



ANALISIS JANGKAUAN SINYAL HANDPHONE DAN OPTIMASI PENEMPATAN MENARA BTS (*BASE TRANSCIEVER STATION*) PADA NAGARI MUARO SUNGAI LOLO KECAMATAN MAPAT TUNGGUL SELATAN KABUPATEN PASAMAN

Fitri Dayanti¹, Triyatno²

Program Studi Geografi,

Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang

Email : fitriidayanti12@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan: 1) Mengetahui pengaruh jarak BTS ke penerima sinyal, ketinggian tempat, dan arah hadapan lereng terhadap kuat sinyal telepon seluler Nagari Silayang Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman. 2) Mengetahui kesesuaian penempatan menara BTS Nagari Muaro Sungai Lolo Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman. Jenis penelitian ini kuantitatif dengan pendekatan keruangan melihat kuat sinyal dengan kondisi fisik wilayah dan melihat pengaruh kuat sinyal dengan spesifikasi BTS, yakni jarak dari BTS, ketinggian tempat dan arah hadapan lereng. Menggunakan analisis regresi linier berganda dan overlay. Hasil penelitian yaitu: 1) Ketinggian tempat nilai signifikan 0,011 sudah cukup bukti menyatakan ketinggian tempat berpengaruh terhadap kuat sinyal, taraf kepercayaan 0,05. Jarak dari BTS nilai signifikan 0,000 sudah cukup bukti untuk menyatakan jarak dari BTS berpengaruh terhadap kuat sinyal, taraf kepercayaan 0,05. Arah hadapan lereng nilai signifikan 0,258 tidak terbukti berpengaruh arah hadapan lereng terhadap kuat sinyal, taraf kepercayaan 0,05. 2) Hasil overlay peta lereng, penggunaan lahan, ketinggian tempat menunjukkan bahwa pembangunan menara BTS di Nagari Muaro Sungai Lolo belum sesuai disebabkan faktor fisik wilayah yang tidak memenuhi standar yang ditetapkan oleh pihak menara Telekomunikasi dan faktor jumlah penduduk yang berdekatan tidak mencapai 1.000 (KK), sehingga pada tahun 2019 Nagari Muaro Sungai Lolo belum bisa mendirikan menara BTS.

Kata Kunci : Kualitas sinyal; penempatan menara BTS

Abstract

The research of aims are :1) know the influence of the BTS distance to the receiver of the signal, the height of the place, and the direction of slope to strength of cell phone signal in the Nagari Silayang Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Pasaman Regency. 2) know the suitability of BTS (Base Transceiver Station) towers in the Nagari Muaro Sungai Lolo Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman. This research is quantitative with a spatial approach by looking at the strength of the signal with the physical condition of the region and seeing the influence of signal strength with BTS specifications, namely the distance from BTS, the height of the place and the direction of the slope. Using multiple linear regression analysis and overlays. The results of this research are: 1) The height of the place is significant value of 0,011 there is enough evidence to say that the height effects the signal strength, trust level of 0,05. Distance from BTS significant value of 0,000 enough evidence to state the distance from BTS has an effect on signal, trust level of 0,05. The direction of the slope is significant 0,258 not proven on the direction of the slope influences the signal strength, trust level of 0,05. 2) The results of the slope map overlay land use, altitude, shows that the construction of BTS towers in Nagari Muaro Sungai Lolo is not appropriate due to the physical factors of the area that do not meet the standards set by the Telecommunications towers and the factor of adjacent population does not reach 1.000 (KK), So in 2019 Nagari Muaro Sungai Lolo not yet build on BTS tower.

Keywords: Signal quality; BTS tower placement

¹Mahasiswa Program Studi Geografi

²Dosen Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Padang

PENDAHULUAN

Telekomunikasi kata yang berasal dari bahasa Yunani, yaitu *tele* sama dengan jarak dan komunikasi sama dengan perpindahan informasi atau intelegensi dari suatu sumber asal ke sumber penerima melalui suatu saluran atau media. Jadi telekomunikasi adalah penyampaian informasi jarak jauh melalui suatu media baik dalam bentuk elektronik atau fotonik (Ardisasmitha, 2003).

Hadirnya teknologi komunikasi berupa telepon seluler yang semakin diminati oleh semua kalangan. Kehadiran telepon seluler hampir merata keseluruh pelosok Indonesia telah membentuk aktivitas komunikasi sendiri (Damaiyanti, 2004).

Telepon seluler akan memancarkan menerima gelombang ketika sedang menyala. Telepon seluler akan sekaligus memancarkan dan menerima gelombang serta mengirim gelombang kepada telepon seluler melalui menara BTS. Setiap menara BTS mempunyai jarak maksimum antara satu BTS dengan BTS lainnya tetapi kenyataannya di lapangan tidak mendapat gelombang (*blank spot*) yang memadai (Scourias, 1997)

Salah satu faktor menurunnya kualitas sinyal diterima telepon seluler dipengaruhi faktor alami atau buatan yang mengganggu jalannya gelombang (Damaiyanti, 2004).

Perambatan (*propagasi*) gelombang dapat berubah-ubah jika

dalam perjalanannya dihalangi oleh benda-benda tinggi seperti kayu, bangunan bukit-bukit dan sebagainya, tetapi penghalang tersebut tidak dapat menghentikannya. Perambatan gelombang radio yang mengalami hambatan dapat menyebabkan *Difraksi, Refleksi, Scattering, dan Refraksi*.

Adapun perambatan atau propagasi gelombang radio dengan perinciannya yaitu:

1. *Difraksi* (pembelokan)

Gelombang dapat mengalami pembelokan pada puncak benda tinggi (Dhake, 1983).

2. *Direct path* (pembiasan)

Gelombang dapat mengalami perubahan arah saat gelombang radio melewati lapisan atmosfer dengan kerapatan suhu, kelembaban udara dan derajat ionisasi yang berbeda, sehingga gelombang tersebut mengalami perubahan arah.

3. *Scattering* (penyerapan)

Penyerapan gelombang terjadi ketika gelombang radio melewati media yang mengandung uap air, oksigen dan lain-lain.

4 *Refleksi* (pemantulan)

Pemantulan terjadi jika perambatan gelombang melewati objek yang lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang.

Kualitas penerimaan telepon seluler dipengaruhi yaitu:

1. Daya Pancar BTS

Besarnya daya pancar gelombang cakupan jangkauan

sinyalnya semakin luas pada suatu wilayah (Couch, II, 1997).

2. Jarak dari BTS

Jarak dari pemancar BTS jauh menyebabkan kualitas sinyal semakin buruk dan semakin dekat dengan pemancar BTS maka menghasilkan sinyal semakin baik (Putera, 2004).

3. Keadaan wilayah

Gelombang akan membelok ketika melewati puncak bukit dan gelombang akan memantul ketika gelombang datang tidak bersamaan menyebabkan sinyal penuh tetapi tidak dapat digunakan.

Suatu daerah yang terletak di perbukitan memiliki kenampakan alami yang menonjol seperti kemiringan lereng dan ketinggian suatu tempat, menyebabkan keadaan tersebut sinyal tidak terlayani dengan baik. Penyebab baik dan buruknya kualitas sinyal disebabkan oleh faktor jarak dari BTS, ketinggian menara BTS dan bentuk wilayah juga menjadi faktor yang mempengaruhi kualitas sinyal (Chairunissa,R, 2010).

Akibat dari menurunnya kualitas sinyal selain disebabkan oleh faktor morfologi wilayah seperti lereng, ketinggian tempat juga bisa disebabkan oleh faktor jumlah menara BTS yang tersedia sedikit. Diperjelas dengan adanya data observasi lapangan tahun 2019 bahwasanya Kecamatan Mapat Tunggul Selatan susah terjangkau oleh sinyal disebabkan oleh minim

sekali jumlah menara BTS yang tersedia, hanya 1 menara BTS Telkomsel yang tersedia. Keadaan tersebut perlu adanya penambahan jumlah menara BTS pada Kecamatan Mapat Tunggul Selatan. Perencanaan pembangunan menara BTS harus memperhatikan potensi ruang, kepadatan pemakai dengan mempertimbangkan kaidah penataan ruang, tata bangunan, struktur wilayah dan keamanan lingkungan serta kebutuhan telekomunikasi (Rizqi dkk, 2013).

Menurut persyaratan dari pihak pemilik menara BTS Telekomunikasi seluler kebutuhan penambahan menara BTS harus sesuai dengan persyaratan sebagai berikut:

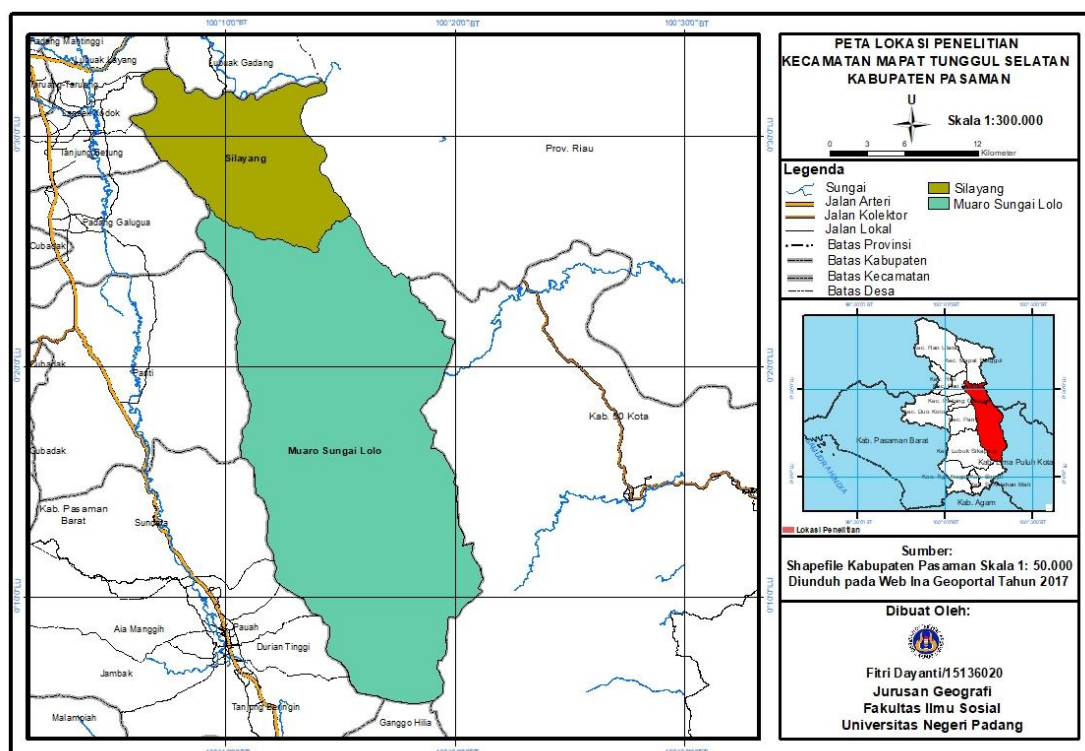
1. Jumlah penduduk minimal 1.000 (KK).
2. Kemiringan lereng rata-rata menara BTS yang sudah dibangun biasanya berada pada kemiringan lereng 0-8 (datar) dan 8-15 (landai).
3. Ketinggian tempat, ketinggian yang memicu kepada terhalang atau tidaknya antena menara BTS tersebut. Biasanya untuk ketinggian tempat menara BTS yang dibangun berada pada ketinggian <750 m dpl.
4. Penggunaan lahan, untuk penggunaan lahan yang tidak diperbolehkan dalam membangun menara BTS yaitu pada penggunaan lahan sungai dan permukiman.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah saya kemukakan di atas, maka penulis tertarik untuk meneliti dengan judul “Analisis Jangkauan Sinyal Handphone dan Optimasi Penempatan BTS (*Base Transceiver Station*) pada Nagari Muaro Sungai Lolo Kecamatan

Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman”.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini berada di berada di wilayah Kecamatan Mapat Tunggul Selatan. Gambaran lokasi penelitian dapat dilihat pada peta dibawah ini sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Kecamatan Mapat Tunggul Selatan secara astronomis terletak antara $00^{\circ} 34' - 00^{\circ} 06' \text{LU}$ dan $100^{\circ} 06' - 100^{\circ} 20' \text{BT}$. Kecamatan Mapat Tunggul Selatan terdiri dari 2 Nagari dan 19 Kelurahan/Desa, dengan luas wilayah 67431,49 (Ha) dengan ketinggian wilayah 150-2.281 m dpl. Berikut dibawah ini batas administrasi Kecamatan Mapat Tunggul Selatan yaitu :

- a. Sebelah Utara :
Kecamatan Mapat Tunggul

- b. Sebelah Selatan :
Kecamatan Bonjol
- c. Sebelah Timur :
Kabupaten 50 Kota
- d. Sebelah Barat :
Kecamatan Panti, Lubuk Sikaping, Padang Gelugur dan Rao Selatan.

Alat dan bahan yang digunakan dalam peneliti sebagai berikut:

1. Peta Administrasi Kecamatan Mapat Tunggul Selatan.
2. Alat tulis untuk menulis hasil penelitian.

3. Alat untuk mengukur kekuatan sinyal dengan menggunakan *Hand Phone* Oppo A37f.
4. Alat untuk mengukur jarak dari titik sampel ke BTS dengan menggunakan *Measure* pada ArcGis 10.2.
5. Alat untuk mengukur jarak dari titik sampel ke BTS dengan menggunakan aplikasi *Accurate Alimeter*.
6. GPS Global Position System untuk pengambilan titik koordinat sampel penelitian.
7. Laptop untuk mengoperasikan software ArcGis 10.2 digunakan dalam membuat peta.

Populasi dalam penelitian adalah wilayah sekitar menara BTS Telkomsel pada Nagari Silayang. Metode dalam pengambilan sampel adalah *stratified sampling* dimana pengambilan sampel berdasarkan strata tingkatan dilihat dari jarak dari menara BTS, ketinggian tempat dan arah hadapan lereng sebanyak 65 sampel.

Melakukan survey lapangan untuk mengambil titik koordinat GPS Essentials dan dilengkapi dengan dokumentasi untuk memperjelas dan memperkuat penelitian. Analisis data yang digunakan yaitu analisis regresi linier berganda. Analisis ini digunakan untuk melihat pengaruh kekuatan sinyal antara jarak dari menara BTS, ketinggian tempat dan arah hadapan lereng

Analisis yang digunakan dalam menentukan kesesuaian penempatan

menara BTS (*Base Transceiver Station*) menggunakan analisis overlay peta ketinggian tempat, peta kemiringan lereng dan peta penggunaan lahan.

HASIL PEMBAHASAN

1. Pengaruh jarak BTS ke penerima sinyal, ketinggian tempat, dan arah hadapan lereng terhadap kuat sinyal telepon seluler pada Nagari Silayang Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman.

Dari hasil observasi lapangan didapatkan jumlah sampel sebanyak 65 titik sampel, kemudian sampel tersebut dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan analisis regresi linier berganda. Berikut dibawah ini Perhitungan dengan menggunakan model statistik.

a) Model statistik dihitung melakukan analisis regresi linier terhadap variabel (y kuat sinyal) dan variabel (x_1 tinggi tempat), (x_2 Jarak dari menara BTS), dan (x_3 arah hadapan lereng).

Berikut dibawah ini hasil perhitungan menggunakan analisis regresi linier berganda:

Regression

	Mean	Std. Deviation	N
Kuat Sinyal	4.2923	1.08575	65
Jarak dari BTS	4.0615	2.05302	65
Ketinggian Tempat	1.6000	.84410	65
Arah Hadapan Lereng	1.1538	.36361	65

Correlation

		Kuat Sinyal	Jarak dari BTS	Ketinggian Tempat	Arah Hadapan Lereng
Pearson Correlation	Kuat Sinyal	1.000	.616	.283	.082
	Jarak dari BTS	.616	1.000	.501	.343
	Ketinggian Tempat	.283	.501	1.000	.204
	Arah Hadapan Lereng	.082	.343	.204	1.000
Sig. (1-tailed)	Kuat Sinyal	.	.000	.011	.258
	Jarak dari BTS	.000	.	.000	.003
	Ketinggian Tempat	.011	.000	.	.052
	Arah Hadapan Lereng	.258	.003	.052	.
N	Kuat Sinyal	65	65	65	65
	Jarak dari BTS	65	65	65	65
	Ketinggian Tempat	65	65	65	65
	Arah Hadapan Lereng	65	65	65	65

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Arah Hadapan Lereng, Ketinggian Tempat, Jarak dari BTS ^b	.	Enter

- Dependent Variable: Kekuatan Sinyal
- All requested variables entered

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.631 ^a	.398	.369	.86254

- Predictors: (Constant), arah hadapan lereng, ketinggian tempat, dan jarak dari BTS

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	30.063	3	10.021	13.470	.000 ^b
	Residual	45.383	61	.744		
	Total	75.446	64			

- Dependent Variable: Kekuatan Sinyal
- Predictors: (Constant), arah hadapan lereng, ketinggian tempat, jarak dari BTS

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	3.391	.386		8.776	.000
	Jarak dari BTS	.359	.063	.680	5.676	.000
	Ketinggian Tempat	-.036	.148	-.028	-.245	.808
	Arah Hadapan Lereng	-.433	.316	-.145	-1.372	.175

- Dependent Variable: Kuat Sinyal

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa: x_1 (ketinggian tempat) dengan angka *pearson correlation* ketinggian tempat sebesar 0,283 dengan taraf kepercayaan 0,05 dengan nilai signifikan ketinggian tempat 0,011, menyatakan bahwa nilai signifikan $0,011 < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa variabel x_1 (ketinggian tempat) berpengaruh terhadap kuat sinyal.

x_2 (jarak dari BTS), dengan angka *pearson correlation* jarak dari menara BTS sebesar 0,616 dengan nilai signifikan jarak dari BTS 0,000. Menyatakan bahwa nilai signifikan $0,000 < 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa variabel jarak dari menara BTS berpengaruh terhadap kuat sinyal.

x_3 (arah hadapan lereng), dengan angka *pearson correlation* arah hadapan lereng pada kuat sinyal sebesar 0,82, dengan nilai signifikan arah hadapan lereng 5,258. Menyatakan bahwa nilai signifikan $5,258 > 0,05$ bahwa variabel arah hadapan lereng x_3 tidak berpengaruh terhadap kuat sinyal.

Berdasarkan dari ketiga variabel tersebut yaitu ketinggian tempat, jarak dari BTS dan arah hadapan lereng yang mempengaruhi kuat sinyal dengan taraf (0,05) menyatakan bahwa ada pengaruh variabel ketinggian tempat dan variabel jarak dari menara BTS terhadap kuat sinyal. Variabel arah hadapan lereng menunjukkan tidak ada pengaruh terhadap kuat sinyal.

Kuat lemahnya sinyal berpengaruh jauh dan dekatnya letak menara BTS, semakin jauh dari menara BTS kualitas penerimaan sinyal akan semakin buruk dan makin dekat dengan menara BTS maka kualitas sinyal semakin baik. Ketinggian tempat juga mempengaruhi kuat lemahnya sinyal semakin rendah ketinggian suatu tempat kualitas sinyal semakin baik dan semakin tinggi ketinggian tempat kualitas sinyal buruk (Artiwi, 1995).

Daerah yang berada pada lereng yang menghadap datangnya sinyal memiliki kuat sinyal lebih baik dibanding pada lereng yang membelakangi gelombang. Arah lereng membelakangi datangnya sinyal dan makin tinggi antena penerima maka kualitas sinyal meningkat. Pada lereng yang membelakangi datangnya sinyal dan jauh dari menara BTS kualitas penerimaan sinyal buruk (Artiwi, 1995).

2. Kesesuaian penempatan menara BTS (*Base Transceiver Station*) pada Nagari Muaro Sungai Lolo Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman.

Kesesuaian penempatan menara BTS dengan menggunakan analisis overlay peta ketinggian tempat, peta kemiringan lereng dan peta penggunaan lahan. Pembangunan menara BTS di Kecamatan Mapat Tunggul Selatan tepatnya pada Nagari Muaro Sungai Lolo belum sesuai dikarenakan faktor keadaan geografi wilayah seperti kemiringan lereng dan ketinggian tidak sesuai dengan peraturan yang ditetapkan oleh pihak menara Telekomunikasi. Kemudian faktor jarak permukiman yang tidak berdekatan sehingga mempengaruhi dalam membangun menara BTS, dimana variabel permukimanlah yang menjadi pertimbangan besar jika ingin mendirikan menara BTS (*Base Transceiver Station*).

Jumlah Kartu Keluarga (KK) pada Nagari Muaro Sungai Lolo tahun 2019 berjumlah 1.350 (KK) dengan persebaran penduduk yang berjauhan antara desa. Terlihat pada peta kesesuaian penempatan menara BTS bahwa jumlah kartu keluarga yang berdekatan pada Nagari Muaro Sungai Lolo sebanyak 613 (KK), sehingga menyebabkan jumlah kartu keluarga yang berdekatan tidak mencapai 1.000 (KK).

Dapat disimpulkan pada tahun 2019 Kecamatan Mapat Tunggul

Selatan khususnya pada Nagari Muaro Sungai Lolo belum bisa mendirikan menara BTS (*Base Transceiver Station*).

Pembangun menara BTS (*Base Transceiver Station*) harus sesuai dengan peraturan yang dikeluarkan oleh pihak pemilik menara BTS Telekomunikasi Seluler, diantaranya: permukiman minimal (1.000 KK), Kemiringan lereng lereng 0-8 (datar) dan 8-15 (landai), Ketinggian suatu tempat, yaitu <750 m dpl dan Penggunaan lahan yang tidak diperbolehkan membangun menara BTS yaitu pada penggunaan lahan sungai dan permukiman.

Sedangkan dari Diskominfo untuk persyaratan pembangunan menara BTS yaitu:

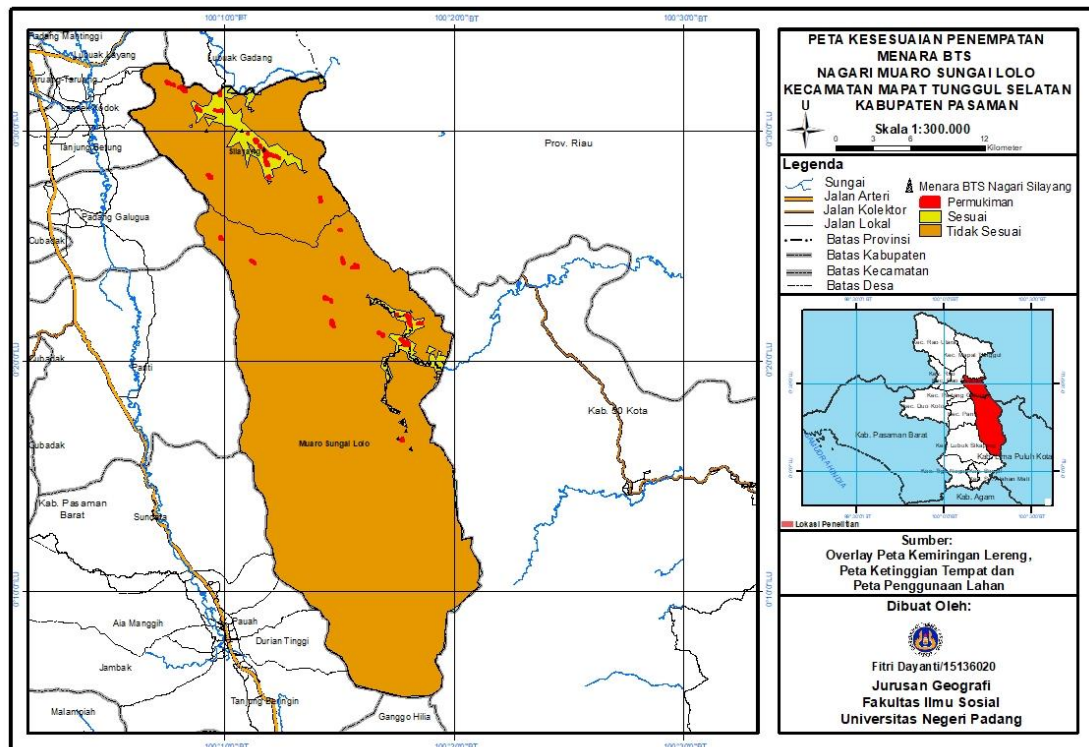
- a. Memberikan rekomendasi dengan melengkapi syarat teknis.
- b. Melakukan survey kelayakan di lokasi pembangunan.

Secara teknis yang dimaksud Diskominfo seperti: lokasi yang memenuhi semua perizinan, baik izin masyarakat, izin lingkungan maupun izin lokasi. Lokasi pembangunan pihak menara BTS yang menentukan titik terbaiknya, dan Diskominfo hanya melakukan survey ke lokasi

sebagai salah satu syarat teknis untuk rekomendasi ke Dinas Perizinan.

Menurut SKB 4 Menteri tahun 2009, dimana pada pasal 28 ayat 3 menjelaskan bahwa dalam melakukan penataan menara bersama telekomunikasi harus memprioritaskan menara telekomunikasi yang telah dibangun atau menara eksisting sebagai menara bersama, apabila menara eksisting ini berada di lokasi yang telah sesuai dengan rencana tata ruang wilayah. Sebelum melakukan pembangunan menara BTS (*Base Transceiver Station*) harus memperhatikan kondisi geografis wilayah, kemudian dalam penentuan lokasi pembangunan menara BTS perlu dilakukan survey topografi (Nugraha & Sudrarsono, 2007).

Berikut dibawah ini peta kesesuaian penempatan menara BTS.



Gambar 2. Peta Kesesuaian Penempatan Menara BTS (*Base Transceiver Station*) Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman

Dari peta di atas dapat dijelaskan bahwa penempatan menara BTS pada Kecamatan Mapat Tunggul Selatan khususnya pada Nagari Muaro Sungai Lolo belum bisa mendirikan menara BTS disebabkan oleh faktor fisik wilayah yang tidak sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh pihak menara Telekomunikasi dan faktor jumlah penduduk yang belum mencukupi 1.000 (KK)

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pertama pengaruh jarak BTS ke penerima sinyal, ketinggian tempat, dan arah hadapan lereng terhadap kuat sinyal telepon seluler pada Nagari Silayang Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman. Berdasarkan pengukuran kualitas sinyal menggunakan handphone Oppo tipe A37f didapatkan 65 titik sampel, kemudian sampel tersebut dianalisis dengan menggunakan analisis regresi linier berganda nilai signifikan ketinggian tempat 0,011, maka $0,011 < 0,05$ sehingga ketinggian tempat berpengaruh terhadap kuat sinyal. Jarak dari menara BTS nilai signifikan sebesar 0,000, maka $0,000 < 0,05$ sehingga

jarak dari menara BTS berpengaruh terhadap kuat sinyal. Arah hadapan lereng nilai signifikan sebesar 0,258, maka $0,258 > 0,05$ tidak terbukti variabel arah hadapan lereng berpengaruh terhadap kuat sinyal.

Kedua kesesuaian penempatan menara BTS pada Nagari Silayang Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman. Pembangunan menara BTS belum sesuai dikarenakan faktor fisik wilayah yang mempengaruhi. Pertama kemiringan lereng yang dominan berada pada kelas lereng $>40\%$ (sangat curam), kedua ketinggian tempat yang mendominasi yaitu ketinggian tempat 1.001-1.250 m dpl. Berdasarkan peraturan yang ditetapkan oleh pihak menara Telekomunikasi kondisi fisik tersebut belum memenuhi syarat. Ketiga jumlah permukiman yang belum memenuhi standar pendirian menara BTS. Dapat disimpulkan pembangunan menara BTS (*Base Transceiver Station*) pada Nagari Muaro Sungai Lolo Kecamatan Mapat Tunggul Selatan Kabupaten Pasaman belum bisa mendirikan menara BTS.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiwi, T. 1995. *Kualitas Siaran Televisi Republik Indonesia di Wilayah Antara Pegunungan Pembarisan dan Gunung Slamet Jawa Tengah*. Jurusan. Geografi FMIPA UI. Depok.
- Ardisasmita, S. 2003. *Diktat Kuliah DIII Instrumentasi Elektronika dan Industri*. Departemen Fisika FMIPA UI. Depok.
- Couch II, Leon W. 1997. *Digital and Analog Communication Systems (5th edition)*. Prentice Hall International Inc. London.
- Chairunissa, R.. 2010. *Model Keruangan Kulit Sinyal Telepon Selular di Daerah Pegunungan (Studi Kasus Provider 3 di Kecamatan Cisarua – Bogor)*. Departemen Geografi FMIPA UI. Depok.
- Damaiyanti, R. 2004. *Kualitas Penerimaan Sinyal Telepon Seluler di Kawasan Segitiga Emas Jakarta (Studi Kasus Sinyal Telkom Flexi)*. Jurusan Geografi FMIPA UI. Depok.
- Dhake, A M. 1983. *Television Engeneering*. McGraw Hill. New Delhi.
- Menteri Komunikasi dan Informasi Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia Nomor: 02/PER/M.KOMINFO/3/2008 Tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi.
- Kementrian Dalam Negeri, Menteri Perkerjaan Umum, Menteri Komunikasi dan Informatika dan Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal (2009) Tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi.

- Nugraha, Arief Laila dan Sudarsono, Bambang. 2007. *Survei Topografi untuk Menentukan Garis Tampak Pandang Base Transceiver Station (BTS)*. Semarang. Vol 4 (2):1-6.
- Putera, R. 2004. *Jangkauan BTS Indosat M3 pada Koridor jalur Ciawi-Puncak-Cianjur*. Jurusan Geografi FMIPA UI. Depok.
- Rizqi, Asyukur, Sutikno, Fauzul Rizal, dan Subagiyo, Aris. 2013. “*Lokasi Pontensial Menara BTS (Base Transceiver Station) Berbasis Informasi Geospasial Di SSWP 1 Kabupaten Sidoarjo*”. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya.
- Scourias, J. 1997. *Overview of the Global System for Mobile Communication*. New York.