith. 2000. Telecommunications Engineering, Third Edition. London: Chapman & Hal
- [6]. Teten Dian Hakim. 2019. Rancang bangun antena kaleng di frekuensi 2,4 Ghz untuk memperkuat sinyal wi-fi. Elektrokrisna Vol.7, No.3. <http://jurnal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/219>
- [7]. Slamet Purwo Santoso. 2019. Rancang bangun antena yagi 7 elemen lingkaran penguat sinyal wi-fi. Elektrokrisna Vol.7, No.3. <http://jurnal.teknikunkris.ac.id/index.php/elektro/article/view/216>