
Studi Awal Perencanaan Jumlah Kebutuhan BTS dalam Penerapan Menara Bersama Telekomunikasi di Kota Palangka Raya

Preliminary Study of the Planning of Required BTSs in Implementation of Shared Telecommunication Towers in Palangka Raya

Ari Gunadi Palilu¹, Istas Pratomo²

^{1,2}Teknik Elektro, ITS Surabaya

^{1,2}Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

¹ari.palilul3@mhs.ee.its.ac.id, ²istaspra@ee.its.ac.id

Naskah diterima: 3 Oktober 2014; Direvisi: 17 November 2014; Disetujui: 4 Desember 2014

Abstract— It is undeniable that the development of mobile communication technologies currently increasing, it can be seen from the growing number of telecommunications towers, especially in Palangka Raya. Telecommunications tower that is a supporting factor of mobile telecommunications services are constantly constructed as a form of community needs in communication. In the course of development of telecommunication towers must consider several general requirements as contained in the Circular of the Director General of Spatial Planning Ministry of Public Works No. 06/SE/Dr/2011 on Technical Guidelines Criteria Telecommunication Tower, which is one of the requirements is to have to pay attention to aspects aesthetic space. This study aims to calculate the required amount of Base Transceiver Station (BTS) as a form of early in the application development of telecommunications tower as the tower together. To achieve these objectives, the calculation of the number of mobile subscribers and traffic capacity into a method of planning is needed in determining the number of base stations and telecommunications towers together in a period of 5 (five) years. It is expected that this study may be the earliest reference to the government of Palangka Raya in making a plan or guideline in the development and licensing of telecommunications joint tower construction that will become a regulation of the telecommunications tower, so the construction of joint towers can be well ordered with regard to quality of service for community.

Keywords— GSM, BTS, Shared Telecommunication Towers

Abstrak— Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi komunikasi bergerak (*seluler*) saat ini semakin meningkat, hal ini terlihat dari semakin banyak dibangunnya menara telekomunikasi, terutama di Kota Palangka Raya.

Menara telekomunikasi yang merupakan faktor pendukung dari layanan telekomunikasi seluler terus-menerus dibangun sebagai bentuk dari kebutuhan masyarakat dalam berkomunikasi. Dalam pembangunan menara telekomunikasi tentunya harus memperhatikan beberapa syarat-syarat umum seperti yang terdapat dalam Surat Edaran Direktur Jenderal Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum Nomor:06/SE/Dr/2011 tentang Petunjuk Teknis Kriteria Lokasi Menara Telekomunikasi, yang salah satu syaratnya ialah harus memperhatikan aspek estetika ruang. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah kebutuhan *Base Transceiver Station* (BTS) sebagai bentuk awal dalam penerapan pembangunan menara telekomunikasi sebagai menara bersama. Untuk mencapai tujuan tersebut, perhitungan jumlah pelanggan seluler dan kapasitas trafik menjadi metode perencanaan yang dibutuhkan dalam menentukan jumlah BTS dan menara bersama telekomunikasi dalam kurun waktu 5 (lima) tahun ke depan. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi awal bagi pemerintah kota Palangka Raya dalam membuat suatu perencanaan atau pedoman dalam pembangunan dan pemberian izin pendirian menara telekomunikasi yang nantinya akan menjadi suatu regulasi mengenai menara telekomunikasi, sehingga pembangunan menara bersama dapat tertata dengan baik dengan tetap memperhatikan kualitas layanan bagi masyarakat.

Kata Kunci— GSM, BTS, Menara Bersama Telekomunikasi

I. PENDAHULUAN

Tidak dapat dipungkiri dapat dipungkiri bahwa perkembangan teknologi saat ini semakin meningkat, termasuk salah satunya ialah teknologi telekomunikasi.

Hampir setiap orang memiliki suatu perangkat jaringan telekomunikasi. Hal ini dapat dilihat dengan semakin banyaknya masyarakat yang menggunakan telepon selular sebagai media dalam berkomunikasi.

Pembangunan menara telekomunikasi yang terus-menerus dilakukan adalah salah satu contoh faktor pendukung perkembangan teknologi telekomunikasi yang menyediakan jaringan bagi pengguna untuk berkomunikasi. Dalam perencanaan pembangunan menara telekomunikasi harus memperhatikan beberapa persyaratan umum seperti yang terdapat dalam (Kementerian Pekerjaan Umum, 2011) yaitu kualitas pelayanan, keamanan, keselamatan dan kesehatan, lingkungan dan estetika ruang.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah kebutuhan *Base Transceiver Station* (BTS) di kota Palangka Raya sebagai bentuk awal dalam penerapan pembangunan menara telekomunikasi sebagai menara bersama, sehingga pembangunan menara bersama ini dapat dilaksanakan dengan memperhatikan aspek estetika ruang yang ada tanpa menurunkan kualitas dari jaringan itu sendiri. Estetika ruang yang dimaksud adalah syarat umum dari pembangunan menara telekomunikasi yang terdapat dalam regulasi Kementerian PU tentang Petunjuk Teknis Kriteria Lokasi Menara Telekomunikasi.

Saat ini setiap penyedia seluler terus membangun menara BTS dengan kurang memperhatikan dampaknya terhadap daerah, sehingga di khawatirkan nantinya Palangka Raya dapat terlihat seperti sebuah hutan menara. Hal ini dapat terjadi karena pemerintah tidak memiliki aturan atau regulasi dan master plan mengenai jumlah dan lokasi menara telekomunikasi yang seharusnya menjadi pedoman bagi setiap operator seluler. Tentunya perlu menjadi perhatian pemerintah dalam hal ini untuk mendapatkan kebutuhan dan lokasi penempatan menara yang optimal yang dapat melayani seluruh wilayah dan masyarakat sebagai pengguna telepon seluler.

Untuk mencapai tujuan tersebut, perhitungan jumlah pelanggan seluler dan kapasitas trafik menjadi suatu cara mendapatkan jumlah BTS dan menara bersama telekomunikasi yang dibutuhkan dalam kurun waktu 5 (lima) tahun ke depan, sehingga nantinya dapat menjadi kajian awal bagi pemerintah kota dalam membuat kebijakan dan peraturan mengenai jumlah dan lokasi menara telekomunikasi sebagai menara bersama yang sesuai dengan pedoman dari Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.

Adapun sistematika penulisan dalam paper ini, yaitu pada bab 2 akan dijelaskan tentang dasar teori, berisi definisi-definisi yang digunakan dalam penelitian ini. Bab 3 akan dijelaskan mengenai referensi atau penelitian sebelumnya. Bab 4 akan dijelaskan mengenai menara BTS eksisting yang ada saat ini, perencanaan jumlah kebutuhan BTS dan menara telekomunikasi. Bab 5 merupakan hasil dan analisis, yaitu hasil dari perhitungan jumlah kebutuhan BTS dan menara bersama telekomunikasi. Dan terakhir yaitu bab 6, merupakan

kesimpulan dan saran serta langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Dalam perencanaan dan penempatan menara bersama telekomunikasi, terlebih dahulu perlu dipahami teori-teori dasar mengenai komunikasi nirkabel, teknologi gsm serta menara telekomunikasi. Jumlah menara telekomunikasi yang nantinya dijadikan sebagai menara bersama merupakan jumlah kebutuhan yang dapat menopang semua BTS, sehingga cakupan layanan telekomunikasi dapat terpenuhi.

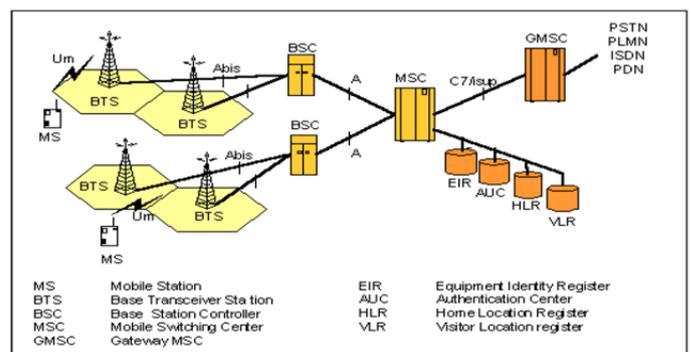
A. Komunikasi Nirkabel

1) Arsitektur GSM

Global System for Mobile Telecommunication (GSM) adalah teknologi komunikasi mobile digital. GSM adalah generasi kedua dari standar sistem selular. Teknologi GSM diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon selular. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal dibagi yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal akan dikirim akan sampai ke tujuan.

GSM atau *Global System for Mobile Communication* dipelopori oleh organisasi yang disebut *Group Special Mobile* (GSM) yang dibentuk oleh negara-negara di Eropa pada tahun 1982 dengan tujuan untuk menentukan standard komunikasi selular yang dapat digunakan di semua negara Eropa. Pada tahun 1991, GSM resmi dijadikan standar telekomunikasi seluler oleh ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*) untuk seluruh Eropa.

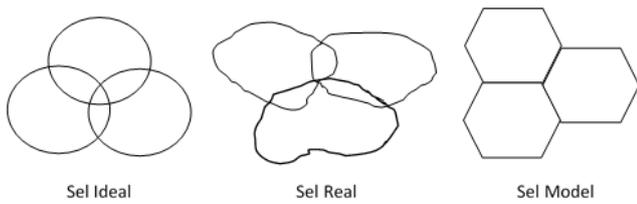
Arsitektur dari GSM digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur GSM

2) Konsep Sistem Seluler

Sistem seluler dapat dianggap sebagai suatu daerah layanan yang dibagi ke dalam beberapa daerah kecil yang disebut sel. Dalam daerah layanan tersebut, pelanggan dapat bergerak secara bebas sambil berkomunikasi tanpa terjadinya pemutusan hubungan komunikasi. Dalam pemodelan, sel biasanya digambarkan dalam bentuk heksagonal (atau bentuk lain) untuk mempermudah penggambaran pada *layout* perencanaan. Konsep selular digambar pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsep Seluler

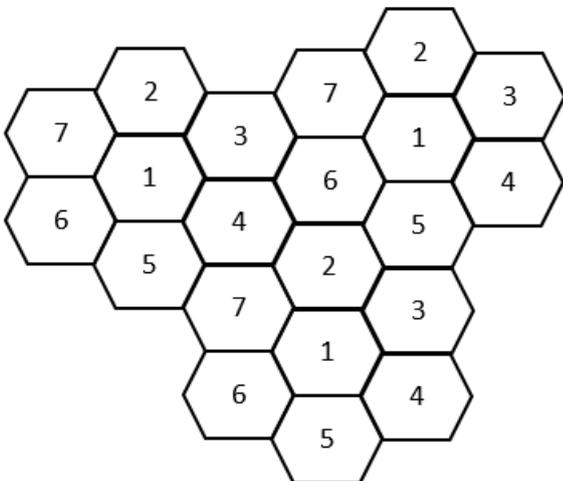
Pada kenyataan di lapangan, gambar cakupan sistem seluler lebih kepada gambar sel real di atas, dikarenakan bentuk wilayah topografi yang tidak merata (adanya perbukitan, lembah, gunung, dan sebagainya), sehingga dalam perencanaan lebih mudah menggunakan sel model.

Sel merupakan suatu area cakupan (*coverage area*) dari suatu radio *base station*. Berdasarkan luas cakupan areanya, sel dibagi menjadi tiga jenis yaitu *Macro Cell* (radius > 5 km), *Micro Cell* (3 km ≤ 5 km), dan *Pico Cell* (radius < 1 km).

3) Pengulangan Frekuensi

Frekuensi *Reuse* adalah penggunaan frekuensi yang sama pada sel yang berbeda. *Frequency reuse* ini disebabkan karena terbatasnya sumber daya frekuensi yang digunakan sementara permintaan untuk cakupan area sangat banyak dan luas, sehingga dibuatlah sel-sel baru dengan frekuensi yang telah digunakan sebelumnya oleh sel lain.

Gambar 3, mendefinisikan konsep pemakaian *frequency reuse* pada komunikasi seluler.



Gambar 3. Konsep *Frequency Reuse*

4) Kapasitas Trafik BTS

Secara umum, trafik dapat didefinisikan sebagai perpindahan informasi dalam bentuk pulsa, frekuensi atau suara dari satu tempat ke tempat lain melalui media jaringan telekomunikasi. Kapasitas trafik atau biasa disingkat trafik disebut sebagai sejumlah panggilan dari ponsel yang dilayani oleh sejumlah saluran dengan memperhatikan lamanya waktu dan jumlah panggilan. Besarnya trafik telekomunikasi diukur

dalam waktu, sedangkan nilai trafik dari saluran adalah lamanya waktu yang diduduki dalam saluran.

Besarnya volume trafik didefinisikan sebagai jumlah total waktu pendudukan.

$$V = \sum^n t_v \dots (1)$$

Dengan Keterangan :

V = Volume trafik

n = Panggilan ke 1,2,3.

t_v = lama waktu pendudukan panggilan ke n

5) *Path Loss / Propagasi*

Dalam perhitungan *path loss*, perlu diketahui terlebih dahulu wilayah/area yang akan dihitung *path loss*-nya, apakah urban, sub-urban atau rural. Perhitungan *path loss*/propagasi merupakan perhitungan rugi-rugi sinyal pada suatu jalur tertentu berdasarkan model kanal.

Dalam penelitian ini, model kanal yang digunakan adalah model Okumura Hata karena memiliki rumus yang tetap dan dapat digunakan untuk daerah urban, sub-urban dan rural. (Molisch, 2011)

Untuk wilayah Urban :

$$L_p(urban) = 69.55 + 26.16 \log (f) - 13.82 \log (h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.66 \log (h_b)) \log (d)$$

$$a(h_m) = (1.1 \log (f) - 0.7)h_m - (1.56 \log (f) - 0.8)$$

Untuk wilayah Sub-urban :

$$L_p(suburban) = L_p(urban) - 4.78 \{\log (f)\}^2 + 18.33 \log (f) - 40.94$$

Untuk wilayah Rural :

$$L_p(rural) = L_p(urban) - 4.78 \{\log (f)\}^2 + 18.33 \log (f) - 40.98$$

Dengan parameter yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

TABEL 1. PARAMETER MODEL OKUMURA-HATA

Parameter	Notasi	Urban	Sub-urban
Frekuensi Pembawa	f	945 MHz	950 MHz
Tinggi Antena BTS	hb	70 m	
Tinggi Antena MS	hm	1,5 m	
Jarak BTS dengan MS	d	7,5 km (Kalteng, 2013)	

Sumber : (Molisch, 2011)

6) *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal dan memiliki bentuk fisik sebuah tower atau menara yang dilengkapi dengan antena sebagai transceiver. Dalam perencanaannya, suatu wilayah dapat memiliki banyak BTS dengan ditopang dengan beberapa menara. Kualitas suatu BTS

ditentukan oleh luas cakupan dan tingkat layanan trafik yang dihasilkan.

B. Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Seluler

Jumlah pelanggan seluler merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan jaringan seluler. Estimasi jumlah pengguna seluler dapat dihitung dengan teledensitas, yaitu perbandingan antara jumlah sambungan telepon dengan jumlah penduduknya. Semakin tinggi angka teledensitas, maka akan semakin mudah dalam berkomunikasi. Data jumlah pengguna seluler dapat dilihat pada Indikator TIK Indonesia 2011 yang disusun oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.

Dengan asumsi teledensitas seluler sebesar $x\%$, maka dapat diperkirakan jumlah pelanggan seluler sebesar :

$$P = x\% \cdot P_t \dots (3)$$

Dengan Keterangan :

P = Jumlah Pengguna Seluler

$x\%$ = Teledensi Seluler (%)

P_t = Jumlah Penduduk t Tahun

C. Menara Bersama Telekomunikasi

Menara Telekomunikasi atau biasa disebut menara *Base Transceiver Station* (BTS) merupakan salah satu infrastruktur pendukung utama dalam penyelenggaraan telekomunikasi. Pembangunan menara telekomunikasi yang dilakukan merupakan bentuk permintaan kebutuhan akan cakupan layanan telekomunikasi bagi masyarakat. Menara bersama telekomunikasi merupakan istilah yang diberikan dari pemerintah sebagai bentuk penggunaan menara telekomunikasi secara bersama-sama oleh penyelenggara telekomunikasi. Penggunaan menara telekomunikasi ini bertujuan untuk efisiensi dan efektivitas penggunaan ruang dengan tetap memperhatikan kesinambungan pertumbuhan industri telekomunikasi.

Berdasarkan tempat berdirinya, menara mencakup dua jenis yaitu menara yang dibangun di atas tanah (*green field*) dan menara yang dibangun di atas bangunan (*roof top*). Sedangkan berdasarkan struktur bangunannya, menara dibagi menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu :

1. Menara Mandiri (*Self Supporting Tower*): Menara tipe dapat berupa menara berkaki 4 (*rectangular tower*) dan menara berkaki 3 (*triangular tower*).
2. Menara Terentang (*Guyed Tower*): Menara ini memiliki struktur yang hampir sama dengan menara mandiri. Menara ini juga dapat berupa menara berkaki 4 (*rectangular tower*) dan menara berkaki 3 (*triangular tower*).
3. Menara Tunggal (*Monopole Tower*): Terdiri hanya dari satu rangka batang/tiang yang didirikan atau ditancapkan langsung pada tanah dan tidak dapat didirikan diatas bangunan. Menara ini terbagi menjadi menara

berpenampang lingkaran (*circular pole*) dan menara berpenampang persegi (*tapered pole*).

Salah satu dasar dari terbentuknya regulasi mengenai menara bersama telekomunikasi adalah agar tertatanya penempatan pembangunan menara sesuai dengan tata ruang wilayah di suatu daerah. Menara telekomunikasi merupakan salah satu infrastruktur pendukung utama dalam penyelenggaraan telekomunikasi yang vital dan memerlukan ketersediaan lahan, bangunan dan ruang udara.

Dalam rangka efektivitas dan efisiensi penggunaan menara telekomunikasi harus memperhatikan faktor keamanan lingkungan, kesehatan masyarakat dan estetika lingkungan. (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2008).

Maka perlu menjadi perhatian Pemerintah Daerah selaku pembuat kebijakan di daerah untuk menyusun pengaturan penempatan lokasi menara telekomunikasi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dengan tetap memperhatikan aspek-aspek teknis dan prinsip-prinsip penggunaan menara bersama telekomunikasi serta harus memperhatikan prinsip-prinsip tata kelola pemerintahan yang baik, dilakukan dengan mekanisme yang transparan dan dengan melibatkan peran serta masyarakat dalam menentukan kebijakan untuk penataan ruang yang efisien dan efektif demi kepentingan umum.

Dalam (Kementerian Pekerjaan Umum, 2011), terdapat persyaratan umum yang perlu diperhatikan dalam pembangunan menara, yaitu :

1. Kualitas Layanan Telekomunikasi. Karena lokasi menara menjamin fungsi kualitas layanan telekomunikasi.
2. Keamanan, keselamatan dan kesehatan. Lokasi menara tidak membahayakan keamanan, keselamatan, dan kesehatan penduduk sekitarnya.
3. Lingkungan. Lokasi menara tidak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, baik yang disebabkan oleh keberadaan fisik menara maupun prasarana pendukungnya.
4. Estetika ruang. Lokasi menara tidak menimbulkan dampak penurunan kualitas visual ruang pada lokasi menara dan kawasan sekitarnya.

Untuk itu, diperlukan perencanaan yang sangat matang dalam pembangunan menara bersama telekomunikasi ini supaya nantinya dapat berfungsi secara optimal dalam pelayanan kepada masyarakat.

D. Penelitian sebelumnya

Menara bersama telekomunikasi merupakan menara telekomunikasi yang digunakan secara bersama-sama oleh penyedia seluler. Perencanaan dan pembangunan menara bersama telekomunikasi ini harus optimal dengan memperhatikan ruang lingkup wilayah, kualitas cakupan jaringan, kepadatan penduduk dan regulasi yang ada.

Dalam merencanakan jumlah kebutuhan menara bersama telekomunikasi, terlebih dahulu perlu dihitung jumlah BTS yang dibutuhkan di suatu wilayah dalam beberapa tahun ke

depan. Perhitungan jumlah kebutuhan BTS ini dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah kebutuhan trafik yang dibutuhkan oleh masing-masing pengguna seluler. Seperti yang terdapat dalam (Elidawati Samosir, 2011), bahwa trafik pelanggan merupakan hal yang penting dalam perencanaan jaringan seluler, sehingga nantinya dapat diketahui trafik per satuan luas untuk prediksi jumlah kanal yang dibutuhkan.

Tetapi menghitung jumlah kebutuhan BTS tidak cukup hanya dengan menghitung jumlah kebutuhan trafik. Dalam penelitian (Fauzi, 2013), disimpulkan bahwa perlunya perhitungan *path loss*/ propagasi untuk menentukan jumlah BTS yang nantinya didapatkan jumlah kebutuhan menara bersama telekomunikasi.

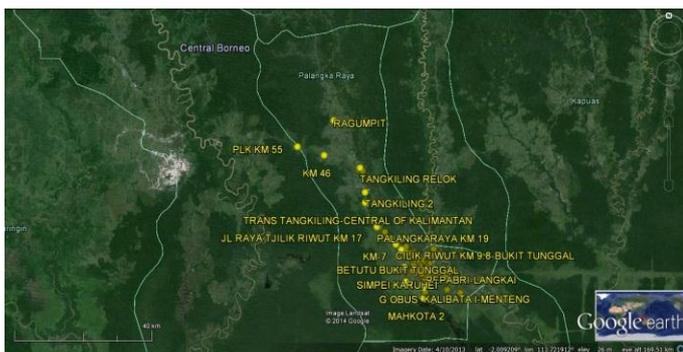
III. METODE PENELITIAN

A. Kondisi Eksisting

Menara telekomunikasi di kota Palangka Raya yang ada saat ini bukan merupakan menara bersama, sehingga terdapat beberapa *provider* yang membangun menara telekomunikasi dengan lokasi yang berdekatan dan tentunya banyak mengambil ruang.

Saat ini Palangka Raya memiliki 132 unit menara telekomunikasi dari berbagai provider maupun penyedia menara. Sebagian besar menara telekomunikasi tersebar di pusat kota yaitu kecamatan Jekan Raya sebanyak 75 unit, kecamatan Pahandut sebanyak 33 unit, kecamatan Sebangau sebanyak 12 unit, kecamatan Bukit Batu sebanyak 10 unit dan yang terkecil yaitu kecamatan Rakumpit sebanyak 2 unit.

Sebaran menara BTS eksisting dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 2.



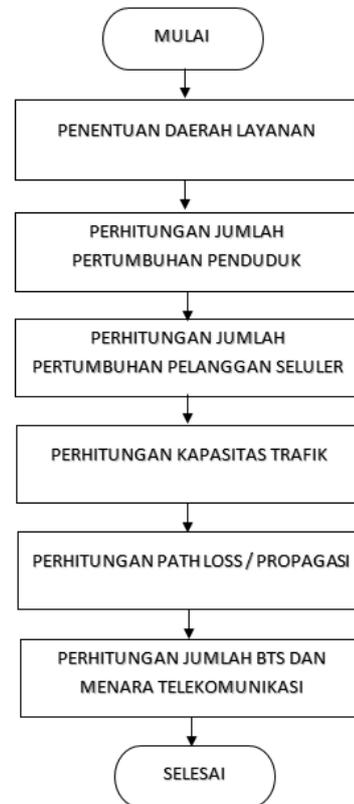
Gambar 4. Sebaran Menara Eksisting

TABEL 2. JUMLAH MENARA BTS EKSISTING

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Menara BTS
1.	Jekan Raya	352,62	75
2.	Pahandut	117,25	33
3.	Sebangau	583,50	12
4.	Bukit Batu	572,00	10

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Menara BTS
5.	Rakumpit	1.053,14	2
TOTAL		2.678,51	132

B. Perencanaan Jumlah Kebutuhan Menara Bersama Telekomunikasi



Gambar 5. Bagan Perencanaan Menara Bersama Telekomunikasi

1) Penentuan Daerah Layanan

Tahap ini merupakan tahap awal dalam perencanaan jaringan GSM. Penentuan daerah layanan ini berupa data luas wilayah, kondisi geografis, koordinat serta pembagian wilayah (urban, suburban dan rural) yang akan dijadikan daerah penelitian. Wilayah Urban adalah merupakan wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dengan aktivitas yang tinggi pula. Misalnya kawasan pusat kota, mall. Wilayah suburban merupakan wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang sedang. Misalkan kawasan perkantoran, perumahan, pasar, dll. Sedangkan wilayah rural adalah wilayah dengan tingkat kepadatan penduduk yang rendah. Misalnya daerah pedesaan, pertanian, peternakan, perkebunan, dll.

Palangka Raya yang merupakan ibukota dari Provinsi Kalimantan Tengah secara umum terletak pada 1° 13'03" Bujur Timur dan 1° 03'5" Lintang Selatan, yang terdiri atas 5 (lima) wilayah Kecamatan, yaitu Kecamatan Pahandut, Sabangau, Jekan Raya, Bukit Batu dan Rakumpit dan terdiri dari 30 Kelurahan dengan batas-batas sebelah utara dan sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Gunung Mas,

sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Pulang Pisau, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Katingan.

Dengan luas wilayah seluas 2.678,51 Km², Kota Palangka Raya memiliki kawasan hutan seluas 2.485,75 Km² atau 93% dari total luas seluruh kota Palangka Raya. Tanah pertanian seluas 12,65 Km² (0%), Perkampungan 45,54 Km² (2%), Perkebunan 22,30 Km² (1%), Sungai dan Danau 42,86 Km² (2%), dan lain-lain 69,41 Km² (3%).

Penentuan daerah layanan menggunakan aplikasi Google Earth (GE) yang merupakan salah satu aplikasi dari *Geographic Information System* (GIS). Pengukuran dengan menggunakan GE hanya berupa pengukuran pada kota, jalan, sungai, pertanian dan perkebunan, dan tidak termasuk wilayah hutan. Hasil pengukuran luas wilayah dengan Google Earth terdapat pada Gambar 6 dan Tabel 3.



Gambar 6. Luas Wilayah Menurut Google Earth

TABEL 3. LUAS WILAYAH URBAN DAN SUB-URBAN

No.	Kecamatan	Luas Wilayah Administrasi (Km ²)	Luas Wilayah Menurut Google Earth (Km ²)
1.	Jekan Raya	352,62	45,5
2.	Pahandut	117,25	15
LUAS URBAN		469,87	60,50
3.	Sebangau	583,50	87
4.	Bukit Batu	572,00	85,5
5.	Rakumpit	1.053,14	49,5
LUAS SUB-URBAN		2.209	222
TOTAL		2.678,51	30.097

2) Perhitungan Jumlah Pertumbuhan Penduduk

Jumlah pertumbuhan penduduk sangat diperlukan dalam perencanaan jaringan seluler. Ini berpengaruh terhadap proses penentuan jumlah pengguna layanan seluler, kapasitas trafik yang akan dilayani, dan perhitungan jumlah kebutuhan BTS. Data penduduk diambil dari Palangka Raya dalam angka tahun 2012 yang disusun oleh Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya bekerja sama dengan Bappeda Kota Palangka Raya. Untuk melakukan estimasi jumlah pertumbuhan penduduk, dapat digunakan rumus pertumbuhan geometrik, yaitu angka pertumbuhan penduduk (*rate of growth* atau *r*) sama untuk setiap tahunnya. (Fauzi, 2013).

Rumus pertumbuhan geometrik dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$P_t = P_0 \cdot (1 + r)^t \dots (4)$$

Dengan Keterangan :

P_0 = Jumlah Penduduk Awal

P_t = Jumlah Penduduk t Tahun Kemudian

r = Tingkat Pertumbuhan Penduduk

t = Jumlah Tahun 0 ke *t*

Data jumlah penduduk kota Palangka Raya diambil dari (BPS Kota Palangka Raya, 2012) yang terdapat pada Tabel 4.

TABEL 4. DATA PENDUDUK KOTA PALANGKA RAYA

Kecamatan	2008	2009	2010	2011	2012
Jekan Raya	97.411	98.556	114.559	116.478	119.178
Pahandut	66.316	73.794	77.211	78.504	80.324
Sebangau	12.709	13.736	14.306	14.546	14.883
Bukit Batu	11.678	11.800	11.932	12.132	12.195
Rakumpit	2.900	3.112	2.954	3.003	3.019
TOTAL	191.014	200.998	220.962	224.663	229.599

Dengan tingkat pertumbuhan penduduk (*r*) adalah 0,0993 per tahun, maka pertumbuhan penduduk selama 5 tahun ke depan dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5. ESTIMASI JUMLAH PERTUMBUHAN PENDUDUK

Kecamatan	2013	2014	2015	2016	2017
Jekan Raya	131.012	144.022	158.323	174.045	191.327
Pahandut	88.300	97.068	106.707	117.303	128.952
Urban	219.312	241.090	265.030	291.348	320.279
Sebangau	16.361	17.986	19.771	21.735	23.893
Bukit Batu	13.406	14.737	16.201	17.809	19.578
Rakumpit	3.319	3.648	4.011	4.409	4.847
Sub-urban	33.086	36.371	39.983	43.953	48.318
TOTAL	252.398	277.461	305.013	335.301	368.596

3) Pertumbuhan Jumlah Pelanggan Seluler

Jumlah pelanggan seluler merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan jaringan seluler. Menara telekomunikasi yang akan dibangun harus mampu mencakup jumlah pelanggan yang ada di suatu wilayah tersebut. Karena jumlah pelanggan menentukan trafik dan kualitas jaringan seluler yang ada.

Berdasarkan (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2011), teledensitas seluler yang terdapat di wilayah Kalimantan sebesar 83,67 % dan merupakan terbesar kedua setelah Jakarta-Banten. Ini berarti

terdapat sekitar 84 orang pengguna seluler untuk setiap 100 penduduk. Dari data teledensitas wilayah Kalimantan tersebut, maka jumlah pengguna telepon bergerak seluler untuk kota Palangka Raya dapat diketahui perkiraannya dengan rumus asumsi teledensitas seluler. Estimasi jumlah pelanggan seluler dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6. ESTIMASI JUMLAH PERTUMBUHAN PELANGGAN SELULER

Kecamatan	2013	2014	2015	2016	2017
JekanRaya	109.618	120.503	132.469	145.623	160.084
Pahandut	73.881	81.217	89.282	98.148	107.894
Urban	183.499	201.720	221.751	243.771	267.978
Sebangau	13.689	15.048	16.543	18.185	19.991
BukitBatu	11.217	12.331	13.555	14.901	16.381
Rakumpit	2.777	3.053	3.356	3.689	4.055
Sub-urban	27.683	30.432	33.454	36.775	40.427
Total	211.182	232.152	255.205	280.546	308.405

4) Perhitungan Kapasitas Trafik

Prediksi volume trafik dipengaruhi oleh dua hal, yaitu jumlah user dan volumetrafik *per user*. Perhitungan jumlah user/pelanggan dilakukan dengan memperhatikan jumlah penduduk di suatu daerah dengan periode tertentu. Sedangkan perhitungan jumlah volume trafik *per user/pelanggan* dilakukan dengan memperhatikan jumlah rata-rata panggilan yang dilakukan pada jam sibuk serta lamanya pembicaraan. Jumlah Trafik Total adalah trafik tiap pelanggan pada jam sibuk.

Untuk area urban, lama rata-rata panggilan atau menerima panggilan untuk setiap telepon seluler per hari pada jam sibuk adalah 3 menit per hari. Untuk daerah sub-urban adalah 2 menit per hari, dan 1 menit per hari untuk daerah rural. (Fauzi, 2013)

Dalam merencanakan jumlah kebutuhan BTS, terdapat parameter-parameter yang akan digunakan. Parameter-parameter ini merupakan data awal, yaitu :

- a) Kota Palangka Raya termasuk ke dalam wilayah urban dan sub-urban dengan lama rata-rata panggilan untuk setiap seluler setiap hari adalah 3 menit per hari pada jam sibuk untuk urban dan 2 menit per hari pada jam sibuk untuk wilayah sub-urban. (Fauzi, 2013)
- b) Jumlah panggilan per-pelanggan didefinisikan sebagai $n = 1/\text{jam sibuk}$, maka *offered* trafik per-pelanggan adalah : $b = (nxT)/60$
 - Wilayah urban = $(1x3)/60 = 50$ mErlang
 - Wilayah sub-urban = $(1x2)/60 = 33$ mErlang
- c) Grade Of Service (GOS) = 2%
- d) Konfigurasi rata-rata BTS di Kota Palangka Raya adalah :
 - Menggunakan 3 sektor antenna dengan konfigurasi 3x3x3;
 - 1 sektor terdiri dari 3 TRX;
 - 1 TRX terdiri dari 8 *timeslot*;

- $3 \text{ TRX} = 3 \times 8 = 24 \text{ timeslot}$;
- e) Setiap Sektor membutuhkan 1 kanal BCCH (*Broadcast Control Channel*) dan 1 kanal SDCCH (*Standalone Dedicated Control Channel*) yang berguna untuk broadcast sinyal dan mengatur panggilan setiap pelanggan. Jadi 1 sektor yang terdiri dari 4 TRX mampu melayani $24 - 2 = 22$ Kanal.
- f) Kapasitas 1 sektor antenna BTS dengan asumsi GOS 2% = 14,90 Erlang.
- g) Kapasitas 1 BTS yang terdiri dari 3 antenna sektoral yang didukung 3 TRX per antenna adalah $3 \times 14,90 = 44,7$ Erlang.

Jika diasumsikan setiap pelanggan membangkitkan trafik sebesar b mErlang, maka trafik total yang dibangkitkan oleh semua pelanggan adalah sebesar :

$$T = P \cdot \beta \cdot 10^{-3} \dots (5)$$

Dengan keterangan :

- T = Total trafik yang dibangkitkan pelanggan seluler (Erlang)
- P = Jumlah pelanggan seluler
- β = Erlang per-pelanggan (mErlang)

Sehingga total trafik yang dibangkitkan pelanggan seluler untuk kota Palangka Raya dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 7. ESTIMASI JUMLAH KEBUTUHAN TRAFIK

Kecamatan	2013	2014	2015	2016	2017
Jekan Raya	5.480,90	6.025,15	6.623,45	7.281,15	8.004,20
Pahandut	3.694,05	4.060,85	4.464,10	4.907,40	5.394,70
Urban	9174,95	10086,00	11087,55	12188,55	13398,90
Sebangau	451,74	496,58	545,92	600,11	659,70
Bukit Batu	370,16	406,92	447,32	491,73	540,57
Rakumpit	91,64	100,75	110,75	121,74	133,82
Sub-urban	913,54	1.004,25	1.103,99	1.213,58	1.334,09
Total	10088,49	11090,26	12191,53	13402,13	14732,99

5) Perhitungan Path Loss/Propagasi

Dengan tinggi rata-rata *mobile* antenna (hm) adalah 1,5 m dan tinggi rata-rata antenna BTS di kota Palangka Raya adalah 70m untuk wilayah sub-urban. Sedangkan Frekuensi Pembawa (F) berkisar antara 945 - 950 MHz serta *distance* (d) adalah 7,5 km (Kalteng, 2013), maka perhitungan *path loss* dapat dilihat pada Tabel 8.

TABEL 8. PERHITUNGAN PATH LOSS/PROPAGASI

Wilayah	Luas Menurut Google Earth (Km2)	Path Loss
Urban	60,50	150,41 dB
Sub-urban	222	94,39 dB

6) *Perhitungan Jumlah BTS dan Menara Telekomunikasi*

Jumlah kebutuhan BTS mempengaruhi kualitas sinyal jaringan telekomunikasi. Perhitungan jumlah kebutuhan BTS ini akan mempengaruhi jumlah menara BTS yang akan dibangun sebagai menara bersama telekomunikasi. Jadi, dalam menara bersama telekomunikasi nantinya akan terdapat lebih dari 1 BTS sehingga terjadinya penghematan dalam pembuatan menara sebagai tempat dari BTS. Untuk menghitung jumlah BTS yang dibutuhkan, digunakan rumus :

$$B = \frac{T}{A} \dots (6)$$

Keterangan :

B = Jumlah Kebutuhan BTS

T = Total Trafik yang dibangkitkan pelanggan seluler (Erlang)

A = Kapasitas 1 BTS

Sehingga hasil perhitungan jumlah kebutuhan BTS sampai dengan tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 9.

TABEL 9. ESTIMASI JUMLAH KEBUTUHAN BTS

Kecamatan	Luas Wilayah Administrasi (Km ²)	S/D 2017
Jekan Raya	352,62	179
Pahandut	117,25	121
Urban	469,87	300
Sebangau	583,50	15
Bukit Batu	572,00	12
Rakumpit	1.053,14	3
Sub-urban	2.208,64	30
TOTAL	2.678,51	330

Sedangkan untuk perhitungan menara bersama dilakukan dengan memperhatikan jumlah kebutuhan BTS dan kapasitas menara yang menampung BTS, yaitu dengan persamaan 7.

$$M = \frac{B}{3} \dots (7)$$

Dengan keterangan :

M = Jumlah Menara Bersama Telekomunikasi

B = Jumlah Kebutuhan BTS

3 = 3 BTS yang ditampung 1 menara bersama telekomunikasi

Sehingga hasil perhitungan jumlah kebutuhan Menara Bersama Telekomunikasi sampai dengan tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 10.

TABEL 10. JUMLAH KEBUTUHAN MENARA BERSAMA TELEKOMUNIKASI SAMPAI DENGAN TAHUN 2017

Kecamatan	Luas Wilayah Administrasi (Km ²)	BTS	Menara Bersama
Jekan Raya	352,62	179	60
Pahandut	117,25	121	40

Kecamatan	Luas Wilayah Administrasi (Km ²)	BTS	Menara Bersama
Urban	469,87	300	100
Sebangau	583,50	15	5
Bukit Batu	572,00	12	4
Rakumpit	1.053,14	3	1
Sub-urban	2.208,64	30	10
TOTAL	2.678,51	330	110

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. *Menara BTS Eksisting dan Menara Bersama Telekomunikasi*

Hasil perhitungan jumlah kebutuhan menara telekomunikasi pada bab 4 merupakan hasil perhitungan menara bersama, sehingga jumlah menara nantinya akan digunakan untuk menampung minimal 3 BTS. Dengan kondisi sekarang yang ada ialah 1 menara telekomunikasi hanya menampung 1 BTS saja, sehingga jika terdapat 3 operator seluler, maka masing-masing dari operator seluler ini akan membangun 3 menara telekomunikasi.

Tabel 11 merupakan data perbandingan menara telekomunikasi eksisting dengan hasil perhitungan jumlah menara bersama telekomunikasi.

TABEL 11. PERBANDINGAN MENARA EKSISTING DENGAN MENARA BERSAMA TELEKOMUNIKASI

Wilayah	Luas Wilayah Administ rasi (Km ²)	Luas Pengukuran Wilayah Menurut GE (Km ²)	Menara Eksisting	Estimasi Menara Bersama
Urban	469,87	60,50	108	100
Sub-Urban	2.208,64	222	24	10
TOTAL	2.678,51	282,50	132	110

B. *Analisa Menara Bersama Telekomunikasi*

Seiring bertambahnya kebutuhan masyarakat akan sarana telekomunikasi, kota Palangka Raya pun membangun menara-menara BTS di beberapa titik lokasi. Namun hal tersebut tidak diimbangi dengan penataan lokasi pendirian menara BTS itu sendiri, karena tidak terdapatnya acuan regulasi daerah tentang pedoman pembangunan dan penggunaan menara telekomunikasi.

Berdasarkan Tabel 11, hasil perencanaan jumlah menara bersama telekomunikasi merupakan jumlah yang dibutuhkan sampai dengan tahun 2017 dilihat dari sisi kebutuhan trafik dari pengguna seluler. Tabel perbandingan tersebut menunjukkan bahwa 1 menara mampu menampung 3 perangkat BTS. Hal itulah yang seharusnya secara ideal dapat diterapkan di kota Palangka Raya sebagai bentuk implementasi dari pembangunan dan penggunaan menara bersama telekomunikasi. (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2008) dan (PB Kemendagri, 2009).

Wilayah urban dan sub-urban merupakan wilayah yang seharusnya menjadi *coverage area*, dikarenakan kota Palangka Raya 90% terdiri dari hutan yang tidak memiliki pelanggan seluler. Dalam (Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2009) dijelaskan bahwa kawasan Swaka alam dan pelestarian cagar budaya termasuk ke dalam klasifikasi zona bebas menara. Sehingga Taman Nasional Sebangau di Palangka Raya tidak didirikan menara BTS tersebut.

Sementara untuk keadaan yang saat ini terjadi di kota Palangka Raya justru sebaliknya, yaitu menara eksisting hanya menampung 1 BTS saja, yang tentunya hal tersebut telah menyebabkan semakin menyempitnya pemukiman penduduk dikarenakan banyaknya menara BTS yang dibangun di Palangka Raya oleh masing-masing operator seluler.

Hingga Saat ini terdapat 100 menara BTS eksisting yang ada pada wilayah urban (60,50 km²) yaitu kecamatan Jekan Raya dan kecamatan Pahandut dan 24 menara BTS eksisting yang terdapat pada wilayah sub-urban (222 km²) yaitu kecamatan Sebangau, Bukit Batu dan Rakumpit. Wilayah urban merupakan wilayah perkotaan (mall, pasar, perkantoran), sedangkan wilayah sub-urban merupakan wilayah pinggiran kota yang berupa perumahan, pertanian, perkebunan. Dari hasil perencanaan menara bersama, wilayah urban dapat memenuhi kebutuhan pelanggan seluler sampai dengan tahun 2017 dengan jumlah menara bersama sebanyak 100 menara dan 10 menara bersama untuk wilayah sub-urban.

Tentunya perencanaan ini merupakan langkah awal dalam implementasi menara bersama telekomunikasi. Penentuan lokasi menara bersama yang optimal merupakan langkah yang harus dilakukan selanjutnya dengan memperhatikan kualitas cakupan (*coverage*) para pengguna seluler. Sehingga pembangunan dan penggunaan menara bersama telekomunikasi dapat menjadi lebih maksimal dengan tetap memperhatikan aspek estetika ruang.

Penempatan menara BTS di kota Palangka Raya, belum sepenuhnya sesuai dengan pedoman yang ditentukan oleh pemerintah. Dalam perencanaan pembangunan menara telekomunikasi harus memperhatikan beberapa persyaratan umum seperti yang terdapat dalam (Kementerian Pekerjaan Umum, 2011) yaitu kualitas pelayanan, keamanan, keselamatan dan kesehatan, lingkungan dan estetika ruang.

Pembangunan menara BTS yang dilakukan oleh operator telekomunikasi selaku penyelenggara telekomunikasi di Indonesia yang tertera dalam pasal 12 ayat 3 Jo. Pasal 13 Undang undang No 36 tahun 1999 tentang telekomunikasi yaitu pembangunan, pengoperasian, atau pemeliharaan jaringan telekomunikasi dilaksanakan setelah mendapatkan persetujuan dari instansi pemerintah yang bertanggung jawab dengan memperhatikan peraturan yang berlaku. (Adipura, 2013)

Hal ini berarti pemerintah memiliki andil besar dalam menentukan pendirian menara BTS tersebut. Setiap bangunan menara BTS harus memperhatikan keseimbangan ekosistem dan estetika ruang dalam hal ini tidak mengganggu lingkungan di sekitar bangunan menara tersebut. Pengaturan

khusus mengenai syarat pembangunan menara terdapat dalam Pasal 2 s.d Pasal 7 Permenkominfo 02/2008 sebagai berikut:

1. Menara harus digunakan secara bersama dengan tetap memperhatikan kesinambungan pertumbuhan industri telekomunikasi demi efisiensi dan efektifitas penggunaan ruang.
2. Pembangunan menara dapat dilaksanakan oleh penyelenggara telekomunikasi, penyedia menara, atau kontraktor menara.

Ketiga unit pada poin nomor 2 tersebut harus memperhatikan segala regulasi yang tertuang dalam peraturan negara dan pemerintah setempat.

Mengacu pada hasil analisa penelitian ini, diharapkan nantinya pemerintah kota Palangka Raya dapat membuat suatu regulasi yang jelas tentang pembangunan dan penggunaan menara BTS sebagai menara bersama, dengan memperhatikan aspek-aspek yang sudah dipaparkan sebelumnya. Sehingga dampak yang dihasilkan dari regulasi tersebut dapat membawa ke arah yang lebih baik terkait dengan pembangunan dan penggunaan menara bersama telekomunikasi di kota Palangka Raya.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

- 1) Hasil perencanaan kebutuhan menara bersama telekomunikasi untuk wilayah urban yaitu kecamatan Jekan Raya dan kecamatan Pahandut sampai dengan tahun 2017 adalah sebanyak 100 menara bersama telekomunikasi. Sedangkan untuk wilayah sub-urban yaitu kecamatan Sebangau, Bukit Batu dan kecamatan Rakumpit sampai dengan tahun 2017 adalah sebanyak 10 menara bersama telekomunikasi.
- 2) Dari hasil perencanaan tersebut, kebutuhan menara telekomunikasi sebagai faktor utama dalam berkomunikasi sudah memenuhi kebutuhan pelanggan seluler selama 5 (lima) tahun ke depan sampai dengan tahun 2017, sehingga menara telekomunikasi tidak perlu dibangun lagi tetapi hanya perlu di rekonstruksi ulang sesuai dengan petunjuk teknis yang ada mengenai pembangunan menara bersama telekomunikasi sehingga dapat menampung minimal 3 BTS dari 3 operator seluler.

B. Saran

- 1) Perencanaan menara bersama telekomunikasi ini merupakan perencanaan hanya untuk 3 perangkat BTS dari 3 penyedia seluler, sehingga jika suatu daerah yang memiliki lebih dari 3 penyedia seluler, maka perlu adanya penghitungan ulang untuk menara bersama ini.
- 2) Pemerintah daerah perlu membuat regulasi mengenai pembangunan dan penggunaan menara telekomunikasi sebagai menara bersama.
- 3) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai lokasi optimal untuk penempatan menara bersama telekomunikasi, sehingga perencanaan jaringan seluler dapat menjadi lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adipura, S. H. (2013). Pendirian Base Transceiver Station (BTS) DI Pemukiman Warga Dikaitkan Dengan Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan dan Retribusi Menara Telekomunikasi Di Kota Bandung.
- BPS Kota Palangka Raya. (2012). *Palangka Raya Dalam Angka Tahun 2012*. Palangka Raya: BAPPEDA Kota Palangka Raya.
- Elidawati Samosir, G. H. (2011). Studi Awal Perhitungan Jumlah Sel di Wilayah Kabupaten Deli Serdang dalam rangka penerapan kebijakan penggunaan menara bersama Telekomunikasi. *ITS*.
- Fauzi, A. (2013). Perencanaan Kebutuhan Base Transceiver Station (BTS) dan Optimasi Penempatan Menara Bersama Telekomunikasi.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika (2008). Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 2/PER/M.KOMINFO/3.2008 Tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Telekomunikasi.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2009). Peraturan Bersama Menteri Dalam Negeri, Menteri PU dan Menteri Kominfo dan Badan Koordinasi Penanaman Modal tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Bersama Menara Telekomunikasi. Jakarta. Jakarta : Kementerian Komunikasi dan Informatika
- Kementerian Komunikasi dan Informatika. (2011). Indikator TIK 2011. Jakarta : Kementerian Komunikasi dan Informatika
- Kalteng, D. (2013). *Penyusunan Zona Pesebaran Menara Telekomunikasi di Kalteng*. Palangka Raya: Dinas Perhubungan, Komunikasi dan Informatika Provinsi Kalimantan Tengah.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). Surat Edaran Direktur Jenderal Penataan Ruang Kementrian Pekerjaan Umum Nomor:06/SE/Dr/2011 tentang Petunjuk Teknis Kriteria Lokasi Menara Telekomunikasi.
- Molisch, A. F. (2011). *Wireless Communication, Second Edition*. John Wiley and Sons.
- PB Kemendagri, K. K. (2009). Peraturan Bersama No:18/2009, No:07/PRT/M/2009, No:19/PER/M.KOMINFO/03/2009, No:3/P/2009 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Bersama Menara Telekomunikasi.