

ANALISIS PATH LOSS DALAM MODEL OUTDOOR TO INDOOR UNTUK KOMUNIKASI DATA SELULER

M.Amril¹, Catra Indra Cahyadi², Indah Vusvita Sari³

Akademi Teknik dan Keselamatan Penerbangan Medan (ATKP MEDAN)

Jalan Penerbangan No.85, Sempakata,. Medan Selayang, Medan, Sumatera Utara , 20131, Indonesia

Abstrak

Analisis kehilangan lintasan outdoor ke indoor telah dilakukan di lokasi gedung perkuliahan di kawasan perkotaan Universitas Sumatera Utara. Makalah ini dijelaskan mengkaji besarnya kekuatan sinyal sepanjang lintasan pada frekuensi 2100 MHz. Model propagasi yang digunakan adalah model COST231. Dengan mengubah parameter kerugian penetrasi dinding luar dalam formulasi COST231, diperoleh profil kerugian lintasan yang mendekati kondisi pengukuran di lokasi penelitian.

Kata kunci: Model Outdoor ke Indoor, Model COST231, Frekuensi 2100 MHZ

I. PENGANTAR.

Metode kebutuhan akan layanan komunikasi menyebabkan pengguna melakukan aktivitas komunikasi sesering mungkin dan dimana saja. Aktivitas ini tidak hanya dilakukan di luar ruangan tetapi kini banyak pengguna yang berkomunikasi di dalam gedung. Seringkali sinyal yang diterima di dalam gedung tidak seoptimal sinyal yang diterima di luar gedung. Hal ini terjadi karena pengguna di dalam gedung hanya memanfaatkan pemancar yang berada di luar gedung. Untuk itu diperlukan penelitian untuk memprediksi path losses dari luar ke dalam gedung (model outdoor ke indoor) untuk melihat seberapa besar daya pemancar yang hilang. Salah satu model kerugian jalur dari luar ke dalam gedung (O2I) adalah model COST231. Banyak penelitian telah dilakukan untuk memodelkan skenario O2I COST231. Model COST231 adalah model empiris yang memberikan persamaan analitis dengan akurasi yang wajar. Karena membutuhkan sedikit informasi dalam analisis persamaan, model ini dianggap sebagai model yang paling akurat dan banyak digunakan untuk memprediksi kerugian jalur O2I. Dalam penelitian ini model COST231 diterapkan pada frekuensi 2100 MHZ. Terdapat parameter yang mempengaruhi prediksi path losses pada persamaan model COST231, yaitu loss losses dinding eksternal dan internal. Dengan mengganti nilai variabel dari kedua jenis kerugian penetrasi, diperoleh profil kerugian lintasan yang sesuai dengan kondisi lokasi penelitian.

II. TINJAUAN LITERATUR.

2.1. Model ruang bebas

Kehilangan jalur di Ruang Kosong □. mendefinisikan berapa banyak kekuatan sinyal yang hilang selama propagasi dari pemancar ke penerima. Model Ruang Bebas beragam pada frekuensi dan jarak. Dihitung dengan menggunakan persamaan $L = 32,45 + 20\log(d) + 20\log(f)$ (1) Dimana, f adalah Frekuensi dalam (MHz) dan d adalah jarak dalam (Km).

2.2. Model Hata COST-231 yang diperpanjang

Extended COST-231 Model Hata menggunakan persamaan propagasi yang dibagi menjadi dua suku. Suku pertama memiliki ketergantungan logaritmik pada jarak, d , sedangkan suku kedua tidak bergantung pada jarak. Ini juga mencakup penyesuaian persamaan dasar untuk memperhitungkan kerugian propagasi Perkotaan, pinggiran kota, perkotaan padat, dan pedesaan. Derivasi lengkap persamaan-persamaan ini telah dilakukan pada [10].

Rugi propagasi umum dalam dB diberikan oleh [4] dan ditunjukkan dengan menggunakan rumus 2. $L_p=46.30+33.9*\log(f)-13.82*\log(hm)-a(hm)+(44.9-6.55*\log(hb))*\log(d)+C_m$ (2)
 Di mana,

L_p adalah rugi perambatan pada lingkungan tipe p, dalam dB (0: Urban, 1: Suburban, 2: Dense-urban, 3: Rural). f adalah frekuensi transmisi dalam MHz.

h_m adalah ketinggian ponsel atau penerima dalam meter (1 - 10m).

h_b adalah ketinggian stasiun pangkalan atau pemancar dalam meter (30 - 200m)

d adalah jarak antara penerima dan pemancar dalam kilometer (1 - 20 km).

$a(h_m)$ merupakan faktor koreksi antena bergerak yang berbeda untuk setiap lingkungan.

c_m adalah faktor koreksi yang memiliki nilai yang berbeda untuk setiap lingkungan. Seperti yang dapat kita amati, path loss dalam model ruang bebas tergantung pada frekuensi dan jarak. Meskipun, parameter lebih lanjut diperkenalkan dalam model propagasi lain, seperti ketinggian ponsel, h_m , dan ketinggian stasiun pangkalan, h_b . Selain itu,

Rentang nilai validitas model Hata adalah [18]: 150 f 1500MHz, 30 h_b 200m, 1 h_m 10m dan 1 d 20km.

Di sana, nilai ketinggian ponsel dan ketinggian stasiun pangkalan ditetapkan dalam rentang yang diberikan untuk kepentingan perbandingan.

Extended COST-231 Hata untuk lingkungan perkotaan: $a(h_m)=(1.1*\log(f)-0.7)*(h_m)-$

$(1.56*\log(f)-0.8)$ dB (3) dan $C_m = 0$. Extended COST -231 Hata untuk lingkungan Suburban:

$L_1 = L_0 -2.(\log(f/28))^2-5.4$ (4) Dimana, $a(h_m)=(1.1 . \log(f)-0.7).(h_m)-(1.56 . \log(f)-0.8)$ dB (5)

AKU AKU AKU. Penelitian Eksperimen.

Lokasi pengukuran kekuatan sinyal dilakukan di salah satu gedung perkuliahan Universitas Sumatera Utara di Medan Indonesia. Gedung ini memiliki gedung tiga tingkat dimana posisi antena berada di atas gedung. Sampel pengukuran hanya diambil di koridor gedung karena diasumsikan banyak pengguna bertukar informasi di area mobile ini. Lokasi penelitian merupakan gedung serbaguna yang berfungsi sebagai kantor, ruang kelas dan ruang konferensi

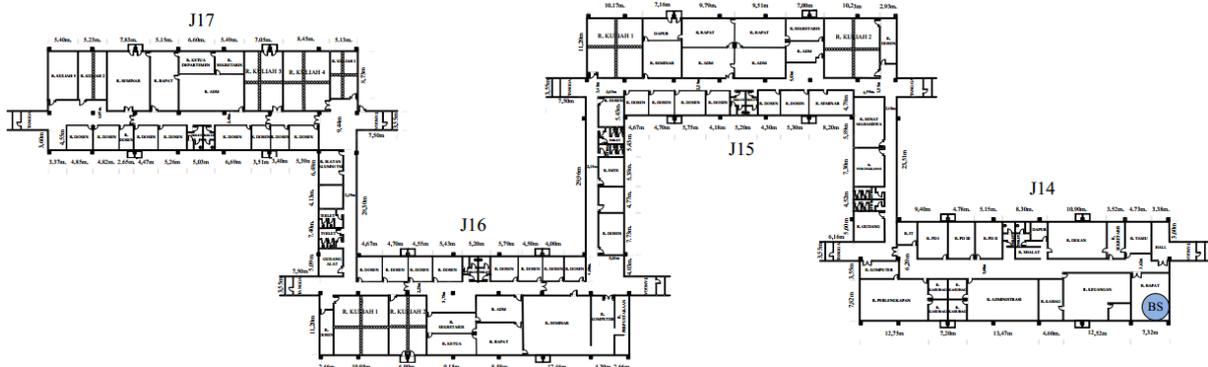
Bangunan ini dirancang dengan koridor tertutup sebagian dan koridor terbuka sebagian, artinya sebagian bangunan berdinding utuh dan sebagian berdinding terbuka sebagian seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Struktur bangunan terdiri dari dinding beton dan sebagian ruang disekat oleh dinding yang terbuat dari kayu lapis. Jendela di gedung ini terbuat dari kaca yang dominan. Jenis bangunan ini tidak menjamin apakah gelombang radio akan mencapai penerima dengan menembus dinding atau melalui mekanisme propagasi seperti refleksi, difraksi dan hamburan.



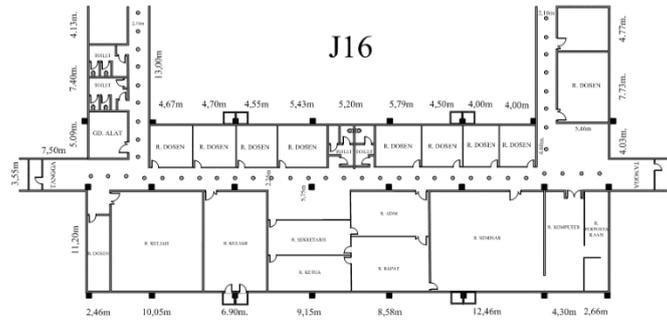
(a) Koridor dengan Dinding Tertutup (b) Koridor dengan Dinding Semi Tertutup

Gambar 1.Koridor Gedung Penelitian

Pada penelitian ini, pengukuran kekuatan sinyal yang diterima dilakukan dengan metode walk-test. Perangkat yang digunakan adalah laptop yang telah terinstal aplikasi Tera Investigation versi 10.05 kemudian menggunakan kabel USB yang terhubung dengan ponsel Sony Ericsson W995 sebagai receiver. Alat tersebut dibawa jalan kaki dari lantai 1 ke lantai 3, dimulai dari titik terdekat menuju transmitter (BS) kemudian berjalan menjauh dari BTS. Dari awal proses pengukuran, penerima (MS) memanggil sebagai proses pertukaran informasi. Sampel pengukuran diambil setiap 2 meter. Rute pengukuran dilakukan di sepanjang koridor gedung yang dapat dilihat pada Gambar 2



(a) Lokasi Penelitian



(b) Rute pengukuran di Gedung J16

Gambar 2.. Rute Pengukuran Kekuatan Sinyal

Antena pemancar (BS) yang dapat dilihat pada Gbr.2 berada di atas gedung J14. Layanan komunikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penyedia layanan lokal dengan frekuensi kerja 2100 MHz untuk sistem 3G. Sedangkan antena yang berperan sebagai penerima adalah seluler. Pada antena pemancar dan penerima terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi perhitungan rugi-rugi jalur. Parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Antena Pemancar dan Penerima

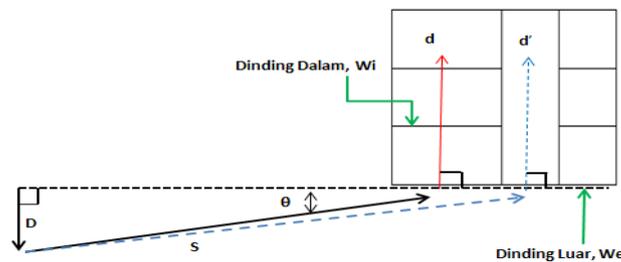
Parameter	Pemancar	Penerima
Jenis Antena	TYDB-182020DE4-33FT2	Segala arah
Frekuensi	Sistem 3G : 2100 MHz Uplink: 1920 MHz Tautan Bawah: 2170 MHz	2100 MHz
Tinggi Antena	22 m	1,5 m
Resonansi	66 dBm	-

IV. HASIL

Rugi lintasan COST231 terdiri dari lintasan luar (Lout), rugi lintasan dalam ruangan (Lin), rugi perambatan dinding (Ltw) dan rugi perambatan total pada garis pandang (L_ (L_) kondisi tot (LOS))).

$$L_{tot(LOS)} = L_{out} + L_{tw} + L_{in}(1)$$

Untuk menjelaskan prinsip model COST231 O2I ditunjukkan pada Gambar



Gambar 3.Prinsip Kerja Model COST231 O2I

$$L_{out} = 32,4 + 20 \log(S + d)_m + 20 \log f_{GHz} (2)$$

$$L_{tw} = W_e + WG_e (1 - \frac{D}{S})^2 (3)$$

$$L_{in} = \max(\Gamma_1, \Gamma_2) (4)$$

$$\Gamma_1 = W_i p (5)$$

$$\Gamma_2 = \alpha (d - 2) (1 - \frac{D}{S})^2 (6)$$

Dimana, W_e mewakili kerugian penetrasi dinding eksternal (4 - 10 dB), WG_e adalah kerugian tambahan pada dinding luar (20 dB). D adalah jarak tegak lurus antara Tx dan dinding luar, S adalah jarak miring antara Tx dan dinding luar, d adalah jarak antara dinding luar dan Rx sedangkan f adalah frekuensi kerja. W_i adalah kerugian dinding internal (4-10 dB). p adalah jumlah dinding yang ditembus oleh sinyal dan mewakili rugi-rugi propagasi dalam ruang ketika tidak ada dinding internal ketika sinyal bergerak dari dinding luar ke Rx.

Tabel 2. Nilai Parameter Cost231 dan RSS untuk setiap Lantai

Lantai	kami (dB)	wge (dB)	wi (dB)	RSS Rata-Rata Terukur (dBm)	RSS Rata-Rata Berpredikat (dBm)	RMSE
1	7	20	7	-74.2241	-41.3962	33.0984
	8	20	8		-43.3962	31.1157
	9	20	9		-45.3962	29.1355
	10	20	10		-47.3962	27.1582
2	7	20	7	-72.1207	-41.1358	32.2145
	8	20	8		-43.1358	30.2958
	9	20	9		-45.1358	28.3883
3	10	20	10	-65.3586	-47.1358	26.4944
	7	20	7		-40.8672	24.6832
	8	20	8		-42.8672	22.7089
	9	20	9		-44.8672	20.7396
	10	20	10		-46.8672	18.7767

Pada penelitian ini dilakukan pengujian model COST231 untuk lokasi penelitian yaitu koridor gedung yang terdiri dari 3 lantai. Pada Tabel 4 kita dapat melihat nilai parameter untuk penerangan dinding internal dan penetrasi dinding eksternal memberikan perkiraan yang berbeda dari daya sinyal yang diterima dalam model prediksi COST231. Parameter W_e , W_i dan W_{Ge} merupakan kontributor yang berpengaruh dalam menghitung keseluruhan path losses outdoor-indoor. Model COST231 menyarankan nilai W_e dan W_i dalam kisaran 4-10 dB, dinding beton dengan ukuran jendela normal diberi nilai 7 dB. Di lokasi penelitian dilakukan perhitungan prediksi model COST231 dengan nilai W_e dan W_i berkisar antara 7-10 dB. Hasil yang diperoleh masih jauh dari kondisi pengukuran. Dari ketiga parameter yaitu W_e , W_i dan W_{Ge} , model COST231 mengasumsikan bahwa dinding luar adalah bagian yang dilihat langsung oleh pemancar dan dianggap bertanggung jawab atas penetrasi. Kemudian dilakukan optimasi pada kerugian penetrasi eksternal (W_e).

Sebuah studi telah dilakukan untuk mengoptimalkan kerugian lintasan model COST231. Dalam model optimasi COST231, parameter dalam gedung dibagi menjadi segmen yang lebih spesifik. Parameter ini adalah kerugian dari dinding luar (W_e). Dari eksperimen, data dikumpulkan untuk mendapatkan formulasi empiris kerugian penetrasi dinding luar (W_e) menggunakan teknik regresi berganda.

$$W_e = 15,53 + 10,143 \log_{10}(f_{MHz}) - 0,158W_{pr} - 0,3549W_t + 3,439W_{mat}$$

Dimana f adalah frekuensi kerja dalam MHz, W_{pr} adalah proporsi jendela pada dinding luar, W_t adalah jenis jendela dan W_{mat} adalah jenis material atau material dari dinding luar. Tabel 3 menunjukkan nilai masing-masing variabel untuk jenis material yang berbeda.

Tabel 3. Variabel dari berbagai jenis material

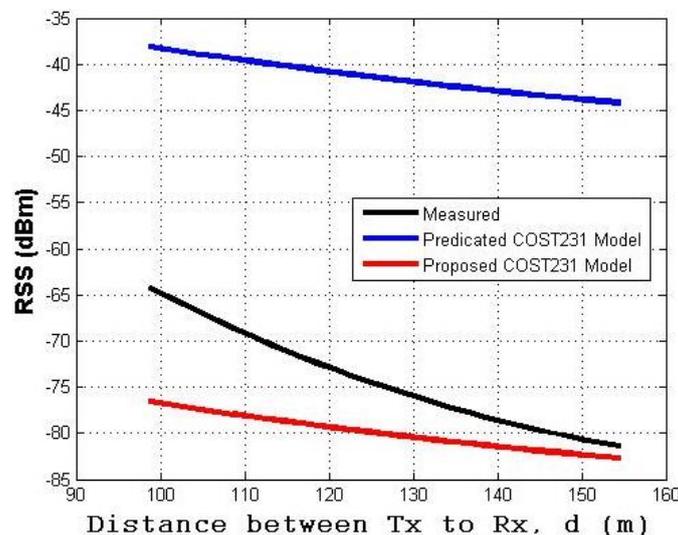
F	f Dalam MHz
W_{pr}	W_{pr} Dalam persentase (%)
W_t	W_t Tanpa Kaca: 1 Kaca: 2 Kaca Berlapis: 3 Jendela kawat:

W_{mat}	W_mat Bata: 1 Blok Cinder: 1 Blok Beton: 2 Beton Bertulang:
-----------	---

Tabel 4. Rata-rata level RSS dari Pengukuran, Model Prediksi, dan Model Optimasi

lantai	RSS Rata-Rata Terukur (dBm)	RSS Rata-Rata Berpredikat (dBm)	Usulan Rata-Rata RSS (dBm)	RMSE
1	-74.22	-41.40	-79.92	7.09
2	-72.12	-41.14	-79.66	11.60
3	-65.36	-40.87	-79.39	14.63

Optimalisasi model COST231 telah dilakukan dengan menghitung kerugian penetrasi eksternal W_e menggunakan formulasi yang diperoleh pada penelitian sebelumnya [8]. Rumusan ini menambahkan kriteria jenis dan proporsi jendela serta jenis material dari dinding yang dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 6 terlihat bahwa menambahkan parameter W_{pr} , W_t , dan W_{mat} ke dalam W_e formasi mempengaruhi tingkat daya penerima (RSS). Rata-rata RSS dalam model optimasi lebih mendekati kondisi pengukuran. Selain itu, nilai RMSE juga semakin kecil.



Gambar 4. Jarak antara tx ke rx

Gambar 4 RSS vs Pengukuran Model COST231 dan model optimasi COST231 di lantai 1 Dua model COST231 untuk pathloss O2I dibandingkan dengan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 jelas terlihat bahwa model yang dioptimalkan memberikan kondisi yang lebih baik dibandingkan dengan COST231 model. Rumus perhitungan W_e dalam model COST231 yang dioptimalkan tepat digunakan untuk kondisi penelitian ini.

V. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah disajikan pengukuran path loss di koridor Universitas Sumatera Utara dan berhasil mendapatkan model optimasi COST231. Hasil pengukuran track loss di lokasi studi dilakukan di koridor gedung, hasilnya dibandingkan dengan model COST231 dan model

optimasi COST231. Dalam model COST231, parameter kehilangan penetrasi eksternal telah ditentukan memiliki nilai konstan sekitar 4-10 dB. Model optimasi COST231 parameter ini dihitung ke dalam formulasi dengan menambahkan segmen bangunan yaitu jenis material dinding, jenis jendela dan proporsi jendela bangunan. Dengan mengoptimalkan model COST231 profil path loss di lokasi yang dipelajari diperoleh.

REFERENSI.

- [1]. Guillermo, F. Rodolfo, R. Mauricio, "Analisis Model Rugi Jalur Empiris Luar Ruangan untuk Sel Pico dan Femto di Ngarai Jalan", IEEE Witeless Communications Letters, 2016.
- [2]. S. Essi, T. Antti, L. Matti, "Outdoor to Indoor Scenario at 780 MHz", IEEE Internasional Symposium, 2010.
- [3]. SM Usman, H. Kimmo, L. Jukka, "Model Rugi Dinding Sudut dan Model Penetrasi Bangunan yang Diperpanjang untuk Perambatan Luar ke Inddor", IEEE, 2017.
- [4]. R. Ignacio, et.al., "An Emperical Outdoor to Indoor Path Loss Model from below 6 GHz to cm-Wave Frequency Bands", IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2016.
- [5]. V. Alvaro, Z. Jie, "Model Propagasi Empiris Indoor ke Outdoor untuk Area Pemukiman pada 0,9-3,5 GHz", Antena IEEE dan Surat Propagasi Nirkabel, 2010.
- [6]. R. De Laloi, "Radio Bergerak Digital Menuju Sistem Generasi Mendatang", Belgia Eropa, 1999.
- [7]. AK Faisal, K. Murad, AS Faizan, "Enhanced Outdoor to Indoor Coverage Estimation in Microcells", IEEE Loughborough Antena dan Konferensi Propagasi, 2008.