

PERANCANGAN ANTENA *BOWTIE* SEBAGAI PENERIMA SIARAN TELEVISI DIGITAL PADA RENTANG FREKUENSI UHF (*ULTRA HIGH FREQUENCY*)

Enggar Hindami Hadyan^{*)}, Imam Santoso, Teguh Prakoso

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)Email : hindamihadyanenggar@gmail.com}

Abstrak

Antena *bowtie* adalah salah satu jenis dari antena *dipole biconical* karena antena *bowtie* merupakan bentuk lempeng dari antena *biconical*. Antena *bowtie* ini memiliki beberapa keunggulan antara lain berbentuk sederhana, berpita lebar dan mudah untuk dibuat. Antena *bowtie* memiliki lebar pita antara 17-40%. Untuk mendapatkan keuntungan-keuntungan tersebut, perlu memperhatikan beberapa parameter antena seperti pola radiasi, *voltage standing wave ratio* (VSWR), lebar pita dan $|S_{11}|$. Frekuensi, *gain* serta cakupan antena juga merupakan parameter yang penting untuk antena *bowtie*. Namun hal yang paling berpengaruh bagi kinerja antena *bowtie* adalah bentuk, ukuran antena dan strukturnya. Pada penelitian ini dilakukan perancangan antena *bowtie* dengan frekuensi resonansi pada frekuensi UHF 600 MHz. Antena *bowtie* yang difabrikasi memiliki ketebalan 0,3 mm, ukuran sisi elemen terpanjang sebesar 50 cm dengan besar sudut 120° . Jarak antara elemen sebesar 2 cm dan jarak antara elemen antena dengan reflektor adalah 12,5 cm. Antena hasil fabrikasi tersebut kemudian diuji di laboratorium untuk mendapatkan nilai VSWR dan besar daya penerimaannya serta antena juga diujikan sebagai penerima siaran televisi digital di Kota Semarang. Dari hasil pengujian didapatkan nilai VSWR antena sebesar 1,02 lebih baik dari antena pembanding PF Indoor HD14 dengan nilai VSWR 1,28. Lebar pita dari hasil pengujian sudah memenuhi teori besar lebar pita antena *bowtie* yaitu sebesar 24,8%. Hasil pengujian sebagai penerima siaran televisi digital untuk lima kanal, antena *bowtie* memiliki kinerja yang lebih baik dari antena pembanding PF Indoor HD14 dengan rerata nilai kekuatan sinyal sebesar 71% dan rerata nilai kualitas sinyal 77,4% dibandingkan dengan rerata nilai kekuatan dan kualitas sinyal PF Indoor HD sebesar 64,2% dan 70,4%.

Kata kunci: Antena bowtie, parameter antena, UHF, VSWR

Abstract

Bowtie antenna is one kind of biconical dipole antenna because the antenna is a planar form of biconical antenna. The bowtie antenna has several advantages such as simple structure, broadband and easy to be manufactured. Bowtie antenna has a wide band between 17-40%. To get these benefits, need to pay attention to some of the antenna parameters such as radiation pattern, Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), bandwidth and return loss. Frequency, antenna gain and coverage is also an important parameter for bowtie antenna. But the most influential parameter for bowtie antenna performance is the shape, size and antenna structure. In this research, designed a bowtie antenna with a resonant frequency at 600 MHz UHF frequency. The fabricated bowtie antenna has a thickness of 0.3 mm, the size of the longest side is 50 cm with a 120° degree angle. The distance between elements is 2 cm and the distance of the antenna's elements to the reflector is 12.5 cm. Antenna's fabrication results are then tested in the laboratory to get the value of VSWR and received power as well as the antenna also tested as a digital television receiver in Semarang City. From the test results, obtained VSWR value 1.02 better than the comparison antenna PF Indoor HD14 with 1.28 VSWR. Bandwidth's test results have already met to the bowtie antenna's theoretical bandwidth that is equal to 24.8%. The test results as a television receiver for five channels, bowtie antenna also has a better performance than the comparison antenna PF Indoor HD14 with the average value of the signal strength of 71% and the average value of the signal quality of 77.4% compared to the average value of signal strength and quality of PF Indoor HD about 64.2% and 70.4%.

Keywords: Bowtie antenna, antenna parameter, UHF, VSWR

1. Pendahuluan

Antena *bowtie* adalah salah satu jenis dari antena *dipole biconical* karena antena *bowtie* merupakan bentuk planar

dari antena *biconical* yang dapat bekerja pada frekuensi 1-2 GHz [1] bahkan juga dapat bekerja pada rentang 6,7 GHz hingga 12,45 GHz [2]. Antena *bowtie* ini memiliki

beberapa keunggulan antara lain berbentuk sederhana, berpita lebar dan mudah untuk dibuat [3]. Sebelumnya telah ada penelitian mengenai antenna *bowtie*, namun penelitian tersebut masih terbatas pada antenna *bowtie* mikrostrip yang digunakan untuk komunikasi nirkabel [4]. Antenna *bowtie* yang berupa antenna mikrostrip dapat berfungsi sebagai pembaca *Radio Frequency Identification* (RFID) dengan frekuensi 2,5 GHz yang bekerja pada *Ultra High Frequency* (UHF) dengan rentang 860-960 MHz [5]. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan dibuat antenna *bowtie* yang diaplikasikan sebagai penerima sinyal televisi digital dengan rentang frekuensi 550-650 MHz berbahan dasar logam. Adapun rancangan antenna *bowtie* akan memperhatikan beberapa parameter seperti frekuensi resonansi, lebar pita, VSWR, $|S_{11}|$, *gain*, dan pola radiasi antenna menggunakan perangkat *Signal Generator*, *Modulation Analyzer* dan SWR meter. Perancangan ini akan disimulasikan terlebih dahulu dengan perangkat lunak.

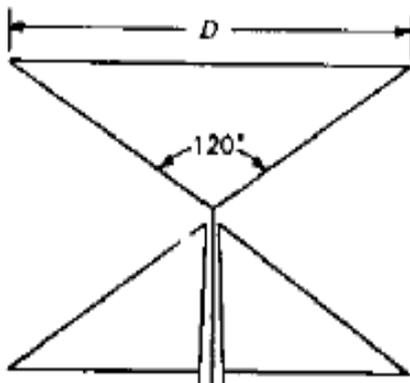
2. Metodologi

2.1. Dasar Perancangan Antena

Perancangan antenna *bowtie* ini didasarkan pada persamaan yang dirumuskan oleh Brown dan Woodward yang dapat dilihat pada Gambar 1.

$$D \sim \lambda \quad (1)$$

Dengan λ (*lamda*) adalah panjang gelombang dan D adalah sisi terpanjang dari elemen antenna *bowtie*.



Gambar 1. Elemen pada *bowtie*

Rumus di atas sudah sesuai dengan teori Brown dan Woodward dimana panjang sisi D dari antenna *bowtie*

sama dengan panjang gelombangnya jika sudut antenna tersebut sebesar 120° [6].

2.2. Simulasi dengan Perangkat Lunak CST Studio Suite 2011

2.2.1. Perencanaan Bahan Konduktor

Logam konduktor yang digunakan adalah seng (*zinc*) karena nilai-nilai parameter antenna yang dihasilkan pada simulasi hasilnya bagus serta harganya yang murah dan mudah didapatkan. Logam konduktor yang digunakan dalam perancangan ini adalah dalam bentuk lempengan seng dengan tebal 0,3 mm.

2.2.2. Perencanaan Pita Frekuensi Antena

Sebelum merencanakan pita frekuensi suatu antenna, harus ditentukan terlebih dahulu untuk apa antenna tersebut akan diimplementasikan. Dalam penelitian ini, antenna *bowtie* akan diimplementasikan untuk penerima siaran televisi digital UHF. Antenna *bowtie* ini dirancang pada frekuensi resonansi 600 MHz untuk UHF.

2.2.3. Perancangan Dimensi Antena

Dimensi antenna yang akan dibuat mengacu pada frekuensi tengah yang telah ditentukan yaitu 600 MHz. Setelah dihitung menggunakan rumus $\lambda = c/f$, maka didapatkan nilai λ sesuai perhitungan di bawah ini.

$$\lambda = c/f$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{600 \cdot 10^6 \text{ Hz}}$$

$$\lambda = 0,50 \text{ meter atau } 50 \text{ cm}$$

Setelah mengetahui nilai λ , langkah selanjutnya adalah menghitung panjang sisi yang akan digunakan untuk membuat antenna *bowtie* dengan menggunakan rumus Brown dan Woodward.

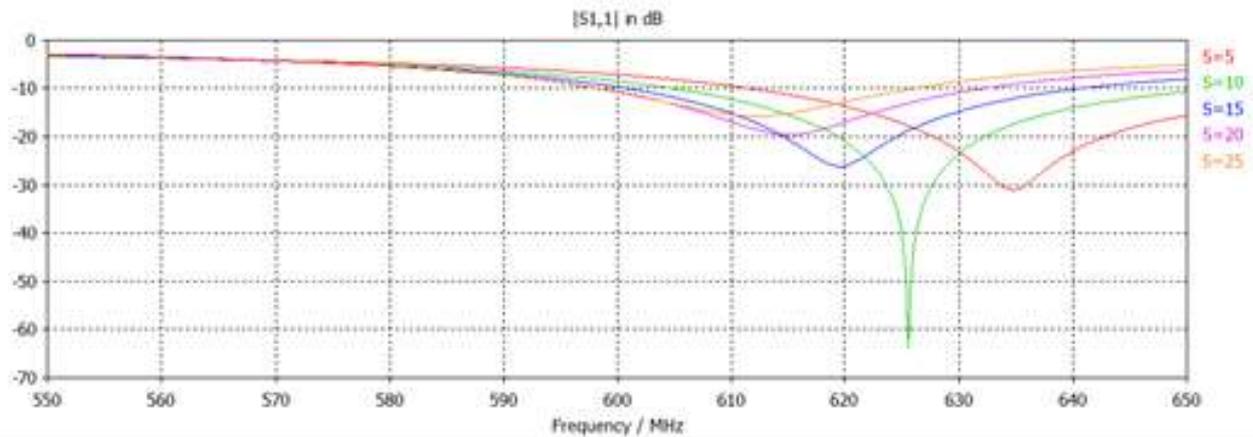
$$D = \lambda$$

$$D = 0,50 \text{ m}$$

$$S = 50 \text{ cm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat dilihat bahwa panjang sisi terpanjang untuk antenna *bowtie* adalah 50 cm dengan besar sudut 120° .

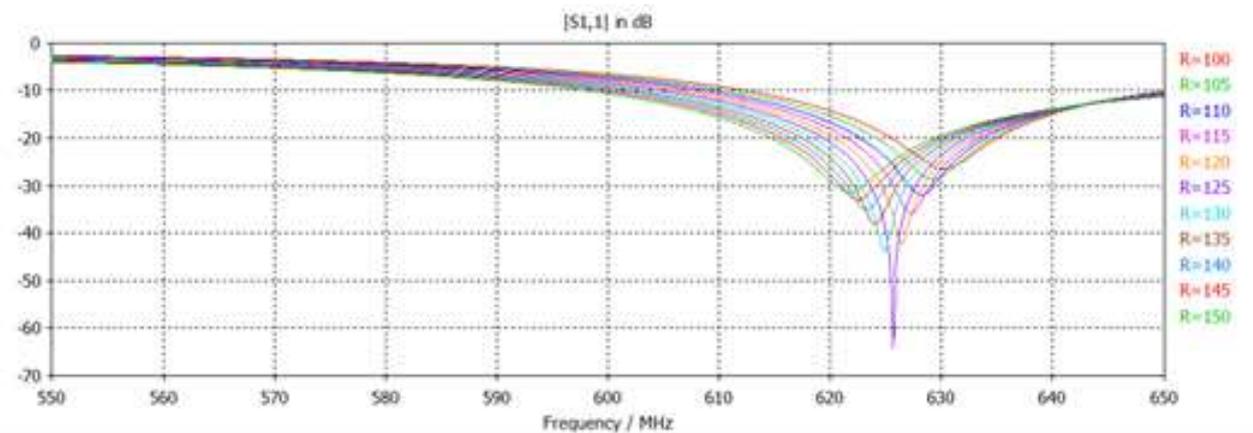
Setelah diketahui ukuran elemen antenna *bowtie* kemudian dibuat satu buah lagi elemen antenna dengan jarak antar sebesar 2 mm. Hasil tersebut didapat dari analisis *parameter sweep* di CST 2011. Hasil tersebut adalah hasil terbaik karena memiliki nilai $|S_{11}|$ terkecil sesuai dengan Gambar 2.



Gambar 2. Hasil parameter sweep jarak antar elemen bowtie

Setelah mendesain antenna *bowtie*, selanjutnya mendesain reflektor dengan ukuran panjang dan lebarnya sama dengan dimensi dari antenna *bowtie*. Jarak antara antenna *bowtie* dengan reflektornya juga terlebih dulu dianalisis

dengan parameter sweep dan didapat hasil terbaik sebesar 12,5 cm seperti pada Gambar 3 karena nilai $|S_{11}|$ di 125 mm memiliki nilai terkecil..



Gambar 3. Hasil parameter sweep jarak elemen dengan reflektor

Berdasarkan perhitungan di atas menggunakan Persamaan 1 dan simulasi yang telah dilakukan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2011 didapatkan spesifikasi antenna *bowtie* yaitu:

Tabel 1. Perbandingan spesifikasi antenna

Spesifikasi	Nilai
Panjang sisi terpanjang bowtie (cm)	50
Besar sudut antenna bowtie ($^{\circ}$)	120
Jarak antar antenna dengan reflektor (cm)	12,5
Panjang reflektor (cm)	30
Lebar reflektor (cm)	50
VSWR	1,001
$ S_{11} $ (dB)	-63,98
Pola radiasi	Directional

Dari spesifikasi di atas, antenna *bowtie* difabrikasi dan di bawah ini adalah hasil fabrikasinya.



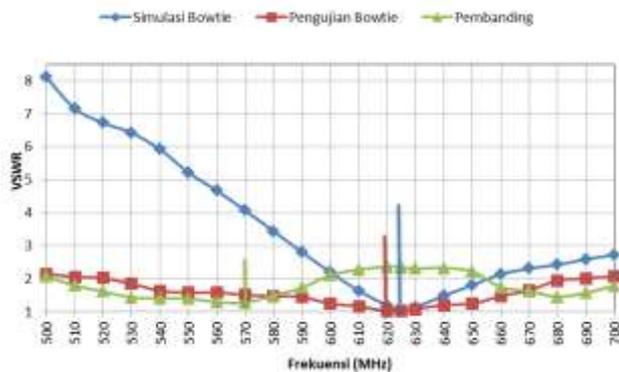
Gambar 4. Antena *bowtie* hasil fabrikasi

3. Hasil dan Analisa

Parameter kinerja antenna yang diujikan yaitu VSWR dan daya penerimaan. Dari VSWR dan daya penerimaan daya didapatkan $|S_{11}|$, frekuensi resonansi, frekuensi operasi, lebar pita, *gain* dan pola radiasi. Hasil pengujian selanjutnya akan dibandingkan dengan hasil simulasi dan hasil pengujian antenna pembanding PF Indoor HD14

3.1. Hasil Pengujian VSWR

Nilai VSWR simulasi antenna *bowtie* didapat dari perangkat lunak CST *Studio Suite 2011*, sedangkan nilai VSWR fabrikasi antenna *bowtie* dan antenna pembanding didapat dari pengujian di laboratorium menggunakan alat ukur SWR meter *SX Diamond 1000*. Gambar 5 merupakan grafik hasil pengujian dan simulasi VSWR. antenna *bowtie* dibandingkan dengan hasil pengujian antenna pembanding PF Indoor HD14.



Gambar 5. Perbandingan nilai VSWR

Dari gambar di atas dapat diketahui frekuensi resonansi antenna pembanding berada pada frekuensi 570 Mhz. Sedangkan frekuensi resonansi dari hasil pengujian antenna bowtie berada pada frekuensi 620 MHz. Hasil dari

pengujian antenna *bowtie* berbeda dengan hasil simulasi karena frekuensi resonansi dari hasil simulasi ada di frekuensi 625,6 MHz. Namun walaupun berbeda dari hasil simulasi sudah dapat diperkirakan di frekuensi mana antenna *bowtie* akan beresonansi.

Selain dapat diketahui frekuensi resonansi, dari nilai VSWR juga bisa didapat nilai $|S_{11}|$ dengan cara mencari koefisien refleksinya. Koefisien refleksi dapat dicari dengan menggunakan persamaan di bawah. Di bawah ini adalah contoh perhitungan koefisien refleksi pada antenna *bowtie*.

$$|\Gamma| = (VSWR - 1) / (VSWR + 1)$$

$$|\Gamma| = (1,1 - 1) / (1,1 + 1)$$

$$|\Gamma| = 0,05$$

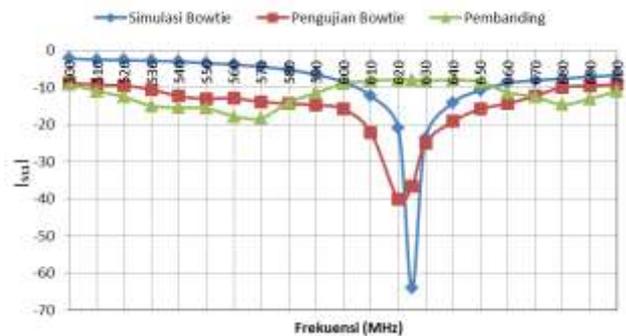
Setelah koefisien refleksinya diketahui, nilai $|S_{11}|$ dapat ditentukan dalam bentuk logaritmik. Di bawah ini adalah contoh perhitungan $|S_{11}|$ pada antenna *bowtie*.

$$|S_{11}| = 20 \log |\Gamma|$$

$$|S_{11}| = 20 \log |0,05|$$

$$|S_{11}| = -26,02 \text{ dB}$$

Nilai VSWR dari antenna *bowtie* dan antenna pembanding PF Indoor HD14 pada setiap frekuensi dihitung dengan rumus di atas. Berdasarkan hasil perhitungan persamaan-persamaan di atas, didapatkan nilai $|S_{11}|$ dari hasil pengujian antenna *bowtie* dan antenna pembanding PF Indoor HD14 yang disajikan dalam grafik seperti terlihat pada Gambar 6.

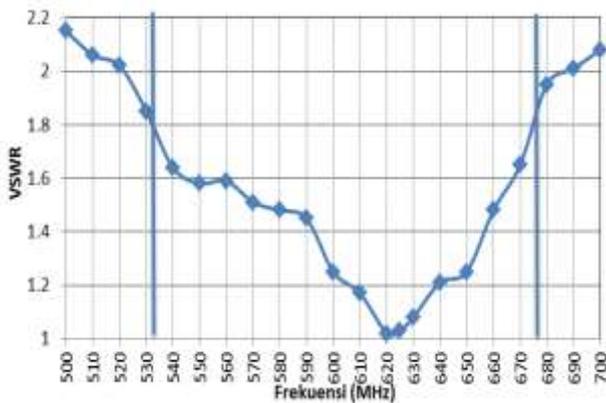


Gambar 6. Perbandingan nilai $|S_{11}|$

Berdasarkan Gambar 6 di atas, dapat diketahui bahwa VSWR antenna *bowtie* lebih baik dari antenna pembanding walaupun hasilnya berbeda dengan hasil simulasi. Namun grafik hasil simulasi dengan hasil pengujian memiliki bentuk pola yang sama dan dari hasil simulasi dapat diprediksi besar frekuensi yang memiliki nilai $|S_{11}|$ terkecil

Dari nilai VSWR ini juga dapat diketahui rentang frekuensi operasi dan lebar pita dari antenna *bowtie* yang telah difabrikasi. Rentang frekuensi operasi dapat diketahui dengan melihat nilai VSWR dari hasil

pengujian antenna *bowtie* dan lebar pita dapat diketahui dari selisih nilai frekuensi operasi tertinggi dan terendah. Nilai VSWR yang baik adalah yang tidak lebih dari 1,8. Sehingga frekuensi yang termasuk dalam frekuensi operasi adalah frekuensi yang memiliki nilai VSWR di bawah dua. Rentang frekuensi dari antenna *bowtie* hasil fabrikasi dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Frekuensi operasi antenna adalah rentang frekuensi di mana sebuah antenna dapat dengan baik menerima suatu siaran televisi. Namun, sebuah antenna juga masih dapat menerima sinyal siaran televisi pada frekuensi di luar frekuensi operasi antenna tersebut.



Gambar 7. Frekuensi operasi antenna *bowtie*

Dari Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa antenna *bowtie* yang telah dibuat memiliki frekuensi operasi dari 530 MHz hingga 680 MHz. Dengan demikian lebar pita dari antenna *bowtie* ini adalah 150 MHz didapatkan dari selisih nilai frekuensi operasi tertinggi dan terendah. Lebar pita tersebut sudah tergolong lebar karena memiliki lebar sebesar 24,8%. Nilai tersebut didapatkan dari perhitungan di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 BW &= \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \\
 &= \frac{680 - 530}{605} \times 100\% \\
 &= 24,8\%
 \end{aligned}$$

3.2. Hasil Pengujian Daya Penerimaan

Pengujian data penerimaan menggunakan alat pembangkit sinyal *Hewlett Packard* 8656B yang merupakan perangkat pemancar dan sebuah penganalisa modulasi *Hewlett Packard* 8901A yang merupakan perangkat penerima sinyal. Dari hasil pengujian daya penerimaan dapat diketahui nilai *gain* dan pola radiasi. Nilai *gain* antenna *bowtie* yang didapat dari hasil simulasi perangkat lunak CST 2011 adalah 5,338 dB.

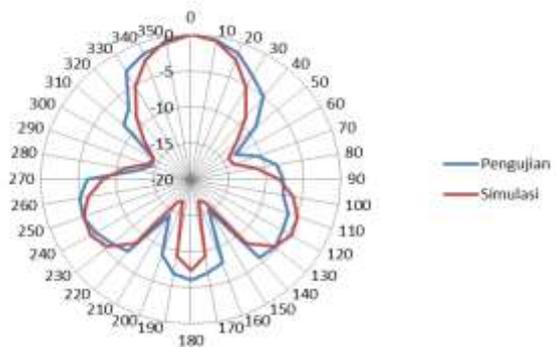
Dalam penelitian ini digunakan antenna *folded dipole* sebagai antenna referensi dengan *gain* yang tertera pada

pita UHF sebesar 3,75 dB. Perhitungan *gain* antenna *bowtie* pada pita UHF sesuai dengan hasil yaitu:

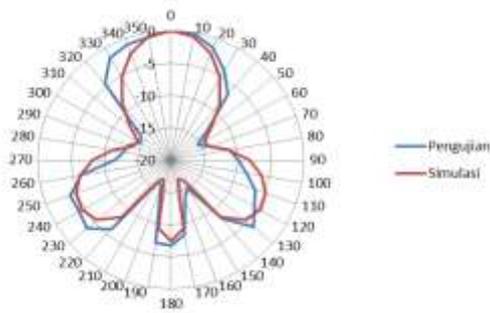
$$\begin{aligned}
 G(dBi) &= G_{ref}(dBi) + P_U(dBm) - P_R(dBm) \\
 P_U &= 10 \log(2,808 \text{ mW}) = 4,48 \text{ dBm} \\
 P_R &= 10 \log(1,267 \text{ mW}) = 1,03 \text{ dBm} \\
 G &= 3,75 + 4,48 - 1,03 = 7,2 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Dari hasil di atas terlihat bahwa antenna *bowtie* memiliki *gain* 7,2 dB pada pita UHF. Dari hasil simulasi maupun pengukuran dan perhitungan terlihat bahwa nilai *gain* antenna uji lebih besar daripada antenna referensinya yang menandakan bahwa antenna uji lebih baik daripada antenna referensi. Namun terlihat pula bahwa hasil perhitungan *gain* antenna berbeda dengan hasil simulasinya. Adanya perbedaan tersebut dapat disebabkan karena kurang akuratnya merealisasikan dimensi antenna *bowtie* terhadap dimensi antenna pada simulasi, sehingga menimbulkan adanya nilai-nilai dimensi baru yang tidak tercakup dalam hasil *trial and error* sebelumnya, yang dapat menghasilkan nilai *gain* antenna yang lebih lebar dibandingkan hasil simulasinya. Penyebab perbedaan lainnya adalah kurang teliti dalam mengatur jarak serta memposisikan antenna pada saat pengujian daya terima, sehingga mengakibatkan nilai level daya yang diterima terlalu besar ataupun terlalu kecil daripada pengujian yang sebelumnya.

Selanjutnya adalah pengujian pola radiasi, pola radiasi yang diujikan pada penelitian ini adalah pola radiasi pada bidang azimuth $\phi = 0^\circ$ ($\theta = 0^\circ$ sampai dengan 360°) dan pada bidang elevasi $\phi = 90^\circ$ ($\theta = 0^\circ$ sampai dengan 360°). Pada pengujian bidang azimuth antenna referensi diputar pada bidang horizontal antenna uji sedangkan pengujian bidang elevasi antenna referensi diputar pada bidang vertikal antenna uji.



Gambar 8. Hasil pengujian pola radiasi azimuth antenna *bowtie*

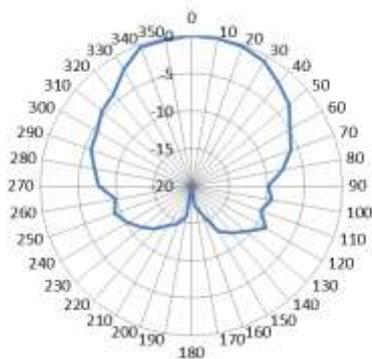


Gambar 9. Hasil pengujian pola radiasi elevasi antenna *bowtie*

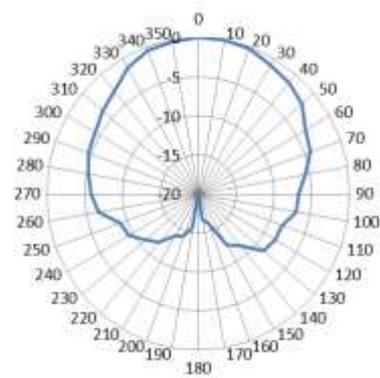
Pengujian pola radiasi ini bertujuan untuk mengetahui pola pancaran dari antenna *bowtie*. Dengan mengetahui pola radiasi dapat ditentukan jenis antenna berdasarkan pola radiasinya yaitu *directional* di mana antenna hanya memiliki satu arah penerimaan saja yang kuat sedangkan *omnidirectional*, antenna memiliki penerimaan yang kuat dari segala arah. Untuk antenna televisi dapat berupa antenna *directional* maupun antenna *omnidirectional*.

Perbandingan pola radiasi dalam satuan dB pada Gambar 8 dan 9 antara simulasi dengan pengujian memiliki pola yang sama. Pola radiasi di atas menunjukkan antenna *bowtie* yang telah dibuat bersifat *directional* karena hanya memiliki satu arah penerimaan yang kuat sehingga ketika melakukan pengaplikasian ke televisi, antenna perlu diarahkan terlebih dahulu untuk mendapatkan kualitas siaran yang baik.

Pada pengujian pola radiasi antenna pembanding PF Indoor HD14, antenna referensi digunakan sebagai pemancar sinyal dan antenna pembanding digunakan sebagai penerima sinyal. Gambar 10 dan 11 merupakan hasil pengujian pola radiasi.



Gambar 10. Hasil pengujian pola radiasi azimuth antenna pembanding PF indoor HD 14



Gambar 11. Hasil pengujian pola radiasi elevasi antenna pembanding PF indoor HD 14

Gambar 9 dan 10 menunjukkan pola radiasi yang dimiliki oleh antenna pembanding. Hasil tersebut menunjukkan bahwa antenna pembanding memiliki pola radiasi *directional*.

3.3. Analisis Hasil Pengujian Antenna

Hasil dari pengujian akan dianalisis dan dibandingkan dengan spesifikasi antenna televisi dan antenna *bowtie* yang baik. Di bawah ini adalah tabel spesifikasi antenna *bowtie* saat simulasi dan setelah fabrikasi serta antenna pembanding PF indoor HD14.

Tabel 2. Perbandingan spesifikasi antenna

Parameter	Antena <i>Bowtie</i>		Antena Pembanding
	Simulasi	Fabrikasi	
VSWR	1,001	1,02	1,28
S ₁₁ (dB)	-63,98	-40,08	-18,21
Fr (MHz)	625,6	620	570
Fo (MHz)	603-655	530-680	510-590
BW (%)	8,2	24,8	14,5
Gain (dB)	5,3	7,2	4,55
Pola radiasi	<i>Directional</i>		

Ket : Fr = frekuensi resonansi; Fo = frekuensi operasi;
BW = lebar pita

Dari tabel di atas dilihat dari semua parameter antenna *bowtie* hasil fabrikasi memiliki hasil yang paling baik dibandingkan dengan antenna *bowtie* hasil simulasi dan antenna pembanding PF Indoor HD14. Perbedaan antara hasil simulasi dan fabrikasi disebabkan oleh proses fabrikasi antenna karena sangat sensitifnya dimensi antenna. Hasil *parameter sweep* menunjukkan bahwa pergeseran 0,5 cm saja dapat menghasilkan hasil yang berbeda. Selain itu laboratorium yang digunakan sebagai tempat pengujian tidak bebas gangguan sehingga masih ada sinyal lain yang ada di sekitar medan pengujian yang dapat mengganggu proses pengujian. Hasil antenna fabrikasi yang lebih baik daripada hasil simulasi disebabkan adanya penambahan komponen *balun* pada antenna hasil fabrikasi yang dapat meningkatkan kinerja antenna *bowtie*.

Tabel 3. Perbandingan spesifikasi antena *bowtie* dengan spesifikasi minimum antena

Parameter	Spesifikasi	Antena <i>Bowtie</i>
VSWR	< 1,8	1,02
S ₁₁	< -10 dB	-40,08 dB
F0	478-698 MHz	530-680 MHz
BW	17-40%	24,8%

Tabel 4. Penerimaan siaran TV digital di Kota Semarang

Stasiun TV Digital	Kekuatan Sinyal (%)		Kualitas Sinyal (%)	
	Antena Uji	Antena Pembanding	Antena Uji	Antena Pembanding
TVRI Nasional Ch. 28	74	66	81	77
TVRI Jateng Ch. 28	79	74	90	81
TVRI Budaya Ch. 28	79	74	86	81
TVRI Olahraga Ch. 28	87	74	90	77
Metro TV HD Ch. 38	36	33	40	36

Spesifikasi antena *bowtie* yang telah difabrikasi juga akan dibandingkan dengan spesifikasi minimum sebuah antena penerima siaran televisi dan spesifikasi minimum yang harus dicapai oleh sebuah antena *bowtie*. Tabel perbandingannya disajikan pada Tabel 3.

Antena yang difabrikasi telah memenuhi spesifikasi sebuah antena televisi dan antena *bowtie*. Salah satu parameter yang perlu diperhatikan adalah lebar pita. Lebar pita yang ada pada Tabel 4 adalah lebar pita yang dapat dihasilkan oleh sebuah antena *bowtie* dengan lebar pita minimal yang dapat dihasilkan adalah 17% [2] sedangkan lebar pita antena *bowtie* hasil fabrikasi memiliki lebar pita 24,8% sehingga memenuhi nilai minimum lebar pita. Pada parameter frekuensi operasi, antena hasil fabrikasi belum mencakup semua rentang frekuensi yang ada pada frekuensi operasi televisi digital karena rentang tersebut merupakan rentang frekuensi siaran televisi digital nasional. Sehingga hal tersebut tidak berpengaruh terhadap kinerja antena *bowtie* di Kota Semarang karena di wilayah Kota Semarang hanya ada dua frekuensi siaran televisi digital yaitu pada frekuensi 530 MHz dan 610 MHz.

3.4. Hasil Pengujian Pada Televisi Digital

Pengujian pada siaran televisi digital UHF dilakukan di wilayah Mulawarman, Tembalang, Kota Semarang. Kanal saluran televisi digital yang dapat diterima di wilayah tersebut adalah kanal 28 (frekuensi 530 MHz) dan kanal 38 (frekuensi 610 MHz). Dua kanal tersebut berisi lima siaran televisi digital yaitu siaran TVRI Nasional, TVRI Jateng, TVRI Budaya, TVRI Olahraga dan Metro TV HD. Hasil pengujian siaran televisi digital TVRI Nasional ditampilkan pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan antena uji memiliki hasil yang lebih baik dari antena pembandi secara kuantitas nilai kekuatan sinyal dan kualitas sinyal, namun dari segi kualitas gambar siaran televisi, kedua antena memiliki

hasil sama karena sifat TV digital yang selalu menghasilkan gambar yang jernih.

4. Kesimpulan

Antena *bowtie* adalah antena *directional* yang memiliki nilai *gain* yang tinggi antara 17-40%, pada perancangan kali ini didapatkan *gain* 24,8% sehingga sesuai dengan spesifikasi *gain* antena *bowtie*. Nilai |S₁₁| yang sangat rendah sebesar -40,08 dB dengan spesifikasi minimal -10 dB, membuat antena *bowtie* memiliki kesesuaian impedansi yang baik. Antena *bowtie* hasil perancangan pada penelitian ini sudah terbukti lebih baik kinerjanya dibandingkan dengan antena pembanding setelah diuji sebagai penerima siaran televisi digital.

Adanya perbedaan pada hasil simulasi dan pengukuran dalam perancangan antena ini dapat disebabkan karena kurang akuratnya dalam memodelkan dimensi-dimensi antena dan dalam menentukan jarak ukur dalam pengujian antena karena karakteristik dimensi antena *bowtie* sensitif yang telah dibuktikan dengan *parameter sweep* di perangkat lunak CST 2011. Perbedaan yang hanya 0,5 cm saja dapat menghasilkan selisih besar |S₁₁| hingga -20 dB.

Antena *bowtie* ini masih dapat dikembangkan lagi untuk penelitian mendatang dengan bahan dasar selain seng misalkan aluminium. Pengembangan lain yang memungkinkan adalah seperti variasi bentuk dan dimensi antena. Selain itu pengujian antena pada ruang bebas gema akan membuat data hasil pengujian lebih akurat sehingga perbedaan dengan hasil simulasi tidak terlalu jauh.

Selain itu pembuatan *port* pada simulasi dan pengujian harus sama karena dapat menyebabkan pergeseran frekuensi yang dapat terjadi pada penelitian ini. *Port* pada simulasi berupa *discrete port* sedangkan *port* pada pengujian adalah *waveguide port*. Keterbatasan pada simulasi antena untuk menggunakan *waveguide port* disebabkan *waveguide port* digunakan untuk sebuah

bidang dan tidak dapat digunakan untuk menghubungkan dua buah titik. Karena antenna *bowtie* memiliki dua sisi, pada simulasi membutuhkan *discrete port* yang dapat menghubungkan dua titik dari kedua sisi elemen antenna.

Referensi

- [1]. J. Suryana, A. B. Suksmono, and T. R. Mengko. "Time Domain Characterization of 1-2 GHz Circular-ended Bowtie Antenna Using Normalized Impulse Response," *Makara Seri Teknol.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–30, 2005.
- [2]. A. A. Eldek, A. Z. Elsherbeni, and C. E. Smith, "Wideband microstrip-fed printed bow-tie antenna for phased-array systems," *Microw. Opt. Technol. Lett.*, vol. 43, no. 2, pp. 123–126, 2004
- [3]. K. Singh, Y. Kumar, and S. Singh, "A modified bow tie antenna with U-shape slot for Wireless applications," *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 10, pp. 158–162, 2012.
- [4]. Y. Tawk, K. Y. Kabalan, A. El-Hajj, C. G. Christodoulou, and J. Costantine, "A simple multiband printed bowtie antenna," *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 7, pp. 557–560, 2008.
- [5]. K. R. Mahmoud, "Design Optimization of a Bow-Tie Antenna for 2.45 GHz RFID Readers Using a Hybrid BSO-NM Algorithm," *Prog. Electromagn. Res. PIER 100*, pp. 105–117, 2010.
- [6]. K. John Daniel, *Antennas*. New York: McGraw-Hill, International, 1988.