

# Analisa Faktor Redaman Lantai Sinyal Gelombang Radio Wireless Pada Gedung Bertingkat

*Amir D<sup>1</sup>*, Jamaluddin<sup>2</sup>, Fakhr Razi<sup>3</sup>, Muhammad Syahrini<sup>4</sup>, Zuhaimi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumaw

<sup>5</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

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

<sup>1</sup>amird@pnl.ac.id

**Abstrak.** Permasalahan yang terjadi pada sistem komunikasi nirkabel, saat berkomunikasi pada gedung bertingkat adalah adanya perbedaan intensitas sinyal gelombang radio yang sampai ke penerima pada setiap lantai. Perbedaan ini, diduga disebabkan oleh faktor redaman lantai bangunan disepanjang lintasan gelombang radio tersebut merambat. Permasalahan ini menimbulkan redaman pada setiap lantai, sehingga menyebabkan menurunnya kualitas sinyal gelombang radio pada setiap lantai di gedung bertingkat tersebut. Seberapa besar pengaruh redaman lantai terhadap redaman sinyal gelombang radio, akan dijelaskan pada artikel ini. Metode dan pendekatan yang digunakan untuk menjelaskan pengaruh redaman gelombang radio pada sistem komunikasi wireless akibat faktor lantai pada gedung bertingkat adalah Floor Attenuation Factor. Metode ini digunakan untuk menganalisis rugi-rugi sinyal yang disebabkan oleh redaman yang dihasilkan dari pengaruh pertambahan lantai. Observasi redaman lantai gelombang radio wireless pada gedung bertingkat dilakukan pada gedung Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe. Pada artikel ini dilaporkan hasil analisis dari redaman lantai pada ruang koridor lantai 1, 2 dan ruang koridor lantai 3. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat peningkatan linear antara pertambahan jumlah lantai dengan peningkatan tingkat redaman sinyal gelombang radio pada masing-masing lantai pada gedung bertingkat tersebut. Untuk redaman lantai, FAF; pada lantai 1 sebesar 134,21 dB, naik menjadi 154,95 dB pada Lantai 3 dan naik menjadi 167,30 dB pada lantai 2. Hasil ini dapat digunakan oleh teknisi radio dan perencana jaringan untuk menempatkan Radio Base Station (RBS) pada lantai yang memiliki redaman yang brsar guna mengurangi dampak peertambahan lantai dan pengaruh material bangunan terhadap aktivitas komunikasi dalam ruangan tersebut.

Kata kunci— Redaman; gedung; lantai, bangunan bertingkat, eadio, gelombang.

**Abstract.** The problem that occurs in wireless communication systems, when communicating in multi-storey buildings, is the difference in the intensity of radio wave signals that reach the receiver on each floor. This difference is thought to be caused by the attenuation factor of the building floor along the path of the radio waves propagating. This problem causes attenuation on each floor, thus decreasing the quality of the radio wave signal on each floor in the multi-storey building. How much influence does floor attenuation have on the attenuation of radio wave signals, will be explained in this article. The method and approach used to explain the effect of radio wave attenuation on wireless communication systems due to floor factors in multi-storey buildings is the Floor Attenuation Factor. This method is used to analyze signal losses caused by attenuation resulting from the influence of additional floors. Observations of wireless radio wave floor attenuation in multi-storey buildings were carried out in the Informatics and Computer Engineering Department building of the Lhokseumawe State Polytechnic. This article reports the results of the analysis of floor attenuation in the corridor rooms on floors 1, 2 and 3. Based on the results of the analysis, it shows that there is a linear increase between the increase in the number of floors and the increase in the level of radio wave signal attenuation on each floor in the multi-storey building. For floor attenuation, FAF; on the 1st floor is 134.21 dB, increases to 154.95 dB on the 3rd floor and increases to 167.30 dB on the 2nd floor. These results can be used by radio technicians and network planners to place Radio Base Stations (RBS) on floors that have large attenuation to reduce the impact of additional floors and the influence of building materials on communication activities in the room.

Keywords:, attenuation; building; floor, multi-story, radio; waves,

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Deskripsi dari penelitian ini membahas tentang Floor Attenuation Factor pada gedung bertingkat. Floor Attenuation Factor (FAF) adalah sebuah model analisis yang digunakan untuk mengkompensasi hilangnya sinyal yang disebabkan oleh redaman pengaruh lantai pada gedung bertingkat. Faktor redaman antar lantai ini, dapat terjadi karena adanya mekanisme pemantulan, pembelokan dan scattering gelombang radio saat merambat dari lintasannya.[1][2]

Artikel ini menjelaskan tentang hasil-hasil penelitian redaman lantai pada sinyal gelombang radio untuk aplikasi sistem komunikasi wireless pada bangunan gedung bertingkat

[3][4]. Observasi redaman gelombang radio dilakukan pada ruang koridor lantai 1. Lantai 2 dan lantai 3. Pengukuran untuk mendeteksi level sinyal gelombang radio dilakukan dengan menggunakan Network Cell Info Lite, NCIL. Data-data hasil pengukuran dianalisis untuk mengetahui redaman faktor lantai menggunakan metode Floor Attenuation Factor, FAF [5]. Penelitian dilakukan pada gedung bertingkat tiga yaitu Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe.

### B. Tinjauan Pustaka

#### 1. Path Loss Model

Model propagasi berdasarkan teori dan pengukuran menunjukkan bahwa daya yang terdeteksi di penerima berkurang secara rata-rata secara logaritmik terhadap jarak, baik pada jalur radio dalam maupun luar ruangan[6][7]. Rata-

rata path loss skala besar untuk jarak terpisah antara Transmitter (T-R) tertentu dinyatakan sebagai fungsi jarak menggunakan eksponen path loss. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengamati pathloss [8][9]. Ekspresi umum untuk redaman pathloss dalam gedung seperti persamaan (1).

$$PL(dB) = PL(d_0)(dB) + 10n_{MF} \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + FAF \quad (1)$$

Dimana PL(dB) rugi-rugi lintasan gelombang radio (dB),  $n_{MF}$  adalah eksponen path loss multi floor,  $d_0$  jarak referensi,  $d$  jarak akhir antara  $T_x$  dan  $R_x$  (m) dan FAF adalah floor attenuation factor (dB), dikenal sebagai faktor redaman lantai.

**2. Floor Attenuation Factor**

Floor Attenuation Factor (FAF) adalah metode perhitungan yang digunakan dalam jaringan telekomunikasi untuk mengkompensasi kehilangan sinyal yang disebabkan oleh redaman lantai. Faktor redaman lantai ini dapat terjadi karena dinding dan lantai dapat memantulkan, menyerap, atau menghambat perambatan gelombang radio. Nilai-nilai eksponen rugi lintasannya berbeda-beda untuk setiap lingkungan gelombang radio [10]. Dimana nilai  $n_{MF}$  dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (2).

$$n_{MF} = \frac{P_L(d)}{10 \cdot \text{Log} \frac{d}{d_0}} \quad (2)$$

FAF merupakan salah satu metode perhitungan yang digunakan dalam jaringan telekomunikasi untuk mengkompensasi kehilangan sinyal yang disebabkan oleh redaman lantai. Faktor redaman lantai ini dapat terjadi karena dinding dan lantai dapat memantulkan, menyerap, atau menghambat perambatan gelombang radio[11][12]. Pada bangunan bertingkat, nilai redaman pada setiap lantai berbeda-beda dan Floor Attenuation Factor (FAF) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

$$FAF(dB) = PL(dB) - 10 \cdot \text{log}(d_0) + 10 \cdot \text{log}\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (3)$$

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

**A. Lokasi Pengukuran**

Observasi redaman gelombang radio oleh faktor lantai pada gedung bertingkat dilakukan pada gedung bertingkat Jurusan Teknologi Informatika dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe, seperti terlihat pada gambar 1(a). I(b), I(c), I(d), I(f), I(g) dan I(h).



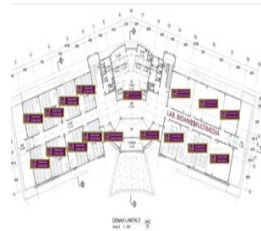
(a)



(b)



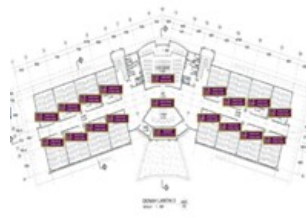
(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

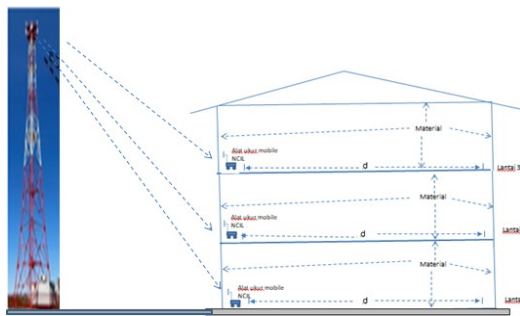
Gambar 1: (a) Gedung JTIC, (b)(c)denah dan ruang koridor lantai 1, (d)(e) denah dan ruang koridor lantai 2, (f)(g) denah dan ruang koridor lantai 3.

Gedung ini terdiri dari 3 lantai seperti yang ditunjukkan pada bentuk bangunan pada gambar 1(a), denah dan ruang koridor lantai 1 gambar 1(b) dan 1(c), denah dan ruang koridor pada lantai 2, gambar 1(d)(e) dan denah dan ruang koridor pada lantai 3 gambar (f) dan 1(g).

**B. Prosedur Pengukuran**

Pengamatan redaman gelombang radio berdasarkan faktor lantai pada bangunan bertingkat dilakukan dengan mengukur fluktuasi intensitas level daya yang sampai pada penerima di sepanjang lintasan gelombang radio pada setiap lantai, seperti pada Gambar 2. Level daya diukur dengan mengamati besarnya perubahan level daya yang sampai ke penerima di sepanjang lintasan, titik-titik pengukuran diambil sebagai kelipatan jarak medan jauh,  $d_n$  di sepanjang lintasan gelombang radio.

Pengukuran level daya yang sampai pada penerima disepanjang lintasan gelombang radio menggunakan metode modulated carrier. Antena penerima atau Rx dipasang pada ketinggian 1,5 meter untuk mengambil sampel data pengukuran intensitas level sinyal gelombang radio di sepanjang lintasan dan mentabulasikannya bersama dengan data material lingkungan gelombang radio dimana Rx berada.pada setiap lantai.



Gambar 2: Geometri gedung dan set-up pengukuran

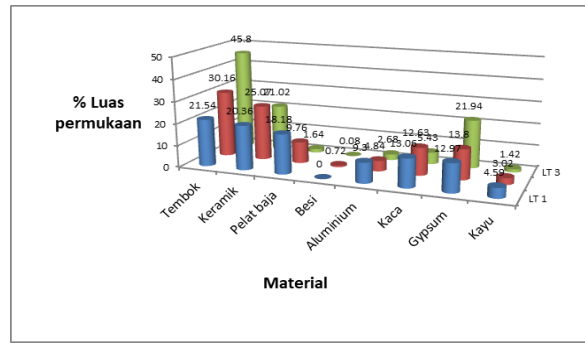
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Gambaran Lingkungan Gelombang Radio**

Gambaran umum tentang situasi lingkungan gelombang radio antara Tx-Rx pada ruang koridor lantai I, lantai 2 dan lantai 3. Secara umum ke-3 ruang koridor ini dibangun dari material yang bervariasi. Data statistik lingkungan gelombang radio ditabulasi berdasarkan luas permukaan, dimana gelombang radio datang berpenetrasi pada material tersebut. Adapun luas permukaan material dari lingkungan gelombang radio dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 3

Tabel 1. Lingkungan gelombang radio pada gedung jurusan Jurusan Teknologi informatika dan Komputer

Material	Lokasi Gedung Jurusan Teknologi Informatika dan Komputer					
	Lantai I		Lantai II		Lantai III	
	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	%	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	%	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> )	%
Tembok	240.88	21.54	261.57	30.16	420.29	45.80
Keramik	227.61	20.36	217.41	25.07	157.49	21.02
Pelat baja	203.31	18.18	84.68	9.76	15.44	1.64
Besi	0	0	6.24	0.72	0.717	0.08
Aluminium	104.00	9.30	42.00	4.84	25.14	2.68
Kaca	146.03	13.06	109.51	12.63	50.98	5.43
Gypsum	145.06	12.97	119.69	13.80	206.11	21.94
Kayu	51.30	4.59	26.17	3.02	13.31	1.42
Total	1,118.18	100.00	867.28	100	939.49	100



Gambar 3. Material lingkungan gelombang radio berdasarkan luas permukaan pada ruang koridor gedung JTIK

Material gelombang radio pada ke-3 ruang koridor, umumnya berfungsi sebagai lantai, dinding dan plafon. Material ini, ada yang bersifat sebagai pemantul, sebagai partisi dan sebagai peredam.

**B. Layanan Gelombang Radio Base Transceiver Station**

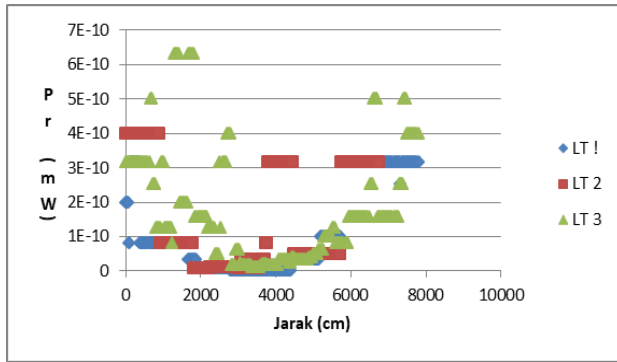
Layanan jaringan Base Transceiver Station, BTS pada gedung JTIK, dilayani oleh cell id 8074-21, BTS ini berfungsi sebagai pemancar. BTS ini, berlokasi di depan Politeknik Negeri Lhokseumawe, tepatnya didesa Alue Raya Kecamatan Blang Mangat, Kota Lhokseumawe. Berdasarkan tipe BTS dan pengukuran menggunakan aplikasi NCIL diketahui bahwa BTS berada pada titik koordinat 5.12246° BT dan 97.1588°LS. Daya pancar BTS ini disetting pada daya sebesar 30 dBm dan bekerja pada frekuensi 1870 MHz. Ketinggian tower terukur sebesar 72 meter dan menggunakan jenis tower 4 kaki. Antena yang digunakan adalah antena 3 sektoral. Antena dipasang pada ketinggian ketinggian 40 m dari permukaan tanah dengan sudut elepasi 120°. Lebih rinci dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data pemancar

Cell id	Kordinat ( $\theta^0$ )	P <sub>t</sub> (dBm)	f (MHz)	Jenis Tower	Tinggi Tower (m)	Tinggi antena (m)
8074-21	5.12246 97.1588	30	1870	4 Kaki	70	40

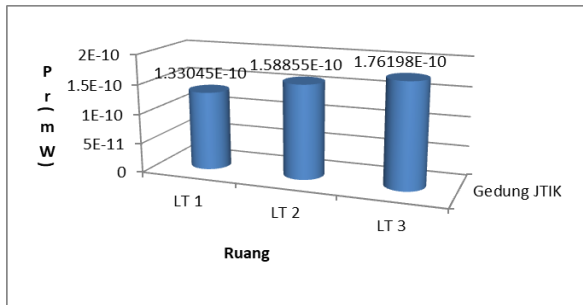
**C. Level Daya Penerima**

Observasi level intensitas gelombang radio yang sampai pada penerima dilakukan dengan cara mendeteksi level sinyal gelombang radio yang dipancarkan oleh BTS disepanjang jarak d, pada lintasan gelombang radio di ruang koridor lantai 1, lantai 2 dan lantai 3 JTIK. Data-data dicuplik pada setiap kelipatan jarak lebih besar atau sama dengan ukuran panjang gelombangnya. Data hasil pengukuran intensitas level daya penerima diperlihatkan pada gambar 4. sedangkan intensitas level daya rata-rata penerima pada setiap lintasan diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Intensitas level daya penerima pada jarak d disepanjang lintasan pada ruang koridor gedung bertingkat JTIK

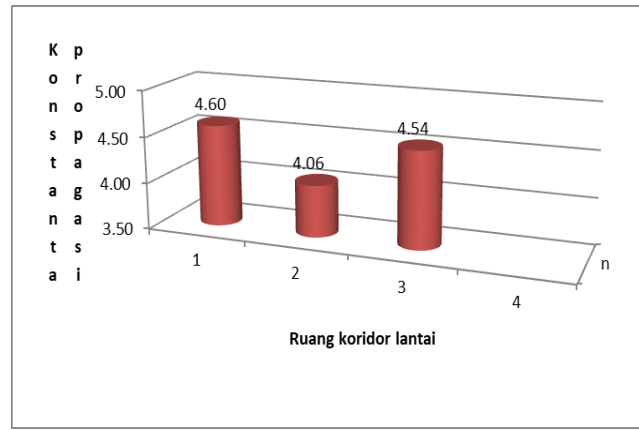
Dari data hasil pengukuran level sinyal gelombang radio pada ruang koridor lantai 1, lantai 2 dan lantai 3. Diperoleh informasi bahwa level intensitas gelombang radio tersebut berfluktuasi mengikuti keadaan perubahan lantai dan material lingkungan dimana gelombang radio tersebut berada.



Gambar 5. Level intensitas daya rata-rata yang terukur pada penerima pada ruang koridor lantai 1, lantai 2 dan lantai 3.

#### D. Konstanta Propagasi

Konstanta propagasi multi floor disimbolkan dengan huruf  $n_{MF}$ , merupakan besaran yang menunjukkan laju perubahan rugi-rugi lintasan gelombang radio yang terjadi karena perubahan keadaan spesifik lingkungan propagasi dan perubahan jarak antara  $T_x$  dan  $R_x$ . Berdasarkan data hasil pengukuran pada gambar 4, maka dengan menggunakan persamaan 2. Konstanta propagasi multi floor dapat dihitung dan hasilnya ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Konstanta propagasi multi floor pada ruang koridor lantai 1, lantai 2 dan lantai 3

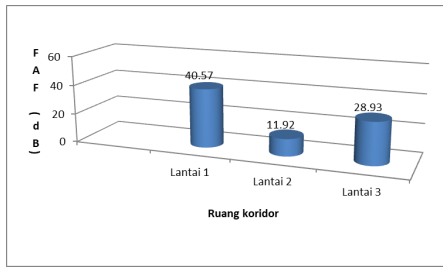
Berdasarkan hasil analisa konstanta propagasi seperti pada gambar 6, diketahui bahwa laju perubahan rugi-rugi lintasan gelombang radio pada gedung JTJK memiliki nilai lebih besar dari 4. Untuk lantai 1 konstanta propagasinya sebesar 4,60, pada lantai 2 sebesar 4,06 dan pada lantai 3 sebesar 4,54. Jadi diketahui bahwa laju rugi-rugi lintasan terbesar terjadi pada lantai I, kemudian disusul lantai 3 dan terkecil lantai 2. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.

#### E. Perhitungan Floor Attenuation Factor

FAF disajikan untuk menggambarkan penurunan kekuatan sinyal atau redaman lantai saat melewati lantai bangunan. Berdasarkan data hasil pengukuran dengan jumlah data sebanyak N dan analisa hasil perhitungan FAF rata-rata pada setiap titik pengukuran disepanjang lintasan gelombang radio diruang koridor lantai 1, lantai 2 dan lantai 3. diketahui bahwa kompensasi hilangnya daya sinyal yang disebabkan oleh redaman lantai dapat dihitung menggunakan persamaan 3. Hasilnya diperlihatkan pada tabel 3 dan gambar 7.

Tabel 3. Floor attenuation factor ruang koridor

Gedung	Lokasi	Jarak (m)	Pt (dBm)	Pr (dBm)	N	$\overline{FAF}$ (dB)
JTJK	Lantai 1	80	30	-104,1	240	40,6
	Lantai 2	68	30	-101	240	9,1
	Lantai 3	39	30	-99,8	182	28,9



Gambar 7. Floor attenuation factor koridor lantai 1, lantai 2 dan lantai 3.

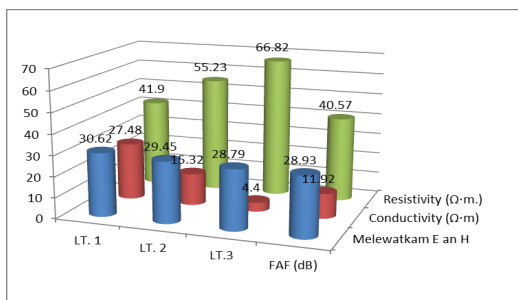
Dari analisa Floor Attenuation Factor diperoleh informasi bahwa redaman lantai terbesar terjadi pada ruang koridor lantai 1 sebesar 40, 53 dB, kemudian kedua adalah readaman lantai pada ruang koridor lantai 3 sebesar 28,93 dB dan terkecil adalah redaman lantai pada ruang koridor lantai 2 sebesar 11.92 dB.

**F. Faktor Redaman Lantai Terhadap Material Lingkungan Gelombang Radio**

Berdasarkan hasil analisa pada tabel 4 dan gambar 8, maka dapat diinterpretasikan bahwa semakin bertambah jumlah material lantai, dinding dan partisi yang bersifat resistivity, maka akan semakin besar redaman yang terjadi pada lantai tersebut. Selanjutnya diketahui bahwa bahan material yang bersifat conductivity dan permeativity dan permeability tidak signifikan mempengaruhi besarnya redaman gelombang radio yang terjadi pada gedung bertingkat atau multi floor.

Tabel 4. Sifat material lingkungan gelombang radio

Ruang Lantai	$\epsilon$ dan $\mu$	G ( $\Omega$ -m)	R ( $\Omega$ -m)	FAF (dB)
LT.1	30.62	27.48	41.9	28.95
LT.2	29.45	15.32	55.23	11.92
LT.3	28.79	4.4	66.81	40.57



Gambar 8. Interpretasi redaman lantai dengan material lingkungan gelombang radio

**IV. KESIMPULAN**

Dari analisa dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa laju perubahan rugi-rugi lintasan gelombang radio pada masing-masing lantai

pada ruang koridor, sangat dipengaruhi oleh faktor efek lantai, selanjutnya diketahui bahwa ada hubungan yang linier antara redaman lantai dengan penambahan lantai dan sifat material bangunan lingkungan dimana gelombang radio tersebut berada, pada lingkungan dimana material bangunan yang bersifat resistivity lebih banyak, maka memiliki pengaruh yang signifikan terhadap loses pada setiap lantai, sedangkan material bangunan yang bersifat conductivity dan permeativity serta permeability lebih banyak, tidak memiliki pengaruh yang signifikan sebagai penyebab terjadinya redaman gelombang radio. pada setiap lantai.

**REFERENSI**

- [1] Recommendation ITU-R (2015): "Effects of building materials and tructures on radio wave propagation above 100 MHz" P Series Radio wave propagation P.2040 Vol.1.
- [2] Richard Rudd (Aegis), Dr Ken Craig (Signal Science), Dr Martin Ganley (BRE), Richard Hartless (2014), "Building Materials and Propagation", 2604/BMEM/R/3/2.0
- [3] Agbotiname Lucky Imoize, Simeon Olumide Ajose, Augustus Ehremen Ibhaze, Akingbogun Olasunkanmi Oluwole, Iheanachor Henry Denwigwe, (2019)," Experimental Determination of Penetration Loss into Multi-Storey Buildings at 900.
- [4] Elechi, P and Otasowie P.O. 2016. "Investing Of GSM signal in multistory building".University of Benim,Benim City, Nigeria
- [5] Rappaport, T.S. (2002), "Wireless Communications: Principles and Practice, 2nd ed ". Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall PTR.
- [6] Zhou, A., Huang, J., Sun, J., Zhu, Q., Wang, C. X., & Yang, Y. (2017). "60 GHz channel measurements and ray tracing modeling in an indoor environment". 2017 9th International Conference on Wireless Communications and Signal Processing, WCSP 2017 - Proceedings, 2017-January, 1–6.https://doi. org /10. 1109 /WCSP .2017 .8170934.
- [7] D. Amir and F. Razi, 2020."Analisa Eksponen Rugi-rugi Lintasan Propagasi Gelombang Radio Dalam Ruang Pada Jaringan Komunikasi Bergerak," vol. 4, no. 1,pp. 66–70, 2020.
- [8]. Zia Nadir , Mohammad Bait-Suwailam , Mohammad Idrees, 2016, "Pathloss Measurements and Prediction using Statistical Models", MATEC of Conferences 54 05006 DOI: 10.1051/mateconf/20165405006 MIMT, 2016.
- [9]. N. Aini, 2020. "Analisa Karakteristik Propagasi Gelombang Radio Pada Komunikasi Bergerak," J. Tektro, vol. 4, no. 2, pp. 113–117, 2020.
- [10] Irfan Ahmed, Sara Orfali, Tamer Khattab, Amr Mohamed, 2011, "Characterization of the Indoor-Outdoor Radio Propagation Channel at 2.4 GHz", IEEE GCC Conference and Exhibition, February 19-22, Dubai, United Arab Emirates, 2011.
- [11] Adewumi Adebayo Segun, 2 Fajobi Iyinoluwa Isaac and 3Àlàgbé George Atilade 2022 " Effects of Building Materials and Structures on Indoor Path Loss of Very High Frequency Radio Wave " AmericanJournal of Engineering Research (AJER),
- [12] Agbotiname Lucky Imoize, Simeon Olumide Ajose, Augustus Ehremen Ibhaze, Akingbogun Olasunkanmi Oluwole, Iheanachor Henry Denwigwe, (2019)," Experimental Determination of Penetration Loss into Multi-Storey Buildings at 900.