

**ANALISIS PERENCANAAN PEMBANGUNAN BTS (*BASE
TRANSCEIVER STATION*) BERDASARKAN FAKTOR
KELENGKUNGAN BUMI DAN DAERAH *FRESNEL* DI REGIONAL
PROJECT SUMATERA BAGIAN SELATAN**

Nanang Ismail, Maharoni, Innel Lindra

Abstrak

Survei topografi adalah kegiatan untuk mendapatkan data yang berhubungan dengan permukaan bumi pada suatu wilayah yang terdiri dari berbagai variabel topografi, seperti *drive test* dan *tracking*, daerah *Fresnel*, faktor kelengkungan bumi, penentuan tinggi antena BTS dan lain-lain. Makalah ini merupakan resume penelitian yang dilakukan di Jalan Lintas Timur Tulang Bawang. Pada penelitian, terdapat sektor transmisi sinyal. Arah sektor transmisi sinyal pada Sektor A mengarah ke Desa Banjar Margo, Desa Purwa Jaya dan Desa Penawar Rejo, Sektor B mengarah ke Kota Tulang Bawang, Desa Banjar Agung, Polsek Tulang Bawang, Rumah Makan Padang, Sektor C mengarah ke Desa Tunggal Warga dan Komplek Balai Besar Teknologi Pati. Daerah *Fresnel* untuk kandidat P adalah 1.7129 meter dengan sinyal transmisi 4.0277 meter, untuk kandidat Q adalah 1.7407 meter dengan sinyal transmisi 4.0444 meter sedangkan untuk kandidat R diperoleh daerah *Fresnel* sejauh 1.8809 meter dengan sinyal transmisi 4.1285 meter. Faktor kelengkungan bumi pada kandidat P, Q dan R berturut-turut adalah 0.0236 meter, 0.025 meter dan 0.0346 meter. Tinggi antena minimal pada kandidat P, Q dan R agar kondisi LoS berdasarkan hasil perhitungan berturut-turut adalah 34.0436 meter, 35.063 meter dan 33.1556 meter. Namun berdasarkan hasil perhitungan daerah *Fresnel*, bisa dikatakan kandidat R merupakan kandidat yang paling cocok dan sesuai dikarenakan memiliki daerah *Fresnel* yang lebih besar.

Kata Kunci : BTS, Topografi, Daerah *Fresnel*, Faktor kelengkungan bumi

Pendahuluan

Kebutuhan telekomunikasi yang semakin cepat dewasa ini, telah mendorong manusia untuk selalu berkreasi dengan menciptakan teknologi baru. Perkembangan teknologi komunikasi saat ini di Indonesia

berkembang dengan pesat. Beberapa vendor telepon seluler berlomba-lomba untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat. Peningkatan tersebut diantaranya dengan memperluas jaringan sinyal telepon seluler hingga ke pelosok daerah dan kecamatan. Selain meningkatkan jaringan sinyal, vendor

telepon seluler juga meningkatkan teknologi telekomunikasi seluler. Salah satu cara untuk meningkatkan jaringan sinyal telepon seluler adalah dengan memperluas coverage area dan meningkatkan kapasitas layanan trafik. Tower telekomunikasi seluler/tower BTS (*Base Transceiver Station*) adalah alat yang berfungsi untuk menempatkan antena pemancar sinyal (jaringan akses) untuk memberikan layanan kepada pelanggan di sekitar tower[11].

BTS adalah suatu perangkat dalam jaringan telekomunikasi seluler yang berbentuk sebuah tower dengan antena pemancar dan penerima yang berfungsi sebagai penguat sinyal daya, sehingga dapat menghubungkan jaringan operator telekomunikasi seluler dengan pelanggannya. BTS memiliki daerah cakupan yang luasannya tergantung dari kuat lemahnya pancaran daya dari sinyal yang dikirimkan ke pelanggan. Sebagian besar dari mereka menggunakan sistem

GSM (*Global System For Mobile Communication*)[12].

Penentuan lokasi tower BTS untuk jaringan telepon seluler menjadi masalah yang sering dihadapi oleh pihak operator penyedia jaringan komunikasi seluler. Operator dituntut untuk dapat menentukan lokasi tower BTS yang potensial agar semua wilayah dapat terjangkau sinyalnya. Berbagai parameter menjadi bahan pertimbangan dalam menentukan perencanaan pembangunan tower BTS, baik itu dari segi teknis dan keadaan sosial kemasyarakatan[1].

Pembangunan BTS di atas permukaan bumi perlu perencanaan dan perhitungan yang tepat sehingga diharapkan dapat membangun tower yang sesuai seperti yang diharapkan. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembangunan BTS adalah keadaan topografi suatu wilayah, sehingga diperlukan survei topografi untuk menganalisis wilayah tersebut. Selain

survei topografi ada berbagai proses yang harus dilakukan dalam membangun tower BTS yaitu keadaan sosial kemasyarakatan di wilayah yang akan dibangun tower, perizinan lahan, biaya pembangunan tower yang mencakup biaya konstruksi, lahan dan lain-lain, perizinan ke lembaga pemerintahan yang berwenang dan lain-lain. Dari berbagai proses tersebut survei topografi merupakan proses untuk menghasilkan suatu optimasi pembangunan tower secara analitik dan teknik agar diperoleh tower yang mampu bekerja secara optimal.

Pada saat ini peran pengukuran dan pemantauan lingkungan kita menjadi semakin penting, hal itu disebabkan semakin bertambahnya populasi manusia, semakin tingginya harga sebidang tanah, sumber daya alam kita semakin berkurang, dan aktivitas manusia yang menyebabkan menurunnya kualitas tanah, air, dan udara kita. Di zaman modern seperti saat ini, dengan bantuan komputer dan teknologi satelit surveyor dapat

mengukur, memantau bumi dan sumber daya alam secara global. Begitu banyak informasi yang telah tersedia untuk seperti; membuat keputusan perencanaan, dan perumusan kebijakan dalam berbagai penggunaan lahan pengembangan sumber daya, dan aplikasi pelestarian lingkungan[13].

Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan suatu analisis perencanaan pembangunan tower BTS berdasarkan berbagai variabel topografi di Jalan Lintas Timur Tulang Bawang *Regional Project* Sumatera Bagian Selatan. Penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian pendahulu. Ada penambahan analisis faktor kelengkungan bumi dan menghitung daerah *Fresnel* yang tidak digunakan pada penelitian pendahulu, tetapi pada penelitian ini kedua parameter tersebut dijadikan sebagai pertimbangan guna membuat perencanaan pembangunan tower BTS. Kedua parameter tersebut begitu penting untuk perencanaan pembangunan tower BTS diatas tanah

(green field) karena daerah Fresnel akan menentukan area yang tertransmisi sinyal secara efektif sehingga perlu dianalisis guna mendapatkan area yang tertransmisi sinyal dengan efektif, faktor kelengkungan bumi merupakan variabel yang akan mempengaruhi proses transmisi sinyal karena keadaan bumi tidak selamanya konstan sehingga perlu dilakukan analisis guna mendapatkan lokasi yang sesuai untuk perencanaan pembangunan tower BTS.

Landasan Teori

A. Tower BTS

Tower adalah menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa baik segiempat atau segitiga, atau hanya berupa pipa panjang/tongkat, yang bertujuan untuk menempatkan antena dan radio pemancar maupun penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. Tower BTS sebagai sarana komunikasi dan informatika, berbeda dengan *tower*

SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) listrik PLN.[10]

B. Base Tranceiver Station (BTS)

BTS adalah bagian dari *network element* GSM/CDMA yang berhubungan langsung dengan *Mobile Station* (MS). BTS berhubungan dengan MS melalui *air-interface* dan berhubungan dengan BSC dengan menggunakan *A-bis interface*. BTS berfungsi sebagai pengirim dan penerima (*transceiver*) sinyal komunikasi dari/ke MS serta menghubungkan MS dengan *network element* lain dalam jaringan seperti BSC, MSC, SMS, IN dan sebagainya dengan menggunakan *radio interface*. [2]

C. Drive Test dan Tracking

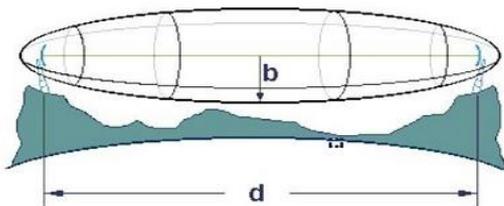
Drive test adalah Proses pengukuran sistem komunikasi bergerak pada sisi gelombang radio di udara yaitu dari arah pemancar atau BTS ke MS (*Mobile Station*) atau *Handphone* atau sebaliknya, dengan menggunakan *handphone* yang

didesain secara khusus untuk pengukuran.[3]

Tracking atau pemantauan dalam hal ini adalah kegiatan untuk memantau keberadaan mobile atau tower *existing* berdasarkan posisi yang didapatkan dari peralatan *tracking*. [9]

D. Daerah Fresnel (Fresnel Zone)

Daerah *Fresnel* adalah daerah atau zona dari ERP (*Effective Radiated Power*) atau area dimana sinyal dari antena *microwave* BTS terdistribusi secara efektif. Meskipun ada *obstacle* namun bila dikatakan tidak mengganggu sinyal antar BTS, maka daerah tersebut tidak masuk dalam daerah *Fresnel* sinyal BTS. Daerah *Fresnel* harus bersih dari segala *obstacle*. [1] Daerah *Fresnel* dapat digambarkan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Daerah *Fresnel*[8]

Untuk menghitung daerah *Fresnel* menggunakan rumus 1.[7]

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}} \quad (1)$$

Keterangan :

d = Jarak dua tower BTS (km)

f = Frekuensi antena tower BTS (GHz)

r_f = Radius daerah *Fresnel* (m)

E. Faktor Kelengkungan Bumi

Pembangunan tower BTS diatas permukaan bumi erat kaitannya dengan faktor kelengkungan bumi. Karena pada kenyataannya bahwa bumi ini tidak datar dan berbentuk bulat *elips*, maka jarak antara dua titik diatas permukaan bumi akan dipengaruhi oleh faktor kelengkungan bumi. Berikut ini adalah persamaan untuk mendapatkan faktor kelengkungan bumi ditunjukkan pada rumus 2.[1]

$$h_{corrected} = \frac{0.079 \cdot d1 \cdot d2}{k} \quad (2)$$

Keterangan :

$h_{corrected}$ = Faktor kelengkungan bumi

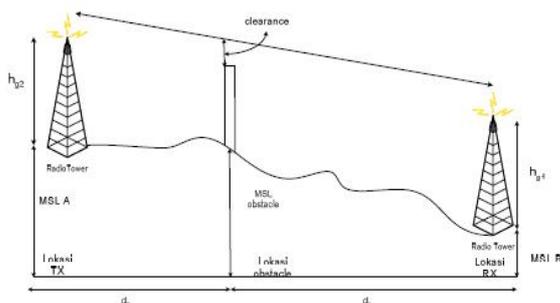
$d1$ = Jarak tower 1 dengan *obstacle* (km)

$d2$ = Jarak tower 2 dengan *obstacle* (km)

k = Koefisien kelengkungan bumi

F. 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 $k = 4/3$ ^[3], tetapi bisa juga diketahui dengan menggunakan *software pathloss*. Penentuan tinggi antena harus mengikuti kaedah kondisi LoS seperti ditunjukkan pada gambar 2.[1]



Gambar 2. Perencanaan Tinggi Antena[1]

Untuk menentukan tinggi antena dapat menggunakan persamaan berikut ini yaitu pada rumus 3[6].

$$h_{antena} = h_{obstacle} + Clearance \quad (2.3)$$

Dimana untuk menghitung *Clearance* ditunjukkan pada rumus 2.4[1], dengan jari –jari *Fresnel* dapat dihitung dengan rumus 2.5.[1]

$$Clearance = 0.6F + h_{corrected} \quad (2.4)$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{n \cdot d1 \cdot d2}{f \cdot d}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

h_{antena} = Tinggi antena (m)

$h_{obstacle}$ = Tinggi *obstacle* (m)

Clearance = Jarak antara tinggi *obstacle* dengan tinggi antena minimal (m)

n = Daerah *Fresnel* ke n ($n = 1, 2, 3, \dots$)

F = Jari-jari *Fresnel* (m)

Perancangan dan Pengambilan Data

A. Penentuan Titik Lokasi Tower BTS

Perancangan Prosedur kerja untuk menentukan titik lokasi tower adalah sebagai berikut:

- Penentuan titik lokasi nominal

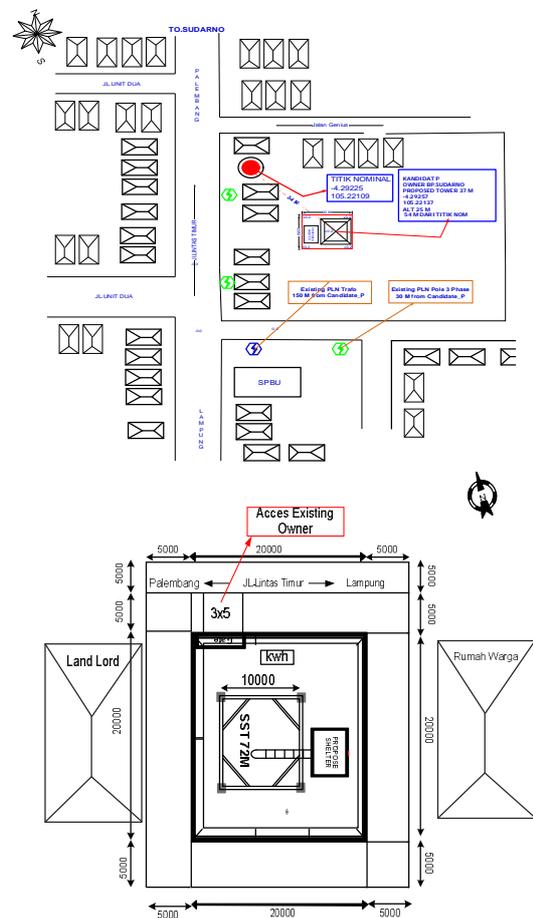
Titik lokasi nominal adalah titik lokasi yang mana merupakan hasil penetapan dari *provider* seluler, dalam hal ini yaitu Jalan Lintas Timur Tulang Bawang yang dijadikan sebagai titik nominal.

- Penentuan titik lokasi kandidat

Langkah selanjutnya setelah didapat titik nominal yaitu penentuan titik lokasi kandidat. Survei ini dilakukan untuk mendapatkan lokasi yang terdekat dengan nominal koordinat yang ada dalam desain jaringan, hasilnya merupakan tiga titik lokasi kandidat yang diperoleh berdasarkan lokasi terdekat dengan nominal.

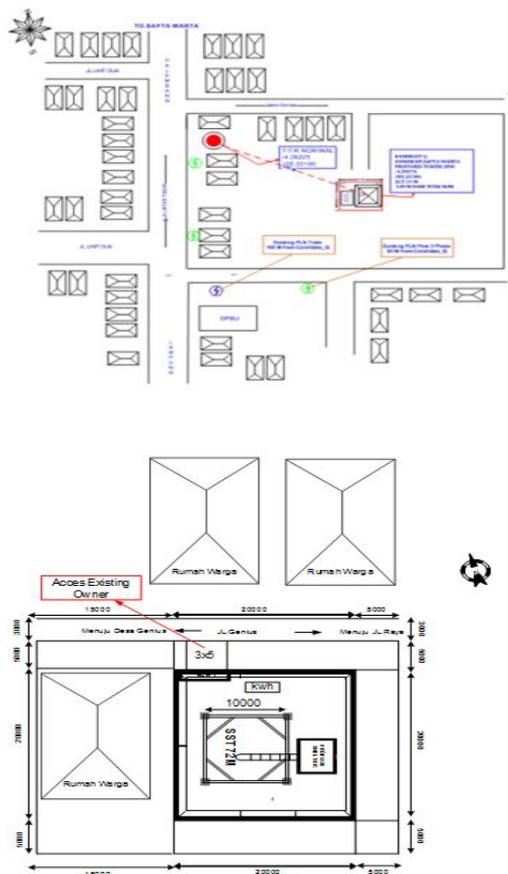
Kandidat 1 atau biasa juga disebut sebagai kandidat P diperoleh jarak sejauh

54 meter dari titik lokasi nominal dan dengan menggunakan GPS diperoleh bearing 1310, latitude S4.29257 dan longitude E105. 22137. Denah lokasi kandidat P lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 3.(a) dan perancangan *site area* ditunjukkan pada gambar 3.(b).



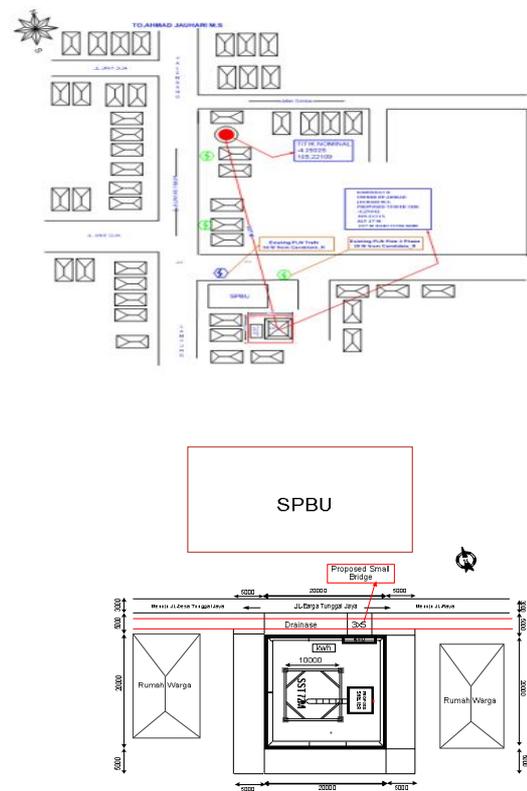
Gambar 3. (a) Denah Lokasi Kandidat P
(b) Perancangan *Site Area* Kandidat P

Kandidat 2 atau biasa juga disebut sebagai kandidat Q, setelah dilakukan pengukuran dengan pengukur jarak diperoleh jarak sejauh 109 meter dari titik lokasi nominal dan dengan GPS diperoleh bearing 1210, latitude S4.29276 dan longitude E105.22184. Denah lokasi kandidat Q lebih jelasnya ditunjukkan pada gambar 4.(a) dan perancangan sitearea ditunjukkan pada gambar 4.(b).



Gambar 4.(a) Denah Lokasi Kandidat Q
(b) Perancangan Site Area Kandidat Q

Kandidat 3 atau biasa juga disebut sebagai kandidat R, setelah dilakukan pengukuran dengan pengukur jarak diperoleh jarak sejauh 227 meter dari titik lokasi nominal dan dengan menggunakan GPS diperoleh bearing 1760, latitude S4.29442 dan longitude E105.22115. Untuk lebih jelasnya denah lokasi kandidat R ditunjukkan pada gambar 5.(a) dan perancangan site area ditunjukkan pada gambar 5.(b).



Gambar 5.(a) Denah Lokasi Kandidat R
(b) Perancangan Site Area Kandidat R

B. Perancangan Tracking dan Drive Test

Perancangan sistem *drive test* dan *tracking* untuk pengambilan data penelitian yaitu dengan merancang laptop yang sudah memiliki lisensi *Tems* pada *doggle*, kabel USB, GPS dan *handphone* yang *support* dengan *TEMS Investigation* yaitu Sony Ericsson K800i, Sony Ericsson T610 atau Sony Ericsson W995i.

C. Pengambilan Data Untuk Daerah

Fresnel

Untuk dapat menentukan daerah *Fresnel*, data yang harus diperoleh adalah besar frekuensi antena tower BTS yaitu pengirim dan penerima, dan jarak antara kedua tower tersebut. Apabila semua data yang dibutuhkan tersebut sudah diperoleh maka akan didapat daerah *Fresnel* dengan rumus $r_f = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}}$, dimana **d** adalah jarak antara kedua tower dan **f** adalah frekuensi antena tower BTS.

D. Pengambilan Data Untuk Faktor Kelengkungan Bumi

Dalam menentukan faktor kelengkungan bumi, data yang harus diperoleh adalah jarak antara kedua tower dengan *obstacle*. Apabila semua data yang dibutuhkan tersebut sudah diperoleh maka akan didapat besar faktor kelengkungan bumi dengan rumus $h_{corrected} = \frac{0.079 \cdot d_1 \cdot d_2}{k}$, dimana **d1** adalah jarak kandidat P,Q atau R dengan *obstacle*, **d2** adalah jarak antara site ID MGA003 dengan *obstacle* dan **k** adalah koefisien kelengkungan bumi.

E. Pengambilan Data untuk Penentuan Tinggi Antena

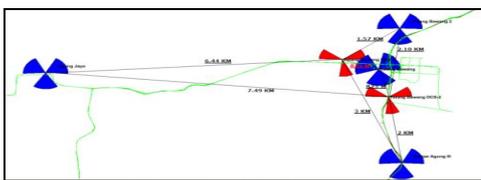
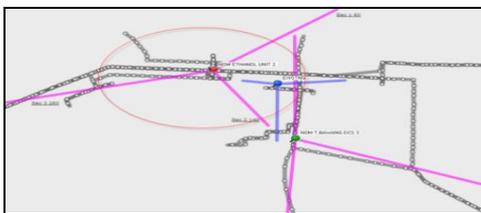
Untuk dapat menentukan tinggi antena minimal agar LoS bisa menggunakan rumus dan bisa juga menggunakan *software pathloss*. Untuk menentukan tinggi antena dengan persamaan makadanta yang harus diperoleh adalah tinggi *obstacle* dan besar jari-jari *Fresnel*. Apabila semua data yang

dibutuhkan tersebut sudah diperoleh maka akan didapat tinggi antena minimal yang LoS dengan persamaan $h_{\text{antena}} = h_{\text{obstacle}} + \text{Clearance}$, dimana h_{obstacle} adalah tinggi *obstacle* dan *Clearance* adalah jarak antara tinggi *obstacle* dengan tinggi antena minimal.

Analisis data

A. Tracking dan Drive Test

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh *tracking* dan *drive test* sebagai berikut: *Tracking*



Gambar 6.(a) Hasil *Tracking* (b) Hasil *Tracking* Tampilan Sektor Arah Transmisi Sinyal

Berdasarkan gambar 6.(a) dapat dilihat adanya tower *existing* (bulat

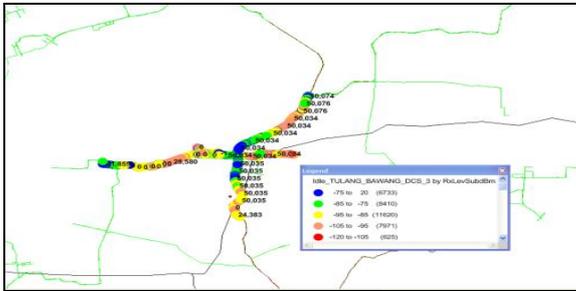
berwarna biru), titik nominal Tulang Bawang DCS 2 (bulat berwarna hijau) dan titik nominal Ethanol Unit 2 ((bulat berwarna merah). Garis yang berwarna ungu dan biru pada titik nominal Tulang Bawang DCS 2, Ethanol Unit 2 dan tower *existing* merupakan sektor arah pancaran transmisi sinyal yang masing-masing terdiri dari 3 sektor. Berdasarkan gambar 6.(b) dapat dilihat arah transmisi sinyal tower *existing* dan perkiraan titik nominal dengan arah transmisi sinyal yang mengarah ke area yang belum ditransmisi oleh sinyal tower *existing*. Arah sektor transmisi sinyal ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Arah Sektor Transmisi Sinyal

Sektor	Coverage Objective	Topography	Landscape
A	Desa Banjar Margo, Desa Purwa Jaya, Desa Penawar Rejo, Jalan Lintas Timur Sumatera	Flat	Residential, Main Road
B	Kota Tulang Bawang, Desa Banjar Agung, Polsek Tulang Bawang, Rumah Makan Padang	Flat	Residential, Main Road
C	Desa Tunggal Warga, Komplek Balai Besar eknologi Pati	Flat	Residential, Offices

Drive Test

Dari penelitian diperoleh hasil drive test seperti yang ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil *Drive Test*

Drive test pada penelitian ini hanya mengambil data *RxLev*. *RxLev* adalah kuat sinyal penerimaan yang menyatakan besarnya sinyal yang diterima pada sisi penerima (*MobileStation*). Nilai *RxLev* merupakan suatu nilai yang menunjukkan level kekuatan sinyal, yang ditunjukkan dalam rentang minus dBm. Semakin kecil nilai *RxLev* (semakin besar minus dBm pada *RxLev*), semakin lemah kekuatan sinyal penerimaan pada MS. Standar nilai *RxLev* pada masing- masing *provider* berbeda. Pada penelitian ini, digunakan standar nilai *RxLev* ditunjukkan pada tabel 2[5].

Tabel 2. Standar Nilai *RxLev*

Warna	Rentang Nilai (dBm)	Golongan
Biru	-75 hingga 20	Sangat Bagus
Hijau	-85 hingga -75	Bagus
Kuning	-95 hingga -85	Sedang
Coklat	-105 hingga -95	Buruk
Merah	-120 hingga -105	Sangat Buruk

B. Daerah Fresnel

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh daerah *Fresnel* sebagai berikut:

Kandidat P

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandidat P berjarak 0.9 km dengan *site ID* MGA003 dan besar frekuensi antara keduanya yaitu 23000 MHz atau 23 GHz. Maka besar daerah *Fresnel* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{0.9}{4(23)}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{0.9}{92}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{0.0098}$$

$$r_f = 17.32 (0.0989)$$

$$r_f = 1.7129 \text{ meter}$$

Jadi besar daerah *Fresnel* untuk kandidat P yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah 1.7129 meter dan sinyal transmisi pada kandidat P dapat dikatakan baik jika 60% r_f+3 meter atau 4.0277 meter.

Kandidat Q

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandidat Q berjarak 0.93 km dengan *site ID* MGA003 dan besar frekuensi antara keduanya yaitu 23000 MHz atau 23 GHz. Maka besar daerah *Fresnel* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{0.93}{4(23)}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{0.93}{92}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{0.0101}$$

$$r_f = 17.32 (0.1005)$$

$$r_f = 1.7407$$

Jadi besar daerah *Fresnel* untuk kandidat Q yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah 1.7407 meter dan sinyal transmisi pada kandidat Q dapat dikatakan baik jika 60% r_f+3 meter atau 4.0444 meter

Kandidat R

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandidat R berjarak 1.09 km dengan *site ID* MGA003 dan besar frekuensi antara keduanya yaitu 23000 MHz atau 23 GHz. Maka besar daerah *Fresnel* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{1.09}{4(23)}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{\frac{1.09}{92}}$$

$$r_f = 17.32 \sqrt{0.0118}$$

$$r_f = 17.32 (0.1086)$$

$$r_f = 1.8809$$

Jadi besar daerah *Fresnel* untuk kandidat R yang diperoleh dari perhitungan diatas dalah 1.8809 meter dan sinyal transmisi pada kandidat R dapat dikatakan baik jika $60\% r_f + 3$ meter atau 4.1285 meter.

C. Faktor Kelengkungan Bumi

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh faktor kelengkungan bumi sebagai berikut:

Kandidat P

Data yang diperoleh dari hasil simulasi dengan *software pathloss* menunjukkan bahwa kandidat P berjarak 0.5 km terhadap *obstacle* sedangkan jarak *site ID* MGA003 terhadap *obstacle* adalah 0.4 km. Maka besar faktor kelengkungan bumidapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_{\text{corrected}} = \frac{9 \cdot d1 \cdot d2}{k}$$

$$h_{\text{corrected}} = \frac{9 \cdot 0.5 \cdot 0.4}{0.67}$$

$$h_{\text{corrected}} = \frac{58}{7}$$

$$h_{\text{corrected}} = 0.0236 \text{ meter}$$

Kandidat Q

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandidat Q berjarak 0.52 km terhadap *obstacle* sedangkan jarak *site ID* MGA003 terhadap *obstacle* adalah 0.41 km. Maka besar faktor kelengkungan bumidapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$h_{\text{corrected}} = \frac{9 \cdot d1 \cdot d2}{k}$$

$$h_{\text{corrected}} = \frac{9 \cdot 0.52 \cdot 0.41}{0.67}$$

$$h_{\text{corrected}} = \frac{68}{7}$$

$$h_{\text{corrected}} = 0.025 \text{ meter}$$

Kandidat R

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kandidat R berjarak 0.6 km terhadap *obstacle* sedangkan jarak *site ID* MGA003

terhadap *obstacle* adalah 0.49 km. Maka besar faktor kelengkungan bumidapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$h_{\text{corrected}} = \frac{9 \cdot d1 \cdot d2}{k}$$

$$h_{\text{corrected}} = \frac{9 \cdot 0.6 \cdot 0.49}{0.67}$$

$$h_{\text{corrected}} = \frac{32}{7}$$

$$h_{\text{corrected}} = 0.0346 \text{ meter}$$

D. Penentuan Tinggi Antena BTS

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh tinggi antena BTS sebagai berikut:

Kandidat P

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi *obstacle* pada kandidat P dan *site ID* MGA003 adalah 33 meter.

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{n \cdot d1 \cdot d2}{f \cdot d}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{1 \cdot 0.5 \cdot 0.4}{23 \cdot 0.9}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{0.2}{20.7}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{0.00966}$$

$$F = 17.3 (0.0983)$$

$$F = 1.7 \text{ meter}$$

Setelah di dapat $F = 1.7$ meter maka selanjutnya menghitung *Clearance*.

$$\text{Clearance} = 0.6F + h_{\text{corrected}}$$

$$\text{Clearance} = 0.6 (1.7) + 0.0236$$

$$\text{Clearance} = 1.02 + 0.0236$$

$$\text{Clearance} = 1.0436 \text{ meter}$$

Setelah di dapat $\text{Clearance} = 1.0436$ meter maka selanjutnya menghitung tinggi antena minimal agar kondisi LoS.

$$h_{\text{antena}} = h_{\text{obstacle}} + \text{Clearance}$$

$$h_{\text{antena}} = 33 + 1.0436$$

$$h_{\text{antena}} = 34.0436 \text{ meter}$$

Kandidat Q

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi *obstacle* pada kandidat Q dan *site ID* MGA003 adalah 34 meter.

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{n \cdot d1 \cdot d2}{f \cdot d}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{1 \cdot 0.52 \cdot 0.41}{23 \cdot 0.93}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{0.2132}{21.39}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{0.01}$$

$$F = 17.3 (0.1)$$

$$F = 1.73 \text{ meter}$$

Setelah di dapat $F = 1.73$ meter maka selanjutnya menghitung *Clearance*.

$$\text{Clearance} = 0.6F + 0.025$$

$$\text{Clearance} = 0.6 (1.73) + 0.025$$

$$\text{Clearance} = 1.038 + 0.025$$

$$\text{Clearance} = 1.063 \text{ meter}$$

Setelah di dapat $\text{Clearance} = 1.063$ meter maka selanjutnya menghitung tinggi antena minimal agar kondisi LoS.

$$h_{\text{antena}} = h_{\text{obstacle}} + \text{Clearance}$$

$$h_{\text{antena}} = 34 + 1.063$$

$$h_{\text{antena}} = 35.063 \text{ meter}$$

Kandidat R

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi obstacle pada kandidat R dan *site ID* MGA003 adalah 32 meter.

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{n \cdot d1 \cdot d2}{f \cdot d}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{1 \cdot 0.6 \cdot 0.49}{23 \cdot 1.09}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{\frac{0.294}{25.07}}$$

$$F = 17.3 \sqrt{0.0117}$$

$$F = 17.3 (0.108)$$

$$F = 1.8684 \text{ meter}$$

Setelah di dapat $F = 1.8684$ meter maka selanjutnya menghitung *Clearance*.

$$\text{Clearance} = 0.6F + h_{\text{corrected}}$$

$$\text{Clearance} = 0.6 (1.8684) + 0.0346$$

$$\text{Clearance} = 1.121 + 0.0346$$

$$\text{Clearance} = 1.1556$$

Setelah di dapat $\text{Clearance} = 1.1556$ meter maka selanjutnya menghitung tinggi antena minimal agar kondisi LoS.

$$h_{\text{antena}} = h_{\text{obstacle}} + \text{Clearance}$$

$$h_{\text{antena}} = 32 + 1.1556$$

$$h_{\text{antena}} = 33.1556 \text{ meter}$$

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Kandidat kandidat P terletak 54 meter dari titik lokasi nominal dengan *bearing* 131° , *latitude* S4.29257 dan *longitude* E105. 22137, kandidat Q terletak 109 meter dari titik lokasi nominal dengan *bearing* 121° , *latitude* S4.29276 dan *longitude* E105.22184 dan kandidat R terletak 227 meter dari titik lokasi nominal dengan *bearing* 176° , *latitude* S4.29442 dan *longitude* E105.22115.
2. Hasil *drivetest* untuk perencanaan pembangunan tower BTS menunjukkan masih banyak level

kekuatan sinyal yang lemah pada sepanjang Jalan Lintas Timur Tulang Bawang, sedangkan arah sektor transmisi sinyal pada Sektor A mengarah ke Desa Banjar Margo, Desa Purwa Jaya dan Desa Penawar Rejo, Sektor B mengarah ke Kota Tulang Bawang, Desa Banjar Agung, Polsek Tulang Bawang, Rumah Makan Padang, Sektor C mengarah ke Desa Tunggal Warga dan Komplek Balai Besar Teknologi Pati.

3. Daerah *Fresnel* untuk kandidat P adalah adalah 1.7129 meter dengan sinyal transmisi 4.0277 meter, untuk kandidat Q adalah 1.7407 meter dengan sinyal transmisi 4.0444 meter sedangkan untuk kandidat R diperoleh daerah *Fresnel* sejauh 1.8809 meter dengan sinyal transmisi 4.1285 meter
4. Faktor kelengkungan bumi pada kandidat P, Q dan R berturut-turut

adalah 0.0236 meter, 0.025 meter dan 0.0346 meter.

5. Tinggi antena minimal pada kandidat P, Q dan R agar kondisi LoS berdasarkan hasil perhitungan berturut-turut adalah 34.0436 meter, 35.063 meter dan 33.1556 meter.
6. Berdasarkan hasil perhitungan daerah *Fresnel* bisa dikatakan kandidat R merupakan kandidat yang paling cocok dan sesuai dikarenakan memiliki daerah *Fresnel* yang lebih besar.

B. Saran

Adapun saran yang ingin disampaikan pada penelitian selanjutnya yang ingin meneruskan penelitian ini adalah:

1. Sesuai dengan hasil penelitian yang menambahkan analisis tentang daerah *Fresnel* dan faktor kelengkungan bumi sebagai suatu variabel topografi yang harus

dianalisis karena setiap kandidat lokasi memiliki hasil yang berbeda.

2. Kepada peneliti, *surveyor* dan juga pihak *provider* yang akan melakukan *Site Investigation Survey* (SIS) agar melakukan analisis tidak hanya menggunakan perangkat *software* tetapi juga menggunakan persamaan/rumus, sehingga lebih bisa memantapkan hasil analisis.

Daftar Pustaka

- [1] Arif Laela Nugraha dan Bambang Sudarsono. 2007. *Survei Topografi Untuk Menentukan Garis Tampak Pandang BTS*. [Diakses tanggal 20 Maret 2014].
- [2] Bagus R, Dony. 2011. *Aplikasi Temo Investigation Sebagai Tool Untuk Drive Test Pada Sistem Selluler Di PT. Indosat, Tbk Semarang*. Laporan Kerja Praktek : Universitas Diponegoro Semarang. [Diakses tanggal 1 Juli 2014].
- [3] Erfiadi, Try. 2012. *Drive Test 3G Dengan Menggunakan Software Nemo Outdoor*. Laporan Kerja Praktek : UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

- [4] Site Investigation Survei Report Telkomsel Tahun 2012.
- [5] Warassih, Anggit Praharasty. 2009. *Analisis Kualitas Panggilan Pada Jaringan GSM Menggunakan TEMS Investigation*. Makalah Seminar: Universitas Diponegoro Semarang. [Diakses tanggal 1 Juli 2014].
- [6] www.belajar.internetsehat.org/wiki/index.php/WiFi:_Kalkulasi_Fresnel_Zone_Clearance. [Diakses tanggal 10 April 2014].
- [7] www.elchusany.blogspot.com/2011/01/fresnel-zone.html. [Diakses WIB tanggal 10 April 2014].
- [8] www.slideshare.net/dhie818/zona-fresnel. [Diakses tanggal 10 April 2014].
- [9] www.telecomeducation.blogspot.com/2008/10/apa-itu-bts.html. [Diakses tanggal 7 Juni 2014].
- [10] www.wikimu.com/News/DisplayNews.aspx?id=9473. [Diakses tanggal 21 Maret 2014].
- [11] Rizky P, Angga. 2009. Analisa Hasil Simulasi Homer Untuk Perancangan Sistem Energi Terbarukan Pada BTS (Base Transceiver Station) Pecatu Bali = Analysis Homer Simulation for BTS (Base Transceiver Station) Renewable Energy Planning System In Pecatu Bali. [Diakses tanggal 20 Maret 2014].
- [12] Indika, Mika. 2010. Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Pembangunan Tower Base Transceiver Station (BTS) pada PT. XI Axiata Tbk-Medan dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Skripsi: Universitas Sumatera Utara. [Diakses tanggal 18 maret 2014].
- [13] www.ilmusurveypemetaan.wordpress.com/2012/05/17/materi-1-defenisi-survey-dan-pemetaan/. [Diakses tanggal 7 Agustus 2014]

Nanang Ismail*

Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SGD Bandung
nanang.is@fst.uinsgd.ac.id

Maharoni

Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SGD Bandung
maharoni_23@yahoo.com

Innel Lindra

Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SGD Bandung
innelindra@yahoo.com