

ANALISIS PENGARUH *DOWN TILT* ANTENA UNTUK MENGURANGI KEGAGALAN *HANDOVER* PADA JARINGAN SELULER GSM PT. INDOSAT, Tbk. PURWOKERTO

STUDY ON ANTENNA DOWNTILT EFFECT TO REDUCE HANDOVER FAILURE ON GSM CELLULAR NETWORK PT INDOSAT Tbk. PURWOKERTO

Wahyu Dewantara¹, Azis Wisnu Widhi N², Widhiatmoko HP³

¹hyu_ra_13@yahoo.com,

²azis.wwn@unsoed.ac.id,

³aries_whp001@yahoo.com

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Mayjend Sungkono KM 05 Blater Purbalingga Indonesia*

Abstract— Handover is a process to guarantee the MS (Mobile Station) communication connection while moving for one cell to another cell. There are 10,89% - 12,04% handover failure occurred between BTS Cilongok sector 1 and BTS Karanglewas sector 3 of PT. Indosat, Tbk, Purwokerto, whereas, the standard is 2% - 3%. Based on KPI (Key Performance Indicator) data most of handover failure is caused by long overlapping coverage (1,2851 km) as could be seen in BSC Controlled Inc. HO Fail at the amount of 9,69% - 10,24%. Long overlapping coverage also reduce Rx Level signal quality to -94 dBm (threshold -90 dBm), and Rx Qual is 2,26 (it is still good enough if comparing to the threshold 5). Down tilt antenna method is used to overcome the overlapping coverage. Calculation result of down tilt antenna points out that the precise down tilt antenna to be applied in BTS Cilongok sector 1 is 3° and BTS Karanglewas sector 3 is 2,5° with number of overlapping coverage 78,2 m (appropriate to reference of PT. Indosat, Tbk Purwokerto ≤ 100 m). After down tilting antenna indicates that there is a reduction of handover failure because of overlapping coverage reduce to 0,01% - 0,02%, and total handover failure reduce to 0,62% - 1,39% . Meanwhile there is a raising in signal quality, it is Rx Level become -75 dBm and the better size of Rx Qual is 1.

PENDAHULUAN

Handover merupakan proses yang menjamin terpeliharanya hubungan komunikasi MS (*Mobile Station*) dari satu sel ke sel lain. Pada PT. INDOSAT, Tbk. Purwokerto, BTS Cilongok sektor 1 dan BTS Karanglewas sektor 3, terjadi kegagalan proses *handover* (*handover failure*) yang cukup tinggi yaitu 11% - 13% (standard 2% - 3%). Berdasarkan data KPI (*Key Performance Indicator*), *handover failure* yang paling besar disebabkan karena *overlapping* yang terlalu jauh (9,69% - 10,24%). Dengan keadaan *overlapping* yang terlalu jauh menyebabkan penurunan pada kualitas sinyal dimana *Rx Level* yaitu -94 dBm (ambang batas -90 dBm), sedangkan *Rx Qual* masih baik yaitu 2,26 (ambang batas 5). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi *overlapping* ialah dengan metode *down tilt* antena.

Perumusan masalah yang dapat di ambil ialah seberapa besarnya *down tilt* antena yang dibutuhkan untuk mengatasi kegagalan *handover* yang disebabkan

oleh *overlapping coverage* antara BTS Karanglewas sektor 3 dan BTS Cilongok sektor 1 pada PT. INDOSAT, Tbk. Purwokerto.

Dari perumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ialah menentukan besarnya *down tilt* antena untuk mengatasi kegagalan *handover* antara BTS Karanglewas sektor 3 dan BTS Cilongok sektor 1 yang disebabkan karena *overlapping coverage* pada PT. INDOSAT, Tbk. Purwokerto.

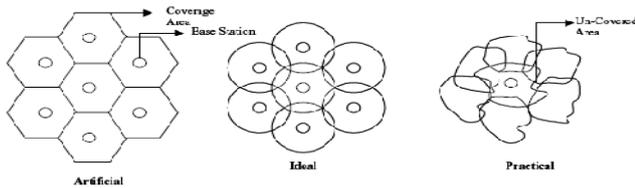
Hasil akhir dari penelitian ini diharapkan dapat menyelesaikan masalah kegagalan *handover* yang terjadi dengan metode *down tilt* antena dan memberikan gambaran tentang pengaruh *down tilt* antena pada proses *handover*.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep sel

Seluler berarti membagi daerah layanan luas menjadi sel-sel tertentu (Witjaksono, 2007). Bentuk sel idealnya adalah lingkaran, akan tetapi karena bentuk lingkaran mempunyai sifat tumpang tindih (*overlapping*), maka

digunakan bentuk sel hexagonal sebagai sel efektif (Nuryanto, 2000). Dalam kenyataannya, bentuk sel itu tidak beraturan, bergantung pada lingkungan tempat sel itu berada. Bentuk-bentuk sel digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Bentuk-bentuk sel dalam konsep sel.

B. Handover

Handover adalah fasilitas yang menjamin terpeliharanya suatu pembicaraan pada saat terjadi gerakan perpindahan MS dari satu sel ke sel yang lain tanpa adanya pemutusan hubungan dan terjadi pemindahan kanal secara otomatis yang dilakukan oleh sistem (Mulyanta, 2005). Proses handover merupakan proses perpindahan kanal trafik ketika suatu MS bergerak meninggalkan BTS yang mencakupinya. Untuk mendapatkan sel yang ditunjuk sebagai sasaran handover maka MS dan BTS akan melaporkan pengukurannya mengenai kualitas dan kekuatan sinyal pada arah *downlink* untuk stasiun bergerak dan arah *uplink* untuk BTS (S. Rappaport, 1996).

Laporan proses handover dapat dilihat pada data KPI (*Key Performance Indicator*) hasil monitoring. Data KPI dipakai sebagai acuan mengenai handover dan handover failure.

Proses handover terjadi pada cakupan sel yang saling tumpang tindih. Apabila tidak adanya cakupan sel yang saling tumpang tindih (*overlapping*), maka proses handover akan mengalami kegagalan. Hal ini disebabkan karena saat MS sudah tidak tercakup oleh suatu BTS maka MS seharusnya akan tercakup oleh BTS yang lain, tetapi karena daerah tersebut saat proses handover bukan suatu daerah yang tumpang tindih maka proses handover akan mengalami kegagalan atau terjadi handover failure (Uke, 2007).

Pada kenyataannya handover tidak selalu berjalan lancar atau terjadi handover failure. Salah satu faktor yang mengakibatkan kegagalan handover (*handover failure*) ialah adanya interferensi pada kanal BCCH saat akan melakukan handover. Interferensi pada kanal BCCH dapat terjadi karena keadaan daerah yang saling tumpang tindih (*overlapping*) terlalu berlebihan atau terlalu jauh antara 2 BTS (Uke, 2007).

Interferensi pada kanal BCCH yang terjadi ialah kanal BCCH BTS tujuan handover. Pada data KPI, handover failure karena overlapping ditunjukkan pada data *BSC Controlled Inc. HO Fail*.

Pada komunikasi nirkabel, baik tidaknya kualitas sinyal pada proses handover dipengaruhi juga oleh daerah coverage area BTS, semakin luas daerah

coverage akan mengakibatkan semakin turun kualitas sinyalnya (Kanaglu, 1999). Metode *down tilt* dapat dipakai untuk mengatasi overlapping karena dengan *down tilt* antenna dapat mengurangi cakupan area suatu antenna (Jyri H, 2007) sehingga overlapping antar dua BTS dapat berkurang.

C. Interferensi BCCH (Broadcast Control Channel)

Interferensi BCCH terjadi pada daerah overlapping yang terlalu jauh, dengan adanya interferensi BCCH dapat mengakibatkan proses handover mengalami kegagalan (Uke, 2007). Proses handover dapat mengalami kegagalan saat adanya interferensi BCCH karena dengan adanya interferensi pada kanal BCCH mengakibatkan pergeseran pada kanal yang disediakan pada BTS tujuan yang harusnya diterima oleh MS pada saat proses handover. Sebagai contoh, pada saat proses handover berlangsung, BTS yang menjadi tujuan menyediakan kanal 23 yang merupakan kanal kosong sebagai kanal tujuan, namun karena adanya interferensi pada kanal BCCH, maka kanal kosong yang harusnya ditempati menjadi tidak ditempati, dan bergeser ke kanal 25 yang sebelumnya sudah terpakai sehingga MS tidak dapat menempati kanal pada BTS tujuan tersebut dan proses handover menjadi gagal.

D. Overlapping Coverage

Overlapping coverage merupakan daerah cakupan sinyal radio frekuensi dari BTS di satu sel dengan cakupan dan pancaran sinyal di satu sel BTS tetangga yang saling tumpang tindih. Overlapping yang terlalu jauh akan mengganggu proses handover karena dapat mengakibatkan adanya interferensi pada kanal BCCH (Mishra, 2007). Keadaan overlapping antar kedua BTS yang terlalu jauh juga menyebabkan terjadinya interferensi dari BTS tetangga yang bukan sasaran handover, sehingga nantinya akan menurunkan kualitas dan level sinyal yang diterima oleh MS dan menyebabkan handover failure.

Pada PT. INDOSAT, Tbk. Purwokerto, overlapping yang dianjurkan ≤ 100 m, ini berdasarkan pernyataan bahwa luas overlapping tidak boleh terlalu jauh dan praktek para teknisi PT. INDOSAT, Tbk. Purwokerto di lapangan jika overlapping lebih dari 100 m akan lebih sering terjadi kegagalan handover.

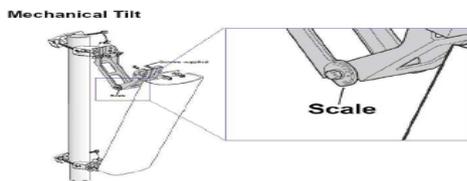
Dari pernyataan bahwa keadaan overlapping mengakibatkan interferensi pada kanal BCCH dan interferensi BCCH mengakibatkan kegagalan pada proses handover, maka dapat dikatakan bahwa proses kegagalan handover dapat disebabkan karena keadaan overlapping yang terlalu jauh, dimana keadaan overlapping yang terlalu jauh akan mengakibatkan interferensi pada kanal BCCH yang dapat mengakibatkan kegagalan handover. Data mengenai handover failure karena interferensi BCCH pada daerah overlapping dapat dilihat pada data *BSC Controlled Inc. HO Fail* pada data KPI.

Salah satu cara untuk mengatasi *overlapping* ialah metode *down tilt* antena. Metode ini digunakan karena dengan metode ini *coverage area* dapat dikurangi dan dengan *coverage* yang berkurang maka *overlapping coverage* dapat berkurang.

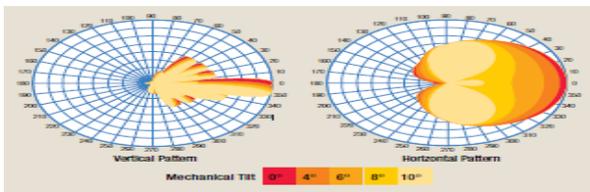
E. Mechanical down tilt antena

Down tilt antena merupakan konfigurasi antena untuk merendahkan (*down tilt*) sudut pada sebuah antena yang berada pada BTS, supaya *demand* dari *user* memperoleh dan mendapatkan cakupan area yang dibutuhkan dari sinyal gelombang radio yang dihasilkan tersebut. Metode ini digunakan untuk mengurangi keadaan *overlapping coverage* antar BTS dengan cara mempersempit cakupan area tiap BTS.

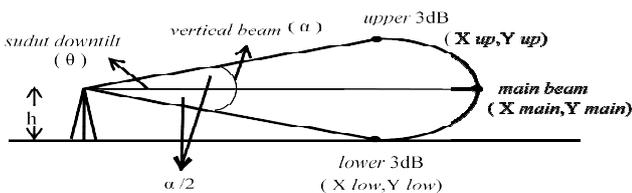
Mechanical down tilt yaitu memiringkan secara fisik *main beam* antena menjadi lebih turun menjauh dari arah vertikal dan lebih rendah dari horizontal. *Mechanical down tilt* digunakan untuk mengetahui batas *coverage* (cakupan) pola vertikal ke arah yang diinginkan. Ketika suatu antena menggunakan *mechanical down tilt*, maka karakteristik radiasinya tidak akan berubah, akan tetapi *coverage* (cakupan wilayah) akan berkurang. Dengan cakupan *coverage* yang berkurang pada tiap BTS maka *overlapping* antar BTS dapat berkurang. Pada Gambar 2, merupakan gambaran cara melakukan *mechanical down tilt*, dan pada Gambar 3, merupakan gambaran perubahan *coverage* pada pola vertikal dan horizontal pada sebuah antena sektoral.



Gambar 2 Cara melakukan *mechanical down tilt* (Jyri H, 2007).



Gambar 3 Perubahan *coverage* pada pola vertikal dan horizontal secara *mechanical down tilt* (www.andrew.com).



Gambar 4 Gambaran perhitungan *tilting*.

F. Perhitungan down tilt antena

Perhitungan sudut *tilting* didasarkan pada perencanaan awal pembangunan BTS. Untuk itu, perhitungan sudut *tilting* digambarkan pada Gambar 4. Dari Gambar 4, jika dijabarkan maka akan mendapatkan Persamaan 1, 2, dan 3 sebagai berikut

$$\text{lower coverage (3dB)} = (H / \tan (\theta + \text{vertical beam}/2)) \quad (1)$$

syarat :
 $\theta = 0$, sehingga $d_{\text{low rotasi}} = d_{\text{low}} \cos (\alpha/2) - \sin (\alpha/2)$

$$\text{beam coverage} = (H / \tan \theta) \quad (2)$$

syarat :
 $\theta > 0$, sehingga $d_{\text{main}} = d_{\text{low rotasi}} / 0,701$
 $d_{\text{main} (\theta > 0)} < d_{\text{main} (\theta = 0)}$

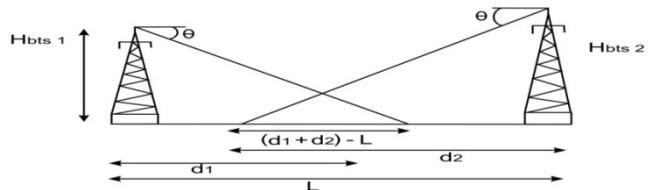
catatan :
 jika $\theta > (1/2 \times (\alpha/2))$, maka persamaan 2 dapat digunakan
 jika $\theta < (1/2 \times (\alpha/2))$, maka yang digunakan ialah persamaan 1

$$\text{upper coverage} = (H / \tan (\theta - \text{vertical beam}/2)) \quad (3)$$

syarat :
 $\theta > \alpha/2$, sehingga $d_{\text{up}} = d_{\text{low rotasi}} \cos (\alpha/2) - \sin (\alpha/2)$
 $d_{\text{up} (\theta > \alpha/2)} < d_{\text{up} (\theta = 0)}$

catatan :
 jika $\theta > (1,5 \times (\alpha/2))$, maka persamaan 3 dapat digunakan
 jika $\theta < (1,5 \times (\alpha/2))$, maka yang digunakan ialah persamaan 2

Gambaran mengenai *coverage area* yang tercakup dan *overlapping coverage* yang terjadi, digambarkan pada Gambar 5.



Gambar 5 *Coverage area* dan *overlapping coverage* antara 2 BTS.

Dari Persamaan 2 dan Gambar , dapat diturunkan Persamaan 4, 5, dan 6 sebagai berikut.

$$d_1 = H_1 / \tan \theta_1 \quad (4)$$

$$d_2 = H_2 / \tan \theta_2 \quad (5)$$

$$\text{overlapping (OL)} = (d_1 + d_2) - L \quad (6)$$

dengan :
 θ = *tilt* antena ($^\circ$) (sudut antara main beam dan horizontal)
 H = Tinggi BTS (m)
 d_1 = Jarak *coverage* BTS 1 (km)
 d_2 = Jarak *coverage* BTS 2 (km)
 L = Jarak sebenarnya antar BTS (km)

Untuk menghitung jarak antara 2 BTS dapat digunakan persamaan 7 sebagai berikut.

$$L = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \times 111,23 \text{ km} \quad (7)$$

dengan :
 L = jarak 2 antar BTS (dalam kilometer)
 x_1 = longitude BTS 1 (dalam desimal)
 x_2 = longitude BTS 2 (dalam desimal)
 y_1 = latitude BTS 1 (dalam desimal)
 y_2 = latitude BTS 2 (dalam desimal)

G. Parameter pengukuran

Parameter yang digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal saat overlapping ialah Rx Level dan Rx Qual.

- a. Rx Level (ambang batas -90 dBm)
Rx Level adalah nilai level daya sinyal terima yang didapat oleh MS di suatu tempat tertentu.
- b. Rx Qual (ambang batas 5)
Rx Qual adalah parameter yang menunjukkan kualitas sinyal yang diterima oleh suatu MS.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di BTS Karanglewas sektor 3 dan BTS Cilongok sektor 1 pada PT. INDOSAT, Tbk Cabang Purwokerto pada tanggal 1 Januari 2010 – 31 Mei 2010.

B. Peralatan penelitian

- a. Satu unit Laptop dengan sistem operasi Windows XP
- b. Perangkat lunak (software) TEMS Investigation 8.1
- c. Satu buah GPS dan satu buah MS

C. Metode penelitian

3) Tahap pengumpulan data

Melakukan pengumpulan data yang sesuai dengan materi dan objek penelitian.

- a. Melakukan pengumpulan data yang sesuai dengan materi dan objek penelitian.
- b. Mengambil data BTS Karanglewas sektor 3 dan BTS Cilongok sektor 1, seperti lokasi BTS, tinggi tinggi antenna, tilting antenna mula-mula, dan tinggi permukaan tanah.
- c. Mengambil data jarak antara BTS Karanglewas sektor 3 dan Cilongok sektor 1.
- d. Data Rx Qual, Rx level sebagai parameter kualitas sinyal yang digunakan dalam penelitian.

4) Tahap pengolahan data

Mengolah data yang telah dikumpulkan dari lapangan dan data hasil *drivetest*.

- a. Data *tilting* antenna dan tinggi antenna yang telah diperoleh diolah menggunakan persamaan 4 dan persamaan 5. Data lokasi BTS Karanglewas dan BTS Cilongok diolah dengan Persamaan 7.
- b. Data yang telah didapatkan dari point 1, akan diolah dengan Persamaan 6.
- c. Dilakukan perhitungan *down tilt* antenna dengan merubah sudut *tilt* antenna (range 0,5°). Kemudian lakukan point 1 dan 2. Perhitungan dilakukan sampai nilai *overlapping coverage* – nya ≤ 100 m.

5) Tahap analisa data

Data yang telah diolah pada tahap pengolahan data dianalisa dengan membandingkan antara hasil pengolahan data saat kondisi awal dan kondisi setelah dilakukannya metode *down tilt* antenna apakah telah

sesuai standar yang telah ditetapkan oleh PT. INDOSAT, Tbk (≤ 100 m).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perhitungan jarak

Perhitungan jarak dilakukan berdasarkan koordinat BTS Cilongok dan BTS Karanglewas pada database Tabel , dan perhitungan jarak dilakukan dengan Persamaan 7.

TABEL 1 DATABASE BTS YANG DIAMATI

BTS	H (m)	Long (X)	Lat (Y)	Antena	Tilt	Mdpl(m)
Cilongok	62	109°9'15,16"	-7°24'35,77"	Kathrein 739630	2°	237,74
Kr.lewas	64	109°10'51,62"	-7°24'58,73"	Kathrein 739630	2°	211,84

Hasil perhitungan jarak menggunakan Persamaan 7 didapatkan 3,065 m dan jika menggunakan GPS hasilnya ialah 3,068 m. Dari hasil perhitungan, menunjukkan bahwa perhitungan jarak menggunakan GPS ataupun Persamaan 7 menghasilkan hasil yang tidak terlalu berbeda. Hasil perhitungan jarak nantinya digunakan untuk menghitung *overlapping coverage* pada Persamaan 6.

B. Analisa down tilt

Sebelum menganalisa *down tilt*, jenis antenna harus diketahui. Berdasarkan database pada Tabel , diketahui bahwa antenna yang dipakai oleh BTS Karanglewas sektor 1 dan BTS Cilongok sektor 3 ialah antenna Kathrein 739630. Spesifikasi antenna Kathrein 739630 ditampilkan pada Tabel .

TABEL 2 SPESIFIKASI ANTENA KATHREIN

Type No.	739630
Frequency range	870 – 960 MHz
Polarization	Polarization +45°, -45°
Gain	2 x 18 dBi
Half-power beam width Copolari +45°/-45°	Horizontal: 65°, Vertical: 7°

Pada analisa *handover*, dilakukan analisa ketika kondisi antenna belum mengalami *down tilt* dan setelah mengalami *down tilt* dengan cara melakukan *drivetest*. Sebelum *drivetest*, harus dilakukan perhitungan *overlapping* antara kedua BTS. Perhitungan dapat harus berdasarkan spesifikasi antenna pada Tabel , sehingga persamaan yang dipakai ialah Persamaan 4, 5, dan 6. Data untuk perhitungan diambil dari Tabel .

Dari Tabel , mdpl kedua BTS Cilongok dan Karanglewas berbeda, sehingga pada perhitungan *coverage* (Persamaan 4 atau 5) salah satu ketinggian antenna BTS harus ditambahkan dengan selisih dari mdpl. Selisih mdpl BTS Cilongok dan BTS Karanglewas ialah 25,9 m. Selisih mdpl nantinya akan ditambahkan

pada ketinggian antena BTS Cilongok, hal ini karena mdpl BTS Cilongok mdpl lebih tinggi daripada mdpl BTS Karanglewas.

Hasil perhitungan *overlapping* dengan Persamaan 6 ketika belum dilakukannya *down tilt* ditunjukkan pada Tabel 3 dan setelah dilakukannya *down tilt* ditunjukkan pada Tabel .

TABEL 3 HASIL PERHITUNGAN SEBELUM *DOWN TILT*

Parameter	Nilai
d_1	2,5174 km
d_2	1,8327 km
L	3,065 km
<i>Overlapping</i>	1,2852 km
<i>Tilt</i>	2°

TABEL 4 HASIL PERHITUNGAN SETELAH *DOWN TILT*

Kondisi	Sudut downtilt		Coverage (m)		<i>Overlapping</i> (m)
	θ_1	θ_2	d_1	d_2	
Kondisi 1	2 °	2,5°	2517,4	1465,8	918,2
Kondisi 2	2,5 °	2 °	2012,4	1832,7	781,1
Kondisi 3	2,5 °	2,5 °	2013,4	1465,8	414,2
Kondisi 4	2,5 °	3 °	2013,4	1221,2	169,6
Kondisi 5	3 °	2,5 °	1667,4	1465,8	78,2

Dari hasil perhitungan pada Tabel , dapat dilihat bahwa kondisi *down tilt* yang sesuai untuk mengatasi *overlapping* ialah pada kondisi 5. Dengan besarnya *down tilt* untuk BTS Cilongok sektor 1 ialah 3° dan BTS Karanglewas sektor 3 ialah 2,5°.

C. Pengaruh *down tilt* antena terhadap *handover failure*

Untuk membuktikan apakah *handover failure* dapat teratasi dengan downtilt antena, maka dilakukan *drivetest* setelah kondisi 5 diterapkan pada BTS Cilongok sektor 1 dan BTS Karanglewas sektor 3. Hasil *drivetest* ditunjukkan pada Tabel .

TABEL 4 HASIL *DRIVETEST*

<i>Overlap</i> (m)	Sudut downtilt		Kualitas sinyal		Data KPI	
	θ_1	θ_2	Rx Level	Rx Qual	BSC Controlled Inc. HO Fail	HO Fail
1285,1	2 °	2°	-94 dBm	2,26	9,69% - 10,24%	10,89% - 12,04%
78,2	3 °	2,5 °	-75 dBm	1	0,01% - 0,02%	0,62% - 1,39%

Dari Tabel , dapat dikatakan bahwa metode *down tilt* antena dapat digunakan untuk menangani *handover failure* pada BTS Cilongok sektor 1 dan BTS Karanglewas sektor 3 pada PT.INDOSAT,Tbk. Purwokerto yang disebabkan *overlapping* yang terlalu jauh, hal ini berdasarkan data pada tabel 4.5 yang menunjukkan bahwa kualitas sinyal mengalami perbaikan dimana *Rx level* menjadi -75 dBm dari

sebelumnya -94 dBm (ambang batas -90 dBm) dan *Rx Qual* menjadi 1 dari sebelumnya 2,26 (ambang batas 5). Selain itu, hasil pengamatan pada data KPI *handover success rate* memperlihatkan bahwa *BSC Controlled Inc. HO Fail* yang merupakan data *handover failure* karena *overlapping* mengalami penurunan menjadi 0,01% - 0,02% dari sebelumnya 9,69% - 10,24% dan besarnya *handover failure* total juga mengalami penurunan menjadi 0,62% - 1,39% dari sebelumnya 10,89% - 12,04%. Sehingga besarnya *handover success rate* mencapai 98,61% - 99,38% (sesuai standard 97% - 98%) dari sebelumnya yaitu 87,96% - 89,11%.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ialah sebagai berikut.

- Perhitungan *down tilt* antena menunjukkan bahwa besarnya *down tilt* antena untuk mengatasi kegagalan *handover* yang terjadi karena *overlapping coverage* antara BTS Karanglewas sektor 1 dan BTS Cilongok sektor 3 pada PT. INDOSAT, Tbk. ialah sebagai berikut:
 - BTS Cilongok sektor 1 *down tilt* (θ_1) = 3°
 - BTS Karanglewas sektor 3 *down tilt* (θ_2) = 2,5°
- Overlapping coverage* antara BTS Cilongok sektor 1 dan BTS Karanglewas sektor 3 berkurang menjadi 78,2 m dari sebelumnya 1,2851 km. Ini menunjukkan bahwa metode *down tilt* antena dapat digunakan untuk mengatasi *overlapping coverage*.
- Hasil *drivetest* kualitas sinyal, nilai *Rx Level* setelah *down tilt* menjadi semakin baik yaitu -75 dBm dari sebelumnya yaitu -94 dBm. Ini berarti tidak lebih rendah dari ambang batas *Rx Level* yang diperbolehkan yaitu -90 dBm. Besarnya nilai *Rx Qual* setelah *down tilt* menjadi semakin baik yaitu 1 berada pada rentang 0,2 % < BER ≤ 0,4 % dari sebelumnya yang sudah cukup baik yaitu 2,26 yang berada pada rentang 0,4 % < BER ≤ 0,8 %, dimana ambang batas yang diperbolehkan yaitu 5 atau pada rentang 3,2 % < BER ≤ 6,4 % .
- Handover success rate* memperlihatkan bahwa metode *down tilt* antena dapat dipakai untuk mengatasi kegagalan *handover* karena *overlapping coverage* pada BTS Cilongok sektor 1 dan BTS karanglewas sektor 3. Ini ditandai dengan data KPI *handover success rate* pada data *BSC Controlled Inc. HO Fail* yang merupakan data kegagalan *handover* karena *overlapping* mengalami penurunan menjadi 0,01% - 0,02% dari sebelumnya 9,69% - 10,24% dan *handover failure* total juga turun menjadi 0,62% -

1,39% dari sebelumnya 10,89% - 12,04%, sedangkan besarnya *handover success rate* telah sesuai standar yaitu 98,61% - 99,38% (standard 97% -98%) dari sebelumnya yaitu 87% - 89%.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ialah sebagai berikut.

- a. Perlu adanya optimasi jaringan secara rutin untuk menganalisa beberapa daerah agar nantinya tidak ada lagi daerah yang mengalami kegagalan *handover* karena *overlapping coverage* ataupun *blankspot*.
- b. Sebaiknya sebelum mendirikan suatu BTS, perlu adanya perencanaan yang matang dan perhitungan ke lapangan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kesalahan dalam pendirian BTS sehingga tidak terjadi daerah yang *overlapping coverage* yang berlebihan ataupun daerah yang *blankspot*.

- c. Dalam perencanaan *tilting* antena, perencanaan harus benar-benar teliti agar tercapai hasil yang sesuai dengan standar yang ada. Hal ini karena dalam *tilting* antena, sudut 1° atau $0,5^\circ$ sangat mempengaruhi *coverage* dari antena tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- J. Purcell, Edwin dan Varberg, Dale. 1984. *Kalkulus dan Geometri Analitis Jilid I* edisi keempat. Erlangga : Jakarta.
- Jyri Hamalainen. 2007. "*Cellular Network Planning and Optimization Part IV: Antennas*". Communications and Networking Department. Helsinki University Of Technology.
- Kanaglu R. M. 1999. *Coverage Estimation for Mobile Cellular Networks from Signal Strength Measurement*. The Universitas of Texas. Dallas.
- Mishra, Ajay R. 2007. *Advanced Cellular Network planning And Optimisation*. John Wiley and Sons Limited. England.
- Mulyanta, Edi S. 2005. "*Telepon Selular Anda*". Andi : Yogyakarta
- S. Rappaport, T. 1996. "*Wireless Communications Principles and Practise*". Upper Saddle River. Prentice Hall.Inc.
- Uke Kurniawan U. 2007. *Parameter Trafik Celluler*. STT Telkom : Bandung.
- Witjaksono Sony. 2007 "*Pengenalan GSM*". Jatiluhur : Jakarta.
- www.andrew.com/Patterns Using Mechanical Downtilt/ diakses pada tanggal 31 Juli 2010 pukul 16.16 WIB.