

Analisa Eksponen Rugi-rugi Lintasan Propagasi Gelombang Radio Dalam Ruang Pada Jaringan Komunikasi Bergerak

Amir D¹, Hanafi², Fakhur Razi³, Jamaluddin^{4*}

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

¹amird@pnl.ac.id

^{2*}hanafi_hf@pnl.ac.id

arrazipstpn@gmail.com³

jamaluddin.te@gmail.com⁴

Abstrak— Permasalahan yang dihadapi dalam komunikasi bergerak di dalam ruang menggunakan gelombang radio adalah daya yang ditransmisikan pada sisi pengirim Tx berfluktuasi pada saat sampai disisi penerima (Rx). Berkomunikasi dalam keadaan bergerak menggunakan gelombang radio, amenyebabkan karakteristik kanal disekitar Tx-Rx berubah-ubah, hal ini, mempengaruhi kecepatan rambat gelombang radio. Perubahan karakteristik kanal disekitar Tx-Rx menimbulkan fluktuasi daya sinyal gelombang radio yang sampai pada penerima, bentuk umum dari fluktuasi daya tersebut adalah daya yang terdeteksi pada sisi Rx mengecil dan terkadang membesar, padahal posisi Rx semakin jauh dari Tx atau bahkan semakin dekat, peristiwa mengecilnya level daya yang sampai pada sisi Rx disebut pathloss [1,2]. Pathloss gelombang radio dalam merupakan hal yang tidak diinginkan. Komunikasi bergerak yang dilakukan didalam ruang, seperti; di ruang koridor, akan berbeda fluktuasi dayanya dibanding berkomunikasi didalam ruang perkantoran, didalam ruang koridor dan Aula. Perbedaan ini diduga karena adanya perubahan eksponen rugi-rugi lintasan. Eksponen rugi-rugi lintasan menunjukkan kecepatan pertambahan rugi-rugi lintasan terhadap perubahan kanal radio disekitar Tx-Rx. Analisa terhadap parameter ini menggunakan metode *Log-distance Shadowed*. Hasil yang diperoleh adalah karakteristik daya penerima terkuat terukur pada ruang kelas, dengan nilai sebesar -19,86 dBm. Rugi-rugi lintasan propagasi gelombang radio terbesar terjadi pada ruang seminar disusul ruang kelas, selanjutnya ruang laboratorium jaringan komputer dan ruang koridor, masing-masing nilainya adalah 39,16 dB, 29,81 dB, 28,69 dB dan 28,66 dB. Nilai eksponen rugi-rugi lintasan pada ruang kelas 06 dan ruang koridor memiliki nilai yang sama; yaitu sebesar 3,1. Pada ruangan laboratorium jaringan nilainya sebesar 3,36, sedangkan ruang seminar, eksponen rugi-rugi lintasannya sangat kecil yaitu 1,94.

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

Abstract— The problem faced in mobile communication in space using radio waves is that the power transmitted on the sending side of Tx fluctuates when it reaches the receiver side (Rx). Communicating in motion using radio waves, causes the characteristics of the channel around the Tx-Rx to change, this, affects the speed of propagation of radio waves. Changes in channel characteristics around the Tx-Rx cause fluctuations in radio wave signal power reaching the receiver, the general form of this power fluctuation is that the detected power on the Rx side decreases and sometimes increases, even though the position of Rx is getting farther from Tx or even closer [5], the event of a decrease in the power level that reaches the Rx side is called Pathloss [1,2]. Pathloss radio wave attenuation is undesirable. Mobile communication carried out in space, such as; in the corridor space, there will be different fluctuations in power compared to communicating in office spaces, in corridors and in the hall. This difference is presumably due to changes in the component of line losses. The line losses exponent shows the velocity of the increase in line losses with respect to changes in the radio channel around Tx-Rx. The analysis of this parameter uses the *Log-distance Shadowed* method. The results obtained are the strongest measured receiver power characteristics in the classroom, with a value of -19.86 dBm. The largest radio wave propagation path losses occurred in the seminar room followed by the classroom, then the computer network laboratory room and the corridor room, each of which values were 39.16 dB, 29.81 dB, 28.69 dB and 28.66 dB. The exponential value of the trajectory losses in class 06 and corridor space has the same value; which is 3.1. In the network laboratory room the value is 3.36, while in the seminar room, the track losses exponential is very small, namely 1.94.

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

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Eksponen rugi-rugi lintasan menunjukkan kecepatan pertambahan atau penurunan rugi-rugi lintasan terhadap perubahan posisi Rx terhadap Tx. Masalah yang dihadapi saat berkomunikasi dalam kondisi bergerak menggunakan gelombang radio, akan menyebabkan karakteristik kanal disekitar Tx-Rx berubah-ubah, perubahan ini menyebabkan kecepatan rambat gelombang radio juga berubah mengikuti kondisi tersebut, demikian juga kualitas daya yang sampai pada Rx ikut berubah-ubah, terkadang mengecil atau bahkan membesar, padahal posisi Rx semakin jauh dari Tx [1]. Jika komunikasi bergerak tersebut dilakukan dalam ruang, maka kondisi ruang akan mempengaruhi fluktuasi daya yang sampai pada penerima.

Komunikasi bergerak yang dilakukan didalam ruang seperti di ruang koridor, diruang seminar dan ruang kelas, akan berbeda fluktuasi dayanya dibanding komunikasi yang dilakukan dalam ruang perkantoran, demikian juga berbeda dengan komunikasi dilakukan didalam ruang aula. Perbedaan ini diduga karena perubahan eksponen rugi-rugi lintasan gelombang radio yang disimbolkan n [2].

Berapa besar kecepatan pertambahan perubahan rugi-rugi lintasan pada sebuah ruang, menarik untuk diteliti. Oleh sebab itu, pada kegiatan penelitian ini, peneliti memaparkan hasil-hasil penelitian dengan judul "Analisa Eksponen rugi_rugi lintasan propagasi gelombang radio dalam ruang pada jaringan komunikasi bergerak.

Pendekatan yang digunakan untuk menganalisis eksponen rugi-rugi lintasan adalah menggunakan metode *Log-distance shadowing* model [3,4]. Dengan model ini, peneliti membuktikan kebenaran bahwa eksponen rugi-rugi lintasan

pada sebuah ruang dimana gelombang merambat dari T_x-R_x , merupakan faktor yang yang menyebabkan perubahan fluktuasi daya saat gelombang radio merambat dari T_x ke R_x .

B. Tinjauan Pustaka

1) Perhitungan Rugi-rugi Lintasan: Rugi-rugi lintasan dapat ditentukan berdasarkan perhitungan fluktuasi daya yang sampai pada R_x . Untuk mengukur kekuatan daya yang sampai pada R_x dapat menggunakan persamaan (1)

$$RSSI=10\log P_r(d), \tag{1}$$

Dimana RSSI (dBm) merupakan kepanjangan dari Received Signal Strength Indicator. Parameter ini, menunjukkan daya terima dari seluruh sinyal pada band frequency kanal utama yang diukur [5,6], sehingga rugi-rugi lintasan PL(d) sebagai fungsi jarak. Daya penerima pada jarak d Pr(d)(dBm) dapat dihitung dengan persamaan (2).

$$P_{L(d)}=P_t + G_t + G_r - P_r(d) \tag{2}$$

1) **Model Free Space:** Untuk menghitung fluktuasi daya sinyal yang sampai pada penerima R_x dari ujung transmisi d dalam ruang bebas [7], dapat dihitung menggunakan persamaan (3),

$$P_r(d) = P_t G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \tag{3}$$

di mana P_r (d)(dBm) adalah daya rata-rata pengirim yang sampai pada R_x , P_t adalah daya penerima(dBm), G_t dan G_r adalah gain antenna pengirim dan penerima(dBi), λ adalah panjang gelombang (m). Rugi-rugi lintasan dapat dihitung dengan persamaan (4).

$$P_L(d) = 10\log \left(\frac{P_t}{P_r(d)} \right) \tag{4}$$

Dengan mensubstitusi (3) dan (4), maka rugi-rugi daya pada lintasan ruang bebas dapat dihitung dengan persamaan empiris oleh persamaan (5).

$$P_{L(d)}= 20.\log(4\pi)+ 20\log(d -20\log(\lambda) -10.\log(G_t)-10.\log(G_r) \tag{5}$$

2) **Log-Distance Shadowed Path Loss Model:** Pada model propagasi Log-distance Shadowed ini mengindikasikan bahwa rata-rata daya yang diterima menurun secara logaritmis dengan jarak baik untuk kanal radio pada outdoor maupun indoor. Rata-rata rugi-rugi propagasi untuk suatu jarak transmitter- raicever sejauh (d) seperti pada persamaan (II.6) [3,8].

$$\overline{PL}(d)[dB]=PL(d_0)[dB]+10.n.\log_1\left(\frac{d}{d_0}\right)+x\sigma \tag{6}$$

Pathloss didefinisikan sebagai perbedaan (dalam dB) antara daya efektif yang di transmisikan terhadap daya yang diterima, baik memperhitungkan atau tidak memperhitungkan gain antenna, $X \sigma$ adalah variable acak distribusi zero-mean Gaussian. Untuk menghitung pathloss antara daya transmisi dan daya penerima, yaitu dengan menghitung nilai P_L (dB) untuk masing-masing daerah pengukuran dengan menggunakan persamaan (7).

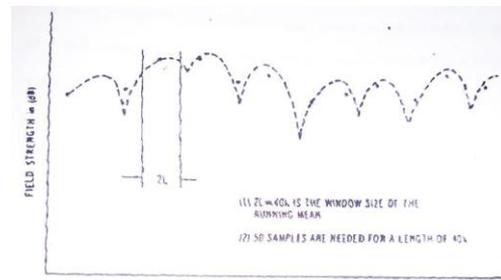
$$PL(dB) = P_t - P_r \tag{7}$$

Dimana PL adalah Pathloss (dB), P_t daya yang dipancarkan (dBm), dan P_r adalah Daya terima (dBm). Untuk mengamati hubungan propagasi dengan keragaman lingkungan sekitarnya, maka analisis diarahkan untuk mengamati laju kecepatan

rambat gelombang yang disebut dengan eksponen rugi-rugi lintasan disimbolkan dengan huruf n. Eksponen rugi-rugi lintasan menunjukkan laju perubahan rugi-rugi lintasan terhadap penambahan jarak, dan keadaan spesifik propagasi, besarnya eksponen rugi-rugi lintasan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (8). Dimana d_i adalah jarak tiap titik sampel pengukuran dan N adalah jumlah titik pengukuran atau banyaknya data sampel pengukuran, $p(d_i)$ adalah daya yang sampai pada penerima pada jarak d [9].

$$n = \frac{1}{10} \left[\frac{N \sum_{i=1}^N (\log_{10} d_i) p(d_i) - \left(\sum_{i=1}^N (\log_{10} d_i) \right) \left(\sum_{i=1}^N p(d_i) \right)}{N \sum_{i=1}^N (\log_{10} d_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^N (\log_{10} d_i) \right)^2} \right] \dots \tag{8}$$

3) **Penentuan Mean Lokal (Local Mean):** Untuk mendapatkan mean lokal, digunakan running mean dengan jendela (window) 40λ . Mean lokal dicatat ketika unit penerima bergerak sepanjang lintasan (sumbu x) yaitu dengan membuat rata-rata panjang sepatial L yang memenuhi syarat dari sepotong data kasar seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Panjang L ini diambil dari rata-rata jendela (window) dari data mentah. jikal L ini terlalu pendek maka variasi shortterm fading tidak dapat halus, jika L terlalu panjang output yang di rata-ratakan tidak dapat mewakili lokal mean karena menghilangkan perubahan-perubahan sinyal secara detail [10].



Gambar 1 Metode penentuan lokal mean

Tabel 1
SIMPANGAN BAKU VERSUS 2L

2L	σ_m	σ_m spread (dB)
5	0.165	3
10	0.122	2.1
20	0.09	1.56
40	0.006	1

Pada tabel 1. terlihat $2L=40 \lambda$ memenuhi syarat karena memberikan penyebaran mean mendekati 1 dB, sehingga dapat digunakan dalam rayleigh fading. Jika panjang $2L$ lebih pendek dari 40λ , rata-rata Outputnya hanya akan menekan posisi terjelek dari Rayleigh fading. Jika panjang $2L$ lebih besar dari 40λ , maka panjang rata-rata yang terlalu banyak akan memberikan mean lokal yang halus, yang tidak diperlukan. Dalam prkteknya range L antara 20λ - 40λ dapat diterima, dan untuk frekuensi operasi rendah dapat diambil interval 20λ untuk mendapatkan lokal mean.

4) **Penentuan Jumlah Titik Sampel:** Dari percobaan korela-si sendiri pada potongan sinyal analog menunjukkan

bahwa pemisahan jarak antara $0.5 \lambda - 0.8 \lambda$ diperlukan untuk koefisien korelasi dibawah 0,2 dari dua buah sampel yang berdekatan. Dibutuhkan 50 sampel yang berkorelasi lemah untuk mewakili panjang 40λ . Harus ditentukan apakah 50 sampel ini cukup untuk memenuhi harga rata – rata pada panjang 40λ dengan tingkat keyakinan tinggi. Harga yang diestimasi dari r_j dengan N dan $2L = 40 \lambda$ untuk 90% *confidence interval* adalah 1 dB dari nilai mean sebenarnya (*true mean value*). Jika N dikurangi sampai sampai 36 dengan CI 90% maka akan naik sampai 1.17 dB dari meannya. Sebagai contoh perbandingan untuk estimasi perbandingan untuk estimasi r_j dengan rata-rata 50 sampel dengan CI 99% dengan perhitungan yang sama di peroleh 99% $CI = 1.5$ dB [10].

C. Maksud dan Tujuan Riset

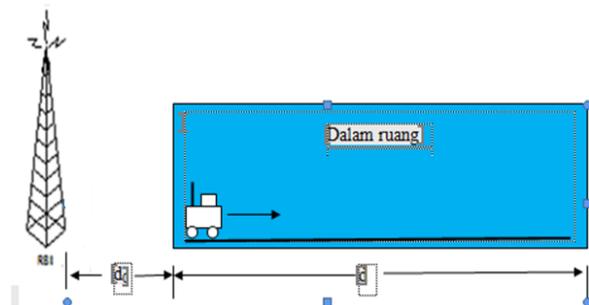
Adapun maksud dan tujuan riset ini, secara singkat dapat dijelaskan seperti pada sub-bab berikut.

1) **Maksud:** Riset ini dimaksudkan untuk menyediakan informasi tentang besaran konstanta propagasi gelombang radio pada beberapa jenis ruang indoor yang diamati, Besaran ini tidak tersedia pada beberapa literatur secara spesifik, namun tersedia secara umum.

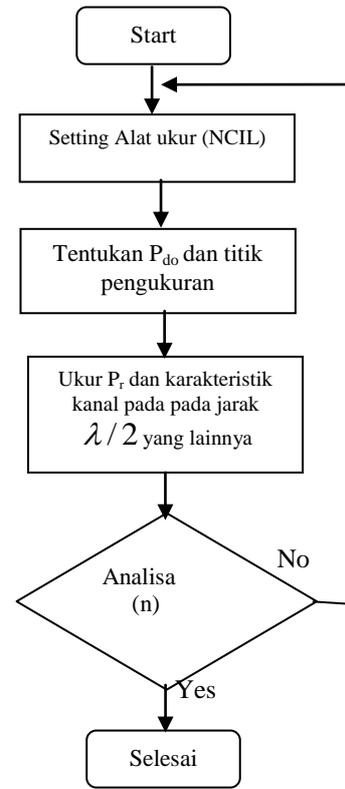
2) **Tujuan Riset:** membuktikan kebenaran bahwa eksponen rugi-rugi lintasan pada sebuah ruang dimana gelombang merambat dari T_x-R_x , merupakan faktor yang menyebabkan perubahan fluktuasi daya saat gelombang radio merambat dari T_x ke R_x .

II. METODOLOGI PENELITIAN

Observasi pengukuran eksponen rugi-rugi lintasan propagasi gelombang radio dalam ruang pada raringan komunikasi bergerak dilakukan dengan mengamati fluktuasi daya pada sisi R_x dalam hal ini Mobile Station, **MS**. Deteksi daya pada sisi penerima menggunakan *Networt Cell Info Lite (NICL)*. Pengukuran dilakukan pada posisi bergerak. Data diukur pada jarak $\lambda/2$ pada setiap titik pengukuran. Fluktuasi daya dibaca melalui parameter *Reference Signal Received Power (RSRP)* dan *Reference Signal Received Quality (RSRQ)*. Tabulasi data setiap titik pengukuran, demikian juga data tentang karakteristik lintasan kanal radionya,. Untuk mencuplik dan mengobservasi data, alat ukur diset pada ketinggian 1,5 meter dari permukaan tanah. Karakteristik kanal yang dilewati ditabulasi. Lakukan analisis eksponen rugi-rudi lintasan pada setiap ruang yang telah diukur. Ulangi cara yang sama untuk ruang yang lain. Lebih rinci bagaimana metode penelitian dilakukan, dapat dilihat pada gambar 2(a) dan gambar 2(b).



(a)



(b)

Gambar 2. Metode penelitian, (a) setting pengukuran, (b) flowchart metode penelitian

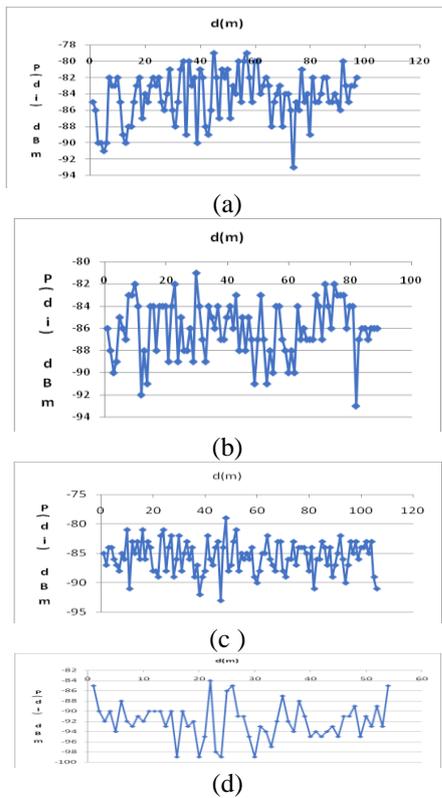
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub-bab ini akan dijelaskan tentang hasil-hasil penelitian Penentuan jumlah titik data sampel pengukuran karakteristik daya terukur pada penerima, pathloss rata-rata dalam ruang dan eksponen rugi-rugi lintasan gelombang radio didalam ruang. Lebih rinci dijelaskan pada sub-bab berikut.

1) **Penentuan Jumlah Data Titik Sampel Pengukuran:** *Penentuan titik sampel pengukuran diambil dari hasil percobaan korelasi sendiri pada potongan sinyal analog yang menampilkan pemisahan jarak antara $0.5 \lambda - 0.8 \lambda$. Pada pemisahan tersebut diperlukan koefisien korelasi dibawah 0,2 dari dua buah sampel yang berdekatan, dua sampel berdekatan diukur pada setiap jarak 0,16 meter. Dibutuhkan 50 sampel yang berkorelasi lemah untuk mewakili panjang 40λ . Ke-50 sampel tersebut cukup memenuhi harga rata-rata pada panjang 40λ dengan tingkat keyakinan tinggi.*

2) **Karakteristik Daya Terukur Pada Penerima Di-setiap Ruang:** Dengan menggunakan metode pengukuran seperti diberikan pada gambar 2(a) dan gambar 2(b), maka karakteristik daya penerima yang terukur pada masing-masing titik pengamatan disepanjang lintasan gelombang radio antara $T_x - R_x$ disetiap ruang diberikan seperti diperlihatkan pada kurva gambar 3(a), 3(b) dan 3(c).

Berdasarkan hasil pengukuran tersebut, diperoleh informasi bahwa propagasi gelombang pada sistem komunikasi radio bergerak disepanjang lintasan T_x-R_x , karakteristik dayanya berfluktuasi mengikuti perubahan jarak dan perubahan kanal radio disepanjang lintasan. Perubahan tersebut naik-turun, kadang mengecil dan bahkan kadang membesar, seiring dengan pertambahan jarak lintasan.



Gambar 3. Kurva daya penerima sepanjang lintasan Tx-Rx (a) ruang kelas, (b) ruang laboratorium jaringan komputer, (c) ruang koridor dan (d) ruang seminar tugas akhir

Disisi lain, jika diamati dari sisi daya rata-rata, maka masing-masing ruangan memiliki karakteristik tersendiri, lebih rinci dapat dilihat pada tabel 2. Berdasarkan kurva daya pada gambar 4.1 di atas, maka daya rata-rata yang terukur pada sisi penerima untuk ke-4 jenis ruang tersebut diberikan oleh tabel IV.1.

TABEL 2
DAYA RATA-RATA PENERIMA PADA SETIAP RUANG

Nama Ruang	N	$\overline{P_r}$ (dBm)
Ruang kelas 06	96	-19,86
Ruang laboratorium jaringan Komputer	105	-20,25
Ruang koridor	88	-85,41
Ruang sidang dan seminar TGA	54	-91,98

Pada ruang kelas, ada 96 data pengukuran, daya rata-rata penerima sebesar -19,86 dBm, pada ruang laboratorium jaringan komputer, diperoleh 105 titik pengukuran. Daya rata-rata yang sampai pada penerima sebesar -20,25 dBm, pada ruang koridor, diperoleh 88 titik pengukuran. Daya rata-rata yang terukur pada sisi penerima sebesar -85,41 dBm, sedangkan pada ruang sidang TGA diperoleh data titik pengukuran sebanyak 54 data, daya yang terukur pada penerima sebesar -91,89 dbm. Secara umum dapat jelaskan bahwa dari hasil pengukuran dan observasi karakteristik daya propagasi gelombang radio pada ke-4 ruang tersebut, maka ruang kelas, memiliki daya penerima lebih besar dibanding 3 ruang lainnya, disusul ruang laboratorium komputer, kemudian ruang koridor dan ruang seminar. Hal ini diduga disebabkan oleh struktur dan dimensi fisik ruangan.

3) **Pathloss Rata-rata dalam ruang:** Penurunan kuat sinyal sebagai fungsi jarak dan keadaan spesifik lingkungan dimana gelombang radio tersebut merambat dianalisis dari karakteristik daya dan kondisi kanal radio dimana gelombang merambat dari T_x-R_x . Kondisi spesifik lingkungan berkategori *indoor shodowed*, Berdasarkan data hasil pengukuran serta dengan meng-gunakan persamaan (6), pathloss pada ke-4 ruang yang diobservasi dapat dihitung dan hasilnya ditampilkan pada tabel 3 dan gambar 4.

TABEL 3
PATHLOSS RATA-RATA

Nama Ruang	σ_x	$\overline{P_L}$ (dB)
Ruang kelas 06	0,039	29,81
Ruang laboratorium jaringan komputer	0,062	28,69
Ruang koridor	0,0087	28,66
Ruang seminar TGA	0,811	39,16



Gambar 4. Path loss rata-rata pada ke-4 ruang observasi

Berdasarkan hasil analisa perhitungan yang ditampilkan pada tabel 3. dan gambar 4, diketahui bahwa pathloss rata-rata pada ke-4 ruangan memiliki nilai yang bervariasi dan selisihnya tidak terlalu besar, kecuali ruang seminar TGA.

Pathloss rata-rata terbesar terjadi ruang seminar yang memiliki struktur ruang yang didominasi dari dinding tripleks dengan dimensi fisik yang jauh lebih kecil dibanding ruang lainnya, nilainya pathlossnya sebesar 39,16 dB, disusul kedua terbesar terjadi pada ruang kelas dengan nilai sebesar 29,81 dB. Ruangan ini memiliki struktur ruang didominasi oleh beton dengan dimensi fisik cukup besar.

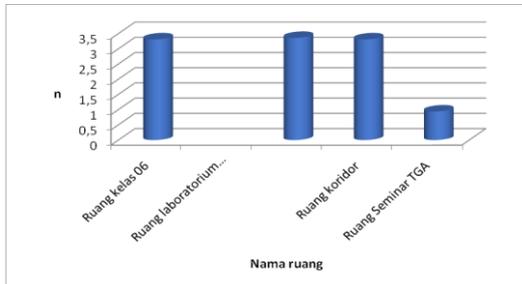
Pathloss terbesar ketiga adalah ruang laboratorium jaringan komputer dengan nilai 28,68 dB, ruangan ini memiliki struktur ruang didominasi oleh dinding dengan komposisi 50% beton, 40 % kayu dan 10% kaca. Selanjutnya yang keempat adalah ruang koridor yang dimensi ruangnya berbentuk lorong, secara umum struktur ruang ini didominasi oleh beton, nilai pathlossnya sebesar 28,66 dB.

4) **Eksponen rugi-rugi lintasan:** Kecepatan pertambahan rugi-rugi lintasan terhadap pertambahan jarak, dimana perubahan tersebut bergantung pada keadaan spesifik lingkungan propagasi diobservasi pada ke-4 tipe ruang yang berbeda. Berdasarkan data pengukuran karakteristik daya pada penerima, maka dengan memperhatikan keadaan spesifik lingkungan, eksponen rugi-rugi lintasan dianalisis menggunakan persamaan 8, hasilnya ditampilkan seperti pada tabel 4 dan gambar 5.

Hasil yang ditampilkan pada tabel 4 dan gambar 5, menunjukkan bahwa besaran eksponen rugi-rugi lintasan pada ruang yang didominasi oleh struktur bangunan dengan unsur beton memiliki nilai mendekati sama, hal ini dapat dilihat dari nilai eksponen rugi-rugi lintasan pada ruang kelas 06, ruang laboratorium jaringan komputer dan ruang koridor.

TABEL 4
HASIL PERHITUNGAN EKSPONEN RUGI-RUGI LINTASAN

Tipe Ruang	n
Ruang kelas 06	3,31
Ruang laboratorium jaringan komputer	3,36
Ruang koridor	3,31
Ruang Seminar TGA	1,94



Gambar 5. Eksponen rugi-rugi lintasan

Berdasarkan hasil analisis data tersebut, diketahui bahwa nilai eksponen rugi-rugi lintasan yang terjadi pada ruang kelas 06 dan ruang koridor memiliki laju perubahan rugi-rugi lintasan yang sama besar, yaitu sebesar 3,1. Pada ruang laboratorium jaringan komunikasi, eksponen rugi-rugi lintasannya lebih besar, yaitu dengan nilai 3,36. Hal ini berbanding terbalik dengan eksponen rugi-rugi lintasan pada ruang seminar TGA, eksponen rugi-rugi lintasan pada ruangan ini sangat kecil dengan nilai 1,94. Ruang ini didominasi dari dinding penyekat triplek.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil dan pembahasan pada sub-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa; karakteristik daya yang sampai pada penerima pada komunikasi radio bergerak didalam ruang, bervariasi menurut tipe ruangan. Karakteristik daya yang sampai pada penerima terbesar, terjadi ruang kelas 06, disusul ruang komputer, kemudian ruang koridor dan ruang seminar TGA dengan nilai berturut-turut sebesar -19,86 dBm, -20,25 dBm, 85,41 dBm dan -91,98 dBm, sedangkan pathloss atau rugi-rugi memiliki nilai yang berbeda. Pathloss rata-rata terbesar terjadi pada ruang seminar dengan nilai 39,16 dB, urutan kedua terjadi pada ruang kelas dengan nilai 29,81 dB, selanjutnya ketiga terjadi pada ruang laboratorium jaringan komputer dan ruang koridor dengan nilai 28,66 dB. Kesimpulan lainnya, adalah; eksponen rugi-rugi lintasan terbesar terjadi pada laboratorium jaringan komputer dengan nilai 3,36, disusul urutan kedua yaitu; ruang kelas 06 dan ruang koridor dengan nilai yang sama, yaitu; 3,1, sedangkan ruang ruang seminar, eksponen rugi-rugi lintasannya sangat kecil yaitu 1,94.

REFERENSI

- [1] T.S Rappaport, *Wireless communications –Principles and practice*, 2nd Edition, Prentice Hall , 2001.
- [2] N. Rakesh 1, Dr.S.K.Srivatsa, *A Study On Path Loss Analysis For Gsm Mobile Networks For Urban, Rural And Suburban Regions Of Karnataka State*, *International Journal of Distributed and Parallel Systems (IJDPS)*, 2017, Vol.4, No.1,
- [3] Julie C.Ogbulezie1, Nsed A. Akonjom, Sunday A. Ojumu, A.O.Ezugwu, *A Review of Path Loss Models for UHF/RADIO Waves Propagation: Trends and Assessment*, *International Journal of Research in Engineering and Science (IJRES)* ISSN (Online): 2320-9364, ISSN (Print): 2320-9356 www.ijres.org, 2016 , Volume 4 Issue 7 | July. | PP. 67-75.
- [4] Amir D, Fakhurrizi, *Analisa Propagasi Gelombang Radio Broadcast Terhadap Variasi Statistik Faktor Lingkungan*, *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2018, Vol.2 No.1 September ISSN: 2598-3954.
- [5] Amir D, *Analisa Propagasi Gelombang Radio Dalam Ruang Pada Komunikasi Radio Bergerak*, 2012, Jurnal.pnl.ac.id,
- [6] Amir D, Said Aiyub, Indrawati, Mulyadi, *Analisa Korelasi Antara Rugi Propagasi Gelombang Radio Broadcast dalam Ruang Terhadap perubahan Dimensi Volume Ruang*, *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2019, Vol.3 No.1 | ISSN: 2598-3954
- [7] Moravek P., Dan K., Simek M., Jelinek M., Girbau D., Lazaro A, *Investigation of radio channel uncertainty in distance estimation in wireless sensor networks*. *Telecommun Syst*, 2018, 2013;52:1549–1558. doi: 10.1007/s11235-011-9522-4. [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
- [8] Ahmed m. Al-samman, Tharek abd rahman, Marwan hadri azm, *Indoor Corridor Wideband Radio Propagation Measurements and Channel Models for 5G Millimeter Wave Wireless Communications at 19 GHz, 28 GHz, and 38 GHz Bands. Utilization of Millimeter-Wave Spectrum in Wireless Networks*. 2018, Volume 1
- [9] Vougioukas S., Anastassiou H.T., Regen C., Zude M, , ” *Influence of foliage on radio path losses (PLs) for wireless sensor network (WSN) planning in orchards*. 2013, *Biosyst. Eng*;114:454–465. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2012.08.011.
- [10] William C. Lee, *Mobile Communication Fundamentals*, 1993, Second Edition , A Wiley Intersction Publication