

SOLUSI BLANK SPOT PADA JARINGAN GSM EXCELCOMINDO DI MEDAN

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas
dan Syarat-syarat Untuk Mencapai
Gelar Sarjana Teknik**

Oleh :

**TUMPAK MARITO SILITONGA
No. STB : 00.812.0016**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2005

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

LEMBAR PENGESAHAN

SOLUSI BLANK SPOT PADA JARINGAN GSM EXCELCOMINDO DI MEDAN

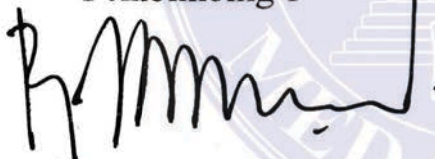
TUGAS AKHIR

Oleh :


TUMPAK MARITO SILITONGA
No. STB : 008120016

Disetujui :

Pembimbing 1


(Ir. Rina Anugrahwati.MT)

Pembimbing 2


(Ir. Yance Syarif)

Mengetahui:


Dekan Fakultas Teknik
(Drs. Dadan Ramdan, M.Eng,Msc)


Ka. Program studi
(Ir. Yance Syarif)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tanggal Lulus :

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

RINGKASAN

Berkembangnya sistem komunikasi selular GSM tidak terlepas dari masalah-masalah yang dapat menurunkan unjuk kerja sistem. Salah satu permasalahannya yang sering dijumpai pada daerah perkotaan yang dipadati oleh gedung-gedung bertingkat adalah blank spot yang merupakan lokasi di mana tidak terdapat sinyal sama sekali walaupun lokasi tersebut masih berada dalam jangkauan sel Radio Base Station.

Untuk lokasi dengan kepadatan trafik yang rendah blank spot dapat diatasi dengan penggunaan perangkat repeater yang menguatkan sinyal dari Radio Base Station. Permasalahan yang kemudian muncul adalah bagaimana menetapkan prioritas lokasi- lokasi blank spot mengingat biaya yang dibutuhkan untuk perangkat ini cukup tinggi. Permasalahan yang lain adalah bagaimana menentukan link budget yang sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat mengatasi masalah blank spot pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan.

Penetapan prioritas dilakukan berdasarkan data penggunaan trafik yang diperoleh dari Base Station Controller, klasifikasi lokasi yang diperbolehkan dari survey lapangan, pengaduan pelanggan dari Customer Service serta banyaknya kegagalan panggilan. Sedangkan dalam perencanaan link budget data penting untuk menentukan sel donor adalah dari pengukuran kuat sinyal yang diterima pada jarak terdekat dari lokasi blank spot yang selanjutnya dapat diukur besar penguatan repeater yang diperlukan untuk mendapatkan sinyal yang diinginkan dengan memperhatikan spesifikasi repeater yang digunakan.

Dari pengumpulan data dan analisa yang dilakukan diperoleh urutan lokasi blank spot pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan mulai dari prioritas tertinggi yakni Medan Mall, The Clubstore, Millenium Plaza dan Grand Angkasa Hotel.

ABSTRAK

Expanding of cellular communications system of GSM can't escape from the problem that able to degrade the result of work systems. One of the problems which were often met at solid urban area by high rise physical plant is blank spot area where there is no signal at all although the location still resides in within range of Radio Base Station cell.

For location with density of low traffic, blank spot can overcome with usage of repeater that strengthening signal of Radio Base Station. problems of arising out later then is how to specify priority of blank spot location, considering expense required for this peripheral is high enough. Other problem is how to determine link budget as requirement so that can overcome the problem of blank spot at the network of GSM Excelcomindo in Medan.

Determination of priority base on the data of usage of traffic which obtained from Base Station Controller, permitted location classification from field survey, customer complain from Customer Service, and also the number of drop call., while in the plan link budget the important data to determine donor cell are measurement received level signal strength at distance closest from blank spot area and then can be measured the gain of repeater to get wanted signal which paid attention the specification of used repeater.

From data collected and analysis is obtained location sequence of blank spot at the network of GSM Excelcomindo in Medan from the highest priority that are Medan Mall, The Clubstore, Millenium Plaza and Grand Angkasa Hotel.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
RINGKASAN	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ISTILAH	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metodologi Penelitian	2
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Relevansi	3
 BAB II DASAR TEORI	
2.1 Konsep GSM (Global System for Mobile Communication). 4	
2.1.1 Sistem Akses dan Pembagian Kanal Frekuensi	6
2.1.2 Sistem Modulasi.....	9
2.1.3 Daerah Jangkauan Berpola Sel.....	9
2.1.3.1 SSS (Swithcing Sub System)	11
2.1.3.2 OSS (Operating Support System)	11
2.1.3.3 BSS (Base Station System)	11
2.1.3.3.1 BSC (Base Station Controler)	12
2.1.3.3.2 TRAU	12

2.2	Konfigurasi Antena.....	13
2.2.1	Antena Terarah.....	13
2.2.2	Pengaturan Antena.....	14
2.2.3	EIRP (Effective Isotropically Radiated Power).....	14
2.3	Tipe Dasar Repeater.....	16
2.3.1	RF Repeater.....	16
2.3.2	Fiber Optic Repeater.....	17
2.3.3	Broadband Repeater.....	18
2.3.4	Band Selective Repeater.....	19
2.3.5	Channel Selective Repeater.....	19
2.4	Perencanaan Repeater.....	19
2.4.1	Data Teknik.....	20
2.4.1.1	Penguatan Repeater.....	20
2.4.1.2	Daya Keluaran.....	20
2.4.1.3	Sensitifitas.....	21
2.4.1.4	Selektifitas.....	21
2.4.2	Perencanaan Sel.....	22
2.4.2.1	Perhitungan Daerah Jangkauan.....	22
2.4.2.2	Pemilihan Sel Donor.....	26
2.4.2.3	Menghindari Isolasi.....	26
2.4.2.4	Bloking Pada Penerima.....	27
2.4.2.5	Radiasi.....	28
2.5	Permasalahan Pada Transmisi.....	29
2.5.1	Path Loss.....	29
2.5.2	Shadowing.....	30
2.5.3	Multipath Fading.....	30
2.5.4	Time Dispersion.....	30
2.5.5	Time Delay.....	30
2.5.6	Frekuensi Hoping.....	31
2.6	Perhitungan Trafik Pada Seluler.....	31
2.6.1	Bandwidth dan Frekuensi.....	32
2.6.2	Grade of Service.....	32

2.6.2	Grade of Service.....	32
2.6.3	Kapasitas.....	32
2.6.3.1	Defenisi Trafik.....	33
2.6.3.2	Kapasitas Trafik Pada Trunk.....	33
2.6.4	Jangkauan (Coverage).....	33
2.6.5	Kualitas Kecepatan.....	34
2.6.6	Kemampuan Perkembangan System.....	34
2.7	Interferensi.....	34
2.7.1	Interferensi Co-Channel Pada Sistem Selular.....	35
2.7.2	Interferensi Antar Kanal yang Berdekatan.....	36
2.7.2.1	Interferensi Antar Kanal Berurutan.....	36
2.7.2.2	Interferensi Antar Kanal Bertetangga.....	37
2.8	Kegagalan Panggilan.....	38
2.9	Perhitungan Link Budget.....	38

BAB III DATA PENGUKURAN

3.1	Jaringan GSM Excelcomindo di Medan.....	40
3.2	Data Pengaduan Pelanggan.....	41
3.3	Sel Donor dan Kanal Frekuensi.....	41
3.4	Penggunaan Trafik dan Kegagalan Panggilan.....	42
3.5	Spesifikasi Gedung.....	43
3.5	Kategori Lokasi Gedung.....	45

BAB IV ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH

4.1	Sel Donor dan Frekuensi Kerja Repeater.....	46
4.1.1	Hotel Grand Angkasa.....	46
4.1.2	Medan Mall.....	47
4.1.3	Millenium Plaza.....	47
4.1.4	The Clubstore.....	48
4.2	Perhitungan Link Budget.....	49

4.2.1	Hotel Grand Angkasa.....	49
4.2.2	Medan Mall.....	51

4.2.3 Millenium Plaza..... 54

4.2.4 The Clubstore.....57

4.3 Penentuan Prioritas Implementasi Repeater..... 60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan..... 64

5.2 Saran..... 65

DAFTAR PUSTAKA



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang disusunnya tugas akhir, permasalahan dan batasan masalah yang diambil, metodologi penulisan, tujuan serta relevansi tugas akhir untuk jaringan GSM Excelcomindo di Medan.

1.1 Latar Belakang

Salah satu faktor untuk meningkatkan kualitas jaringan GSM adalah dengan mengurangi *blank spot area* yang secara tidak langsung akan meningkatkan kemampuan penanganan trafik yang tinggi serta kontinuitas layanan yang dapat terjaga dengan baik. Salah satu solusi adalah dengan penambahan Radio Base Station (RBS) untuk menghilangkan daerah blank spot tersebut namun hal ini tentunya akan menjadi tidak efisien jika kapasitas trafik pada daerah tersebut tidak begitu padat. Alternatif lain adalah dengan memperbesar power RBS terdekat pada sector tersebut namun hal ini juga akan menyebabkan interferensi dengan sel dari RBS lainnya. Untuk itulah dipilih *repeater* yang bekerja dengan frekuensi yang sama dengan frekuensi sel donor. *Repeater* dipilih dengan spesifikasi tertentu agar dapat diperoleh *signal strength* seperti yang diinginkan. Masalah utama yang muncul adalah keterbatasan *budget* dalam perencanaan jaringan, oleh sebab itu perlu untuk menyusun urutan prioritas titik-titik *blank spot* yang potensial.

1.2 Permasalahan

Permasalahan dalam tugas akhir ini adalah banyaknya daerah *blank spot* jaringan GSM Exelcomindo Medan yang sebenarnya merupakan lokasi potensial, bagaimana menetapkan prioritas implementasi repeater pada lokasi-lokasi *blank spot* tersebut dan bagaimana menentukan *link budget* beserta spesifikasi *repeater* yang dibutuhkan.

1.3 Batasan Masalah

Masalah dalam tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut :

- Penelitian dilakukan pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan.
- Perhitungan dilakukan dengan asumsi *propagation loss* adalah sama pada semua waktu dan lokasi *urban* ataupun *sub urban*.
- Masalah interferensi diabaikan.

1.4 Metodologi Penelitian

Dalam tugas akhir ini penelitian dilakukan dengan metodologi seperti tersebut di bawah ini :

- Studi literatur tentang konsep GSM, analisa trafik, teori *repeater*.
- Pengambilan data untuk menentukan lokasi blank spot serta *serving cell* terdekat, pengambilan data pola trafik, kegagalan panggil pada lokasi tersebut.
- Analisa data untuk menentukan prioritas implementasi *repeater* pada daerah *blank spot* di jaringan GSM Excelcomindo Medan.
- Penyusunan laporan dengan urutan sebagai berikut :

Bab. I Pendahuluan

Pendahuluan berisi latar belakang penyusunan tugas akhir, masalah, batasan masalah, metodologi, tujuan dan relevansi.

Bab. II Dasar Teori

Dasar teori berisi teori-teori yang bersangkutan dengan masalah pada tugas akhir dan yang digunakan untuk analisa pemecahan masalah.

Bab. III Data pengukuran

Pada bab ini ditunjukkan data yang menunjang analisa pemecahan masalah yang diperoleh dari pengukuran pada kondisi nyata jaringan GSM Excelcomindo di Medan.

Bab. IV Analisa dan Pemecahan Masalah

Pada bab ini dibahas mengenai pemecahan masalah dengan menggunakan metode ilmiah untuk menetapkan prioritas penerapan *repeater* untuk mengatasi *blank spot* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan ditunjukkan data yang menunjang analisa pemecahan masalah yang diperoleh dari pengukuran pada kondisi nyata jaringan GSM Excelcomindo di Medan.

Bab. V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini ditunjukkan kesimpulan akhir yang diperoleh dari penelitian solusi *blank spot* pada jaringan Excelcomindo di Medan beserta saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk mengatasi masalah *blank spot* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan.

1.5 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah menentukan prioritas implementasi *repeater*, menentukan *link budget* dan spesifikasi *repeater* sebagai solusi masalah *blank spot* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan.

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan dibahas tentang konsep GSM secara umum yang mencakup system akses, alokasi frekuensi system modulasi, pola *coverage* serta teori dasar *repeater* pada GSM dan teori propagasi gelombang serta antena.

2.1 Konsep GSM (Global System for Mobile Communication)

Seiring dengan era globalisasi dunia dewasa ini maka diperlukan sistem telekomunikasi yang sangat mendukung kepraktisan dalam pengoperasian si pemakai yaitu Sistem Telekomunikasi Bergerak (*Mobile Telecommunication System*), yang merupakan komunikasi antara dua pelanggan dimana salah satu atau keduanya bergerak atau diam pada suatu lokasi tertentu dan dihubungkan oleh station tetap (*Base Station*).

Sehubungan dengan hal ini CEPT (*Conference Europeene des Postes et Telecommunication*) dengan persetujuan ETSI (*Europe Telecommunication Standard International*) membuat spesifikasi sistem selular yang lebih handal dan mempunyai kapasitas yang besar, yaitu GSM (*Global System Mobile*) melalui SMG (*Special Mobile Group*) yang merupakan divisi dari ETSI dihasilkan produk yaitu :

- GSM 900 dan
- DCS 1800

GSM 900 adalah system global untuk MS (*mobile subscriber*) dengan band frekuensi 900 Mhz dan merupakan standar untuk jaringan *switching* pada PLMN (*Public Land Mobile Network*). Pada GSM 900 memiliki radius sel 35 Km.

Keuntungan dari GSM 900 diantaranya adalah :

- MS mengakses jaringan melalui *digital radio interface* yang dilayani oleh *base station* sesuai dimana kita berada
- Pelanggan dapat bebas bergerak (nasional dan internasional)
- Internasional *roaming* secara teknis mungkin terjadi dalam semua Negara
- Dibutuhkan *personal chip card*

Pelayanan GSM memiliki tiga kategori :

Bearer Service

Bearer service pelayanan pada komunikasi data dan paket dengan kecepatan bervariasi antara 300 bit/s sampai 9,6 Kbit/s.

Teleservice

Pelayanan *teleservice* meliputi ;

- *Short message service* : Dengan fitur ini merupakan variasi dari *short message service* yang dipancarkan ke semua pelanggan dalam suatu area sebanyak 160 karakter.
- *Voice mail* : Dengan fitur ini panggilan yang masuk ditampung pada *voice mail box*, kemudian dapat diperiksa oleh pelanggan melalui suatu *personal security mode*.
- *Facsimile* : Pelanggan dapat menerima pesan-pesan facsimile pada mesin facsimile. Pesan-pesan disimpan pada pusat pelayanan dapat dipanggil melalui suatu *personal code*.

Supplementary service

Supplementary service merupakan pelayanan tambahan yang dapat diaplikasikan baik pada *teleservice* maupun *bearer service*. Bearer dan *teleservice* disebut *basic service*. *Supplementary* tidak dapat dihubungkan ke pengguna tanpa adanya *basic service*. *Supplementary service* ini terdiri dari :

- *Call forwarding* : Pelayanan ini digunakan untuk mengarahkan panggilan yang datang ke satu nomor tertentu.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

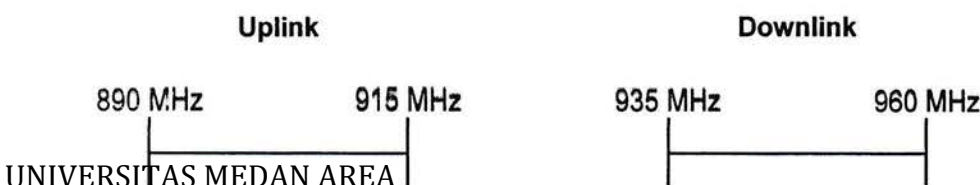
- *Call barring* : Digunakan untuk menolak kategori tertentu baik panggilan keluar maupun panggilan masuk pada suatu MS.
- *Call hold* : Pelanggan dapat menyela panggilan yang sedang berlangsung kemudian setelah itu kembali membangun panggilan.
- *Call waiting* : Pelanggan dapat memutuskan, menjawab, atau membuang panggilan yang datang pada saat sedang melakukan percakapan.
- *Multy party service* : Pelanggan dapat melakukan hubungan dan percakapan bersama antara tiga sampai enam pelanggan.
- *Advice of charge* : Pelanggan dapat mengetahui informasi perkiraan tagihan dan pentarifan yang ditampilkan pada MS.

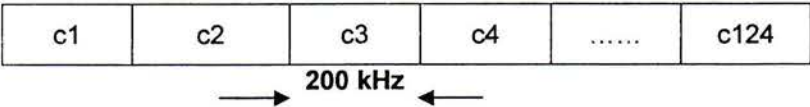
2.1.1 Sistem Akses dan Pembagian Kanal Frekuensi

GSM 900 menggunakan sistem akses berdasarkan pembagian waktu (TDMA). Antara BTS, BSC dan MSC sambungan dilakukan dengan link 2Mbit/s melalui microwave dan media transmisi lainnya sedangkan antara BTS dan mobile digunakan sinyal radio dengan lebar frekuensi yang digunakan dibagi dalam dua subband :

- *Uplink* dengan frekuensi 890 MHz – 915 Mhz, yaitu hubungan antara MS ke BTS
- *Downlink* dengan frekuensi 935 MHz – 960 MHz, yaitu hubungan antara BTS ke MS

Band frekuensi GSM 900 dapat dilihat pada gambar 2.1. Kedua subband, *uplink* dan *downlink* dibagi menjadi beberapa carrier (c) (radio frequency carrier, RFC), dengan bandwidth 200 KHz. Dalam masing-masing *subband* *uplink* dan *downlink* terdapat 124 kanal frekuensi seperti pada gambar 2.2.





Gambar 2.2 Alokasi Pembagian Kanal

Tabel 2.1 Pembagian Kanal frekuensi GSM 900¹

ARFCN	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	ARFCN	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
1	890,200	935,200	63	902,600	947,600
2	890,400	935,400	64	902,800	947,800
3	890,600	935,600	65	903,000	948,000
4	890,800	935,800	66	903,200	948,200
5	891,000	936,000	67	903,400	948,400
6	891,200	936,200	68	903,600	948,600
7	891,400	936,400	69	903,800	948,800
8	891,600	936,600	70	904,000	949,000
9	891,800	936,800	71	904,200	949,200
10	892,000	937,000	72	904,400	949,400
11	892,200	937,200	73	904,600	949,600
12	892,400	937,400	74	904,800	949,800
13	892,600	937,600	75	905,000	950,000
14	892,800	937,800	76	905,200	950,200
15	893,000	938,000	77	905,400	950,400
16	893,200	938,200	78	905,600	950,600
17	893,400	938,400	79	905,800	950,800
18	893,600	938,600	80	906,000	951,000
19	893,800	938,800	81	906,200	951,200
20	894,000	939,000	82	906,400	951,400
21	894,200	939,200	83	906,600	951,600
22	894,400	939,400	84	906,800	951,800
23	894,600	939,600	85	907,000	952,000
24	894,800	939,800	86	907,200	952,200
25	895,000	940,000	87	907,400	952,400

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

26	895,200	940,200
27	895,400	940,400
28	895,600	940,600
29	895,800	940,800
30	896,000	941,000
31	896,200	941,200
32	896,400	941,400
33	896,600	941,600
34	896,800	941,800
35	897,000	942,000
36	897,200	942,200
37	897,400	942,400
38	897,600	942,600
39	897,800	942,800
40	898,000	943,000
41	898,200	943,200
42	898,400	943,400
43	898,600	943,600
44	898,800	943,800
45	899,000	944,000
46	899,200	944,200
47	899,400	944,400
48	899,600	944,600
49	899,800	944,800
50	900,000	945,000
51	900,200	945,200
52	900,400	945,400
53	900,600	945,600
54	900,800	945,800
55	901,000	946,000
56	901,200	946,200
57	901,400	946,400
58	901,600	946,600
59	901,800	946,800
60	902,000	947,000
61	902,200	947,200
62	902,400	947,400

88	907,600	952,600
89	907,800	952,800
90	908,000	953,000
91	908,200	953,200
92	908,400	953,400
93	908,600	953,600
94	908,800	953,800
95	909,000	954,000
96	909,200	954,200
97	909,400	954,400
98	909,600	954,600
99	909,800	954,800
100	910,000	955,000
101	910,200	955,200
102	910,400	955,400
103	910,600	955,600
104	910,800	955,800
105	911,000	956,000
106	911,200	956,200
107	911,400	956,400
108	911,600	956,600
109	911,800	956,800
110	912,000	957,000
111	912,200	957,200
112	912,400	957,400
113	912,600	957,600
114	912,800	957,800
115	913,000	958,000
116	913,200	958,200
117	913,400	958,400
118	913,600	958,600
119	913,800	958,800
120	914,000	959,000
121	914,200	959,200
122	914,400	959,400
123	914,600	959,600
124	914,800	959,800

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

Pembagian kanal frekuensi menurut aturan :

$$\text{Frek-uplink (n)} = \{ 890,2 + 0,2 \times (n-1) \dots\dots\dots \text{MHz}$$

$$\text{Frek-downlink (n)} = \text{Frek-uplink} + 45 \dots\dots\dots \text{MHz}$$

$$\text{ARFCN / Kanal (n)} = 1 \text{ s/ d } 124$$

Pembagian ini disebut FDMA (*Frequency Division Multiplex Access*). Setiap sel radio menggunakan satu atau lebih RFC tergantung dari volume trafik. Satu RFC terdiri dari delapan kanal *time slot* (TS). Pembagian ini disebut TDMA (*Time Division Multiplex Access*).

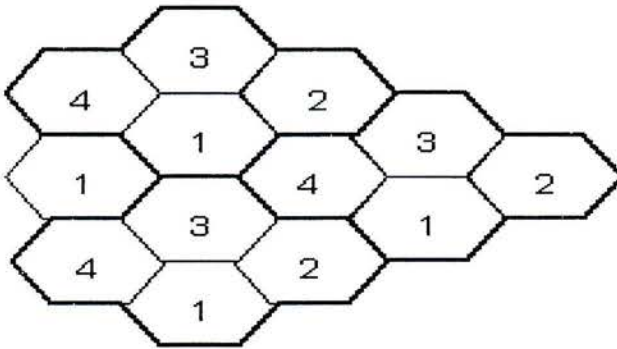
Setiap radio cell menggunakan satu atau lebih RFC. Satu RFC terdiri dari 8 kanal (1 kanal pensinyalan + 7 kanal trafik). Pembagian ini disebut TDMA (*Time Division Multiplex Access*).

2.1.2 Sistem Modulasi

Sistem modulasi yang digunakan dalam GSM pada *air interface* adalah sistem modulasi *Gaussian Minimum Shift Keying* (GMSK). GMSK tidak membutuhkan *bandwidth* yang besar sehingga memungkinkan penggunaan *band* frekuensi secara efektif dengan jarak antar kanal yang kecil. Disebut Gaussian karena sebelum informasi dikirim ke modulator informasi tersebut terlebih dahulu dilewatkan *low pass filter* yang memiliki karakteristik *Gaussian*.

2.1.3 Daerah Jangkauan Berpola Sel

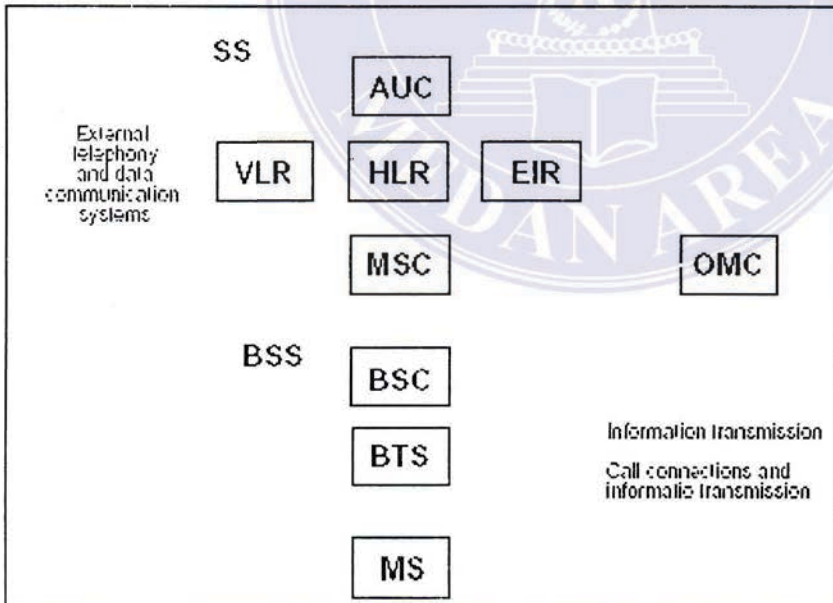
Sistem radio seluler membagi wilayah pelayanan dalam beberapa wilayah pelayanan yang lebih kecil (sel) yang tersusun sedemikian rupa sehingga mencakup seluruh daerah pelayanan. Dengan terbaginya daerah pelayanan pada sistem telepon mobil seluler atas beberapa sel, maka frekuensi yang sama dapat dipergunakan secara berulang untuk sel yang tidak berdekatan, sehingga akan diperoleh penggunaan frekuensi yang lebih efektif, seperti gambar 2.3.

Gambar 2.3 Penggunaan Frekuensi dalam Sel²

Dari sudut pandang jaringan, GSM memiliki tiga sub sistem yaitu :

- *Switching Subsystem* (SSS)
- *Operation Support System* (OSS)
- *Base Station System* (BSS).

Ketiga sub sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 2.4.

Gambar 2.4 Sub Sistem GSM³

2.1.3.1.SSS (Switching Sub System)

Pada SSS atau Switching Sub System dibagi menjadi beberapa bagian utama yaitu :

1. MSC (*Mobile Services Switching Center*)
MSC bertanggung jawab untuk inisialisasi, pemilihan jalur dan pengawasan dari beberapa panggilan ke dan dari MS serta data sistem yaitu : PSTN, ISDN, PLMN, *Diverse private network*.
2. AUC (*Authentication Center*)
Sebuah *data base* disebut AUC, yang dihubungkan ke HLR. Fungsi AUC adalah untuk menyediakan HLR dengan parameter memelihara rahasia dan keamanan fasilitas dalam sistem.
3. HLR (*Home Location Register*)
Pada GSM setiap operator memiliki sebuah *database* yang berisi informasi tentang semua pelanggan yang dimiliki untuk spesifikasi PLMN.
4. VLR (*Visitor Location Register*)
VLR digabungkan dengan MSC. VLR terdiri dari informasi yang tidak permanen tentang pelanggan lain yang ada di wilayah MSC tersebut.
5. EIR (*Equipment Identity Register*)
Database yang berisi informasi tentang identitas ME yang akan memblokir dari pencurian dan kesalahan peralatan.

2.1.3.2.OSS (Operation Support System)

OSS merupakan implementasi dari OMC. OSS ini berfungsi untuk mengawasi operator jaringan dan mengontrol sistem. OSS dirancang untuk mengatur sistem yang digunakan untuk mendukung beberapa elemen jaringan.

2.1.3.3.BSS (Base Station System)

BSS berfungsi untuk menghubungkan *radio interface* pada jaringan tetap (tak bergerak). BSS terbagi dalam tiga sub sistem, yaitu :

UNIVERSITAS MEDAN AREA
BSC (*Base Station Controller*)

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

2. TRAU (*Transcoding and Rate Adaption Unit*)

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

3. BTS (*Base Tranceiver Station*)

2.1.3.3.1. BSC (*Base Station Controller*)

Setiap BSS terdiri satu BSC dan beberapa BTS. BSC merupakan otak dari BSS. Fungsi dari BSC adalah sebagai :

1. Pengontrol beberapa BTS.
2. Membagi hubungan kanal pembicaraan dari SSS ke BTS dan mengatur hubungan secara langsung.
3. Menghimpun trafik.
4. Menterjemahkan kode dan mengatur kecepatan.
5. *Radio Network*.
6. Mengendalikan hubungan MS dan melaksanakan *Handover* (*handover* berarti mengubah frekuensi MS pada saat MS meninggalkan area sel).

2.1.3.3.2. TRAU (*Transcoding and Rate Adaption Unit*)

TRAU mengkodekan dan membaca kode percakapan ataupun kecepatan adaptasi untuk mentransmisikan data. TRAU terdiri dari dua fungsional unit :

1. *The transcoder (TC)*, penekanan pada percakapan. TC mengubah bentuk informasi percakapan yang masuk dengan kanal 64 kbit/s, dikodekan menjadi informasi percakapan dengan kanal 16 kbit/s.
2. *Rate Adaptor (RA)*, untuk penyesuaian ukuran data. RA menyaring sinyal data 64 kbit/s yang datang dari MSC dan membangkitkan sinyal 16 kbit/s.

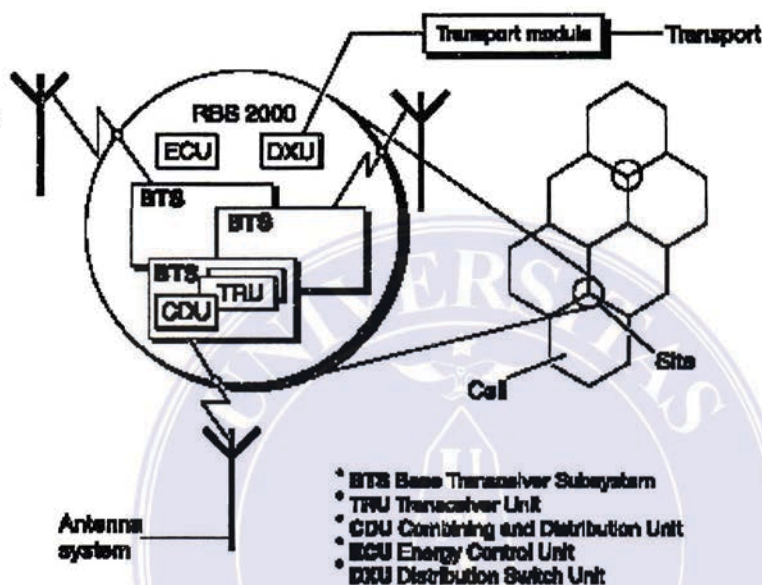
Antar muka antara TRAU ke SSS disebut *A Interface*, sedangkan dari TRAU ke BSC disebut *A sub interface*

2.1.3.3.3. BTS (*Base Transceiver Station*)

BTS berisi semua perlengkapan radio dan transmisi untuk operasi sel.

Tugas BTS adalah menerima dan mengawasi hubungan ke MS. Masing-masing BTS beroperasi pada satu atau beberapa pasang frekuensi. BTS

menyediakan sel-sel antar muka radio yang berarti menyediakan kanal radio dan mengirimkan parameter sel seperti kapasitas pengiriman, nama sel dan lain-lain. Dalam satu BTS terdapat beberapa RBS. Konfigurasi BTS ditunjukkan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.5 Konfigurasi BTS⁴

2.2 Konfigurasi Antena

Antena pemancar dan penerima secara fisik dipisahkan agar diperoleh besar isolasi tambahan meskipun band pemancar dan penerima jauh terpisah.

2.2.1. Antena Terarah

Antena terarah dapat digunakan untuk menghilangkan pengaruh radiasi pada daerah tertentu. Pada sistem selular perencanaan frekwensi yang baik dapat digunakan untuk mengurangi masalah *co-channel interference*.

Pada kebanyakan sistem digunakan antena semua arah atau *omnidirectional antenna*. Pola radiasi antena tersebut berbentuk dapat berupa lingkaran yang bagus jika diasumsikan kondisi tanah adalah datar namun pada

kenyataannya kondisi tanah tidak benar-benar sempurna makna pola radiasi antenna tidak berbentuk lingkaran mulus akan tetapi terdapat distorsi. Pada daerah yang berbukit pola radiasi antenna segala arah daya bisa menjadi sangat besar pada lokasi tertentu yang menyebabkan interferensi. Untuk mengatasinya antenna dengan arah tertentu atau *directional antenna* dapat digunakan untuk menghilangkan daya pancar pada arah yang tidak dibutuhkan dan memperbesar daya pancar pada arah lain.

2.2.2. Pengaturan Antena

Posisi antenna harus diatur sedemikian agar diperoleh daerah cakupan sesuai yang diharapkan. Cara efektif yang dapat digunakan untuk mengatur daerah cakupan dalam sel adalah dengan mengatur posisi antenna ke atas dan ke bawah dengan sudut tertentu sehingga dapat memperbaiki pola radiasi antenna. Pola radiasi antenna adalah seperti ditunjukkan pada gambar 2.6

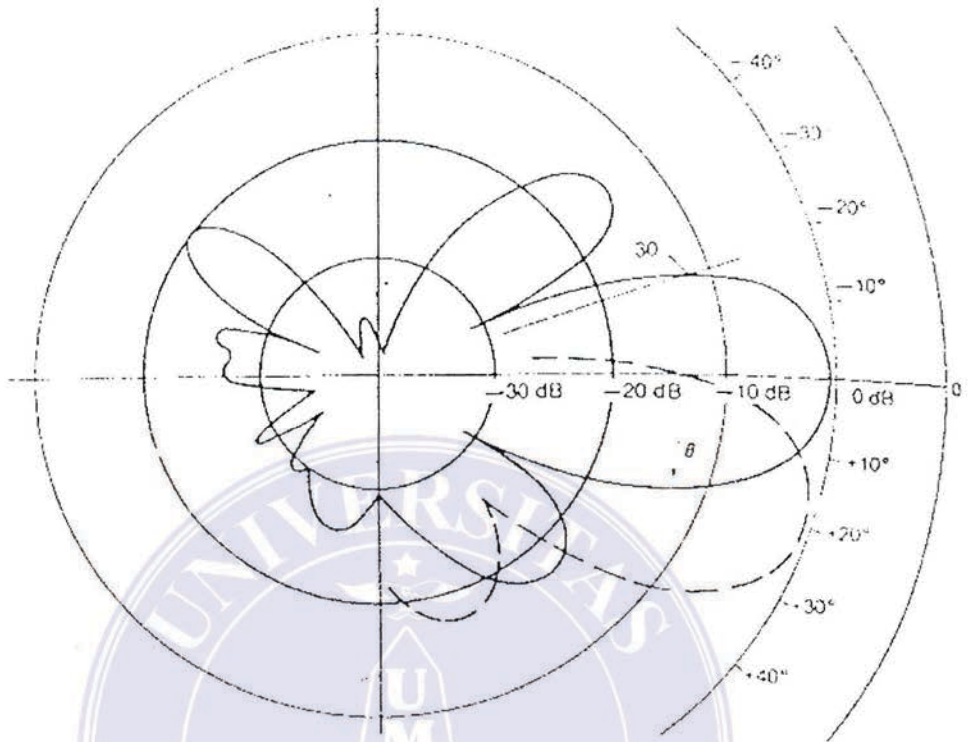
2.2.3. EIRP (Effective Isotropically Radiated Power)

EIRP didefinisikan sebagai perkalian antara daya pancar pada antenna dengan penguatan antenna dari pemancar. Sering kali EIRP disebutkan dengan ERP, akan tetapi bentuk ini bisa juga digunakan untuk power radiasi relatif terhadap dipole setengah panjang gelombang. Sebagai contoh pengamatan dilakukan pada arah radiasi maksimum suatu antenna dengan daya masuk sebesar P_t maka akan diperoleh besar EIRP adalah :

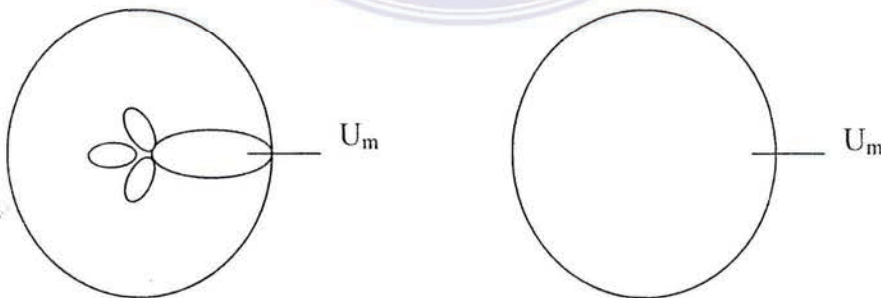
$$\text{EIRP} = P_t G_t \quad (2.2.1)^5$$

Dimana G_t merupakan penguatan antenna. Intesitas radiasi adalah U_m seperti digambarkan pada gambar 2.8 dan besar $G_t = 4\pi U_m/P_t$, maka diperoleh:

$$\text{EIRP} = P_t (4\pi U_m/P_t) = 4\pi U_m \quad (2.2.2)^6$$

Gambar 2.6 Pola Radiasi Antena⁷

Intensitas radiasi yang sama dapat diperoleh dari antenna *isotropis* tanpa rugi-rugi dengan penguatan sebesar $G_i = 1$. Jika antenna tersebut memiliki daya masukan sebesar P_t seperti ditunjukkan pada gambar 2.7.

Gambar 2.7 EIRP⁸

⁶ Warren L. Stutzman, ANTENNA THEORY & DESIGN (New York, Jhon Willey & Sons, UNIVERSITY MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

William C. Y. Lee, MOBILE CELLULAR TELECOMMUNICATIONS Mc Graw Hill

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Pada kedua kasus ditunjukkan besar $EIRP = 4\pi U_m$ adalah sama pada (a) antena terarah dengan daya masuk P_t dan penguatan G_t (b) antena *isotropis* dengan daya masukan sebesar G_t kali daya masukan antena.

Effective radiated power (ERP) adalah parameter yang sering digunakan pada dunia *broadcasting*. Stasiun pemancar FM sering kali memancarkan ERP pada saat sedang tidak melakukan siaran pada malam hari.

2.3 Tipe Dasar Repeater

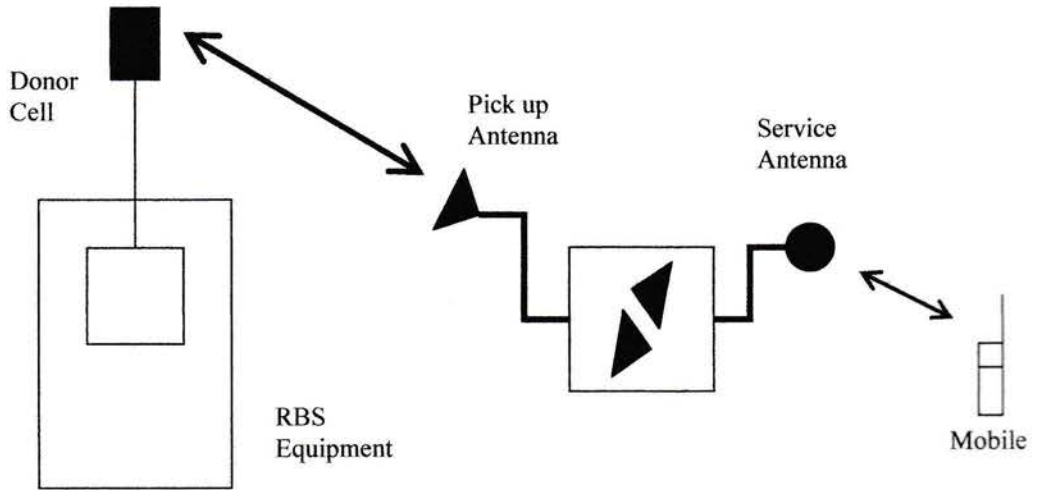
Repeater secara sederhana merupakan penguat dua arah. *Repeater* menghubungkan sel donor dengan sel *repeater*. Ada dua tipe dasar dari *repeater*, yang pertama adalah RF (*RadioFrequency*) *repeater* dan FO (*Fiber Optic*) *repeater*.

Repeater dapat diklasifikasikan berdasarkan pengolahan sinyal. Ada dua macam yaitu *Broadband repater (RF Filtering)* dan yang lainnya adalah *Band selective and channel selective (IF filtering)*.

2.3.1 RF Repeater

RF merupakan jalur transmisi antara sel donor dan sel *repeater* dan berada pada daerah frekuensi yang sesungguhnya tanpa adanya perubahan frekuensi pada jalur transmisi. Nama lain dari *repeater* ini adalah *Cell Enhancers*, *Boosters* atau *On-Frequency repeater*. RF *repeater* dapat merupakan *repeater broadband* ataupun *band selective* atau *channel selective*.

RF *repeater* tidak menyediakan kanal tambahan untuk trafik pada sel karena fungsinya hanya menguatkan sinyal saja dengan demikian tidak ada penambahan kapasitas kanal, namun dengan implementasi *repeater* ini pada area *blank spot* akan dapat meningkatkan penggunaan trafik pada sel tersebut. Blok diagram RF *repeater* secara umum adalah seperti gambar 2.8

Gambar 2.8 Blok Diagram RF Repeater⁹

Secara garis besar prinsip kerja RF *repeater* ini adalah sebagai berikut. Pada arah *downlink* antena *pick up* mengambil sinyal dari sel donor. Antena ini dihubungkan pada terminal masukan *downlink* amplifier. Sinyal yang masuk kemudian dilewatkan pada *filter*, dikuatkan dan dipancarkan pada *area repeater*. Antena pemancar dari *repeater* ini dapat berupa antena standar ataupun kabel dengan konfigurasi teknik tertentu yang dapat digunakan. Pada arah *uplink* terjadi proses yang serupa yaitu *service antenna* mengambil sinyal dari *mobile* dan meneruskan ke sel donor melalui *pick up antenna*.

2.3.2 Fiber Optic Repeater

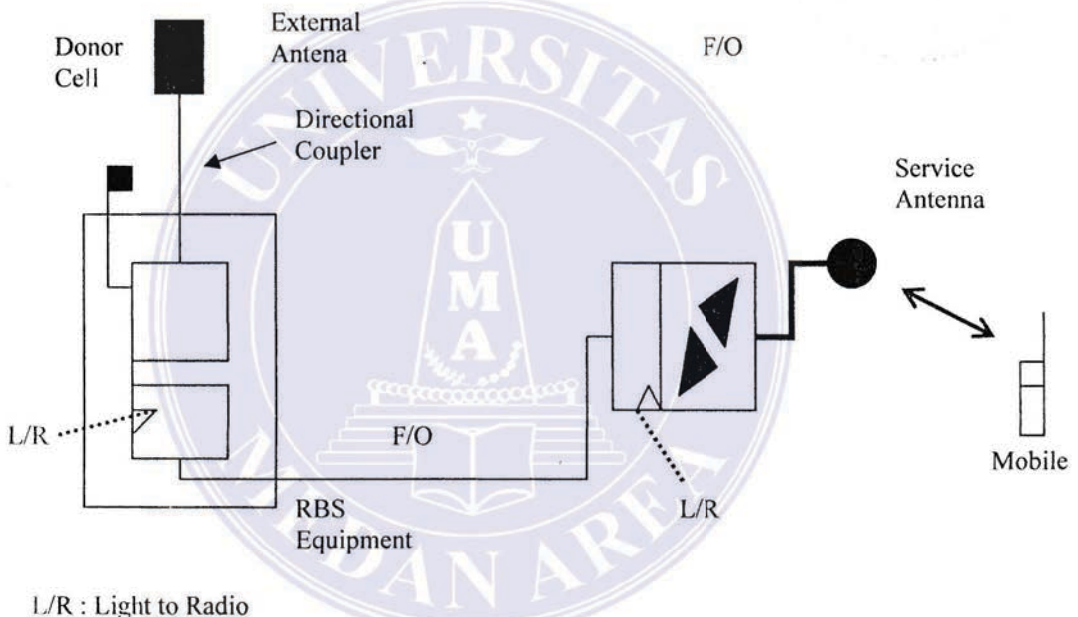
Pada *repeater* ini media pengiriman antara sel donor dan sel *repeater* adalah serat optik. Peralatan radio yang menyediakan trafik terletak pada sel donor. Sel donor dapat berupa sel makro biasa ataupun sel mikro.

Prinsip kerja FO *repeater* adalah sebagai berikut. Sinyal dari pemancar diambil dari perangkat radio kemudian diubah dari sinyal radio ke bentuk cahaya. Sinyal RF gabungan memodulasi laser dari pemancar, selanjutnya sinyal tersebut diubah ke bentuk asalnya yaitu sinyal radio. Sinyal ini selanjutnya dikuatkan oleh *repeater* dan dipancarkan dalam daerah yang

UNIVERSITAS MEDAN AREA sama terjadi pada arah *uplink*.

Secara umum *FO repeater* dapat merupakan alternatif dari penggunaan *RF repeater* jika jalur transmisi antara pemancar dan penerima terhalang oleh gedung ataupun bukit. *FO repeater* memiliki keuntungan karena bentuknya yang kecil sehingga tidak membutuhkan ruang yang luas. Perangkat radio sebagai donor dari *repeater* ini dapat diletakkan pada jarak sampai dengan 12 km dari *repeater*.

Secara jelas prinsip dasar *repeater* ini dapat dilihat pada blok diagram *FO repeater* seperti di bawah ini .



Gambar 2.9 Fiber Optic Repeater¹⁰

2.3.3 Broadband Repeater

Filter pada *broadband repeater* dirancang untuk mencakupi semua band frekuensi RF. Proses penyaringan dan penguatan sinyal adalah pada bagian RF. *Repeater* ini digunakan pada daerah dengan trafik yang rendah dengan kemungkinan interferensi dengan sinyal-sinyal lain diluar frekuensi tersebut kecil. Tipe *repeater* ini dapat digunakan pada semua sistem dengan

frekuensi 900MHz
UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber (Sweden, Ericsson, 1994) hal.6

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

2.3.4 Band Selective Repeater

Sinyal RF yang masuk ke *repeater* diubah ke dalam bentuk frekuensi menengah (IF) dengan menggunakan *filter* yang secara efektif dapat menyaring frekuensi- frekuensi di luar frekuensi yang diinginkan.. tipe *repeater* ini dapat menangani beberapa *sub-band* dalam daerah frekuensi selular. *Band selective repeater* ini dapat digunakan untuk semua sistem yang menggunakan frekuensi 900 MHz.

2.3.5 Channel Selective Repeater

Repeater dengan tipe ini dilengkapi dengan beberapa kanal dengan range yang sempit yang berfungsi untuk menjaga sistem agar sinyal yang tidak diinginkan tidak dikuatkan. Jumlah kanal-kanal yang sempit ini adalah sama dengan atau lebih dari jumlah pembawa pada sel donor.

Kanal ini dapat ditala pada frekuensi yang diinginkan dari jarak jauh sehingga tidak memerlukan akses secara lokal. Tipe *repeater* ini biasanya digunakan pada sistem GSM.

Pada *repeater* ini sinyal dari *Base Station* diterima oleh *pick up antenna* dan diteruskan melalui *directional coupler*. Sinyal ini kemudian melewati rangkaian *filter*, penguat dan selanjutnya menuju kanal yang memiliki dua kanal paralel untuk masing-masing kanal.

2.4 Perencanaan Repeater

Dalam merencanakan *repeater* agar diperoleh hasil berupa besar sinyal yang diinginkan perlu sekali diperhatikan spesifikasi teknik dari *repeater* yang digunakan, perencanaan sel sehubungan dengan penerapan *repeater* dengan memperhatikan rugi-rugi di sepanjang perambatan sinyal, antisipasi terhadap pengaruh radiasi dan *blocking* pada penerima serta pemilihan sel donor yang sesuai. Berikut ini akan diuraikan secara terperinci tentang hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan *repeater*.

2.4.1 Data Teknik

Untuk merancang pemasangan *repeater* hal-hal yang perlu diperhatikan adalah besar penguatan, besar daya maksimum yang dapat dihasilkan pada setiap kanal serta sensitifitas dan selektifitas peralatan.

2.4.1.1 Penguatan Repeater

Penguatan pada *repeater* menunjukkan seberapa besar sinyal yang masuk dapat dikuatkan oleh *repeater*. Pada umumnya besar penguatan berkisar antara 50-80 dB untuk *repeater* standar dan untuk *repeater* yang lebih kecil dapat berkisar antara 30-40 dB.

2.4.1.2 Daya keluaran

Daya keluaran bisa disebutkan dalam bentuk daya untuk tiap kanal, kompresi 1 dB ataupun 3rd order intercept point. Bentuk umum untuk menyatakan daya keluaran adalah 3rd order intercept point. Besarnya daya tiap kanal dapat diperoleh dari 3rd order intercept point ini dengan mengasumsikan beberapa kondisi tertentu.

Penguat linier yang bekerja pada daerah perbatasan dengan kondisi tidak linier akan menghasilkan sinyal yang terkena intermodulasi yang tidak diinginkan dengan besar yang cukup tinggi. Umumnya dibutuhkan sinyal sebesar -36 dBm atau lebih rendah. Sebagai contoh, suatu sistem dengan -56 dBm berarti produk intermodulasi tingkat tiga sistem tersebut adalah sebesar 56 dB dibawah sinyal pembawa. Hubungan antar ketiga bentuk dapat dilihat pada persamaan di bawah ini.

$$ICP3 = URR/2 + P_{ch} = 0,5 (3 P_{ch} - IM_3) \quad (2.4.1)^{11}$$

$$URR = P_{ch} - IM_3 \quad (2.4.2)^{12}$$

Dimana :

ICP3 = *third order intercept point* (dBm)

URR = respon penolakan yang tidak diinginkan (dB)

P_{ch} = daya keluaran tiap kanal (dBm)

IM_3 = besar intermodulasi tingkat tiga (dBm)

Titik kompresi 1 dB merupakan titik pada masukan penguat dimana sinyal keluaran dibawah nilai ideal yang diinginkan. Nilai ini biasanya digunakan untuk menyatakan kelas dari penguat. Titik kompresi 1 dB kira-kira 10 dB di bawah 3rd *order intercept point*.

Daya keluaran tiap kanal biasanya berkisar antara 30 dB dibawah ICP3 untuk sistem dengan penekanan sebesar 55 dB. dari rumus diatas dapat dilihat daya tiap kanal akan meningkat jika nilai URR berkurang. Sebagai contoh, sebuah penguat dengan ICP3=50 dBm. Dengan asumsi $IM_3 = -36$ dBm. Dari perhitungan diperoleh besar $P_{ch} = 21.3$ dBm. Jika besar IM_3 dapat ditingkatkan misalnya sebesar -10 dBm maka akan diperoleh P_{ch} atau daya tiap kanal sebesar 30 dBm.

2.4.1.3 Sensitifitas

Sensitifitas suatu *repeater* biasanya ditunjukkan dengan penguatan *noise figure*. Besarnya berkisar antara 8-10 dB. Semakin rendah nilai *noise figure* maka sensitifitas *repeater* akan semakin baik.

2.4.1.4 Selektifitas

Besar selektifitas tergantung pada perancangan *repeater*. *Repeater* yang memiliki selektifitas yang rendah akan menguatkan dan meradiasikan sinyal-sinyal diluar daerah frekuensi yang diinginkan. Pada perancangan *repeater* untuk daerah dengan penggunaan frekuensi yang padat sangatlah penting untuk memilih *repeater* dengan selektifitas yang tinggi atau dengan kata lain seabiknya digunakan jenis *band selective repeater* atau *channel selective*

2.4.2 Perencanaan Sel

Dalam perencanaan sel sehubungan dengan penerapan *repeater* harus diperhatikan beberapa hal yang berbeda dengan perencanaan suatu sel makro yang biasa dilakukan akan tetapi tetap saja peraturan umum dalam perencanaan sel harus diperhatikan. Berikut ini beberapa hal yang harus diperhatikan untuk perencanaan sel sehubungan dengan penerapan *repeater*.

2.4.2.1 Perhitungan Daerah Jangkauan

Range daerah jangkauan dapat dihitung dengan langkah di bawah ini.

1. Menentukan jalur mana yang membatasi daerah, apakah jalur *downlink* atau *uplink*. Biasanya jalur *downlink* yang lebih lemah karena daya keluaran *repeater* adalah lebih rendah dari kelas daya dari *mobile*.
2. Menentukan daya keluaran *repeater* P_t (dBm) dan batas ambang daya yang dapat diterima oleh *mobile* P_r (dBm) termasuk margin yang telah ditentukan. Rugi-rugi pengiriman total yang diijinkan adalah perbedaan antara dua harga P_t Dan P_r atau dengan kata lain dapat dituliskan :

$$L_{tot} = P_t - P_r \text{ (dBm)} \quad (2.4.3)^{13}$$

3. Rugi-rugi total dari beberapa komponen seperti dibawah ini :

L_F = Rugi-rugi total *feeder*

L_S = Rugi-rugi total pada *power splitter*

L_W = Rugi-rugi tambahan dari dinding dan atap

G_A = Penguatan total antena dari antena servis dan antena
Mobile (dBi)

L_B = Rugi-rugi propagasi antar antena *isotropis*

Dapat dituliskan hubungannya :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$L_{tot} = L_F + L_S + L_W - G_A + L_B \text{ (dB)} \quad (2.4.4)^{14}$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber (Silitonga, 2019)

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id) 22/9/23

4. Perhitungan rugi-rugi serta besar penguatan yang terdiri dari :

Koaksial

Rugi-rugi dari koaksial tergantung pada besar frekuensi, ukuran kabel dan dielektrik di dalam kabel. Besarnya redaman dalam dB dinyatakan dalam dB per 100 m.

Power Splitter

Power splitter berfungsi sebagai pembagi atau penggabung sinyal dalam koaksial dari dua arah yang berbeda atau lebih dan digunakan jika lebih dari satu antena servis dihubungkan ke *repeater*. Besar rugi-rugi tergantung banyaknya arah pembagian.

Tabel 2.2 Rugi-rugi Splitter¹⁵

Type Splitter	Rugi-rugi (dB)
2 arah	3
3 arah	5
4 arah	6

Catatan : rugi-rugi terjadi karena terpecahnya daya oleh *splitter*. Sedangkan rugi-rugi dalam *splitter* itu sendiri atau disebut dengan *insertion loss* adalah sangat rendah yaitu berkisar antara 0,1 dB sampai 0,2 dB.

Rugi-rugi dinding

Besar redaman yang disebabkan oleh dinding ini tergantung dari jenis dinding. Sedangkan rugi-rugi atap atau langit-langit adalah berkisar antara 20-30 dB. Perlu diperhatikan bahwa suatu antena servis hanya dapat mencakupi satu tingkat dari suatu gedung.

Tabel 2.3 Rugi-rugi Dinding¹⁶

Jenis dinding	Rugi-rugi (dB)
Dinding kaca	1-2
Dinding kayu	5-10
Dinding beton	10-30

Penguatan antena

Penguatan antena *mobile* besarnya adalah 0 dBi. Pada sisi *repeater* atau antena servis dapat berupa antena omnidirectional ataupun antena directional. Karena ukuran antena tersebut kecil maka penguatan antena tersebut juga kecil. Untuk antena *omnidirectional* dengan dipole tunggal penguatannya berkisar antara 7 sampai 12 dBi.

Rugi-rugi perambatan

Pada prinsipnya untuk menghitung rugi-rugi perambatan gelombang dalam gedung dapat digunakan banyak rumus. Sebagai penyederhanaan dengan nilai keakuratan yang dapat diandalkan dapat digunakan rumus rugi-rugi perambatan gelombang dengan jarak yang pendek untuk menghitung rugi-rugi perambatan gelombang dalam gedung.

Rumus dasar :

$$L_B = 32,5 + 20 \log F + 20 \log D \text{ (dB)} \tag{2.4.5}^{17}$$

Keterangan :

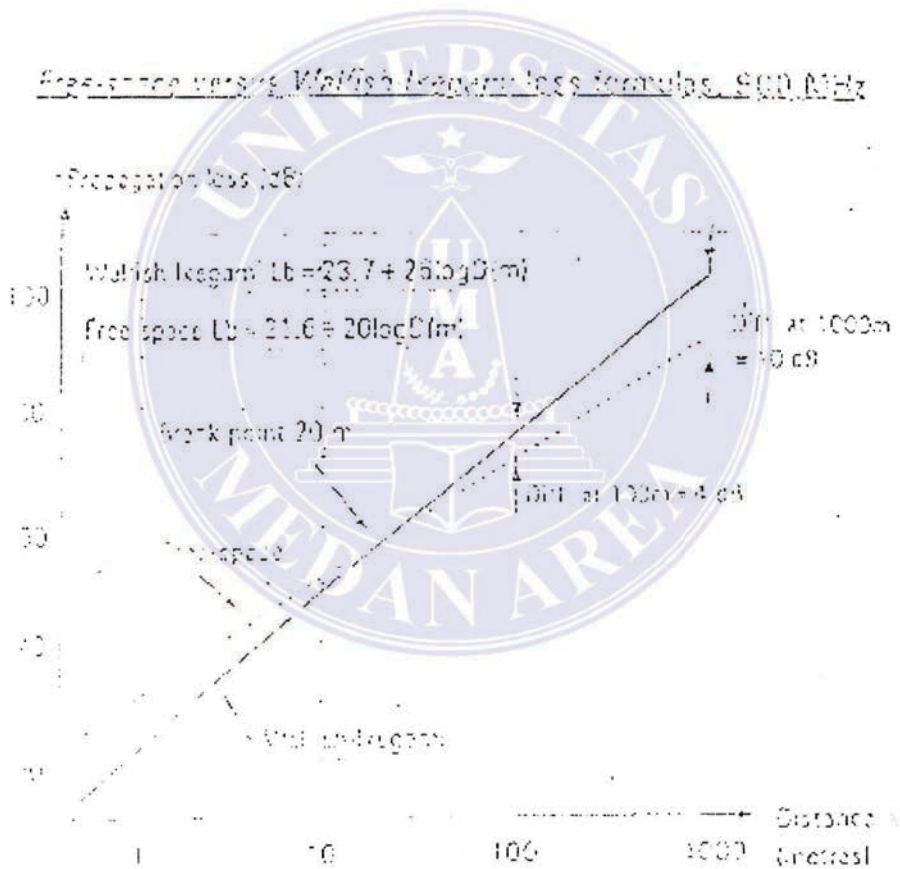
L_B = Rugi-rugi perambatan antena isotropis

F = Frekuensi dalam MHz

D = jarak dalam Km

5. Perhitungan L_B

Dengan menggunakan teori Walfish – Ikegami untuk perhitungan rugi-rugi perambatan pada frekuensi kerja GSM 900 Mhz dan teori perhitungan rugi-rugi perambatan pada udara bebas frekuensi kerja 900 MHz dapat dilihat perbandingannya pada grafik pada gambar 2.10. Dari perbandingan kedua rumusan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan rumus Walfish-Ikegami akan diperoleh nilai rugi-rugi pada udara bebas yang lebih besar 4 dB pada 100 m dan 10 dB pada 1000m.



Gambar 2.10 Rugi-rugi Rambatan Udara Bebas¹⁸

Sebagai pilihan untuk menghitung rugi-rugi perambatan dengan menggunakan rumus untuk perambatan gelombang pada udara bebas

UNIVERSITAS MEDAN AREA Walfish-Ikegami yaitu :

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

$$L_B = 42,6 + 26\log D \text{ (Km)} + 20\log F \text{ (MHz)} \quad (2.4.6)^{19}$$

Rumus diatas berlaku untuk harga $D > 20$ m, dengan L_B adalah rugi-rugi perambatan gelombang dalam dB

Dari perbandingan kedua rumusan diatas dapat dilihat pada grafik bahwa dengan rumus Walfish-Ikegami diperoleh nilai rugi-rugi yang lebih besar 4 dB pada 100 m dan 10 dB pada 1000 m.

2.4.2.2 Pemilihan Sel Donor

Sel donor dipilih dari sel untuk melingkupi area dimana *repeater* akan dipasang dengan demikian *handover* dapat diatur dengan mudah dan masalah *co-channel interference* dapat diatasi. Karena sangat dimungkinkan bahwa pada suatu tempat dapat dilayani oleh beberapa sel maka sebenarnya dapat juga dipilih sel yang memberikan kuat sinyal paling tinggi untuk sel donor akan tetapi masalah lain akan muncul jika pada sel tersebut beban trafiknya sudah cukup tinggi. Dalam pemilihan sel donor juga sangat perlu untuk memperhatikan masalah *co-channel interference* ataupun masalah penghalang yang mungkin ada disepanjang jalur antara donor dan *repeater*.

Pada *repeater* dengan jenis *broadband* ataupun *band selective* mungkin bisa terjadi adanya dua sel yang digunakan sebagai sel. Hal ini bisa terjadi jika antenna *pick up* diarahkan diantara kedua sel tersebut. Pada pengarahan antena yang kurang tepat ini tentunya akan sangat merugikan karena *repeater* akan menguatkan sinyal dari kedua sel tersebut dan akan dihasilkan daya keluaran tiap kanal yang rendah.

2.4.2.3 Menghindari Osilasi

Sinyal yang keluar dari antena servis dapat kembali ditangkap oleh antena *pick up* dan dikuatkan sehingga terjadi suatu *loop* yang menyebabkan osilasi yang tidak diinginkan pada *repeater* jika besar sinyal adalah lebih besar atau sama dengan sinyal yang datang dari sel donor. Meskipun *repeater*

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber, (Ericsson, 1994) hal.15

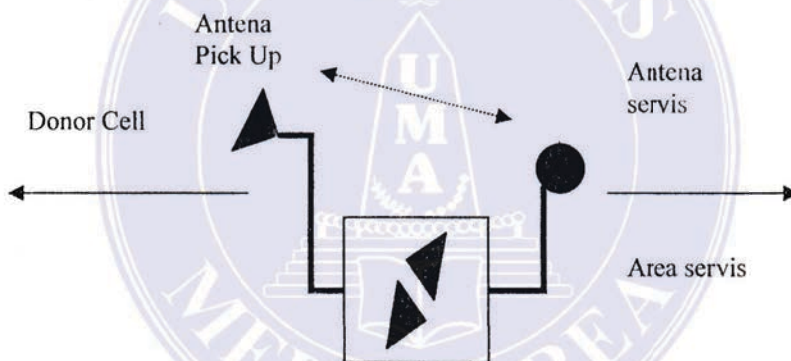
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id) 22/9/23

tersebut memiliki pembatas untuk menghindari terjadinya proses *blocking* namun hal ini tetap akan mengganggu kerja *repeater* karena penguatannya akan berkurang.

Untuk menghindari masalah osilasi ini maka dalam perencanaan harus dibuat suatu isolasi antara masukan dan keluaran *repeater* seperti gambar 2.11. Isolasi yang dibutuhkan adalah sebesar penguatan *repeater* ditambah dengan 10 dB.

Penambahan margin untuk penguatan *repeater* sebesar 10 dB sangat disarankan. Untuk *repeater* yang memiliki penguatan tinggi misalnya 80 dB tentunya akan sulit untuk menerapkan penambahan margin pada penguatan hingga diperoleh besar penguatan 90 dB oleh karena itu kemungkinan lain untuk mengatasinya adalah dengan menurunkan penguatan *repeater*.



Gambar 2.11 Isolasi pada Antena²⁰

2.4.2.4 Bloking Pada Penerima

Repeater memiliki dua penerima satu arah *uplink* dan satu arah *downlink*. Rangkaian *pre amplifier* memiliki range secara dinamik sebesar 65 dB, dengan demikian berarti sinyal yang masuk ke *repeater* dalam range tersebut dapat dikuatkan tanpa terkena pemotongan. Harga terbawah dari range adalah merupakan sensitifitas rangkaian penguat.

Jika *repeater* dirancang untuk menerima sinyal sebesar -90 dBm maka nilai batas atas dari range adalah -25 dBm untuk *repeater* dengan range dinamik

65 dB. Salah satu metode untuk mengatasi masalah *bloking* ini adalah dengan mencegah *mobile* untuk menghasilkan sinyal diatas -25 dBm yang masuk ke *repeater* dengan demikian masalah berkurangnya sensitifitas *repeater* dapat dihindari.

Karena *mobile* dapat berjarak dekat sekali dengan antena servis dari *repeater* maka harus dirancang jarak minimum yang masih diijinkan agar sinyal yang masuk ke *repeater* nilainya tidak lebih besar dari -25 dBm. Sebagai contoh adalah perhitungan dibawah ini.

Misalnya suatu *mobile* dengan daya maksimum $0,6$ W/28 dBm pada sistem TACS, 1 W/30 dBm pada NMT 900 atau 2 W pada GSM. Sinyal yang keluar dari *mobile* harus diredam kira-kira sebesar 55 dB untuk menghindari terjadinya sinyal sebesar -25 dBm. Pada kondisi ruang bebas , perhitungan jarak minimum untuk kondisi tersebut adalah 15 m. Peraturan pada *mobile* lebih ringan lagi yaitu memperkecil jarak antara antena dan *mobile* yaitu hanya sebesar $1-2$ m.

Meskipun telah ada perencanaan batas yang aman seperti adanya kontrol daya otomatis pada *mobile* dan rugi-rugi pada kabel dan sebagainya penempatan antena servis tetap harus diperhatikan.

2.4.2.5 Radiasi

Karena antena servis berada pada tempat umum maka resiko terjadi bahaya radiasi harus diperhitungkan dengan menetapkan jarak yang aman untuk mengurangi bahaya radiasi ini.

Sebagai contoh perhitungan adalah sebagai berikut. Sebuah *repeater* memiliki daya per kanal maksimum sebesar $0,1$ W yang diradiasikan melalui antena servis. Besar daya keluaran total tergantung pada jumlah kanal *repeater* adalah sebesar 5 W. Sebuah antena servis dengan penguatan sebesar 7 dBi dipasang pada lokasi yang diinginkan dan dihasilkan ERP sebesar 15 dB dengan mengambil besar rugi-rugi *splitter* dan kabel adalah 3 dB. Jika daya tiap meter persegi adalah 10 W maka daya harus dapat diradiasikan pada tempat dengan luas $1,5$ m² yang diperoleh dari 15 W dibagi dengan 10 W per m². Secara

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

umum besar jarak yang aman dapat dihitung dengan :

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan Sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

Document Accepted 22/9/23

(2.4.7)²¹

d = jarak dari antena dalam m

Sebagai kesimpulan adalah bahwa dalam peletakan antenna servis haruslah pada tempat di mana orang tidak berada 1 m di bawah antenna terarah. Antena sebaiknya diletakkan pada jarak kira-kira 2.5 m di atas lantai, sedangkan untuk antenna segala arah jarak yang aman adalah kira-kira 0.3 m.

Berikut akan dijelaskan masalah-masalah yang mungkin timbul sehubungan dengan transmisi sinyal dari *Base Station ke mobile* ataupun *repeater ke mobile* beserta antisipasi ataupun penanggulangannya.

Path Loss menyebabkan pengurangan kuat sinyal yang diterima oleh *mobile* yang disebabkan oleh pergerakan *mobile* yang semakin menjauh dari *repeater*. *Path Loss* merupakan gejala alam yang menyebabkan peredaman sinyal di udara bebas.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber.
21. Dalam Ensiklopedi: CELL PLANNING GUIDELINES (Sawden, Ericsson, 1994) hal.21

1. Untuk meningkatkan mutu dan daya saing sumber daya manusia Indonesia
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2.5.2 Shadowing

Shadowing ini disebabkan area tempat Bergeraknya *mobile* tidak tetap dan diantara pemancar dan penerima terdapat penghalang, contohnya gedung, bukit atau pohon. Hal ini menyebabkan sinyal yang diterima oleh *mobile* menjadi kecil atau bahkan hilang.

2.5.3 Multipath Fading

Karena sifat sinyal radio dapat memantul maka sinyal yang diterima oleh *mobile* bukan saja sinyal langsung tetapi bisa juga sinyal hasil pantulan dari gedung, bukit ataupun kendaraan lain. Karena baik sinyal langsung ataupun sinyal pantulan memiliki frekuensi yang sama maka sinyal itu akan saling mengurangi atau bahkan dapat saling menghilangkan. Bila sinyal langsung dan sinyal tak langsung sama kuatnya diterima oleh *mobile* pada suatu titik tertentu maka *mobile* akan kehilangan sinyal. Tempat dimana *mobile* atau penerima kehilangan sinyal ini dinamakan *blank spot*.

2.5.4 Time Dispersion

Time Dispersion menyebabkan terjadinya *Intersymbol Interference*. Masalah ini hampir sama dengan masalah *multipath fading* akan tetapi karena jarak antara sinyal langsung dengan sinyal pantulan adalah lebih besar dari jarak bit atau sekitar 1 Km maka sinyal pantulan ini akan mempengaruhi data yang dibawa oleh sinyal langsung. Contoh jika sinyal langsung dan sinyal pantulan memiliki selisih 1 Km atau 1 bit lebih panjang dari sinyal pantulan. Pada saat *mobile* menerima bit pertama maka tidak terjadi kesalahan namun begitu menerima sinyal atau bit kedua sinyal pantulan yang membawa bit pertama juga datang dengan waktu yang bersamaan pada saat itulah penerima tahu dalam hal ini *mobile* sulit menentukan sinyal mana yang benar.

2.5.5 Time Delay

Time Delay disebabkan jika *time slot* untuk *mobile* satu dengan yang lainnya dekat dan *mobile* itu bergerak tidak sama. Untuk contoh bila ada

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

mobile 2 menggunakan *time slot 2* dan bergerak menjauhi pemancar. Karena ada keterlambatan antara penyampaian sinyal dari *mobile 2* ke pemancar maka pada saat sinyal dari *mobile 2* sampai ke pemancar bisa menduduki *time slot* ke 3 yang sedang dipakai oleh *mobile 1*. Hal ini harus dihindari karena bisa merusak data *time slot 2*.

2.5.6 Frekuensi Hopping

Frekuensi hopping adalah perpindahan frekuensi ke frekuensi lain. Hal ini dilakukan untuk mengatasi masalah yang disebabkan oleh karakteristik frekuensi di tempat tertentu. Contoh pada suatu saat *mobile* terjebak di lampu lalu lintas atau macet atau lokasi *blank spot*. Suatu alternatif yang ditawarkan adalah dengan mengganti frekuensi kerja ke frekuensi yang lain yang berarti perpindahan sel yang melayani *mobile* tersebut. Besar sinyal harus cukup agar frekuensi hopping ini dapat dilakukan.

Frekuensi hopping hanya dibutuhkan pada tempat-tempat yang memiliki daya mobilitas rendah dan tidak digunakan pada tempat dengan daya mobilitas tinggi seperti di jalan raya bebas hambatan karena diasumsikan kendaraan yang melewati jalan raya bebas hambatan bergerak dengan kecepatan tinggi sehingga bila terjebak di lokasi *blank spot* hanya terjadi pada waktu yang singkat saja

2.6 Perhitungan Trafik Pada Seluler

Proses perencanaan sel akan dimulai dengan beberapa macam trafik dan analisa jangkauan yang menunjukkan jaringan selular yang diinginkan. Data-data yang penting adalah sebagai berikut :

- Band frekuensi yang diinginkan
- Grade Of Service (GOS)
- Kapasitas
- Jangkauan
- Kualitas kecepatan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Kemampuan Perkembangan Sistem

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

2.6.1 Band Frekuensi

Band frekuensi pada GSM adalah 25 MHz, 890-915 MHz untuk *uplink* dan *range* 935-960 MHz untuk *downlink*. Bagian dari *band frekuensi* dapat digunakan oleh sistem selular lain di beberapa area yang beroperasi pada band 900 MHz contohnya NMT atau TACS.

Sejak salah satu ide dalam menggunakan GSM terjadi persaingan bagian-bagian yang tertinggal harus dibagi menjadi sedikitnya dua operator yang berbeda. Artinya bahwa satu operator hanya bisa memiliki band frekuensi 5-10 MHz.

2.6.2 Grade of Service

Grade of service adalah probabilitas kongesti. Misalnya nilai GOS 2 % berarti bahwa 98 % panggilan dapat dilayani oleh sistem dan sisanya yaitu sebanyak 2 % mengalami kongesti. Pada jaringan PLMN GOS sebesar 2-5 % adalah diperbolehkan sedangkan pada PSTN biasanya memiliki GOS yang lebih rendah.

Bila suatu pelanggan membangkitkan trafik 33 mErlang juga membebani kanal radio selama 3.3 % dari waktu sesuai dengan definisi di atas. Jika terdapat 30 orang pelanggan masing-masing dengan 33 mErlang trafik maka akan terjadi pembebanan terhadap kanal sebesar 100 % dari waktu dan angka kongesti menjadi tinggi.

Agar diperoleh penurunan kongesti maka kanal seharusnya dibebani dengan trafik yang rendah. Saat menghitung angka pendekaan dari kanal didasarkan pada jumlah trafik yang disediakan dan kongesti yang diperlukan seharusnya dispesifikasikan. Pada spesifikasi pelanggan GOS yang diperlukan biasanya mempunyai nilai antara 2-5 %.

2.6.3 Kapasitas

Kebutuhan trafik seperti contoh beberapa pelanggan yang akan bergabung dengan sistem dan beberapa trafik yang akan dibangkitkan akan menghasilkan dasar untuk teknik jaringan selular. Teori trafik untuk sistem

selular adalah berdasarkan pada asumsi dari sifat pelanggan dan bagaimana sistem mengatasi para pelanggan.

2.6.3.1 Defenisi Trafik

Faktor yang penting dalam menentukan berapa pelanggan dapat membagi jaringan *mobile* adalah jumlah trafik yang dibawa oleh tiap pelanggan.

Trafik tiap pelanggan didefinisikan dengan jumlah panggilan dan durasi rata-rata dari panggilan. Definisi berikut ini dapat digunakan untuk menghitung trafik :

$$B = \frac{n \times T}{3600} \quad (2.6.1)^{22}$$

dimana :

B = trafik yang ditawarkan dari satu atau lebih pengguna sistem (Erlang)

T = waktu pembicaraan rata-rata (detik)

n = jumlah panggilan pelanggan tiap jam

2.6.3.2 Kapasitas Trafik Pada Trunk

Berdasarkan *trunk* dengan 33 buah kanal yang bekerja sama pelanggan *mobile* dapat kemudian menggunakan manapun dari kanal tersebut yang bebas pada saat itu. Dengan mengambil permisalan 1000 *mobile* yang masing-masing menyediakan trafik sebesar 33 m Erlang maka akan membebani 33 kanal sebesar 100 %.

2.6.4 Jangkauan (Coverage)

Jangkauan yang diinginkan dalam menentukan angka minimum pada *base station* dan spesifikasi trafik menentukan angka yang diinginkan kanal.

Kadang-kadang angka kanal radio yang tersedia tidak mencukupi untuk

menemukan kapasitas yang diinginkan. Hal ini mengakibatkan jarak jangkauan

dari *base station* harus dikurangi agar frekuensi *re-use* menjadi lebih efisien dan menaikkan kapasitas sistem. Distribusi geografis trafik yang dibutuhkan dapat diperkirakan dengan bantuan data demografis yang diperoleh dan mencakup beberapa aspek yaitu :

- distribusi populasi
- distribusi penggunaan mobil
- distribusi penghasilan
- data pemakaian daerah
- statistik dari pemakaian daerah

Artinya bahwa kita dapat menutup hampir 100% populasi tanpa menutupi 100% area di mana juga digunakan kuat sinyal yang berbeda pada area yang berbeda pula. Contohnya adalah jangkauan area *indoor* dan *outdoor*.

2.6.5 Kualitas Kecepatan

Kualitas kecepatan yang baik menginginkan kuat sinyal tertentu untuk diterima tetapi juga sinyal yang bagus untuk rasio interferensi. Karena GSM adalah sistem digital maka kesalahan bila tidak terlalu banyak dapat dideteksi dan dikoreksi.

2.6.6 Kemampuan Perkembangan Sistem

Biasanya trafik yang digunakan pada jaringan selular secara cepat terdapat angka yang besar untuk pelanggan baru tiap tahun dan pelanggan yang sudah ada yang telah melakukan banyak panggilan. Dengan demikian kita menginginkan kanal yang lebih pada sistem.

Pada jaringan yang telah ada, biasanya hanya kota besar dan jalan-jalan utama yang terlingkupi. Tiap tahun sistem diperbesar sehingga mempunyai jangkauan ke kota-kota dan daerah pedalaman.

2.7 Interferensi

Metode penggunaan frekuensi secara berulang sangat baik untuk meningkatkan efisiensi pemakaian spektrum akan tetapi metode ini

menyebabkan timbulnya masalah baru yaitu interferensi *co-channel* karena

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

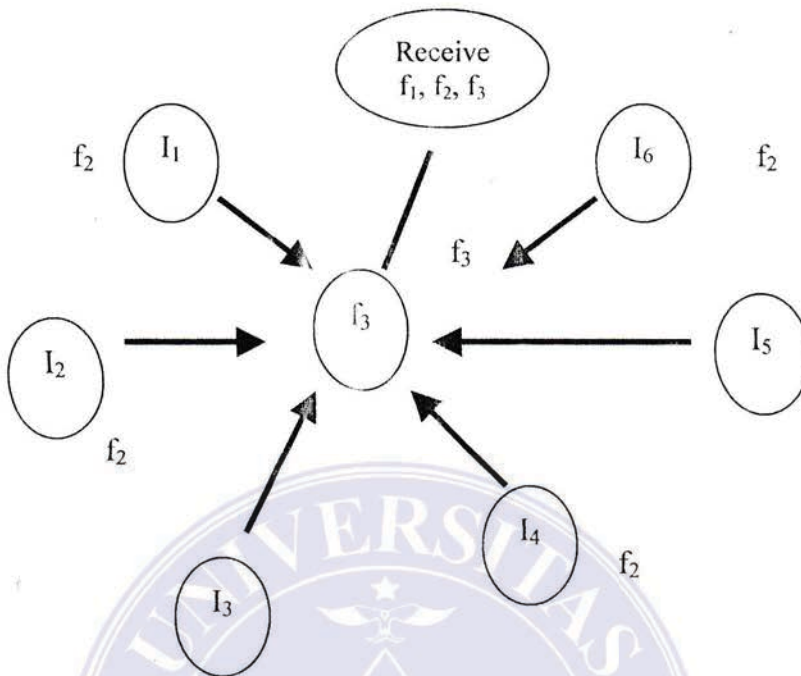
penggunaan kanal frekuensi yang sama secara berulang pada sel-sel yang berbeda. Jenis interferensi yang lain adalah interferensi antar kanal berdekatan yang disebabkan oleh perencanaan sistem yang kurang tepat.

Pada beberapa aplikasi radio bergerak penggunaan pola sel berulang dengan koefisien (K) 7 tidaklah cukup untuk mengatasi masalah interferensi ini namun jika besar K diperbesar maka akan mengurangi jumlah kanal pada tiap sel dan juga akan mengurangi efisiensi spektrum.

2.7.1 Interferensi Co-Channel Pada Sistem Selular

Permasalahan yang timbul pada sistem komunikasi bergerak yang berhubungan dengan daerah jangkauan adalah lemahnya sinyal pada lokasi tertentu yang menyebabkan terjadinya gagal panggil. Masalah ini dapat diatasi dengan metode propagasi untuk daerah dengan trafik yang tidak begitu padat, namun jika pelanggan banyak sedangkan jumlah kanal terbatas dan frekuensi digunakan secara berulang pada beberapa daerah yang berbeda akan menyebabkan masalah interferensi co-channel. Kualitas sinyal yang diterima pada daerah tersebut menjadi jelek.

Untuk mengenali adanya gejala interferensi ini dari *mobile* adalah dengan cara memilih salah satu kanal dan memancarkan frekuensi kanal tersebut pada semua *site* yang menggunakan frekuensi yang sama dan *mobile* sebagai penerima bergerak dalam salah satu sel tersebut. Satu kanal (f_1) dialokasikan untuk menyimpan besar sinyal (pada kondisi non-co-channel) sedang kanal lain (f_2) menyimpan level interferensi dengan maksimum enam kondisi interferensi dan f_3 digunakan untuk menyimpan derau. Prosedur pengamatan ini dapat dilihat pada gambar 2.12.

Gambar 2.12 Interferensi Co-Channel²³

Harga C/I diperoleh dengan mengurangi f_2 dengan f_1 (C-1) sedangkan C/N diperoleh dari pengurangan f_2 dengan f_1 . Hasil dari pengamatan menggunakan *mobile* ini dapat dibandingkan dengan empat kondisi acuan sebagai berikut :

1. Jika perbandingan C/I lebih besar dari 18 dB untuk semua sel maka sistem telah terancang dengan baik.
2. Jika perbandingan C/I lebih kecil dari 18 dB dan perbandingan C/N lebih besar dari 18 dB maka terdapat masalah interferensi co-channel pada sistem tersebut.
3. Jika perbandingan C/I dan C/N lebih kecil dari 18 dB C/I sama dengan C/N maka dapat dikatakan terdapat masalah pada jangkauan sistem.

4. Jika perbandingan C/I dan C/N lebih kecil dari 18 dB dan C/N lebih besar dari pada C/I maka terdapat masalah jangkauan dan interferensi co-channel pada sistem.

2.7.2 Interferensi Antar Kanal Yang Berdekatan

Interferensi antar kanal yang berdekatan atau disebut *adjacent channel interference* dapat diatasi dengan cara pengaturan kanal, pemilihan filter dengan karakteristik yang baik serta pengurangan perbandingan interferensi *near end – far end*.

Interferensi antar kanal yang berdekatan ini dapat merupakan interferensi antar kanal yang berurutan dengan kanal yang sedang beroperasi ataupun dengan kanal yang berjarak satu atau lebih kanal dengan kanal yang beroperasi atau lebih sering disebut kanal tetangga.

2.7.2.1 Interferensi Antar Kanal Berurutan

Interferensi ini terjadi pada *mobile* dan berasal dari sel lain yang memiliki frekuensi kanal yang berurutan dengan kanal sel dimana *mobile* tersebut berada. Hal ini terjadi karena perancangan sistem yang kurang baik. Jika besar sinyal dari kanal yang berurutan adalah lebih besar dari 24 dB maka akan terjadi interferensi dengan sinyal yang diinginkan. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan filter dengan karakteristik kemiringan yang curam.

2.7.2.2 Interferensi Antar Kanal Bertetangga

Jika kanal-kanal dipancarkan secara bersamaan dan terus menerus pada satu antenna saja di dalam sel maka diperlukan adanya isolasi antar kanal apabila dalam sistem tersebut digunakan *combiner* dengan tipe banyak kanal. Hal ini dilakukan untuk menghindari produk intermodulasi. Penggunaan satu antenna untuk masing-masing kanal adalah alternatif lain untuk memisahkan kanal.

Mobile bergerak secara terus menerus dan posisinya berubah dari

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

Document Accepted 22/9/23

ditujukan untuk menghindari masalah interferensi antar kanal yang berdekatan juga harus berubah dari waktu ke waktu.

2.8 Kegagalan Panggilan

Kegagalan panggilan atau yang lebih sering disebut dengan *drop call* merupakan kondisi di mana panggilan yang terjadi tidak berhasil dengan baik atau terputus. Kegagalan panggilan ini bisa terjadi karena sinyal yang diterima sangat lemah pada frekuensi kanal suara. Peristiwa ini bisa terjadi karena berpindahnya kanal yang sebelumnya memiliki kuat sinyal yang tinggi ke kanal yang memiliki kuat sinyal yang sangat rendah sedangkan *mobile* tidak bergerak di suatu tempat. Kualitas suara dapat diukur dengan menghitung besar perbandingan C/I atau C/N yang masih dapat ditoleransi oleh sistem. Angka kegagalan panggilan ini dihitung oleh BSC dan disimpan untuk kemudian dapat dilihat sebagai unjuk kerja sistem.

2.9 Perhitungan Link Budget

Berikut adalah perhitungan *link budget* pada masing-masing lokasi *blank spot*. Dari perhitungan *link budget* dapat diketahui besar sinyal minimum yang akan diperoleh oleh *mobile station* pada lokasi tersebut setelah terpasang *repeater*. *Repeater* yang digunakan menggunakan spesifikasi daya keluaran maksimum untuk empat kanal adalah sebesar 27 dBm. Penguatan *repeater* diperoleh dari perhitungan sebagai berikut.

$$G = P - (S + L_s) \quad (2.9.1)$$

di mana : G = Penguatan *Repeater* (dB)

P = Daya keluaran maksimum dari *repeater* dalam kasus ini adalah sebesar 27 dBm

S = Besar sinyal pada antena *pickup* (dBm)

L_s = Rugi-rugi pada kabel (dB)

UNIVERSITAS MEDAN AREA
Sedangkan besar ERP dapat dihitung dari :

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

$$ERP = P - L_t \quad (2.9.2)$$

dimana : ERP = Daya teradiasi (dBm)
 P = Daya keluaran maksimum repeater dalam kasus ini sebesar 27 dBm
 L_t = Rugi - rugi total termasuk rugi-rugi konektor, *power splitter*, kabel dan penguatan antena servis (dB)

Besar sinyal minimum yang diterima oleh *mobile station* dapat dihitung dengan :

$$S_s = ERP - (31,4 - 20 \log d) - L_p \quad (2.9.3)$$

dimana : S_s = Besar sinyal minimum yang diterima mobile station (dBm)
 d = Panjang maksimum dari area layanan (m)
 L_p = Rugi - rugi penghalang sepanjang area yang dilayani (dB)

Pada perhitungan *link budget* di atas digunakan rumusan untuk rugi-rugi pada ruang bebas karena diasumsikan jarak antara *repeater* dengan *mobile* penerima adalah dekat dan kemungkinan untuk *line of sight* antara antena servis dengan antena *mobile* tinggi.

BAB III

DATA PENGUKURAN

Pada bab ini akan ditunjukkan data penunjang yang digunakan untuk analisa yang berupa data lokasi *blank spot* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan, sel donor yang melayani lokasi tersebut, alokasi frekuensinya dan penggunaan trafik pada sel donor yang diambil dari bulan Februari sampai dengan April 2004.

3.1. Jaringan GSM Excelcomindo di Medan

Jaringan GSM Excelcomindo di Medan terdiri dari 45 buah *Base Station*. Masing-masing *Base Station* menggunakan konfigurasi antena tiga sektor atau dengan kata lain jangkauan sebuah *Base Station* terbagi dalam tiga sel. Untuk jaringan di Medan identitas *Base Station* digunakan empat angka yang dimulai dengan angka 30 dan 29 dan diikuti dengan urutan 01, 02, dan seterusnya. Untuk identitas sel atau sektor digunakan angka 1, 2 dan 3 yang mengikuti nomor *Base Station* tersebut, misalnya sel 30012 berarti sel atau sektor kedua dari *Base Station* 3001.

Dari keseluruhan jangkauan di Medan terdapat beberapa area *blank spot* yang berada pada lokasi strategis. Pengamatan dilakukan pada empat tempat yang merupakan area *blank spot* yang cukup potensial karena konsentrasi massa pada lokasi tersebut cukup besar serta adanya pengaduan dari pelanggan bahwa di lokasi tersebut sering terjadi kegagalan panggilan dan sinyal yang diterima oleh *mobile station* sangat lemah. Keempat lokasi *blank spot* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan tersebut adalah Medan Mall, Millenium Plaza, The Clubstore (Pertokoan), Grand Angkasa Medan (Hotel)

Adapun *cell site* yang berada di sekitar lokasi *blank spot* di atas yakni untuk Hotel Grand Angkasa *cell site* yang berada di sekitarnya adalah 30562.

30013 dan 30051, untuk Medan Mall adalah 30561, 30062 , 30022 , 30583.

untuk The Clubstore adalah 30103 dan 30092, untuk Millenium Plaza adalah 30091, 30522, 30123 dan 30202.

3.2. Data Pengaduan Pelanggan

Berikut ini adalah data banyaknya pengaduan pelanggan bahwa tidak ada sinyal yang diterima pada empat lokasi yang disebutkan pada sub bab terdahulu. Data ini diambil selama kurun waktu Februari sampai dengan April 2004.

Tabel 3.1 Rugi-rugi Dinding

No.	Lokasi	Banyaknya Pengaduan
1	Hotel Grand Angkasa	3
2	Medan Mall	16
3	Millenium Plaza	16
4	The Clubstore	10

3.3. Sel Donor dan Kanal Frekuensi

Pada tabel di bawah ini ditunjukkan beberapa sel yang melayani lokasi-lokasi *blank spot* yang diamati beserta besar sinyal terukur dan kanal frekuensi yang digunakan.

Tabel 3.2 Frekuensi dan Kuat Sinyal Sel

Lokasi	SS Inside (dBm)	Sel	Kanal Frekuensi	SS Outside (dBm)
Hotel Grand Angkasa	-115	30562	110	-75
	-115		113	-74
	-114	30013	96	-75
	-116		101	-74
	-115	30051	89	-75
	-115		122	-74
The Clubstore	-112	30103	89	-85
	-111		92	-86
	-112	30092	114	-86
	-114		121	-86

Lokasi	SS Inside (dBm)	Sel	Kanal Frekuensi	SS Outside (dBm)
Medan Mall	-120	30561	97	-74
	-119		120	-74
	-120	30062	99	-75
	-121		104	-74
	-120		117	-70
	-120	30022	111	-75
	-121		114	-76
	-120		123	-74
	-119	30583	122	-80
Millenium Plaza	-112	30091	91	-79
	-112		98	-77
	-112		121	-78
	-113	30522	105	-77
	-111		116	-79
	-111	30123	93	-79
	-113		101	-79
	-112		122	-78
	-112	30202	107	-78
	-112		110	-78

3.4. Penggunaan Trafik dan Kegagalan Panggilan

Data penggunaan trafik dan banyaknya kegagalan panggilan pada masing-masing sel pada bulan Februari sampai April 2004 seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.3 Kegagalan Panggil dan Penggunaan Trafik

No	Sel	Drop krn SS (%)	Kanal Tersedia	Penggunaan Trafik (%)
1	30013	28,2051	14	37,43
2	30022	50,1634	22	64,3
3	30051	32,5119	14	47,71
4	30062	57,4074	22	74,51
5	30091	47,7697	18	95
6	30092	51,9056	14	51,62
7	30103	58,4859	14	123,4
8	30123	1,80722	22	52,52
9	30202	36,4761	14	108,63
10	30522	34,5088	14	40,36
11	30561	41,6667	14	87,14
12	30562	55,7749	14	12,09
13	30583	55,7749	7	110,77

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

Document Accepted 22/9/23

3.5. Spesifikasi Gedung

Spesifikasi gedung diperoleh dari hasil survey lapangan pada empat lokasi yang diamati yaitu Hotel Grand Angkasa, Medan Mall, Millenium Plaza dan The Clubstore meliputi perkiraan panjang kabel dari antenna ke *repeater*, jumlah antenna yang dibutuhkan pada lokasi tersebut, jumlah *splitter* yang dibutuhkan serta luas daerah yang akan dilayani oleh antenna servis dengan hasil seperti pada tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Spesifikasi Gedung

Item	Lokasi			
	Grand Angkasa	Medan Mall	Millenium	Clubstore
Panjang kabel ke repeater (m)	55	96	100	70
Jumlah kebutuhan antenna	2	66	4	2
Antena 1				
Panjang kabel ke antenna (m)	40	50	50	50
Banyak Splitter 1:2	1	1	1	1
Banyak Splitter 1:3	0	1	1	0
Panjang kabel ke splitter (m)	0	11	10	0
Luas area antenna (m ²)	30	30	30	30
Banyaknya dinding kaca	1	0	1	1
Banyaknya dinding kayu	1	1	1	2
Banyaknya dinding beton	1	1	0	0
Antena 2				
Panjang kabel ke antenna (m)	47	48	50	60
Banyak Splitter 1:2	1	1	1	1
Banyak Splitter 1:3	0	1	1	0
Panjang kabel ke splitter (m)	0	11	10	0
Luas area antenna (m ²)	30	30	30	30
Banyaknya dinding kaca	1	0	1	1
Banyaknya dinding kayu	1	1	1	2
Banyaknya dinding beton	1	1	0	0

Item	Lokasi			
	Grand Angkasa	Medan Mall	Miilenium	Clubstore
Antena 3				
Panjang kabel ke antena (m)	-	42	50	-
Banyak Splitter 1:2	-	1	1	-
Banyak Splitter 1:3	-	1	1	-
Panjang kabel ke splitter (m)	-	49	10	-
Luas area antena (m2)	-	30	30	-
Banyaknya dinding kaca	-	0	2	-
Banyaknya dinding kayu	-	2	1	-
Banyaknya dinding beton	-	0	0	-
Antena 4				
Panjang kabel ke antena (m)	-	50	30	-
Banyak Splitter 1:2	-	1	1	-
Banyak Splitter 1:3	-	1	1	-
Panjang kabel ke splitter (m)	-	49	49	-
Luas area antena (m2)	-	10	10	-
Banyaknya dinding kaca	-	0	2	-
Banyaknya dinding kayu	-	1	1	-
Banyaknya dinding beton	-	1	0	-
Antena 5				
Panjang kabel ke antena (m)	-	53	-	-
Banyak Splitter 1:2	-	1	-	-
Banyak Splitter 1:3	-	1	-	-
Panjang kabel ke splitter (m)	-	21	-	-
Luas area antena (m2)	-	30	-	-
Banyaknya dinding kaca	-	0	-	-
Banyaknya dinding kayu	-	0	-	-
Banyaknya dinding beton	-	1	-	-
Antena 6				
Panjang kabel ke antena (m)	-	62	-	-
Banyak Splitter 1:2	-	1	-	-
Banyak Splitter 1:3	-	1	-	-
Panjang kabel ke splitter (m)	-	21	-	-
Luas area antena (m2)	-	10	-	-
Banyaknya dinding kaca	-	0	-	-
Banyaknya dinding kayu	-	1	-	-
Banyaknya dinding beton	-	1	-	-

3.6. Kategori Lokasi Gedung

Kategori lokasi diperoleh dari hasil survey lapangan pada empat tempat yang diamati yaitu Hotel Grand Angkasa, Medan Mall, Millenium Plaza dan The Clubstore dengan angka kuantitatif banyaknya pengunjung dalam satu hari dan dibandingkan dengan tetapan kategori sebagai berikut :

Tabel 3.5 Kategori Lokasi

Pengunjung Rata-rata Dalam Satu Hari		Kategori
< 100	Orang	Tidak Sibuk
100-700	Orang	Cukup Sibuk
>700	Orang	Sangat Sibuk

Adapun hasil pengamatan pada keempat lokasi gedung adalah seperti table berikut ini.

Tabel 3.6 Data Banyaknya Pengunjung

No.	Lokasi	Banyaknya Pengunjung Rata-rata Dalam Satu Hari	
1	Hotel Grand Angkasa	<100	Orang
2	Medan Mall	>700	Orang
3	Millenium Plaza	100-700	Orang
4	The Clubstore	100-700	Orang

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan ditunjukkan hasil kesimpulan dari penelitian dan analisa yang dilakukan pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan untuk mengatasi *blank spot* beserta saran yang dapat digunakan sehubungan dengan masalah tersebut.

5.1. Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian yang dilakukan adalah seperti di bawah ini.

1. Salah satu solusi masalah *blank spot* pada jaringan GSM di daerah perkotaan yang padat oleh gedung-gedung bertingkat pada umumnya dan jaringan GSM Excelcomindo di Medan pada khususnya adalah dengan implementasi *repeater* yang secara perhitungan dapat meningkatkan besar sinyal yang diterima pada lokasi-lokasi *blank spot* atau lokasi dengan penerimaan sinyal yang sangat kecil yang tidak dapat digunakan untuk panggilan atau bahkan tidak menerima sinyal sama sekali.
2. Beberapa lokasi *blank spot* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan beserta sel yang dapat dipilih sebagai sel donor berdasarkan data penggunaan trafik pada sel dan peta jangkauan jaringan di Medan adalah Medan Mall dengan sel donor 30022, The Clubstore dengan sel donor 30092, Millenium Plaza dengan sel donor 30522 dan Hotel Grand Angkasa dengan sel donor 30562 (lihat table 4.11) . Masing-masing *repeater* frekuensinya adalah sama dengan frekuensi sel donor tersebut.
3. Dari perhitungan *link budget* untuk masing-masing lokasi di mana *repeater* akan diimplementasikan maka dapat diketahui besar penguatan *repeater* yang dibutuhkan agar diperoleh kuat sinyal yang lebih baik

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Jika digunakan *repeater* dengan banyak kanal atau dalam kasus ini

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

adalah digunakan *repeater* dengan empat kanal dengan besar daya keluaran maksimum *repeater* 27 dBm.

4. Kenaikan sinyal minimum setelah implementasi *repeater* yang diperoleh dari perhitungan untuk lokasi Hotel Grand Angkasa adalah sebesar 39,71 dB, untuk lokasi Medan Mall adalah 40,23 dB, untuk lokasi Millenium Plaza adalah 58,30 dB dan untuk lokasi The Clubstore adalah 55,80 dB, berdasarkan tabel 4.9 halaman 59.
5. Susunan prioritas implementasi *repeater* pada jaringan GSM Excelcomindo di Medan sebagai solusi untuk masalah *blank spot* diambil berdasarkan data penggunaan trafik pada sel, data prosentase kegagalan panggil serta data banyaknya pengunjung rata-rata pada lokasi tersebut. Seperti terlihat pada tabel 4.13, Medan Mall menempati prioritas tertinggi, kemudian The Clubstore, Millenium Plaza dan yang terakhir adalah Hotel Grand Angkasa.

5.2. Saran

1. Susunan prioritas implementasi *repeater* dengan metode seperti yang diuraikan dalam tugas akhir ini dapat digunakan sebagai acuan bagi jaringan GSM Excelcomindo di Medan untuk mengatasi masalah *blank spot* secara efisien mengingat keterbatasan dana yang ada.
2. *Repeater* dapat digunakan untuk mengatasi masalah *blank spot* di daerah perkotaan secara pasif dalam pengertian tidak menambah kapasitas trafik, akan tetapi jika masalah penambahan kapasitas trafik menjadi penting maka dapat digunakan sistem *mikrosel* atau *pikosel*.
3. Untuk pengembangan selanjutnya perlu adanya pembahasan tentang *repeater* yang digunakan secara terperinci termasuk bagaimana karakteristik *power amplifier* dan antena yang digunakan serta perhitungan yang akurat untuk implementasi *outdoor* jarak jauh.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

DAFTAR PUSTAKA

- Asha Mehrotra, **GSM Sytem Engineering**, Artech House Inc, London, 1997.
- Hans Erneborg, **Cell Planning Guidelines**, Ericsson, Sweden, 1994.
- K. Sam Shanmugan, **Digital and Analog Communication System**, Jhon Wiley & sons Inc, New York, 1979.
- Leon W. Couch II, **Modern Communication System**, Prentice Hall International Inc, New Jersey, 1995.
- Roger L. Freeman, **Telecommunication Transmission Handbook**, Jhon Wiley & sons Inc, Canada, 1991.
- Warren L.Stutzman, **Antenna Theory & Design**, Jhon Willey & Sons, New York, 1981
- William C.Y.Lee, **Mobile Cellular Telecommunications : Analog and Digital System**, second Edition, Mc Graw Hill, Singapore, 1995.
- _____, Training Document : **CME 20 System Survey**, Ericsson, Sweden, 1996
- _____, Training Document : **Ericsson Radio System Reference Manual**, Ericsson, Sweden, 1998