



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>
| ISSN : 2460 – 5263 (online) | ISSN : 2443 – 4167 (print)

Perbandingan Parameter Return-Loss, VSWR dan Gain Terhadap Elemen Driven Antena Yagi 450 MHz

Rizadi Sasmita Darwis¹, Hamid Azwar², Muhammad Diono³, Ninda Febtaria⁴

Politeknik Caltex Riau, Teknik Telekomunikasi, email : rizadi@pcr.ac.id

Politeknik Caltex Riau, Teknik Telekomunikasi, email : hamid@pcr.ac.id

Politeknik Caltex Riau, Teknik Telekomunikasi, email : diono@pcr.ac.id

Politeknik Caltex Riau, Teknik Telekomunikasi, email : ninda@alumni.pcr.ac.id

Abstrak

Ketidak merataan yang terjadi dalam pembangunan infrastruktur telekomunikasi terutama di daerah rural atau pedesaan menjadi penghalan utama bagi masyarakat untuk mengakses internet. Sebuah antena yang mampu beroperasi pada frekuensi LTE 450 MHz diperlukan agar jaringan LTE menjangkau daerah pedesaan dan masyarakat yang berdomisili di daerah rural mudah untuk mengakses layanan internet berkualitas. Pola radiasi yang dimiliki oleh antena Yagi bersifat direksional membuat antena Yagi menjadi solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan ini. Pada penelitian ini dilakukan perancangan serta perbandingan kinerja dari antena Yagi dengan elemen driven yang berbeda, yaitu antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar-PCB. Antena Yagi dirancang memiliki 10 elemen yang terdiri dari 1 elemen reflector, 1 elemen driven dan 8 elemen director serta dapat beroperasi dengan baik di frekuensi 450 MHz. Parameter yang didapatkan dari hasil pengukuran antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar-PCB memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Nilai return-loss antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar-PCB pada frekuensi 450 MHz adalah -25,68 dB dan -20,09 dB. Bandwidth kedua antena sudah memenuhi frekuensi uplink (452,5 MHz – 457,5 MHz) dan frekuensi downlink (462,5 MHz – 467,5 MHz). Nilai VSWR antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar-PCB adalah 1,11 dan 1,22 dengan gain masing-masing antena adalah 13,31 dBi dan 8,18 dBi. Pola radiasi antena Yagi dengan driven batang aluminium dan planar-PCB adalah directional.

Kata kunci: Antena Yagi, LTE, 450 MHz, driven, aluminium, planar, PCB.

Abstract

Inequality in infrastructure development, especially in rural or rural areas, is the main obstacle for people to access the internet. An antenna capable of operating at the LTE 450 MHz frequency is needed so that the LTE network reaches rural areas and people who live in rural areas are easy to access quality internet services. The radiation pattern possessed by the Yagi antenna is useful for making the Yagi antenna the right solution to solve this problem. In this research, the design and performance comparison of Yagi antennas with different driven elements is carried the gas throtle on the bicycle handlebar, the brushless motor at the bottom near the bicycle pedal out, namely driven batang aluminium Yagi antennas and driven planar Yagi antennas. The driven

batang aluminium Yagi antenna and driven planar Yagi antenna are designed to have 10 elements consisting of 1 reflector element, 1 driven element and 8 director elements and can operate properly at a frequency of 450 MHz. The parameters obtained from the measurement results of the Yagi rod aluminium driven and the planar driven meet the desired specifications. The return-loss values of the aluminium rod driven Yagi antenna and planar driven Yagi antenna at a frequency of 450 MHz are -25.68 dB and -20.09 dB. The bandwidth of the two antennas has met the uplink frequency (452.5 MHz – 457.5 MHz) and downlink frequency (462.5 MHz – 467.5 MHz). The VSWR values of the rod aluminium driven Yagi antenna and the planar driven Yagi antenna are 1.11 and 1.22 with gains of 13.31 dBi and 8.18 dBi, respectively. The radiation pattern of a Yagi antenna with a rod aluminium dan planar driven is directional.

Key Words: Yagi Antenna, LTE, 450 MHz, rod aluminium driven, planar driven.

1. Pendahuluan

LTE merupakan teknologi komunikasi yang banyak digunakan saat ini di Indonesia. Namun pemakaian teknologi ini belum menyeluruh ke semua wilayah Indonesia. Salah satu solusi untuk menjangkau wilayah terpencil dapat menggunakan jaringan LTE yang beroperasi pada pita frekuensi 450 MHz (Indonesia, 2019). Penggunaan jaringan LTE pada pita frekuensi 450 MHz tersebut dapat menambah jarak radius coverage area hingga 262 Km² (Technology, 2023) sehingga mampu digunakan pada penyediaan layanan LTE untuk wilayah sub-urban dan rural. Untuk mendukung radius coverage yang jauh juga diperlukan bantuan di sisi user equipment (UE) yaitu berupa antena transceiver dengan gain yang tinggi dan menggunakan pola radiasi unidirectional (WatElectronics, 2022). Sehingga signal received level akan meningkat dengan peningkatan gain antena di UE. Antena yang memiliki karakteristik gain tinggi dan memiliki pola radiasi unidirectional salah satunya adalah antena Yagi (Zaim, 2022). Banyak penelitian yang berkaitan dengan antena Yagi telah dilakukan pada pita frekuensi 450 MHz (Febtaria & Darwis, 2021). Bahkan antena Yagi dengan pita frekuensi 450 MHz telah banyak dijual di pasaran. Beberapa penelitian membuat antena dengan menggunakan elemen batang logam aluminium atau tembaga secara keseluruhan. Ada juga antena Yagi yang dibuat dengan menggunakan bahan planar secara keseluruhan dari PCB (J. Huang, 1991). Beberapa sumber penelitian belum ada mengkolaborasi penggunaan elemen batang logam dan bahan planar pada pembuatan antena Yagi. Sehingga pada penelitian ini kami mengajukan kombinasi penggunaan elemen batang aluminium pada elemen reflector dan director dengan kombinasi elemen driven menggunakan bahan planar dari tembaga berupa bahan printed circuit board (PCB). Sehingga untuk melihat kinerja pengujian parameter antena, akan dibuat dua buah antena Yagi dengan jumlah elemen yang sama. Satu antena Yagi pada frekuensi 450 MHz dengan keseluruhan elemen penyusun adalah batang aluminium. Kedua antena Yagi frekuensi 450 MHz dengan kombinasi elemen batang aluminium pada reflector dan director serta elemen planar pada driven. Hasil penelitian ini dilakukan pengukuran beberapa parameter antena untuk mengetahui performansi antena Yagi 450 MHz yaitu parameter return-loss, voltage standing wave ratio (VSWR), pola radiasi, gain dan bandwidth antena. Untuk mendapatkan kinerja antena yang sesuai maka ditetapkan beberapa nilai awal untuk parameter return-loss $\leq -10\text{dB}$ dan gain antena $\geq 10\text{ dBi}$.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini memiliki lima tahapan. Pertama menetapkan spesifikasi antena berupa frekuensi kerja, nilai parameter *return-loss*, VSWR, pola radiasi, gain dan *bandwidth* yang akan dicapai, spesifikasi antena ditunjukkan pada Tabel 1. Kedua, melakukan perhitungan dimensi antena Yagi secara teori. Ketiga, melakukan simulasi antena Yagi sesuai dengan dimensi hasil perhitungan secara teori. Pada simulasi akan diperoleh nilai parameter antena berupa nilai *return-loss*, VSWR polaradiasi, *gain*, dan *bandwidth* antena. Jika nilai parameter tersebut tidak sesuai dengan spesifikasi antena yang ditetapkan sesuai Tabel 1, maka akan dilakukan optimasi dimensi antena

Tabel 1. Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	450 MHz
<i>Return-loss</i>	≤ -10 dB
VSWR	$1 \leq \text{VSWR} \leq 2$
<i>Gain</i>	≥ 7 dBi
Pola Radiasi	Directional
Frekuensi <i>Uplink</i>	452,5 MHz – 457,5 MHz
Frekuensi <i>Downlink</i>	462,5 MHz – 467,5 MHz

Yagi sehingga diperoleh nilai parameter yang sesuai pada Tabel 1. Keempat, melakukan pabrikasi antena Yagi dan melakukan pengukuran parameter antena dengan menggunakan alat ukur. Akan dibandingkan hasil pengukuran parameter untuk kedua antena Yagi yang di pabrikasi. Kemudian dilakukan analisis hasil akhir penelitian.

2.1 Paramater dan spesifikasi awal antena Yagi 450 MHz

Antena Yagi yang akan dibuat adalah antena Yagi dengan elemen driven berupa batang aluminium dan antena Yagi dengan elemen driven planar. Material yang digunakan untuk elemen director dan reflector dalam fabrikasi antena Yagi adalah aluminium berongga dengan diameter sebesar 8 mm. Antena Yagi driven batang aluminium menggunakan bahan aluminium berongga diameter 8 mm. Untuk antena Yagi driven planar menggunakan substrat dengan jenis FR4 yang mempunyai ketebalan 1,6 mm dan ϵ_r sebesar 4,6.

2.2 Dasar teori perhitungan dimensi antena Yagi

Perhitungan pada dimensi antena meliputi perhitungan panjang gelombang, dimensi elemen *reflector*, dimensi elemen *driven* dan dimensi elemen *director*.

Menggunakan persamaan (1), panjang gelombang antena Yagi yang akan dibuat dapat dihitung (Balanis, 2005).

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

λ adalah panjang gelombang dalam satuan meter (m), c merupakan kecepatan cahaya dengan nilai 3×10^8 m/s dan f merupakan frekuensi kerja antena dalam satuan Herz (Hz).

Panjang elemen *reflector* (LR) (Balanis, 2005) dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$LR = 0,55 \lambda \quad (2)$$

Perhitungan panjang *driven* antena Yagi (Balanis, 2005) untuk *driven* batang aluminium (L) dapat menggunakan persamaan (3).

$$L = 0,47 \lambda \quad (3)$$

L merupakan panjang elemen *driven* antena Yagi *driven* batang aluminium dan panjang *patch* elemen *driven* antena Yagi *driven planar*. Perhitungan dimensi *driven* antena Yagi *driven planar* dapat menggunakan persamaan (4) dan (5) (Balanis, 2005).

$$LS = (6 \times h) + L \quad (4)$$

$$WS = (6 \times h) + W \quad (5)$$

LS merupakan panjang substrat dan panjang ground elemen *driven* antenna Yagi *driven planar*. WS merupakan lebar substrat dan lebar ground antenna Yagi *driven planar*. Ketebalan substrat FR4 disimbolkan dengan h . W merupakan lebar elemen *driven* yaitu diameter elemen *reflector* dan elemen *director*.

Patch pada elemen *driven* antenna Yagi *driven planar* diberi *Gap* yang dapat dihitung menggunakan persamaan (6).

$$Gap = \frac{L}{200} \quad (6)$$

Panjang elemen *director* (LD) (Balanis, 2005) dapat dihitung menggunakan persamaan (7).

$$LD = 0,42 \lambda \quad (7)$$

Jarak antara elemen *reflector* dengan elemen *driven* (SR) (Balanis, 2005) dapat dihitung menggunakan persamaan (8).

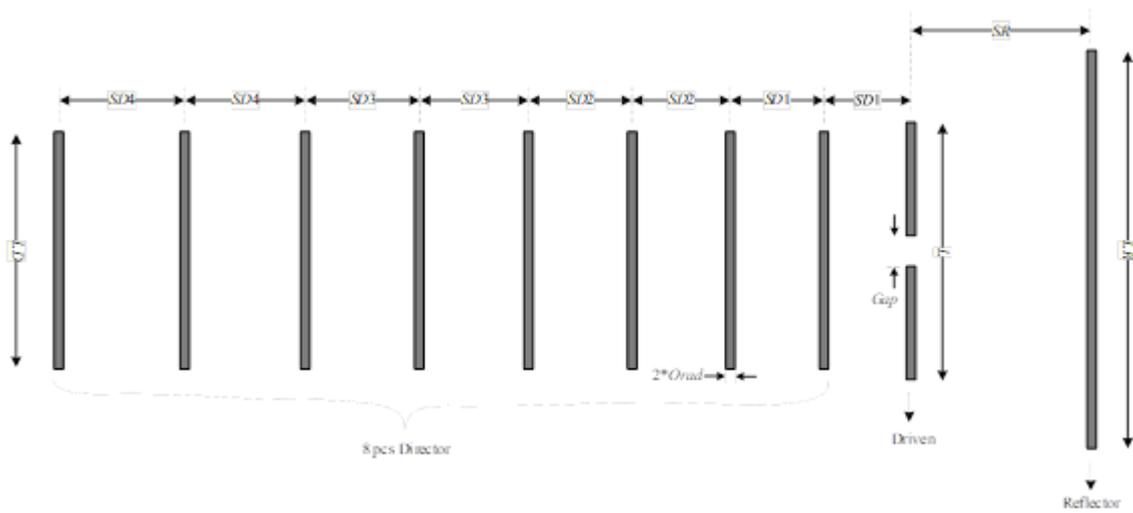
$$SR = 0,25 \lambda \quad (8)$$

Jarak antara elemen *director* dan jarak antar elemen *director* (SD) (Balanis, 2005) dapat dihitung menggunakan persamaan (9).

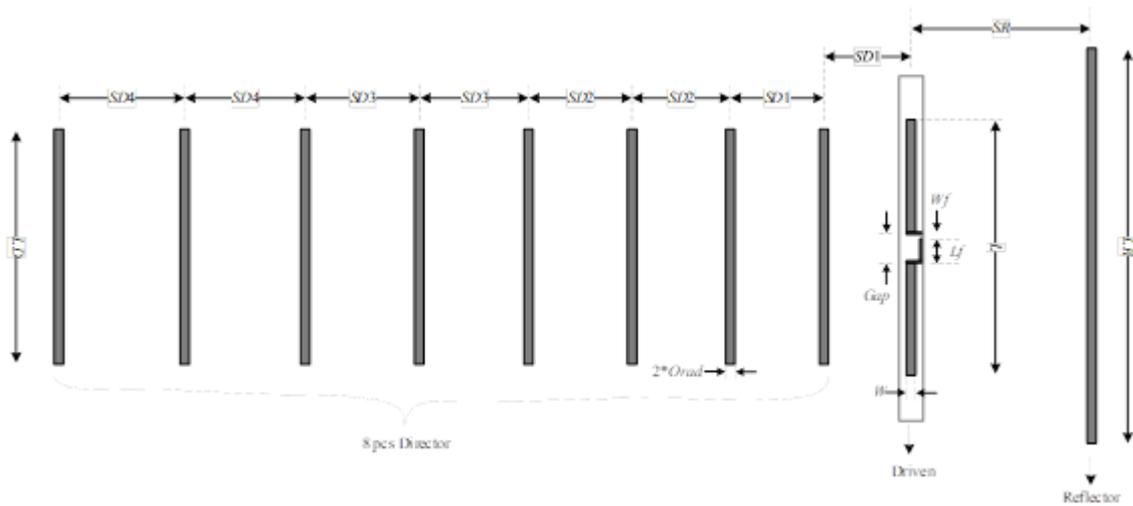
$$SD = 0,37 \lambda \quad (9)$$

2.3 Antena Yagi 450 MHz hasil perhitungan

Gambar 1 merupakan desain antenna Yagi 450 MHz LTE dengan elemen *driven* berupa batang aluminium. Gambar 2 merupakan desain antenna Yagi 450 MHz LTE dengan elemen *driven* planar. Antena Yagi pada Gambar 1 dan Gambar 2 sama-sama memiliki 10 elemen, masing-masing 1 elemen *reflector*, 1 elemen *driven*, dan 8 elemen *director*. LR merupakan Panjang dari *reflector*, L merupakan Panjang elemen *driven*, Gap merupakan jarak antara elemen *driven*, $SD1$ merupakan jarak antara elemen *director* 1 dengan *driven* dan *director* ke-2, $SD2$ merupakan jarak antara elemen *director* 3 dengan *director* 2 dan *director* 4, $SD3$ merupakan jarak antara elemen *director* 5 dengan *director* 4 dan *director* 6, $SD4$ merupakan jarak antara elemen *director* 7 dengan *director* 6 dan *director* 8, $2 \times \text{Orad}$ adalah diameter batang aluminium yang digunakan sebagai elemen *reflector*, *driven* dan *director* yaitu 8mm. detail dimensi hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 2.



Gambar 1. Antena Yagi 450 MHz elemen driven batang aluminium hasil optimasi simulasi



Gambar 2. Antena Yagi 450 MHz elemen driven planar hasil optimasi simulasi

Tabel 2. Perbandingan dimensi hasil perhitungan secara teori dan dimensi akhir hasil simulasi

Parameter	Dimensi	
	Perhitungan (mm)	Akhir (mm)
<i>L</i>	313,3	237
<i>LS</i>	322,93	315
<i>W</i>	10	8
<i>WS</i>	19,6	22
<i>Gap</i>	1,56	30
<i>LD</i>	280	220
<i>LR</i>	366,7	300
<i>SD1</i>		81
<i>SD2</i>		86
<i>SD3</i>	246,67	91
<i>SD4</i>		96
<i>SR</i>	166,67	167
<i>H</i>	-	1,6

<i>HC</i>	-	0,035
<i>Orad</i>	-	4
<i>Irad</i>	-	3,5
<i>WF</i>	-	2,909
<i>LF</i>	-	27,8265
<i>PB</i>	-	1065
<i>LB</i>	-	10
<i>TB</i>	-	20

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Optimasi Antena

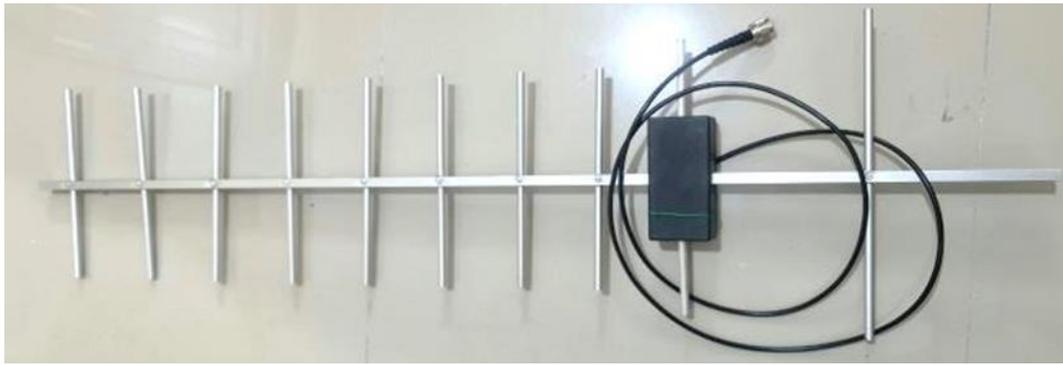
Hasil simulasi menggunakan nilai dimensi parameter yang diperoleh dari perhitungan secara teori belum sesuai dengan spesifikasi antena yang diharapkan. Optimasi dilakukan terhadap dimensi antena dengan cara mengganti besar dimensi antena. Optimasi yang dilakukan pada penelitian ini berupa optimasi dimensi pada elemen driven planar terhadap dimensi jarak antar elemen driven (Gap), panjang dan lebar substrat elemen driven (L_s) dan (W_s), panjang patch driven (L), dan lebar patch driven (W). Optimasi juga dilakukan juga pada panjang elemen reflector (LR), panjang elemen director (LD), jarak antar elemen director (SD_n) serta jarak elemen reflector dengan driven (SR). Hasil optimasi dimensi antena Yagi 450 MHz dapat dilihat pada Tabel 2.

3.2 Fabrikasi Antena

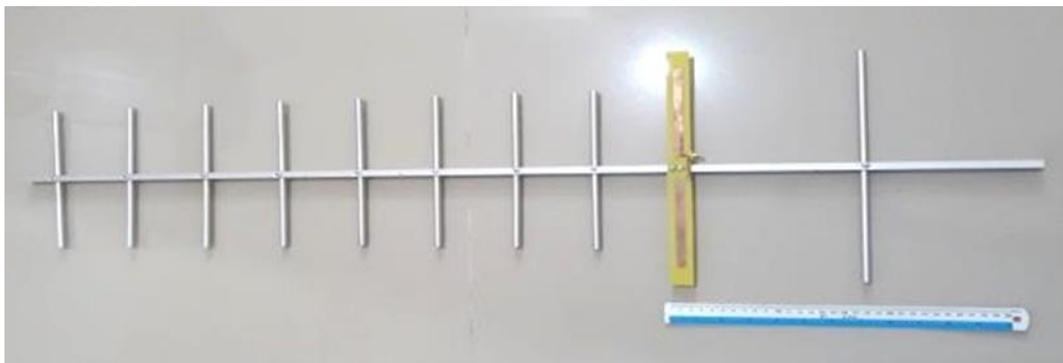
Setelah diperoleh optimasi dimensi antena Yagi 450 MHz pada Tabel 2. Dilakukan fabrikasi antena Yagi 450 MHz dengan elemen driven batang aluminium dan elemen driven planar. Hasil fabrikasi kedua antenna Yagi 450 MH dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

3.3 Analisis Pengujian *Return-loss*.

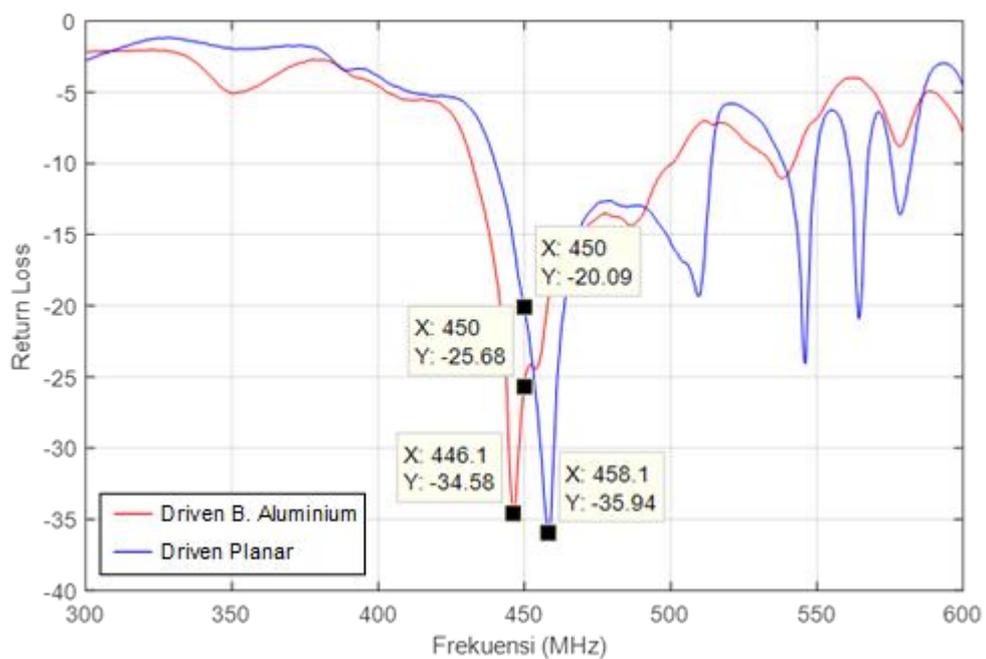
Pengujian antena Yagi 450 MHz LTE dilakukan dengan menggunakan network analyzer untuk mengerahui parameter S_{11} atau *return-loss*. Nilai *return-loss* antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5. Pengukuran nilai *return-loss* pada antena Yagi dengan driven batang aluminium menghasilkan nilai *return-loss* yang paling minimum pada frekuensi 446,1 MHz dengan nilai *return-loss* sebesar -34,58 dB. Kemudian untuk antena Yagi dengan driven planar, nilai *return-loss* minimum adalah sebesar -35,94 dB yang terukur saat frekuensi 458,1 MHz.. Hasil pengukuran sudah memenuhi hasil fabrikasi telah memenuhi standar yaitu nilai *return-loss* ≤ -10 dB. Nilai *return-loss* antena Yagi dengan driven batang aluminium yang didapatkan ketika pengukuran saat frekuensi 450 MHz adalah sebesar -25,68 dB, sedangkan nilai *return-loss* yang terukur pada pengukuran antena Yagi dengan driven planar adalah sebesar -20,09 dB. Berdasarkan hasil pengukuran, nilai *return-loss* hasil pengukuran antena Yagi dengan driven batang aluminium lebih baik dari pada nilai *return-loss* hasil pengukuran antena Yagi dengan driven planar hal ini dikarenakan memiliki nilai *return-loss* yang paling kecil. Sehingga antena yagi 450 MHz dengan elemen batang aluminium memiliki performansi yang baik pada parameter *return-loss*.



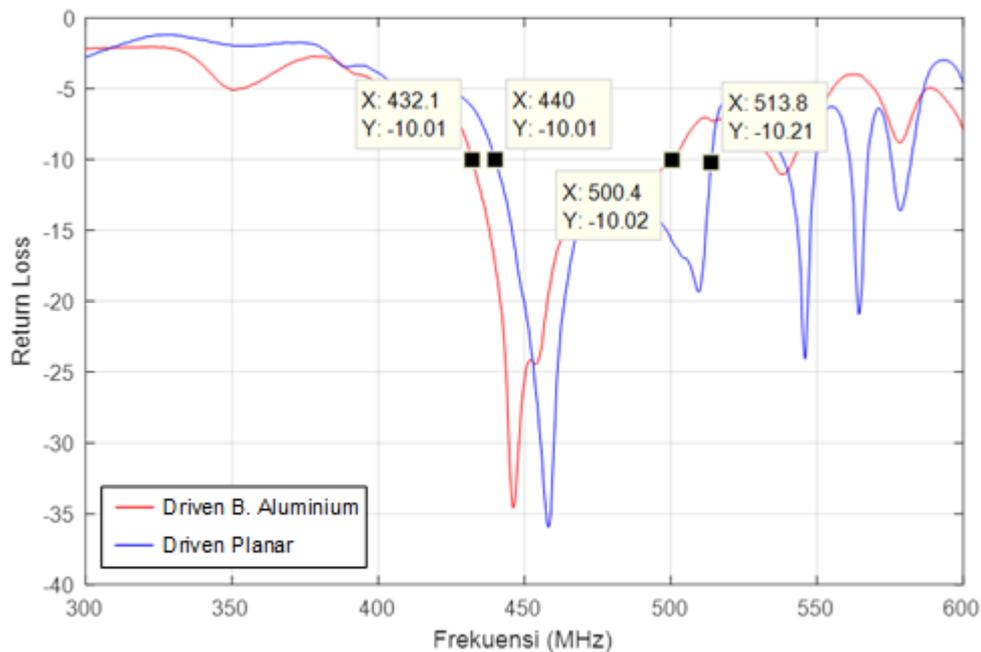
Gambar 3. Hasil Fabrikasi Antena Yagi elemen Driven batang aluminium



Gambar 4. Hasil Fabrikasi Antena Yagi elemen *Driven planar*



Gambar 5. Perbandingan Nilai *Return-loss* Hasil Pengukuran Antena Yagi *Driven batang aluminium* dan Antena Yagi *Driven planar*



Gambar 6. Perbandingan *Bandwidth* Antena Yagi Driven batang aluminium dan Antena Yagi Driven planar

Gambar 6 merupakan hasil perbandingan bandwidth antena Yagi dengan driven batang aluminium dan antena Yagi dengan driven planar. Bandwidth dihitung melalui frekuensi yang mempunyai nilai return-loss ≤ -10 dB. Pengukuran antena Yagi dengan driven batang aluminium menghasilkan bandwidth sebesar 68,3 MHz dengan frekuensi bawah 432,1 MHz dan frekuensi atas 500,4 MHz. Kemudian bandwidth yang dihasilkan dari pengukuran antena Yagi dengan driven planar adalah sebesar 73,8 MHz yaitu dari frekuensi bawah 440 MHz hingga frekuensi atas 513,8 MHz. Berdasarkan hasil pengukuran antena Yagi dengan driven batang aluminium dan driven planar dapat diketahui bahwa nilai bandwidth antena Yagi driven planar lebih besar dibandingkan dengan Nilai bandwidth antena Yagi driven batang aluminium. Bandwidth hasil pengukuran antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar telah memenuhi frekuensi uplink dan frekuensi downlink.

3.4 Pengujian VSWR

Gambar 7 merupakan perbandingan nilai VSWR pengukuran antena Yagi driven batang aluminium dengan antena Yagi driven planar. Hasil pengukuran antena Yagi driven batang aluminium menghasilkan nilai VSWR sebesar 1,11 ketika frekuensi 450 MHz. Sedangkan nilai VSWR yang terukur saat pengukuran antena Yagi driven planar pada frekuensi 450 MHz adalah sebesar 1,22. Hasil pengukuran nilai VSWR antena Yagi driven batang aluminium lebih baik daripada antena Yagi driven planar. Nilai VSWR hasil pengukuran antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$.

3.5 Pengujian Pola Radiasi

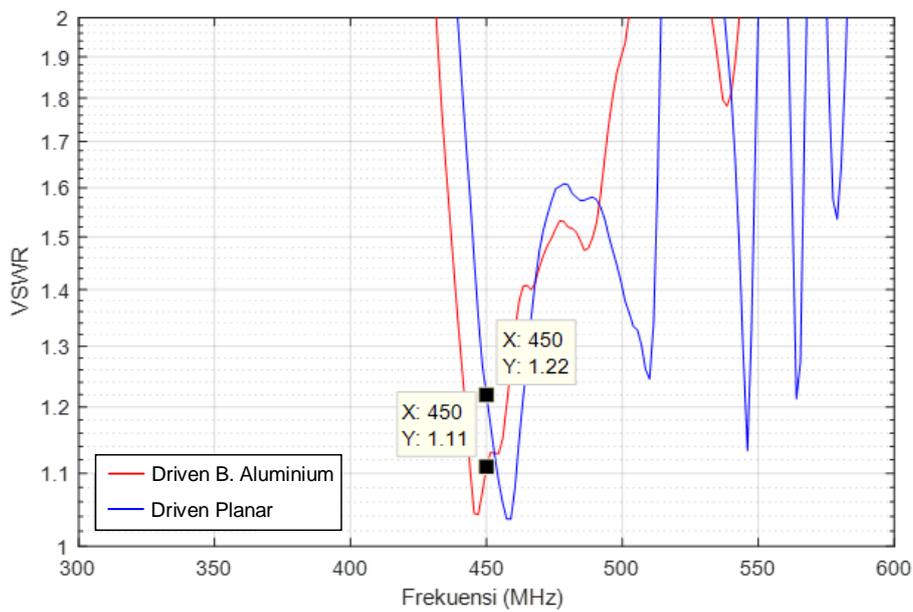
Pengujian parameter Polaradiasi dan Gain antena Yagi 450 MHz dilakukan pada medan jauh (far-field) yang dapat dihitung menggunakan persamaan (10):

$$r > \frac{2 \times D^2}{\lambda} \quad (10)$$

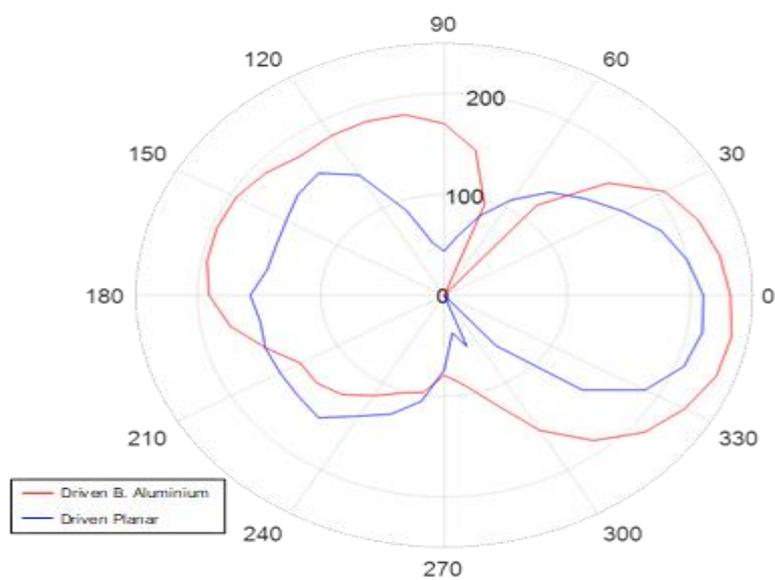
$$r > \frac{2 \times (1065 \text{ mm})^2}{666,67 \text{ mm}}$$

$$r > \frac{2.268.450 \text{ mm}^2}{666,67 \text{ mm}}$$

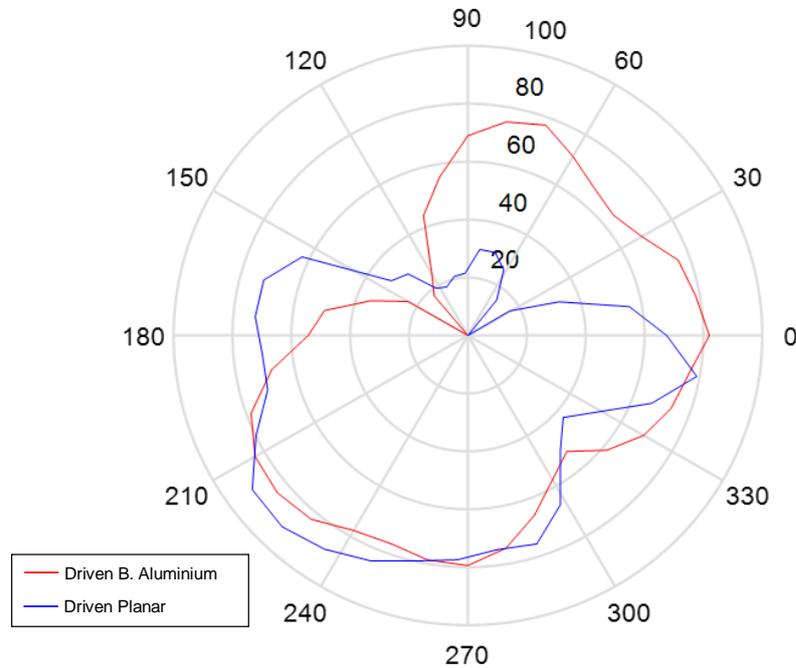
$$r > 3402,66 \text{ mm}$$



Gambar 7. Perbandingan VSWR Pengukuran Antena Yagi Driven batang aluminium dan Antena Yagi Driven planar



Gambar 8. Perbandingan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Yagi Driven batang aluminium dan Antena Yagi Driven planar Secara Horizontal



Gambar 9. Perbandingan Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena Yagi Driven batang aluminium dan Antena Yagi Driven planar Secara Vertikal

Jarak far-field yang didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan (10) adalah sebesar 3402 milimeter atau 3,4 meter. Namun, pengujian nilai return-loss secara real dilakukan dengan jarak far-field sebesar 5 meter.

Pengujian pola radiasi antena dilakukan dengan dua posisi antena yaitu horizontal dan vertikal. Pengujian pola radiasi dilakukan pada frekuensi kerja antena yaitu 450 MHz dengan jarak 3,5 meter berdasarkan farfield dari antena yang diuji. Hasil pengujian pola radiasi antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar baik secara horizontal maupun secara vertikal dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

Gambar 8 merupakan perbandingan hasil pengukuran pola radiasi antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar secara horizontal. Pengukuran antena Yagi driven batang aluminium menghasilkan daya pancar paling besar pada sudut 360° yaitu sebesar $-24,51$ dBm dan daya paling kecil berada pada sudut 60° yaitu $-54,07$ dBm. Kemudian pengukuran pola radiasi antena Yagi driven planar secara horizontal menghasilkan daya pancar paling besar pada sudut 360° yaitu sebesar $-26,17$ dBm dan daya pancar paling kecil pada sudut 300° yaitu sebesar $-46,16$ dBm.

Gambar 9 merupakan perbandingan hasil pengukuran pola radiasi antena Yagi driven batang aluminium dan antena Yagi driven planar secara vertikal. Daya pancar paling besar pada saat pengukuran pola radiasi antena Yagi driven batang aluminium secara vertikal berada di sudut 240° yaitu sebesar $-27,14$ dBm dan daya paling kecil berada pada sudut 140° yaitu $-44,04$ dBm. Kemudian pengukuran pola radiasi antena Yagi driven planar secara vertikal menghasilkan daya

pancar paling besar pada sudut 220° yaitu sebesar $-28,99$ dBm dan daya pancar paling kecil pada sudut 40° yaitu sebesar $-44,21$ dBm. Berdasarkan Gambar 8 dan Gambar 9 pola radiasi dari pengukuran antenna adalah directional.

3.6 Pengujian Gain

Pengujian gain dilakukan menggunakan metode perbandingan yaitu antara gain antenna referensi dengan Antena Under Test (AUT). AUT adalah antenna yang ingin diketahui nilai gain-nya yaitu antenna Yagi driven batang aluminium dan antenna Yagi driven planar. Pengukuran gain antenna Yagi driven batang aluminium dan antenna Yagi driven planar menggunakan antenna log periodic yang memiliki range frekuensi kerja 300 MHz sampai 1000 MHz dengan gain sebesar 7,1 dBi sebagai antenna referensi.

Level daya yang diterima oleh antenna Yagi driven batang aluminium dan antenna Yagi driven planar pada frekuensi 450 MHz adalah yang pertama kali diukur untuk mendapatkan nilai gain antenna. Nilai level daya yang diterima oleh antenna Yagi driven batang aluminium adalah $-25,07$ dBm. Kemudian nilai level daya sebesar $-27,34$ dBm di peroleh dari pengukuran antenna Yagi driven planar. Kemudian setelah mendapatkan level daya yang diterima AUT, selanjutnya dilakukan pengukuran terhadap level daya yang diterima oleh antenna referensi. Level daya yang diterima antenna referensi ketika frekuensi 450 MHz dengan AUT antenna Yagi driven batang aluminium adalah sebesar $-31,28$ dBm dan dengan AUT antenna Yagi driven planar adalah sebesar $-28,42$ dBm.

Tabel 3. Hasil pengukuran level daya yang diterima AUT dan antenna referensi

AUT	Level Daya yang Diterima (dBm)	
	AUT	Antena Referensi
<i>Driven batang aluminium</i>	-25,07	-31,28
<i>Driven planar</i>	-27,34	-28,42

Tabel 3 merupakan hasil pengukuran level daya yang diterima oleh AUT dan antenna referensi. Besar *gain* dari AUT pada frekuensi kerja 450 MHz dihitung menggunakan persamaan 11:

$$G_{AUT} = P_{AUT} - P_{REF} + G_{REF} \quad (11)$$

Gain antenna Yagi *driven batang aluminium* (G_{AUT1})

$$G_{AUT1} = P_{AUT} - P_{REF} + G_{REF}$$

$$G_{AUT1} = (-25,07 \text{ dBm} - (-31,28 \text{ dBm}) + 7,1 \text{ dBi})$$

$$G_{AUT1} = 13,31 \text{ dB}$$

Gain antenna Yagi *driven planar* (G_{AUT2})

$$G_{AUT2} = P_{AUT} - P_{REF} + G_{REF}$$

$$G_{AUT2} = (-27,34 \text{ dBm} - (-28,42 \text{ dBm}) + 7,1 \text{ dBi})$$

$$G_{AUT2} = 8,81 \text{ dB}$$

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan persamaan 11, *gain* antenna Yagi *driven batang aluminium* lebih besar dari pada *gain* antenna Yagi *driven*

4. Kesimpulan

Nilai *return-loss* dan nilai VSWR paling rendah diperoleh pada antenna Yagi 450 MHz dengan elemen *driven* batang aluminium dengan nilai *return-loss* $-25,68$ dB dan VSWR 1.11. *Bandwidth* antenna Yagi 450 MHz dengan paling besar diperoleh oleh antenna Yagi 450 MHz elemen *driven* planar dengan nilai *bandwidth* 78.8 MHz. *bandwidth* antenna Yagi 450 MHz elemen *driven* *planar* lebih besar 10.5 MHz dibandingkan antenna Yagi 450 MHz elemen *driven* batang aluminium. Pola radiasi antenna Yagi *driven batang aluminium* dan antenna Yagi *driven planar* pada pengukuran kedua antenna adalah dengan polarisasi *unidirectional*. Dengan Palaradiasi dengan luasan radiasi terbesar dimiliki oleh antenna Yagi 450 MHz elemen *driven* batang aluminium. *Gain* hasil pengukuran antenna Yagi *driven batang aluminium* lebih tinggi 5.13 dB dari *gain* antenna Yagi *driven planar*, dimana *gain* antenna Yagi *driven batang aluminium* adalah sebesar 13,31 dBi dan *gain* antenna Yagi *driven planar* adalah sebesar 8,18 dBi. Secara keseluruhan kinerja antenna Yagi 450 MHz dengan elemen *driven* batang logam memiliki kinerja paling baik dibandingkan antenna Yagi 450 MHz dengan elemen *driven planar*.

5. Daftar Pustaka

- [1]. Ismail (2019). Peraturan Direktur Jenderal Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika Nomor 5 Tahun 2019. p.13.
- [2] <https://halberdbastion.com/technology/cellular/4g-lte/lte-frequency-bands/b31-450-mhz> (Akses 31-10-2023)
- [3] Balanis, C. A. (2005). Antena Theory Analysis and Design [Third Edition] (3rd ed.)
- [4] Setiyawan, J., Imansyah, F., & Suryadi, D. (2018). Pengaruh Penggunaan 4 MODEL Refektor Terhadap Penguatan Sinyal pada Antena Yagi Studi Kasus pada WiFi 2.4 GHZ. 2.
- [5] Rahayu, Y., & Asido, Y. (2017). Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Patch dengan Slot Robot Head untuk Aplikasi 4G LTE. Seminar Nasional Dan Expo Teknik Elektro 2017, 158–162.