



**ANALISIS PERENCANAAN *COVERAGE AREA* DENGAN
PERHITUNGAN *LINK BUDGET* PADA *OPENBTS* DI PANTI**

SKRIPSI

Oleh :

Maulana Bintang Pamungkas

NIM 111910201090

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**ANALISIS PERENCANAAN *COVERAGE AREA* DENGAN
PERHITUNGAN *LINK BUDGET* PADA *OPENBTS* DI PANTI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi S1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

**Maulana Bintang Pamungkas
NIM 111910201090**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini merupakan langkah awal kesuksesan yang aku raih sebelum menuju kesuksesan selanjutnya dalam hidup saya. Dengan penuh rasa syukur dengan ketulusan hati saya persembahkan karya ini kepada :

1. Terimakasih yang sangat berlimpah kepada kedua orang tua, papa Bambang Lukiyanto dan mama Sri Endang Sedia Tugas Iriani yang telah mendidik, membesarkan, memberi cinta dan kasih sayang serta doa yang tiada pernah putus hingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini, dan saya persembahkan gelar yang saya dapatkan untuk mereka;
2. Terimakasih kepada Dosen Pembimbing Utama Ibu Ike Fibriani dan Dosen Pembimbing Anggota Bapak Widya Cahyadi atas kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing saya selama ini;
3. Terimakasih kepada teman – teman Teknik Elektro S1 ataupun D3 angkatan 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, dan 2015;
4. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(QS. Al-Insyirah,6-8)

“Terus berlarilah untuk bisa mencapai tujuanmu, berlarilah meskipun rintangan hampir membunuh hidupmu, dan tetap berlarilah untuk mencapai kehidupanmu yang lebih baik”

(Maulana Bintang Pamungkas)

“Kita berdoa kalau kesusahan dan membutuhkan sesuatu, mestinya kita juga berdoa dalam kegembiraan besar dan saat rezeki melimpah.”

(Kahlil Gibran)

“Orang-orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka menjadi terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menyia-nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi.”

(Ernest Newman)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Maulana Bintang Pamungkas

NIM : 111910201090

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Analisis Perencanaan *Coverage Area* dengan Menggunakan Perhitungan *Link Budget* pada *OpenBTS* di Panti” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2015

Yang menyatakan,

Maulana Bintang Pamungkas

NIM 111910201090

SKRIPSI

**ANALISIS PERENCANAAN *COVERAGE AREA* DENGAN
PERHITUNGAN *LINK BUDGET* PADA *OPENBTS* DI PANTI**

Oleh

Maulana Bintang Pamungkas
NIM 111910201090

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ike Fibriani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Widya Cahyadi, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Analisis Perencanaan *Coverage Area* dengan Menggunakan Perhitungan *Link Budget* pada *OpenBTS* di Panti “ telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : Jumat, 4 Desember 2015

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Mengetahui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Ike Fibriani, S.T., M.T.

NIP 198002072015042001

Widya Cahyadi, S.T., M.T.

NIP 198511102014041001

Tim Penguji:

Penguji I,

Penguji II,

Sumardi, S.T., M.T.

NIP 196701131998021001

Catur Suko Sarwono, S.T.

NIP 196801191997021001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP 196104141989021001

Analisis Perencanaan *Coverage Area* dengan Menggunakan Perhitungan *Link Budget* pada *OpenBTS* di Panti

Maulana Bintang Pamungkas

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Layanan telekomunikasi adalah layanan yang sangat dibutuhkan masyarakat pada umumnya. Sedangkan jika diketahui adanya beberapa titik daerah rawan bencana contohnya di kecamatan Panti Kabupaten Jember mengakibatkan layanan telekomunikasi di wilayah tersebut putus. Maka dari itu dibutuhkan sebuah layanan telepon selular dengan dengan investasi yang kecil dan instalasi yang mudah. Pada studi kasus ini *OpenBTS* menjadi pengganti fungsi dari BTS konvensional pada umumnya dengan menganalisa *coverage area* dan perhitungan *link budget*. Analisis *coverage area* ini untuk mendapatkan jangkauan luas wilayah pemancar yang dibutuhkan sedangkan perhitungan *link budget* untuk mendapatkan kualitas jaringan yang baik. Adapun hasil dari perhitungan beberapa parameter *link budget* diantaranya nilai *Power Transmit* sebesar 40 dBm, nilai EIRP sebesar 49 dBm, nilai MAPL sebesar 119 dB, nilai FSL sebesar 105,5 dB, nilai RSL pada antenna *microwave* sebesar -38,5 dBm, nilai RSL pada antenna *mobile* (MS) sebesar -41,5 dBm, nilai model propagasi *Okumura – Hatta* pada area *rural* sebesar 57,63 dB. Sedangkan hasil luas area pemancar *coverage area* yang di dapatkan menggunakan pemodelan *Okumura – Hatta* pada kriteria area *rural* menghasilkan radius sel sebesar 10,92 km², dengan jari-jari sebesar 2,05 Km.

Kata kunci: *coverage area, link budget, okumura-hatta, openBTS*

The Analysis of Coverage Area Planning by using Link Budget Calculation on OpenBTS in Panti

Maulana Bintang Pamungkas

Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University

ABSTRACT

Telecommunication service is a service that is needed the most by people in general. In disaster-prone areas as Panti in Jember resulting telecommunication service in that areas disconnected. Therefore, it is needed a cellular telephone service with small investment and simple installation. In this case, OpenBTS becomes function substitution of BTS conventional by analyzing coverage area and link budget calculation. The analysis of this coverage area is to get good network quality. The calculation result of several parameters link budget including Power Transmit value is 40 dBm, EIRP value is 49 dBm, MAPL value is 119 dBm, FSL value is 105,5 dB, RSL value of microwave antenna is -38,5 dBm, RSL value of mobile antenna (MS) is -41,5 dBm, Okumura-Hatta propagation model value in rural area is 57,63 dB. While the result of wide transmitter area coverage area that is gotten by using the modeling of Okumura-Hatta of rural criteria area produced cell radius 10,92 km² with the radius of 2,05 Km.

Keywords: *coverage area, link budget, okumura-hatta, openBTS*

RINGKASAN

Analisis Perencanaan Coverage Area dengan Menggunakan Perhitungan Link Budget pada OpenBTS di Panti; Maulana Bintang Pamungkas; 111910201090; 2015; 74 halaman; Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Layanan telepon seluler *Global System for Mobile Communication* (GSM) merupakan layanan yang banyak digunakan di Indonesia. Oleh karena itu layanan telekomunikasi merupakan hal yang sangat vital jika di ketahui adanya beberapa titik daerah rawan bencana yang bisa mengakibatkan jaringan GSM di daerah tersebut putus. Jawa Timur menjadi salah satu propinsi yang mempunyai beberapa titik yang bisa dianggap rawan bencana alam yang sudah diperkirakan oleh instansi bersangkutan seperti Badan Dinas Penanggulangan Bencana (BNPB). Salah satu wilayah yang pernah mengalami bencana banjir pada tahun 2006 adalah Kecamatan Panti di Jember. Maka dari itu, dibutuhkan sebuah layanan telepon selular dengan investasi yang kecil dan instalasi yang mudah agar dapat mengatasi masalah tersebut, yaitu telekomunikasi daerah skala kecil dan telekomunikasi darurat.

Open Base Transceiver Station (OpenBTS) memiliki kemampuan yang diinginkan dimana biaya investasinya berbeda jauh dibandingkan dengan *Base Transceiver Station (BTS)* konvensional. *OpenBTS*, adalah sebuah teknologi alternatif untuk membangun *Base Transceiver Station (BTS)* sendiri untuk telekomunikasi GSM berbasis *software Open source*. *OpenBTS* merupakan *downsizing* untuk memenuhi kebutuhan khusus seperti misalnya untuk daerah terpencil, untuk bencana, dan bersifat *portable* atau dengan mudah dibawa kemana-mana yang relatif sulit dilakukan operator seluler biasa.

Pada penelitian ini guna melengkapi sarana dan fasilitas dari informasi yang telah didapatkan maka perlu adanya analisis perencanaan pembangunan *OpenBTS* di wilayah Panti. Analisis ini meliputi perencanaan *coverage area* pada *OpenBTS* untuk mendapatkan jangkauan luas wilayah pemancar yang dibutuhkan selain itu

analisis perhitungan *link budget* untuk mendapatkan kualitas jaringan yang baik. Adapun hasil dari analisis perhitungan beberapa parameter *link budget* diantaranya nilai *Power Transmit* sebesar 40 dBm, nilai EIRP sebesar 49 dBm, nilai MAPL sebesar 119 dB, nilai FSL sebesar 105,5 dB, nilai RSL pada antena *microwave* sebesar -38,5 dBm, nilai RSL pada antena *mobile* (MS) sebesar -41,5 dBm, nilai model propagasi *Okumura – Hatta* pada area *rural* sebesar 57,63 dB. Sedangkan hasil luas area pemancar *coverage area* yang di dapatkan menggunakan pemodelan *Okumura – Hatta* pada kriteria area *rural* menghasilkan radius sel sebesar $10,92 \text{ km}^2$, dengan jari-jari sebesar 2,05 Km.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Perencanaan *Coverage Area* dengan Menggunakan Perhitungan *Link Budget* pada *OpenBTS* di Panti”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T yang telah memberikan pencerahan serta pertolongan;
2. Bapak Ir.Widyono Hadi, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Dr. Triwahju Hardianto S.T, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember;
4. Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan bimbingan dan semangat, meluangkan waktu, pikiran, kesabaran, perhatian dalam penulisan skripsi ini serta memberikan ide tentang topik skripsi penulis;
5. Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan bimbingan, nasehat serta masukan dalam penulisan skripsi ini;
6. Bapak Sumardi, S.T., M.T. selaku dosen penguji I dan bapak Catur Suko Sarwono, S.T. selaku dosen penguji II;
7. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan membimbing selama mengikuti pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;
8. Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku Komisi Bimbingan S1 yang telah membantu dalam penulisan skripsi secara administratif;

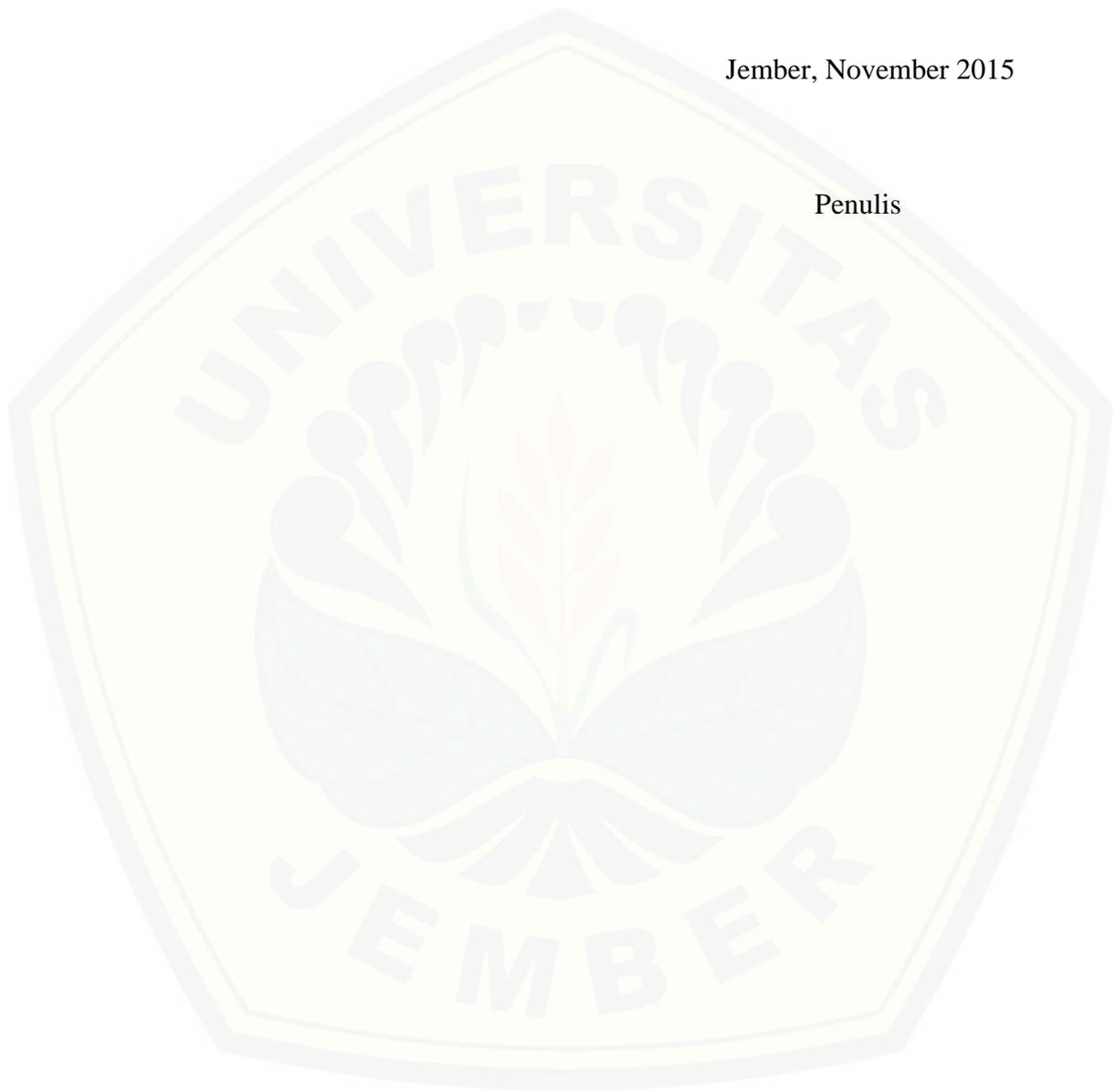
9. Para staf karyawan dan karyawan serta teknisi Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan bantuan selama mengikuti pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Jember;
10. Papa Bambang Lukiyanto, S.T. dan Mama Sri Endang Sedia Tugas tercinta yang telah memberikan semangat, kasih sayang, perhatian, kesabaran, fasilitas dan doanya yang tak pernah putus untuk mempermudah saya mencapai kesuksesan awal dalam perguruan tinggi ini;
11. Kakak Ifit Citra Ningtyas, Mas Andi Seno, Kakak Novia Rizka Jayanty, Mas Agung Bachtiar yang telah memberikan kasih sayang, semangat, fasilitas dan motivasi yang begitu banyaknya;
12. Sahabat sekaligus keluarga kecil saya Oong, Tito, Rere, Irsyad, Riza, Lini, Vika yang selalu meluangkan dan menyempatkan waktu untuk berkumpul saat dibutuhkan, menemani, membantu, memberikan kebahagiaan dan kritik saran yang membangun serta tak hentinya memberikan dukungan kepada saya;
13. Divia Lupitadinda Yusmagisterdela, terimakasih atas semua yang pernah diberikan baik maupun buruk, semangat, motivasi, dan doa;
14. Seluruh keluarga besar yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini;
15. Dulur - dulur Elektro khususnya angkatan 2011 yang saya sayangi yang telah membantu, memberi semangat dari awal menjadi keluarga besar di teknik, semoga kita semua bisa mencapai sukses bersama;
16. Kepada kakak-kakak angkatan yang telah memberikan bimbingannya, membantu dan memberikan motivasi serta berbagi pengalamannya;
17. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini agar dapat menjadi referensi yang memberikan manfaat bagi semua pihak. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi

penulis sendiri pada khususnya dan semoga Allah SWT memberikan yang terbaik untuk kita semua, Amin.

Jember, November 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Global System for Mobile (GSM)	4
2.1.1 Arsitektur GSM	5
2.1.2 Alokasi Frekuensi Operator GSM di Indonesia	8
2.2 Open BTS	10
2.2.1 Arsitektur <i>OpenBTS</i>	11
2.2.2 Regulasi Frekuensi <i>OpenBTS</i>	14
2.3 Parameter Link Budget	16
2.3.1 EIRP (<i>Effective Isotropic Radiated Power</i>)	16

2.3.2 FSL (<i>Free Space Loss</i>)	19
2.3.3 RSL (<i>Received Signal Level</i>).....	20
2.3.4 Model Propagasi <i>Okumura - Hatta</i>	21
2.3.5 Perencanaan <i>Coverage Area</i>	21
2.4 Lokasi Rawan Bencana	23
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.2 Tahapan Penelitian	26
3.3 Desain Tahapan Analisis Perencanaan <i>Coverage Area</i> dengan Perhitungan <i>Link Budget</i> pada <i>OpenBTS</i> di Pantj	28
3.4 Tahapan Penelitian Analisis Perencanaan <i>Coverage Area</i> dengan Perhitungan <i>Link Budget</i> pada <i>OpenBTS</i> di Pantj	30
BAB 4. HASIL DAN ANALISIS DATA	31
4.1 Hasil dan Pengumpulan Data	31
4.1.1 Data Pemancar <i>OpenBTS</i>	31
4.1.2 Data Pemancar <i>BTS</i>	31
4.1.3 Parameter <i>Link Budget OpenBTS</i>	32
4.1.4 Pemilihan Lokasi Bencana	33
4.1.5 Struktur Jaringan <i>OpenBTS</i> di Pantj.....	34
4.2 Perhitungan <i>Link Budget</i>	36
4.2.1 Perhitungan <i>Power Transmit</i>	36
4.2.2 Perhitungan <i>EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)</i>	37
4.2.3 Perhitungan <i>MAPL (Maximum Allowable Path Loss)</i>	38
4.2.4 Perhitungan <i>FSL (Free Space Loss)</i>	38
4.2.5 Perhitungan <i>RSL (Received Signal Level)</i>	39
4.2.6 Perhitungan Model Propagasi <i>Okumura – Hatta</i>	41
4.3 Perhitungan <i>Coverage Area</i>	43
BAB 5. PENUTUP	45

5.1 Kesimpulan..... 45

5.2 Saran 45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Arsitektur GSM	6
2.2 Alokasi frekuensi GSM yang dipakai di sebagian besar negara di dunia termasuk Indonesia	9
2.3 Alokasi frekuensi pita GSM900 di Indonesia.....	10
2.4 Alokasi frekuensi pita GSM1800 di Indonesia.....	10
2.5 Blok Diagram Arsitektur <i>OpenBTS</i>	11
2.6 Arsitektur <i>OpenBTS</i>	13
2.7 Interkoneksi <i>OpenBTS</i>	14
2.8 Elemen dalam perhitungan EIRP.....	16
2.9 Komponen sistem komunikasi dasar	17
2.10 <i>Free Space Loss</i>	19
2.11 Peta Kecamatan Panti	24
2.12 Peta rawan bencana Kabupaten Jember	25
3.1 Tahapan analisis perencanaan <i>coverage area</i> dengan perhitungan <i>link budget</i> pada <i>OpenBTS</i>	28
3.2 Diagram alir penelitian	30
4.1 Struktur Jaringan <i>OpenBTS</i> di daerah Panti	35
4.2 Grafik Hasil Nilai FSL.....	39
4.3 Grafik Hasil Nilai RSL	40
4.4 Cakupan area <i>OpenBTS</i> menggunakan aplikasi <i>Google Earth Pro</i> ..	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel daftar pita frekuensi di Indonesia.....	15
2.2 Tabel Perbandingan nilai <i>Power Transmit</i>	18
2.3 Contoh <i>Datasheet Link Budget</i>	18
2.4 Penggolongan Kriteria Area.....	22
4.1 <i>Data Sheet Link Budget OpenBTS</i>	33
4.2 <i>Data Sheet Link Budget BTS</i>	33
4.3 Data Arah Lokasi Berdasarkan Peta Panti	34
4.4 Perbandingan nilai <i>Power Transmit</i>	36
4.5 Perbandingan nilai <i>Power Transmit</i> (lanjutan).....	37
4.6 Perbandingan hasil nilai FSL.....	38
4.7 Perbandingan hasil nilai RSL	40
4.8 Penggolongan Kriteria Area	42

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Layanan telepon seluler *Global System for Mobile Communication* (GSM) merupakan layanan yang banyak digunakan di Indonesia. Oleh karena itu layanan telekomunikasi merupakan hal yang sangat vital jika di ketahui adanya beberapa titik daerah rawan bencana yang bisa mengakibatkan jaringan GSM di daerah tersebut putus. Jawa Timur menjadi salah satu propinsi yang mempunyai beberapa titik yang bisa dianggap rawan bencana alam yang sudah diperkirakan oleh Badan Dinas Penanggulangan Bencana (BNPB). Salah satu wilayah yang pernah mengalami bencana banjir pada tahun 2006 adalah Kecamatan Panti di Jember. Maka dari itu, dibutuhkan sebuah layanan telepon selular dengan investasi yang kecil dan instalasi yang mudah agar dapat mengatasi masalah tersebut, yaitu telekomunikasi skala kecil dan telekomunikasi darurat sebagai contoh *handy talkie*. Pemakaian HT merupakan alat komunikasi utama pada saat keadaan darurat karena sifatnya *portable* hanya saja kelemahan pada HT yang hanya melakukan komunikasi dua arah secara bergantian, kurangnya privasi saat komunikasi, dan penggunaan yang terbatas sehingga dibutuhkan teknologi telekomunikasi yang lebih efisien.

Open Base Transceiver Station (*OpenBTS*) memiliki kemampuan yang diinginkan dimana biaya investasinya berbeda jauh dibandingkan dengan *Base Transceiver Station* (BTS) konvensional. *OpenBTS*, adalah sebuah teknologi alternatif untuk membangun *Base Transceiver Station* (BTS) sendiri untuk telekomunikasi GSM berbasis *software open source*. *OpenBTS* merupakan *downsizing* untuk memenuhi kebutuhan khusus seperti misalnya untuk daerah terpencil, untuk bencana, dan bersifat *portable* atau dengan mudah dibawa kemana-mana yang relatif sulit dilakukan operator seluler biasa. Sedangkan kalau operator seluler pada umumnya relatif lebih sulit mendirikan BTS di suatu tempat terpencil atau dalam keadaan darurat dalam waktu yang relatif singkat dan mudah.

Untuk mendapatkan kualitas jaringan yang baik maka dalam perencanaan diperlukan perhitungan *link budget* sebagai parameter kualitas jaringan. *Link*

Budget adalah suatu perhitungan yang dipakai ketika tahap perencanaan sebelum dibangun sinyalnya. Pada perhitungan *link budget* ini memberikan nilai EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*). *Link budget* merupakan sebuah cara untuk menghitung mengenai semua parameter dalam transmisi sinyal, mulai dari *gain* dan *loss* dari *transmitter* sampai *receiver* melalui media transmisi. Parameter lain dalam *link budget* meliputi, FSL (*Free Spcae Loss*), RSL (*Received Signal Level*) (Surjati Indra, 2008)

Berdasarkan sumber *datasheet* dari penelitian yang sebelumnya maka pada tugas akhir ini diharapkan bisa mengembangkan dari penelitian yang sebelumnya dengan perhitungan dan tempat yang berbeda. Untuk mendapatkan hasil *coverage area* maka nilai yang digunakan sebagai acuan adalah nilai level daya terima. Untuk menentukan nilai daya terima yang harus dilakukan adalah mengetahui nilai *path loss* melalui perhitungan menggunakan model propagasi gelombang radio yaitu model *Okumura - Hatta*. Sehingga perencanaan *coverage area* mendapatkan hasil yang baik dan maksimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini diantaranya adalah :

1. Bagaimana membuat perencanaan *coverage area* jaringan GSM dengan menggunakan *OpenBTS* di daerah Panti.
2. Bagaimana menghitung *link budget* pada *OpenBTS*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan yang dibuat terbatas pada luas daerah bencana di Panti.
2. *OpenBTS* bersifat sementara selama keadaan darurat setelah bencana.
3. Perencanaan tidak membahas tentang *handoff*.
4. Frekuensi yang digunakan tidak lebih dari frekuensi standar GSM.
5. Analisis meliputi parameter *link budget* pada *OpenBTS*.
6. Parameter perhitungan yang digunakan meliputi *power trasnmit*, *power receive*, EIRP, MAPL, FSL, RSL, dan *Okumura – Hatta*.

7. Perencanaan tidak membahas atenuasi, redaman atau *noise* seperti curah hujan, angin, kabut, thermal, dan lain-lain.

1.4 Tujuan

Dalam penelitian yang diusulkan dalam proposal ini memiliki beberapa tujuan diantaranya :

1. Memperoleh hasil perencanaan *coverage area OpenBTS* yang mencakup daerah bencana di Panti.
2. Memperoleh hasil *link budget* dari penggunaan *OpenBTS* di daerah bencana di Panti.

1.5 Manfaat

1. Sebagai rancangan yang akan mendapatkan gambaran tentang *coverage area OpenBTS* yang digunakan pada daerah bencana di Panti.
2. Hasil dari perhitungan *link budget* menjadi acuan dan referensi perencanaan pembangunan jaringan GSM *OpenBTS* lainnya di daerah bencana di Panti.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Global System for Mobile (GSM)

Global system for Mobile atau GSM adalah generasi kedua dari standar sistem seluler yang tengah dikembangkan untuk mengatasi problem fragmentasi yang terjadi pada standar pertama di negara Eropa. GSM adalah sistem standar selular pertama di dunia yang menspesifikasikan *digital modulation* dan *network level architectures and service*. Sebelum muncul standar GSM ini negara-negara di Eropa menggunakan standar yang berbeda-beda, sehingga pada saat itu tidak memungkinkan seorang pelanggan menggunakan *single subscriber* unit untuk menjangkau seluruh benua Eropa.

Pada awalnya sistem GSM ini dikembangkan untuk melayani sistem seluler panEropa dan menjanjikan jangkauan *network* yang lebih luas seperti halnya penggunaan ISDN. Pada perkembangannya sistem GSM ini mengalami kemajuan pesat dan menjadi standar yang paling populer di seluruh dunia untuk sistem seluler. Bahkan pertumbuhannya diprediksikan akan mencapai 20 sampai 50 juta pelanggan pada tahun 2000.

Penggunaan alokasi frekuensi 900 MHz oleh GSM ini diambil berdasarkan rekomendasi GSM (*Groupe special Mobile*) *cimitte* yang merupakan salah satu grup kerja pada *confe'rence Europe'ene Postes des Telecommunication* (CEPT). Namun pada akhirnya untuk alasan marketing GSM berubah namanya menjadi *The Global System for Mobile Communication*, sedangkan standar teknisnya diambil dari *European Technical Standards Institute* (ETSI) GSM pertama kali diperkenalkan di Eropa pada tahun 1991 kemudian pada akhir 1993, beberapa negara non Amerika seperti Amerika Selatan, Asia dan Australia mulai mengadopsi GSM yang akhirnya menghasilkan standar baru yang mirip yaitu DCS 1800, yang mendukung *Personal Commuication Service* (PCS) pada frekuensi 1,8 Ghz sampai 2 Ghz. (Aribowo, 2000)

2.1.1 Arsitektur GSM

Secara garis besar terdiri dari 4 subsistem yang terkoneksi dan berinteraksi antar sistem dan dengan *user* melalui *network interface*, subsistem tersebut adalah:

Arsitektur jaringan GSM terdiri atas :

1. *Mobile System*

Merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk melakukan pembicaraan. Terdiri atas *Mobile Equipment* dan *Subscriber Identity Module*.

2. *Base Station*

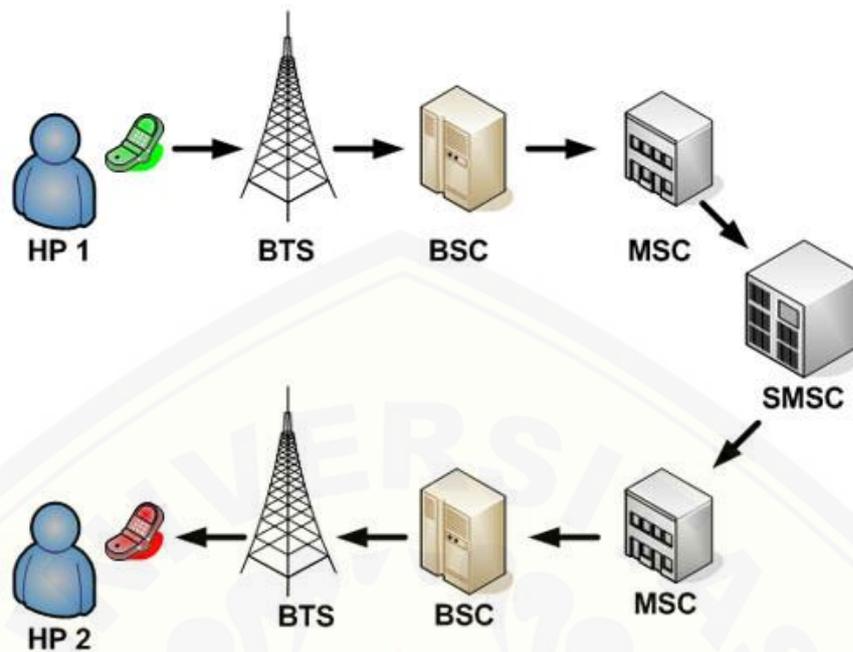
Terdiri atas *Base Station Controller* dan *Base Transceiver Station*. Dimana fungsi dari BSS adalah mengontrol tiap – tiap BTS yang terhubung kepadanya. Sedangkan fungsi dari BTS adalah untuk berhubungan langsung dengan MS dan juga berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal.

3. *Network Sub – system*

Terdiri dari MSC, HLR, dan VLR. MSC atau *Mobile Switching Controller* adalah inti dari jaringan GSM yang berfungsi untuk interkoneksi jaringan, baik antara seluler maupun dengan jaringan PSTN. *Home Location Register* atau HLR berfungsi untuk menyimpan semua data dari pelanggan secara permanen. Untuk VLR atau *Visitor Location Register* berfungsi untuk data dan informasi pelanggan.

4. *Operation and Support System*

Merupakan subsistem dari jaringan GSM yang berfungsi sebagai pusat pengendalian diataranya adalah *fault management*, *configuration management*, dan *inventory management*.



Gambar 2.1 Arsitektur GSM

(Sumber : Romdhoni. 2010)

Fungsi Komponen Jaringan GSM :

Berikut ini akan dijelaskan mengenai arsitektur GSM yang merupakan gabungan dari perangkat perangkat yang saling berkaitan dalam mendukung jaringan GSM.

1. Mobile Station (MS)

Mobile Station (MS) adalah perangkat yang mengirim dan menerima *signal* radio. MS dapat berupa *mobile handset* atau *Personal Digital Assistant* (PDA). MS terdiri dari *Mobile Equipment* (ME) dan *Subscriber Identity Module* (SIM). ME berisi *transceiver* radio, *display* dan *Digital Signal Processor*. SIM digunakan agar *network* dapat mengenali *user*.

2. Base Transceiver Station (BTS)

BTS merupakan perangkat pemancar dan penerima yang memberikan pelayanan radio kepada *Mobile Station* (MS). Dalam BTS terdapat kanal trafik yang digunakan untuk komunikasi. *Base Transceiver Station* (BTS) adalah bagian dari *network* element GSM 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* elemen lain dalam jaringan GSM (BSC, MSC, SMS, IN, dsb) dengan menggunakan radio *interface*. Fungsi dasar BTS adalah sebagai *Radio Resource Management*, yaitu melakukan fungsi-fungsi yang terkait dengan :

- a. *Assign channel* ke MS pada saat MS akan melakukan pembangunan hubungan.
- b. Menerima dan mengirimkan sinyal dari dan ke MS, juga mengirimkan/menerima sinyal dengan frekuensi yang berbeda-beda dengan hanya menggunakan satu antena yang sama.
- c. Mengontrol power yang di transmisikan ke MS.
- d. Ikut mengontrol proses *handover*.
- e. *Frequency hopping*.

3. *Base Station Controller* (BSC)

BSC membawahi satu atau lebih BTS serta mengatur trafik yang datang dan pergi dari BSC menuju MSC atau BTS. BSC memenejemen sumber radio dalam pemberian frekuensi untuk setiap BTS dan mengatur *handover* ketika *mobile station* melewati batas antar sel.

Pada umumnya setiap BSS terdiri atas beberapa *Base Transceiver Station*, dengan masing-masing BTS mempunyai area yang berbeda. Namun demikian selalu ada area yang *over lapping*, sehingga kontinuitas komunikasi *Out Station* dengan infrastruktur selular tetap terjaga.

4. *Mobile Switching Center* (MSC)

MSC didesain sebagai *switch ISDN* (*Integrated Service Digital Network*) yang dimodifikasi agar berfungsi untuk jaringan seluler. MSC juga dapat menghubungkan jaringan seluler dengan jaringan *fixed*. MSC (*Mobile Switching Center*), sebagai *switching system* BSS (*Base Station Subsystem*), sebagai pengirim dan penerima sinyal radio dari dan ke pelanggan.

OS (*Out Station*), sebagai terminal pelanggan yang bersifat bergerak. Keistimewaan dari GSM yang tidak terdapat pada sistem analog maupun pada *American Digital Cellular* (ADC) adalah adanya standarisasi *interface* antar masing-masing sub sistem. Dengan demikian, GSM menjanjikan suatu sistem yang tidak harus dimonopoli oleh satu merek. Dalam arti bahwa *Switching*, *Base Station*, dan *Out Station* dapat berasal dari merek/pemasok yang berbeda. Kondisi ini jelas sangat menguntungkan pihak operator, karena tidak ada ketergantungan sama sekali terhadap satu *supplier*.

Ketidaktergantungan kepada satu pemasok tersebut memungkinkan karena adanya standarisasi yang jelas :

- a. *A Interface*, antara MSC dengan BSS
- b. *A Bis Interface*, antara BSC dengan BTS
- c. *Um Interface*, antara BSS dengan *Out Station*.

2.1.2 Alokasi Frekuensi Operator GSM di Indonesia

Alokasi frekuensi GSM yang dipakai di Indonesia sama dengan yang dipakai di sebagian besar dunia terutama Eropa yaitu pada pita 900 MHz, yang dikenal sebagai GSM900, dan pada pita 1800 MHz, yang dikenal sebagai GSM1800 atau DCS (*Digital Communication System*), seperti yang ditunjukkan di Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2.2 Alokasi frekuensi GSM yang dipakai di sebagian besar negara di dunia termasuk Indonesia
(Sumber : Aribowo, 2000)

Frekuensi *downlink* adalah frekuensi yang dipancarkan oleh BTS-BTS untuk berkomunikasi dengan *handphone-handphone* pelanggan dan juga menghasilkan apa yang disebut sebagai *coverage footprint* operator sedangkan frekuensi *uplink* adalah frekuensi yang digunakan oleh *handphone-handphone* pelanggan agar bisa terhubung ke jaringan.

Untuk *uplink*, alokasi frekuensi GSM900 dari 890 MHz sampai 915 MHz sedangkan untuk *downlink* dari 935 sampai 960 MHz. Perhatikan, dalam frekuensi MHz, baik *uplink* maupun *downlink* memiliki alokasi frekuensi yang berbeda, namun dengan penomoran kanal ARFCN keduanya sama karena kedua-duanya adalah pasangan kanal dupleks yang dipisahkan selebar 45 MHz.

Lebar pita spektrum GSM900 sendiri adalah 25 MHz dan penomoran kanal ARFCN-nya dimulai dari 0 dan seterusnya; dengan lebar pita per kanal GSM adalah 200 kHz (0.2 MHz) maka jumlah total kanal untuk GSM900 adalah $25/0.2 = 125$ kanal. Namun tidak semua kanal ini dapat dipakai: ada dua kanal yang harus dikorbankan sebagai *system guard band* pada kedua ujung batas spektrum masing-masing yaitu ARFCN 0 di batas bawah dan ARFCN 125 untuk batas atas. Jadi ARFCN efektif yang dipakai untuk GSM900 adalah ARFCN 1 sampai 124.

Untuk GSM1800 (DCS) alokasi frekuensi *uplink*-nya dari 1710 MHz-1785 MHz sedangkan *downlink* dari 1805 MHz sampai 1880 MHz dimana alokasi frekuensi antara *uplink* dan *downlink* terpisah selebar 95 MHz. Dengan demikian, berbeda dengan GSM900, GSM1800 memiliki lebar pita kurang lebih 3 kali lebih lebar dibanding GSM900. Untuk GSM1800 penomoran kanal ARFCN-nya dimulai dari 511 dan berakhir 886 (375 kanal total, 3 kali lebih banyak dari GSM900) dimana 511 dikorbankan sebagai *system guard band* pada ujung bawah dan 886 dipakai sebagai *system guard band* pada ujung atas.



Gambar 2.3 Alokasi frekuensi pita GSM900 di Indonesia

(Sumber : Aribowo, 2000)



Gambar 2.4 Alokasi frekuensi pita GSM1800 di Indonesia

(Sumber : Aribowo, 2000)

2.2 OpenBTS

OpenBTS adalah sebuah aplikasi yang berjalan pada *platform linux* yang merupakan perangkat lunak terbuka. *OpenBTS* adalah *downsizing* dari *BTS* (*Base Transceiver Station*) pada umumnya. *OpenBTS* menggunakan perangkat keras yang bernama *USRP* (*Universal Software Radio Peripheral*) untuk memancarkan sinyal jaringan standar seluler (*GSM*). *OpenBTS* juga menggabungkan perangkat lunak yang terbuka *Asterisk* untuk menginterkoneksi dengan jaringan telepon lainnya seperti *PSTN* (*Public Switched Telephone Network*) ataupun operator telekomunikasi lainnya dengan menggunakan *VoIP* (*Voice over IP*). (Safuruddin, 2012:3)

Pada situasi pasca bencana *OpenBTS* bisa dikatakan sangat membantu dalam tahap rehap atau rekons. Selain bisa menggantikan radio HT yang hanya

memanfaatkan teknologi *halfduplex* (mode komunikasi yang ditransmisi secara dua arah tapi tidak secara bersamaan), *OpenBTS* bisa membuat komunikasi di daerah bencana dengan biaya \$0 untuk setiap komunikasi. Bandingkan jika kita menggunakan operator selular yang ada di Indonesia saat ini, bayangkan sendiri berapa dana yang harus kita keluarkan perkomunikasi.

2.2.1. Arsitektur *OpenBTS*

Komponen dasar sistem *OpenBTS* relatif sederhana yang memungkinkan suatu desain topologi yang dapat digunakan di banyak daerah-daerah terpencil, terisolasi dengan sumber daya pendukung yang minim seperti listrik dan koneksi internet misalnya dan juga untuk daerah yang terkena pasca bencana alam tentunya. Berikut adalah blok diagram arsitektur *OpenBTS*.



Gambar 2.5 Blok Diagram Arsitektur *OpenBTS*

(Sumber : M. Salahuddien, 2012)

Di sisi *remote* terdiri dari beberapa komponen yaitu:

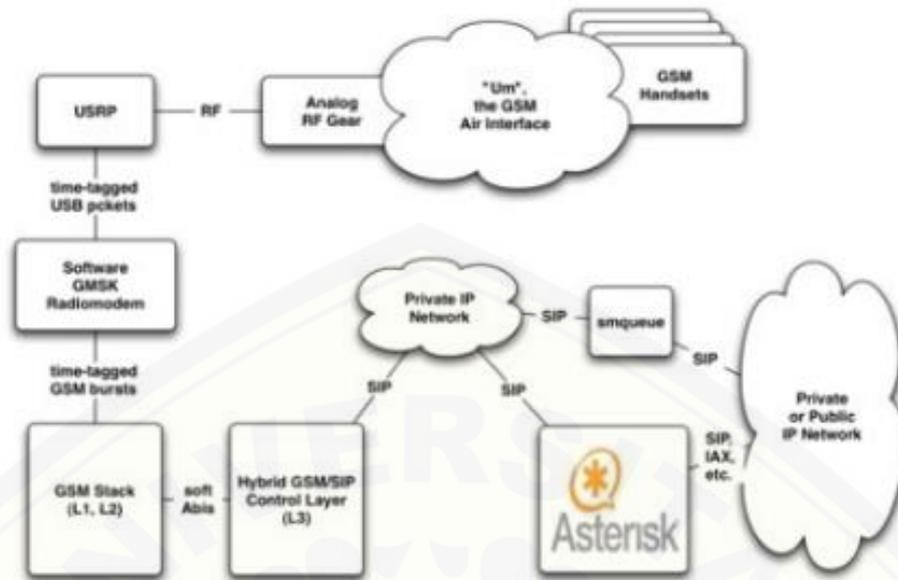
1. Antena *External* (optional), jenis vertikal 10 dbi
2. Power *Amplifier* (optional), kapasitas 10 watt
3. Perangkat USRP (produk *Ettus*), frekuensi GSM 900 Mhz
4. *Mini Router*, VPN, *WiFi HotSpot Gateway* (Mikrotik)
5. Akses Internet *remote* (*wireless*, VSAT), C-Band 1 mbit/s

Di sisi *Back End* terdiri dari:

1. PC Server (*Linux OS based*), *barebone quad core 8 Gb*
2. Aplikasi *OpenBTS GNU Radio*
Merupakan *software* yang menjalankan fungsi *Base Station* di PC agar dapat berkomunikasi dengan *handset* selular.
(www.sourceforge.net/projects/OpenBTS/)
3. Aplikasi *Asterisk (SIP based)*
Merupakan *Software* sentral telepon yang digunakan juga di VoIP Rakyat.
(www.asterisk.org/download)
4. Aplikasi *Jabber (XMPP based)*
Merupakan *software* untuk *chatting* yang dapat kita gunakan untuk SMS. *Jabber* dapat dengan mudah diintegrasikan ke *Arterisk* seperti yang dilakukan juga di VoIP Rakyat.
5. Interkoneksi ke MSC operator

USRP berfungsi sebagai *transceiver* (pemancar dan penerima) sinyal GSM. Jantung *OpenBTS* sendiri sebenarnya adalah aplikasi GNU Radio, berfungsi sebagai pengendali USRP. Untuk penomoran dan manajemen lalu lintas suara (*voice*) digunakan aplikasi Asterisk (protokol VoIP SIP). Fungsi *Asterisk* mirip perangkat (*hardware*) MSC (*Mobile Switching Center*) pada sistem GSM. Karena itu *Asterisk* juga disebut *soft switch* karena berbasis piranti lunak. Sedang untuk SMS memakai aplikasi *Jabber* protokol XMPP.

Awalnya *OpenBTS* adalah *downsizing* untuk memenuhi kebutuhan khusus, seperti misalnya untuk daerah terpencil, untuk bencana, dan bersifat *portable* atau dengan mudah dibawa kemana-mana, yang relatif sulit dilakukan oleh operator-operator seluler biasa. *OpenBTS* bisa didirikan dan diatur dengan cepat dan berbasis internet. Sedangkan kalau operator seluler pada umumnya relatif lebih sulit mendirikan BTS di suatu tempat terpencil atau dalam keadaan darurat dalam waktu yang relatif singkat dan mudah.

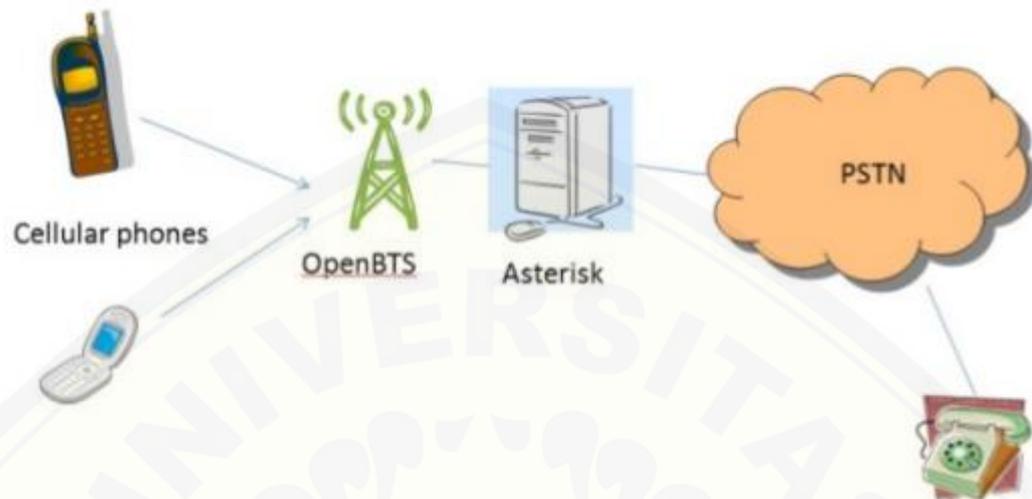
Gambar 2.6 Arsitektur *OpenBTS*

(Sumber : Bahari. 2011)

OpenBTS bukanlah teknologi baru karena merupakan *downsizing* dari BTS pada umumnya. Tujuan lain dari *downsizing* selain untuk kebutuhan khusus tersebut, *OpenBTS* digunakan untuk penelitian, karena meneliti BTS yang sebenarnya tentu akan sulit bagi mahasiswa atau institusi pendidikan karena biaya yang terlalu besar dan perangkat yang besar. Karena merupakan penurunan ukuran dari BTS pada umumnya, *OpenBTS* memiliki cara kerja yang relatif sama dengan BTS pada umumnya. Walaupun dalam banyak fitur-fitur yang berbeda satu sama lain, misalnya *OpenBTS* mengganti infrastruktur tradisional operator GSM, dari *Base Transceiver Station* (BTS) ke belakangnya. Dari yang biasanya trafik diteruskan ke *Mobile Switching Center* (MSC), pada *OpenBTS* trafik diterminasi pada *box* yang sama dengan cara meneruskan data ke Asterisk PBX melalui SIP dan *Voice-over-IP* (VoIP).

OpenBTS mampu melakukan panggilan ke luar atau interkoneksi ke operator-operator seluler lainnya. Namun sayangnya, *OpenBTS* belum memiliki ijin untuk melakukan interkoneksi ke MSC operator, sehingga interkoneksi ini bisa dilakukan dengan terminasi ke operator VoIP, *Voice over Internet Protocol*. Interkoneksi melalui VoIP menggunakan metode

two steps dial yaitu panggilan dua kali dengan kode nomer ekstensi seperti pada sistem PABX.



Gambar 2.7 Interkoneksi *OpenBTS*

(Sumber : Bahari, 2011)

2.2.2. Regulasi Frekuensi *OpenBTS*

Regulasi frekuensi yang dipakai oleh *OpenBTS* sama dengan regulasi frekuensi yang dipakai oleh GSM pada umumnya yaitu pada pita frekuensi 800 MHz sampai dengan 900 MHz. Hanya saja regulasi yang dipakai oleh *OpenBTS* ini masih dipertanyakan ijinnya.

Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia (BRTI) berharap masyarakat memahami posisi regulator mengenai hal ini. Pasalnya, bila didiamkan penggunaan frekuensi 900 MHz yang dipakai *openBTS* saat ini, maka regulator akan kena pidana telekomunikasi dan tindak pidana korupsi. Regulator bisa kena pidana telekomunikasi juga tindak pidana korupsi yang sesungguhnya, seperti yang juga terjadi pada kasus IM2 dan Indosat. Ditambahkannya, UU Telekomunikasi No. 36/1999 tidak memberikan tempat bagi telekomunikasi komunitas, hal yang berbeda dengan UU Penyiaran No. 32/2002. (Effendi R, 2013)

Tabel 2.1. Tabel daftar pita frekuensi di Indonesia

DAFTAR PITA FREKUENSI		
NO	PITA FREKUENSI	FREKUENSI
1.	RADIO SIARAN FM	87.5 – 108 MHz
2.	PENERBANGAN	108 – 137 MHz
3.	PENERBANGAN HF	6.525 – 6.765 MHz
4.	KRAP	142.0375 – 143.5375 MHz
5.	AMATIR	144 – 148 MHz
7.	STASIUN TETAP/BERGERAK	148 – 149.9 MHz
8.	STASIUN TETAP/BERGERAK DARAT	150.050 – 156.7625 MHz
9.	BERGERAK MARITIM	156.7625 – 156.8375 MHz
10.	BERGERAK MARITIM, RADIO PANGGIL UTK UMUM	156.8375 – 174 MHz
11.	TETAP/BERGERAK NAVIGASI RADIO	235 – 375.4 MHz
12.	TELEVISI SIARAN UHF	478 – 694 MHz
13.	DINAS TETAP/BERGERAK (PRIMER)	10 – 11 GHz
14.	SELULER GSM	890 – 914 MHz
15.	SELULER DCS	1.710– 1.8 GHz

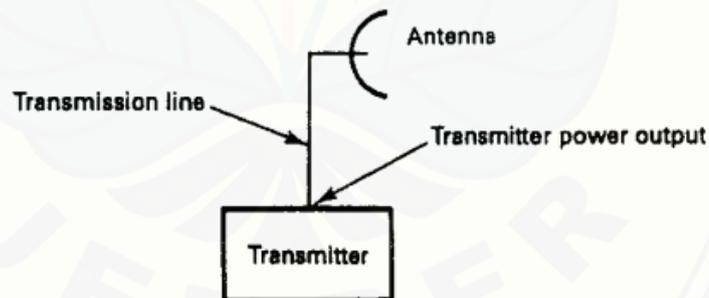
Regulator telekomunikasi Indonesia telah melanggar HAM bila melarang penerapan *openBTS* di Indonesia. Menurut Onno, penggunaan frekuensi 900 MHz seharusnya tidak jadi masalah, karena tinggal diatur bagaimana caranya agar desa-desa itu mendapatkan izin alokasi di rentang frekuensi 900 MHz. (Onno, 2013)

Ditandaskannya pula, dalam UU No. 36/1999 tentang telekomunikasi, penyelenggaraan semodel *openBTS* hanya bisa dimungkinkan melalui penyelenggaraan jasa telekomunikasi yang

bekerjasama dengan penyelenggara jaringan (*operator*). Setiap penyelenggaraan telekomunikasi juga wajib mempunyai izin penyelenggaraan. Kewajiban ini sesungguhnya adalah guna perlindungan masyarakat juga akan kepastian hukum dan kepastian standar kualitas layanan. Selanjutnya BRTI mengajak masyarakat untuk mengawal revisi RUU Telekomunikasi yang sekarang sedang dalam tahap harmonisasi antar lembaga, guna mendapatkan kepastian hukum yang pada akhirnya akan dapat mensejahterakan masyarakat Indonesia pada umumnya.

2.3 Parameter *Link budget*

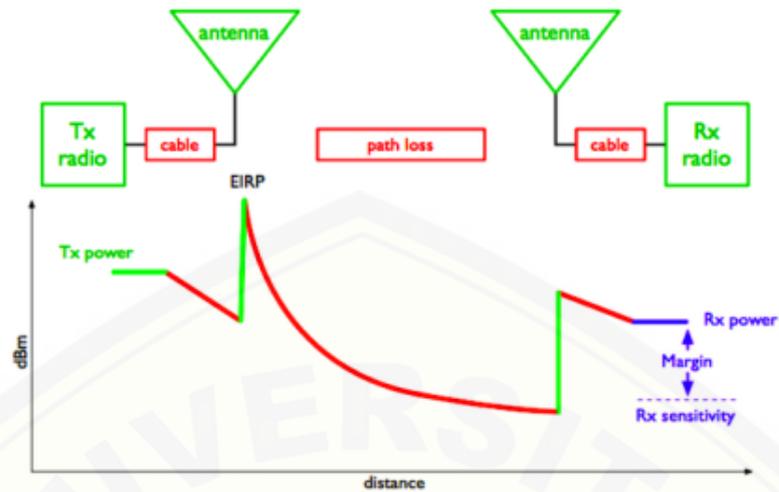
Tujuan dari perhitungan parameter *link budget* adalah untuk mendapatkan nilai dari parameter lain dalam transmisi sinyal. Karena adanya penghalang, jarak, dan redaman saat transmisi maka perlu diperhitungkan beberapa parameter *link budget*. Selain itu dalam analisis ini *link budget* digunakan untuk mendapatkan jangkauan wilayah dari sebuah sel yang berdasarkan pada nilai *maximum allowable path loss* (MAPL) atau nilai *path loss* maksimum yang terdiri dari *transmission power*, *antenna gain*, *receiver sensitivity* serta *cable losses* yang diperbolehkan antara *transmitter* dan *receiver*.



Gambar 2.8 Elemen dalam perhitungan EIRP

(Sumber : Freeman. 2004:198)

Salah satu parameter yang dibutuhkan dalam parameter *link budget* adalah pemodelan propagasi *Okumura-Hatta*, parameter ini yang digunakan untuk memperkirakan besar *propagation loss* antara *transmitter* dan *receiver*. Parameter lain yang dibutuhkan dalam perhitungan parameter *link budget* adalah *coverage area*, EIRP, FSL (*Free Spcae Loss*), RSL (*Received Signal Level*).



Gambar 2.9 Komponen sistem komunikasi dasar
(Sumber : wndw. 2013)

Power transmit merupakan nilai yang terdapat pada pemancar yang berguna untuk mengirimkan sinyal. Untuk mendapatkan nilai pada *power transmit* maka dapat dijelaskan pada rumus sebagai berikut.

$$p \text{ (dBm)} = \frac{10 \log P(w)}{10^{-3}} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

p = daya pemancar (dBm)

P = daya (watt)

Dengan tabel sebagai perbandingan perbedaan setiap nilai dBm dalam watt. Karna semakin jauh jarak yang diperlukan maka semakin besar pula daya yang dibutuhkan.

Tabel 2.2. Tabel Perbandingan nilai *Power Transmit*

Penguat Sinyal dBm	Daya Watt	Penguat Sinyal dBm	Daya Watt	Penguat Sinyal dBm	Daya Watt
0	1.0 mW	16	40 mW	32	1.6 W
1	1.3 mW	17	50 mW	33	2.0 W
2	1.6 mW	18	63 mW	34	2.5 W
3	2.0 mW	19	79 mW	35	3.2 W
4	2.5 mW	20	100 mW	36	4.0 W
5	3.2 mW	21	126 mW	37	5.0 W
6	4 mW	22	158 mW	38	6.3 W
7	5 mW	23	200 mW	39	8.0 W
8	6 mW	24	250 mW	40	10 W
9	8 mW	25	316 mW	41	13 W
10	10 mW	26	398 mW	42	16 W
11	13 mW	27	500 mW	43	20 W
12	16 mW	28	630 mW	44	25 W
13	20 mW	29	800 mW	45	32 W
14	25 mW	30	1.0 W	46	40 W
15	32 mW	31	1.3 W	47	50 W

Pada penelitian sebelumnya di ansumsikan radius lokasi sekitar 5 Km dan pita frekuensi 900 MHz, maka tinggi antena *power transmit* efektif digunakan 10 meter. Untuk besarnya *power transmit* menggunakan 20 dBm, *gains transmit* sebesar 10 dBi dan *cable losses* sebesar 2 dB. Maka didapatkan *path loss* sebesar -119.7 dB.

Tabel 2.3. Contoh *Datasheet Link Budget*

Link Budget	Besarnya
<i>Transmit Power</i>	20 dBm
<i>Receive Power</i>	-107.7 dBm
<i>Transmit Gains</i>	10 dBi
<i>Receive Gains</i>	14 dBi
<i>Transmit Cable losses</i>	-2 dB
<i>Receive Cable Losses</i>	-2 dB
<i>Path Loss</i>	-119.7 dBm

(Sumber : wndw. 2013)

2.3.1 EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)

Komponen yang perlu dihitung dalam parameter *link budget* diantaranya EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*). Persamaan yang digunakan untuk menghitung komponen tersebut adalah (Evans. 2002) :

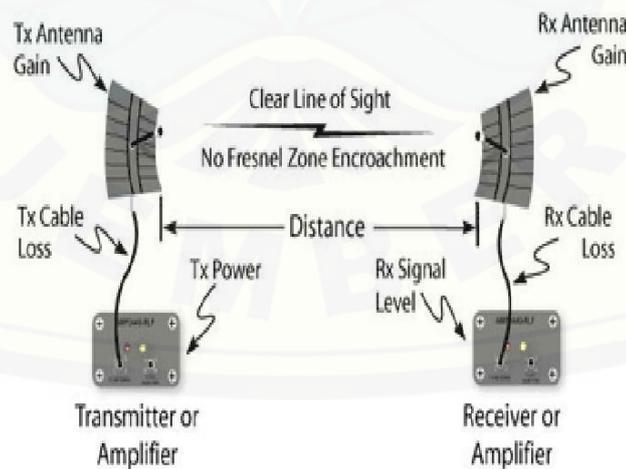
$$EIRP = TxPowerMax_{db} + TxGains_{db} + TxLosses_{db} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- EIRP = *Effective Isotropic Radiated Power* (dBm)
- $TxPowerMax_{db}$ = daya maksimum *transmitter* (dBm)
- $TxGains_{db}$ = *gain antenna* pada *transmitter* (dB)
- $TxLosses_{db}$ = *loss* kabel/konektor pada *transmitter* (dB)

2.3.2 FSL (*Free Space Loss*)

FSL merupakan redaman ruang bebas dimana terjadi penurunan daya gelombang radio selama merambat di ruang bebas. Redaman ini dipengaruhi oleh besar frekuensi dan jarak antara titik antenna pengirim dan antenna penerima *base station* seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.10 *Free Space Loss*

(Sumber : anonim. 2012)

Untuk memperoleh nilai *free space loss* digunakan persamaan berikut ini :

$$FSL = 32,45 + 20 \log f + 20 \log d \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

FSL : Rugi-rugi propagasi di udara (dB)

f : Frekuensi operasi (MHz)

d : Jarak Tx – Rx (Km)

2.3.3 RSL (*Received Signal Level*)

RSL (*Received Signal Level*) adalah level sinyal yang diterima di penerima dan nilainya harus lebih besar dari sensitivitas perangkat penerima ($RSL \geq R_{th}$). Sensitivitas perangkat penerima merupakan kepekaan suatu perangkat pada sisi penerima yang dijadikan ukuran *threshold*. Nilai RSL yang dapat diterima oleh antenna *microwave* dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$RSL = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - Path Loss + G_{RX} - L_{RX} \dots\dots\dots(2.4)$$

Nilai RSL yang dapat diterima oleh antenna *mobile* (MS) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$RSL = P_{TX} - L_{TX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{RX} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

RSL : *Received Signal Level* (dBm)

P_{TX} : Daya Antena Pemancar (dBm)

L_{TX} : Rugi-rugi Kabel pada Antena Pemancar (dB)

G_{TX} : Penguatan Antena *Transmitter* (dBi)

G_{RX} : Penguatan Antena *Receiver* (dBi)

L_{RX} : Rugi-rugi Kabel pada Antena Penerima (dB)

FSL : Rugi-rugi Propagasi Ruang Bebas antara BTS-BTS (dB)

Path Loss : Rugi-rugi Propagasi Ruang Bebas antara BTS-MS (dB)

2.3.4 Model Propagasi Okumura - Hatta

Model *Okumura-Hatta* adalah model propagasi yang paling umum dikenal dan sesuai untuk memprediksi median pelemahan sinyal radio untuk lingkungan makrosel. Model *Okumura-Hatta* merupakan model empiris, yang berarti model yang didasarkan pada pengukuran lapangan. Awalnya Okumura melakukan pengukuran dilapangan di Tokyo dan mempublikasikan hasilnya dalam bentuk grafik, sedangkan Hatta mengubah bentuk grafik tersebut dalam persamaan.

Besarnya *path loss* pada model *okumura-hatta* di daerah padat penduduk dan perkotaan (*urban*) dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_{urban} = 69,55 + 26,16 \log f - 13,82 \log h_{BS} - a(h_{MS}) + (44,9 - 6,55 \log h_{BS}) \log d \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

- L_{urban} = rugi-rugi propagasi (dB)
- f = frekuensi *carrier* (MHz)
- h_{BS} = tinggi efektif antena pemancar BS antara 30 m sampai 200 m
- h_{MS} = tinggi efektif antena pemancar BS antara 1 m sampai 10 m
- d = jarak antara BS dan MS (Km)
- $a(h_{MS})$ = faktor koreksi tinggi antena *receiver* (dB)

Nilai dari $a(h_{MS})$ pada daerah *suburban* dan *rural* dapat dihitung dengan persamaan :

$$a(h_{MS}) = (1,1 \log(f) - 0,7) h_{MS} - (1,56 \log(f) - 0,8) \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk memperoleh rugi-rugi propagasi pada daerah *rural* terbuka, perumusannya dimodifikasi sebagai berikut :

$$L_{rural} = L_{urban} - 4,78(\log f)^2 - 18,33 \log f - 40,98 \dots\dots\dots(2.8)$$

2.3.5 Perencanaan Coverage Area

Dalam melakukan sebuah perencanaan *coverage area* hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui penggolongan karakteristik dari wilayah dimana akan dilakukan perencanaan seperti kondisi topografi dan

kepadatan penduduk daerah tersebut. Hal ini dilakukan untuk menghitung luas *coverage area* dari *OpenBTS* dimana daerah dengan karakteristik kepadatan penduduk yang berbeda memiliki pemodelan propagasi gelombang radio yang berbeda pula, sehingga luas jangkauan dari *OpenBTS* akan berbeda untuk jenis karakteristik yang berbeda pula. Dimana penggolongan karakteristik wilayah berdasarkan kepadatan populasi ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.4. Penggolongan Kriteria Area

Area	Kepadatan rata-rata (per km ²)
<i>Dense urban</i>	7500
<i>Urban</i>	3500
<i>Suburban</i>	1000
<i>Rural</i>	70
<i>Remote</i>	20

(Sumber : Elnegaard. 2009)

Dengan menggunakan pemodelan *Okumura-Hatta*, maka dengan berdasarkan pada persamaan diatas maka besarnya radius dari sel dapat dihitung dengan persamaan :

Untuk daerah *urban* :

$$d = \log^{-1} \frac{(MAPL - 69,55 - 26,16 \log f + 13,82 \log h_{BS} + a(h_{MS}))}{44,9 - 6,55 \log h_{BS}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Untuk daerah *rural* :

$$d = \log^{-1} \frac{(MAPL - 69,55 - 26,16 \log f + 13,82 \log h_{BS} + Q)}{44,9 - 6,55 \log h_{BS}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan

$$Q = a(h_{MS}) + 4,78(\log f)^2 - 18,33 \log f + 35,94$$

$$a(h_{MS}) = (1,1 \log(f) - 0,7) h_{MS} - (1,56 \log(f) - 0,8)$$

Keterangan :

MAPL = *Maximal Allowable Path Loss* (dB)

d = jari- jari sel (Km)

h_{BS} = tinggi efektif antena BTS (m)

h_{MS} = tinggi efektif antena MS (m)

Dengan memodelkan bentuk geometri dari sel berupa bidang hexagonal dan radius sel yang telah diketahui, maka luas area dari *site* tersebut dapat dihitung dengan persamaan :

$$L_{area} = 2,6 * r^2$$

Keterangan :

L_{area} = luas area sel (km²)

r = radius sel (km)

2.4 Lokasi Rawan Bencana

Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Jember, Jawa Timur, memantau sebanyak lima titik rawan bencana yang tersebar di beberapa kecamatan di kabupaten setempat. Lima titik rawan bencana itu berada di pesisir pantai, daerah perbukitan yang rawan longsor dan kawasan yang selalu tergenang banjir setiap musim hujan. Daerah rawan bencana yang pernah terjadi pada tahun 2006 adalah bencana banjir bandang kecamatan Panti Jember yang disebabkan karena air dari kaki gunung yang tergenang sehingga menyebabkan air meluap. Kecamatan Panti mempunyai jumlah penduduk sebanyak 7.421 pada tahun 2012 yang dikategorikan sebagai daerah kriteria area *rural* karena jumlah penduduknya yang tidak begitu padat. (BPBD, 2013)



Gambar 2.11 Peta Kecamatan Panti

BPBD terus melakukan pemetaan daerah rawan bencana untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan dan bekerja sama dengan pihak-pihak yang peduli dengan bencana alam di Jember. Sebanyak 18 dari 31 kecamatan di Kabupaten Jember merupakan daerah rawan bencana banjir, tanah longsor, angin puting beliung, dan tsunami.



Gambar 2.12 Peta rawan bencana Kabupaten Jember
(Sumber : BPBD. 2013)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab tiga ini akan dijelaskan mengenai beberapa metodologi peneliti dalam melakukan penelitian ini agar nantinya tidak terjadi beberapa kerancuan dalam melakukan penelitian.

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan alat dan bahan berupa :

1. Laptop
2. *Google Earth*
3. Kalkulator
4. *Data Sheet*

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam Perencanaan pembuatan *coverage area* dan perhitungan *link budget* pada *OpenBTS* ini dibutuhkan langkah-langkah perencanaan sebagai berikut :

1. Studi literatur

Tahap awal dari penelitian ini mencari literatur dari hasil penelitian sebelumnya. Diharapkan dengan literatur yang didapat bisa memberikan keyakinan bahwa penelitian ini dapat dilaksanakan dan memberikan arahan untuk mengurangi kesalahan dalam penelitian.

2. Perhitungan *link budget*

Menghitung kebutuhan daya pancar, daya terima, penguatan, rugi-rugi kabel, tinggi efektifitas antena, jarak, dan parameter lain yang ada dalam parameter *link budget* seperti EIRP, FSL, dan RSL yang di dapatkan dari sumber *datasheet* untuk mendapatkan jangkauan wilayah dari sebuah sel yang berdasarkan nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) sesuai kemampuan *OpenBTS*. Dan melakukan perhitungan *path loss* dari model propagasi *okumura-hatta* untuk mendapatkan kualitas *transmitter*.

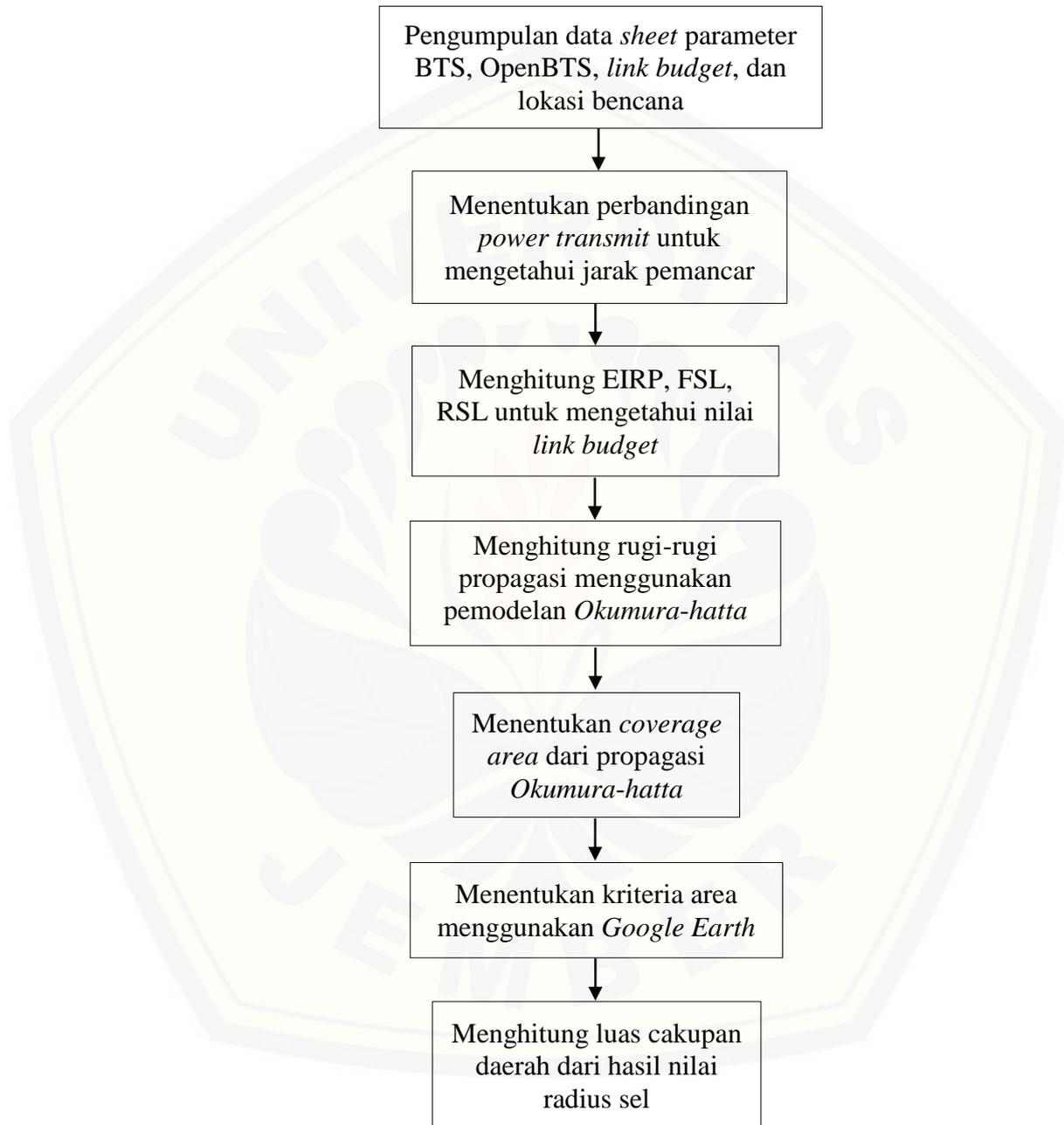
3. Perencanaan *coverage area*

Tahap selanjutnya adalah menentukan titik penempatan *OpenBTS* di

daerah Panti untuk bisa memperkirakan jangkauan luas sel di tempat yang terkena dampak bencana. Setelah itu menentukan luas *coverage area* *OpenBTS* dari pemodelan propagasi *okumura-hatta* yang menghasilkan besarnya radius sel pada daerah *rural*. Dari nilai besarnya radius sel yang telah diketahui maka didapatkan luas area dari daerah tersebut .

4. Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan langkah selanjutnya adalah menganalisisnya dan membuat perbandingan dari beberapa hasil dari perhitungan sehingga didapatkan kesimpulan mengenai perencanaan *coverage area* dan *budget link* pada *OpenBTS*.
5. Penyusunan laporan
Ditujukan untuk mendokumentasikan teori pendukung, langkah-langkah perencanaan, hasil perhitungan, serta analisis dan penarikan kesimpulan. Hasil dari tahap ini berupa Buku Tugas Akhir.

3.3 Desain Tahapan Analisis Perencanaan *Coverage Area* dengan Perhitungan *Link Budget* pada *OpenBTS* di Pantai



Gambar 3.1 Tahapan analisis perencanaan *coverage area* dengan perhitungan *link budget* pada *OpenBTS*

Pada desain tahapan perencanaan diatas menjelaskan tentang tahapan analisis pada perencanaan *coverage area* dengan menggunakan perhitungan *budget link*. Pada tahapan pertama untuk memulai analisis adalah pengumpulan *datasheet* dari beberapa teori dan dari data lapangan mengenai parameter BTS yang ada di daerah Panti. Parameter *datasheet* yang dicari diantaranya daya pancar, *gain* dan *loss* kabel. Setelah mendapatkan data maka melakukan perbandingan terhadap *power transmit* yang bertujuan untuk menentukan nilai jarak yang bisa dicakup pemancar dan penerima. Nilai jarak cakupan pemancar dan penerima yang didapatkan dari perbandingan terhadap *power transmit* digunakan untuk melengkapi data yang selanjutnya yaitu menghitung parameter lainnya seperti EIRP, FSL, dan RSL untuk menemukan nilai pada *budget link*.

Medan di lapangan yang berbeda di setiap tempat menentukan propagasi *path loss* yang digunakan, propagasi yang paling umum digunakan adalah model propagasi *Okumura-Hatta* karena medan yang merupakan lembah perbukitan dan pedesaan yang hanya dihalangi oleh pohon-pohon. Setelah propagasi didapatkan maka untuk perhitungan *coverage area* menggunakan model *Okumura-Hatta*. Nilai *coverage area* menggunakan *Okumura-Hatta* berdasarkan kriteria daerah yaitu menggunakan kriteria daerah *rural* karena jumlah penduduk yang sedikit. Untuk tahapan yang terakhir menghitung luas daerah sel *coverage area* dari data kriteria daerah dan propagasi *Okumura-Hatta* sebelumnya.