

ANALISIS KUALITAS DAYA PANCAR ANTENA“Tongyu TDQ-182020DE-65F “ PADA BTS FLEXI MULTIRADIO (FMR) NOKIA SIEMENS NETWORKS (NSN)

Ardi Dwi Irawan

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura

Email: ardhypn@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu produk *Nokia Siemens Network* (NSN) berupa *BTS Flexi Multiradio* (FMR) dimana perangkat ini dilengkapi oleh salah satu perangkat antenna tipe *Tongyu* yang disebut dengan sistem antenna dimana antenna ini diklaim memiliki daya pancar yang baik untuk perangkat *BTS FMR WCDMA*. Parameter yang signifikan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Received Signal Code Power* (RSCP). Hasil penelitian *BTS MTPOLYPLMAIMW* di Desa Air Dekakah Kecamatan Manis Mata, Kabupaten Ketapang, menunjukkan bahwa untuk perhitungan *link budget* dapat diketahui RSCP untuk *WCDMA* hasil terbaik – 68,6 dBm, hasil terburuk – 88,43 dBm dengan rata-rata – 78,51 dBm dan hasil pengukuran untuk *WCDMA* hasil terbaik – 69 dBm, hasil terburuk – 91 dBm dengan rata-rata – 76 dBm. Dari hasil kedua metode tersebut maka dapat diketahui bahwa rata-rata RSCP didapat sebesar –77,25 dBm. Nilai tersebut sesuai dengan nilai RSCP yang diinginkan oleh pihak PT. Telkomsel, yakni tidak melebihi dari nilai – 82 dBm. Dari hasil perbandingan dari kedua data tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas daya pancar antenna“*Tongyu TDQ-182020DE-65F* “ Pada *BTS Flexi Multiradio* (FMR) *Nokia Siemens Network* (NSN) di *BTS MTPOLYPLMAIMW* secara umum dalam keadaan baik.

Kata kunci : *Flexi Multiradio, Received Signal Code Power* (RSCP), antenna“*Tongyu TDQ – 182020DE – 65F*.

ABSTRACT

One product of Nokia Siemens Networks (NSN) in the form Multiradio Flexi BTS (FMR) where the device is equipped by one type of Tongyu antenna device called an antenna system which is claimed to have the antenna transmit power is good for the FMR WCDMA BTS. Significant parameters used in this study is the Received Signal Code Power (RSCP). The results BTS MTPOLYPLMAIMW in Village Water District Dekakah Manis Mata, Ketapang District, showed that for link budget calculation can be seen RSCP for WCDMA best results - 68.6 dBm, the worst result - 88.43 dBm with an average of - 78.51 dBm and outcome measurements for WCDMA best results - 69 dBm, the worst result - 91 dBm with an average of - 76 dBm. From the results of the two methods, it can be seen that the average RSCP obtained at -77.25 dBm. This value corresponds to the value RSCP desired by the PT. Telkomsel, which does not exceed the value of - 82 dBm. From the comparison of the two data, it is concluded that the quality of the antenna transmit power "Tongyu TDQ-182020DE-65F" In Multiradio Flexi BTS (FMR) Nokia Siemens Networks (NSN) in the BTS MTPOLYPLMAIMW generally in good condition.

Keywords: Flexi Multiradio, Received Signal Code Power (RSCP), Antenna "Tongyu TDQ - 182020DE - 65F.

1. Latar Belakang

Komunikasi seluler merupakan salah satu teknologi yang sangat memasyarakat di era sekarang ini, dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat. Perkembangan komunikasi seluler dimulai dari *first generation* yaitu komunikasi seluler menggunakan menggunakan teknologi analog. Perkembangan berikutnya dari *first generation* adalah *second generation* yaitu telekomunikasi seluler menggunakan teknologi digital. Perkembangan komunikasi seluler berikutnya adalah *third generation*, dan saat ini masih dalam pengembangan adalah mengenai teknologi *fourth generation*.

Komunikasi seluler mempunyai beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain *data rate*, area cakupan, topologi, ukuran jaringan, *routing protocol*, dan konsumsi daya. Salah satu faktor tersebut adalah area cakupan antena pada *Base Transceiver Station* (BTS). Area cakupan antena BTS adalah persebaran sinyal dari antena pada permukaan bumi. Aspek-aspek yang mempengaruhi area cakupan ialah jenis antena, tipe lingkungan, model propagasi, jari-jari sel dan anggaran daya.

Nokia Siemens Network (NSN) merupakan salah satu vendor terbesar yang bergerak di bidang Telekomunikasi. Salah satu produknya berupa BTS *Flexi Multiradio* (FMR) dimana perangkat ini dilengkapi oleh salah satu perangkat antena tipe Tongyu yang disebut dengan sistem antena, yang dimana antena ini diklaim memiliki daya pancar yang baik untuk perangkat BTS FMR WCDMA.

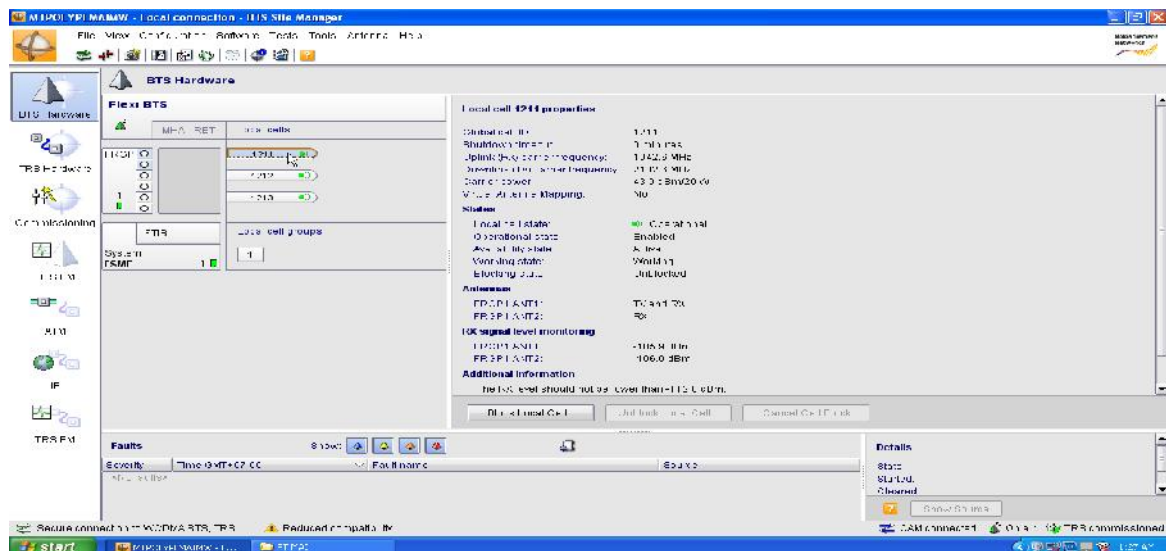
Dengan adanya perangkat BTS FMR WCDMA *Nokia Siemens Networks* (NSN) serta penggunaan antenna tipe Tongyu TDQ-182020DE-65F yang kebanyakan digunakan oleh pihak operator, penulis merasa tertarik untuk mengetahui kinerja dari perangkat ini khususnya perangkat antenna tipe Tongyu guna untuk mengetahui daya pancar antenna BTS FMR WCDMA pada BTS MTPOLYPLMAIMWF di Desa Air Dekakah Kecamatan Manis Mata, Kabupaten Ketapang, yang ditinjau dengan menggunakan parameter *Database* BTS menurut *OSS*, aktivasi *On Air Site* dan pengukuran dilapangan.

2. Metode Penelitian

Bagian ini menguraikan tentang Bahan Pengamatan dan Pengukuran dan lokasi Penelitian, Alat yang digunakan, Metode Penelitian, Data Primer dan Sekunder, dan beberapa data-data tambahan yang dilakukan di BTS MTPOLYPLMAIMWF.

3. Bahan dan Lokasi Penelitian

Berikut ini akan ditampilkan beberapa gambar bahan penelitian awal berupa Power BTS dan Hasil Sinyal yang terdapat pada BTS WCDMA.



Sumber : PT. Intisel Prodaktifakom 2012

Gambar 1. Daya Pancar BTS FMR WCDMA Telkomsel

Dari gambar 1 dapat diketahui local cell properties pada sektor 1 menunjukkan sektor 1 terletak pada cell id 1211, uplink RX pada frequency 1942.6 Mhz, downlink TX pada frequency 2132.6 Mhz, dengan carrier power pada BTS 43.0 dBm/20W, Rx signal level pada ANT1: -105.9 dBm, ANT2: -106.0 dBm, dan titik level terendah RX tidak boleh berada lebih dari -112.0 dBm, data tersebut di ambil pada saat aktivasi *on air* awal BTS MTPOLYPLMAIMWF.



Sumber : Dokumentasi Lapangan 2012

Gambar 2. Open Signal Maps RSCP yang didapatkan

Pada Gambar 3.2 yaitu hasil nilai RSCP yang didapatkan melalui pengukuran dilapangan setelah BTS MTPOLYPLMAIMWF sudah di aktivasi.

Open Signal Maps merupakan pengukuran kualitas jaringan telekomunikasi, salah satunya adalah mengukur kekuatan sinyal langsung di lokasi dimana jaringan WCDMA sudah diaktifkan. Hasil pengukuran penting untuk ditampilkan dan merupakan proses akhir perencanaan pembangunan jaringan WCDMA untuk melihat level kekuatan sinyal yang sudah diimplementasikan dan hasilnya akan dibandingkan dengan nilai perhitungan *link budget* dan standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel. Jika nilainya cukup dekat maka dapat dikatakan perhitungan itu baik dan cukup akurat.

4. Link Budget WCDMA

4.1 Antena

Antena adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena yang dipakai adalah antena type Tongyu untuk perangkat BTS FMR WCDMA.

Data Teknis Antena : Terlampir

4.2 Link Budget

Link Budget adalah nilai yang menghitung semua gain dan loss antara pengirim dan penerima, termasuk atenuasi, penguatan/gain antena, dan loss lainnya yang dapat terjadi. Link Budget dapat berguna untuk menentukan berapa banyak power yang dibutuhkan untuk mengirimkan sinyal agar dapat di mengerti oleh penerima sinyal.

Perhitungan *link budget*, diperlukan rekomendasi atau persetujuan dari pihak operator baik dari segi material (*technical spect*) yang digunakan misalnya seperti *feeder cable*, *jumper*, tinggi antena node B, dan jarak dari antena ke UE. Biasanya yang sudah ditentukan oleh pihak operator (penelitian dilakukan di PT Intisel Prodaktifakom Subkon PT Telkomsel) yang sangat berpengaruh dalam perhitungan *link budget* adalah frekuensi (Hz) dan Tx power (dBm), seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standarisasi Perencanaan Frekuensi dan Tx Power PT. Telkomsel

Sistem	Frekuensi	Tx Power (W)	Tx Power (dbm)
WCDMA	1935-1945(Up Link) 2125-2135(Down Link)	20	43

Sumber : PT. Telkomsel 2012

4.3 Loss

Loss merupakan salah satu hal yang mempengaruhi penghitungan *link budget*. Karena pada umumnya, masing – masing material (*spect*) yang digunakan pada instalasi RF (*Radio Frequency*) mempunyai rugi-rugi/*loss* yang berbeda-beda. Dan semua rugi-rugi/*loss* itu tergantung dari jenis material/*spect*.

4.3.1 Cable Loss Feeder

Setiap kabel baik dari segi jenis dan juga merek mempunyai rugi-rugi (*loss*) yang berbeda-beda. Semakin besar diameter kabel yang dipakai, maka rugi-rugi (*loss*) yang didapat semakin kecil dan secara tidak langsung akan mempengaruhi daya yang dipancarkan oleh antenna. Untuk besarnya nilai *loss* pada masing-masing kabel per meter dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 2. Loss pada Kabel Coaxial

Sistem	Frekuensi	Cable loss ½" (dB)	Cable loss 7/8" (dB)	Cable loss 1 1 1/4" (dB)
WCDMA	1935-1945(Up Link) 2125-2135(Down Link)	0.110	0.060	0.046

Sumber : PT. Telkomsel 2012

4.3.2 Jumper Loss

Jumper berfungsi untuk menghubungkan antara *feeder*/kabel dengan antenna. Pada ujung-ujung kabel *jumper* yang elastis terdapat sebuah konektor. Tabel 3.3 memperlihatkan nilai *loss jumper* dan *connector* yang digunakan.

Tabel 3. Loss jumper dan Connector

Sistem	Frekuensi	Jumper 7/8" Loss
WCDMA	1935-1945(Up Link) 2125-2135(Down Link)	0,42 dB/Buah

Sumber : PT. Telkomsel 2012

4.3.3 Wall Loss

Rugi-rugi pada redaman uap air dan oksigen, nilai wall loss yang ditentukan oleh PT. Telkomsel adalah sebesar 18 dB.

4.4.4 Body Loss

Body loss pada WCDMA (untuk data) adalah 0 dB.

5. Path Loss dan Propagasi Sinyal Penerima

Path Loss adalah *loss* yang terjadi ketika data/sinyal melewati media udara dari antenna ke penerima dalam jarak tertentu. *Path loss* dapat timbul disebabkan oleh banyak faktor, seperti kontur tanah, lingkungan yang berbeda, medium propagasi (udara yang kering atau lembab), jarak antara antenna pemancar dengan penerima, lokasi dan tinggi antenna.

Path loss merupakan komponen penting dalam perhitungan dan *link budge* daya pancar sistem telekomunikasi. Perhitungan *path loss* dengan menggunakan rumus propagasi Okumura-Hatta model untuk urban area. Model Hatta didasarkan atas pengukuran empiris ekstensif yang dilakukan di lingkungan perkotaan.

Persamaan Hatta dapat diringkas sebagai berikut:

$$L_{\text{Hatta (urban)}} [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \quad (1)$$

- Dimana : Untuk Wilayah Kota Kecil :

$$A(hm) [dB] = [1.1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \quad (2)$$

- Untuk Wilayah Kota Besar :

$$A(hm) [dB] = 3,2(\log 1175h_m)^2 - 4,97 \text{ dB} \quad (3)$$

dan,

$$CM = \begin{cases} 0 \text{ dB Untuk Wilayah Kota Kecil} \\ 3 \text{ dB Untuk Wilayah Kota Besar} \end{cases}$$

Dengan :

L_{hatta} : Path loss (dB)
 f : Frekuensi (MHz)
 hb : BTS antenna height (m) = 38 m
 d : Jarak dari BTS ke antenna mobile (km)
 $A(hm)$: Mobile antenna height gain correction faktor
 hm : Mobile antenna height (m) = 1,5 m

Jika perambatan sinyal terjadi di daerah suburban dan rural, maka perlu dilakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah suburban diperoleh perbaikan sebesar :

$$\text{Sub Urban Area} = L_{su} = L_u (\text{urban area}) - 2 [\log (fc/28)]^2 - 5,4 \dots (\text{dB}) \quad (4)$$

Pada daerah Rural diperoleh perbaikan sebesar:

$$\text{Rural Area} = L_o = L_u (\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \dots (\text{dB}) \quad (5)$$

Agar lebih teliti dalam perancangan sistem komunikasi sistem seluler perlu diadakan penelitian lapangan terhadap besarnya pengaruh redaman jenis daerah morpo struktur di daerah yang akan dirancang. Hasil pengamatan atau penelitian lapangan ini dapat digunakan untuk memberikan koreksi redaman propagasi terhadap daerah urban.

6. *Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)*

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) atau *Equivalent Isotropic Radiated Power* adalah nilai daya yang dipancarkan antenna *directional (sektoral)* untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum penguatan antenna. Rumus EIRP dapat dituliskan:

$$EIRP = Tx \text{ power (dBm)} + Antena \text{ Gain (dBi)} - cable \text{ loss (dB)} \quad (6)$$

Dimana:

$EIRP$ = Effective Isotropic Radiated Power (dBm)

$Tx \text{ Power (dBm)}$ = transmitted power (dBm)

7. *Received Signal Code Power (RSCP)*

Dalam perhitungan *Link Budget*, setelah menghitung EIRP dapat juga diketahui nilai dari kuat sinyal (*Signal Strength*) yang diterima oleh UE (*User Equipment*) Pada WCDMA.

Kuat sinyal atau *Received Signal Code Power (RSCP)* yang diterima oleh pengguna UE berbanding terbalik dengan jarak dari antenna pemancar.

Pada PT. Telkomsel terdapat ketentuan dalam merencanakan atau mendesain teknik *outdoor penetration*, dimana kuat sinyal minimum yang harus diterima oleh UE pelanggan sesuai dengan Tabel 4.

Tabel 4. Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel

Best RSCP Outdoor WCDMA Telkomsel	
Category	RSCP (dBm)
Sangat Kurang	-130 <=x< -104 dBm
Kurang	-104 <=x< -92 dBm

Cukup Baik	-92 ≤ x < -88 dBm
Baik	-88 ≤ x < -82 dBm
Sangat Baik	-82 ≤ x < -0 dBm

Sumber : PT. Telkomsel 2012

Kuat sinyal:

$$\text{RSCP (dBm)} = \text{EIRP} - \text{wall loss} - \text{body loss} - \text{path loss} - (\text{handover} + \text{Fading margin}) \quad (7)$$

Dimana:

RSCP : Received Signal Code Power (dBm)

EIRP : Effective Isotropic Radiated Power (dBm)

Fading margin : 10 dB (ketentuan dari PT. Telkomsel)

8. Parameter Perhitungan *Link Budget* dan Spesifikasi Material

Sebelum menghitung *link budget* BTS FMR WCDMA *uplink-downlink* (untuk data) perlu diketahui parameter-parameter yang berpengaruh perhitungan *link budget* dan analisis spesifikasi material yang digunakan. Parameter yang mempengaruhi perhitungan *link budget*, seperti Tabel 3.5 (Data PT. Telkomsel).

Tabel 5. Parameter yang berpengaruh pada perhitungan *link budget*

Parameter	Nilai / satuan
Tx Power WCDMA	20 W = 43 dBm
Frequency	1935-1945(Up Link) 2125-2135(Down Link)
Wall loss / Penetration loss	18 dB
Antenna gain	20 dB
Tinggi antenna	38 m
Tinggi antenna MS (<i>hm</i>)	1,5 m
Handover	15 dB
Fading margin	15 dB

Sumber : PT. Telkomsel 2012

Jarak dari antenna pada BTS FMR WCDMA ke MS peneliti yang diukur adalah tergantung dari nilai daya power BTS, yang dimana per 20 W = 1 Km jadi untuk 20 W = 1 Km (Optimal) pada tiap masing-masing antenna sektor BTS.

9. Cable Loss

Untuk menghubungkan antenna ke BTS FMR WCDMA. antenna tersebut dihubungkan oleh feeder / kabel yang tertera pada Tabel 3.6.

Tabel 6. Kabel yang diperlukan

Tipe kabel	Panjang kabel	Nilai loss	Total loss
7/8"	45 m	0,06 / m	2,88 dB
Connector	2 buah	0,42 / buah	0,84 dB

Tabel 7. Total loss pada feeder

Σ (feeder loss dari antenna ke System Module)	Panjang kabel Total loss 38 m
Jumper 7/8" + connector	3.72 B
	3.73

10. ANALISIS HASIL PERHITUNGAN DAN DAN HASIL PENGUKURAN PADA BTS FMR WCDMA

A. Perhitungan Pada SEKTOR 1 (Jarak 0,464 Km)

1. Mencari EIRP

$$\begin{aligned}\text{EIRP(dBm)} &= \text{Tx Power} + \text{Gain Antena} - \text{Cable loss} \\ &= 43 + 20 - 3,72 = 59,28 \text{ dBm}\end{aligned}$$

2. Mencari Pathloss

$$L_{\text{Hatta}} (\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d$$

Berdasarkan persamaan (1) tersebut, perlu dihitung nilai faktor koreksi dari antena *mobile station* ($A(hm)$) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2) dimana nilai tinggi antena *mobile* adalah 1,5 m sesuai dengan parameter yang terdapat pada Tabel 3.5.

Sub Urban/Urban Area :

$$\begin{aligned}A(hm) [\text{dB}] &= [1,1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \\ &= [1,1 \times \log(2130) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \times \log(2130) - 0,8] \text{ dB} \\ &= 4,44 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor koreksi dari antena *mobile station* $A(hm)$ diatas sebesar 4,44 dB, dan berdasarkan data dari PT. Telkomsel pada Tabel 3.5 dengan nilai frekuensi (f) yang digunakan adalah 2130 MHz, tinggi antena 'Tongyu TDQ-182020DE-65F(hb) 38 m dan tinggi antena *mobile* (hm) 1,5 m dengan jarak dari antena ke Ms sejauh 0,464 km, maka dapat dimasukkan kedalam persamaan (1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L_{\text{Hatta}} (\text{urban area}) [\text{dB}] &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \\ &= 69,55 + 26,16 \log 2130 - 13,82 \log 38 - 4,44 + (44,9 - 6,55 \log 38) \log 0,464 \\ &= 118,82 \text{ dB}\end{aligned}$$

Karena perambatan sinyal terjadi di daerah rural, maka perlu di lakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah rural diperoleh perbaikan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (Rural)} = L_o = L_u (\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \\ &= 118,82 - 4,78(\log 2130)^2 + 18,33 \log 2130 - 40,94 \\ &= 85,93 \text{ dB}\end{aligned}$$

3. Mencari RSCP

$$\begin{aligned}\text{RSCP (dBm)} &= \text{EIRP} - \text{Wall Loss} - \text{Body Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading margin}) \\ &= 59,28 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 85,93 \text{ dB} - (15 \text{ dB} + 15 \text{ dB}) \\ &= -74,65 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Jadi dengan power 43,0 dBm/20W level daya pancar yang dihasilkan pada jarak 0,464 Km sebesar -74,65 dBm sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel yaitu dalam kategori sangat baik.

B. Perhitungan Pada SEKTOR 1 (Jarak 1,070 Km)

1. Mencari EIRP

$$\begin{aligned}\text{EIRP(dBm)} &= \text{Tx Power} + \text{Gain Antena} - \text{Cable loss} \\ &= 43 + 20 - 3,72 = 59,28 \text{ dBm}\end{aligned}$$

2. Mencari Pathloss

$$L_{\text{Hatta}} (\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d$$

Berdasarkan persamaan (1) tersebut, perlu dihitung nilai faktor koreksi dari antena *mobile station* ($A(hm)$) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2) dimana nilai tinggi antena *mobile* adalah 1,5 m sesuai dengan parameter yang terdapat pada Tabel 3.5.

Sub Urban/Urban Area :

$$\begin{aligned}A(hm) [\text{dB}] &= [1,1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \\ &= [1,1 \times \log(2130) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \times \log(2130) - 0,8] \text{ dB} \\ &= 4,44 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor koreksi dari antena *mobile station* $A(hm)$ diatas sebesar 4,44 dB, dan berdasarkan data dari PT. Telkomsel pada Tabel 3.5 dengan nilai frekuensi (f) yang digunakan adalah 2130 MHz, tinggi antena 'Tongyu TDQ-182020DE-65F(hb) 38 m dan tinggi antena *mobile* (hm) 1,5 m dengan jarak dari antena ke Ms sejauh 0,464 km, maka dapat

dimasukkan kedalam persamaan (1) sebagai berikut:

L_{Hatta} (urban area) [dB] :

$$\begin{aligned} &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \\ &= 69,55 + 26,16 \log 2130 - 13,82 \log 38 - 4,44 + (44,9 - 6,55 \log 38) \log 1,070 \\ &= 131,36 \text{ dB} \end{aligned}$$

Karena perambatan sinyal terjadi di daerah rural, maka perlu dilakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah rural diperoleh perbaikan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (Rural)} = Lo = Lu(\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \\ = 131,36 - 4,78(\log 2130)^2 + 18,33 \log 2130 - 40,94 \\ = 98,47 \text{ dB} \end{aligned}$$

3. Mencari RSCP

$$\begin{aligned} \text{RSCP (dBm)} &= \text{EIRP} - \text{Wall Loss} - \text{Body Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading margin}) \\ &= 59,28 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 98,47 \text{ dB} - (15 \text{ dB} + 15 \text{ dB}) \\ &= -87,19 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Jadi dengan power 43,0 dBm/20W level daya pancar yang dihasilkan pada jarak 1,070 Km sebesar -87,19 dBm sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel yaitu dalam kategori baik.

C. Perhitungan Pada SEKTOR 2 (Jarak 0,373 Km)

1. Mencari EIRP

$$\begin{aligned} \text{EIRP(dBm)} &= \text{Tx Power} + \text{Gain Antena} - \text{Cable loss} \\ &= 43 + 20 - 3,72 = 59,28 \text{ dBm} \end{aligned}$$

2. Mencari Pathloss

$$L_{Hatta}(\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d$$

Berdasarkan persamaan (1) tersebut, perlu dihitung nilai faktor koreksi dari antena *mobile station* ($A(hm)$) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2) dimana nilai tinggi antena *mobile* adalah 1,5 m sesuai dengan parameter yang terdapat pada Tabel 3.5.

Sub Urban/Urban Area :

$$\begin{aligned} A(hm) [\text{dB}] &= [1,1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \\ &= [1,1 \times \log(2130) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \times \log(2130) - 0,8] \text{ dB} \\ &= 4,44 \text{ dB} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor koreksi dari antena *mobile station* $A(hm)$ diatas sebesar 4,44 dB, dan berdasarkan data dari PT. Telkomsel pada Tabel 3.5 dengan nilai frekuensi (f) yang digunakan adalah 2130 MHz, tinggi antena 'Tongyu TDQ-182020DE-65F(hb) 38 m dan tinggi antena *mobile* (hm) 1,5 m dengan jarak dari antena ke Ms sejauh 0,464 km, maka dapat dimasukkan kedalam persamaan (1) sebagai berikut:

L_{Hatta} (urban area) [dB] :

$$\begin{aligned} &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \\ &= 69,55 + 26,16 \log 2130 - 13,82 \log 38 - 4,44 + (44,9 - 6,55 \log 38) \log 0,374 \\ &= 115,58 \text{ dB} \end{aligned}$$

Karena perambatan sinyal terjadi di daerah rural, maka perlu dilakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah rural diperoleh perbaikan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Koreksi (Rural)} = Lo = Lu(\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \\ = 115,58 - 4,78(\log 2130)^2 + 18,33 \log 2130 - 40,94 \\ = 82,69 \text{ dB} \end{aligned}$$

3. Mencari RSCP

$$\begin{aligned} \text{RSCP (dBm)} &= \text{EIRP} - \text{Wall Loss} - \text{Body Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading margin}) \\ &= 59,28 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 82,69 \text{ dB} - (15 \text{ dB} + 15 \text{ dB}) \\ &= -71,41 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Jadi dengan power 43,0 dBm/20W level daya pancar yang dihasilkan pada jarak 0,374 Km sebesar -71,41 dBm sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel yaitu dalam kategori sangat baik.

D. Perhitungan Pada SEKTOR 2 (Jarak 1,072 Km)

1. Mencari EIRP

$$\begin{aligned}\text{EIRP(dBm)} &= \text{Tx Power} + \text{Gain Antena} - \text{Cable loss} \\ &= 43 + 20 - 3,72 = 59,28 \text{ dBm}\end{aligned}$$

2. Mencari Pathloss

$$L_{\text{Hatta}} (\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d$$

Berdasarkan persamaan (1) tersebut, perlu dihitung nilai faktor koreksi dari antenna *mobile station* ($A(hm)$) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2) dimana nilai tinggi antenna *mobile* adalah 1,5 m sesuai dengan parameter yang terdapat pada Tabel 3.5.

Sub Urban/Urban Area :

$$\begin{aligned}A(hm) [\text{dB}] &= [1,1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \\ &= [1,1 \times \log(2130) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \times \log(2130) - 0,8] \text{ dB} \\ &= 4,44 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor koreksi dari antenna *mobile station* $A(hm)$ diatas sebesar 4,44 dB, dan berdasarkan data dari PT. Telkomsel pada Tabel 3.5 dengan nilai frekuensi (f) yang digunakan adalah 2130 MHz, tinggi antenna 'Tongyu TDQ-182020DE-65F(hb) 38 m dan tinggi antenna *mobile* (hm) 1,5 m dengan jarak dari antenna ke Ms sejauh 0,464 km, maka dapat dimasukkan kedalam persamaan (1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L_{\text{Hatta}} (\text{urban area}) [\text{dB}] &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \\ &= 69,55 + 26,16 \log 2130 - 13,82 \log 38 - 4,44 + (44,9 - 6,55 \log 38) \log 1,072 \\ &= 131,39 \text{ dB}\end{aligned}$$

Karena perambatan sinyal terjadi di daerah rural, maka perlu di lakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah rural diperoleh perbaikan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (Rural)} = L_o &= L_u (\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \\ &= 131,39 - 4,78(\log 2130)^2 + 18,33 \log 2130 - 40,94 \\ &= 98,50 \text{ dB}\end{aligned}$$

3. Mencari RSCP

$$\begin{aligned}\text{RSCP (dBm)} &= \text{EIRP} - \text{Wall Loss} - \text{Body Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading margin}) \\ &= 59,28 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 98,50 \text{ dB} - (15 \text{ dB} + 15 \text{ dB}) \\ &= -87,22 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Jadi dengan power 43,0 dBm/20W level daya pancar yang dihasilkan pada jarak 1,072 Km sebesar - 87,22 dBm sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel yaitu dalam kategori baik.

E. Perhitungan Pada SEKTOR 3 (Jarak 0,310 Km)

1. Mencari EIRP

$$\begin{aligned}\text{EIRP(dBm)} &= \text{Tx Power} + \text{Gain Antena} - \text{Cable loss} \\ &= 43 + 20 - 3,72 = 59,28 \text{ dBm}\end{aligned}$$

2. Mencari Pathloss

$$L_{\text{Hatta}} (\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d$$

Berdasarkan persamaan (1) tersebut, perlu dihitung nilai faktor koreksi dari antenna *mobile station* ($A(hm)$) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2) dimana nilai tinggi antenna *mobile* adalah 1,5 m sesuai dengan parameter yang terdapat pada Tabel 3.5.

Sub Urban/Urban Area :

$$\begin{aligned}A(hm) [\text{dB}] &= [1,1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \\ &= [1,1 \times \log(2130) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \times \log(2130) - 0,8] \text{ dB} \\ &= 4,44 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor koreksi dari antenna *mobile station* $A(hm)$ diatas sebesar 4,44 dB, dan berdasarkan data dari PT. Telkomsel pada Tabel 3.5 dengan nilai frekuensi (f) yang digunakan adalah 2130 MHz, tinggi antenna 'Tongyu TDQ-182020DE-65F(hb) 38 m dan tinggi antenna *mobile* (hm) 1,5 m dengan jarak dari antenna ke Ms sejauh 0,464 km, maka dapat dimasukkan kedalam persamaan (1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L_{\text{Hatta}} (\text{urban area}) [\text{dB}] &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \\ &= 69,55 + 26,16 \log 2130 - 13,82 \log 38 - 4,44 + (44,9 - 6,55 \log 38) \log 0,310\end{aligned}$$

$$= 112,77 \text{ dB}$$

Karena perambatan sinyal terjadi di daerah rural, maka perlu di lakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah rural diperoleh perbaikan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (Rural)} &= L_o = L_u (\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \\ &= 112,77 - 4,78(\log 2130)^2 + 18,33 \log 2130 - 40,94 \\ &= 79,88 \text{ dB}\end{aligned}$$

3. Mencari RSCP

$$\begin{aligned}\text{RSCP (dBm)} &= \text{EIRP} - \text{Wall Loss} - \text{Body Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading margin}) \\ &= 59,28 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 85,93 \text{ dB} - (15 \text{ dB} + 15 \text{ dB}) \\ &= -68,6 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Jadi dengan power 43,0 dBm/20W level daya pancar yang dihasilkan pada jarak 0,310 Km sebesar -68,6 dBm sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel yaitu dalam kategori sangat baik.

F. Perhitungan Pada SEKTOR 3 (Jarak 1,116 Km)

1. Mencari EIRP

$$\begin{aligned}\text{EIRP(dBm)} &= \text{Tx Power} + \text{Gain Antena} - \text{Cable loss} \\ &= 43 + 20 - 3,72 = 59,28 \text{ dBm}\end{aligned}$$

2. Mencari Pathloss

$$L_{\text{Hatta}} (\text{urban}) [\text{dB}] = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d$$

Berdasarkan persamaan (1) tersebut, perlu dihitung nilai faktor koreksi dari antena *mobile station* ($A(hm)$) terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (2) dimana nilai tinggi antena *mobile* adalah 1,5 m sesuai dengan parameter yang terdapat pada Tabel 3.5.

Sub Urban/Urban Area :

$$\begin{aligned}A(hm) [\text{dB}] &= [1,1 \times \log(f) - 0,7] \times hm - [1,56 \times \log(f) - 0,8] \text{ dB} \\ &= [1,1 \times \log(2130) - 0,7] \times 1,5 - [1,56 \times \log(2130) - 0,8] \text{ dB} \\ &= 4,44 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor koreksi dari antena *mobile station* $A(hm)$ diatas sebesar 4,44 dB, dan berdasarkan data dari PT. Telkomsel pada Tabel 3.5 dengan nilai frekuensi (f) yang digunakan adalah 2130 MHz, tinggi antena 'Tongyu TDQ-182020DE-65F(hb) 38 m dan tinggi antena *mobile* (hm) 1,5 m dengan jarak dari antena ke Ms sejauh 0,464 km, maka dapat dimasukkan kedalam persamaan (1) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}L_{\text{Hatta}} (\text{urban area}) [\text{dB}] &= 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log hb - A(hm) + (44,9 - 6,55 \log hb) \log d \\ &= 69,55 + 26,16 \log 2130 - 13,82 \log 38 - 4,44 + (44,9 - 6,55 \log 38) \log 1,116 \\ &= 132,60 \text{ dB}\end{aligned}$$

Karena perambatan sinyal terjadi di daerah rural, maka perlu di lakukan koreksi. Berdasarkan pendekatan matematis pada daerah rural diperoleh perbaikan sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Faktor Koreksi (Rural)} &= L_o = L_u (\text{urban area}) - 4,78 (\log f)^2 + 18,33 \log f - 40,94 \\ &= 132,60 - 4,78(\log 2130)^2 + 18,33 \log 2130 - 40,94 \\ &= 99,71 \text{ dB}\end{aligned}$$

3. Mencari RSCP

$$\begin{aligned}\text{RSCP (dBm)} &= \text{EIRP} - \text{Wall Loss} - \text{Body Loss} - \text{Path Loss} - (\text{Handover} + \text{Fading margin}) \\ &= 59,28 \text{ dBm} - 18 \text{ dB} - 0 \text{ dB} - 99,71 \text{ dB} - (15 \text{ dB} + 15 \text{ dB}) \\ &= -88,43 \text{ dBm}\end{aligned}$$

Jadi dengan power 43,0 dBm/20W level daya pancar yang dihasilkan pada jarak 1,116 Km sebesar -88,43 dBm sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel yaitu dalam kategori baik.

11. Hasil Pengukuran Open Signal Maps WCDMA

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan satu *handphone* sony xperia X8 menggunakan *software* Open Signal Maps dan GPS garmin, dimana sebagai pembanding kuat nilai daya pancar mengacu pada Tabel 3.4 Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel, Berikut hasil RSCP WCDMA yang didapatkan :

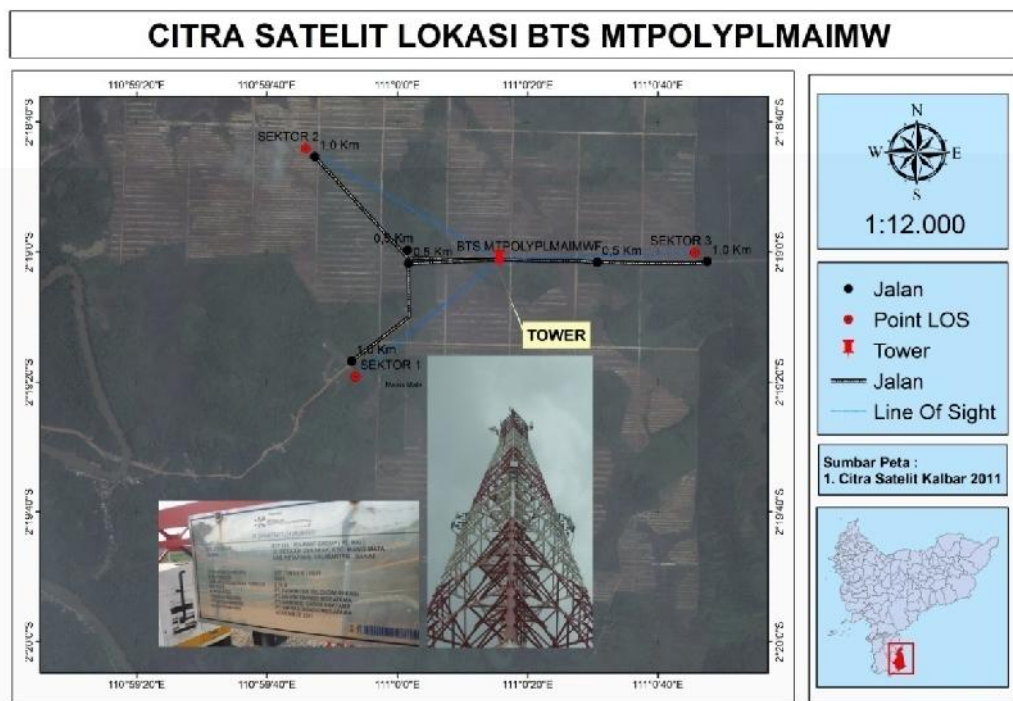
Tabel 8. Hasil pengukuran RSCP WCDMA

No	Sektoral	RSCP (dBm)	
		500 M	1 Km
1	1	- 87	- 91
2	2	- 79	- 69
3	3	- 81	- 87

Dari Tabel 8. Terlihat hasil RSCP yang didapatkan pada masing-masing sektor yaitu :

1. Sektor 1 : - 87 dBm dan - 91 dBm,
2. Sektor 2 : - 79 dBm dan - 69 dBm,
3. Sektor 3 : - 81 dBm dan - 87 dBm,

Masing-masing data perhitungan akan dikelompokkan agar lebih memudahkan melihat perbandingan yang ada. Data tersebut dituangkan pada Tabel 9. Berikut peta lokasi BTS MTPOLYPLMAIMW di Desa Air Dekakah Kecamatan Manis Mata, Kabupaten Ketapang, mempunyai 3 (tiga) sektor untuk WCDMA 2100 MHz.



Sumber : Data Olahan Peta Citra Satelit Kalbar 2011

Gambar 3. Peta lokasi BTS MTPOLYPLMAIMW

Masing-masing data perhitungan dan pengukuran akan dikelompokkan agar lebih memudahkan melihat perbandingan yang ada. Data tersebut dituangkan pada Tabel 9.

12. Analisis Hasil Perhitungan dan Hasil Pengukuran Open Signal Maps

Pada Tabel 9. Memperlihatkan ringkasan dari hasil perhitungan.

Tabel 9. Hasil perhitungan Rata-rata RSCP WCDMA

RSCP (dBm) WCDMA	
Hasil Perhitungan (Terbaik) A	– 68,6 dBm
Hasil Perhitungan (Terburuk) B	– 88,43 dBm
Rata-rata (A+B/2)	– 78,51 dBm
Standard PT. Telkomsel	≥ -82 dBm

Dari Tabel 10. Terlihat hasil perhitungan terbaik – 68,6 dBm, hasil perhitungan terburuk – 88,43 dBm dan nilai rata-rata RSCP yaitu – 78,51 dBm. Nilai – 78,51 dBm merupakan nilai yang masuk dalam kategori sangat baik karena sesuai dengan nilai RSCP yang diharapkan oleh PT. Telkomsel, yakni tidak melebihi dari – 80 dBm.

Sedangkan pada Tabel 10. memperlihatkan ringkasan dari hasil pengukuran.

Tabel 10. Hasil pengukuran Rata-rata RSCP WCDMA

RSCP (dBm) WCDMA	
Hasil Pengukuran (Terbaik) C	– 69 dBm
Hasil Pengukuran (Terburuk) D	– 91 dBm
Rata-rata (C+D/2)	– 76 dBm
Standard PT. Telkomsel	≥ -82 dBm

Dari Tabel 11. Terlihat hasil pengukuran terbaik – 69 dBm, hasil pengukuran terburuk – 91 dBm di akibatkan kondisi lapangan ada halangan berupa perbukitan dan faktor redaman ruang bebas namun nilai tersebut tidak melebihi Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel, dan nilai rata-rata RSCP yaitu – 76 dBm. Nilai – 76 dBm merupakan nilai yang masuk dalam sangat baik karena sesuai dengan nilai RSCP yang diharapkan oleh PT. Telkomsel, yakni tidak melebihi dari nilai – 82 dBm.

Tabel 11. Rata-rata Hasil perhitungan dan hasil pengukuran RSCP WCDMA

RSCP (dBm) WCDMA	
Rata-rata Perhitungan (A+B/2)	– 78,51 dBm
Rata-rata Pengukuran (C+D/2)	– 76 dBm
Rata-rata (AB+CD/2)	– 77,25 dBm
Standard PT. Telkomsel	≥ -82 dBm

Dari Tabel 11. Terlihat rata-rata dari hasil perhitungan – 78,51 dBm, sedangkan rata-rata pengukuran – 76 dBm, dari kedua-dua nya maka dapat di rata-ratakan nilai RSCP sebesar – 77,25 dBm. Nilai sebesar – 77,25 dBm merupakan nilai yang sesuai dengan nilai RSCP yang diinginkan oleh pihak PT. Telkomsel, yakni tidak melebihi dari nilai – 82 dBm.

Peneiliti sudah mencoba berulang-ulang kali untuk mendapatkan keadaan peta lokasi yang namun penelitian mengalami beberapa kendala karena tidak terupdatenya peta citra satelit Kalbar yang terbaru hal ini tentunya mempengaruhi gambaran *existing* BTS

MTPOLYPLMAIMWF.

Berdasarkan pengukuran juga pada sektor 1, 2, dan 3 pada jarak 0,500 Km nilai RSCP yang di dapatkan sesuai dengan yang di harapkan yaitu sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel, sedangkan pada jarak 1,0 Km peneliti mendapatkan selisih jarak di mana jarak pada GPS (*Global Positioning System*) dan pada *Handphone* Sony Ericson X8 dengan menggunakan *Software Open Signal Maps* mengalami perbedaan nilai jarak hal ini di sebabkan kurang nya ketelitian software tersebut dalam hal ini yaitu jarak.

Pada pengukuran peneliti mendapatkan kekuatan sinyal yang berbeda pada masing-masing jarak tiap sektornya dikarenakan terdapatnya pengaturan jarak yang diukur, sinyal yang diterima berasal dari pantulan, refleksi atau terkena halangan sehingga menyebabkan berupa sinyal yang lemah atau sinyal yang langsung dan kuat.

Hal ini dapat juga disebabkan juga oleh beberapa faktor seperti *Fast fading* yang muncul karena komunikasi radio antena pada *handset* lebih rendah daripada bangunan dan pepohonan sekitar, *power node B* yang telah diatur sedemikian rupa (perubahan parameter yang dilakukan pada *node B*), sehingga mengurangi kekuatan sinyal dari antena sektoral pada proses penyaluran sinyal pengukuran, pengaruh kondisi radio dan kondisi *coverage area* yang kurang baik.

13. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dari perhitungan *link budget* untuk WCDMA hasil terbaik – 68,6 dBm, dan hasil terburuk – 88,43 dBm dengan rata-rata – 78,51 dBm.
2. Dari pengukuran untuk WCDMA hasil terbaik – 69 dBm, hasil terburuk – 91 dBm dengan rata-rata – 76 dBm.
3. Dari hasil kedua metode tersebut maka dapat diketahui bahwa rata-rata didapat –77,25 dBm. Nilai tersebut sesuai dengan nilai RSCP yang diinginkan oleh pihak PT. Telkomsel, yakni tidak melebihi dari nilai – 82 dBm.
4. Maka dari analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan daya pancar antena tipe Tongyu TDQ-182020DE-65F tersebut secara umum dalam kondisi baik dan sesuai dengan Standard nilai RSCP WCDMA PT. Telkomsel.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia yang telah diberikan selama ini. Kedua orang tua yang tiada hentinya memberikan do'a, dan semangat dalam menjalankan skripsi ini. Tidak lupa juga penulis ucapkan kepada Bapak H. Fitri Imansyah, ST, MT dan Bapak F. Trias Pontia W,ST,MT. sebagai pembimbing serta Ibu Ir.Hj. Pony Sedianingsih,MT dan Bapak Ir. H. Dasril, MM sebagai penguji. Serta teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu baik dalam bentuk tenaga maupun motivasi.

Referensi

1. Blake, Lamont V. 1976. *Antennas* John Willey & Sons, Inc New York. Erlangga. Jakarta.
2. Fitri Imansyah. 2011. Bahan Materi Kuliah Teknologi GSM. Sistem Komunikasi Bergerak Seluler. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.
3. Lingga Wardana. 2012. 2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant, “ Penerbit Nulisbuku, Jakarta Selatan.
4. Indra Surjati, Yuli Kurnia Ningsih & Hendri Septiana. 2008. Analisis Perhitungan Link Budget Indoor Enetration Wideband Code Division Multiple Access(WCDMA) dan High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) Pada Area Pondok Indah. Jurusan Teknik Elektro – FTI, Universitas Trisakti.
5. Widda Arifa. 2012. Analisis Perencanaan *Coverage Base Transceiver Station (bts) Indoor* Hotel Orchardz Pontianak (Studi Kasus PT. Indosat Cabang Pontianak). Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.

6. Neneng Julpiana 2011. *Analisis Perencanaan Penentuan Letak BTS (Base Transceiver Station) Menggunakan Metode Okumura, Hatta, Okumura-Hatta Pada Sistem Seluler GSM (Global System For Mobile)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Pontianak.

<http://www.tycc.cn/spec/web/index.php?LNG=0/> diakses pada tanggal 10 Oktober 2012 jam 00.50 WIB.

[Http://www.nokiasiemensnetworks.com/portfolio/products/mobile-broadband/single-ran-advanced/flexi-multiradio-base-station/](http://www.nokiasiemensnetworks.com/portfolio/products/mobile-broadband/single-ran-advanced/flexi-multiradio-base-station/) diakses pada tanggal 2 September 2012 jam 00.50 WIB.

[Http://dj3m3t.blogspot.com/2011/09/flexi-multiradio-base-station.html#axzz26epcdoGp/](http://dj3m3t.blogspot.com/2011/09/flexi-multiradio-base-station.html#axzz26epcdoGp/) diakses pada tanggal 2 September 2012 jam 01.15 WIB.

[Http://www.nokiasiemensnetworks.com/portfolio/products/mobile-broadband/single-ran-advanced/flexi-multiradio-10-base-station/](http://www.nokiasiemensnetworks.com/portfolio/products/mobile-broadband/single-ran-advanced/flexi-multiradio-10-base-station/) diakses pada tanggal 2 September 2012 jam 01.30 WIB.



Biodata Penulis

Ardi Dwi Irawan
(D01107003), Dilahirkan di Cempaka Nuban, Lampung 9 November 1987. Menempuh pendidikan di SD N 1 Cempaka Nuban, SLTP N 2 Punggur, SMA N 2 Sintang dan sekarang menyelesaikan S1 nya di Jurusan Teknik Elektro Universitas Tanjungpura Angkatan 2007, konsentrasi Telekomunikasi.

Pontianak, 11 Juli 2013
PEMBIMBING UTAMA

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