

PERBANDINGAN EFISIENSI ANTENA HORN KONIKAL DENGAN BERBAGAI BAHAN UNTUK APLIKASI WIRELESS LAN 2,4 GHz

Shannaz Natia¹, Budi Aswoyo²

¹Mahasiswa Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jurusan Teknik Telekomunikasi

²Politeknik Elektronika Negeri Surabaya Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS, Surabaya 60111

e-mail : shannataya_nay@yahoo.com

Abstrak

Antena Horn Konikal merupakan antena celah (*aperture antenna*) berbasis saluran pandu gelombang lingkaran (*circular waveguide*) dengan bentuk akhir antena ini menyerupai kerucut, yang mulutnya melebar ke arah bidang medan listrik (E) dan bidang magnet (H). Dalam Proyek Akhir ini akan dilakukan perancangan dan pembuatan antena Horn Konikal pada frekuensi 2,4 GHz. Pada Proyek Akhir ini akan dibuat tiga buah antena Horn Konikal berukuran sama (diameter = 9 cm) dengan tiga bahan yang berbeda, yaitu aluminium, seng, tembaga. Dari ketiga antena tersebut akan dibandingkan efisiensi dengan cara pengukuran direktivitas dan penguatan (*gain*) dari masing – masing antena. Ketiga antena tersebut diimplementasikan pada aplikasi *video conference* pada jaringan *wireless LAN (WLAN) 2,4 GHz*. Pencatu (*driver*) antena ini menggunakan *USB Adapter WiFi*.

Proyek Akhir ini mempunyai bentuk pola radiasi yang hampir sama, menghasilkan HPBW sebesar 25° pada bidang-H, dan 24° pada bidang-E. Direktivitas yang dihasilkan sebesar 18,37 dB untuk ketiga antena. Penguatan (*gain*) untuk antena bahan tembaga sebesar 16,15 dB, aluminium sebesar 14,15 dB, dan untuk antena bahan seng menghasilkan penguatan (*gain*) sebesar 10,15 dB. Sehingga efisiensi yang dihasilkan untuk bahan tembaga sebesar 59,94%, antena bahan aluminium sebesar 37,82%, dan untuk antena bahan seng menghasilkan efisiensi sebesar 15,05%. Berdasarkan hasil pengukuran parameter QoS pada implementasi *WLAN 2,4 GHz*, peningkatan nilai *delay* terjadi pada saat siang hari. Nilai *delay*, *jitter*, dan *throughput* yang terjadi sesuai dengan standar ITU yang telah ditetapkan, sehingga ketiga antena tersebut masih layak digunakan untuk *video conference*.

Kata kunci: Antena Horn Konikal, *circular waveguide*, *wireless LAN (WLAN) 2,4 GHz*, *USB Adapter WiFi*

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan komunikasi sangatlah tinggi. Untuk itulah perkembangan teknologi komunikasi sangat diperlukan. Di antaranya adalah penggunaan teknologi *wireless* sebagai penunjang kelancaran komunikasi. Teknologi

ini banyak dipakai karena selain murah juga dirasa lebih efisien karena tidak memerlukan kabel dalam konfigurasi. Pada sistem komunikasi *wireless* dibutuhkan peranan antena dalam proses transmisi data. Karena dengan antena, gelombang elektromagnet dapat diterima dan ditransmisikan.

Dalam pembuatan antena diperlukan pemilihan bahan berdasarkan parameter tertentu. Parameter bahan tersebut meliputi konduktivitas, permeabilitas, dan permitivitas. Konduktivitas adalah parameter bahan yang sangat berpengaruh dalam pembuatan antena sehingga diperlukan konduktivitas yang maksimal untuk mengoptimalkan efisiensi antena.

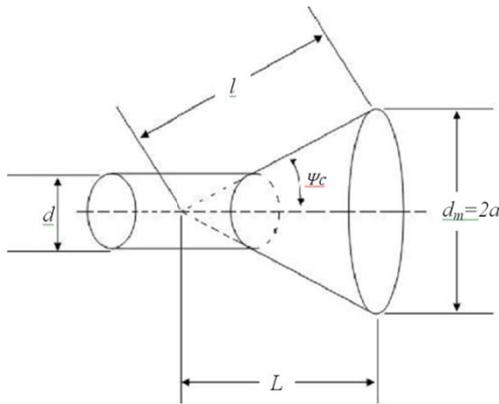
Pada proyek akhir ini akan dibuat tiga buah antena Horn Konikal berukuran sama dengan tiga bahan yang berbeda. Ketiga bahan tersebut yaitu tembaga, seng, dan aluminium. Dari ketiga antena tersebut akan dibandingkan efisiensinya dengan cara pengukuran direktivitas dan penguatan (*gain*) dari masing – masing antena tersebut. Untuk menghasilkan direktivitas yang optimum, dibutuhkan ukuran dari dimensi antena yang tepat, mulai dari dimensi saluran pandu gelombang pencatunya sampai dengan dimensi panjang antena dari pencatu ke bidang *aperture*. Pencatu (*driver*) antena ini menggunakan *USB Adapter WiFi*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Antena Horn Konikal

Dalam perancangan antena Horn Konikal, untuk menghasilkan pengarah radiasi (*directivity*) yang optimum, dibutuhkan dimensi dari bentuk geometri antena yang tepat, mulai dari dimensi saluran pandu gelombang (*waveguide*) pencatunya, dimensi panjang antena dari pencatu ke bidang *aperture*, sampai dengan dimensi pelebaran ke arah masing-masing bidang-E dan bidang-H.

Secara umum geometri antena Horn Konikal ditunjukkan pada Gambar 1 [1].

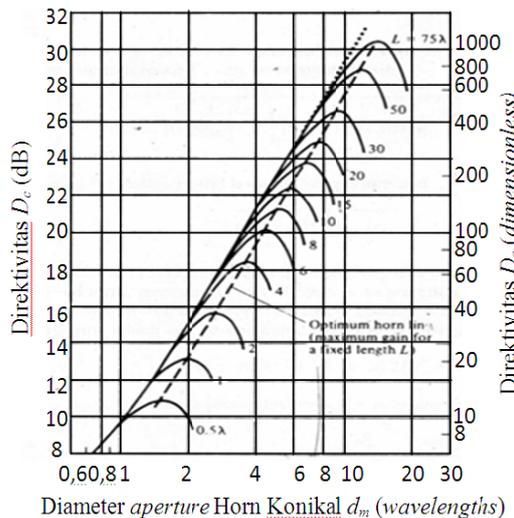


Gambar 1. Geometri antena Horn Konikal

dimana :

- L = jarak dari *virtual apex* ke bidang aperture
- Ψ_c = sudut pelebaran
- d_m = diameter bidang *aperture*
- d = diameter penampang pandu gelombang bundar (*circular waveguide*)

Direktivitas dari antena Horn Konikal berdasarkan dimensinya dapat ditunjukkan pada Gambar 2, dimana suatu direktivitas akan optimum ketika *horn aperture* (d_m) adalah konstan dan panjang antena (L) adalah tak terhingga (bervariasi), serta sudut (Ψ_c) sama dengan nol.



Gambar 2. Direktivitas optimum antena Horn Konikal [1]

Pada Gambar 2, terlihat bahwa karakteristik Horn Konikal mirip dengan horn piramidal atau horn sektoral. Ketika sudut pelebaran semakin meningkat, direktivitas antena Horn Konikal juga semakin meningkat hingga mencapai nilai maksimum. Dan ketika melewati nilai maksimum maka nilai direktivitas akan menurun. Di sini direktivitas optimum dapat terlihat.

Direktivitas Horn Konikal (dalam dB), dapat dinyatakan dengan [1]:

$$- \dots\dots(1)$$

Dimana :

- C = keliling lingkaran *aperture*
- $L(s)$ = angka koreksi untuk menghitung *loss* pada direktivitas (*loss figure*), dinyatakan dalam (dB)

Direktivitas dari Horn Konikal adalah optimum ketika diameter bidang *aperture* sama dengan :

$$\text{---} \dots\dots\dots(2)$$

dengan *loss figure* sekitar 2,9 dB.

2.2 Circular Waveguide

Pada dasarnya dalam sebuah *waveguide* terdapat tiga karakteristik yang penting, yaitu :

- Frekuensi *cut-off*.
- Panjang gelombang *cut-off*.
- Mode propagasi.

Pada *circular waveguide* menggunakan mode $TE_{1,1}$ dan $TM_{0,1}$. Frekuensi *cut-off* pada *circular waveguide* adalah [2]:

$$\text{---} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

- a = radius *circular waveguide*
- $\mu_m.n$ = fungsi Bessel

Tabel di bawah ini adalah tabel mode TE dan TM pada *circular waveguide*:

Tabel 1. Tabel mode TM dan TE pada *circular waveguide* [2].

Mode	m.n	Mode	m.n
$TE_{0,1}$	3,832	$TM_{0,1}$	2,405
$TE_{1,1}$	1,841	$TM_{1,1}$	3,832
$TE_{2,1}$	3,050	$TM_{2,1}$	5,136
$TE_{0,2}$	7,016	$TM_{0,2}$	5,520
$TE_{1,2}$	5,330	$TM_{1,2}$	7,016

Panjang gelombang *cut-off* [2]:

$$\text{---} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

- λ_0 = panjang gelombang *cut-off*
- d = diameter *circular waveguide*

Panjang gelombang di dalam *waveguide* (λ_g) tidak sama dengan panjang gelombang di ruang bebas (*free space* (λ)), dimana [2]:

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda}{\lambda_0})^2}} \dots \dots \dots (5)$$

$$\lambda = \frac{V_c}{f} \dots \dots \dots (6)$$

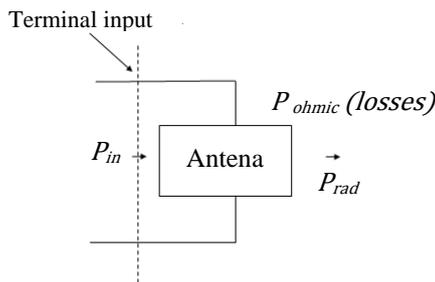
dengan,

$$V_c = \text{kecepatan cahaya di udara } 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Dalam sebuah *circular waveguide* medan listrik dan medan magnet akan membentuk suatu struktur sesuai dengan mode propagasi gelombang yang melewatinya.

2.3 Efisiensi Antena

Ketika antena dicatu oleh suatu daya masukan P_{in} di terminal input, maka daya tersebut tidak akan seluruhnya untuk dipancarkan oleh antena ke udara. Faktor rugi-rugi antena yang disebabkan oleh material, sangat berpengaruh terhadap efisiensi antena. Hal ini dapat diterangkan pada Gambar 3 sebagai berikut [4].



Gambar 3. Teori efisiensi antena

Dengan teori saluran transmisi, daya masukan P_{in} yang masuk terminal antena akan terbagi menjadi dua bagian, yaitu P_{rad} dan P_{ohmic} [3],

$$P_{in} = P_{rad} + P_{ohmic} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana:

P_{rad} = daya radiasi yang dipancarkan oleh antena

P_{ohmic} = daya akibat rugi-rugi oleh material

Sedangkan P_{ohmic} dapat dinyatakan sebagai [3]:

$$P_{ohmic} = I^2 R_{ohmic} \dots \dots \dots (8)$$

Definisi efisiensi antena dapat dinyatakan dengan Persamaan:

$$e = \frac{P_{rad}}{P_{rad} + P_{ohmic}} \dots \dots \dots (9)$$

Besar efisiensi antena antara 0 sampai dengan 100 %. Untuk mencari pendekatan efisiensi antena yang berbasis pada *waveguide*, maka harus dicari dari asumsi rugi-rugi (*losses*) yang terjadi pada *waveguide* [4]. Jika konduktivitas bahan dielektrik pengisi *waveguide* sangat kecil (mendekati nol) dan/atau konduktivitas konduktor dinding *waveguide* tidak tak berhingga (*noninfinite*), maka gelombang akan teredam secara exponential selama perambatan dalam *waveguide* [2].

Untuk mode $TE_{1,1}$, pendekatan rugi-rugi dielektrik (*dielectric loss*) dan rugi-rugi dinding *waveguide* dinyatakan sebagai berikut. Rugi-rugi dielektrik yang diisikan pada *waveguide* pada frekuensi operasi f tertentu dinyatakan dengan [5],

$$\alpha_d = \frac{(\sqrt{\mu_d/\epsilon_d})\sigma_d}{2\sqrt{1 - (fc_{1,0}/f)^2}} = \frac{1}{2}\eta TE_{1,1} \sigma_d \dots \dots (10)$$

dengan:

μ_d = permeabilitas dielektrik pengisi *waveguide*

ϵ_d = permitivitas dielektrik pengisi *waveguide*

σ_d = konduktivitas dielektrik pengisi *waveguide*

$fc_{1,0}$ = frekuensi *cut-off* mode $TE_{1,1}$

$\eta TE_{1,1}$ = impedansi *waveguide* mode $TE_{1,1}$

Jika *waveguide* berisi udara ($\sigma_d = \sigma_{udara} \cong 0$), maka rugi-rugi dielektrik $\sigma_d \cong 0$). Sehingga rugi-rugi *waveguide* terjadi hanya karena bahan dinding.

Rugi-rugi dinding *waveguide*, berkaitan dengan jenis material dinding *waveguide* dan frekuensi kerja operasi f , dinyatakan dengan [5]:

$$R_{ohmic} = \sqrt{\pi f \mu_w / \sigma_w} \dots \dots \dots (11)$$

Dimana :

μ_w = permeabilitas material dinding *waveguide*

σ_w = konduktivitas material dinding *waveguide*

Sedangkan berdasarkan Persamaan (12), maka P_{ohmic} dinyatakan dengan:

$$P_{ohmic} = I^2 R_{ohmic} = I^2 (\sqrt{\pi f \mu_w / \sigma_w}) \dots (13)$$

Sehingga rumusan efisiensi antena dinyatakan dengan [10]:

$$e = \frac{P_{rad}}{P_{rad} + [l^2(\sqrt{\pi f \mu_w / \sigma_w})]} \dots \dots \dots (14)$$

Bagaimanapun juga, efisiensi ini sulit untuk dihitung secara tepat, karena daya radiasi total P_{rad} dan arus pada antena I sulit dihitung secara tepat. Sehingga penentuan efisiensi antena, pada umumnya dilakukan dengan cara pengukuran eksperimental [3].

Persamaan 16, dapat dijadikan pendekatan untuk menentukan efisiensi antena berbasis *waveguide* yang di dindingnya dari material tertentu. Berdasarkan Persamaan tersebut, dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai konduktivitas material dinding suatu antena, maka semakin tinggi nilai efisiensi suatu antena. Sebagai ilustrasi, jika antena tersebut terbuat dari bahan dielektrik sempurna ($\sigma_w \approx 0$), maka nilai efisiensi $e \approx 0$. Artinya antena tersebut sama sekali tidak dapat meradiasikan gelombang radio sesuai dengan yang diharapkan. Sebaliknya, jika dinding antena terbuat dari bahan super konduktor ($\sigma_w \approx \infty$), maka nilai efisiensi $e \approx 100\%$. Artinya antena tersebut akan meradiasikan gelombang radio dengan sempurna, tanpa rugi-rugi ohmik.

2.4 Parameter QoS

QoS-Forum mendefinisikan QoS sebagai ukuran kolektif atas tingkat layanan yang disampaikan ke pelanggan, atau dengan kata lain, sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan QoS dari suatu jaringan WLAN, antara lain [7]:

1. *Delay* (ms) didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data dari sumber (pengirim) ke tujuan (penerima), sedangkan *bandwidth* adalah kecepatan maksimum yang dapat digunakan untuk melakukan transmisi data antar computer pada jaringan IP atau internet.
2. *Jitter* (ms), atau variasi dalam *latency*, variasi *delay* yang terjadi akibat adanya selisih waktu atau interval antar kedatangan paket di penerima, variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dalam waktu yang dibutuhkan untuk retransmisi data (karena jalur yang digunakan juga berbeda), dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket di akhir perjalanan.
3. *Throughput* (kbps), yaitu kecepatan (*rate transfer*) data efektif, yang diukur dalam bps. Maka penggunaan sebuah saluran secara bersama-sama juga akan

mengurangi nilai ini. *Throughput* juga merupakan *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam suatu hari menggunakan rute internet yang spesifik ketika sedang melakukan *download* suatu file.

3. METODOLOGI

3.1 Perencanaan Suatu Antena Horn

Dari rumus-rumus di atas, dapat direncanakan suatu antena Horn Konikal yang dapat bekerja secara optimum. Ada beberapa ketentuan yang harus diperhatikan dalam perencanaan antena tersebut :

1. Antena Horn ini dicatu dengan *circular waveguide* (pandu gelombang yang berbentuk lingkaran) dengan ukuran diameter $d = 9$ cm.
2. Antena Horn Konikal ini akan direncanakan dalam keadaan optimum, artinya ukuran dari antena ini mampu menghasilkan gain yang maksimum.
3. Antena ini direncanakan mempunyai direktivitas 18 dB.

3.2 Perancangan Antena Horn Konikal

Untuk merencanakan suatu antena Horn Konikal pada umumnya diinginkan yang mempunyai direktivitas tertentu (D_c). Antena ini dicatu dengan memakai pandu gelombang lingkaran (*circular waveguide*) yang mempunyai diameter $d = 9$ cm. Sedangkan obyek lain dari perencanaan ini adalah untuk mendapatkan ukuran yang lainnya seperti L , l , Ψ_c , dan dm .

Untuk antena Horn Konikal yang direncanakan dengan harga direktivitas tertentu akan optimum ketika diameter bidang *aperture* sama dengan pada Persamaan (4). Sedangkan direktivitas antena Horn Konikal dapat ditentukan dengan Persamaan (1). Dengan menentukan harga direktivitas (D_c) yang telah diketahui, maka ukuran keliling bidang *aperture C* dapat dihitung nilainya.

Setelah didapat nilai direktivitas D_c , diameter bidang *aperture dm*, dan keliling bidang *aperture C*, maka nilai L , l , dan Ψ_c dapat kita hitung.

Prosedur Perencanaan Antena Konikal :

- Menentukan frekuensi kerja antena sehingga didapatkan panjang gelombang (λ), dan menentukan ukuran *waveguide*.
- Menentukan besarnya nilai direktivitas D_c optimum yang diinginkan.
- Mendapatkan nilai diameter bidang *aperture dm*.
- Mendapatkan nilai L , l , d , dan Ψ_c .

3.3 Pembuatan Antena Horn Konikal

Dalam pembuatan antena, beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu bahan antena dan teknik pembuatan antena.

Bahan yang diperlukan untuk membuat suatu antena Horn Konikal ini diharapkan dapat memberikan daya pancar radiasi gelombang elektromagnetik yang cukup besar, sehingga dibutuhkan pemilihan bahan yang cukup memadai. Pada pembentukan antena Horn Konikal ini dipilih dari 3 bahan yang berbeda, yaitu seng, aluminium, dan tembaga.

3.4 Hasil Rancangan Antena Horn Konikal

Antena Horn Konikal yang telah dibuat merupakan hasil dari perencanaan yang ada, dapat dilihat pada gambar berikut ini :



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Antena Horn Konikal

- (a) bahan seng
- (b) bahan aluminium
- (c) bahan tembaga

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

Sebelum dilakukan pengujian antena, terlebih dahulu antena Horn Konikal yang telah jadi dilakukan pengukuran untuk mengetahui karakteristik dari antena tersebut meliputi pola radiasi, penguatan (*gain*), dan direktivitas (*directivity*) sehingga didapatkan efisiensi dari masing-masing antena. Selanjutnya dilakukan aplikasi *download* pada jaringan *wireless* 2,4 GHz. Parameter yang akan di ukur adalah *delay*, *jitter* dan *throughput*.

4.1 Pengukuran Pola Radiasi

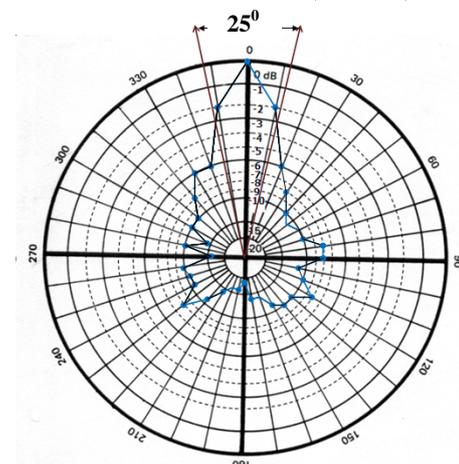
Dalam pengukuran pola radiasi dilakukan sebanyak dua kali untuk masing-masing antena. Yaitu pola radiasi pada bidang-E dan pada bidang-H. Dalam pengukuran ini harus memperhatikan jarak pada proses pengukuran.

Dua antena yang merupakan bagian dari link komunikasi di ruang bebas (*free-space*), dengan jarak antar antena R , yang dianggap jarak cukup jauh dan memenuhi syarat daerah medan jauh (*far-field*).

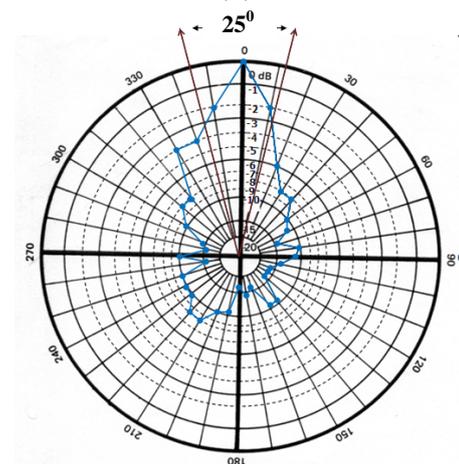
Setelah pengukuran pola radiasi antena Horn Konikal 2,4 GHz pada bidang-E dan bidang-H selesai dilakukan, maka dapat diketahui bentuk pola radiasi yang diperoleh dari pengukuran level sinyal antena dan data pengukuran tersebut setelah dinormalisasi.

Hasil dari pola radiasi antena Horn Konikal tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut :

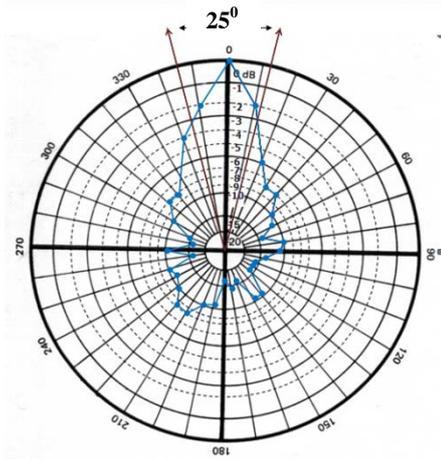
1. Pola radiasi bidang-H (Vertikal)



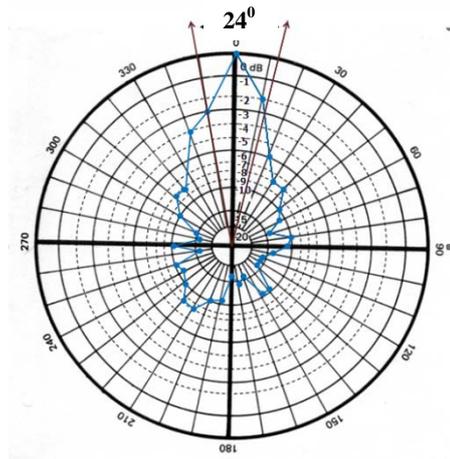
(a)



(b)

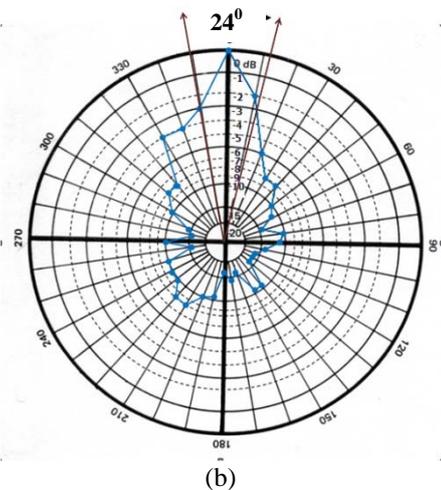
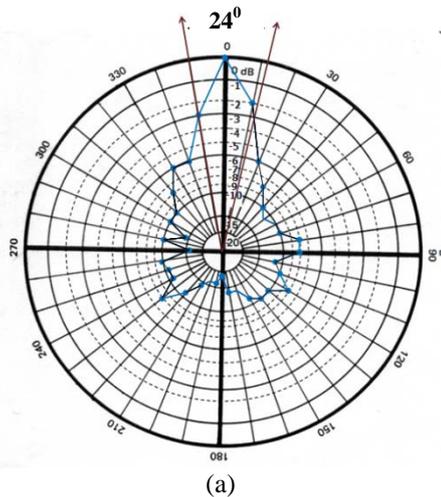


Gambar 5. Plot pola radiasi bidang-H
 (a)Antena Horn Konikal aluminium
 (b)Antena Horn Konikal seng
 (c)Antena Horn Konikal tembaga



Gambar 6. Plot pola radiasi bidang-E
 (a)Antena Horn Konikal aluminium
 (b)Antena Horn Konikal seng
 (c)Antena Horn Konikal tembaga

2. Pola radiasi bidang-E (Horizontal)



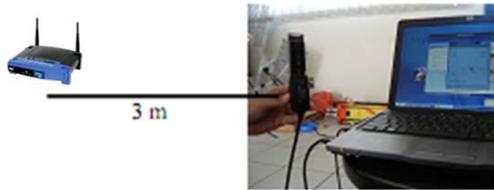
Dari gambar hasil pola radiasi diatas dapat dilihat hasil pengukuran pola radiasi antena Horn Konikal hasil rancangan pada dua kondisi, yaitu pola radiasi bidang-E dan bidang-H. Radiasi maksimum antena Horn Konikal terjadi pada saat posisi 0°. Hal ini disebabkan karena level sinyal terbesar ada pada saat posisi antena 0° yang langsung menghadap lurus sejajar dengan antena pemancar dalam hal ini adalah *Access Point*. Kemudian ketika antena diputar searah jarum jam sebesar tiap 10°, level sinyal yang ditangkap antena akan terus berkurang. Ini karena posisi antena yang tidak tepat mengarah pada antena pemancar *Access Point*. Pada saat posisi antena 180°, level sinyal yang ditangkap sangatlah minim, karena antena Horn Konikal sebagai antena penerima membelakangi *Access Point* yang memancarkan sinyal. Dari percobaan yang telah dilakukan, antena Horn Konikal masih menangkap sinyal yang dipancarkan oleh *Access Point*. Hanya saja sinyal yang ditangkap levelnya sangatlah rendah.

Ketiga antena tersebut sama-sama memiliki pola radiasi yang terarah. Sehingga dari gambar pola radiasi yang didapat dari hasil pengukuran dapat dikatakan bahwa antena yang dibuat telah sesuai dengan harapan karena memiliki pancaran daya yang terarah.

4.2 Pengukuran Gain

Untuk menyatakan gain maksimum antena Horn Konikal ini, dilakukan dengan cara membandingkan dengan antena lain dari *Access Point* (dengan metode pengukuran). Dalam posisi ini antena penerima harus mempunyai polarisasi yang sama dengan antena pada *Access Point* dan selanjutnya ia diarahkan

sedemikian rupa agar diperoleh daya output maksimum.



Gambar 7. Pengukuran level daya pada USB Adapter

Apabila pada antenna *access point* sudah diketahui gain maksimumnya, yaitu pada frekuensi 2,4 GHz sebesar 2,15 dBi, maka dari pengukuran diatas gain antenna Horn Konikal dapat dihitung dengan Persamaan [8]:

$$G_t(dB) = P_t(dBm) - P_s(dBm) + G_s(dBi) \quad (15)$$

Hasil pengukuran penguatan (*Gain*) antenna hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil pengukuran *gain*

No	Bahan Antena Horn Konikal	Level Penerimaan		Gain Horn Konikal (dB)
		Antena Horn Konikal (Pt) (-dBm)	USB Adapter WiFi (Ps) (-dBm)	
1	Aluminium	-32	-44	14,15
2	Seng	-36	-44	10,15
3	Tembaga	-30	-44	16,15

4.3 Pengukuran Directivity

Directivity suatu antenna dapat diperkirakan dengan menggunakan pola radiasi yang dihasilkan pada pengukuran pola radiasi bidang E dan bidang H. Persamaan untuk menghitung *directivity* dapat menggunakan rumus [4]:

$$10 \log \frac{41253}{\theta_{HP}^{\circ} \phi_{HP}^{\circ}} \quad (16)$$

dimana:

θ_{HP}° = sudut pada titik setengah daya bidang H (derajat)

ϕ_{HP}° = sudut pada titik setengah daya bidang E (derajat)

Sudut tersebut dapat dicari dengan menggunakan gambar pola radiasi. Dengan menandai titik -3 dB pada pola radiasi kemudian menarik sudut pada titik tersebut. Ini dilakukan untuk bidang E dan H. Sehingga dari sudut yang didapat kita dapat mengukur *directivity*.

Tabel 4. *Directivity* pada antenna Horn Konikal

No.	Bahan Antena Horn Konikal	Nilai <i>Directivity</i> (dB)
1.	Aluminium	18,37
2.	Seng	18,37
3.	Tembaga	18,37

Seperti yang telah dijelaskan di atas bahwa nilai dari parameter pada perancangan sangat dipengaruhi oleh proses pembuatan dan kondisi pada saat pengukuran. Sehingga terjadinya *error* akan mempengaruhi hasil dari parameter yang terukur.

4.4 Perhitungan Efisiensi Antena

Efisiensi antenna dapat dihitung dengan menggunakan hasil pengukuran *directivity* dan gain. Untuk menghitung efisiensi digunakan Persamaan [6]:

$$e = \frac{G}{D} \times 100\% \quad (17)$$

Hasil pengukuran *directivity* antenna hasil rancangan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 5. Efisiensi pada antenna Horn Konikal

No.	Bahan Antena	Gain (dB)	Direktivitas (dB)	Efisiensi
1	Aluminium	14,15	18,37	37,82 %
2	Seng	10,15	18,37	15,05 %
3	Tembaga	16,15	18,37	59,94%

4.5 Pengujian Video Conference

Setelah melakukan pengukuran beberapa parameter, antenna Horn Konikal telah siap digunakan untuk aplikasi *video conference* pada jaringan *wireless* 2,4 GHz dengan menggunakan *software* NetMeeting. Antena Horn Konikal dipasang sebagai antenna penerima, sedangkan *Access Point* sebagai pemancarnya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keoptimalan dari antenna Horn Konikal yang telah dibuat dalam aplikasi *video conference*. Parameter yang akan diukur adalah *delay*, *jitter* dan *throughput* dengan menggunakan *software* *wireshark*. Pengukuran ini dilakukan pengukuran selama 14 hari, dan dalam sehari dilakukan pengambilan data sebanyak 3 kali, yaitu pagi, siang, dan sore (masing-masing selama 2-5 menit).

Tabel 6. Hasil pengujian *video conference* Antena Horn Konikal Bidang-H

Bahan Antena	Waktu	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (kbps)
Aluminium	Pagi	212,22	26,97	36,28
	Siang	248,55	42,22	34,07
	Sore	210,58	32,1	36,64
Seng	Pagi	230,09	53,29	34,78
	Siang	280,46	75,25	37,35
	Sore	226,98	74,895	37,28
Tembaga	Pagi	206,57	26,76	36,83
	Siang	236,83	36,46	35,86
	Sore	203,51	29,59	37,93

Antena Horn Konikal Bidang-E

Bahan Antena	Waktu	Delay (ms)	Jitter (ms)	Throughput (kbps)
Aluminium	Pagi	226,77	28,25	36,49
	Siang	257,29	34,96	36,53
	Sore	226,48	28,19	35,64
Seng	Pagi	230,05	37,71	35,59
	Siang	274,74	39,61	34,5
	Sore	227,05	36,07	35,62
Tembaga	Pagi	182,48	28,1	36,53
	Siang	226,77	34,76	36,72
	Sore	195,83	24,65	37,78

Dari data hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa Antena Horn Konikal yang dibuat masih layak digunakan dalam aplikasi *video conference* sesuai dengan standar ITU. Untuk standar *delay* yang diijinkan dalam pelaksanaan *video conference* adalah <150 ms dengan hasil yang sangat baik, *delay* 150 ms – 400 ms masih dapat diterima dengan baik, dan >400 ms dengan hasil yang sangat buruk dan tidak layak untuk diadakan *video conference*. Untuk standar *jitter* yang diijinkan oleh ITU adalah <75 ms. Sedangkan Untuk standar *throughput* yang diijinkan oleh ITU adalah 16 kbps – 384 kbps. Maka antena Horn Konikal yang telah dibuat dapat digunakan untuk aplikasi *video conference* sesuai dengan standar ITU yang telah ditentukan.

4.6 Analisa

Berdasarkan gambar pola radiasi antena Horn Konikal yang telah dibuat, dapat dilihat bahwa ketiganya telah sesuai dengan yang diinginkan, yaitu ketiga antena tersebut mempunyai pancaran daya yang terarah. Antena yang dihasilkan memiliki ukuran dan bentuk yang sama sehingga pola daya pancar yang dihasilkan hampir sama. Dari pola daya pancar tersebut untuk semua antena, dihasilkan HPBW sebesar 25° pada bidang-H, dan 24° pada bidang-E.

Pada pengukuran *directivity*, harga *directivity* yang dihasilkan memiliki nilai yang sama yaitu 18,37 dB. Nilai *directivity* suatu antena bergantung pada daya pancar antena tersebut. Pada antena hasil rancangan, antena tersebut memiliki ukuran dan bentuk yang sama sehingga daya pancar yang dihasilkan hampir

sama, oleh karena itu nilai *directivity* yang dihasilkan sama.

Pada pengukuran *gain*, harga faktor penguatan pada antena bahan tembaga bernilai 16,15 dB, pada antena bahan aluminium bernilai 14,15 dB, dan pada antena bahan seng bernilai 10,15 dB. Hal ini disebabkan karena nilai konduktivitas tembaga memiliki nilai tertinggi di antara ketiganya, sedangkan nilai konduktivitas seng adalah yang paling rendah. Faktor *attenuasi* bergantung pada bahan yang digunakan dan konduktivitas suatu bahan. Karena pada antena horn gelombang dipantulkan sepanjang dinding antena, maka semakin tinggi nilai konduktivitas suatu bahan, semakin baik bahan tersebut memantulkan gelombang sehingga semakin rendah *attenuasi* yang dihasilkan.

Pada perhitungan efisiensi antena, sesuai dengan pendekatan pada Persamaan (16), dimana semakin semakin tinggi nilai konduktivitas material dinding suatu antena, maka semakin tinggi nilai efisiensi suatu antena tersebut. Oleh karena itu, dari hasil perhitungan, efisiensi antena jika diurutkan dari efisiensi yang tertinggi sampai yang paling rendah adalah tembaga memiliki efisiensi sebesar 59,94%, aluminium efisiensinya sebesar 37,82%, dan seng 15,05%. Hal tersebut sesuai dengan nilai konduktivitas masing-masing bahan, bahwa tembaga memiliki konduktivitas tertinggi diantara aluminium dan seng.

Berdasarkan hasil pengukuran parameter QoS, dapat dilihat bahwa peningkatan nilai *delay* terjadi pada saat siang hari. Hal ini dikarenakan pada saat tersebut adalah jam sibuk orang melakukan kegiatan, dengan kata lain *throughput* yang bisa digunakan semakin kecil. Sehingga penyampaian data *video conference* dari *transmitter* ke *receiver*, atau sebaliknya mengalami *delay*. *Delay* yang besar mengakibatkan gambar dan suara terlambat diterima. Sehingga kualitas layanan (gambar dan suara) menurun.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pengujian dan analisa terhadap hasil yang didapatkan, dapat diambil suatu kesimpulan, yaitu :

- 1) Proyek akhir ini menghasilkan bentuk pola radiasi yang hampir sama, menghasilkan HPBW sebesar 25° pada bidang-H, dan 24° pada bidang-E.
- 2) Proyek Akhir ini menghasilkan direktivitas sebesar 18,37 dB untuk ketiga antena.
- 3) Proyek Akhir ini menghasilkan penguatan (*gain*) untuk antena bahan tembaga sebesar 16,15 dB, aluminium

sebesar 14,15 dB, dan untuk antena bahan seng menghasilkan penguatan (*gain*) sebesar 10,15 dB.

- 4) Proyek akhir ini menghasilkan efisiensi antena untuk bahan tembaga sebesar 59,94%, antena bahan aluminium sebesar 37,82%, dan untuk antena bahan seng menghasilkan efisiensi sebesar 15,05%.
- 5) Pada implementasi antena Horn Konikal pada WLAN 2,4 GHz untuk aplikasi *video conference*, peningkatan nilai *delay* terjadi pada siang hari. Nilai *delay*, *jitter*, dan *throughput* yang terjadi sesuai dengan standar ITU yang telah ditetapkan, sehingga ketiga antena tersebut masih layak digunakan untuk *video conference*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Balanis, C. A., *Antenna Theory: Analysis and Design, Third Edition*, John Willey and sons, New York, 2005.
- [2] Prof. Dr. Motoo Miura, Ir. Muhamad Milchan, *Microwave Engineering (Radiowave Transmission and Microwave)*, PENS-ITS, Surabaya, 1990.
- [3] Harry Ramza, *Buku Antena dan Propagasi*, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA, Jakarta.
- [4] Fawwaz T. Ulaby, *Fundamental Of Applied Electromagnetics, International Edition*, 2001.
- [5] Joseph A. Edminister, *Schaum's Outline Of Theory And Problems Of Electromagnetics Second Edition*.
- [6] John D.Krous, *Antenas*, McGraw-Hill Book Company, 1998.
- [7] Anugrah Robby, *Analisa Kinerja Jaringan Jembatan Timbang Online di Jawa Timur Menggunakan Radio Link*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2008.
- [8] Budi Aswoyo, *Antena dan Propagasi*, Surabaya, 2006.
- [9] Hidayanto Djamil, *Sistem Komunikasi I Modul 14*, Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB Universitas MercuBuana.