

ANALISIS PENERAPAN MODEL PROPAGASI EMPIRIS COST-231 MULTI-WALL PADA GEDUNG SWALAYAN YANG DIMODELKAN

Elsa Dahlia Sinaga, Maksu Pinem

Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara (USU)
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 INDONESIA
e-mail: elsabrsinaga@gmail.com

Abstrak

Fasilitas WiFi semakin banyak diterapkan pada berbagai lembaga/instansi. Pada swalayan, salah satunya. Untuk menentukan jumlah dan posisi access point, jarak di mana rugi-rugi lintasan maksimum diambil untuk mewakili jari-jari sel cakupan area. Pada tulisan ini, perhitungan rugi-rugi lintasan dilakukan dengan metode pemodelan propagasi indoor menggunakan Cost-231 multi-wall. Jarak antar rak pada bangunan swalayan yang dimodelkan divariasikan. Dari analisis yang dilakukan didapatkan, untuk variasi jarak antar rak (dalam meter) adalah 0,75, 1,25, 1,75, 2, dan 2,3, besar rugi-rugi maksimumnya secara berturut-turut (dalam dB) adalah 74,95193, 78,99955, 78,16135, 78,37394 dan 78,99963, yaitu pada jarak (dalam meter) 11,6251, 12,526, 16,8216, 17,2384 dan 18,527. Pada model bangunan swalayan berukuran 125 x 81 meter persegi dengan jarak antar rak rata-rata adalah 2,3 meter memiliki jari-jari sel paling besar sehingga jumlah access point yang dibutuhkan lebih sedikit dibandingkan yang lainnya, yaitu 13.

Kata kunci : Cost-231 Multi-Wall, WiFi, Access Point

1. Pendahuluan

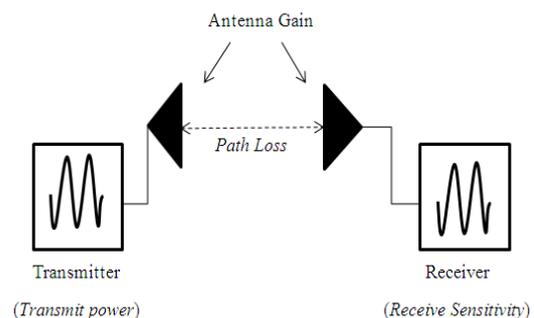
Pada bangunan, propagasi sinyal akan mengalami rugi-rugi lintasan sebagai akibat dari profil bangunannya. Oleh sebab itu, posisi penempatan dan beberapa karakter *accesspoint* yang digunakan perlu diperhatikan. Besar nilai *path loss* yang berada di dalam gedung dapat diprediksi dengan model propagasi empiris *indoor*. Model propagasi empiris adalah model yang diperoleh dari pengalaman hasil observasi dan pengukuran.

Model propagasi empiris *indoor* mempertimbangkan keadaan di dalam gedung, seperti ketinggian gedung, jenis material bangunan, ketinggian antena dan berbagai *furniture* di dalam gedung. Pada tugas akhir ini, dianalisa penerapan salah satu model propagasi empiris *path loss indoor* dalam suatu bangunan swalayan yang dimodelkan, yaitu Cost-231 multi-wall. Model ini mempertimbangkan variasi jenis material dinding/penghalang dalam bangunan *indoor*.

2. Studi Pustaka

Dalam desain komunikasi *wireless*, empat faktor vital yang perlu diperhatikan adalah daya pada pemancar, sensitivitas penerima, *gain*

antena, serta rugi-rugi lintasan, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Untuk menghitung besarnya rugi-rugi lintasan, dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan. Model yang digunakan untuk menghitung propagasi *outdoor* dan propagasi *indoor* masing-masingnya adalah berbeda. Pada propagasi *indoor*, efek Doppler dapat diabaikan.



Gambar 1. Komponen utama sistem komunikasi *wireless* [1].

2.1 Konsep WLAN

WLAN (*Wireless Local Area Network*) adalah jaringan nirkabel LAN yang menggunakan frekuensi radio lewat udara dalam transmisi datanya. WLAN membagi wilayah pelayanannya menjadi beberapa wilayah lebih kecil yang disebut sel. Tiap sel

dicatu oleh sebuah *access point* menuju server *wireless LAN*.

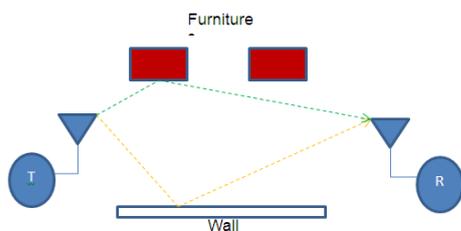
Block bangunan dasar dari jaringan 802,11 disebut *basic service set* (BSS), yang menghubungkan *station-station* yang berkomunikasi antara satu dan lainnya. BSS pada jaringan WLAN terdiri dari dua jenis, yaitu *independent BSS* dan *infrastructure BSS*.

Independent BSS langsung menghubungkan *station* yang satu dan lainnya dan hanya dapat dibangun pada jarak yang sangat terbatas. *Infrastructure BSS* memiliki empat komponen fisik utama yang menjadi penyusun jaringannya. Komponen-komponen tersebut adalah sistem penyalur (*distribution system*), *access point*, media nirkabel (*wireless medium*), dan *station*.

2.2 Rugi-Rugi Lintasan Indoor

Pada propagasi yang terjadi di dalam ruangan, sinyal akan mengalami pemantulan secara acak dan terus menerus di ruangan tersebut hingga sinyal hilang akibat penyerapan oleh penghalang, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Hal-hal yang berpengaruh pada propagasi sinyal di dalam ruangan antara lain:

1. Rugi-rugi lintasan yang terjadi dari pemancar ke penerima.
2. *Obstacles* (seperti *furniture*) yang terdapat di dalam ruangan.
3. Material konstruksi bangunan.



Gambar 2. Propagasi Indoor

2.3 Model Cost-231 Multi-Wall

Model propagasi Cost-231 multi-wall menyatakan bahwa rugi-rugi lintasan adalah rugi-rugi *free space loss* ditambah rugi-rugi dari dinding dan lantai yang dilewatinya. Persamaan untuk model ini dijabarkan pada Persamaan 1 [2].

$$L = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^W L_{wi} n_{wi} + L_f \cdot n_f \left(\frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right) \quad (1)$$

L_{FSL} atau rugi-rugi ruang bebas adalah rugi-rugi lintasan transmisi dari pemancar ke penerima tanpa penghalang. Persamaan L_{FSL} dapat dilihat pada Persamaan 2 [3].

$$L_{FSL}(dB) = 32,44 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log d(\text{Km}) \quad (2)$$

Meskipun jenis material bangunan ada banyak, secara statistik, hanya ada beberapa tipe faktor atenuasi dinding yang dibutuhkan pada model Cost-231 multi-wall, seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis Material Bangunan pada Cost-231 Multi-Wall [4]

Jenis Dinding	Deskripsi
Dinding Tipis (Lw1)	Sebuah dinding yang tidak ditemeli oleh suatu bantalan seperti dinding eternit, dinding papan dan dinding beton tipis dengan ketebalan kurang dari 10 cm.
Dinding Tebal (Lw2)	Sebuah dinding yang ditemeli oleh suatu bantalan atau jenis dinding yang lainnya dengan ketebalan dinding lebih dari 10 cm yang terbuat dari, seperti beton atau batu bata.

2.4 Menentukan Area Cakupan Sel dalam Bangunan

Area batas cakupan yang mampu dicapai *access point* untuk beroperasi disebut dengan sel. Untuk menghitung luas sel segi enam, dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3 [5].

$$\text{Luas sel segi enam} = \frac{3}{2} r^2 \sqrt{3} \quad (3)$$

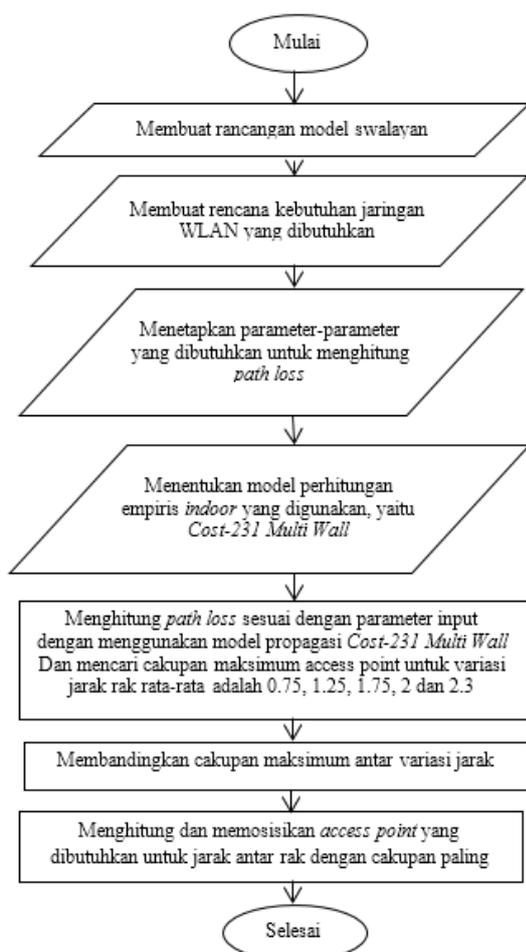
Dalam menentukan luas cakupan sel, perlu diketahui besar nilai *Link Margin* dari sistem *wireless* yang dibangun. Nilai ini bergantung pada karakteristik pemancar dan penerimayang digunakan. Perhitungan nilai *Link Margin* (LM) dilakukan dengan Persamaan 4 [6]. Jumlah kebutuhan sel total dalam bangunan dihitung dengan menggunakan Persamaan 5 [7].

$$LM = \text{Power}_{Tx}(\text{dBm}) + \text{Gain}_{Tx}(\text{dB}) + \text{Gain}_{Rx}(\text{dB}) - \text{RSL}(\text{dBm}) \quad (4)$$

$$Q = \text{Integer part of} \left(\frac{\text{Area coverage}}{\text{Area}_{cell}} \right) + 1 \quad (5)$$

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam analisis ini terdiri dari beberapa tahapan. Secara keseluruhan, tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Metode Penelitian

3.1 Model Bangunan Swalayan

Bangunan yang digunakan adalah swalayan yang dimodelkan. Model dirancang identik dengan interior swalayan yang modelnya sudah dirancang sebelumnya pada situs *3dwarehouse.sketchup.com* dan diubah ke dalam bentuk dua dimensi. Model swalayan ini dapat dilihat pada Gambar 4.

3.2 Kebutuhan Awal

Gedung swalayan dianggap adalah gedung yang akan dibangun dan direncanakan untuk menyediakan fasilitas *WiFi* guna memudahkan komunikasi antar pekerjaannya. Kebutuhan yang harus dipenuhi oleh fasilitas *WiFi* tersebut antara lain:

1. Mencakup seluruh bangunan gedung swalayan.
2. Mempunyai *bit rate* yang mampu melakukan back up data (10-50 Mbps).

Selanjutnya, diasumsikan kondisi sistem yang akan dirancang adalah sebagai berikut:

1. Fasilitas *WiFi* akan digunakan untuk melakukan komunikasi dari dan ke kantor sentral serta untuk komunikasi antar pekerja di dalam bangunan swalayan itu sendiri.
2. Gedung swalayan dimodelkan memiliki luas 125 x 81 meter persegi dengan susunan interior yang dapat dilihat pada Gambar 4.
3. Aplikasi dari jaringan yang dirancang ini akan digunakan oleh pegawai dengan menggunakan perangkat yang dianggap sudah *compatible* dengan standar IEEE *access point*.
4. Jarak-jarak (d) yang digunakan adalah perkiraan yang didasarkan pada jarak di gambar denah bangunan swalayan.



Gambar 4. Model bangunan swalayan

3.3 Parameter *Path Loss Indoor*

Parameter-parameter *path loss indoor* yang digunakan pada analisis ini adalah *Link Margin*, rugi-rugi ruang bebas dan redaman penghalang.

3.3.1. *Link Margin*

Link Margin merupakan parameter yang dijadikan acuan maksimum dari rugi-rugi propagasi yang diizinkan sehingga daya dari pemancar masih dapat diterima. Persamaan untuk menghitung *Link Margin* diambil dari Persamaan 4.

3.3.2. Rugi-rugi Ruang Bebas

Di dalam komunikasi bergerak, rugi-rugi yang terjadi dari pemancar ke penerima dikenal dengan rugi-rugi lintasan transmisi (*path loss*). Persamaan yang digunakan untuk

mencari rugi-rugi *free space loss* dapat dilihat pada persamaan 2 dalam satuan dB.

3.3.3 Redaman penghalang

Pada propagasi *indoor*, susunan interior di dalam ruangan memengaruhi besar rugi-rugi lintasan dari pemancar ke penerima. Untuk alasan praktikal, tipe dinding dibagi menjadi dua kategori yang dapat dilihat pada Tabel 2 berikut [4].

Tabel 2 Tipe Dinding untuk Model Cost-231 Multi-Wall [4]

Tipe Dinding	Deskripsi	Nilai atenuasi (dB)
Lw1	Dinding ringan; tipis (<10 cm)	3,4
Lw2	Dinding berat; tebal (>10 cm)	6,9

3.4 Model Cost-231 Multi-Wall

Nilai redaman dikarenakan sekat-sekat yang ada dalam bangunan, dihitung dengan menerapkan model perhitungan *path loss* Cost-231 multi-wall. Persamaan untuk menghitung redaman dengan model empiris ini adalah dengan menggunakan Persamaan 1.

Nilai L_{FSL} adalah pada frekuensi 2,4 GHz dan nilai L_c pada model Cost-231 multi-wall ini mendekati nol. Pada Tugas Akhir ini, bangunan yang digunakan adalah bangunan satu lantai (tanpa tingkat) dan model dalam bentuk 2 dimensi (2D), sehingga persamaan keempat pada rumus Cost-231 multi-wall dapat diabaikan $[L_f \cdot n_f \left(\frac{n_f+2}{n_f+1} - b\right)]$.

3.5 Menghitung Cakupan Daya Pancar

Analisis daya pancar *access point* dilakukan dengan menghitung rugi-rugi saluran pada kondisi terburuk dari interior bangunan. Yaitu, pada jumlah dinding terbanyak dengan jarak terjauh. Jarak tersebut yang kemudian dipilih menjadi jari-jari dari sel yang mewakili cakupan daya pancar *access point*. Luas sel dihitung dengan menggunakan Persamaan 3. Jumlah sel yang dibutuhkan dihitung dengan menggunakan persamaan 5.

Spesifikasi pemancar yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *access point* IEEE 802.11n@40MHz dari datasheet HP MSM-802, 11n *access point*. Spesifikasi penerima yang digunakan adalah AT-WNP300N Wireless LAN PCI Adapter. Parameter-parameter dari sistem yang dibutuhkan untuk menghitung *Link Margin* yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Daya pancar pada tugas akhir ini adalah 10 dBm.

2. Gain antenna pemancar yang digunakan adalah gain antenna *access point* pada umumnya, yaitu 2 dB.
3. Gain antenna penerima yang digunakan adalah 2 dBi.
4. *Minimum Received signal strength* or Level (Rx sensitivity) adalah -65 dBm.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada analisis ini, model perhitungan propagasi *indoor* Cost-231 multi-wall diterapkan pada suatu gedung swalayan yang dimodelkan. Di mana hasil dan pembahasannya dijabarkan sebagai berikut.

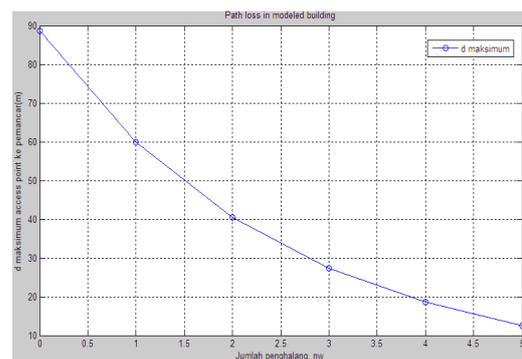
4.1 Penentuan Link Margin

Besar rugi-rugi maksimum di mana daya masih dapat diterima tidak boleh melebihi nilai *Link Margin*. Penentuan nilai *Link Margin* diambil dari Persamaan 4.

$$\begin{aligned} \text{Link Margin} &= \text{PowerTx(dBm)} + \text{GainTx(dB)} \\ &\quad + \text{GainRx (dB)} - \text{RSL(dBm)} \\ &= 10\text{dBm} + 2\text{dB} + 2\text{dBi} - (-65\text{dBm}) \\ &= 79 \text{ dBm} \end{aligned}$$

4.2. Analisis Pengaruh Jumlah Rak Terhadap Jari - Jari Sel

Perbandingan jumlah rak terhadap jarak di mana rugi-rugi adalah maksimum ditunjukkan pada Gambar 5. Dari gambar dapat dilihat bahwa semakin banyak jumlah penghalang, semakin kecil jarak sinyal mengalami rugi-rugi maksimumnya dari pemancar.



Gambar 5 Perbandingan jumlah rak terhadap jarak maksimum daya masih dapat diterima

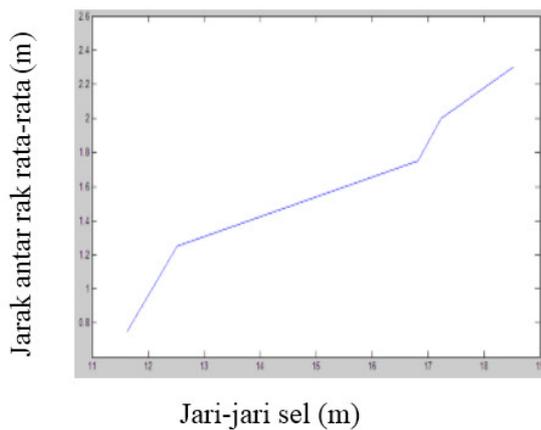
4.3. Penerapan model Cost-231 multi-wall pada penentuan jari-jari sel

Berdasarkan gambar swalayan yang dimodelkan untuk variasi jarak antar rak, cakupan daya pancar maksimal atau jari-jari sel yang digunakan untuk masing-masing variasi dijabarkan pada Tabel 3.

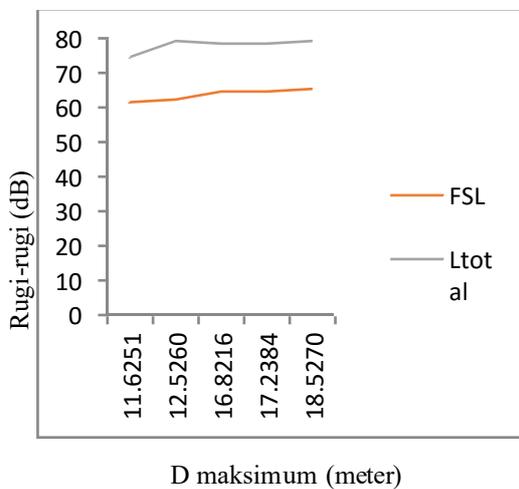
Tabel 3 Jari-jari sel untuk variasi jarak rak pada bangunan swalayan yang dimodelkan

Nomor	Jarak antar rak (m)	Jari-jari sel (m)
1	0.75	11.6251
2	1.25	12.526
3	1.75	16.8216
4	2	17.2384
5	2.3	18.527

Perbandingan jari-jari sel terhadap rata-rata jarak rak pada bangunan swalayan yang dimodelkan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Perbandingan jarak antar rak terhadap jari-jari sel



Gambar 7 Perbandingan rugi-rugi untuk variasi d maksimum

4.4 Analisis Penempatan Sel

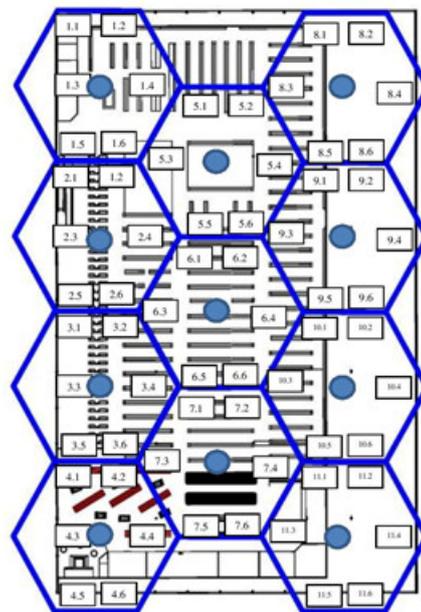
Area cakupan maksimum suatu *access point* dianggap berbentuk heksagonal. Dengan menggunakan Persamaan 3, luas sel untuk jari-jari sebesar 18,526 meter dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas sel segi enam} &= \frac{3}{2} (18,526)^2 \sqrt{3} \\ &= 891.6927 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Setelah jari-jari sel diperoleh dan luas cakupan sel segi enam didapatkan. Maka, kebutuhan *access point* berdasarkan cakupan sel dapat dihitung. Untuk gedung swalayan yang dimodelkan dengan luas 125 x 81 meter persegi dan luas sel segi enam 891,6927 meter persegi, kebutuhan sel dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 5.

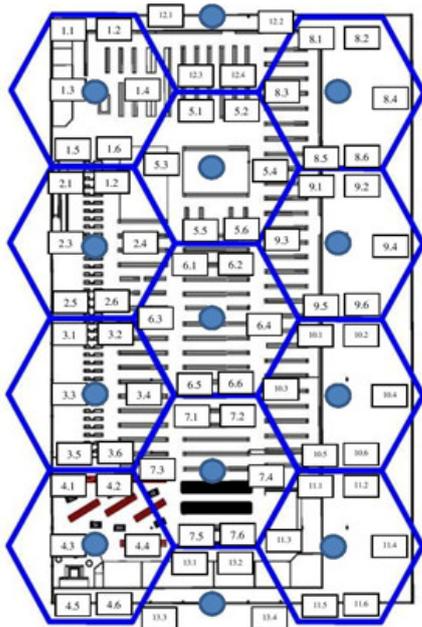
$$Q = \text{Integer part of } \left(\frac{1125}{891,6927} \right) + 1 \approx 12$$

Setelah jumlah sel didapatkan, selanjutnya sel-sel tersebut dipoisikan pada swalayan yang dimodelkan. Penempatan sel-sel tersebut dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Penempatan Sel-sel pada bangunan swalayan yang dimodelkan

Dari penempatan sel-sel, terdapat satu buah sel yang bagiannya terpisah berjauhan letaknya. Sehingga, di tiap bagian sel yang terpisah masing-masing diberikan satu buah *access point* lagi seperti tampak pada Gambar 8.



Gambar 9. Penempatan sel-sel akhir pada bangunan swalayan yang dimodelkan

Besar rugi-rugi maksimum pada titik-titik sel dianalisis dengan membandingkannya terhadap *Link Margin*. Hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya *blankspot*. Setelah diuji, dapat disimpulkan bahwa seluruh area swalayan dapat dicakup dengan 13 buah *access point* dengan posisi pada Gambar 9.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan:

1. Model Cost-231 multi-wall pada bangunan swalayan yang dimodelkan berhasil diterapkan.
2. Dalam suatu bangunan, semakin banyak sekat maka semakin kecil jari-jari selnya sehingga semakin besar jumlah *access point* yang dibutuhkan. Begitu pula sebaliknya.
3. Pada analisis ini, bangunan swalayan yang dimodelkan mendapatkan jari-jari sel terbesar ketika jarak antar rak-nya adalah 2,3 meter, yaitu 18,527 meter.
4. Kebutuhan *access point* untuk bangunan swalayan yang dimodelkan pada jarak antar rak 2,3 meter adalah 13 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MaxStream. (2003). "Application Note XST-AN005a-Indoor". MaxStream, Inc.
- [2] Meiling Luo. (2013). "Indoor Radio Propagation Modeling For System Performance Prediction". L'Institut National des Sciences Appliquees de Lyon (INSA).
- [3] The Abdus Salam ICTP. "Link Budget Calculation; Training Materials for Wireless Trainers". International Centre for Theoretical Physics.
- [4] Cassio Bento Andrade, Roger Pierre Fabris Hoefel. "On Indoor Coverage Models for Industrial Facilities". Jurnal dari Department of Electrical Engineering, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, Brazil.
- [5] Turmudi. (2009). Luas Daerah Lingkaran. Pelatihan Guru-Guru Matematika di Sungai Liat Bangka oleh Pendidikan Matematika Universitas Indonesia.
- [6] Sputnik. (2004). "White Paper: RF Propagation Basic". International Centre for Theoretical Physics. Sputnik, Inc.
- [7] Jos M. Hernando. (1999). "Introduction to Mobile Communication Engineering." Artech House. Boston, London.