

**RANCANG BANGUN PROGRAM RUGI-RUGI LINTASAN
GELOMBANG RADIO JARINGAN *INDOOR* BERBASIS
*GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) MATLAB***

Budi¹⁾, Fitri Imansyah²⁾, Redi Ratiandi Yacoub³⁾

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura,
Jln. Prof.H.Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia
Email : jr.budy1@gmail.com

ABSTRACT

The loss was parameters influence in determining the site of its. This research designing programs path loss that can be used to a match model analysis .The program is based on Graphical User Interface designed in the platform of a GUIDE matlab .Platform consisted of the outdoor Cost231 Walfisch Ikegami and Models indoor Paulsen , Cost231 Multi Wall and One Slope , for analysis match model that Mean Error and Standard Deviation , the four this model will combined in forecasting losses the radio waves of an antenna transmitter outdoor up with the recipient in building , namely partner mart on Jl. Sultan Abdurahman Number 5-6 Pontianak City .The result of comparisons match the model used shows that the combination model Cost231 Walfisch Ikegami and Cost231 Multi Wall is model suitable than either combination other. The results of its value Mean Error the combination Model Cost231 Walfisch Ikegami-Cost231 Multi Wall 5,9 db to the system 3g and 10 db on system 4g , while combination Model Cost231 Walfisch Ikegami-Paulsen -20 db to the system 3g and -17,3 db on system 4g , combination Model Cost231 Walfisch Ikegami-One Slope 14,6 db to the system 3g and 12 db on system 4g and to standard deviation smallest is a combination Model Cost231 Walfisch Ikegami-One Slope with an 8 db regarding the Cost231 Walfisch Ikegami-Cost231 Multi Wall of the smallest 9,7 db and a combination of Model Cost231 Walfisch Ikegami-Paulsen with the standard 24,6 db it to the recommended no more than 10 db

Kata kunci : *Path Loss, GUI, GUIDE, Model Propagasi.*

I. Pendahuluan

Daerah perkotaan (*urban*) merupakan daerah yang sangat membutuhkan layanan komunikasi yang baik, baik berupa layanan data maupun layanan *voice*. Dengan berkembangnya infrastruktur perkotaan merupakan suatu masalah pada jaringan telekomunikasi, khususnya layanan *Receiver Signal Level (RSL)* yang di pengaruhi rugi-rugi lintasan (*path loss*).

Path loss merupakan rugi-rugi jalur lintasan propagasi yang ditandai dengan adanya perbedaan level daya yang diterima oleh MS (*Mobile Station*) terhadap EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) yang dipancarkan oleh BS (*Base Station*). (Nining Triana, 2015). Rugi-rugi lintasan gelombang yang paling besar biasanya terjadi di dalam bangunan ataupun gedung bertingkat, hal ini merupakan suatu rugi-rugi yang disebabkan karena penyerapan gelombang radio oleh dinding. (Panangian, 2015)

Besar nilai rugi-rugi lintasan dari pemancar yang berada di luar bangunan hingga ke penerima yang berada di dalam bangunan yang di definisikan sebagai jaringan *indoor* dapat diprediksi dengan model propagasi. Model Propagasi adalah metode untuk memprediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio dari pamancar hingga ke penerima.

Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini akan merancang program untuk menghitung rugi-rugi lintasan dari luar ke dalam bangunan pada daerah *urban* atau perkotaan. Software yang digunakan untuk membuat rancangan program rugi-rugi lintasan jaringan *indoor* yaitu software Matlab versi R2009B. Untuk memudahkan user dalam mengoperasikan program rugi-rugi lintasan, maka akan dibuat program berbasis windowing yaitu program yang berorientasi *Graphical User Interface (GUI)*, yang dinamakan dengan *Graphical User Interface Builder (GUIDE)* dalam matlab.

II. Dasar Teori

1. Model Propagasi

Model propagasi gelombang radio dilatarbelakangi oleh konsep dari dua antena (pemancar dan penerima) pada udara bebas yang dipisahkan oleh jarak yang umumnya menjelaskan perkiraan rata-rata kuat sinyal yang diterima penerima pada jarak tertentu dari pemancar.

a. Model Propagasi Paulsen

Perhitungan rugi-rugi lintasan yang terjadi antara pemancar yang berada di luar bangunan hingga ke penerima yang berada di dalam bangunan menggunakan model Paulsen. Model ini dipilih karena:

- Model ini merupakan model empiris yang memprediksi rugi-rugi lintasan dari luar ke dalam bangunan
- Model ini memberikan data yang spesifik mengenai besar rugi-rugi dinding bangunan yang diakibatkan oleh perbedaan ketebalan dan jenis material penyusunnya
- Model ini tidak memperhitungkan rugi-rugi lintasan akibat penyerapan gelombang radio oleh lantai
- Mempertimbangkan ketinggian bangunan

Terdapat dua keadaan pada model Paulsen yang mempengaruhi total rugi-rugi lintasan hingga ke dalam bangunan, yaitu :

- Pemancar didefinisikan sebagai *macrocel* (antena pemancar berada pada ketinggian jauh di atas bangunan tempat penerima berada)
- Pemancar didefinisikan sebagai *microcel* (antena pemancar berada pada ketinggian hampir sama dengan bangunan tempat penerima berada)

Untuk Perhitungan rugi-rugi penyerapan sinyal pada daerah *macrocel*, yaitu dengan Persamaan 1

$$L_{mak} = L(d) + L_{we}(vi) + n_w \cdot L_{wi} - n_f \cdot G_h \quad (1)$$

Untuk kasus dimana pemancar di definisikan daerah *microcel* total rugi-rugi lintasan dari pemancar ke penerima dihitung menggunakan Persamaan 2

$$L_{mik} = L(d) + L_{we}(vi) + n_w \cdot L_{wi} \quad (2)$$

dimana :

- L_{mik} = Total rugi-rugi lintasan dari pemancar ke penerima (dB)
- $L(d)$ = Rugi-rugi lintasan dari luar bangunan hingga ke gedung (dB)
- L_{we} = Penyerapan gelombang radio oleh dinding luar (dB)
- L_{wi} = Penyerapan gelombang radio oleh dinding dalam (dB)
- n_w = Jumlah dinding dalam diantara

pemancar dan penerima

n_f = Jumlah lantai, dimana lantai dasar sama dengan nol

G_h = Kenaikan gain tiap lantai (*height gain per floor*)

vi = Sudut datang

Pelamahan daya sinyal terhadap jenis material dinding, diperlihatkan pada Tabel 1

Tabel 1. Pelemahan Daya Sinyal Pada Dinding

Jenis Dinding	L_{wall} (dB)	L_{wall} (dB)	L_{wall} (dB)
	Min	Normal	Max
Beton (25 cm) dengan celah yang lebar	4	4	5
Beton (25 cm) dengan celah dan sudut datang yang lebar	9	11	12
Beton (25 cm) tanpa celah	10	13	18
Beton (2x20 cm), di dalam bangunan	14	17	20
Beton (10 cm), di dalam bangunan	3	6	7
Dinding bata dengan celah yang kecil	3	4	5
Dinding baja (1 cm) celah yang lebar	9	10	11
Dinding kaca	1	2	3
Dinding kaca tebal	7	8	9
Beton (20 cm) dengan celah yang luas	-	5,4	-
Beton (30 cm)	-	9,4	-
Bata (63 cm)	-	4	-
Bata (70 cm)	-	4,5	-
Beton berpori	-	6,6	-

Sumber : Panagian, 2015

b. Model Propagasi Cost231 Multi Wall

Perhitungan rugi-rugi lintasan yang terjadi di dalam bangunan digunakan model empiris COST231 Multi Wall, model ini dipilih karena:

- Model ini merupakan hasil akhir model propagasi dalam bangunan empiris dari organisasi COST Action 231 tahun 1999
- Model ini merupakan pengembangan model-model propagasi sebelumnya, yaitu model Keenan dan model Motley
- Model ini mempertimbangkan rugi-rugi akibat penyerapan gelombang radio oleh dinding dan lantai
- Model ini membagi jenis dinding ke dalam dua kategori sehingga mempermudah dalam perhitungan

e) Model ini telah mewakili rugi-rugi lintasan akibat perabot, koridor, kepadatan manusia dan rugi-rugi akibat mekanisme perambatan gelombang lainnya dengan variabel tertentu.

Untuk prediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio dengan Cost231 Multi Wall yaitu menggunakan Persamaan 3.

$$L_{mw} = L_{fsp1} + L_c + \sum_{i=1}^I K_{wi} \cdot L_{wi} + K_f \left[\frac{k_f + 2}{k_f + 2} b_{mw} \right] L_f \quad (3)$$

dimana :

- L_{mw} = Rugi-rugi lintasan total (dB)
- L_{fsp1} = Rugi-rugi ruang bebas di dalam bangunan (dB)
- L_c = Konstanta rugi-rugi berniali 0
- K_{wi} = Jumlah dinding yang ditembus pada jenis ke-i
- K_f = Jumlah lantai yang ditembus pada jenis ke-i
- K_{wi} = Rugi-rugi dinding yang ditembus pada jenis ke-i (dB)
- L_f = Rugi-rugi lantai yang ditembus pada jenis ke-i (dB)
- b_{mw} = Faktor empiris
- i = Jumlah jenis dinding

Variabel L_{FSPL} ditentukan menggunakan Persamaan 4

$$L_{FSPL} = 32,4 + 20 \log(d) + 20 \log(f_c) \quad (4)$$

dimana :

- L_{FSPL} = Rugi-rugi ruang bebas di dalam bangunan (dB)
- d = Jarak Pemancar ke Penerima (km)
- f_c = Frekuensi pembawa (*carrier*)

Untuk jenis material dinding pada bangunan sangat banyak, namun secara statistik ada dua faktor redaman dinding yang dibutuhkan pada Model Propagasi Cost-231 Multi Wall, seperti terlihat pada Tabel 2

Tabel 2 Pembagian Jenis Dinding

Jenis Dinding	Diskripsi
Dinding Tipis (Lw1)	Sebuah dinding yang tidak dibebani oleh suatu bantalan pada salah satu atau kedua sisi dinding seperti dinding eternit, dinding papan dan dinding beton tipis dengan ≤ 10 cm.
Dinding Tebal (Lw2)	Sebuah dinding yang dibebani oleh suatu bantalan atau jenis dinding yang lainnya dengan ketebalan dinding > 10 cm yang terbuat dari bahan berat, seperti beton atau batu bata.

Sumber : COST Action 231, 1999

Tabel 3 Nilai Variabel-Variabel Redaman Dinding

Keadaan Bangunan	Lwi [dB]	Lw2 [dB]	Lf [dB]	bmw
Padat Satu Lantai Dua Lantai Beberapa Lantai	3,4	6,9	18,3	0,46
Terbuka	3,4	6,9	18,3	0,46
Luas	3,4	6,9	18,3	0,46
koridor	3,4	6,9	18,3	0,46

Sumber : COST Action 231, 1999

Penjelasan mengenai jenis keadaan bangunan pada Tabel 3 diperlihatkan pada Tabel 4 Pada katagori bangunan padat pengukuran dilakukan pada keadaan satu lantai, dua lantai dan beberapa lantai.

Tabel 4 Penjelasan Kategori Lingkungan Dalam Bangunan

Kategori Lingkungan	Deskripsi
Padat (<i>Dense</i>)	Keadaan lingkungan pada bangunan-bangunan kecil misalnya pada sebuah kantor dimana tiap-tiap karyawan menempati ruangnya masing-masing; sering terjadi peristiwa NLOS.
Terbuka (<i>Open</i>)	Keadaan lingkungan pada ruangan yang luas; misalnya pada sebuah ruangan terdapat beberapa karyawan; sering terjadi peristiwa LOS (<i>Line Of Sight</i>) ataupun OLOS (<i>Obstacled Line Of Sight</i>).
Luas (<i>Large</i>)	Keadaan lingkungan pada bangunan yang sangat luas; seperti pada pabrik, pusat perbelanjaan atau bandara; sering terjadi peristiwa LOS ataupun NLOS.
Koridor (<i>Corridor</i>)	Keadaan lingkungan dimana pemancar dan penerima berada pada koridor yang sama sehingga sering terjadi peristiwa LOS.

Sumber : COST Action 231, 1999

c. Model Propagasi One Slope

Model One Slope yang merupakan pemodelan yang termudah untuk menghitung rata-rata level sinyal dalam gedung tanpa memerlukan pengetahuan secara terperinci mengenai tata letak bangunan. Dimana *path loss* dalam dB merupakan fungsi dari jarak antara pemancar dan penerima antenna. (Dewa Made Mahendra, 2016).

$$L_d = L_o + 10.n.\log(d) \quad (5)$$

dimana :

$$L_o = \text{Referensi nilai loss untuk jarak 1}$$

n = Path loss eksponen
 d = Jarak (m)

Tabel 5. Parameter Empiris Model One Slope

F (GHz)	Lo (dB)	n	Keterangan
1,8	33,3	4,0	Kantor
1,8	37,5	2,0	Ruang Terbuka
1,8	39,2	1,4	Koridor
1,9	38,0	3,5	Bangunan Kantor
1,9	38,0	2,0	Lorong
1,9	38,0	1,3	Koridor
2,45	40,2	4,2	Bangunan Kantor
2,5	40,0	3,7	Bangunan Kantor
5,0	46,4	3,5	Bangunan Kantor
5,25	40,8	4,6	Bangunan Kantor

Sumber : Dewa Made, 2016

Model tersebut dipilih karena :

- Model ini lebih cocok digunakan di daerah urban kategori *metropolitan centre* dan *Medium Sized City* daripada model COST231 Hata, karena model COST231 WI mempertimbangkan perubahan ketinggian gedung.
- Model ini mempertimbangkan aspek topografi dari daerah yang diteliti, yaitu kepadatan gedung, ketinggian gedung, sudut orientasi jalan dan lebar jalan. Dimana aspek-aspek ini digunakan untuk menentukan faktor koreksi pada model ini.
- Model ini merupakan pengembangan dari model-model sebelumnya seperti model Okumura, model Walfish dan model Ikegami.

Ada 4 faktor yang diikutsertakan dalam perhitungan rugi-rugi lintasan untuk model ini, yaitu :

- Tinggi gedung (h)
- Lebar jalan (w)
- Jarak antar gedung (b)

Orientasi jalan yang berkaitan dengan jalur LOS (ϕ)

Model ini membedakan antara propagasi LOS dan NLOS. Untuk propagasi LOS, model ini menggunakan Persamaan :

$$L_{LOS} = 42,6 + 26 \log(d) + 20 \log(f_c) \quad (6)$$

dimana

d = Jarak Pemancar ke Penerima (km) dengan $d = \geq 20m$
 f_c = Frekuensi Pembawa (MHz)

Sedangkan untuk propagasi NLOS, model ini menggunakan Persamaan :

$$L_{NLOS} = L_{FSPL} + L_{rts} + L_{msd} \quad (7)$$

L_{FSPL} adalah rugi-rugi ruang bebas di luar bangunan yang dihitung dengan Persamaan 8

$$L_{FSPL} = 32,4 + 20 \log(d) + 20 \log(f_c) \quad (8)$$

L_{rts} adalah rugi-rugi yang disebabkan oleh difraksi atap bangunan hingga ke jalan (*rooftop to street*), yang besarnya dihitung dengan Persamaan 9

$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log(w) + 10 \log(f_c) + \dots + 20 \log(h - h_m) + L_{ori} \quad (9)$$

dimana

h = tinggi gedung (m)
 h_m = tinggi antenna penerima (m)
 L_{ori} = faktor orientasi jalan terhadap sinyal datang

$$L_{ori} = 4,0 - 0,114(\phi - 55) \quad (10)$$

dimana (ϕ) = 90°

Rugi-rugi *multiple screen diffraction* L_{msd} adalah rugi-rugi yang diperkirakan akibat adanya pengaruh difraksi dari banyaknya objek penghalang antara pemancar dan gedung yang terdekat dengan penerima. L_{msd} dihitung dengan Persamaan 11

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \log(d) + k_f \dots + \log(f_c) - 9 \log(b) \quad (11)$$

L_{bsh} , k_a , k_d , dan k_f di hitung dengan Persamaan 12,13,14 dan 15

$$L_{bsh} = \begin{cases} -18 \log[1 + (h_b - h)] & \{ h_b > h \\ 0 & \{ h \leq h \end{cases} \quad (12)$$

$$k_a = \begin{cases} 54 & \{ h_b > h \\ 54 - 0,8(h_b - h) & \{ h_b \leq h \text{ dan } d \geq 0,5 \text{ km} \\ 54 - 0,8(h_b - h) \frac{d}{0,5} & \{ h_b \leq h \text{ dan } d < 0,5 \text{ km} \end{cases} \quad (13)$$

$$k_d = \begin{cases} 18 & \{ h_b > h \\ 18 - 15 \frac{(h_b - h)}{h} & \{ h \leq h \end{cases} \quad (14)$$

$$k_f = \begin{cases} -4 + 0,7 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & \{ \text{medium - sized city} \\ -4 + 1,5 \left(\frac{f_c}{925} - 1 \right) & \{ \text{metropolitan centre} \end{cases} \quad (15)$$

k_a mempresentasikan kenaikan rugi-rugi lintasan ketika antenna pemancar berada di bawah ketinggian atap. k_d dan k_f adalah faktor rugi-rugi difraksi yang besarnya ditentukan oleh frekuensi dan ketinggian antenna pemancar dengan bangunan. Jika data ketinggian gedung tidak diperoleh, maka model ini memberikan nilai toleransi yang direkomendasikan, seperti pada Persamaan 16

$$h = 3m \times j_l + t_a \quad (16)$$

dimana :

- j_l = jumlah lantai
 t_a = tinggi atap (3m untuk atap tidak rata, dan 0 m untuk atap rata)

2. Persamaan Kombinasi Model Propagasi

a. Kombinasi Cost231 Model Walfisch Ikegai dan Model Paulsen

$$L_{mak}NLOS = L_{NLOS} + L_{we}(vi) + n_w \cdot L_{wi} - n_f \cdot G_h \quad (17)$$

Dimana $L_{Mak} NLOS$ merupakan rugi-rugi lintasan total dari model Paulsen pada kategori makro dan dengan menggunakan model COST231 WI untuk kondisi NLOS diantara pemancar dan penerima sebagai pensubsitusi variabel $L(d)$

b. Kombinasi Model Cost231 Walfisch Ikegami dan Cost231 Multi Wall

$$L_{MW}NLOS = L_{NLOS} + L_c + \sum_{i=1}^l K_{wi} \cdot L_{wi} + \dots$$

$$n_f \left[\frac{n_f+2}{n_f+1} b_{mw} \right] L_f \quad (18)$$

dimana :

Dimana $L_{MW}NLOS$ merupakan rugi-rugi total lintasan hasil kombinasi model COST231 Walfisch Ikegami pada kondisi NLOS dan model COST231 Multi Wall

$$L_{NLOS} = L_{FSPLL} + L_{rts} + L_{msd} \quad (19)$$

$$L_{FSPLL} = 32,4 + 20 \log(d + (d_m / 1000)) + 20 \log(f_c) \quad (20)$$

c. Kombinasi Model Cost231 Walfisch Ikegami dan Model One Slope

$$L_d NLOS = L_{NLOS} + L_o + 10 \cdot n \cdot \log(din) \quad (21)$$

Dimana $L_d NLOS$ merupakan rugi-rugi total dari pemancar luar bangunan sampai pada penerima di dalam bangunan.

3. Mean Error dan Standard Deviation

Mean Error dan *Standard Deviation* merupakan suatu metode untuk menentukan nilai prediksi yang paling mendekati nilai pengukuran yang sebenarnya.

a. Mean Error

Mean Error merupakan rata-rata kesalahan ramalan yang terjadi akibat adanya perbedaan antara nilai pengukuran terhadap nilai prediksi atau perhitungan. Besarnya *mean error* dapat dihitung dengan Persamaan 22

$$E = \frac{1}{n} \sum (P_{Lmi} - P_{Li}) \quad (22)$$

dimana :

- E = *mean error* (dB)
 n = Jumlah data *path loss*
 P_{Lmi} = Nilai pengukuran *path loss* ke- i
 P_{Li} = Nilai perhitungan *path loss* ke- i

b. Standard Deviation

Standard deviation adalah rata-rata simpangan titik-titik data rugi-rugi lintasan yang diukur atau dihitung dari nilai rata-rata data tersebut. Nilai standar yang ditetapkan oleh ITU untuk model yang direkomendasikan adalah tidak lebih dari 10 dB. Standar deviasi ini dapat dihitung dengan Persamaan 23

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (P_{Li} - \overline{P_L})^2} \quad (23)$$

dimana :

- α = *Standar Deviasi* (dB)
 n = Jumlah data *path loss*
 P_{Li} = Nilai *path loss* data ke- i
 $\overline{P_L}$ = Nilai rata-rata *path loss*

4. Path Loss Jaringan Seluler

Path loss merupakan rugi-rugi jalur lintasan propagasi yang ditandai dengan adanya perbedaan level daya yang diterima oleh MS (*Mobile Station*) terhadap EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*) yang dipancarkan oleh BS (*Base Station*). Nilai rugi-rugi lintasan (*pathloss*) dari data pengukuran dapat hitung dengan Persamaan 24

$$P_L = EIRP - RSL + G_{rx} - L_{rx} \quad (24)$$

dimana :

L_{rx} = rugi-rugi pada penerima (dB)

- P_L = *Path Loss* (dB)
 RSL = besarnya level daya terima MS (dBm)
 daya efektif yang di pancarkan oleh pemancar (dBm)
 $EIRP$ =
 G_{rx} = gain antenna penerima (dB)

5. Receiver Signal Level

Besarnya *Receiver Signal Level* (RSL) yang menyatakan kuat sinyal penerimaan adalah selisih antara daya sinyal yang dipancarkan dengan daya sinyal yang hilang akibat redaman selama dalam lintasan propagasi yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R_{SL} = P_t + G_t - G_r - P_L - G_{kt} - G_{kr} \quad (25)$$

dimana :

- R_{SL} = Level Daya Terima (dBm)
 p_t = Daya Pancar Antena (dBm)
 G_t = Gain antenna BS (dB)
 G_r = Gain antenna MS (dB)
 P_L = Path Loss (dB)
 G_{kt} = Cable Loss Antena Pemancar (dB)
 G_{kr} = Cable Loss Pemancar (dB)

Standar nilai *Receiver Signal Level* (RSL) pada PT.Telkomsel, telah ditetapkan sebagai berikut :

Tabel 6. Standar Nilai RSL PT.Telkomsel

Kategori	RSL (dBm)
Sangat Kurang	$-130 \leq x < -104$
Kurang	$-104 \leq x < -92$
Cukup Baik	$-92 \leq x < -88$
Baik	$-88 \leq x < -82$
Sangat Baik	$-82 \leq x < -70$

Sumber : Telkomsel

III. METODE PENGUKURAN DAN PERANCANGAN PROGRAM GUI MATLAB

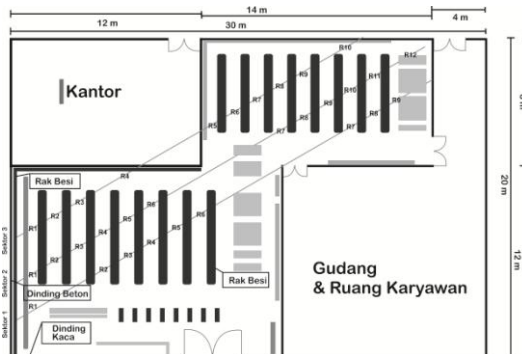
1. Lokasi dan Waktu Penelitian

a. BTS yang mencover

Pengukuran dilakukan pada BTS PTK441 yang berlokasi di Jl. Putri Candramidi, Gg. Podomoro Indah, No.21 Pontianak Kota

b. Lokasi Penelitian

Lokasi pengukuran RSL yaitu pada bangunan Mitra Mart yang berlokasi di Jl. Sultan Abdurahman, No5-6 Pontianak Kota. Bangunan ini merupakan pusat perbelanjaan yang tersusun oleh dinding-dinding beton dan sekat-sekat rak besi.



Gambar 5. Denah Bangunan Mitra mart

Sumber : Dokumentasi pribadi

Penentuan titik pengukuran akan dilakukan dengan melihat arah rambat gelombang radio yang mengikuti teori arah rambat gelombang pada teori Snell. Dalam penelitian ini telah di tentukan pada bangunan Mitra Mart akan dilakukan pengukuran pada 3 Sektor dengan jumlah dinding dan sekat yang berbeda.

Tabel 7. Hubungan Peningkatan Jarak dengan Jumlah Sekat dan Dinding

R-i	Sektor 1		Sektor 2		Sektor 3				
	Jarak (m)	Jumlah		Jarak (m)	Jumlah		Jarak (m)	Jumlah	
		Sekat	Dinding		Sekat	Dinding		Sekat	Dinding
1	1,41	1	1	1,41	1	1	1,41	1	1
2	6,28	2	1	2,83	2	1	2,83	2	1
3	8	3	1	4,55	3	1	4,55	3	1
4	9,82	4	1	6,31	4	1	7,86	4	1
5	11,8	5	1	8	5	1	14,1	4	3
6	13,4	6	1	9,78	6	1	15,8	5	3
7	24,4	7	1	19,4	7	1	17,5	6	3
8	26,1	8	1	20,8	8	1	19,2	7	3
9	27,7	9	1	22,5	9	1	24,1	8	3
10	-	-	-	24,3	10	1	26	9	3
11	-	-	-	26	11	1	-	-	-
12	-	-	-	28,8	12	1	-	-	-

Sumber : Pengukuran

2. Perancangan Program GUI Matlab

a. Tampilan Depan

Form halaman depan ini memiliki 1 Axes, 1 gambar latar dan 5 pushbutton yang di fungsikan untuk membuka layer/form perhitungan pada program model propagasi.

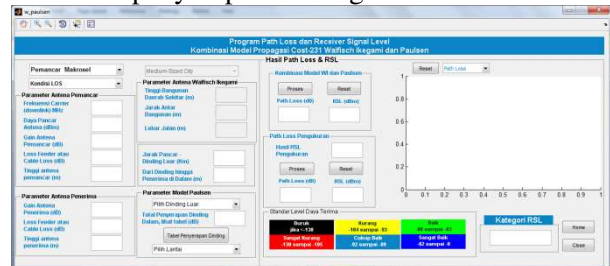


Gambar 6. Tampilan Depan Program

Sumber : Matlab

b. Tampilan Walfisch Ikegami dan Paulsen

Form ini memiliki 6 Popupmenu, 20 Edit Text, 28 Static Text, 11 Panel, 8 Push button, 1 Axes, dan 1 link ke form yang lain yaitu form tabel total penyerapan dinding.

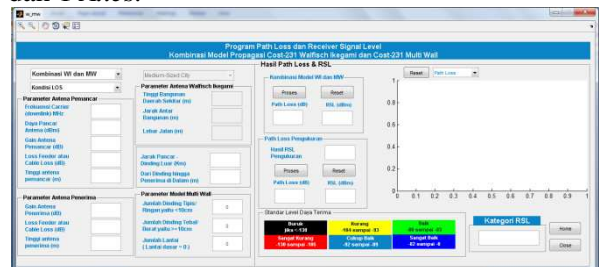


Gambar 7. Interface pada form Walfisch Ikegami dan Paulsen

Sumber : Matlab

c. Tampilan Walfisch Ikegami dan Multi Wall

Form ini memiliki 22 Edit Text, 30 Static Text, 4 Popup Menu, 11 Panel, 7 Pushbutton, dan 1 Axes.

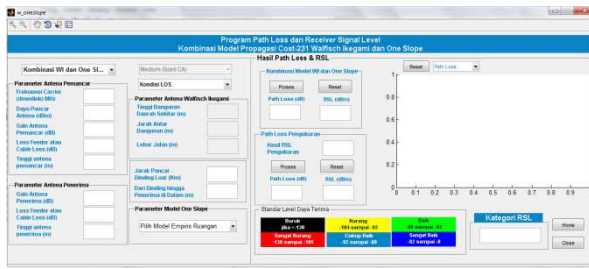


Gambar 8. Interface pada Form Walfisch Ikegami dan Multi Wall

Sumber : Matlab

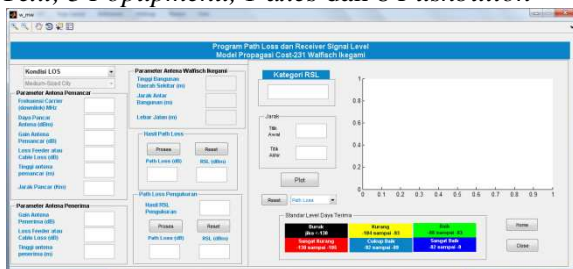
d. Tampilan Walfisch Ikegami dan One Slope

Form ini memiliki 18 Edit Text, 5 Popupmenu, 26 Static Text, 11 Panel, 7 Pushbutton dan 1 Axes



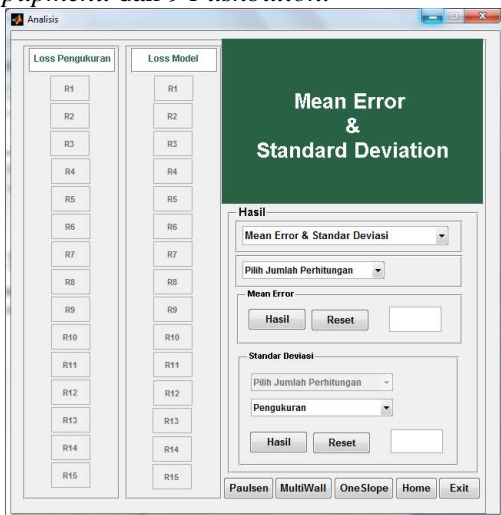
Gambar 9. Interface pada Form Walfisch Ikegami dan One Slope
Sumber : Matlab

e. Tampilan Walfisch Ikegami
Form ini terbentuk dari komponen *Edit Text*, *Static Text*, *Popuptext*, *Pushbutton*, *axes* dan *Panel*. Dengan 20 *Edit Text*, 10 *Panel*, 25 *Static Text*, 3 *Popuptext*, 1 *axes* dan 8 *Pushbutton*



Gambar 10. Interface Form Walfisch Ikegami
Sumber : Matlab

f. Tampilan Mean Error dan Standar Deviation
Form ini terbentuk dari komponen *Edit Text*, *Static Text*, *Popuptext*, *Pushbutton* dan *Panel*. Dengan 34 *Edit Text*, 7 *Panel*, 1 *Static Text*, 4 *Popuptext* dan 9 *Pushbutton*.



Gambar 11. Interface pada Form Mean Error dan Standar Deviasi
Sumber : Matlab

IV. PENGUJIAN PROGRAM GUI DAN ANALISIS KECOCOKAN MODEL PROPAGASI

A. Pengujian Program GUI Design dengan Black Box

“Pengujian black box berfokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak, dengan

demikian pengujian memungkinkan perencana perangkat lunak mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program”. (Roger S. Pressman, 2002)

Pada pengujian program akan diambil beberapa contoh perhitungan untuk mewakili perhitungan-perhitungan yang ada, yaitu pengujian dengan cara membandingkan hasil perhitungan secara manual dan hasil dari program GUI Design.

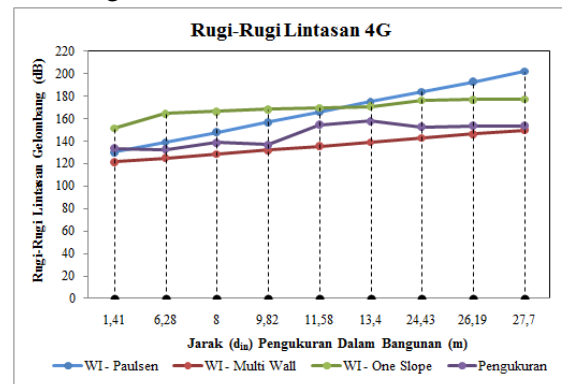
Tabel 8. Hasil Pengujian Program Sektor 1 dengan Jarak 1,41 m

Manual		Program	
3G	4G	3G	4G
132,12	130,04	Kombinasi Model WI dan Paulsen Path Loss (dB): 132.1249 RSL (dBm): -74.3249	Kombinasi Model WI dan Paulsen Path Loss (dB): 130.043 RSL (dBm): -72.243

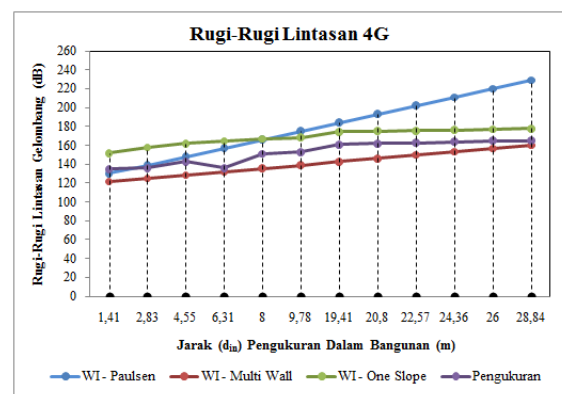
Berdasarkan dari hasil pengujian menggunakan metode black box, maka program hasil rancangan bekerja dengan baik dan dapat diimplementasikan baik dalam perhitungan model propagasi maupun perhitungan dari data hasil pengukuran

B. Analisis Kecocokan Model Propagasi

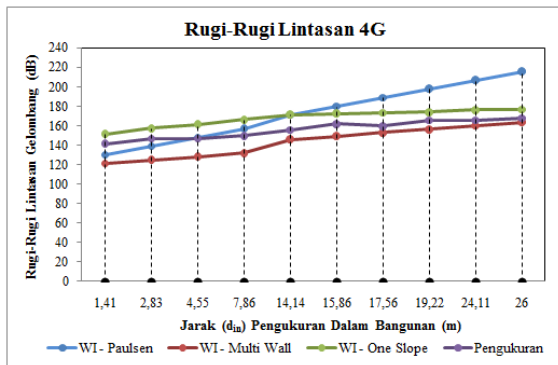
a. Perbandingan Model Propagasi dan Pengukuran



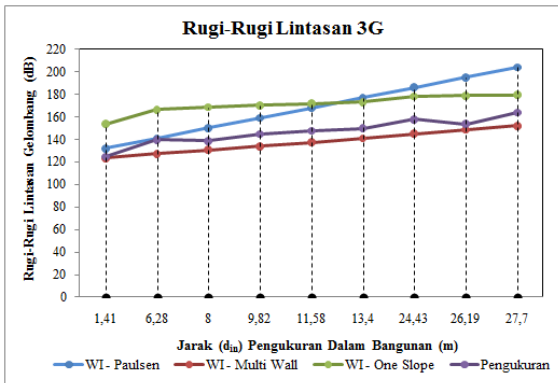
Gambar 12. Pathloss Sektor 1 Sistem 4G



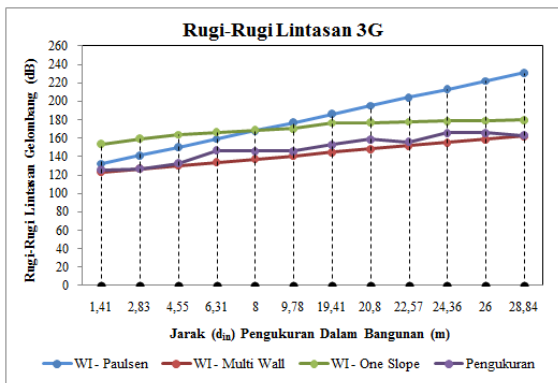
Gambar 13. Pathloss Sektor 2 Sistem 4G



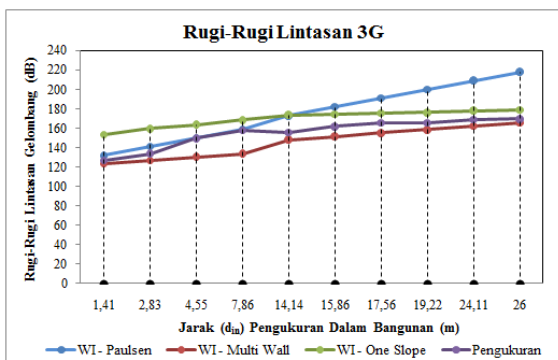
Gambar 14. Pathloss Sektor 3 Sistem 4G



Gambar 15. Pathloss Sektor 1 Sistem 3G



Gambar 16. Pathloss Sektor 2 Sistem 3G



Gambar 17. Pathloss Sektor 3 Sistem 3G

Gambar diatas menunjukkan rugi-rugi lintasan gelombang terhadap perubahan jarak, sekat dan dinding antara titik pengukuran dan dinding terluar bangunan. Dari hasil perbandingan pathloss pada sistem 4G dan 3G

memperlihatkan bahwa besarnya rugi-rugi lintasan gelombang radio bervariasi dari setiap prediksi model propagasi, namun Model yang paling mendekati hasil pengukuran yaitu model Kombinasi Walfisch Ikegami dan Multi Wall.

- b. Pengaruh Jumlah Penghalang (*obstacle*) dan Jarak Terhadap Rugi-Rugi Lintasan Gelombang Radio

Proses transmisi sinyal informasi dari satu tempat ke tempat lain dapat dilakukan melalui beberapa media, baik media fisik yang berupa kabel atau kawat (*wire*) maupun media non-fisik (bukan kabel atau kawat) yang lebih dikenal dengan *wireless*, seperti halnya udara bebas. Dengan beberapa pertimbangan teknis dan terutama ekonomis, untuk komunikasi pentransmisi gelombang dalam jarak yang jauh akan lebih efisien apabila menggunakan udara bebas sebagai media transmisinya. Hal ini memungkinkan karena gelombang radio atau RF (*radio frequency*) akan diradiasikan oleh antena sebagai *matching device* antara sistem pemancar dan udara bebas dalam bentuk radiasi gelombang elektromagnetik. Hal inilah yang mendasari terjadinya propagasi gelombang radio. Namun bukan berarti udara bebas tidak memiliki kelemahan, transmisi gelombang radio dalam perambatannya mengalami pelemahan daya sinyal yang disebabkan oleh banyak faktor, salah satunya penyerapan daya sinyal oleh benda yang ditabrak saat pentransmisi sinyal.

Penyerapan (*absorption*) merupakan salah satu pelemahan daya sinyal yang menyerap energi dari gelombang yang lewat, semakin banyak penembusan yang terjadi ditambah dengan jarak yang semakin jauh maka nilai pelemahan daya sinyal akan semakin bertambah. Pada Grafik perbandingan prediksi rugi-rugi lintasan dengan model propagasi dan rugi-rugi lintasan pengukuran menunjukkan bahwa daya sinyal yang melewati dinding beton dan sekat rak besi dengan jarak yang semakin jauh maka level daya terima semakin kecil, ini menandakan bahwa penghalang dan jarak menunjukkan pengaruh yang besar terhadap pelemahan daya sinyal. Namun ada beberapa titik pengukuran yang terjadi penurunan level daya terima saat pengukuran walaupun diasumsikan melewati jumlah penghalang yang banyak dan jarak yang jauh dari pengukuran sebelumnya, hal ini disebabkan oleh kemungkinan adanya pantulan yang terjadi oleh benda-benda sekitar daerah pengukuran, seperti dinding-dinding gedung atau terjadi karena pembiasan dan perubahan arah gelombang

radio oleh dinding atau lantai bangunan, hal ini terjadi karena efek dari gelombang radio.

Untuk prediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio menggunakan model propagasi outdoor dan indoor yaitu memprediksi pelemahan daya sinyal oleh penyerapan penghalang dan jarak dalam perambatannya dihasilkan dengan tiga model prediksi yang berbeda, hasil dari ketiga prediksi terhadap penghalang dan jarak yaitu sebagai berikut :

1. Menggunakan model kombinasi Cost 231 Walfisch Ikegami dan Paulsen, kombinasi model ini memprediksi penghalang tanpa memperhitungkan jarak didalam ruangan, dengan demikian rugi-rugi lintasan yang diprediksi akan meningkat dengan sangat besar tergantung dari jenis penghalang dan jumlahnya. Prediksi pelemahan daya sinyal oleh penyerapan dinding yang terjadi pada bangunan Mitra Mart dengan menggunakan model kombinasi ini dihasilkan bahwa nilai pada perhitungan di awal dengan jumlah penghalang yang tidak terlalu banyak (± 5 penghalang) menunjukkan bahwa nilai prediksi mendekati nilai hasil pengukuran, namun nilai rugi-rugi lintasan semakin meningkat dan berbeda jauh ketika penghalang berjumlah lebih dari 5 penghalang.
2. Menggunakan model Cost 231 Walfisch Ikegami dan One slope, kombinasi model ini memprediksi rugi-rugi lintasan dengan memperhitungkan jarak dan mengabaikan penghalang didalam ruangan, namun untuk setiap ruangan akan dibedakan dengan nilai referensi rugi-rugi dalam satuan dB untuk setiap rugi-rugi dalam jarak 1m dan nilai eksponen yang berbeda disetiap jenis ruangan. Dari hasil kombinasi ini dihasilkan nilai rugi-rugi yang besar di awal prediksi, namun peningkatan rugi-rugi tergolong kecil disetiap perhitungan, dengan demikian di awal prediksi nilai kombinasi ini tidak mendekati nilai pengukuran, namun semakin jauh nilai prediksi semakin mendekati nilai pengukuran.
3. Menggunakan model Cost 231 Walfisch Ikegami dan Cost 231 Multi Wall, kombinasi model ini memprediksi dua variabel sekaligus yaitu memperhitungkan penyerapan dinding dan rugi-rugi oleh jarak didalam ruangan, nilai dari setiap dinding dibedakan dengan dua kategori dinding yaitu dinding tipis dan dinding tebal. Hasil dari

prediksi model kombinasi ini menunjukkan nilai prediksi mendekati nilai pengukura dari awal hingga akhir pengukuran, namun tergolong lebih kecil dari hasil pengukuran, karena model multi wall memprediksi rugi-rugi daya sinyal pada dinding tergolong kecil yaitu 3,4 dB untuk dinding tipis dan 6,9 dB untuk dinding tebal.

c. Analisis Kecocokan Prediksi Model Propagasi

1. Mean Error

Tabel 9. Nilai Mean Error Model Propagasi

No	Nama Sektor	Jenis Model	Mean Error (dB)	
			3G	4G
1	Sektor 1	Kombinasi WI - Paulsen	-21,3	-19,1
		Kombinasi WI - MW	9	10,4
		Kombinasi – WI One Slope	-24,4	-23
2	Sektor 2	Kombinasi WI - Paulsen	-32,8	-26,1
		Kombinasi WI - MW	5,9	11,8
		Kombinasi – WI One Slope	-22,1	-16,2
3	Sektor 3	Kombinasi WI - Paulsen	-20	-17,3
		Kombinasi WI - MW	10	12,6
		Kombinasi – WI One Slope	-14,6	-12

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai prediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio dengan kombinasi model cost 231Walfisch Ikegami dan cost 231 Multi Wall memiliki nilai yang terkecil atau mendekati nol disetiap sektor.

2. Standard Deviation

Tabel 10. Nilai Standard Deviaton Model Propagasi

No	Nama Sektor	Jenis Model	Standar Deviasi (dB)		Memenuhi standar (Ya/Tidak)
			3G	4G	
1	Sektor 1	Kombinasi WI - Paulsen	24,6	24,6	Tidak
		Kombinasi WI - MW	9,7	9,7	Ya
		Kombinasi – WI One Slope	8,1	8,1	Ya
2	Sektor 2	Kombinasi WI - Paulsen	32,4	32,4	Tidak
		Kombinasi WI - MW	12,7	12,7	Tidak
		Kombinasi – WI One Slope	8,6	8,6	Ya

3	Sektor 3	Kombinasi WI - Paulsen	29,4	29,4	Tidak
		Kombinasi WI - MW	15,5	15,5	Tidak
		Kombinasi - WI One Slope	8,6	8,6	Ya

Tabel 10 menunjukkan bahwa standar deviasi kombinasi Model Cost 231 Walfisch Ikegami dan Model One Slope memiliki nilai standar deviasi yang kecil disetiap sektor, namun untuk kombinasi Model Cost 231 Walfisch Ikegami dan Multi Wall juga memiliki nilai yang tidak lebih dari 10 dB pada sektor 1, nilai ini menunjukkan bahwa kombinasi ini juga layak untuk dijadikan rujukan kelayakan sebagai model yang cocok digunakan.

Dari hasil perbandingan model propagasi, hasil Tabel 9 dan Tabel 10, menunjukkan bahwa kombinasi Model Cost 231 Walfisch Ikegami dan Cost 231 Multi Wall memenuhi syarat sebagai model yang cocok untuk memprediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio dari pemancar luar bangunan sampai pada penerima didalam bangunan khususnya pada daerah urban, walaupun pada standar deviasi terdapat nilai simpangan di atas 10 dB namun hasil mean error dan hasil perbandingan model propagasi terhadap hasil pengukuran telah menjadi data yang mendukung untuk kecocokan model yang digunakan.

V. Penutup

1. Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian program dan analisis rugi-rugi lintasan yang terjadi dari antena pemancar luar ruangan yaitu BTS PTK441 sampai pada penerima dalam bangunan Mitra Mart maka diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Path Loss Program yang berhasil dirancang telah mampu dan dapat di implementasikan dalam perhitungan dan analisis model propagasi.
2. Berdasarkan perbandingan prediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio dan pengukuran, prediksi dengan kombinasi model walfisch Ikegami dan multi wall menunjukkan nilai yang mendekati hasil pengukuran.
3. Rugi-rugi lintasan yang diukur dengan sekat lebih sedikit memiliki nilai rugi-rugi yang kecil dibandingkan dengan titik pengukuran yang memiliki sekat yang banyak, ini menunjukkan bahwa penghalang

mempengaruhi hasil rugi-rugi lintasan gelombang radio.

4. Model yang cocok dan layak digunakan dalam prediksi rugi-rugi lintasan gelombang radio yang mengacu pada mean error dan standar deviasi adalah model kombinasi Walfisch Ikegami dan Multi Wall, karena model kombinasi ini memiliki nilai mean error terkecil dan standar deviasi yang masih bisa diterima dengan standar deviasi yang tidak lebih dari 10 dB pada pengukuran sektor 1.
5. Data hasil perhitungan *mean error* dan standar deviasi menunjukkan kelayakan model yang digunakan yaitu model kombinasi walfisch Ikegami dan multiwall, karena model ini memiliki parameter prediksi yang baik, yaitu melihat dari segi jarak, penghalang dan jumlah lantai

2. Saran

Hal-hal yang dapat menjadi saran dalam pengembangan dan perbaikan penelitian tugas akhir ini yaitu :

1. Program yang dibuat lebih *User Freindly* dan menambahkan perhitungan yang lain seperti SINR, link budget, throughput, coverage area dan lain-lain.
2. Diharapkan selanjutnya program bisa diintegrasikan dengan penambahan data base seperti MYSQL dan MS Excel
3. Program selanjutnya diharapkan bisa dibuat tidak hanya beroperasi di windows tapi juga bisa dioperasikan pada Linux, IOS dan Android.
4. Diharapkan dapat dilakukan pada pemograman yang berbeda seperti menggunakan Visual Basic atau menggunakan Android Studio..
5. Penelitian dilanjutkan dengan menambah model propagasi, agar mendapatkan perbandingan hasil prediksi yang bervariasi dan mendekati nilai hasil pengukuran.
6. Penelitian dilanjutkan pada bangunan bertingkat dan memiliki sekat yang lebih padat atau ruangan-ruangan yang banyak seperti perkantoran.
7. Penelitian diharapkan dapat menggunakan software pengukuran yang lebih handal, seperti TEMS, NEMO, G-Mon dan lain-lain agar penelitian lebih baik dan teliti.

VI. Referensi

- [1]. Achmad Reza Irianto, M.Fauzan Edy Purnomo. Endah Budi Purnomowati, 2014, "*Analisi Nilai Level Daya Terima Menggunakan Model Walfisch-Ikegami Pada Teknologi Long Time Evolution*

- (LTE) Frekuensi 1800 MHz". E-jurnal Teknik Elektro Brawijaya.
- [2]. COST Action 231, 1999, "Final Report Digital Mobile Radio Towards Future Generation Systems", Directorate General Telecommunication, European Commission.
- [3]. Dewa Made Mahendra Yudha, Pande Ketut Sudiarta dan Ngurah Indra ER, 2016, "Analisis Parameter Jaringan Hsdpa Kondisi Indoor Dengan Tems Investigation Dan G-Netrack Pro". E-Journal Spektrum Vol. 3, No. 1.
- [4]. Gunaidi Abdi Away, 2014, "The Shortcut of MATLAB Programing". Informatika : BI-Obses.
- [5]. Hernando Jose M and F. Perez Fontan, 1999, "Introduction to Mobile Communication Engineering", Artech House, Norwood.
- [6]. ITU (International Telecommunication Union), 1999, "RF Signal Loss In Penetrating a Building", ITU-R P.679-2, 1999.
- [7]. Kati Sulonen dan Perti Vainikainen, Des 2003, "Performance of Mobile Phone Antennas Including Effect of Environment Using Two Methods" IEEE 52, no. 6, pp. 1859-1864.
- [8]. Lingga Wardhana, 2011, "2G/3G RF planning and optimization for consultant". www.nulisbuku.com : Nulis Buku.
- [9]. Lingga Wardhana, dkk, 2014, "4G Handbook edisi bahasa indonesia" www.nulisbuku.com : Nulis Buku.
- [10]. Meiling Luo, Jan 2014, "Indoor Radio Propagation Modeling for System Performance Prediction", L'Institut National des Sciences Appliquees de Lyon.
- [11]. Nining Triana dan Maksum Pinem, 2015, "Analisis model propagasi path loss semi-deterministik untuk aplikasi triple band di daerah urban metropolitan centre". 13.(35).13-18.
- [12]. Panangian Mahadi Sihombing dan Maksum Pinem, 2015, "Analisis Rugi-Rugi Lintasan Gelombang Radio dari Luar ke Dalam Gedung Antara pada sistem GSM1800 dan 3G". Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
- [13]. Teddy Purnamirza, Ilham Arifin, Depriwana Rahmi, 2014, "Model Propagasi Kanal Radio Bergerak Pada GSM Frekuensi 900 MHz Di Daerah

Taluk Kuantan". Jurnal Sains, Teknologi dan Industri Vol. 11, No.2.

- [14]. Uke Kurniawan Usman, 2012, "Fundamental Teknologi Seluler LTE". Rekayasa Sains : Rekayasa Sains

Biografi



Budi, lahir di Kenyauk, tanggal 13 Agustus 1994. Menempuh pendidikan dasar di SD Negeri 08 Kenyauk lulus tahun 2006 dan melanjutkan ke SMP Negeri 01 Sepauk sampai tahun 2009, kemudian melanjutkan ke SMK Negeri 01 Sintang sampai tahun 2012. Memperoleh gelar Sarjana dari Program Studi Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Pontianak pada tahun 2017.

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN PROGRAM RUGI-RUGI LINTASAN
GELOMBANG RADIO JARINGAN *INDOOR* BERBASIS
*GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI) MATLAB***

BUDI
D01112071

Pontianak, 28 Februari 2017

Menyetujui

Pembimbing I



H. Fitri Imansyah, ST., MT
NIP. 19691227 199702 1 001

Pembimbing II



Dr. Redi Ratiandi Yacoub, ST, MT
NIP. 19710103 199702 1 002