

ANALISIS MAKSIMUM *PATHLOSS POWER LINK BUDGET* PADA SISTEM JARINGAN CDMA2000 1x

Andrian Permana¹⁾, Fitri Imansyah²⁾, Neily T. Mooniarsih²⁾
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura,
Jln. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia. Leo_Ryan17@yahoo.co.id

Absrak- Dalam menghitung dan menganalisis maksimum *pathloss* power link budget sistem jaringan CDMA2000 1x menggunakan *pathloss okumura hatta*, radius sel dan luas jangkauan CDMA. Dari hasil analisa maksimum *pathloss* berdasarkan parameter-parameter power link budget dapat dilihat bahwa *pathloss* maksimum pada BTS Centrum dan BTS Rais rahman sama-sama mempunyai nilai 150.57 dB, frekuensi sama-sama 800 Mhz, tinggi antenna base station masing-masing 47 m dan 50 m, tinggi antenna mobile receiver sama-sama 1.5 m yang menghasilkan radius sel pada masih dalam standar ideal yang ditetapkan perusahaan untuk parameter radius sel (sel dari 1 km hingga 35 km) yaitu masing-masing 3.94 Km dan 3.95 Km dan menghasilkan luas jangkauan masing-masing 40.36 Km² dan 40.57 Km². Maksimum *pathloss power link budget* BTS flexi pada sistem komunikasi seluler CDMA2000 1x bergantung pada interferensi dari pengguna-pengguna yang lain terhadap suatu ponsel dan juga faktor-faktor lain seperti : tinggi antenna BTS, tinggi MS, frekuensi yang digunakan dan *max pathloss* yang digunakan serta trafik tiap subscriernya. Hal ini terjadi karena pada sistem komunikasi CDMA secara umum, kanal frekuensi yang sama digunakan oleh semua pengguna, walaupun terdapat pada sel yang berbeda.

Kata Kunci : *Max pathloss*, *Tinggi antenna*, *Radius Sel*, *CDMA 2000 1x*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi komunikasi seluler, khususnya teknologi *Code Division Multiple Access* (CDMA), serta meningkatnya permintaan penyediaan layanan komunikasi jarak jauh menuntut tersedianya sistem komunikasi seluler yang bermutu tinggi. Pada sistem komunikasi

CDMA, kinerja jaringan merupakan hal penting yang berhubungan erat dengan keandalan sistem. Disamping itu, untuk menciptakan sistem yang ekonomis dan efisien, salah satu hal yang harus ditingkatkan adalah kapasitas pengguna (*user*) dalam suatu sel CDMA dan luasnya daerah yang dapat dijangkau oleh satu BTS (*Base Transceiver Station*) CDMA.

Mobile komunikasi merupakan layanan telekomunikasi yang memiliki kemampuan untuk berpindah/bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya. Seiring dengan perkembangan layanan telekomunikasi yang telah ada saat ini, dan banyaknya *feature* dimana semua *user* mengharapkan *service* yang maksimum dari penyedia jenis layanan telekomunikasi (Operator), maka sudah seharusnya operator telekomunikasi dapat memberikan layanan yang baik kepada masing-masing pelanggannya. Perhitungan *power link budget* CDMA mempunyai peranan penting agar perencanaan jaringan komunikasi CDMA dapat mencapai hasil yang maksimal.

Pada pengukuran sebelumnya berdasarkan spesifikasi sistem CDMA *Base Transceiver Station* (BTS) Flexi Pontianak telah dilakukan perhitungan *power link budget* pada range frekuensi komunikasi CDMA di daerah urban. Dalam perhitungan *power link budget* pada jarak 3.94 Km; f=800 MHz; ht=47 m; hr=1.5 m, diperoleh nilai *pathloss okumura hatta* di daerah urban sebesar 150.57 dB.

Dalam tugas akhir ini, range frekuensi yang dihitung oleh penulis adalah frekuensi kerja komunikasi CDMA. Sedangkan lokasi perhitungan *power link budget* terdapat pada daerah urban *Base Transceiver Station* (BTS) Flexi Rais Rahman Pontianak merupakan kawasan perkantoran yang baru bertumbuh dengan banyak bangunan, rumah-rumah,

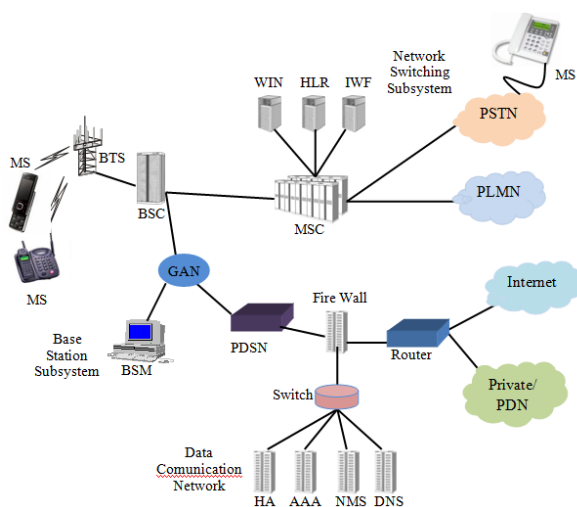
gedung-gedung bertingkat, serta pohon-pohon yang tinggi. Berdasarkan perhitungan *power link budget* penulis, pada jarak 3.95 Km; $h_t=50$ m; $h_r=1.5$ m; $f=800$ MHz diperoleh nilai *pathloss* pada daerah urban sebesar 150.57 dB.

Perhitungan *power link budget* yang telah dibuat ini diharapkan bisa memberikan informasi kepada praktisi telekomunikasi dalam mendesain jaringan komunikasi secara maksimal di daerah urban.

II. LANDASAN TEORI

2.1. Sistem Code Division Multiple Access (CDMA) 2000 1x

CDMA (*Code Division Multiple Access*) adalah teknik modulasi dan *multiple access* berdasarkan teknik *spread spectrum direct sequence* dimana pengiriman sinyal menduduki lebar pita frekuensi melebihi spektrum minimal yang dibutuhkan dalam teknik *spread spectrum*. CDMA 2000 1x merupakan sistem CDMA yang memiliki dua macam kanal yaitu kanal fundamental dan kanal supplemental. Kanal fundamental sebesar 9,6 Kbps biasa digunakan untuk panggilan suara, sedangkan kanal supplemental digunakan ketika melakukan panggilan paket data berkecepatan tinggi minimal dua kali kecepatan kanal fundamental, dan maksimal mencapai 153,6 Kbps.



Gambar 1.1. Arsitektur Jaringan CDMA2000 1x

Arsitektur jaringan CDMA 2000 1x terdiri dari 4 bagian utama yang terinterkoneksi dan berinteraksi di antara mereka sendiri serta dengan para penggunanya, melalui antarmuka jaringan. Masing-masing subsistem ini adalah *user terminal*, *Radio Access Network (RAN)*, *Circuit Core Network (CCN)*, dan *Packet Core Network (PCN)*.

2.2. Kapasitas Sistem CDMA 2000 1x

Kapasitas didefinisikan sebagai jumlah *user* yang bisa ditampung oleh sebuah *cell site*. Kapasitas dalam sistem CDMA2000 1x akan sangat tergantung pada interferensi dalam sistem itu sendiri. Penambahan jumlah *user* dalam sistem juga akan menambah level interferensi dalam sistem. Setiap penambahan kapasitas atau bertambahnya interferensi akan menurunkan kualitas sinyal suara dalam batas tertentu. Sehingga bila kapasitas ditingkatkan maka akan berpengaruh pada kualitas sinyal suara, jadi perlu diatur agar kualitas tetap tinggi tanpa banyak mengurangi kapasitas. Dengan demikian terdapat *trade off* antara kualitas dan kapasitas yang diakses. Fenomena ini disebut dengan *soft capacity*. *Soft capacity* merupakan hal yang menguntungkan terutama untuk menghindari *dropp call* pada saat terjadi *handoff*.

2.3. Penerapan Okumura Hatta pada Sistem CDMA2000 1x

Rumus *Hatta* merupakan penjabaran dari kurva *Okumura* dalam bentuk persamaan matematis. Pada metoda *Okumura*, kurva untuk kuat medan diberikan sebagai fungsi beberapa parameter yaitu : *Frekuensi Carrier* (f) dalam MHz, jarak *Base Station* dengan *Mobile Station* (R) dalam kilometer, tinggi antenna *base station* (h_t) dalam meter, dan tinggi antenna *mobile station* (h_r) dalam meter. Persamaan *Okumura Hatta* dapat dilihat sebagai berikut:

Daerah *urban* :

$$L_p = 69.55 + 26.16 \log f_c - 13.82 \log h_t - a(hr) + (44.9 - 6.55 \log h_t) \log R \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

f_c = *Frekuensi Carrier* (MHz)

h_t = Tinggi antenna *Base Transceiver Station* (BTS)

h_r = Tinggi Antena *Mobile Station* (MS)
 R = Jarak BTS dengan MS

Untuk menentukan radius atau jarak antara BTS dengan MS rumus *Okumura Hatta* diatas dapat diturunkan menjadi sebagai berikut :

$$R = \log^{-1} \left(\frac{L_p - (69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log ht - a(hr))}{44.9 - 6.55 \log ht} \right) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- L_p = *Path Loss*
- f = *Frekuensi Carrier*
- h_t = Tinggi antena *Base Transceiver Station* (BTS)
- h_r = Tinggi antena *Mobile Station* (MS)
- R = *Radius* dari *Base Transceiver Station* (BTS)

Karena kota Pontianak dikatagorikan kedalam wilayah atau daerah *urban* maka yang akan dipakai dalam perhitungan adalah persamaan *Okumura Hatta* untuk daerah *urban* seperti pada persamaan (1) dan (2).

Untuk memudahkan dalam perhitungan maka persamaan (1) dan (2) harus sesuai dengan ketentuan parameter sebagai berikut :

- Frekuensi Carrier* (f) : 150 – 1500 Mhz
- Tinggi efektif antenna sector* (h_t): 30 – 200 m
- Tinggi efektif antenna penerima* (h_r) : 1 – 10m
- Radius BTS* : 1 – 20Km

Harga jari-jari untuk hubungan *reverse* adalah berbeda dengan jari-jari pada hubungan *forward*. Pada kondisi ini, jari-jari yang di dapat pada hubungan *reverse* menjadi syarat pembatas yang digunakan dalam penentuan jumlah sel. Luas cakupan sel sendiri sangat bergantung kepada tipe sel yang akan digunakan. Luas cakupan sel yang berbentuk *hexagonal* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Luas Sel} = 2.6 \times R^2 \dots\dots\dots(3)$$

**III. METODE DAN PARAMETER-
 PARAMETER DALAM
 PERHITUNGAN**

3.1. Metode Okumura Hatta

Model *Okumura Hatta* adalah model pengukuran yang disempurnakan dari

Okumura model, dan juga metode prediksi *empiris* yang didasarkan pada pengukuran-pengukuran yang dilakukan secara terus menerus di dalam dan di sekitar kota Tokyo pada ranah frekuensi 200 MHz dan 2 GHz. Selain itu model ini hanya cocok untuk makro sel (*radius* sel lebih dari 1 km).

Tabel 3.1. Parameter yang digunakan untuk Model *Okumura Hatta*

Parameter	Notasi	Spesifikasi
Frekuensi Pembawa	fc	150 – 1.500 MHz.
Tinggi Antena BTS	ht	30 – 200 m
Tinggi Antena MS	hr	1 – 10 m
Jarak BTS dengan MS	R	1 – 20 km

Sumber : PT. Telkom Pontianak

1. Pathloss Okumura Hatta

Pathloss merupakan komponen penting dalam perhitungan dan analisis desain *link budget* sistem telekomunikasi. Perhitungan *pathloss* dengan menggunakan rumus *Okumura hatta* model untuk *urban area*, dimana daerah *urban* merupakan kawasan perkantoran yang baru bertumbuh dengan banyak bangunan, rumah-rumah, gedung-gedung bertingkat, serta pohon-pohon yang tinggi. Model hata didasarkan atas pengukuran empiris yang dilakukan dilingkungan perkantoran. Dengan jarak antara *mobile station* ke *base station* dibuat teratur.

Perhitungan *link budget* arah *forward* adalah untuk menentukan *pathloss* maksimum dari pengirim (BTS) ke penerima (pengguna) menggunakan persamaan :

$$P_{lmax} = EIRP - R_x \text{ sensitivity} - \text{External losses} + G_{Rx} + G_{Ho} \dots\dots\dots(4)$$

$$P_{Lmax} = (Tx \text{ power} - Cable \text{ loss} + G_{Tx}) - Rx \text{ sensitivity} - (Fading \text{ margin} + Penetration \text{ loss}) + G_{Rx} + G_{Ho} \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

$$Tx\ power = Pilot + Paging + Sync + Traffic \dots\dots\dots(6)$$

2. Radius Sel

Radius sel juga menunjukkan ukuran jarak terjauh BTS terhadap pengguna telepon seluler yang masih dapat dijangkau oleh sinyal komunikasi sehingga berlangsung komunikasi yang stabil antara dua pihak (pengirim dan penerima). Apakah antara sesama pengguna telepon seluler ataupun antara pengguna telepon seluler bergerak (*mobile phone*) dengan pengguna telepon tetap (*fixed phone*). Bahkan, sebagai salah satu sifat komunikasi bergerak seluler, setiap pengguna yang berada dalam sebuah sel digaransi mendapatkan layanan sinyal komunikasi dari BTS sel yang bersangkutan; baik ketika pengguna bergerak tersebut melakukan translasi dalam wilayah cakupan layanan satu sel tertentu maupun ketika melintas dari satu sel ke sel yang lain. Untuk mempertahankan kestabilan dan kesinambungan komunikasi bergerak lintas sel itulah maka dibutuhkan mekanisme pengalihan layanan yang disebut dengan *handover* atau *handoff*.

Untuk menghitung radius sel digunakan perhitungan propagasi gelombang radio dengan model propagasi *Okumura hatta* sebagai berikut :

$$Lp = 69.55 + 26.16 \log fc - 13.82 \log ht - a(hr) + (44.9 - 6.55 \log ht) \log R \dots\dots\dots(7)$$

dimana :

fc = *Frekuensi carrier* yang digunakan (MHz) = $150 \leq fc \leq 1500$ Mhz

ht = Tinggi antena pengirim (m) = $30 \leq ht \leq 200$ m

hr = Tinggi antena penerima (m) = $1 \leq hr \leq 10$ m

R = Jarak antara pengirim dan penerima/Radius Sel(km) = $1 \leq d \leq 20$ km

a(hr) = Faktor koreksi antena penerima

Untuk kota kecil dan menengah nilai *a(hr)* adalah:

$$a(hr) = (1.1 \log fc - 0.7)hr - (1.56 \log fc - 0.8) \dots\dots\dots(8)$$

Nilai radius sel diperoleh dengan menggunakan persamaan :

$$R = \log^{-1} \left(\frac{Lp - (69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log ht - a(hr))}{44.9 - 6.55 \log ht} \right) \dots\dots(9)$$

Tabel 3.2. Standar nilai radius sel CDMA PT.Telkom

Standar Radius Sel Outdoor CDMA Telkom	
Kategori	Radius Sel (Km)
Sangat Baik	sel > radius 35 km
Baik	sel dari 1 km hingga 35 km
Buruk	hingga radius 1 km
Sangat Buruk	radius < 50m

Sumber : PT. Telkom Pontianak

3. Luas jangkauan CDMA

Luas daerah jangkauan suatu BTS CDMA bisa didapat dengan menggunakan persamaan :

$$Lsel = 2.6 R^2 \dots\dots(10)$$

dimana *R* adalah jarak antara pengirim dan penerima (radius sel).

IV. ANALISIS DAN PERHITUNGAN

4.1. Perhitungan dari Parameter Power

Link Budget Berdasarkan Spesifikasi Sistem CDMA pada BTS Centrum.

Dari data diatas *pathloss* maksimum *base transceiver station* (BTS) Flexi Centrum Pontianak dihitung dengan persamaan (5) :

$$PLmax = ((Tx\ power) - Cable\ loss + GTx) - Rx\ sensitivity - (Fading\ margin + Penetration\ loss) + GRx + GHo$$

Besarnya *Tx power* berdasarkan persamaan (6) adalah :

$$Tx\ power = Pilot + Paging + Sync + Traffic$$

$$Tx\ power = (2.89 + 0.52 + 0.29 + 2.19) \text{ watt}$$

$$= 5.89 \text{ watt} = 5890 \text{ mwatt}$$

$$Tx\ power[\text{dBm}] = 10 \log 5890 = 37.7 \text{ dBm}$$

Jadi nilai *pathloss* maksimum pada arah *forward link* adalah:

$$PLmax = (37.7 - 2.7 + 15.70) - (-121.27) - (5.40 + 20) + 0 + 4$$

$$= (50.7) + (121.27) - (25.4) + 4$$

$$= \mathbf{150.57dB}$$

Jadi *pathloss* maksimum berdasarkan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Centrum yaitu **150.57 dB**.

Selanjutnya menghitung nilai radius sel dengan parameter-parameter sebagai berikut :

f_c = Frekuensi *carrier* yang digunakan (800MHz)

h_t = Tinggi antena pengirim (47 m)

h_r = Tinggi antena penerima (1.5 m)

$a(hR)$ = Faktor koreksi antena penerima

$$a(hR) = (1.1 \log f_c - 0.7) h_r - (1.56 \log f_c - 0.8)$$

$$= (1.1 \log 800 - 0.7) 1.5 - (1.56 \log 800 - 0.8)$$

$$= (3.1934 - 0.7) 1.5 - (4.5388 - 0.8)$$

$$= 3.7401 - 3.7388$$

$$= \mathbf{0.0013}$$

Berdasarkan persamaan (9), maka besarnya radius sel adalah :

$$R = \log^{-1} \left(\frac{L_p - (69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_t - a(h_r))}{44.9 - 6.55 \log h_t} \right)$$

maka di dapat :

$$R = \log^{-1} \left(\frac{150.57 - (69.55 + 26.16 \log 800 - 13.82 \log 47 - 0.0013)}{44.9 - 6.55 \log 47} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{150.57 - (69.55 + 26.16 (2.9) - 13.82 (1.67) - 0.0013)}{44.9 - 6.55 (1.67)} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{81.02 + 75.86 - 23.08}{44.9 - 10.94} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{81.02 + 52.78}{33.96} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{133.8}{33.96} \right)$$

$$R = 3.94 \text{ Km}$$

Jadi radius sel berdasarkan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Centrum adalah **3.94 Km**.

Setelah diperoleh Nilai radius sel, maka luas jangkauan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (10), yaitu :

$$L_{sel} = 2.6 R^2$$

$$L_{sel} = 2.6 (3.94^2) \text{ Km}^2 = \mathbf{40.36 \text{ Km}^2}$$

Jadi luas jangkauan sel berdasarkan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Centrum adalah **40.36 Km²**.

Berikut adalah hasil perhitungan *power link budget* berdasarkan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Centrum, seperti terlihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Perhitungan *Pathloss* Maksimum, Radius sel dan Luas Sel Berdasarkan Spesifikasi CDMA pada BTS Centrum.

Kategori	Pathloss Maksimum (dB)	Radius Sel (Km)	Luas Sel (Km ²)
Berdasarkan perhitungan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Centrum	150.57	3.94	40.36

Sumber : Data Hasil Perhitungan *Pathloss*, Radius dan Luas Sel BTS Centrum

4.2. Perhitungan dari Parameter *Power Link Budget Base Transceiver Station* (BTS) Flexi Rais Rahman.

Dari data diatas *pathloss* maksimum *base transceiver station* (BTS) Flexi Rais Rahman Pontianak dihitung dengan persamaan (5) :

$$PL_{max} = ((Tx \text{ power}) - Cable \text{ loss} + GT_x) - Rx \text{ sensitivity} - (Fading \text{ margin} + Penetration \text{ loss}) + GR_x + GH_o$$

Besarnya *Tx power* berdasarkan persamaan (6) adalah :

$$Tx \text{ power} = Pilot + Paging + Sync + Traffic$$

$$Tx \text{ power} = (2.89 + 0.52 + 0.29 + 2.19) \text{ watt}$$

$$= 5.89 \text{ watt} = 5890 \text{ mwatt}$$

$$Tx \text{ power [dBm]} = 10 \log 5890 = \mathbf{37.7 \text{ dBm}}$$

Jadi nilai *pathloss* maksimum pada arah *forward link* adalah:

$$PL_{max} = (37.7 - 2.7 + 15.70) - (-121.27) - (5.40 + 20) + 0 + 4$$

$$= (50.7) + (121.27) - (25.4) + 4$$

$$= \mathbf{150.57dB}$$

Jadi *pathloss* maksimum **BTS Rais Rahman** adalah **150.57 dB**.

Selanjutnya menghitung nilai radius sel dengan parameter-parameter sebagai berikut :

f_c = Frekuensi *carrier* yang digunakan (800 MHz)

h_t = Tinggi antena pengirim (50 m)

h_r = Tinggi antena penerima (1.5 m)

$a(hR)$ = Faktor koreksi antena penerima

$$\begin{aligned}
a(hR) &= (1.1 \log fC - 0.7)hr - (1.56 \log fc - 0.8) \\
&= (1.1 \log 800 - 0.7) 1.5 - (1.56 \log 800 - 0.8) \\
&= (3.1934 - 0.7) 1.5 - (4.5388 - 0.8) \\
&= 3.7401 - 3.7388 \\
&= \mathbf{0.0013}
\end{aligned}$$

Berdasarkan persamaan (9), maka besarnya radius sel adalah :

$$R = \log^{-1} \left(\frac{Lp - (69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log ht - a) (hr)}{44.9 - 6.55 \log ht} \right)$$

maka di dapat :

$$R = \log^{-1} \left(\frac{150.57 - (69.55 + 26.16 \log 800 - 13.82 \log 50 - 0.0013)}{44.9 - 6.55 \log 50} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{150.57 - (69.55 + 26.16 (2.9) - 13.82 (1.7) - 0.0013)}{44.9 - 6.55 (1.7)} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{81.02 + 75.86 - 23.5}{44.9 - 11.14} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{81.02 + 52.36}{33.76} \right)$$

$$R = \log^{-1} \left(\frac{133.8}{33.76} \right)$$

$$R = 3.95 \text{ Km}$$

Jadi radius sel **BTS Rais Rahman** adalah **3.95Km**.

Setelah diperoleh Nilai radius sel, maka luas jangkauan dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (10), yaitu :

$$Lsel = 2.6 R^2$$

$$Lsel = 2.6 (3.95^2) \text{ Km}^2 = \mathbf{40.57 \text{ Km}^2}$$

Jadi luas jangkauan sel BTS Rais Rahman adalah **40.57 Km²**.

Berikut adalah hasil perhitungan *power link budget* berdasarkan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Rais Rahman, seperti terlihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan *pathloss maksimum, radius sel dan luas sel* berdasarkan spesifikasi CDMA pada BTS Rais Rahman.

Kategori	Pathloss Maksimum (dB)	Radius Sel (Km)	Luas Sel (Km ²)
Berdasarkan perhitungan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Rais Rahman	150.57	3.95	40.57

Sumber : Data Hasil Perhitungan Pathloss, Radius dan Luas Sel BTS Rais Rahman

4.3. Analisis Perhitungan Maksimum Pathloss Power Link Budget BTS Flexi Pontianak.

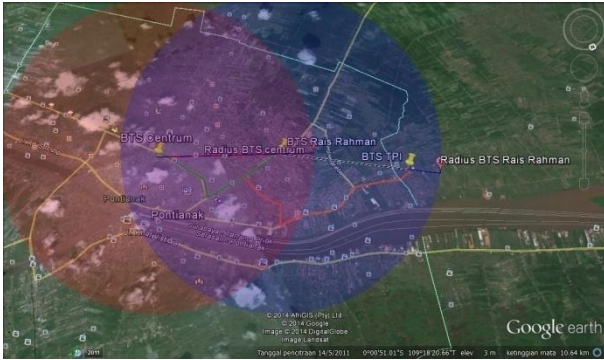
Maksimum *pathloss power link budget* BTS flexi pada sistem komunikasi seluler CDMA2000 1x bergantung pada interferensi dari pengguna-pengguna yang lain terhadap suatu ponsel dan juga faktor-faktor lain seperti: *tinggi antenna BTS, tinggi MS, frekuensi* yang digunakan dan *max pathloss* yang digunakan serta *trafik tiap subscribarnya*. Hal ini terjadi karena pada sistem komunikasi CDMA secara umum, kanal frekuensi yang sama digunakan oleh semua pengguna, walaupun terdapat pada sel yang berbeda. Maksimum *pathloss power link budget* pada sistem komunikasi seluler CDMA berbanding terbalik dengan interferensi. Jika gangguan berkurang, maka maksimum *pathloss power link budget* sistem akan meningkat. Dan sebaliknya apabila interferensi bertambah, maka maksimum *pathloss power link budget* sistem akan menurun. Berikut adalah hasil perhitungan *pathloss maksimum, radius sel dan luas sel*, seperti terlihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Pathloss Maksimum, Radius Sel dan Luas Sel

Kategori	Pathloss Maksimum (dB)	Radius Sel (Km)	Luas Sel (Km ²)
Berdasarkan perhitungan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Centrum	150,57	3.94	40.36
Berdasarkan perhitungan spesifikasi sistem CDMA pada BTS Rais Rahman	150,57	3.95	40.57

Sumber : Data Hasil Perhitungan Pathloss, Radius dan Luas Sel

Berikut adalah gambar hasil perhitungan *pathloss maksimum, radius sel dan luas sel* BTS Centrum dan BTS Rais Rahman dimana luas sel BTS Centrum ditunjukkan dengan lingkaran berwarna merah sedangkan luas sel BTS Rais Rahman ditunjukkan dengan lingkaran berwarna biru.



Gambar 4.1. Hasil Perhitungan Pathloss maksimum, Radius sel dan Luas sel BTS Centrum dan BTS Rais Rahman.

Berikut adalah tabel hasil perhitungan radius sel dengan standarisasi radius sel CDMA PT. Telkom. Dimana hasil perhitungan radius sel dari pathloss maksimum pada BTS Centrum dikatakan baik dengan nilai radius sel 3.94 Km dan pada BTS Rais Rahman dikatakan baik juga dengan nilai radius sel 3.95 Km.

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Radius Sel

Nama BTS	Radius Sel (Km)	Keterangan
Centrum	3.94	Baik
Rais Rahman	3.95	Baik

Sumber : Data Hasil Perhitungan Radius Sel

Perencanaan jaringan selular meliputi beberapa sudut pandang, yakni dari sudut pandang *coverage*, *capacity*, dan dari segi *finance* sebagai pengendali keduanya. *Coverage planning* merupakan langkah perencanaan jaringan dari spesifikasi alat dan parameter *input* jaringan secara teknik, diantaranya dengan mempertimbangkan daya pancar, daya terima, *pathloss*, sensitivitas alat, dan lain-lain. Namun untuk *planning capacity* mempunyai parameter *input* berupa trafik yang dibutuhkan oleh *user* misal, macam-macam layanan jaringan, jumlah pengguna layanan jaringan, jumlah pengguna layanan, serta *bandwidth* yang dibutuhkan dari masing-masing layanan tersebut. Faktor *finance*, merupakan salah satu faktor pengendali dari kedua *planning* sebelumnya

untuk mendapatkan nilai *trade off* yang dikehendaki oleh pihak operator.

4.4. Analisis Radius Sel Menggunakan Perhitungan Okumura Hatta dan Radius Sel dari BTS ke BTS

Tabel 4.5. Radius Sel dengan perhitungan Okumura Hatta dan Radius Sel dari BTS ke BTS

Nama BTS	Radius Sel dengan perhitungan OkumuraHatta (Km)	Radius Sel dari BTS ke BTS (Km)	Selisih (Km)
BTS Centrum	3.94	3.12	0.82
BTS Rais Rahman	3.95	3.16	0.79

Sumber : Data Hasil Perhitungan Radius Sel

Dari Tabel 4.5. Radius Sel menggunakan perhitungan *Okumura Hatta* dan Radius Sel dari BTS ke BTS dimana Radius Sel BTS Centrum dengan perhitungan *Okumura Hatta* sejauh 3.94 Km sedangkan Radius Sel BTS Centrum ke BTS Rais Rahman sejauh 3.12 Km dengan selisih 0.82 Km dan Radius Sel BTS Rais Rahman dengan perhitungan *Okumura Hatta* sejauh 3.95 Km sedangkan Radius Sel BTS Rais Rahman ke BTS TPI sejauh 3.16 Km dengan selisih 0.79 Km. Berikut adalah penyebab adanya selisih antara perhitungan radius sel menggunakan metoda *Okumura Hatta* dengan radius sel dari BTS ke BTS :

- A. Cell Breathing
- B. Tegangan
- C. Petir
- D. Neighbour BTS

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari serangkaian pembahasan yang telah disajikan pada bab-bab sebelumnya maka dari Tugas Akhir ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Analisis hasil perhitungan radius sel dengan standarisasi radius sel CDMA PT. Telkom. Dimana hasil perhitungan radius sel dari pathloss maksimum pada BTS Centrum dikatakan baik dengan nilai radius sel 3.94 Km dan pada BTS Rais Rahman dikatakan baik juga dengan nilai radius sel 3.95 Km.

2. Analisis radius sel menggunakan perhitungan *Okumura Hatta* dan radius sel dari BTS ke BTS mempunyai selisih yang mana radius sel dari BTS Centrum ke BTS Rais Rahman mempunyai radius sel 3.12 Km dengan selisih 0.82 Km sedangkan radius sel dari BTS Rais Rahman ke BTS TPI mempunyai radius sel 3.16 Km dengan selisih 0.79 Km.
3. Analisis penyebab adanya selisih antara perhitungan radius sel menggunakan metoda *Okumura Hatta* yaitu cell breathing, tegangan (*power suply*) pada BTS, petir dan pengaruh *base station* tetangga (*neighbour* BTS).
4. Perencanaan jaringan selular meliputi beberapa sudut pandang, yakni dari sudut pandang *coverage*, *capacity*, dan dari segi *finance* sebagai pengendali keduanya. Langkah perencanaan jaringan selular meliputi tiga langkah berikut yaitu pendimensian jaringan, perencanaan kapasitas dan cakupan, pengoptimalan jaringan.

5.2. Saran

Dari hasil analisis yang dilakukan, diperlukan beberapa saran untuk menyempurnakan desain dan data pengukuran hasil dari Tugas akhir ini yaitu:

1. Untuk mendapatkan pembandingan hasil perhitungan, bisa menambahkan beberapa metode yaitu metode *Okumura* dan metode *Hatta*.
2. Meminimalisir interferensi yang berpengaruh pada sistem CDMA. Pertama interferensi karena pengaruh kanal trafik arah *forward* dari BTS itu sendiri (*home base station*). Interferensi ini disebabkan karena semua kanal trafik dari base station dikirimkan ke terminal MS. Pemecahannya adalah dengan membatasi kanal trafik yang bisa digunakan oleh sel tersebut.
3. Untuk menghindari gangguan trafik perlu memperhatikan proyeksi pelanggan yang bisa mengakses atau dilayani oleh suatu base station pada kondisi puncak dengan merancang sistem jaringan CDMA2000 1x yang lebih handal.

DAFTAR PUSTAKA

Arif Hamdani Gunawan, “*Slide Seminar LTE*”, Slide Presentation, Telkom Indonesia, IEEE-Indonesia Section, Bandung, Indonesia, 2010.

Balakrishnan.H, S. Seshan, and R.H. Katz, “*Improving Reliable Transport and Handover Performance in Cellular Wireless Networks*”, ACM Wireless Networks, vol.1, no. 4, 1995.

Boby Hartanto. 2008. *Analisis Pelayanan Sistem Seluler CDMA 2000 1x Di Kota Pontianak*. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Christin, Mehlhfuhrer, Wolkertorfer, Martin. Krasniqi, Bujar. “*Weighted Sum-Rate Maximization for Two Users in Partial Frequency Reuse Cellular Network*”. The Telecommunication Research Centre Vienna (FTW), Vienna, 2010.

Dahlman, Erik, “*3G Evolution HSPA and LTE for Mobile Broadband*”, Second Edition, Academic Press, Elsevier, Burlington, 2008.

Dedi. 2013. *Analisis Performansi Sistem Seluler CDMA2000 1x Berdasarkan Key Performance Indikator (KPI)*. Universitas Tanjungpura. Pontianak

Fitri Imansyah. 2008. “*Teknologi GSM dan Sistem Komunikasi Bergerak Selular*”. Buku ajar mata kuliah teknologi GSM dan sistem komunikasi bergerak selular.

Irmayanti Roeswandi. 2009. *Analisa Performansi Transmisi Terhadap Call Drop Rate dari MSC Batulayang ke BSC EVO_Terminal Sintang 1 Pada PT. INDOSAT Kalimantan Barat*. Universitas Tanjungpura. Pontianak

Melki Sisirasi. 2008. *Analisis kinerja Repeater CDMA Telkom Flexi di Daerah Anjungan Sebagai Repeater Remote*. Skripsi. Jurusan teknik elektro FT Untan. Pontianak.

Neneng Julpiana. 2011. *Analisis Perencanaan Penentuan Letak BTS (Base Transceiver Station) Menggunakan Metoda Okumura, Hatta, dan Okumura Hatta pada Sistem Seluler GSM (Global System For Mobile)*. Universitas Tanjungpura. Pontianak

Purbo Onno W. 2013. *Bongkar Rahasia Open BTS untuk Jaringan Operator Seluler*. C.V Andi. Yogyakarta.

Uke Kurniawan Usman, Galuh Prihatmoko, Denny Kusuma Hendraningrat, Sigit Dedi Purwanto. 2012. *Fundamental Teknologi Seluler LTE (Long Term Evolution)*. Rekayasa Sains. Bandung.

BIOGRAFI

Andrian Permana, lahir di Singkawang tanggal 17 Agustus 1990. Menempuh pendidikan dasar di SD MIN Pemangkat lulus tahun 2002 dan melanjutkan ke Madrasah Tsanawiyah Pemangkat sampai tahun 2005,

kemudian melanjutkan ke SMAN 1 Pemangkat sampai tahun 2008. Dari tahun 2008 sampai saat ini masih menyelesaikan studi Strata-1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, konsentrasi Telekomunikasi.

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

H. Fitri Imansyah, S.T., M.T.
NIP. 19691227 199702 1 001

Dosen Pembimbing II

Neily T. Mooniarsih, ST, MT
NIP. 19690919 199512 2 001