

Survei Topografi dalam Penentuan *Line of Sight* (LoS) BTS (*Base Transceiver Station*)

Arief Laila Nugraha, Bambang Sudarsono *)

Abstract

Base Transceiver Station (BTS) represent one of appliance of supporter of telecommunications network. Development of BTS have to each other incircuit by other BTS or which have been planned. The situation where one BTS incircuit between other BTS without obstacle called Line of Sight (LoS). Topography survei is one method to make sure LoS BTS. With GPS survei and study map, high of BTS antenna can be result so LoS BTS can be made.

Key Word: BTS (Base Transceiver Station), LoS (Line of Sight), Topography survei, survei GPS (Global Positioning System), study map

Pendahuluan

Perkembangan dunia telekomunikasi Indonesia semakin meningkat. Hal ini didukung dengan kenyataan di Indonesia terdapat berbagai operator telekomunikasi. Dengan banyaknya operator, wilayah Indonesia sekarang banyak dijumpai tower-tower *Base Transceiver Station* (BTS). Pembangunan BTS sendiri diatas permukaan bumi erat kaitannya dengan bidang Geodesi. Tingkat keberhasilan pencarian lokasi BTS yang tepat agar mencapai *Line of Sight* (LoS) dengan lokasi titik BTS yang lain dapat ditentukan dengan keakuratan melakukan survei topografi yang meliputi survei GPS dan penggunaan *study map*.

BTS (Base Transceiver Station)

BTS merupakan tower pemancar dan penerima sinyal yang menghubungkan ponsel satu dengan yang lainnya lewat jaringan telekomunikasi. Dilihat dari fungsinya, pembangunan BTS berkaitan dengan area pelayanan dari suatu operator. Jadi jika suatu operator memiliki banyak BTS yang tersebar di wilayah maka area *coverage* sinyalnya

semakin luas sehingga pelayanan operator dapat sampai menyentuh setiap pelosok wilayah.

Pada pembangunan BTS melibatkan sumber daya manusia dari berbagai disiplin ilmu. Pada awal pembangunan BTS, langkah pertama yang ditempuh adalah melakukan pemilihan tempat atau lokasi dimana BTS tersebut dibangun, melakukan desain RBS (*Radio Base System*), melakukan desain transmisi, yang kemudian setelah semuanya tidak mengalami kendala dari proses perizinan dari pemerintah daerah dan masyarakat terkait, maka tower BTS dapat dibangun.

***Line of Sight* (LoS)**

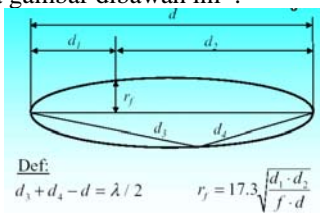
LoS ini dapat diartikan kondisi tampak pandang antar BTS tanpa adanya obyek penghalang (*obstacle*) dari jalur sinyal BTS. Pada proses desain RBS dan desain transmisi perlu adanya integrasi dari jaringan yang telah ada. Salah satu syarat BTS dapat terintegrasi dengan sempurna dengan jaringan yang telah ada yaitu kondisi *Line of Sight* (LoS) suatu BTS dengan BTS lain yang telah terintegrasi. Untuk dapat mengetahui

*) Staf Pengajar Jurusan T. Geodesi Fakultas Teknik Undip

obstacle di jalur BTS sangat mudah dilakukan dengan survei topografi dengan metode survei GPS.

Daerah Fresnel (*Fresnel Zone*)

Meskipun ada *obstacle* namun bila dikatakan tidak mengganggu sinyal antar BTS harus tidak masuk dalam Daerah Fresnel (*Fresnel Zone*) sinyal BTS. Daerah Fresnel adalah area atau zona dari ERP (Effective Radiated Power) atau dapat dikatakan bahwa Daerah Fresnel adalah area dimana sinyal dari antenna *microwave* BTS terdistribusi secara efektif. Daerah Fresnel harus bersih dari segala *obstacle*. Daerah Fresnel dapat digambarkan dan dirumuskan seperti pada gambar dibawah ini :

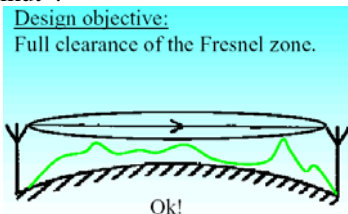


Def:
 $d_1 + d_2 - d = \lambda / 2$ $r_f = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}}$

d [km], r_f [m], f [GHz]

- d_1 = jarak tower1 dengan *obstacle*
- d_2 = jarak tower2 dengan *obstacle*
- d_3 = jarak tower1 dengan radius Daerah Fresnel
- d_4 = jarak tower2 dengan radius Daerah Fresnel
- d = jarak dua tower BTS
- λ = panjang gelombang
- f = frekuensi antenna tower BTS
- r_f = radius Daerah Fresnel

kondisi dari Daerah Fresnel yang dapat dikatakan LoS digambarkan sebagai berikut :

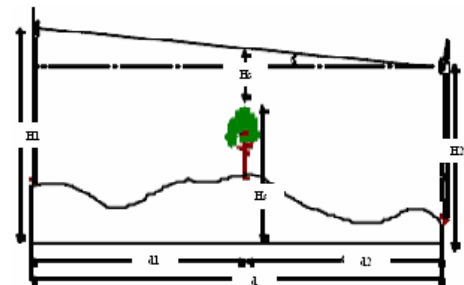


Faktor Kelengkungan Bumi

Pembangunan tower BTS diatas permukaan bumi erat kaitannya dengan faktor kelengkungan bumi. Karena pada kenyataannya bahwa bumi ini berbentuk bulat ellips sehingga jarak dua titik akan berpengaruh dengan faktor kelengkungan bumi. Berikut persamaan untuk mendapatkan faktor kelengkungan bumi :

$$hm = \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot k \cdot a}$$

Pada jarak tertentu tinggi sinyal langsung yang merambat dari pemancar ke penerima dapat dihitung . selain itu tinggi *obstacle* maksimum yang dapat menghalangi perambatan sinyal pada tempat tersebut dapat dihitung. Untuk perhitungan-perhitungan tersebut dapat menggunakan gambar profil lintasan berikut ini :



Keterangan :

- hm = Faktor kelengkungan bumi
- k = koefisien kelengkungan bumi
- d_1 = jarak tower1 dengan *obstacle*
- d_2 = jarak tower2 dengan *obstacle*
- Hc = tinggi bebas *obstacle*
- Hs = tinggi *obstacle* diatas permukaan air rata-rata
- H1 = tinggi tower BTS pemancar (m)
- H2 = tinggi tower BTS penerima (m)
- a = jari-jari kelengkungan bumi = 6370 km
- r_f = radius Daerah Fresnel

dari gambar diatas diperoleh rumus sebagai berikut :

$$H_c = H_1 - H_s - \frac{d_1}{d} \cdot (H_1 - H_2) - \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot k \cdot a}$$

Untuk daerah tampak pandang (LoS) persyaratan yang harus terpenuhi adalah $H_c \geq r_f$

Survei *Line of Sight* (LoS)

Survei LoS bertujuan untuk memverifikasi posisi dari suatu tower BTS dilapangan yang telah didesain sedemikian rupa sehingga posisi tower tersebut dapat terkoneksi dari desain jaringan yang telah ada. Survei ini dilakukan untuk merekomendasikan tempat (*site*) kandidat posisi tower yang lain yang menjadi alternatif *link* jaringan utamanya.

Seorang surveiur LoS dalam melakukan pekerjaannya seperti menaiki tower BTS ataupun memanjat atau menaiki sesuatu untuk mendapatkan posisi tertinggi, hendaknya memakai pakaian yang aman dan tertutup untuk mencegah terjadinya luka gores, sepatu untuk memanjat, proteksi dari sinar matahari, perlengkapan memanjat, dan yang penting saat menaiki tower sebelumnya minum air secukupnya untuk mencegah kekeringan di atas tower.

Sedangkan perlengkapan yang harus ada saat mengerjakan survei LoS yaitu:

1. GPS (*Global Positioning System*) untuk mencari posisi titik tower BTS yang akan disurvei. Untuk keperluan survei ini biasa menggunakan GPS tipe *handheld*
2. Kompas, untuk menentukan arah dari jaringan yang telah didesain
3. Clinometer dan Altimeter, untuk menentukan ketinggian posisi tower diatas permukaan bumi
4. Binocular dan kamera, digunakan untuk memastikan dan

mendokumentasikan pandangan arah (*far end* dan *near end*) dari posisi tower yang disurvei dengan posisi tower yang telah didesain atau yang telah ada

Sebelum melakukan survei LoS hendaknya harus memastikan informasi posisi tower BTS yang akan disurvei lengkap dengan jaringan posisi tower lain yang telah didesain atau yang telah ada.

Dalam melakukan survei LoS, langkah-langkah yang diambil diantaranya :

- a. Memverifikasi dan mengkonfirmasi posisi tower BTS yang benar yang telah di desain untuk disurvei
- b. Melakukan *study map* sebelum melakukan survei ke lapangan
- c. Memasukan semua data koordinat posisi tower BTS yang didesain dan posisi jaringan yang ada ke dalam GPS
- d. Menandai (*marking*) dengan GPS apa saja yang memungkinkan dianggap sebagai *obstacle* selama melakukan survei pada jalur sinyal dari BTS ke BTS jaringannya
- e. Jika memungkinkan untuk setiap jarak 20 m dilakukan penandaan ketinggian bumi (*marking terrain*) sepanjang jalur sinyal BTS ke BTS jaringannya untuk mendapatkan gambaran ketinggian bumi (*path profile*)
- f. Setelah mendapatkan posisi tower yang dicari, bila telah ada tower yang berdiri, naiki tower sesuai kebutuhan ketinggiannya kemudian dengan menggunakan binocular dan kompas untuk memastikan daerah bebas *obstacle* (*Clearance area*) dari arah tower jaringannya
- g. Jika belum terbangun tower, maka dicari posisi yang tinggi dan gunakan kompas dan binocular untuk memastikan *clearance area*

- h. Selanjutnya membuat laporan mengenai kondisi dari posisi tower BTS yang disurvei lengkap dengan data lapangannya
- i. Dengan data lapangan tersebut (posisi GPS, *path profile*, dan *clearance area*) digunakan untuk penentuan LoS sehingga tinggi antenna *microwave* BTS dapat ditentukan

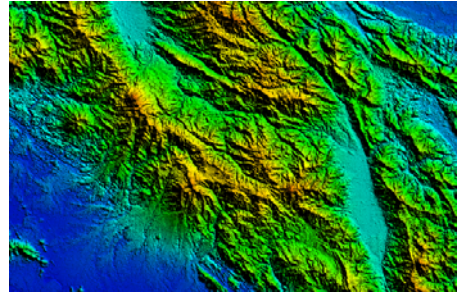
Study Map

Dari penjelasan sebelumnya, penentuan LoS BTS supaya terintegrasi dengan jaringan yang telah ada memerlukan survei lokasi. Penentuan posisi lokasi tower BTS diatas muka bumi dapat dicari dengan melakukan survei lewat peta topografi yang ada (*Study map*). Peta ini dapat berupa peta rupa bumi baik berupa *hardcopy* maupun *sofcopy*. Peta topografi memuat informasi mengenai keadaan permukaan bumi beserta informasi ketinggiannya menggunakan garis kontur. Dengan melakukan *study map* ini penentuan posisi lokasi BTS dapat diketahui daerah tersebut sesuai atau tidak dengan kebutuhan dalam pembangunan BTS. Selanjutnya, dengan peta ini pula dapat dicari beda tinggi lokasi titik BTS dengan titik BTS lainnya beserta apa yang ada diatas permukaan bumi. Dengan begitu *path profile* dari jalur sinyal antar BTS dapat dicari sehingga posisi lokasi yang akan dibangun memang sesuai dengan desain RBS atau desain transmisinya.



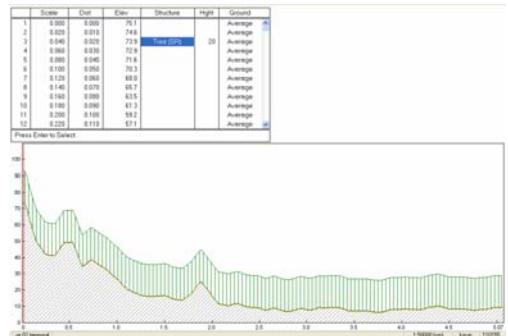
Gambar Peta Rupa Bumi

Penggunaan peta digital seperti foto udara ataupun citra satelit akan lebih sangat membantu. Karena dengan *software* tertentu (global mapper, Radio mobile, Pathloss) dapat dicari langsung *path profile* dari dua posisi BTS.



Gambar Peta Digital SRTM

Tujuan pokok dari *study map* untuk mendapatkan *path profile* dari ketinggian dipermukaan bumi kemudian ditambah dengan ketinggian obyek-obyek dibumi yang didapat dengan survei GPS. Dengan data-data tersebut penentuan LoS lewat ketinggian antenna BTS dapat diketahui.



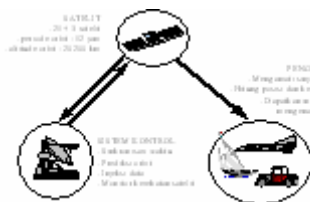
Gambar Path Profile dengan Pathloss

Survei GPS

Survei Topografi yang sangat penting dalam penentuan LoS suatu BTS yaitu survei GPS. Survei GPS ini merupakan survei yang dilakukan untuk memverifikasi dan mengidentifikasi posisi tower BTS dilapangan.

GPS (Global Positioning System) merupakan sistem navigasi satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. GPS memungkinkan kita mengetahui posisi geografis kita (lintang, bujur, dan ketinggian diatas permukaan bumi). GPS terdiri dari 3 segmen: Segmen angkasa, kontrol/pengendali, dan pengguna., dimana :Segmen angkasa: terdiri dari 24 satelit yang beroperasi dalam 6 orbit pada ketinggian 20.200 km dan inklinasi 55 derajat dengan periode 12 jam (satelit akan kembali ke titik yang sama dalam 12 jam). Satelit tersebut memutari orbitnya sehingga minimal ada 6 satelit yang dapat dipantau pada titik manapun di bumi ini. Satelit tersebut mengirimkan posisi dan waktu kepada pengguna seluruh dunia.

Pada sisi pengguna dibutuhkan penerima GPS (selanjutnya kita sebut perangkat GPS) yang biasanya terdiri dari penerima, prosesor, dan antena, sehingga memungkinkan kita dimanapun kita berada di muka bumi ini (tanah, laut, dan udara) dapat menerima sinyal dari satelit GPS dan kemudian menghitung posisi, kecepatan dan waktu.



Gambar Sistem Penentuan Posisi Global, GPS
[Abidin, Hasanuddin Z, 2000]

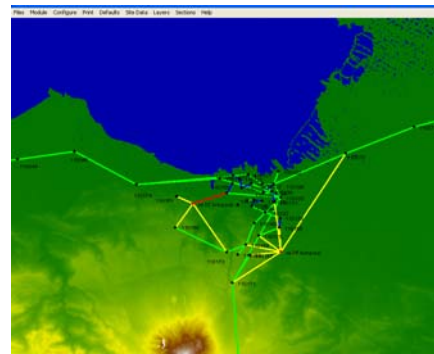
Dengan adanya GPS, survei posisi tower BTS beserta posisi BTS lain yang jadi jaringannya dapat dilakukan dengan mudah. Dengan sistem yang ada pada GPS meliputi penanda posisi obyek bumi, *input* peta, dan *tracking*

rute, penentuan LoS BTS dapat dilakukan.

Prosedur dalam melakukan survei GPS untuk menentukan LoS BTS dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Memasukan koordinat posisi tower BTS beserta posisi jaringannya
2. Melakukan *tracking* rute sepanjang jalur sinyal BTS dan jaringannya
3. Menandai obyek-obyek yang dianggap sebagai *obstacle* sinyal BTS seperti tower sutet PLN, cerobong pabrik, gedung yang tinggi, atau tower BTS dari operator yang lain
4. Melakukan *Download* hasil data GPS kemudian sinkronkan dengan hasil data *study map*

Dengan melakukan langkah-langkah tersebut, penentuan LoS BTS dapat dikoreksi dan direkomendasikan sehingga dapat membantu dalam penentuan *Link Budget* dari desain jaringan.

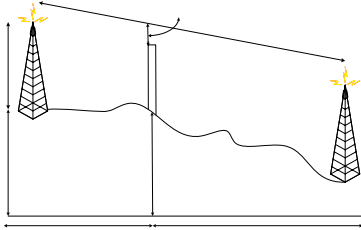


Gambar Hasil Tracking GPS disinkronkan dengan peta digital pada Pathloss

Penentuan Tinggi Antena BTS

Dalam menentukan tinggi tower agar BTS dapat dikatakan *line of sight* (LoS), yang harus dilakukan adalah ketentuan mengenai koefisien faktor kelengkungan bumi (k), dimana

biasanya yang dipakai $k = \frac{4}{3}$ serta harus mengikuti kaedah kondisi LoS.



Gambar Perencanaan Tinggi Antenna

Tinggi koreksi antenna dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$h_{\text{corrected}} = \frac{0,079xd_1xd_2}{k}$$

$$\text{jari-jari fresnel } F=17,3 \sqrt{\frac{fxd_1xd_2}{fxd}}$$

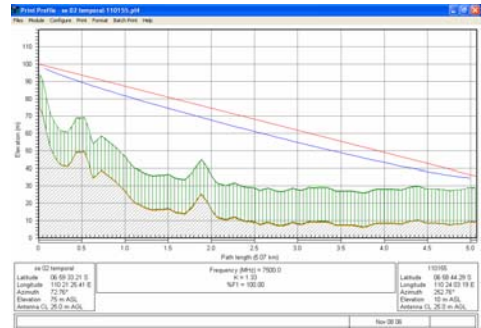
dimana *clearance* = 0,6F + $h_{\text{corrected}}$ maka tinggi *obstacle* maksimum agar kondisi dikatakan LoS, maka

$$h_3 = h_{\text{obstacle}} + \text{clearance}$$

Dengan software tertentu seperti Pathloss, Global Mapper, ataupun Radio Mobile penentuan tinggi antenna dapat dicari. Dengan hasil data *study map* dan survei GPS seperti penjelasan diatas dimasukkan dalam software tersebut maka dapat dikalkulasikan tinggi antenna yang dianggap LoS pada jaringannya.

Pathloss 4.0 - sa 02 temporal 110155.pdf	
Site Name	sa 02 temporal 110155
Cell Site	110155A
Station Code	
Owner Code	
Latitude	06 59 33 21 S
Longitude	110 24 03 19 E
True azimuth (°)	32 76
Calculated Distance (km)	5,07
Profile Distance (km)	5,07
Clearance	WGS 1984
Elevation (m)	75 10
Tower Height (m)	10 29
TR Antenna Height (m)	20 83
Code	22 58
TX loss (dB)	0 00
RX loss (dB)	0 00

Gambar Proses Penentuan Tinggi Antenna pada Pathloss



Gambar Hasil Simulasi Penentuan Tinggi Antena pada Pathloss

Kesimpulan

Dari penjelasan diatas dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

1. BTS sebagai pemancar dan penerima sinyal dalam pembangunannya memerlukan survei untuk mendapatkan integrasi dari desain jaringan yang dibuat ataupun dari desain jaringan yang telah ada.
2. Survei yang dilakukan adalah untuk menentukan *Line of Sight* (LoS) sehingga BTS yang akan dibangun benar-benar dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan *link* yang telah didesain.
3. Survei LoS survei dapat dilakukan dengan melakukan survei topografi meliputi survei GPS dan *study map*.
4. Dengan keakuratan peta dan survei GPS yang baik dan benar maka akan memudahkan dalam memverifikasi dan merekomendasi posisi suatu tower BTS telah LoS terhadap jaringannya

MSL A Dengan survei topografi diatas dapat dihasilkan pula ketinggian antenna *microwave* BTS yang diperlukan sehingga penentuan LoS dapat tercapai.

Lokasi TX

clearance

MSL obstacle

Lokasi obstacle

d_2

Daftar Pustaka

1. _____, 2003, *Network Methodologies and Concepts*, Motorola-Indonesia
2. Abidin, Hasanuddin Z, 2000, *Penentuan Posisi dengan GPS dan aplikasinya*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
3. Abidin, Hasanuddin Z, 2001, *Geodesi Satelit*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
4. Abidin, Hasanuddin Z; Jones, Andrew; Kahar, Joenil 2002, *Survei dengan GPS*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
5. Kusnandar, Usman & Hasudungan, Manurung 2006, *Analisis Base Station pada Jaringan Lokal Akses Radio*, Jurusan Elektro STT Telkom
6. Usman, Uke K, 2006, *Sistem LMDS, Layanan Broadband Wireless pada Frekuensi 38 GHz – 31 GhZ*, Jurusan Elektro STT Telkom
7. Wongsotjitra, Soetomo, 1983, *Ilmu Ukur Tanah*, Kanisius, Yogyakarta