

Analisa Korelasi Antara Rugi Propagasi Gelombang Radio Broadcast dalam Ruang Terhadap perubahan Dimensi Volume Ruang

Amir D¹, Said Aiyub², Indrawati³, Mulyadi⁴

^{1,2} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹amird@pnl.ac.id

^{3,4} Jurusan Teknologi Informatika dan Komputer

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

Abstrak— Rugi propagasi gelombang radio adalah proses terjadinya penurunan level daya gelombang radio pada penerima yang disebabkan oleh perubahan jarak Tx-Rx, multipath fading, lingkungan kanal radio, Floor Attenuation Factor. Faktor lain, diduga disebabkan oleh pengaruh besar-kecilnya volume ruang. Dugaan ini didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa besarnya medan listrik yang merambat pada suatu ruang, merupakan integral keliling dari besarnya muatan kerapatan volume dan berbanding terbalik terhadap jarak kuadrat dimana energy itu dipancarkan. Berapa besar dimensi volume benda dan ruang memberi kontribusi terhadap rugi propagasi gelombang radio, akan dijelaskan pada artikel ini. Pengamatan rugi propagasi menggunakan metode unmodulated carrier. Pada metode ini, pemancar mengirimkan gelombang radio tanpa modulasi pada frekuensi 89,3 MHz. daya pancar sebesar 15 dBm. Fluktuasi daya diukur pada sisi penerima, untuk menghitung besarnya rugi-rugi propagasi, juga diukur sebaran volume benda dan volume ruang. Untuk mengetahui apakah ada hubungan yang kuat antara perubahan volume benda dalam ruang dan volume ruang, maka digunakan analisis statistik path loss dan analisa korelasi. Ada 3 sampel pada pengukuran ini, ketiganya memiliki volume benda sebesar 22 m³, 16,581 m³ dan 7,432 m³. Rugi-rugi propagasi pada ke-3 ruang tersebut adalah -15,0003 dBm, -5,0015 dBm dan -15,0001 dBm. Hasil perhitungan korelasi pada ke-3 ruang diketahui sebesar 0,254; 0,337 dan 0,403. Nilai 0,245 dan 0,337 menunjukkan bahwa perubahan volume benda memiliki hubungan yang lemah terhadap rugi propagasi, sedangkan 0,403 menunjukkan bahwa hubungannya sedang. Disisi lain, perubahan volume ruang terhadap pengaruh rugi-rugi propagasi memiliki korelasi 0,446. Nilai ini menunjukkan bahwa perubahan volume ruang memiliki keterkaitan sedang terhadap rugi propagasi.

Kata kunci— gelombang, korelasi, level, propagasi, radio, volume,

Abstract— Radio wave propagation loss is the process of decreasing the radio wave power level at the receiver caused by changes in the Tx-Rx distance, multipath fading, radio channel environment, Floor Attenuation Factor. Another factor, allegedly caused by the influence of large-volume space. This conjecture is based on the theory which states that the magnitude of the electric field that propagates in a space, is the circumferential integral of the magnitude of the volume density charge and is inversely proportional to the square of the distance where the energy is emitted. How many dimensions of the volume of matter and space contribute to radio wave propagation loss, will be explained in this article. Observation of propagation loss using the unmodulated carrier method. In this method, the transmitter sends radio waves without modulation at a frequency of 89.3 MHz. transmit power of 15 dBm. Power fluctuations are measured at the receiving end, to calculate the magnitude of propagation losses, also the distribution of the volume of objects and the volume of space. To find out if there is a strong relationship between changes in the volume of objects in space and the volume of space, statistical analysis of path loss and correlation analysis are used. There are 3 samples in this measurement, all of them have an object volume of 22 m³, 16,581 m³ and 7,432 m³. Propagation losses in all 3 spaces are -15,0003 dBm, -5,0015 dBm and -15,0001 dBm. The results of the calculation of correlations in the 3 spaces are known to be 0.254; 0.337 and 0.403. Values of 0.245 and 0.337 indicate that changes in the volume of objects have a weak relationship to propagation loss, while 0.403 indicates that the relationship is moderate. On the other hand, changes in spatial volume to the effect of propagation losses have a correlation of 0.446. This value indicates that changes in the volume of space have a moderate relationship to the loss of propagation.

Keywords— wave, correlation, level, propagation, radio. volume

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Rugi propagasi adalah proses terjadinya penurunan level daya gelombang saat merambat dari pemancar ke penerima. Proses penurunan level daya dipengaruhi karakteristik kanal, yang disebut multipath fading; seperti refleksi, difraksi dan scatter [1]. Model propagasi berbasis teori dan pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata daya sinyal yang diterima berkurang secara logaritmik terhadap perubahan jarak Tx-Rx di saluran radio [2].

Penelitian lain mengambil objek riset pengamatan fluktuasi daya terhadap variasi statistik lingkungan gelombang radio broadcast FM RRI, menemukan bahwa besarnya rugi-rugi propagasi gelombang radio dipengaruhi oleh banyaknya jumlah sebaran benda yang memiliki sifat peredam disekitar pemancar dan penerima sedangkan besarnya jumlah sebaran benda yang bersifat sebagai pemantul disekitar lingkungan

gelombang radio berpropagasi, tidak signifikan mempengaruhi rugi-rugi propagasi atau *pathloss* [3].

Permasalahan yang dihadapi bahwa rugi propagasi, tidak saja dipengaruhi oleh faktor-faktor di atas, pada kondisi yang sama dengan [1][2][3], terjadi atenuasi pada gelombang radio jika volume ruangnya berbeda, oleh sebab itu, rugi propagasi juga diduga oleh pengaruh besar kecilnya volume ruang, seberapa besar pengaruh volume ruang memberi kontribusi terhadap rugi propagasi gelombang radio.....?,

Hal ini menarik untuk diteliti. Salah satu penjelasan teoritis menyebutkan bahwa rugi propagasi terjadi karena intensitas medan listrik dari gelombang radio yang menjalar pada sebuah ruang dipengaruhi oleh besarnya dimensi volume ruang tersebut [10].

Penelitian-penelitian yang mengarah pada objek rugi propagasi gelombang radio dalam ruang terhadap dimensi volume ruang masih kurang. Oleh sebab itu, pengusul tertarik untuk menganalisis fenomena tersebut pada usulan

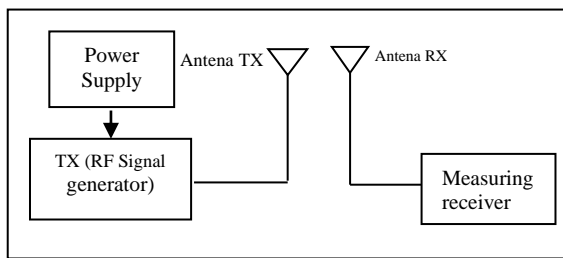
penelitian dengan judul "Analisa Korelasi Antara Rugi Propagasi Gelombang Radio

Broadcast Dalam Ruang Terhadap Perubahan Dimensi Volume Ruang. Penelitian ini mengambil objek pengamatan di beberapa ruang kelas di Politeknik Negeri Lhokseumawe. Objek pengamatan gelombang adalah siaran radio broadcast RRI Lhokseumawe pro 2. Tujuan penelitian ini dibuat untuk membuktikan bahwa dimensi volume ruang berkorelasi dengan munculnya rugi-rugi propagasi gelombang radio di dalam ruang.

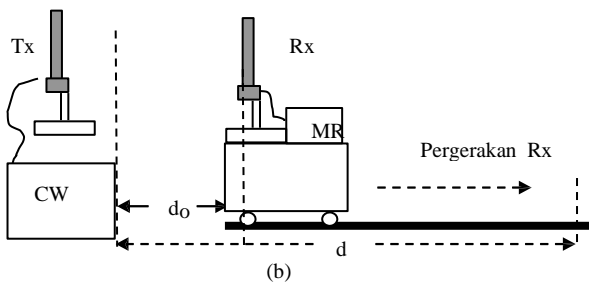
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Pengukuran

Untuk mengetahui adanya korelasi antara rugi propagasi gelombang radio dalam ruang pada siaran radio *broadcast*, maka dilakukan pengukuran rugi-rugi daya pada kanal radio dengan mengambil 3 buah sampel ruang yang memiliki dimensi volume yang berbeda. Pada penelitian ini, pemancar gelombang radio broadcast di-*set* beroperasi dengan metode *unmodulated carrier* Continuous wave (CW), bekerja pada frekuensi 89,3 MHz dan dipancarkan pada daya 15 dBm. Antena pemancar atau Tx di-*set* pada ketinggian 2 meter dan antena penerima atau Rx di-*set* pada ketinggian 1,5 meter., lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1(a) dan 1(b).



(a)



(b)

Gambar 1. (a) *Setting* pengukuran, (b) metode pengukuran

Data pengukuran dicuplik sepanjang lintasan radio berdasarkan fungsi dimensi volume ruang dan dimensi volume sebaran benda disekitar lintasan gelombang radio. Hasil dari pengukuran tersebut selanjutnya dianalisis, apakah ada korelasi rugi propagasi terhadap perubahan dimensi volume ruang tersebut.

B. Rugi Propagasi

Untuk mengetahui rugi propagasi gelombang radio, maka dilakukan pengukuran gelombang radio sepanjang lintasan yang dilalui pada sisi penerima. Besarnya level daya yang sampai pada penerima P_r memiliki level daya tertentu dan dayanya dapat dihitung dengan persamaan (1).

$$P_r = \frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda}{(4\pi)^2 \cdot d^2 \cdot L} \tag{1}$$

Dimana P_t adalah daya yang ditransmisikan oleh pemancar (dBm), G_t , G_r adalah gain antena pemancar dan penerima, λ adalah ukuran dimensi panjang gelombang (m), d adalah jarak antara pemancar T_x dan penerima R_x (m) dan L adalah faktor kerugian yang tidak berhubungan dengan propagasi (dB).

Gain antena berhubungan dengan aperture effective (A_e). Diberikan oleh persamaan (2).

$$G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2} \tag{2}$$

Dimana A_e dinyatakan sebagai diafragma yang berhubungan dengan ukuran fisik dari antenna, sedangkan panjang gelombang (λ) dapat dinyatakan dengan persamaan (3) dan (4).

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{3}$$

Atau:

$$\lambda = \frac{2\pi c}{\alpha_c} \tag{4}$$

Dimana C adalah kecepatan cahaya yang bernilai 3.10^8 m/s, f adalah frekuensi kerja dari gelombang radio (Hz). Pada saat propagasi gelombang radio, antena yang ideal, akan memancarkan daya seragam di semua arah disebut antena isotropic. Antena ini digunakan untuk memancarkan daya secara maksimal ke udara (EIRP). Besarnya *Effective Isotropic Radiated Power*, diberikan oleh persamaan (5).

$$EIRP = P_t G_t \tag{5}$$

Persamaan EIRP untuk menunjukkan maksimum daya yang terpancar dibandingkan dengan dipole antena setengah gelombang dalam satuan dBi (dB gain dengan referensi sumber isotropik) atau dBd (gain dB dengan referensi dipole setengah gelombang).

Path loss, yang merupakan loss sinyal sebagai apositive kuantitas diukur dalam dB, didefinisikan sebagai perbedaan (dalam dB) antara daya yang ditransmisikan secara efektif terhadap daya yang diterima. Path loss untuk model ruang bebas didefinisikan dalam oleh persamaan (6).

$$PL(dB) = 10 \log \frac{P_t}{P_r} \left[\frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \tag{6}$$

Dimana antena dapat diasumsikan memiliki gain dan path loss didefinisikan sebagai berikut dan diberikan oleh persamaan (7).

$$PL(dB) = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = -10 \log \left[\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \tag{7}$$

Model ruang bebas friis hanya prediktor yang valid untuk P_r dengan nilai d yang berada di medan jauh dari antena pemancar. Medan jauh dari antena pemancar didefinisikan sebagai wilayah diluar medan jauh dari jarak, dan berhubungan dengan dimensi linear terbesar dari antena pemancar dan dari panjang gelombang pembawa. Diberikan oleh persamaan (8).

$$d_f > \lambda \tag{8}$$

Dimana d adalah yang terbesar sebagai dimensi linear fisik antena, selain itu antena berada di wilayah medan jauh, d_f harus dapat memenuhi dan diberikan oleh persamaan (9), Dimana $d \geq d_0 \geq d_f$.

$$P_r(d) = P_r(d_0) \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 \tag{9}$$

C. Intensitas Medan Listrik Pada Sebuah Ruang

Intensitas medan listrik diukur dalam besar newton per coulomb yaitu dimensi gaya persatuan satuan muatan muatan listrik dengan satuan volt per meter (V/m). Intensitas medan listrik dihitung dengan persamaan (10).

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2} a_R \tag{10}$$

Atau elemen muatannya ada dalam sebuah muatan volume (Δv), maka intensitas medan listrik pada sebuah ruang berbentuk volume diberikan oleh persamaan (11).

$$E(r) = \int_{vol} \frac{\rho v(\mathbf{r}') dv'}{4\pi\epsilon_0 |\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^2} \frac{\mathbf{r} - \mathbf{r}'}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} \tag{11}$$

Dimana muatan listrik Q (coulomb) diletakkan pada jarak $\mathbf{r} - \mathbf{r}'$ antara muatan satu dengan yang lainnya, atau antara pemancar dan penerima, ϵ_0 adalah permittas ruang hampa $8,854.10^{-12}$ F/m. $E(\mathbf{r})$ adalah intensitas medan listrik pada sisi penerima dan $\rho v(\mathbf{r}') dv'$ adalah muatan volume yang dikirim dari sisi pemancar [10].

D. Korelasi

Korelasi adalah teknik statistik yang digunakan untuk menguji ada dan tidaknya hubungan serta arah hubungan dari dua variabel atau lebih. Korelasi adalah proses membandingkan dua kelompok data untuk mencari kemiripan maksimum dengan menggeser satu kelompok data yang ada. Kuantisasi kesamaan ini dinyatakan dalam koefisien korelasi. dua jenis korelasi yaitu; korelasi sendiri dan korelasi silang (korelasi silang). Berikut ini dijelaskan secara singkat.

1) Koefisien Korelasi Sendiri

Korelasi sendiri adalah suatu pendekatan untuk mempelajari variabel tunggal. Dalam korelasi sendiri, x adalah nilai sebelumnya. Koefisien korelasi sendiri dinyatakan dalam persamaan (12).

$$\rho_x = \frac{R(\tau) - (x_1)^2}{R(0) - (x_1)^2} \tag{12}$$

Dimana kekuatan rata-rata x_1 dapat diperoleh $R(\tau)$ dengan mengatur = 0, sehingga $E[x^2] = \langle x^2 \rangle = R_x(0)$ dan $R_x(0) \geq R_x(\tau)$.

2) Korelasi Silang

Korelasi silang (Cross Correlation) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis data secara series. Metode ini dapat digunakan sebagai alat memprediksikan suatu hubungan suatu series data x dengan data y (output) pada suatu sistem. Hubungan tersebut di simbolkan sebagai koefisien korelasi, Koefisien korelasi silang dapat dinyatakan seperti persamaan (13).

$$\rho_{xy}(\tau) = \frac{R_{xy}(\tau) - (x)(y)}{\sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2} \sqrt{\langle y^2 \rangle - \langle y \rangle^2}} \tag{13}$$

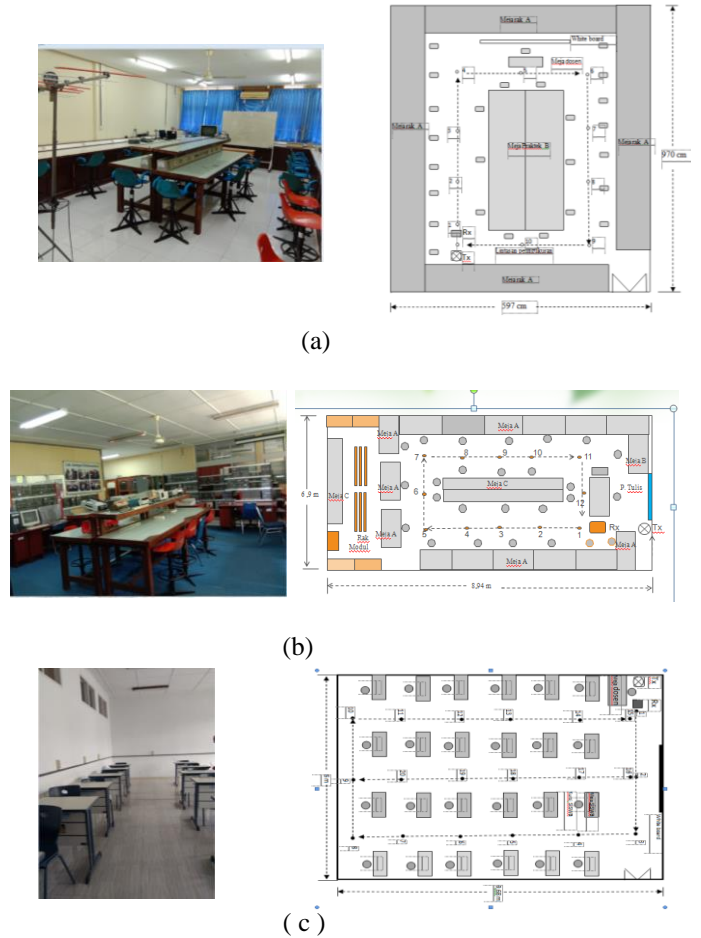
Di mana x dan y adalah variabel acak dan R_{xy} adalah rata-rata ensemble.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Ruang dan Dimensi Volume Ruang

Pada penelitian ini ada 3 sampel ruangan yang dipilih sebagai tempat pengukuran. Ke-3 ruang ini dipilih berdasarkan dimensi fisik volume ruang dan kepadatan volume benda yang ada didalam ruangan tersebut . Adapun

ke-3 ruang tersebut adalah laboratorium radio dan frekuensi tinggi, laboratorium dasar dan jaringan telekomunikasi dan ruang kelas 07 jurusan teknik elektro. Dimensi fisik volume ruang dan identifikasi volume ruang dapat ditunjukkan pada gambar 2(a), 2(b),2(c), 2(d), 2(e) 2(f) dan tabel 1.



Gambar 2. Bentuk fisik ruang dan denah (a) Lab. Radio dan propogasi, (b) Lab. dasar telkom, (c) ruang kelas 07 teknik elektro.

TABEL 1
PERSENTASE VOLUME RUANG

Persentase Volume Ruang		
Lab Radio dan Frekuensi tinggi (m ³)	Lab dasar dan jaringan telkom(m ³)	Ruang 07 Teknik Elektro (m ³)
196,89	214,89	285,54

Berdasarkan gambar 2(a) sampai gambar 2(c) dan data pada tabel 1, dapat diidentifikasi bahwa dari ke-3 ruang sampel pengukuran, maka ruang kelas merupakan ruang dengan volume ruang terbesar, ruang ini memiliki volume sebesar 285,54 m³, disusul ruang lab. dasar dan jaringan telekomunikasi dengan volume sebesar 214,89 m³ dan yang terkecil adalah ruang lab radio dan frekuensi tinggi dengan ukuran sebesar 196,89 m³.

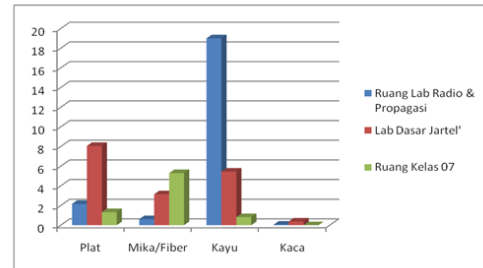
Disisi lain pada tabel 2, tabel 3 dan tabel 4 diberikan identifikasi sebaran dimensi fisik volume benda yang terdapat didalam masing-masing ruang serta informasi tentang persentase volume benda terhadap jenis bahan yang terdapat didalam ruangan tersebut.

Pada ruang laboratorium radio dan propogasi, jumlah persentase bahan berjenis plat sebesar 9,859 %, fiber sebesar

2,789 % , kayu sebesar 87,1% dan dari bahan kaca sebesar 0,2509 % , sedangkam pada ruang laboratorium dasar dan jaringan telekomunikasi, jumlah bahan berjenis plat sebesar 47,368 % , fiber sebesar 18,467 % , kayu sebesar 32,003 % dan kaca sebesar 2,163% , selanjutnya pada ruang kelas 07, jumlah persentase volume dari bahan berjenis plat sebesar 17,799 % , fiber sebesar 71,197 % dan kayu sebesar 11,004 % dan kaca sebesar 0 % . Lebih rinci terhadap uraian tersebut di atas diberikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada gambar 3.

TABEL 2.
PERSENTASE VOLUME BENDA
DALAM RUANG PADA LAB. RADIO DAN PROPAGASI

No	Nama Benda	Volume (m3)	Bahan			
			Plat	Mika/Fiber	Kayu	Kaca
1	Meja bupet Lab (Kayu)	17,719			17,719	
2	Meja kayu Tengan	0,941			0,941	
3	Meja kerja dosen	0,324			0,324	
4	Kursi Biru	0,280	0,028	0,252		
5	Papan tulis	0,108			0,108	
6	CPU Plat	0,027	0,027			
7	Signal Generator	0,052		0,052		
8	Modul Antena	0,040		0,036		0,004
9	Monitor TV	0,271		0,230		0,041
10	Koper modul	0,097	0,097			
11	BTS	0,052		0,042		0,010
12	Antena	2,010	2,010			
Total			2,16	0,61	19,09	0,06
%			9,859	2,789	87,1	0,2509



Gambar 3 . Persentase volume bahan pada ke-3 ruang Pengukuran

TABEL 3
PERSENTASE VOLUME BENDA
DALAM RUANG PADA LAB. DASAR DAN JARINGAN
TELEKOMUNIKASI

No	Nama Benda	Volume (m3)	Bahan			
			Plat	Mika/plastik	Kayu	Kaca
1	Modul Besi AM	0,097	0,097			
2	CPU Plat	0,157	0,157			
3	Monitor	0,245		0,221		0,025
4	Monitor LCD	0,023		0,014		0,009
5	TV Modul (metal)	0,150	0,143			0,008
6	Rak modul	3,124	0,469	2,655		
7	Meja rak	4,395			4,395	
8	Lemari plat Pintu kaca	6,535	6,208			0,327
9	Lemari full plat	0,536	0,536			
10	Meja kayu Tengan	0,941			0,941	
11	Kursi	0,280	0,028	0,252		
12	Modul AM	0,097	0,097			
13	Meja Dosen	0,324	0,324			
14	White board	0,108			0,108	
Total			8,059	3,142	5,445	0,368
%			47,368	18,467	32,003	2,163

TABEL 4
PERSENTASE VOLUME BENDA
DALAM RUANG PADA RUANG KELAS 07
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

No	Nama Benda	Volume (m3)	Bahan			
			Plat	Mika/Fiber	Kayu	Kaca
1	Meja kerja dosen	0,538			0,538	
2	Meja siswa	6,256	1,251	5,005		
4	Kursi siswa	0,358	0,072	0,286		
5	Papan tulis	0,280			0,280	

B. Rugi Propagasi Dalam Ruang Berdasarkan Volume Benda Disekitar Tx dan Rx

Rugi propagasi dan volume benda dalam ruang diukur dengan tujuan untuk meneliti, apakah ada korelasi antara rugi propagasi dengan besarnya volume benda yang tersebar disepanjang lintasan gelombang radio atau pada titik-titik pengukuran disekitar Tx dan Rx, seperti terlihat pada gambar 2(b), 2(d) dan 2(f).

Titik pengukuran diambil pada kelipatan sepanjang jarak $\lambda/2$ dari pemancar pada setiap ruang. Ada 11 titik pengukuran pada ruang laboratorium radio dan propagasi, 14 titik pengukuran pada ruang laboratorium dasar dan jaringan telekomunikasi dan 20 titik pengukuran pada ruang kelas 07 jurusan teknik elektro, lebih rinci dapat dilihat pada tabel 4, 5, tabel 6 .

1) Rugi Propagasi Gelombang Radio Pada Ruang Laboratorium Radio dan Propagasi

Untuk mengetahui besarnya rugi propagasi disepanjang lintasan gelombang radio, maka dilakukan pengukuran daya gelombang radio pada sisi penerima dan ukuran volume benda disekitar Tx-Rx. Pengukuran dilakukan pada 11 titik sampel (N) dan hasilnya diperlihatkan pada tabel 5 dan gambar 4.

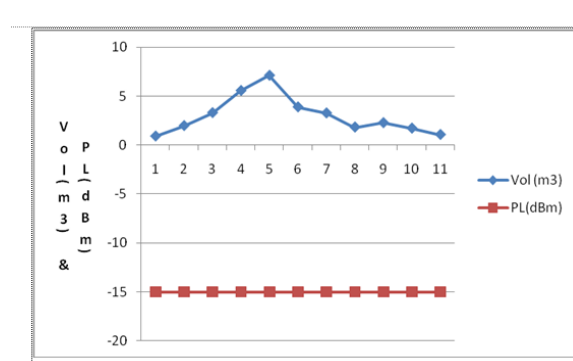
Dengan menggunakan persamaan 6, didapatkan data analisis hasil pengukuran seperti ditampilkan pada tabel 5 di atas. Dari data pada tabel tersebut diketahui bahwa rugi-rugi propagasi gelombang radio berfluktuasi bervariasi sepanjang lintasan mengikuti sebaran volume benda disekitar pemancar dan penerima, lebih rinci dari uraian di atas ditampilkan dalam bentuk kurva seperti terlihat pada gambar 4.

TABEL 5
RUGI PROPAGASI
GELOMBANG RADIO PADA RUANG
LABORATORIUM RADIO DAN PROPAGASI

N	Pt(dBm)	Vol (m3)	Pr (dBm)	PL(dBm)
1	15	0,90481	-27,29	-15,0003

2	15	1,97993	-23,29	-15,0006
3	15	3,30925	-27,49	-15,0002
4	15	5,5806	-25,49	-15,0004
5	15	7,13539	-27,29	-15,0003
6	15	3,89543	-27,29	-15,0003
7	15	3,27778	-32,69	-15,0001
8	15	1,82794	-31,29	-15,0001
9	15	2,27883	-31,49	-15,0001
10	15	1,71912	-23,19	-15,0007
11	15	1,0674	-23,19	-15,0007

Fluktuasi rugi propagasi gelombang radio bervariasi dari nilai terkecil yaitu -15,0001 dBm pada volume benda sebesar 3,278 m³ dan yang terbesar sekitar -15,007 dBm yang terjadi disekitar benda bervolume 1,719 m³. Pada ruang ini, rugi propagasi rata-rata gelombang radio sebesar -15,003 dBm.



Gambar 4. Rugi propagasi gelombang radio broadcast pada ruang lab. radio dan propagation teknik elektro

2) Rugi Propagasi Gelombang Radio Pada Ruang Laboratorium Dasar dan Jaringan Telekomunikasi

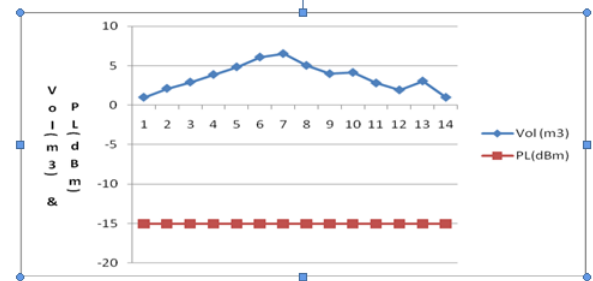
Rugi propagasi gelombang radio pada ruang ini diukur pada 14 titik sampel (N) pengukuran. Dari data hasil pengukuran, maka dengan menggunakan persamaan 6, besarnya rugi propagasi berdasarkan sebaran volume benda disekitar Tx dan Rx pada ruangan ini diketahui dan hasilnya diperlihatkan pada tabel 6.

TABEL 6
RUGI PROPAGASI GELOMBANG RADIO PADA RUANG LABORATORIUM DASAR DAN JARINGAN TELEKOMUNIKASI

N	Pt(dBm)	Vol (m3)	Pr (dBm)	PL(dBm)
1	15	0,975	-23,1897	-15,00066
2	15	2,114297	-23,1897	-15,00066
3	15	2,91551	-31,1897	-15,00010
4	15	3,885765	-35,2897	-15,00004
5	15	4,85602	-32,4897	-15,00008
6	15	6,10961	-43,2897	-15,00001
7	15	6,55161	-31,2897	-15,00010
8	15	5,046958	-32,2897	-15,00008
9	15	3,984305	-32,1897	-15,00008
10	15	4,145701	-29,4897	-15,00015
11	15	2,797495	-43,2897	-15,00001
12	15	1,913495	-9,2897	-15,01620
13	15	3,052792	-23,1897	-15,00066
14	15	0,967	-19,1897	-15,00166

Berdasarkan data pada tabel 6 di atas, diketahui bahwa rugi-rugi propagasi gelombang radio terkecil adalah -15,00001

dBm, terjadi pada volume benda disekitar lintasan gelombang radio sebesar 2,797 m³, sedangkan rugi propagasi gelombang radio terbesar adalah -15,01620 dBm, terjadi pada lintasan gelombang radio Tx-Rx dengan volume benda 1,193 m³. Besarnya rugi-rugi propagasi rata-rata pada ruangan ini adalah -15,00146 dBm. Untuk lebih jelasnya ditampilkan dalam bentuk kurva seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Rugi propagasi gelombang radio broadcast pada ruang lab. Jaringan telekomunikasi

3) Rugi Propagasi Gelombang Radio Pada Ruang Kelas 07 Jurusan Teknik Elektro

Pada ruang kelas 07 Jurusan Teknik Elektro, pengukuran rugi propagasi gelombang radio dilakukan pada 20 titik (N sampel) data pengukuran. Berdasarkan data hasil pengukuran seperti tabel 7

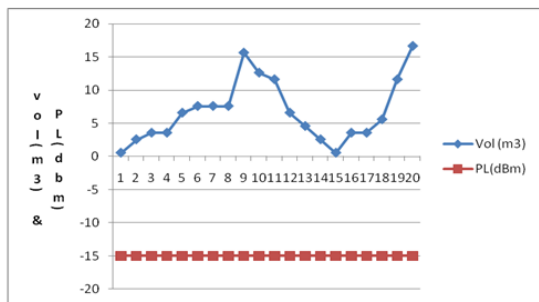
Berdasarkan data hasil pengukuran tersebut, maka dengan menggunakan persamaan 6, rugi-rugi propagasi pada masing-masing titik dapat diketahui dan hasilnya ditampilkan pada tabel 7.

TABEL 7
RUGI PROPAGASI GELOMBANG RADIO PADA RUANG KELAS 07 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

N	Pt(dBm)	Vol (m3)	Pr (dBm)	PL(dBm)
1	15	0,537776	-24,1897	-15,00052
2	15	2,549776	-27,2897	-15,00026
3	15	3,555776	-29,6897	-15,00015
4	15	3,555776	-29,4897	-15,00015
5	15	6,573776	-37,2897	-15,00003
6	15	7,579776	-33,4897	-15,00006
7	15	7,579776	-29,2897	-15,00016
8	15	7,579776	-39,2897	-15,00002
9	15	15,62778	-33,1897	-15,00007
10	15	12,60978	-41,1897	-15,00001
11	15	11,60378	-39,2897	-15,00002
12	15	6,573776	-41,1897	-15,00001
13	15	4,561776	-33,1897	-15,00007
14	15	2,549776	-28,5897	-15,00019
15	15	0,537776	-31,1897	-15,00010
16	15	3,555776	-37,2897	-15,00003
17	15	3,555776	-37,2897	-15,00003
18	15	5,567776	-47,4897	-15,00000
19	15	11,60378	-47,2897	-15,00000
20	15	16,63378	-29,2897	-15,00016

Berdasarkan tabel dan kurva tersebut diperoleh informasi bahwa rugi propagasi paling minimu atau paling kecil berharga -15,00000 dBm, berada pada lintasan radio antara Tx-Rx yang ke-18, volume benda yang berada disekitar Tx-Rx sebesar 5,5677 m³. Disisi lain, rugi propagasi terbesar pada lintasan ini terjadi pada titik 1 berharga -15,00052 dBm dengan jumlah volume benda disekitar Tx dan Rx sebesar

0,53777 m³. Rugi propagasi rata-rata pada ruangan ini diketahui sebesar -15,00010 dBm. Lebih jelasnya tentang uraian tersebut ditampilkan dalam bentuk kurva seperti ditampilkan gambar 6.



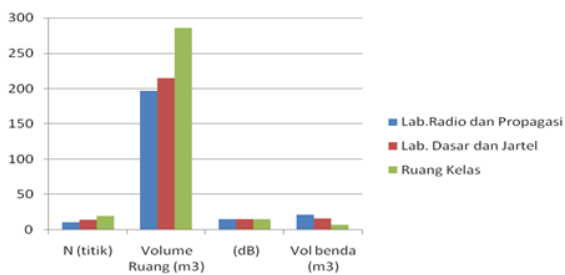
Gambar 6. Kurva rugi propagasi gelombang radio broadcast pada ruang kelas 07 jurusan teknik elektro

C. Rugi Propagasi Berdasarkan Volume Ruang

Pada sub-bab sebelumnya telah dijelaskan hasil penelitian tentang rugi-rugi propagasi gelombang radio broadcast, berkaitan dengan sebaran besarnya volume benda disekitar Tx dan Rx. didalam ruang Pada sub-bab berikutnya akan dijelaskan tentang hasil-hasil analisa yang berkaitan dengan besarnya volume ruang seperti diberikan pada tabel 8 dan gambar 7 .

TABEL 8
RUGI PROPAGASI BERDASARKAN VOLUME RUANG

Nama Ruang	N (titik)	Volume Ruang (m ³)	Vol benda (m ³)	\overline{PL} (dB)
Lab.Radio dan Propagasi	11	196,89	22	-15,0003
Lab. Dasar dan Jartel	14	214,89	16,581	-15,0015
Kelas 07	20	285,54	7,432	-15,0001



Gambar 7. Rugi propagasi gelombang radio berdasarkan volume ruang

Berdasarkan analisa hasil perhitungan rugi propagasi rata-rata yang telah dilakukan sebelumnya, seperti dirangkum pada tabel 8, maka diketahui bahwa rugi propagasi gelombang radio tidak dipengaruhi oleh besarnya volume ruang, hal ini dapat dilihat pada ketiga ruang sampel pengukuran. Pada ruang laboratorium radio dan propagasi dengan volume ruang paling kecil, yaitu ; sebesar 196,89 m³, diketahui rugi propagasi gelombang radio rata-rata pada ruang ini sebesar nya -15,0003 dBm, pada ruang yang memiliki volume yang

kedua parameter ini bernilai sebesar 0,403. Nilai ini memberikan informasi kepada kita bahwa rugi propagasi

sedikit lebih besar dari ruang pertama, yaitu 214,89 m³, rugi propagasinya sebesar -15,0015 dBm dan pada ruang yang ke-3 jauh lebih besar dari ruang pertama dan kedua, yaitu memiliki volume ruang sebesar 285,54 m³. Ruang ini memiliki rugi propagasinya gelombang radio rata-ratanya sebesar -15,0001. Lebih rinci dari penjelasan di atas akan diperlihatkan dalam bentuk kurva seperti ditampilkan pada gambar 7. Rugi propagasi gelombang radio broadcast ini membesar dan mengecil apakah disebabkan oleh volume ruang. Pada sub-bab berikut akan diuraikan korelasi antara volume ruang dan rugi-rugi propagasi.

D. Uji Korelasi

Pada sub-bab ini akan diuraikan 2 hasil uji korelasi yaitu pertama, uji korelasi perubahan dimensi volume benda didalam ruang terhadap perubahan rugi-rugi propagasi dan yang kedua perubahan dimensi volume ruang terhadap perubahan rugi-rugi propagasi, berikut uraiannya.

1) Korelasi Rugi Propagasi Gelombang Radio Terhadap Volume Benda Dalam Ruang

Korelasi adalah proses membandingkan dua kelompok data untuk mencari kemiripan maksimum dengan menggeser satu kelompok data yang ada. Berdasarkan data hasil pengukuran dan perhitungan, maka dengan menggunakan persamaan 13 korelasi antara perubahan volume benda disekitar lintasan gelombang radio dengan perubahan rugi-rugi propagasi dapat dihitung dan hasilnya ditampilkan pada tabel 9.

TABEL 9
UJI KORELASI ANTARA RUGI PROPAGASI DENGAN VOLUME BENDA DISEKITAR LINTASAN

Ruang	N (titik)	\overline{PL} (dB)	Korelasi
Lab.Radio dan Propagasi	11	-15,0003	0,254
Lab. Dasar dan Jartel	14	-15,0015	0,337
Ruang Kelas	20	-15,0001	0,403

Berdasarkan data hasil perhitungan korelasi pada tabel 9, diketahui bahwa; besarnya jumlah volume sebaran benda yang berada sekitar lingkungan gelombang radio atau pada lintasan gelombang radio tidak memiliki hubungan yang kuat dengan rugi-rugi propagasi tersebut.

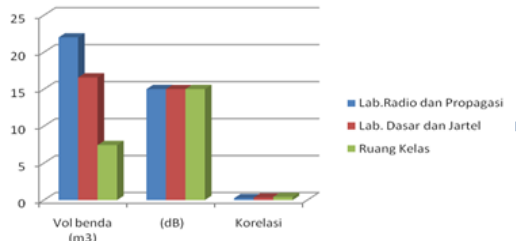
Hal ini dapat dibuktikan dari hasil analisa rugi propagasi pada ruang laboratorium radio dan propagasi, rugi propagasi sebesar -15,0003 dengan volume benda sebesar 22 m³ ruang, korelasi antara kedua parameter ini sebesar 0,254. Nilai ini memberi informasi bahwa besarnya volume benda disekitar TX-Rx dan rugi propagasi memiliki hubungan yang lemah.

Untuk ruang laboratorium dasar dan jaringan telekomunikasi rugi propagasi rata-ratanya sebesar -15,0015 dengan volume sebaran benda disekitar TX-Rx sebesar 16,581 m³. Kedua parameter tersebut memiliki korelasi sebesar 0,337. Nilai ini juga memiliki arti bahwa korelasi antara rugi propagasi gelombang radio terhadap perubahan dimensi volume benda dalam ruang dikategorikan lemah.

Pada ruang yang ke-3, yaitu ruang kelas. Rugi-rugi propagasi rata-rata bernilai sebesar -15,0001 dBm, volume benda disekitar Tx-Rx sebesar 7,432 m³. Korelasi antara

gelombang radio terhadap perubahan dimensi volume benda disekitar TX-Rx memiliki korelasi dengan hubungan sedang.

Untuk lebih rinci memahami penjelasan di atas, maka diberikan dalam bentuk kurva seperti gambar 8.



Gambar 8. Korelasi rugi propagasi terhadap perubahan volume benda disekitar Tx-Rx dalam ruang

2) Korelasi Rugi Propagasi Gelombang Radio Terhadap Volume Ruang

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan bagaimana korelasi antara rugi propagasi gelombang radio dengan banyaknya benda yang tersebar dengan volume tertentu disekitar lintaran gelombang radio antara Tx dan Rx. Pada sub-bab ini akan dianalisa apakah rugi propagasi memiliki hubungan sebab-akibat dengan besar kecilnya volume ruang dimana gelombang radio tersebut menjalar.

Tabel 10
UJI KORELASI ANTARA RUGI PROPAGASI DENGAN VOLUME RUANG

Nama Ruang	N (titik)	Volume Ruang (m ³)	(dB)	Korelasi
Lab. Radio dan Propagasi	11	196,89	-15,0003	0,446
Lab. Dasar dan Jartel	14	214,89	-15,0015	
Kelas 07	20	285,54	-15,0001	

Dari hasil perhitungan rugi-rugi propagasi dan volume ruang sebelumnya, maka dengan menggunakan persamaan 13, maka korelasi antara perubahan dimensi volume ruang dan rugi-rugi propagasi dapat dihitung dan hasilnya diberikan seperti pada tabel 10. Berdasarkan data hasil perhitungan korelasi antara rugi propagasi gelombang radio terhadap perubahan dimensi volume ruang diketahui korelasi adalah 0,0446. Nilai ini, memberikan informasi kepada kita bahwa, hubungan sebab-akibat antara rugi-rugi propagasi radio dengan perubahan dimensi volume ruang adalah sedang.

IV. KESIMPULAN

Rugi propagasi rata-rata gelombang radio pada ruang dengan volume benda secara berturut-turut 22 m³, 16,581 m³ dan 7,432 m³ adalah rata-rata -15,0003 dBm, -15,0015 dBm dan -15, 001 dBm, sebaran benda ini memiliki besaran korelasi secara berturut-turut dengan nilai 0,254; 0,337 dan 0,403. Nilai 0,245 dan 0,337 pada kedua ruang ini, memberikan informasi bahwa besar-kecilnya perubahan volume benda disekitar lintasan gelombang radio memiliki hubungan yang lemah terhadap perubahan rugi-rugi propagasi gelombang radio, sedangkan pada ruang yang ketiga, yaitu ruang kelas korelasinya dikategorikan sedang, artinya perubahan dimensi volume benda dalam ruang memiliki

hubungan yang sedang. Pada sisi lain untuk ketiga ruang bila ditinjau dari perubahan volume ruang terhadap pengaruh rugi-rugi gelombang radio, maka diketahui bahwa nilai korelasinya sebesar 0,446. Ini menunjukkan bahwa dimensi volume ruang memiliki hubungan yang sedang terhadap pengaruh rugi propagasi gelombang radio dalam ruang.

REFERENSI

- [1] Ding Xu, Jianhua Zhang, Member, IEEE, Xinying Gao, Ping Zhang, Yufei Wu, 2015, Indoor Office Propagation Measurements and Path Loss Models at 5.25 GHz, Conference Paper in Vehicular Technology Conference, 1988, IEEE 38th · November 2007
- [2] H. Hashemi, 1993, "The indoor radio propagation channel," *Proc. IEEE*, vol. 81, no. 7, pp. 943–968, July
- [3] R. R. Skidmore, T. S. Rappaport, and A. L. Abbott, 1996, "Interactive coverage region and system design simulation for wireless communication systems in multifloored indoor environments: SMT Plus," in *Proc. IEEE ICUPC '96*, vol. 2, pp. 646–650.
- [4] D. M. J. Devasirvatham, C. Banerjee, M. Krain, and D. Rappaport, 1990, "Multi-frequency radiowave propagation measurements in the portable radio environment," in *Proc. IEEE ICC '90*, pp. 1334–1340.
- [5] T.S Rappaport, 2001, *Wireless communications –Principles and practice*, 2nd Edition, Prentice Hall.
- [6] Amir D, Fakhurrazi, 2018, Analisa Propagasi Gelombang Radio Broadcast Terhadap Variasi Statistik Faktor Lingkungan, Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe, Vol.2 No.1 September 2018 | ISSN: 2598-3954.
- [7] Amir D, 2012, Analisa Propagasi Gelombang Radio Dalam Ruang Pada Komunikasi Radio Bergerak.
- [8] V. K. Grag, K. and J.E. Wilkes, 1996, "Wireless And Personal Communications System", Prentice Hall PTR
- [9] Z.Abdullah, 2000, "Analisa Statistik Pengukuran Propagasi Radio Pita Sempit Dalam ruang Pada Frekuensi 1,7 GHz", Program Pasca Sarjana, ITS, Surabaya.
- [10] G. Boudreau, W. Bird, dkk, "CT2/CT2 Plus Wireless Propagation Modelling and Range Prediction", Dept. of System and Computer Engineering Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada.
- [11] Willian H. Hayt.Jr. 2012, *Engineering Electromag-netics*, Seven Edition, Original ISBN: 0-07-252495-2 by McGraw-Hill