



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

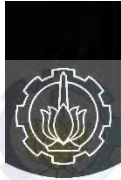
TUGAS AKHIR - TE 141599

**ANALISA OPTIMASI *THROUGHPUT* JARINGAN 4G
SELULER XL AXIATA DI SURABAYA DITINJAU DARI
UTILITAS *RESOURCE***

Bima Bramantiya Putra
NRP 2212 100 148

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - TE 141599

XL AXIATA 4G CELLULAR NETWORK THROUGHPUT OPTIMIZATION ANALYSIS IN SURABAYA REVIEWED FROM RESOURCE UTILITY

Bima Bramantiya Putra
NRP 2212 100 148

Supervisors
Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

**ANALISA OPTIMASI THROUGHPUT JARINGAN 4G
SELULER XL AXIATA DI SURABAYA DITINJAU
DARI UTILITAS RESOURCE**

TUGAS AKHIR

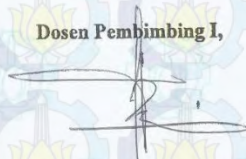
**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

Pada

**Bidang Studi Telekomunikasi Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui

Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
NIP. 196510141990021001

Dosen Pembimbing II,



Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.
NIP. 195904281986011001



**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Selengkapnya mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : BIMA BRAMANTHA PUTRA
 Npm : 2212100148
 Jurusan / Fak : TEKNIK ELEKTRO / FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
 Alamat kontak : GALAXY BIMA PERMAL G311 SURABAYA
 a. Email : bramantaha.putra@gmail.com
 b. Telepon : 085742773890

Menyatakan bahwa semua data yang saya upload di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah selesai oleh dosen pengaji. Apabila ditemukan hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-Exklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul

ANALISA OPTIMASI TERBUKHPUT JARINJAN AS SELLER XL AKIAT
DI SURABAYA DITUNJA DARI UTILITAS RESOURCE

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Exklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengali-mediaformasikan, mengelaborasi dalam bentuk pengalasan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mempertahankan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Teknisi di Surabaya

Pada tanggal 10

Tanggal menandatangani,

Dosen Pembimbing 1

Dr. Achmad Afandi DEA
 NIP. 196510141990021001

BIMA BRAMANTHA PUTRA
 Npm. 2212100148

PETAMAHAN

Tanda tangan pembimbing wajib ditandatangani di atas stempel resmi.

Formulir ini akan diproses di bagian Pengadaan soft copy yang akan di hard copy (N/Perlu/Diserahkan).

ANALISA OPTIMASI *THROUGHPUT* JARINGAN 4G SELULER XL AXIATA DI SURABAYA DITINJAU DARI UTILITAS *RESOURCE*

Bima Bramantiya Putra
2212 100 148

Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Dosen Pembimbing II : Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman dimana sekarang internet dan kontennya seperti video, *interactive gaming*, dan TCP *apps* (*web*, *email*, dan *ftp*) semakin membutuhkan layanan transfer data berkecepatan tinggi maka diperlukan metode optimasi *throughput* pada jaringan 4G LTE XL Axiata agar kebutuhan tersebut dapat terpenuhi. Salah satu titik permasalahan pada jaringan 4G LTE XL Axiata berada di sisi *utilitas resource* yang dalam hal ini dapat mengakibatkan *throughput* yang terjadi lebih kecil dari kemampuan yang seharusnya. Setelah dilakukan identifikasi site bermasalah dan analisa akar permasalahan dari tiga sisi yaitu sisi *Air-Interface*, Hardware, dan transmisi dapat disimpulkan masalah yang terjadi pada *Base Tranceiver Station* A688_JEMUNDOMDG adalah masalah utilitas *bandwidth* pada sisi transmisi sehingga perlu dilakukan peningkatan *bandwidth* pada jalur transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG agar *Throughput* pada site dapat meningkat.

Dari data yang diperoleh, pada jaringan yang diterapkan penambahan kapasitas transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG mempengaruhi penurunan tingkat *service drop rate* sebesar 90%, mempengaruhi penurunan *GTP-U Link Drop Bytes* sebesar 85%, dan mempengaruhi kenaikan *throughput* rata-rata sebesar 18% untuk site A688_JEMUNDOMDG.

Kata Kunci : Optimasi, *Bandwidth*, *Throughput*

XL AXIATA 4G CELLULAR NETWORK THROUGHPUT OPTIMIZATION ANALYSIS IN SURABAYA REVIEWED FROM RESOURCE UTILITY

Bima Bramantiya Putra
2212 100 148

Supervisor I : Dr. Ir. Achmad Affandi, DEA
Supervisor II : Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.

ABSTRACT

In this era which the internet and it's content like video, interactive gaming, and TCP apps (*web, email, and ftp*) need more high speed services, so we need throughput optimization method in 4G LTE XL Axiata network so that the requirements can be fulfilled. One of the problems in 4G LTE XL Axiata network comes from utility resource which can affects the throughput outcome become lower than it should be. After we do some problematic site identification and analysis in three aspects (*Air-Interface*, Hardware, and transmission). We can conclude that the problem comes from the bandwidth utility in A688_JEMUNDOMDG which affects the site. This problem needs a transmission bandwidth enhancement in A688_JEMUNDOMDG so that the throughput can be improved.

From the data that we have collected, in an enhanced bandwidth network (A688_JEMUNDOMDG). The enhancement bandwidth process affects the reduction of service drop rate up to 90%, affects the reduction of GTP-U Link Drop Bytes up to 85%, and affects the increase of Throughput up to 18% for A688_JEMUNDOMDG.

Keywords : Optimization, Bandwidth, Throughput

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
PERNYATAAN KEASLIAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Metodologi	2
1.5.1 Studi Literatur	2
1.5.2 Pengambilan Data Parameter Performansi Awal	3
1.5.3 Identifikasi Site Bermasalah	3
1.5.4 Analisa Akar Permasalahan	3
1.5.5 Penerapan Metode Optimasi Jaringan	3
1.5.6 Pengambilan Data Parameter Performansi Setelah Optimasi Jaringan	4
1.5.7 Penarikan Kesimpulan	4
1.6 Sistematika Pembahasan	4
1.7 Relevansi	5
BAB 2	7

2.1	Jaringan Long Term Evolution (LTE).....	7
2.1.1	Arsitektur Jaringan LTE.....	7
2.1.2	LTE Release 9 Overview.....	9
2.1.3	Alokasi Frekuensi LTE 4G.....	11
2.2	Utilitas Resource LTE.....	16
2.2.1	Air Interface.....	16
2.2.2	Hardware.....	18
2.2.3	Transmisi.....	18
2.3	Key Performance Indicator.....	22
2.3.1	Air Interface.....	22
2.3.2	Hardware.....	32
2.3.3	Transmisi.....	33
2.4	BTS3900 Huawei.....	35
2.4.1	Jumlah dan Tipe Board yang Digunakan.....	35
2.4.2	Spesifikasi Board BTS3900 Huawei.....	37
2.5	Perangkat Transmisi.....	55
2.5.1	Mini Link Traffic Node.....	55
2.5.2	Radio Transmission Node.....	57
2.6	Metode Optimasi Jaringan LTE.....	60
2.6.1	Metode Optimasi Air-Interface.....	60
2.6.2	Metode Optimasi Hardware.....	61
2.6.3	Metode Optimasi Transmisi.....	61
BAB 3		63
3.1	Pengambilan Data.....	64
3.2	Identifikasi Site Bermasalah.....	66
3.3	Analisa Akar Permasalahan.....	70
3.3.1	Air-Interface.....	70

3.3.2	Hardware.....	72
3.3.3	Transmisi	73
3.4	Penerapan Metode Optimasi	76
BAB 4		79
4.1	Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi.....	79
4.2	Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi terhadap Service Drop	84
4.3	Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi terhadap GTP-U Link.....	85
4.4	Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi terhadap Throughput	87
BAB 5		89
5.1	Kesimpulan	89
5.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN		93
	Pengambilan Data KPI	93
	Pengambilan Data Log Alarm	96
BIOGRAFI PENULIS		101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel EARFCN	13
Tabel 2.2 Performansi transmisi category 5e	21
Tabel 2.3 Performansi transmisi category 6	21
Tabel 2.4 Perbedaan antara kabel category 5 hingga category 6a	22
Tabel 2.5 Port pada panel MRFU	39
Tabel 2.6 Mode dan Frekuensi band MRFU	39
Tabel 2.7 Spesifikasi RF pada MRFU	40
Tabel 2.8 Daya Keluaran MRFU V2/MRFU V2a (GSM, 850 MHz/900 MHz/1800 MHz)	41
Tabel 2.9 Spesifikasi Peralatan MRFU	41
Tabel 2.10 Spesifikasi Proteksi Port pada MRFU	41
Tabel 2.11 Spesifikasi port CPRI pada MRFU	42
Tabel 2.12 Kapabilitas Antena pada MRFU	42
Tabel 2.13 Spesifikasi Carrier	43
Tabel 2.14 Spesifikasi Baseband UBBP mode UMTS	43
Tabel 2.15 Spesifikasi Signaling UBBP mode UMTS	43
Tabel 2.16 Spesifikasi dari sel UBBP mode UMTS	43
Tabel 2.17 Maksimum Jumlah dari UEs pada mode RRC yang terkoneksi UBBP mode UMTS	44
Tabel 2.18 Spesifikasi dari sel UBBP LTE mode TDD	44
Tabel 2.19 Jumlah Maksimum dari UEs pada mode RRC terkoneksi UBBP LTE mode TDD	45
Tabel 2.20 Throughput Maksimum UBBP LTE mode TDD	45
Tabel 2.21 Spesifikasi Signalling UBBP LTE mode TDD	45
Tabel 2.22 Port pada UBBP	47
Tabel 2.23 Spesifikasi transmisi dari UMPT	48
Tabel 2.24 Spesifikasi carrier dari UMPT	48
Tabel 2.25 Spesifikasi signaling	48
Tabel 2.26 Jumlah maksimum dari UEs dalam RRC connected mode UMPT	48
Tabel 2.27 Port pada Panel UMPT	48
Tabel 2.28 Spesifikasi dari UPEU	49
Tabel 2.29 Port pada panel UPEU	52
Tabel 2.30 Indikator pada FAN	54
Tabel 2.31 Fitur IDU 950	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan LTE	7
Gambar 2.2 Sejarah standarisasi LTE release 8	10
Gambar 2.3 Fitur LTE Release 8	11
Gambar 2.4 Alokasi frekuensi FDD	12
Gambar 2.5 Alokasi Frekuensi LTE TDD	13
Gambar 2.6 Query LST CELL pada site 254DD62 JATISLN	15
Gambar 2.7 Hasil Perhitungan EARFCN	16
Gambar 2.8 Resource Block	17
Gambar 2.9 RB Number vs Channel Bandwidth	17
Gambar 2.10 Perangkat BBU (<i>Baseband Unit</i>)	18
Gambar 2.11 Ethernet category 5e	20
Gambar 2.12 Ethernet category 6	21
Gambar 2.13 Skenario Intra-eNodeB Handover	28
Gambar 2.14 Jumlah FAN yang digunakan	35
Gambar 2.15 Jumlah MRFU yang digunakan	35
Gambar 2.16 Jumlah UBBP yang digunakan	36
Gambar 2.17 Jumlah UMPT yang digunakan	36
Gambar 2.18 Jumlah UPEU yang digunakan	37
Gambar 2.19 Panel MRFU	37
Gambar 2.20 Struktur Logika MRFU	38
Gambar 2.21 UBBPd1 panel	46
Gambar 2.22 Prinsip kerja UBBP	46
Gambar 2.23 Panel UMPTb1	47
Gambar 2.24 Panel UPEUa	50
Gambar 2.25 Panel UPEUc	50
Gambar 2.26 Panel UPEUd	51
Gambar 2.27 Prinsip kerja dari UPEU	51
Gambar 2.28 Slot untuk install UPEU	52
Gambar 2.29 FANc	53
Gambar 2.30 FANc	53
Gambar 2.31 FANd	54
Gambar 2.32 Konfigurasi Mini Link TN	55
Gambar 2.33 Modul AMM	56
Gambar 2.34 Jenis konfigurasi antena dan Radio Unit	57
Gambar 2.35 Tampilan IDU 950	58
Gambar 2.36 Antena <i>Direct Mounting</i>	59
Gambar 2.37 Antena <i>Separate Mounting</i>	59

Gambar 3.1 Alur Diagram Pengerjaan Tugas Akhir	64
Gambar 3.2 Tampilan awal software iManager U2000	65
Gambar 3.3 Grafik <i>throughput</i> eNodeB selama satu bulan	66
Gambar 3.4 Sisi <i>Air-Interface</i>	70
Gambar 3.5 Sisi Hardware	72
Gambar 3.6 Sisi Transmisi	73
Gambar 3.7 Sistem Transmisi site A688 JEMUNDOMDG sebelum ..	76
Gambar 3.8 Sistem Transmisi site A688 JEMUNDOMDG sesudah ..	77
Gambar 4.1 Perbandingan VS.FEGE.Tx/Rx MaxSpeed (bit/s) transmisi FE 1 Jemundo	81
Gambar 4.2 Perbandingan VS.FEGE.Tx/Rx MaxSpeed (bit/s) transmisi FE 2 Jemundo	83
Gambar 4.3 Perbandingan Service Drop Rate (LTE) (%) Jemundo	85
Gambar 4.4 VS.Gtpu.RxDropBytes (byte) Jemundo	86
Gambar 4.5 Perbandingan Throughput Jemundo	88

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dimana sekarang internet dan kontennya seperti video, *interactive gaming*, dan *TCP apps* (*web*, *email*, dan *ftp*) semakin membutuhkan layanan transfer data berkecepatan tinggi. Kebutuhan dan permintaan masyarakat terhadap *mobile* internet di Indonesia khususnya kota-kota besar saat ini semakin tinggi dan akan semakin meningkat. Oleh karena itu diperlukan teknologi baru yang dapat memfasilitasi perkembangan trend *mobile* internet tersebut. Sistem 4G yang terintegrasi dengan IP dapat menyediakan solusi yang komprehensif dimana suara, data, dan arus multimedia dapat sampai kepada pengguna kapan saja dan di mana saja yang mampu menghasilkan kecepatan 100Mb/detik dan 1Gb/detik baik di dalam maupun di luar ruang dengan kualitas premium dan keamanan tinggi.

Saat ini kebutuhan dan permintaan masyarakat teknologi baru 4G LTE dalam hal kecepatan transfer data makin tinggi, maka diperlukan metode optimasi *throughput* pada jaringan 4G LTE XL Axiata agar kebutuhan tersebut dapat terpenuhi. Salah satu titik permasalahan pada jaringan 4G LTE XL Axiata berada di sisi utilitas *resource* jaringan LTE yang dalam hal ini dapat mengakibatkan *throughput* yang terjadi lebih kecil dari kemampuan yang seharusnya. Kurang maksimalnya utilitas *resource* terjadi akibat pemanfaatan utilitas *resources* pada sistem transmisi di dalam *Base Transceiver Station* (BTS) yang mencapai atau bahkan melebihi *bandwidth* yang disediakan yang menyebabkan *throughput* yang terjadi menjadi kecil. Parameter yang dapat mempengaruhi kurang maksimalnya *throughput* di sisi utilitas *resource* tersebut meliputi parameter di sisi *Air-Interface*, Hardware, dan transmisi seperti CPU Load Board, DL/UL Resource Block Utilizing Rate, dan FEGE Tx/Rx MaxSpeed dimana parameter-parameter tersebut mengindikasikan kapasitas pada sisi *Air-Interface*, Hardware, dan transmisi. Metode optimasi tersebut akan dilakukan pada sistem transmisi antar perangkat transmisi tersebut guna mencapai *throughput* jaringan 4G LTE XL Axiata yang lebih maksimal.

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang mendasari Tugas Akhir ini adalah

1. Bagaimana pengaruh utilitas *resource* terhadap *throughput* jaringan LTE XL Axiata Surabaya?
2. Apa metode optimasi *throughput* yang efektif untuk jaringan LTE XL Axiata di Surabaya agar menghasilkan *throughput* yang lebih maksimal?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian tidak menyimpang dari permasalahan maka penulis membatasi masalah sebagai berikut :

1. Perangkat LTE yang dianalisa adalah Huawei BTS3900 dengan *software version* R009 SPC250.
2. Parameter *Air-Interface* jaringan yang diamati adalah *Service Integrity Throughput*, *Service Drop Rate*, *DL Resource Block Utilizing Rate*, dan *UL Resource Block Utilizing Rate*.
3. Parameter Hardware yang diamati adalah *CPU Load Board*.
4. Parameter Transmisi jaringan yang diamati adalah *FEGE Tx/Rx MaxSpeed*, dan *GTP-U Link Drop Bytes*.
5. Jenis LTE yang digunakan adalah LTE-FDD dengan frekuensi 1800 MHz dan lebar *bandwidth* 10 MHz.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk :

1. Mendapatkan analisa pengaruh utilitas *resource* terhadap *throughput* pada jaringan LTE XL Axiata di Surabaya.
2. Mendapatkan metode optimasi jaringan LTE XL Axiata di Surabaya yang efektif untuk meraih *throughput* yang lebih maksimal.

1.5 Metodologi

Metode Penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini terbagi menjadi tujuh tahap sebagai berikut:

1.5.1 Studi Literatur

Pada tahapan studi literatur dilakukan pencarian materi yang berkaitan dengan pokok bahasan pada Tugas Akhir ini. Referensi dapat bersumber dari jurnal maupun buku – buku yang ada. Dimana hal – hal yang dipelajari lebih dalam yaitu mengenai :

- Konsep Arsitektur jaringan 4G LTE
- Konsep *Hardware* pada *Base Transceiver Station* 3900
- Konsep Transmisi pada *Base Transceiver Station* 3900
- Definisi dan Uraian *Key Performance Indicator* LTE 4G
- Jenis dan tipe board yang digunakan pada *Base Transceiver Station* 3900
- Spesifikasi Board yang digunakan pada *Base Transceiver Station* 3900
- Jenis dan tipe kabel transmisi yang digunakan pada *Base Transceiver Station* 3900
- Aplikasi penggunaan *Software* Microsoft Access, Microsoft Excel, Speedtest, dan U2000

1.5.2 Pengambilan Data Parameter Performansi Awal

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan data parameter performansi awal dengan *software* U2000 guna melihat kondisi awal jaringan sebelum dianalisa dan diterapkan metode optimasi pada site yang bermasalah.

1.5.3 Identifikasi Site Bermasalah

Pada tahapan ini dilakukan analisa lebih lanjut setelah pengambilan data parameter performansi awal dengan *software* U2000. Site yang memiliki parameter *throughput* yang selalu berada dibawah *baseline* XL Axiata selama satu bulan diseleksi lalu di kelompokkan, kemudian dilakukan analisa lebih lanjut mengenai sebab terjadinya *throughput* dibawah *baseline* (*User Behavior* atau kesalahan pada jaringan). Lalu diseleksi dan dikelompokkan lagi site bermasalah yang disebabkan oleh adanya kesalahan pada jaringan.

1.5.4 Analisa Akar Permasalahan

Pada tahapan ini dilakukan analisa lanjutan setelah mendapatkan site yang bermasalah. Setelah itu, pada site yang bermasalah tersebut diperiksa parameter-parameter di sisi *Air-Interface*, *Hardware*, dan transmisi. Lalu akan diketahui letak permasalahan berada di sisi sebelah mana.

1.5.5 Penerapan Metode Optimasi Jaringan

Pada tahapan ini, setelah diketahui letak permasalahan berada pada sisi transmisi. Langkah optimasi yang akan dilakukan adalah dengan

menambah kapasitas transmisi *Fast Ethernet* yang memiliki kapasitas 100 Mbps yang tersambung antar perangkat IDU (*Indoor Unit*) menjadi transmisi *Gigabit Ethernet* yang memiliki kecepatan pengiriman data dan kapasitas 1 Gbps sehingga jalur transmisi tidak lagi mengalami *congestion* pada site yang bermasalah.

1.5.6 Pengambilan Data Parameter Performansi Setelah Optimasi Jaringan

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan data parameter performansi jaringan dengan *software* U2000 setelah dilakukan optimasi pada site yang bermasalah. Selanjutnya akan dibandingkan parameter-parameter sebelum optimasi dengan parameter-parameter setelah optimasi.

1.5.7 Penarikan Kesimpulan

Kemudian dapat dilakukan penarikan kesimpulan mengenai pengaruh penambahan kapasitas transmisi *Fast Ethernet* ke *Gigabit Ethernet* terhadap parameter-parameter yang sebelumnya bermasalah seperti *Service Drop Rate*, *GTP-U Drop Bytes* dan *Throughput*.

1.6 Sistematika Pembahasan

Pembahasan dalam tugas akhir ini akan dibagi dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, metodologi penelitian, sistematika pembahasan, dan relevansi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang tinjauan pustaka yang akan membahas tentang Konsep Arsitektur jaringan 4G LTE, Jenis dan spesifikasi *board* yang digunakan pada *Base Transceiver Station* 3900, Counter dan *Key Performance Indicator* yang ada pada jaringan 4G LTE seperti *Retainability*, *Utilization*, *Service Integrity*, Transmisi, dan *CPU Load Board*.

BAB III PENGAMBILAN DATA, IDENTIFIKASI MASALAH, DAN PENERAPAN METODE OPTIMASI

Pada bab ini akan dijelaskan secara rinci tentang tahap identifikasi masalah, analisa akar permasalahan, dan langkah-langkah metode optimasi berdasarkan teori pada Bab II.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS DATA

Pada bab ini akan ditampilkan hasil parameter sebelum dan setelah dilakukan optimasi, kemudian dilakukan Analisis dari data yang telah diperoleh berdasarkan rumusan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan, dan saran berdasarkan yang telah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

1.7 Relevansi

Hasil yang didapat dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

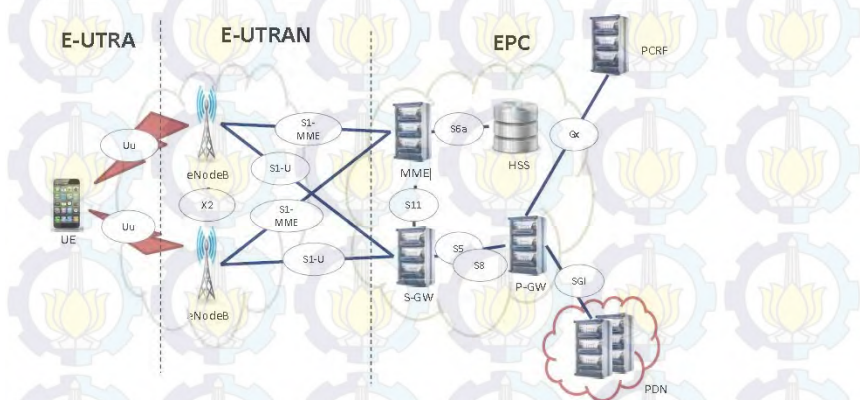
1. Memberikan analisa pengaruh utilitas *resource* terhadap performa jaringan 4G LTE di Surabaya.
2. Memberikan metode optimasi jaringan 4G LTE di Surabaya yang efektif dan dapat meningkatkan kualitas *throughput* pada jaringan.

BAB 2

TEORI PENUNJANG

2.1 Jaringan Long Term Evolution (LTE)

2.1.1 Arsitektur Jaringan LTE



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan LTE

User Equipment (UE)

User equipment adalah perangkat dalam LTE yang terletak paling ujung dan berdekatan dengan *user*. Peruntukan UE pada LTE tidak berbeda dengan UE pada UMTS atau teknologi sebelumnya.

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network atau E-UTRAN adalah sistem arsitektur LTE yang memiliki fungsi menangani sisi radio akses dari UE ke jaringan *core*. Berbeda dari teknologi sebelumnya yang memisahkan NodeB dan RNC menjadi elemen tersendiri, pada sistem LTE E-UTRAN hanya terdapat satu komponen yakni *Evolved NodeB* (eNodeB) yang telah menggabungkan fungsi keduanya. eNodeB secara fisik adalah suatu *Base Station* yang terletak dipermukaan bumi atau ditempatkan diatas gedung-gedung.

Evolved Packet Core (EPC)

EPC adalah sebuah sistem yang baru dalam evolusi arsitektur komunikasi seluler, sebuah sistem dimana pada bagian *core network* menggunakan *all-IP*. EPC menyediakan fungsionalitas *core mobile* yang pada generasi sebelumnya (2G, 3G) memiliki dua bagian yang terpisah yaitu *Circuit switch* (CS) untuk *voice* dan *Packet Switch* (PS) untuk data. EPC sangat penting untuk layanan pengiriman IP secara *end to end* pada LTE. Selain itu, berperan dalam memungkinkan pengenalan model bisnis baru, seperti konten dan penyedia aplikasi. EPC terdiri dari MME (*Mobility Management Entity*), SGW (*Serving Gateway*), HSS (*Home Subscription Service*), PCRF (*Policy and Charging Rules Function*), dan PDN-GW (*Packet Data Network Gateway*).

Mobility Management Entity (MME)

MME merupakan elemen kontrol utama yang terdapat pada EPC. Biasanya pelayanan MME pada lokasi keamanan operator. Pengoperasiannya hanya pada *control plane* dan tidak meliputi data *user plane*. Fungsi utama MME pada arsitektur jaringan LTE adalah sebagai *authentication* dan *security*, *mobility management*, *managing subscription profile* dan *service connectivity*.

Home Subscription Service (HSS)

HSS merupakan tempat penyimpanan data pelanggan untuk semua data permanen *user*. HSS juga menyimpan lokasi *user* pada level yang dikunjungi *node* pengontrol jaringan. Seperti MME, HSS adalah *server database* yang dipelihara secara terpusat pada *home operator*.

Serving Gateway (S-GW)

Pada arsitektur jaringan LTE, level fungsi tertinggi S-GW adalah jembatan antara manajemen dan *switching user plane*. S-GW merupakan bagian dari infrastruktur jaringan sebagai pusat operasional dan *maintenance*. Peranan S-GW sangat sedikit pada fungsi pengontrolan. Hanya bertanggung jawab pada sumbernya sendiri dan mengalokasikannya berdasarkan permintaan MME, P-GW, atau PCRF, yang memerlukan *setup*, modifikasi atau penjelasan pada UE

Packet Data Network Gateway (PDN-GW)

Sama halnya dengan SGW, PDN-GW adalah komponen penting pada LTE untuk melakukan terminasi dengan *Packet Data Network*

(PDN). Adapun PDN GW mendukung *policy enforcement feature*, *packet filtering*, *charging support* pada LTE, trafik data dibawa oleh koneksi virtual yang disebut dengan *service data flows* (SDFs).

Policy and Charging Rules Function (PCRF)

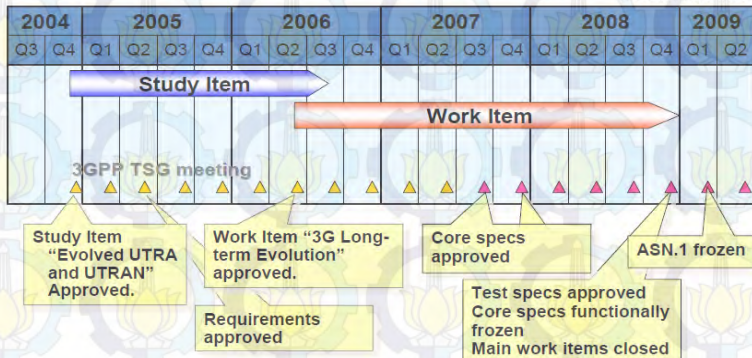
PCRF merupakan bagian dari arsitektur jaringan yang mengumpulkan informasi dari dan ke jaringan, sistem pendukung operasional, dan sumber lainnya seperti portal secara *real time*, yang mendukung pembentukan aturan dan kemudian secara otomatis membuat keputusan kebijakan untuk setiap pelanggan aktif di jaringan. Jaringan seperti ini mungkin menawarkan beberapa layanan, kualitas layanan (*Quality of Services*), dan aturan pengisian. PCRF dapat menyediakan jaringan solusi *wireline* dan *wireless* dan juga dapat mengaktifkan pendekatan multi dimensi yang membantu dalam menciptakan hal yang menguntungkan dan *platform* inovatif untuk operator. PCRF juga dapat diintegrasikan dengan *platform* yang berbeda seperti penagihan, rating, pengisian, dan basis pelanggan atau juga dapat digunakan sebagai entitas mandiri.

2.1.2 LTE Release 9 Overview

LTE (*Long Term Evolution*) adalah *standard* untuk komunikasi *wireless* yang memiliki kecepatan tinggi untuk *mobile phone* dan data terminal. LTE dikembangkan berdasarkan teknologi dari jaringan GSM / EDGE dan UMTS / HSPA, dengan menambah kapasitas dan kecepatan menggunakan *interface* radio yang berbeda dan juga dilakukan perbaikan terhadap *core network* dari jaringan sebelumnya. *Standard* ini dibangun oleh 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) dan dispesifikan di dokumen *Release 8*, dengan sedikit tambahan perbaikan di *Release 9*. Jadi LTE Release 9 adalah penambahan dan perbaikan dari fitur-fitur yang sudah ada di LTE Release 8.

LTE Release yang ke-8 dikeluarkan karena beberapa alasan yang mendukungnya, yaitu sebagai kebutuhan yang memastikan kelanjutan dari daya saing sistem 3G untuk masa depan dan juga permintaan user untuk kecepatan data yang lebih tinggi dan kualitas pelayanan yang lebih baik. Selain itu LTE release 8 merupakan sebuah sistem optimasi PS dan permintaan lanjutan untuk mereduksi biaya (*cost*) yang digunakan. LTE release 8 mempunyai kompleksitas yang rendah serta mencegah fragmentasi yang tidak dibutuhkan dari teknologi untuk band operasi

yang berpasangan maupun tidak berpasangan. Alasan-alasan ini yang membuat LTE *release 8* segera diluncurkan untuk menggantikan kinerja teknologi yang sebelumnya (Rel 8 HSDPA+).



Gambar 2.2 Sejarah standarisasi LTE release 8

Pada gambar diatas ditunjukkan sejarah dari standarisasi LTE release 8. Pada tahun 2004 telah dimulai penelitian *Evolved UTRA* (E-UTRA) dan UTRAN. Kemudian permintaan peresmian keduanya dilakukan pada tahun 2005. Lalu dilanjutkan dengan proyek 3G-LTE yang dikerjakan pada tahun 2006. Selanjutnya pada tahun 2007 terdapat peresmian spesifikasi core dari 3G LTE. Dapat dilihat bahwa untuk LTE Release 8 mulai dilakukan penelitian sejak tahun 2004 sampai tahun 2006. Kemudian dilanjutkan dengan masa pengerjaannya di tahun 2006 sampai tahun 2009.

Access Scheme	UL	DFTS-OFDM
	DL	OFDMA
Bandwidth		1.4, 3, 5, 10, 15, 20MHz
Minimum TTI		1msec
Sub-carrier spacing		15kHz
Cyclic prefix length	Short	4.7μsec
	Long	16.7μsec
Modulation		QPSK, 16QAM, 64QAM
Spatial multiplexing		Single layer for UL per UE Up to 4 layers for DL per UE MU-MIMO supported for UL and DL

Gambar 2.3 Fitur LTE Release 8

Saat ini, perusahaan PT.XL Axiata menggunakan LTE *Release 9* dengan *bandwidth* 10 MHz. LTE *Release 9* berisi beberapa perbaikan dari fitur yang sudah ada di LTE *Release 8*, bersamaan dengan perkembangan baru dari arsitektur jaringan dari LTE *Release 8* dan fitur *service* baru. Contoh:

- Perkenalan LTE *femtocell* dalam bentuk *Home eNodeB* (HeNB).
- Fitur *Self Organizing Network* (SON), seperti optimasi dari *random access channel*.
- *Evolved Multimedia Broadcast and Multicast Service* (eMBMS) untuk pengiriman konten multimedia yang sama menuju ke beberapa destinasi yang lebih efisien.
- *Location Services* (LCS) untuk menemukan lokasi dari perangkat *mobile*.

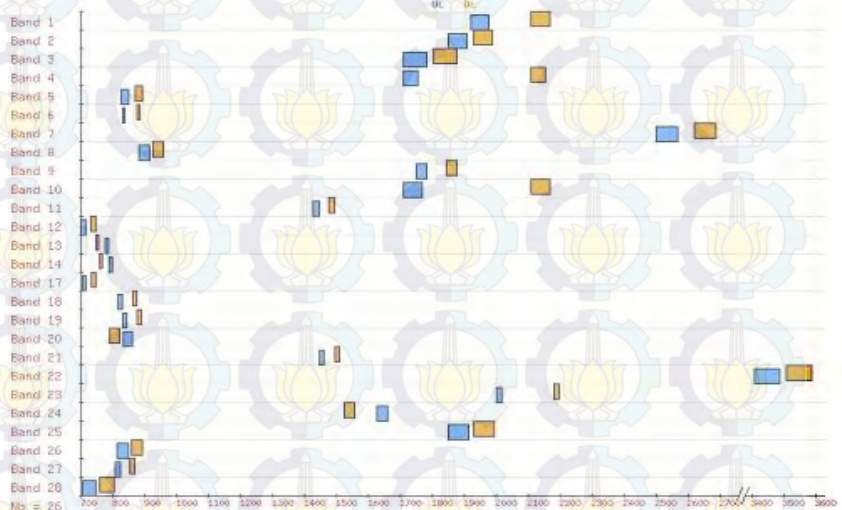
2.1.3 Alokasi Frekuensi LTE 4G

LTE dikembangkan dalam beberapa pita frekuensi mulai dari 800 MHz sampai 3,5 MHz. Lebar *bandwidth* yang digunakan fleksibel mulai dari 1,4 MHz sampai 20 MHz. Perkembangan LTE digunakan untuk mendukung TDD dan FDD, sehingga bisa dibangun dalam domain

frekuensi dan waktu. Karena fleksibilitas frekuensi inilah maka beberapa operator seluler melakukan *reframing* frekuensi mereka untuk digunakan ke sistem LTE.

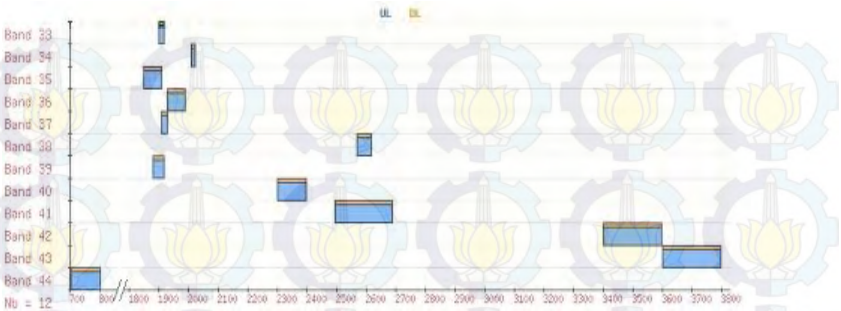
Seperti halnya UMTS TDD dan FDD, pada teknologi LTE pun dibagi menjadi dua yaitu LTE FDD (*Frequency Division Duplex* LTE) dan LTE TDD (*Time Division Duplex* LTE). Perbedaan kedua LTE tersebut terletak hanya pada bagaimana kedua teknologi tersebut memanfaatkan spektrum frekuensinya. Jika pada LTE FDD spektrum terdiri dari dua bagian yaitu *uplink* dan *downlink*, sedangkan pada LTE TDD *uplink* dan *downlink* bekerja pada frekuensi yang sama. PT. XL Axiata sendiri dalam teknologi LTE menggunakan teknologi LTE FDD untuk jaringannya.

LTE FDD



Gambar 2.4 Alokasi frekuensi FDD

LTE TDD



Gambar 2.5 Alokasi Frekuensi LTE TDD

Berikut merupakan tabel alokasi frekuensi LTE 4G yang telah distandarkan dan sudah digunakan di berbagai negara.

Tabel 2.1 Tabel EARFCN

Band	Name (MHz)	DL EARFCN (MHz)	DL FREQUENCY (MHz)	UL EARFCN (MHz)	UL FREQUENCY (MHz)
1	2100	0 – 599	2110 – 2170	18000 – 18599	1920 – 1980
2	1900 PCS	600 – 1199	1930 – 1990	18600 – 19199	1850 – 1910
3	1800 +	1200 – 1949	1805 – 1880	19200 – 19949	1710 – 1785
4	AWS-1	1950 – 2399	2110 – 2155	19950 – 20339	1710 – 1755
5	850	2400 – 2649	869 – 894	20400 – 20649	824 – 849
6	UMTS only	2650 – 2749	875 – 885	20650 – 20749	2500 – 2570
7	2600	2750 – 3449	2620 – 2690	20750 – 21449	2500 – 2570
8	900 GSM	3450 – 3799	925 – 960	21450 – 21799	880 – 915
9	1800	3800 – 4149	1844.9 – 1879.9	21800 – 22149	1749.9 – 1784.9
10	AWS-1+	4150 – 4749	2110 – 2170	22150 – 22749	1710 – 1770
11	1500 Lower	4750 – 4949	1475.9 – 1495.9	22750 – 22949	1427.9 – 1447.9
12	700 a	5010 – 5179	729 – 746	23010 – 23179	699 – 716
13	700 c	5180 – 5279	746 – 756	23180 – 23279	777 – 787
14	700 PS	5280 – 5379	758 – 768	23280 – 23379	788 – 798
17	700 b	5730 – 5849	734 – 746	23730 – 23849	704 – 716
18	800 Lower	5850 – 5999	860 – 875	23850 – 23999	815 – 830

19	800 Upper	6000 – 6149	875 – 890	24000 – 24149	830 – 845
Band	Name (MHz)	DL EARFCN (MHz)	DL FREQUENCY (MHz)	UL EARFCN (MHz)	UL FREQUENCY (MHz)
20	800 DD	6150 – 6449	791 – 821	24150 – 24449	832 – 862
21	1500 Upper	6450 – 6599	1495.9 – 1510.9	24450 – 24599	1447.9 – 1462.9
22	3500	6600 – 6149	3510 - 3590	24600 - 25399	3410 – 3490
23	2000 S-Band	7500 – 7699	2180 – 2200	25500 – 25699	2000 – 2020
24	1600 L-Band	7700 – 8039	1525 – 1559	25700 – 26039	1626.5 – 1660.5
25	1900 +	8040 – 8689	1930 – 1995	26040 – 26689	1850 – 1915
26	850 +	8690 – 9039	859 – 894	26690 – 27039	814 – 849
27	800 SMR	9040 – 9209	852 – 869	27040 – 27209	807 – 824
28	700 APT	9210 – 9659	758 – 803	27210 – 27659	703 – 748
29	700d	717 – 728	717 – 728	-	DL only
30	2300 WCS	2350 – 2360	2350 - 2360	27660 - 27759	2305 – 2315
31	450	9870 – 9919	462.5 – 467.5	27760 - 27809	452.5 – 357.5
32	1500 L-Band	-	1452 - 1496	-	TDD
33	TD 1900	36000 – 36199	1900 – 1920	-	TDD
34	TD 2000	36200 – 36349	2010 – 2025	-	TDD
35	TD PCS Lower	36350 – 36949	1850 – 1910	-	TDD
36	TD PCS Upper	36950 – 37549	1930 – 1990	-	TDD
37	TD PCS Center gap	37550 – 37749	1910 - 1930	-	TDD
38	TD 2600	37750 – 38249	2570 – 2620	-	TDD
39	TD 1900+	38250 – 38649	1880 – 1920	-	TDD
40	TD 2300	38650 – 39469	2300 – 2400	-	TDD

41	TD 2500	39650 – 41589	2496 – 2690	-	TDD
----	---------	---------------	-------------	---	-----

Band	Name (MHz)	DL EARFCN (MHz)	DL FREQUENCY (MHz)	UL EARFCN (MHz)	UL FREQUENCY (MHz)
42	TD 3500	41590 – 43589	3400 – 3600	-	TDD
43	TD 3700	43590 – 45589	3600 – 3800	-	TDD
44	TD 700	45590 - 46589	703 – 803	-	TDD

Contoh penggunaan frekuensi 4G pada operator XL Axiata:

16	SB4G18_454DD62E_4	False	Normal	Normal	3	Not configure	NULL	1350
10M	10M	4	291	1	Active	Unblock	NULL	FDD
NULL	NULL	NULL	0dB	0dB	54	Low speed cell flag	0	9800
NULL	NULL	NULL	Not configure	NULL	Not configure	NULL	Not configure	NULL
False	NULL	NULL	No Compression	NULL	False	1 port	1T2R	0
NULL	NULL	Uplink and downlink	255	NULL	ALLOWED	0	Not configure	NULL
17	SB4G18_454DD62E_5	False	Normal	Normal	3	Not configure	NULL	1350
10M	10M	5	292	1	Active	Unblock	NULL	FDD
NULL	NULL	NULL	0dB	0dB	60	Low speed cell flag	0	9800
NULL	NULL	NULL	Not configure	NULL	Not configure	NULL	Not configure	NULL
False	NULL	NULL	No Compression	NULL	False	1 port	1T2R	0
NULL	NULL	Uplink and downlink	255	NULL	ALLOWED	0	Not configure	NULL
18	SB4G18_454DD62E_6	False	Normal	Normal	3	Not configure	NULL	1350
10M	10M	6	293	1	Active	Unblock	NULL	FDD
NULL	NULL	NULL	0dB	0dB	66	Low speed cell flag	0	9800
NULL	NULL	NULL	Not configure	NULL	Not configure	NULL	Not configure	NULL
False	NULL	NULL	No Compression	NULL	False	1 port	1T2R	0
NULL	NULL	Uplink and downlink	255	NULL	ALLOWED	0	Not configure	NULL

(Number of results = 3)

Gambar 2.6 Query LST CELL pada site 254DD62_JATISLN

Jika dilihat dari gambar di atas melalui query '*LST CELL*' menggunakan software U2000 pada *Base Transceiver Station (BTS)* 254DD62_JATISLN bisa didapatkan informasi terkait *Downlink EARFCN* dari operator XL. Sehingga bisa didapatkan range frekuensi yang digunakan XL dengan perhitungan menggunakan *EARFCN calculator* sebagai berikut,



Calculate Frequency

Enter DL/UL EARFCN to calculate Frequency

1350 Calculate

Band	3
Name	DCS 1800 MHz
Earfcn DL	1350
Downlink (MHz)	1820.0
Earfcn UL	19350
Uplink (MHz)	1725.0
Channel Range	DL: 1200 - 1949 UL: 19200 - 19949
Freq Range (MHz)	DL: 1805.0 - 1880.0 UL: 1710.0 - 1785.0
Geo Location	Japan, Europe, Africa, Middle East, America

Gambar 2.7 Hasil Perhitungan EARFCN

EARFCN DL	: 1350
Center Frekuensi DL	: 1820.0 MHz
EARFCN UL	: 19350
Center Frekuensi UL	: 1725.0 MHz
Dengan menggunakan bandwidth sebesar 10 MHz, maka	
Range DL frekuensi	: 1815.0 MHz – 1825.0 MHz
Range UL frekuensi	: 1720.0 MHz – 1730.0 MHz

Dapat disimpulkan bahwa operator XL Axiata menggunakan frekuensi band 3 (1800 MHz).

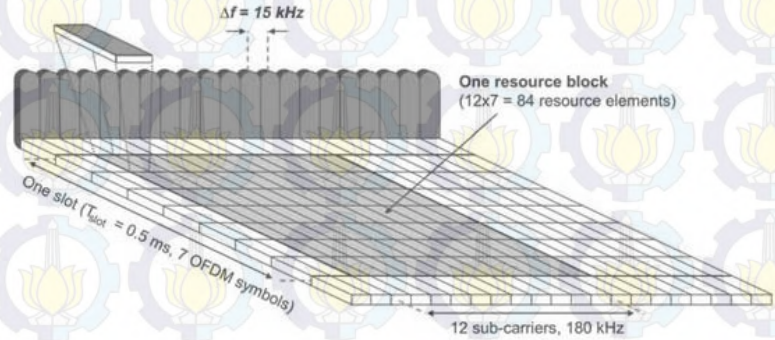
2.2 Utilitas Resource LTE

Utilitas *Resource* LTE adalah sumber daya yang terdapat pada teknologi LTE yang berkaitan dengan kapasitas dari jaringan LTE. Utilitas *Resource* yang mempengaruhi *throughput* secara langsung pada jaringan LTE dibagi menjadi tiga aspek yaitu sisi *air-interface*, hardware, dan transmisi.

2.2.1 Air Interface

Utilitas *Resource* LTE dari sisi *Air-Interface* adalah *Resource Block*. LTE menggunakan *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) pada *downlink* dan *Single Carrier Frequency Division*

Multiple Access (SCFDMA) pada *uplink*. Dalam sistem OFDMA-SCFDMA dikenal dengan istilah *Resource Block* atau RB. *Resource Block* adalah suatu blok transmisi pada OFDM yang disusun dari domain waktu dan frekuensi. Berikut ilustrasinya



Gambar 2.8 Resource Block

Dimana satu *resource block* terdiri dari 12 *subcarriers* dengan masing-masing *subcarrier* sebesar 15 kHz dan terdapat 7 simbol OFDM atau satu slot sebesar 0.5 ms. Sehingga dalam 1 *resource block* memiliki *bandwidth* sebesar 15 kHz x 12 *subcarriers* = 180 kHz. Bagian terkecil *resource block* adalah *resource element* atau RE. Dalam satu *resource block* terdapat 12 *subcarriers* x 7 OFDM symbol = 84 *resource element*.

Banyaknya jumlah *resource block* tergantung pada *bandwidth* (BW) yang digunakan. Semakin besar BW, semakin besar pula *resource block* yang tersedia. Dengan begitu, semakin besar sistem memiliki *resource block*, semakin besar pula maksimal throughput yang dihasilkan.

Seperti kita ketahui bahwa ada berbagai variasi *bandwidth* yang digunakan pada sistem LTE, seperti 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, dan 20 Mhz. Tabel berikut menunjukan berapa besar *resource block* (RB) terhadap *bandwidth* yang digunakan:

Channel bandwidth BW _{channel} [MHz]	1.4	3	5	10	15	20
RE Number/OFDM symbol	72	180	300	600	900	1200
RBNumber/slot	6	15	25	50	75	100

Gambar 2.9 RB Number vs Channel Bandwidth

2.2.2 Hardware

Utilitas *Resource* LTE dari sisi *hardware* adalah *load* dari perangkat BBU (*Baseband Unit*).

BBU (Baseband Unit)

BBU adalah sebuah unit yang berisi beberapa *board* dengan *port-port* yang terhubung pada semua perangkat BTS (*Base Transceiver Station*). Pada sebuah BTS, BBU merupakan sebuah alat yang menjadi pusat dari kerja BTS itu sendiri. BBU merupakan *processor* yang mengatur masuk keluarnya data, penggunaan frekuensi, dan juga mengatur fungsi *cooler* dan alarm. Proses kerja BBU pada BTS yaitu dari *rectifier* aliran listrik DC diterima untuk mengaktifkan BBU dan menyalakan modul-modul pada RFU (*Radio Frequency Unit*). Pada BBU ada beberapa modul dan setiap modulnya memiliki fungsi yang berbeda.



Gambar 2.10 Perangkat BBU (*Baseband Unit*)

2.2.3 Transmisi

Utilitas *Resource* LTE dari sisi transmisi adalah jaringan LAN yang berada pada *Base Transceiver Station*. Transmisi yang digunakan di sisi LAN adalah kabel Ethernet dan kabel optik.

Fast Ethernet 10/100

Fast Ethernet memiliki kecepatan akses data 100 Mbit/detik. Standar yang digunakan adalah: 100BaseFX, 100BaseT, 100BaseT4 dan 100BaseTX. Protokol ini memberikan kecepatan 10 kali lebih tinggi dibandingkan 10BaseT. *Fast Ethernet* bergantung pada jenis media yang digunakan, tergolong atas beberapa tipe sebagai berikut:

1. 100Base TX

Protokol 100BaseTX ini mendukung penggunaan kabel UTP kategori-5 seperti yang digunakan oleh protokol 10BaseT sehingga dapat digunakan tanpa banyak mengubah distribusi perkabelan yang sudah ada, yang perlu diganti hanya *hub* dan *network adapter* yang mampu mendukung protokol 100BaseTX. Banyak *network adapter* dan *hub* yang diproduksi belakangan ini mempunyai kemampuan untuk mendeteksi secara otomatis kecepatan 10 atau 100 Mbps. Kabel-kabel jaringan tidak perlu diganti karena 100BaseTX dapat berfungsi dengan baik dengan menggunakan kabel UTP kategori-5, seperti yang digunakan oleh jaringan 10BaseT dengan panjang kabel antara hub dengan hub atau hub ke komputer adalah sama juga, yaitu 100 meter. Namun untuk protokol 100BaseTX, diameter jaringan maksimum (jarak terjauh antar dua perangkat) adalah 205 meter.

2. 100BaseFX

Tipe protokol ini mendukung penggunaan kabel serat optik dengan jarak maksimum 412 meter.

3. 100BaseT

100BaseT disebut juga dengan Fast Ethernet atau 100BaseX, adalah ethernet yang mempunyai kecepatan 100 Mbps. Ada beberapa tipe 100BaseT berdasarkan kabel yang dipakai, yaitu:

- 100BaseT4, memakai kabel UTP Category-5 dan kabel yang dipakai adalah 4 pasang
- 100BaseTX, memakai kabel UTP Category-5 dan kabel yang dipakai hanya 2 pasang
- 100BaseTX, memakai kabel serat optik

Pada 100BaseT yang menggunakan kabel Coaxial maksimum total kabelnya dengan menggunakan *Hub Class II* adalah 205 m, dengan perincian 100 m untuk panjang segmen dan 5 m untuk hubungan *Hub* ke *Hub*. Sedangkan untuk 100BaseFX dengan menggunakan dua *repeater* bisa mencapai 412 m, dan panjang segmen dengan serat optik bisa mencapai 2000 m.

Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet yang memiliki kecepatan akses data 1000 Mbit/detik atau 1 Gbit/detik. Standar yang digunakan adalah: 1000BaseCX, 1000BaseLX, 1000BaseSX dan 1000BaseT. *Gigabit Ethernet* merupakan protokol jenis Ethernet terbaru yang mendukung kecepatan 1000 Mbps. *Gigabit Ethernet* bergantung pada jenis media yang digunakan, terdiri atas beberapa tipe sebagai berikut:

1. 1000BaseTX

Merupakan jenis protokol Ethernet terbaru yang menggunakan kecepatan 1000 Gigabit per second (Gbps) dan mendukung penggunaan kabel UTP kategori-5. Spesifikasinya banyak mirip dengan protokol 100BaseTX, misalnya jarak kabel maksimum adalah 100 meter dengan diameter jaringan 205 meter.

2. 1000BaseSX dan 1000 BaseLX

Protokol 1000BaseSX dan 1000BaseLX berdasarkan spesifikasi 802.3z yang mendukung penggunaan media serat optik yang mampu meneruskan data dengan panjang kabel sampai 550 meter untuk protokol 1000BaseSX, dan 3000 meter untuk protokol 1000BaseLX, tergantung tipe dan mode serat optik yang dipakai. Oleh sebab itu protokol ini banyak dipakai sebagai jaringan *backbone* untuk jaringan kampus.

Ethernet Category 5e



Gambar 2.11 Ethernet category 5e

Kabel ini merupakan versi perbaikan dari kabel UTP Cat5, yang menawarkan kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan Cat5

biasa. Kabel ini mampu mendukung frekuensi hingga 250 MHz yang direkomendasikan untuk penggunaan dalam jaringan *Gigabit Ethernet*, meskipun menggunakan kabel UTP Category 6 lebih disarankan untuk mencapai kinerja tertinggi. Perbedaan Cat 5e kabel UTP adalah Cat 5 kabel UTP dapat mendukung jaringan Ethernet 10/100 Mbps, sedangkan Cat 5e dan Cat 6 kabel UTP dapat mendukung jaringan Ethernet berjalan pada 10/100/1000 Mbps. Berikut tabel performansi transmisi kabel ethernet category 5e.

Tabel 2.2 Performansi transmisi category 5e

Frekuensi (MHz)	Insertion Loss Max (dB)	Return Loss Min. (dB)
1	2,2	17
4	4,5	17
8	6,3	17
10	7,1	17
16	9,1	17
20	10,2	17
25	11,4	17
31,25	12,9	15,1
62,5	18,6	12,1

Ethernet Category 6



Gambar 2.12 Ethernet category 6

Kecepatan maksimum adalah 1 Gigabit/s, dimaksudkan sebagai pengganti Cat 5e dengan kemampuan mendukung kecepatan 2 gigabit. Berikut tabel performansi transmisi kabel ethernet category 6,

Tabel 2.3 Performansi transmisi category 6

Frekuensi (MHz)	Insertion Loss Max (dB)	Return Loss Min. (dB)
-----------------	-------------------------	-----------------------

1	2,1	19
4	4	19
Frekuensi (MHz)	Insertion Loss Max (dB)	Return Loss Min. (dB)
8	5,7	19
10	6,3	19
15	8	18
20	9	17,5
25	10,1	17
31,25	11,4	16,5
62,5	16,5	14
100	21,3	12
200	31,5	9
250	35,9	8

Berikut ini tabel perbedaan antara kabel Cat-5, Cat-5e, Cat-6, dan Cat-6a. Setiap jenis baru memiliki standar baru yang lebih cepat dari sebelumnya dan mengurangi *crosstalk*. Ada jenis baru dari kabel seperti Cat-7 dan Cat-7a, tapi tidak cocok untuk digunakan di jaringan rumah.

Tabel 2.4 Perbedaan antara kabel category 5 hingga category 6a

	Panjang (meter)	Kecepatan				Power Over Ethernet	Mhz
		Mbps		Gbps			
		10	100	1	10		
Cat-5	100	X	X			X	100
Cat-5e	100	X	X	X		X	100
Cat-6	100	X	X	X	X	X	250
Cat-6a	100	X	X	X	X	X	500

2.3 Key Performance Indicator

2.3.1 Air Interface

2.3.1.1 Accessibility

Accessibility KPI digunakan untuk mengukur probabilitas user yang mengakses *network* dan *request service* pada kondisi operasi yang diberikan. Layanan yang diberikan oleh E-UTRAN didefinisikan dengan nama EPS / E-RAB (EPS adalah *Evolved Packet System* dan E-RAB adalah *E-UTRAN Radio Access Bearer*). Koneksi *Radio Resource Control* (RRC) dan *Setup System Architecture Evolution* (SAE) adalah

prosedur utama dimana performansi keduanya diukur melalui *Accessibility KPI*.

a. RRC Setup Success Rate

Koneksi RRC adalah koneksi yang berada pada *Uu interface* yang digunakan untuk membawa pesan *signalling user*. Koneksi *setup success rate* dalam sebuah *cell* merepresentasikan kapabilitas sebuah *cell* untuk memberikan RRC *conenction* kepada *user*.

Formula yang digunakan adalah,

$$\frac{(L.RRC.ConnReq.Succ.Emc+L.RRC.ConnReq.Succ.HighPri+L.RRC.ConnReq.Succ.Mt+L.RRC.ConnReq.Succ.MoData+L.RRC.ConnReq.Succ.DelayTol)}{(L.RRC.ConnReq.Att.Emc+L.RRC.ConnReq.Att.HighPri+L.RRC.ConnReq.Att.Mt+L.RRC.ConnReq.Att.MoData+L.RRC.ConnReq.Att.DelayTol)}*100\%$$

Dimana,

$L.RRC.ConnReq.Succ.Emc$ = Jumlah pesan RRC *Connection Setup Complete* yang termasuk *emergency* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.HighPri$ = Jumlah pesan RRC *Connection Setup Complete* yang termasuk *High Priority Access* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.Mt$ = Jumlah pesan RRC *Connection Setup Complete* yang termasuk *mt-Access* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.MoData$ = Jumlah pesan RRC *Connection Setup Complete* yang termasuk *mo-Data* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.DelayTol$ = Jumlah pesan RRC *Connection Setup Complete* yang termasuk *delayTolerantAccess-v1020* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Att.Emc$ = Jumlah pesan RRC *Connection Setup Attempts* yang termasuk *emergency* yang dilakukan UE dalam sebuah *cell* (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.HighPri$ = Jumlah RRC *Connection Setup Attempts* yang termasuk *high priority access* yang

dilakukan UE dalam sebuah cell (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.Mt$ = Jumlah RRC *Connection Setup Attempts* yang termasuk *mt-Access* yang dilakukan UE dalam sebuah cell (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.MoData$ = Jumlah RRC *Connection Setup Attempts* yang termasuk *mo-Data* yang dilakukan UE dalam sebuah cell (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.DelayTol$ = Jumlah RRC *Connection Setup Attempts* yang termasuk *delayTolerantAccess-v1020* yang dilakukan UE dalam sebuah cell (tidak termasuk *retransmission*).

b. E-RAB Setup Success Rate (%)

E-RAB adalah pembawa yang berada pada *access layer* yang membawa data servis dari UE. E-RAB *setup success rate* dalam sebuah cell merepresentasikan kapabilitas *cell* untuk memberikan E-RAB *connection* untuk UE.

Formula yang digunakan adalah,

$$L.E-RAB.SuccEst/L.E-RAB.AttEst * 100\%$$

Dimana,

$L.E-RAB.SuccEst$ = Jumlah total *successful* E-RAB *setups* yang diinisiasi oleh UE dalam sebuah *cell*.

$L.E-RAB.AttEst$ = Jumlah total E-RAB *setup attempts* yang diinisiasi oleh UE dalam sebuah *cell*

c. Call Setup Success Rate (%)

Counter Call Setup Success Rate mengindikasikan tingkat keberhasilan call setup termasuk VoIP di sebuah cell atau radio network. KPI ini dihitung berdasarkan Counter RRC Setup Success Rate (Service), S1 Signalling Connection Setup Success Rate, dan E-RAB Setup Success Rate (All).

Formula yang digunakan adalah,

$$\frac{(L.RRC.ConnReq.Succ.Emc+L.RRC.ConnReq.Succ.HighPri+L.RRC.ConnReq.Succ.Mt+L.RRC.ConnReq.Succ.MoData+L.RRC.ConnReq.Succ.DelayTol)}{(L.RRC.ConnReq.Att.Emc+L.RRC.ConnReq.Att.HighPri+L.RRC.ConnReq.Att.Mt+L.RRC.ConnReq.Att.MoData+L.RRC.ConnReq.Att.DelayTol)} \times (L.E-RAB.SuccEst/L.E-RAB.AttEst) \times (L.S1Sig.ConnEst.Succ / L.S1Sig.ConnEst.Att) \times 100\%$$

Dimana,

$L.RRC.ConnReq.Succ.Emc$ = Jumlah pesan *RRC Connection Setup Complete* yang termasuk *emergency* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.HighPri$ = Jumlah pesan *RRC Connection Setup Complete* yang termasuk *High Priority Access* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.Mt$ = Jumlah pesan *RRC Connection Setup Complete* yang termasuk *mt-Access* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.MoData$ = Jumlah pesan *RRC Connection Setup Complete* yang termasuk *mo-Data* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Succ.DelayTol$ = Jumlah pesan *RRC Connection Setup Complete* yang termasuk *delayTolerantAccess-v1020* yang diterima UE dalam sebuah *cell*.

$L.RRC.ConnReq.Att.Emc$ = Jumlah pesan *RRC Connection Setup Attempts* yang termasuk *emergency* yang dilakukan UE dalam sebuah *cell* (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.HighPri$ = Jumlah *RRC Connection Setup Attempts* yang termasuk *high priority access* yang dilakukan UE dalam sebuah *cell* (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.Mt$ = Jumlah *RRC Connection Setup Attempts* yang termasuk *mt-Access* yang dilakukan UE dalam sebuah *cell* (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.MoData$ = Jumlah *RRC Connection Setup Attempts* yang termasuk *mo-Data* yang dilakukan

UE dalam sebuah cell (tidak termasuk *retransmission*).

$L.RRC.ConnReq.Att.DelayTol$ = Jumlah *RRC Connection Setup Attempts* yang termasuk *delayTolerantAccess-v1020* yang dilakukan UE dalam sebuah cell (tidak termasuk *retransmission*).

$L.E-RAB.SuccEst$ = Jumlah total *successful E-RAB setups* yang diinisiasi oleh UE dalam sebuah *cell*.

$L.E-RAB.AttEst$ = Jumlah total *E-RAB setup attempts* yang diinisiasi oleh UE dalam sebuah *cell*.

$L.S1Sig.ConnEst.Succ$ = Jumlah *UE-related signaling connection setups* yang sukses yang melewati *S1 interface*

2.3.1.2 Retainability

Retainability KPI mengindikasikan kemampuan *network* untuk menyajikan *service* yang diminta oleh *user* dalam waktu tertentu saat *user* terhubung ke *service*. *Retainability KPI* penting untuk mengevaluasi apakah sistem dapat menjaga kualitas servis tetap bagus atau tidak

Service Drop Rate (%)

Counter Service Drop Rate mengindikasikan tingkat *Call Drop* untuk semua *service* di sebuah *cell* atau *radio network* termasuk VoIP. Counter ini mengukur tingkat *abnormal release* yang terjadi di eNodeB.

Formula yang digunakan adalah,

$$\frac{L.E-RAB.AbnormRel}{L.E-RAB.AbnormRel + L.E-RAB.NormRel} * 100\%$$

Dimana,

$L.E-RAB.AbnormRel$ = Jumlah total *abnormal release* dari E-RAB yang aktif yang diinisiasi oleh eNodeB.

$L.E-RAB.NormRel$ = Jumlah total E-RAB *normal release* yang diinisiasi oleh eNodeB dalam sebuah *cell*.

2.3.1.3 Mobility

Mobility KPI digunakan untuk mengevaluasi mobilitas dari performa E-UTRAN, dimana mobilitas merupakan hal yang sangat

penting yang berpengaruh terhadap *customer experience*. Tiga kategori *Mobility KPI* didefinisikan berdasarkan tipe *handover*, yaitu: *Intra-Frequency*, *Inter-Frequency*, dan *Inter-Radio Access Technology (RAT)*.

a. Intra Frequency Handover Out Success Rate (%)

Counter *Intra Frequency Handover Out Success Rate* mengindikasikan tingkat keberhasilan *Intra Frequency Handover* dari *local cell* atau *radio network*. *Intra Frequency handover (HO)* termasuk dua skenario yaitu *inter-eNodeB* dan *intra-eNodeB*

Formula yang digunakan adalah,

$$\frac{(L.HHO.IntraeNB.IntraFreq.ExecSuccOut + L.HHO.IntereNB.IntraFreq.ExecSuccOut)}{(L.HHO.IntraeNB.IntraFreq.ExecAttOut + L.HHO.IntereNB.IntraFreq.ExecAttOut)} * 100\%$$

Dimana,

$L.HHO.IntraeNB.IntraFreq.ExecSuccOut$ = Jumlah dari *intra-eNodeB intra-frequency outgoing handovers* yang sukses dalam sebuah *cell*.

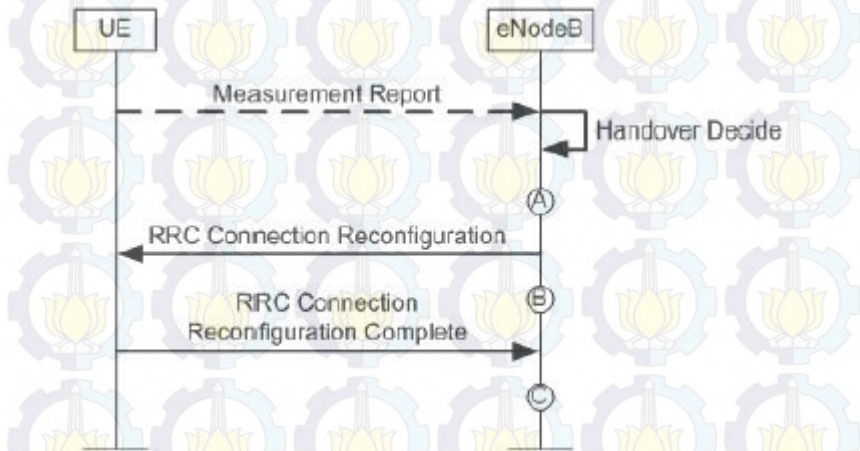
$L.HHO.IntereNB.IntraFreq.ExecSuccOut$ = Jumlah dari *inter-eNodeB intra-frequency outgoing handovers* yang sukses dalam sebuah *cell*.

$L.HHO.IntraeNB.IntraFreq.ExecAttOut$ = Jumlah dari eksekusi *intra-eNodeB intra-frequency outgoing handovers* dalam sebuah *cell*.

$L.HHO.IntereNB.IntraFreq.ExecAttOut$ = Jumlah dari eksekusi *inter-eNodeB intra-frequency outgoing handovers* dalam sebuah *cell*.

Skenario *Intra-eNodeB HO* ditunjukkan pada gambar. Counter percobaan HO dikumpulkan di poin B. Ketika eNodeB mengirim pesan *RRC Connection Reconfiguration* ke UE, eNodeB sedang melakukan proses *handover*. eNodeB menghitung jumlah percobaan *intra-eNodeB intra frequency HO* di *source cell*. Counter HO yang

berhasil akan dikumpulkan di poin C. eNodeB menghitung jumlah *intra-eNodeB intra-frequency HO* di *source cell* ketika eNodeB menerima pesan *RRC Reconfiguration Complete* dari UE



Gambar 2.13 Skenario Intra-eNodeB Handover

b. LTE to WCDMA Redirection Success Rate

Formula yang digunakan adalah,

$$\text{L.RRCRedirection.E2W} / \text{L.RRCRedirection.E2W.PrepAtt} * 100\%$$

Dimana,

L.RRCRedirection.E2W = Jumlah *redirection* dari jaringan E-UTRAN ke WCDMA.

L.RRCRedirection.E2W.PrepAtt = Jumlah persiapan *redirection* dari jaringan E-UTRAN ke WCDMA.

c. LTE to GERAN Redirection Success Rate

Formula yang digunakan adalah,

$$\text{L.RRCRedirection.E2G} / \text{L.RRCRedirection.E2G.PrepAtt} * 100\%$$

Dimana,

L.RRCRedirection.E2G = Jumlah *redirection* dari E-UTRAN ke GERAN.

L.RRCRedirection.E2G.PrepAtt = Jumlah persiapan *redirection* dari jaringan E-UTRAN ke GERAN.

2.3.1.4 Service Integrity

a. Cell Downlink Average Throughput (Mbit/s)

Counter *Cell Downlink Average Throughput*

mengindikasikan nilai rata-rata downlink throughput dari cell ketika data sedang dalam proses transfer *downlink* pada periode waktu tertentu. Counter ini merefleksikan kapasitas dari cell.

Formula yang digunakan adalah,

$$\text{L.Thrp.bits.DL} / \text{L.Thrp.Time.Cell.DL.HighPrecision}/1000$$

Dimana,

L.Thrp.bits.DL = Total volume trafik *downlink* untuk PDCP SDU dalam sebuah *cell*.

L.Thrp.Time.Cell.DL.HighPrecision = Total durasi dari transmisi data *downlink* dalam sebuah *cell* (Dengan tingkat presisi 1ms).

b. Cell Uplink Average Throughput (Mbit/s)

Counter *Cell Uplink Average Throughput* mengindikasikan

nilai rata-rata dari uplink throughput dari cell ketika data sedang dalam proses transfer uplink. Counter ini merefleksikan kapasitas dari cell.

Formula yang digunakan adalah,

$$\text{L.Thrp.bits.UL} / \text{L.Thrp.Time.Cell.UL.HighPrecision}/1000$$

Dimana,

L.Thrp.bits.UL = Total volume trafik *uplink* untuk PDCP SDU dalam sebuah *cell*.

L.Thrp.Time.Cell.UL.HighPrecision = Total durasi dari transmisi data *uplink* dalam sebuah *cell* (Dengan tingkat presisi 1ms).

c. User Downlink Average Throughput (Mbit/s)

Counter *User Downlink Average Throughput*

mengindikasikan nilai rata-rata dari downlink throughput dari user ketika data sedang dalam proses transfer *downlink* pada periode waktu tertentu.

Formula yang digunakan adalah,

$$(L.Thrp.bits.DL-L.Thrp.bits.DL.LastTTI)/$$

$$L.Thrp.Time.DL.RmvLastTTI/1000$$

Dimana,

$L.Thrp.bits.DL$ = Total volume trafik *downlink* untuk PDCP SDU dalam sebuah *cell*.

$L.Thrp.bits.DL.LastTTI$ = Volume trafik *downlink* dalam TTI terakhir untuk PDCP SDU sebelum *buffer* kosong.

$L.Thrp.Time.DL.RmvLastTTI$ = Durasi mengirim data kecuali TTI terakhir sebelum *downlink buffer* kosong.

d. User Uplink Average Throughput (Mbit/s)

Counter *User Uplink Average Throughput* mengindikasikan nilai rata-rata dari uplink throughput dari user ketika data sedang dalam proses transfer *uplink* pada periode waktu tertentu.

Formula yang digunakan adalah,

$$(L.Thrp.bits.UL-L.Thrp.bits.UE.UL.LastTTI)/$$

$$L.Thrp.Time.UE.UL.RmvLastTTI/1000$$

Dimana,

$L.Thrp.bits.UL$ = Total volume trafik *uplink* untuk PDCP SDU dalam sebuah *cell*

$L.Thrp.bits.UE.UL.LastTTI$ = Volume Trafik *uplink* PDCP SDU yang dikirim pada TTI terakhir sebelum *buffer* UE kosong.

$L.Thrp.Time.UE.UL.RmvLastTTI$ = Durasi mengirim data kecuali TTI terakhir sebelum *uplink buffer* kosong.

2.3.1.5 Utilization

Utilization KPI digunakan untuk mengevaluasi kapabilitas, seperti kapabilitas untuk memenuhi permintaan trafik di kondisi spesifik tertentu.

a. Resource Block Utilizing Rate (%)

Resource Block Utilizing Rate KPI terdiri atas dua sub-KPI yaitu *uplink resource block (RB) utilizing rate* dan *downlink RB utilizing rate*. Dua sub-KPI ini mengindikasikan jam sibuk DL dan UL *RB utilizing rate* di tiap *cell* atau *radio network*.

Formula yang digunakan adalah,

$$L.ChMeas.PR.B.DL.Used.Avg/L.ChMeas.PR.B.DL.Avail \times 100\%$$

Dimana,

$L.ChMeas.PR.B.DL.Used.Avg$ = Rata-rata jumlah PDSCHPRB yang terpakai.

$L.ChMeas.PR.B.DL.Avail$ = Jumlah *downlink* PRB yang *available*.

2.3.1.6 Traffic

a. Downlink Traffic Volume

Counter ini mengukur total volume trafik *downlink* di physical layer di sebuah cell. Angka yang tertera pada *downlink* bits sesuai dengan nilai data yang ditransmisikan pada physical layer dimana itu adalah nilai sebenarnya dari *downlink* traffic volume yang melewati air interface dan digunakan sebagai nilai counter. Pengukuran counter hanya melibatkan board LBBPd dan UBBP.

Formula yang digunakan adalah,

$$L.Thp.bits.DL/1000/1000/8$$

Dimana,

$L.Thp.bits.DL$ = Total volume trafik *downlink* untuk PDCP SDU dalam sebuah *cell*.

b. Uplink Traffic Volume

Counter ini mengukur total volume trafik *uplink* di physical layer di sebuah cell. Nilai *Uplink* bits sebelum rate de-matching yang ditransmisi mellaui physical layer dimana itu adalah volume trafik sebelum rate de-matching dan setelah demodulasi dan digunakan sebagai nilai counter. Pengukuran counter hanya melibatkan LBBPd dan UBBP.

Formula yang digunakan adalah,

$$L.Thp.bits.UL/1000/1000/8$$

Dimana,

$L.Thp.bits.UL$ = Total volume trafik *uplink* untuk PDCP SDU dalam sebuah *cell*.

c. Average User Number (LTE)

Counter *Average User Number* mengindikasikan nilai rata-rata dari jumlah *user* yang berada dalam mode RRC_Connected di sebuah *cell*. eNodeB menyimpan data jumlah *user* yang akan disampling tiap detik dan akan dihitung rata-rata dari sampel selama periode waktu tertentu. Counter *Average user number* ditandai oleh counter spesifik yaitu L.Traffic.User.Avg.

Dimana,

L.Traffic.User.Avg = Jumlah rata-rata *user* dalam sebuah *cell*

2.3.2 Hardware

a. Availability

Sebuah *cell* dikatakan *available* apabila eNodeB dapat memberikan EPS *bearer service*. *Availability* di sebuah *cell* dapat diukur saat berbagai variasi kerusakan atau masalah terjadi pada *hardware* / *software* di *cell*.

Radio Network Unavailability Rate (%)

Radio Network Unavailability Rate KPI mengindikasikan presentase waktu ketika *cell* di *radio network* sedang tidak *available*. KPI ini digunakan untuk mengevaluasi penurunan performa *network* yang disebabkan karena *cell* yang *unavailable* di *radio network* selama jam sibuk berlangsung

Formula yang digunakan adalah,

$$100 - (100 * [L.Cell.Unavail.Dur.Sys] / (60 * 60))$$

Dimana,

L.Cell.Unavail.Dur.Sys = Durasi *cell unavailable* karena kesalahan pada sistem.

b. Maximum and Average Board CPU Usage

Counter yang terdapat di kelompok ini ada dua counter antara lain yaitu counter VS.BBUBoard.CPULoad.Max dan VS.BBUBoard.CPULoad.Mean. Counter ini adalah counter yang mengindikasikan nilai maksimum dan rata-rata dari penggunaan CPU dari board BBU dalam periode pengukuran tertentu.

Penggunaan CPU disampling tiap detik dan rata-rata dari penggunaan CPU tiap 5 detik itu yang akan digunakan sebagai hasil sampling. Nilai maksimum atau rata-rata dari hasil akhir sampling digunakan sebagai nilai akhir counter.

2.3.3 Transmisi

a. Ethernet Port Traffic

eNodeB *Ethernet Port Traffic* adalah *channel* trafik di *physical layer*, termasuk trafik *uplink* dan trafik *downlink*. Counter ini merefleksikan throughput dan kualitas komunikasi dari port Ethernet pada eNodeB. Formula yang digunakan untuk mengevaluasi penggunaan resource Ethernet Port adalah:

- Perbandingan antara uplink average transmission rate dengan bandwidth yang dialokasikan oleh operator = $\text{VS.FEGE.TxMeanSpeed} / \text{Bandwidth allocated to the eNodeB} \times 100\%$
- Perbandingan antara the uplink maximum transmission rate dengan bandwidth yang dialokasikan oleh operator = $\text{VS.FEGE.TxMaxSpeed} / \text{Bandwidth allocated to the eNodeB} \times 100\%$
- Perbandingan of the downlink average transmission rate dengan bandwidth yang dialokasikan oleh operator = $\text{VS.FEGE.RxMeanSpeed} / \text{Bandwidth allocated to the eNodeB} \times 100\%$
- Perbandingan antara downlink maximum transmission rate dengan bandwidth yang dialokasikan oleh operator = $\text{VS.FEGE.RxMaxSpeed} / \text{Bandwidth allocated to the eNodeB} \times 100\%$

Dimana definisi masing-masing counter adalah

- VS.FEGE.TxMeanSpeed mengindikasikan nilai average transmission rate yang melalui sebuah Ethernet port.
- VS.FEGE.TxMaxSpeed mengindikasikan nilai maximum transmission rate yang melalui sebuah Ethernet port.
- VS.FEGE.RxMeanSpeed mengindikasikan nilai average reception rate yang melalui sebuah Ethernet port.

VS.FEGE.RxMaxSpeed mengindikasikan nilai maximum reception rate yang melalui sebuah Ethernet port.

b. GTP-U Measurement

Counter *GTP-U Measurement* pada transmisi digunakan untuk mengukur jumlah paket dan jumlah byte pada paket yang diterima maupun ditransmisikan oleh GTP-U link. GPRS Tunneling Protocol (GTP) yang bertugas mendefinisikan protokol IP dalam GPRS core network. GTP adalah sebuah protokol yang memungkinkan end user jaringan GSM atau WCDMA untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain sementara tetap melanjutkan koneksi ke Internet seolah-olah tetap dalam satu lokasi pada Gateway GPRS Support Node (GGSN). GTP melakukan fungsinya dengan membawa data subscriber dari subscriber GGSN saat ini ke GGSN yang handle sesi subscriber. Ada 3 bentuk GTP yang digunakan dalam GPRS core network, salah satunya adalah GTP-U. Dengan skenario LTE, GGSN berubah menjadi SAE gateway (dengan SGSN menjadi MME).

Drop Packet (byte)

Counter *Drop Packet* mengindikasikan jumlah dalam byte pada paket error yang diterima pada layer GTP-U.

Rumus Counter:

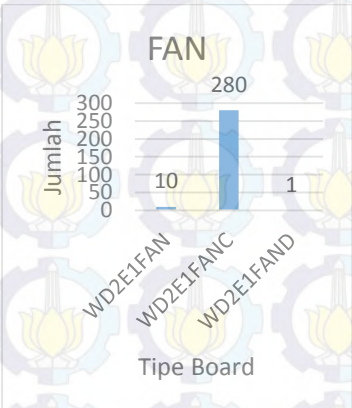
$$\text{Drop Packet} = VS.Gtpu.RxDropBytes$$

2.4 **BTS3900 Huawei**

Berikut adalah jenis-jenis dan spesifikasi *board* yang digunakan pada teknologi LTE 4G di *Base Transceiver Station* 3900 Huawei.

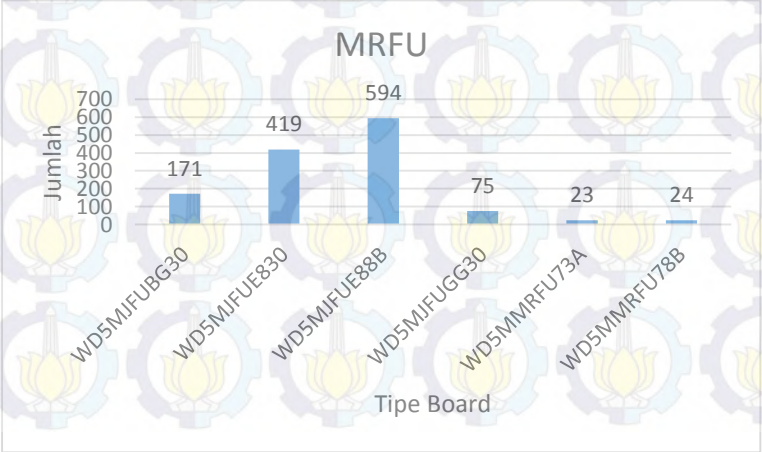
2.4.1 **Jumlah dan Tipe Board yang Digunakan**

FAN



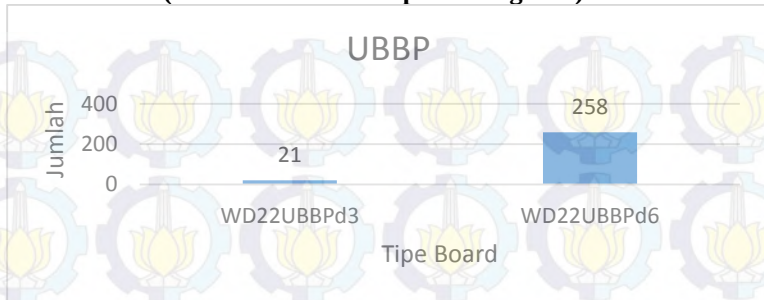
Gambar 2.14 Jumlah FAN yang digunakan

Board MRFU (Multi-Mode Radio Frequency Unit)



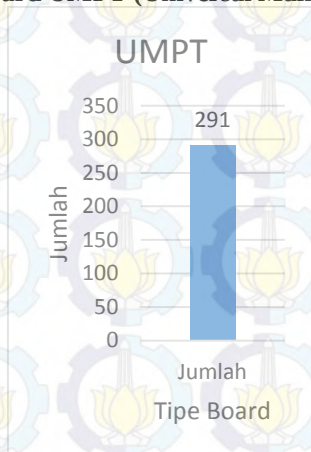
Gambar 2.15 Jumlah MRFU yang digunakan

Board UBBP (Universal baseband processing unit)



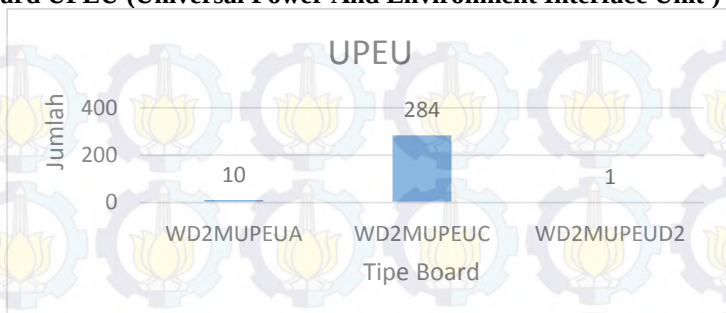
Gambar 2.16 Jumlah UBBP yang digunakan

Board UMPT (Universal Main Processing and Transmisi Unit)



Gambar 2.17 Jumlah UMPT yang digunakan

Board UPEU (Universal Power And Environment Interface Unit)



Gambar 2.18 Jumlah UPEU yang digunakan

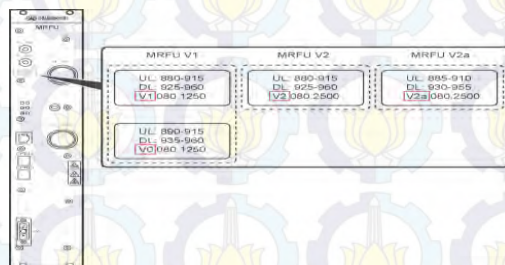
2.4.2 Spesifikasi Board BTS3900 Huawei

a. MRFU (Multi-Mode Radio Frequency Unit)

Bagian ini menjelaskan hardware MRFU, termasuk panel, fungsi, prinsip dan port. MRFUs diklasifikasikan menjadi MRFU V1, V2 MRFU, dan modul MRFU V2a. Menggunakan teknologi software-defined radio (SDR), MRFUs dapat bekerja dalam berbagai modus dengan konfigurasi yang berbeda. Mereka dapat diidentifikasi dari labelnya. Board yang digunakan pada *Base Transceiver Station 3900* Huawei adalah board MRFU V2 dan MRFU V2a.

Panel

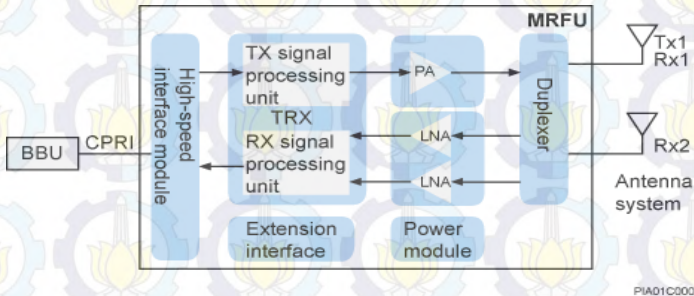
Sebuah MRFU V1 diberi label V0 atau V1, sebuah MRFU V2 diberi label V2, dan MRFU V2a diberi label V2a, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2.19 Panel MRFU

Sebuah MRFU terdiri dari high-speed interface unit, signal processing unit, power amplifier, and duplexer. Gambar berikut menunjukkan struktur logika suatu MRFU.

Sebuah MRFU terdiri dari high-speed interface unit, signal processing unit, power amplifier, and duplexer. Gambar berikut menunjukkan struktur logika suatu MRFU.



Gambar 2.20 Struktur Logika MRFU

Fungsi

MRFU mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Melakukan konversi pada sinyal intermediate frequency (IF) kanal transmisi, dan memodulasi sinyal baseband ke sinyal RF. Setelah difilter dan diperkuat, sinyal RF dikirim oleh filter duplex ke antena.
- b. Menerima sinyal RF dari sistem antena dan kemudian menkonversi sinyal yang diterima ke sinyal IF. Setelah diperkuat, melakukan konversi analog-to-digital, digital down-converted, matched filtered, dan proses digital automatic gain control (DAGC), sinyal IF dikirim ke BBU untuk diproses lebih lanjut.
- c. Kontrol daya.
- d. Tes VSWR.
- e. Mengelola TMA power feeding dan RET antena.
- f. Mengontrol feedback DPD.
- g. Menghasilkan clock CPRI, memulihkan clock CPRI dari out-of-sinkronisasi, dan mendeteksi alarm.

Port

Tabel 2.5 Port pada panel MRFU

Tipe Port	Silkscreen	Konektor	Deskripsi
RF port	ANT_RXB	DIN connector	Menghubungkan ke sistem antena untuk menerima sinyal.
	ANT_TX/RXA	DIN connector	Menghubungkan ke sistem antena untuk transit dan menerima sinyal, mendukung transmisi sinyal RET.
CPRI port	CPRI0	SFP female connector	Menghubungkan ke BBU.
	CPRI1	SFP female connector	Menghubungkan ke BBU.
Interconnection port for receiving RF signals	RX_INB	QMA female connector	Menerima sinyal .
	RX_OUTA	QMA female connector	Mentransmisikan sinyal utama.
Power port	PWR	3V3 connector	Input -48 listrik V DC.
Monitoring port	MON	RJ45 connector	Melakukan monitoring dan commissioning

Spesifikasi

Tabel Mode dan frekuensi band MRFU

Tabel 2.6 Mode dan Frekuensi band MRFU

Tipe	Frekuensi Band (Mhz)	Frekuensi Band RX (Mhz)	Frekuensi Band TX (Mhz)	Mode
MRFU V2	900 PGSM	890 to 915	935 to 960	

	900 EGSM	890 to 915	935 to 960	GSM and UMTS
--	----------	------------	------------	--------------

Tabel 2.7 Spesifikasi RF pada MRFU

Tipe	Channel RX dan TX	Kapasitas	Sensitivitas penerima		
			Sensitivitas penerima dengan satu antenna	Sensitivitas penerima dengan dua antenna	Sensitivitas penerima dengan empat antenna
RFU V2	1T2R	GSM: 6 TRXs UMTS: 4 carriers LTE FDD: -900 MHz: 1 carrier with a bandwidth of 1.4, 3, 5, 10, 15, or 20 MHz -1800 MHz: 1 carrier with a bandwidth of 5, 10, 15, or 20 MHz	GSM: -850 MHz: -113.0 -900 MHz PGSM: -113.5 -900 MHz EGSM: -113.3 -1800 MHz: -113.8 UMTS: -850 MHz: -125.0 -900 MHz PGSM: -125.5 -900 MHz EGSM: -125.3 LTE FDD: -900 MHz PGSM: -106.3 -900 MHz EGSM: -106.1 -1800 MHz: -106.6	GSM: -850 MHz: -115.8 -900 MHz PGSM: -116.3 -900 MHz EGSM: -116.1 -1800 MHz: -116.6 UMTS: -850 MHz: -127.8 -900 MHz PGSM: -128.3 -900 MHz EGSM: -128.1 LTE FDD: -900 MHz PGSM: -109.1 -900 MHz EGSM: -108.9 -1800 MHz: -109.4	GSM: -850 MHz: -118.5 (theoretical value) -900 MHz PGSM: -119 (theoretical value) -900 MHz EGSM: -118.8 (theoretical value) -1800 MHz: -119.3 (theoretical value) UMTS: -850 MHz: -130.5 -900 MHz PGSM: -131.0 -900 MHz EGSM: -130.8 LTE FDD: -900 MHz PGSM: -111.8 -900 MHz EGSM: -111.6 -1800 MHz: -112.1

Tabel 2.8 Daya Keluaran MRFU V2/MRFU V2a (GSM, 850 MHz/900 MHz/1800 MHz)

Mode	Jumlah total Carrier GSM	Daya Keluaran per Carrier GSM (W)	Daya Keluaran per Carrier GSM dengan Dynamic Power Sharing (W)
GSM	1	60	60
	2	40	40
	3	27	31
	4	20	27
	5	16	20
	6	12	20

Tabel 2.9 Spesifikasi Peralatan MRFU

Type	Dimensi (H x W x D)	Berat (kg)
MRFU V1, MRFU V2, and MRFU V2a	9 U x 14 HP x 308.5 mm (with the panel)	12

Tabel 2.10 Spesifikasi Proteksi Port pada MRFU

Port	Skenario yang digunakan	Mode proteksi		Spesifikasi
Power port	Bisa digunakan semua scenario	Surge	Differential mode	2 kV (1.2/50 μ s)
			Common mode	4 kV (1.2/50 μ s)
		Surge current	Differential mode	10 kA
			Common mode	20 kA
RF port	Bisa digunakan	Surge current	Differential mode	8 kA

Port	Skenario yang digunakan	Mode proteksi		Spesifikasi
	semua scenario		Common mode	40 kA
Interkoneksi port untuk menerima sinyal RF	Bisa digunakan semua scenario	Surge		250 A
Alarm port	Bisa digunakan semua scenario	Surge current	Differential mode	3 kA
			Common mode	5 kA

Tabel 2.11 Spesifikasi port CPRI pada MRFU

Tipe	Jumlah Port CPRI	Laju Data CPRI (Gbit/s)	Topologi	Level Cascading
MRFU V2 and MRFU V2a	2	1.25 / 2.5	Star, Chain, atau dual-star	CPRI MUX: • GU: 6 • GL: 4

Tabel 2.12 Kapabilitas Antena pada MRFU

Tipe	TMA Support	Supported RET Antennas
MRFU V2 and MRFU V2a	Supported	AISG2.0 and AISG1.1

b. UBBP (Universal baseband processing unit)

UBBP dapat diinstal di BBU3900 atau BBU3910. Board yang digunakan di *Base Transceiver Station* 3900 ini adalah UBBPd3 dan UBBPd6.

Spesifikasi dari UBBP bekerja pada mode GSM

Dibawah ini terdapat list tabel yang merupakan sejumlah *carrier* yang di support dengan board UBBP yang bekerja pada mode GSM.

Tabel 2.13 Spesifikasi Carrier

Board	Jumlah dari 2R Carrier	Jumlah dari 4R Carrier
UBBPd3	24	12
UBBPd6	48	24

Spesifikasi dari board UBBP yang bekerja di mode UMTS

Tabel dibawah merupakan list dari spesifikasi *baseband* dan spesifikasi *signaling* dari board UBBP yang bekerja pada mode UMTS

Tabel 2.14 Spesifikasi Baseband UBBP mode UMTS

Board	Jumlah dari Sel	Uplink CE	Downlink CE	Jumlah dari HSDPA Codes	Jumlah dari HSDPA UE	Jumlah dari HSUPA UE
UBBPd3	6	384	512	6x15	288	288
UBBPd6	12	1024	1024	12x15	768	768

Tabel 2.15 Spesifikasi Signaling UBBP mode UMTS

Tabel Spesifikasi Signaling	
Board	Spesifikasi signaling (CNBAP/s)
UBBPd1, UBBPd2, UBBPd3, UBBPd4, or UBBPd5	200
UBBPd6	300

Tabel 2.16 Spesifikasi dari sel UBBP mode UMTS

Board	Jumlah	Sel Bandwidth	Antena Konfigurasi
UBBPd3	3	1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, or 20 MHz	3x20 MHz 1T1R 3x20 MHz 1T2R 3x20 MHz 2T2R
UBBPd6	6	1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, or 20 MHz	6x20 MHz 1T1R 6x20 MHz 1T2R 6x20 MHz 2T2R 6x20 MHz 2T4R 6x20 MHz 4T4R

Tabel 2.17 Maksimum Jumlah dari UEs pada mode RRC yang terkoneksi UBBP mode UMTS

Board	Sel Bandwidth	Jumlah Maksimum dari UEs pada Mode RRC terkoneksi	Jumlah Maksimum dari UEs yang tersinkronisasi
UBBPd3 or UBBPd4	1.4 MHz	504	504
	3 MHz	1080	1080
	5 MHz	1800	1800
	10 MHz, 15 MHz, or 20 MHz	3600	3600
UBBPd5 or UBBPd6	1.4 MHz	1008	1008
	3 MHz	2160	2160
	5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, or 20 MHz	3600	3600

Jumlah Maksimum dari tanggungan data radio (DRBs) yang didukung oleh sebuah UBBP adalah tiga kali dari jumlah maksimum dari UEs pada mode RRC yang terkoneksi.

Spesifikasi dari board UBBP yang bekerja pada LTE mode TDD.

Empat tabel dibawah adalah list dari spesifikasi dari sel, the jumlah maksimum dari UEs pada mode RRC terkoneksi, dan throughput maksimum *uplink* dan *downlink*, dan Spesifikasi *signaling* yang disupport dengan board UBBP yang bekerja pada LTE mode TDD

Tabel 2.18 Spesifikasi dari sel UBBP LTE mode TDD

Board	Jumlah dari Sel	Bandwidth Sel	Antena Konfigurasi
UBBPd6	6	5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, or 20 MHz	6x20 MHz 2T2R 6x20 MHz 4T4R

Tabel 2.19 Jumlah Maksimum dari UEs pada mode RRC terkoneksi UBBP LTE mode TDD

Board	Sel bandwidth	Maksimum Jumlah dari Ues in RRC Connected Mode
UBBPd4, UBBPd6, or UBBPd9	5 MHz	1800
	10 MHz	3600
	15 MHz	3600
	20 MHz	3600

Tabel 2.20 Throughput Maksimum UBBP LTE mode TDD

Board	Throughput Maksimum
UBBPd3	Downlink: 450 Mbit/s Uplink: 225 Mbit/s
UBBPd6	Downlink: 900 Mbit/s Uplink: 450 Mbit/s

Tabel 2.21 Spesifikasi Signalling UBBP LTE mode TDD

Board	Spesifikasi Signaling (BHCA)
UBBPd3 or UBBPd4	90000
UBBPd5 or UBBPd6	180000

Tabel Throughput Maksimum

Board	Throughput Maksimum
UBBPd6	Downlink: 900 Mbit/s Uplink: 450 Mbit/s

Tabel Spesifikasi Signaling

Board	Spesifikasi Signaling (CAPS)
UBBPd6 or UBBPd9	200

Jumlah Maksimum dari tanggungan data radio (DRBs) yang didukung oleh sebuah UBBP adalah tiga kali dari jumlah maksimum dari UEs pada mode RRC yang terkoneksi.

Panel

Pada gambar yang terlihat adalah panel UBBPd1. Board UBBPd1 hingga UBBPd9 mempunyai permukaan yang halus. UBBPd1 hingga UBBPd9 mengindikasikan tipe boardnya pada sisi kiri bawah. Berikut adalah contoh dari UBBPd1



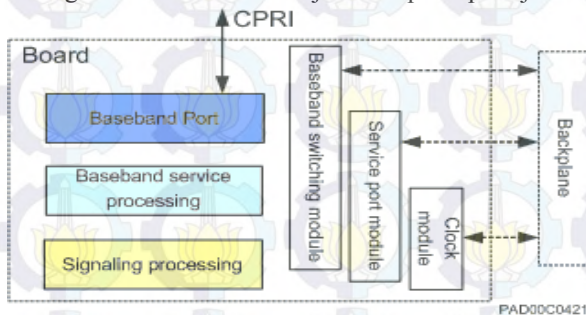
Gambar 2.21 UBBPd1 panel

Fungsi UBBP

Menyediakan port PRI untuk berkomunikasi dengan modul RF. Memproses uplink dan downlink pada sinyal baseband. Mendukung multiplexing pada sumber baseband dengan perbedaan mode, sehingga demikian terjadi implementasi multimode yang concurrency.

Prinsip Kerja

Pada gambar berikut ini menjelaskan prinsip kerja dari UBBP



Gambar 2.22 Prinsip kerja UBBP

Port

Dibawah ini menjelaskan enam CPRI dan satu port HEI yang merupakan port pada UBBP.

Tabel 2.22 Port pada UBBP

Tabel Port pada UBBP			
Silkscreen	Konektor	Jumlah Port CPRI	Deskripsi
CPRI0 to CPRI5	SFP female Konektor	6	Merupakan port transmisi data yang menyambungkan BBU ke modul RF, dan mensupport input dan output dari optic serta sinyal transmisi elektrik
HEI	QSFP Konektor	1	Cadangan

- c. **UMPT (Universal Main Processing and Transmisi Unit)**
UMPT dapat diinstal di BBU3900 atau BBU3910. Board yang dipakai di *Base Transceiver Station* ini adalah UMPTb1.

Fungsi

1. Mengatur konfigurasi dan peralatan, memonitor kinerja, dan memproses sinyal
2. Memproses sinyal dan mengatur sumber untuk board yang lain dalam BBU
3. Menyediakan USB port, Transmisi port, dan maintenance port untuk menyediakan sinyal transmisi, menunjukkan performansi automatic software upgrade, dan mendukung BBU maintenance dalam LMT atau U2000

Blok Diagram

Berikut merupakan panel pada board UMPT

Panel UMPTb1



Gambar 2.23 Panel UMPTb1

Spesifikasi

Tabel 2.23 Spesifikasi transmisi dari UMPT

Board	Mode Aplikasi	Mode Transmisi	Jumlah Port	Kapasitas Port	Full / Half Duplex
UMPTa1, UMPTa2, or UMPTb1	GSM single mode UMTS single mode LTE FDD single mode Co-MPT multiple modes (termasuk beberapa node)	ATM di atas E1/T1* atau IP di atas E1/T1	1	Empat channel	-
		Transmisi di atas port elektrik FE/GE	1	10 Mbit/s, 100 Mbit/s, atau 1000 Mbit/s	Full-duplex
		Transmisi di atas port optic	1	100 Mbit/s atau 1000 Mbit/s	Full / half duplex

Tabel 2.24 Spesifikasi carrier dari UMPT

Board	Mode Aplikasi	Mode Transmisi	Jumlah maksimum dari supported carrier
UMPTb1	GSM	IP di atas E1 atau IP di atas FE	72

Tabel 2.25 Spesifikasi signaling

Board	Signalling Specification (BHCA)
UMPTb1 atau UMPTb2	180000

Tabel 2.26 Jumlah maksimum dari UEs dalam RRC connected mode UMPT

Board	Jumlah Maksimum dari UE dalam RRC Connected Mode
UMPTa2, UMPTa6, UMPTb1, atau UMPTb2	1080

Tabel 2.27 Port pada Panel UMPT

Silkscreen	Connector	Description
------------	-----------	-------------

E1/T1	DB26 female connector	Port sinyal transmisi E1/T1
FE/GE0	RJ45 connector	Port sinyal transmisi FE electrical
FE/GE1	SFP female connector	Port sinyal transmisi FE optical
GPS	SMA connector	Port GPS pada UMPTa1, UMPTa2, dan UMPTb1 dipasang. Digunakan untuk transmisi sinyal radio frekuensi (RF) yang diterima dari antenna ke satellite card (port GPS pada UMPTa6 dan UMPTb2)
USB ^a	USB connector	Digunakan untuk upgrademsoftware dari BTS menggunakan USB flash drive. Port ini juga berfungsi sebagai commisionaring ethenet port ^b
CLK	USB connector	Menerima sinyal TOD Port untuk output sinyal clock
CI	SFP female connector	Digunakan untuk interkoneksi BBU
RST	-	Digunakan untuk resetting board

d. **UPEU (Universal Power And Environment Interface Unit)**

UPEU adalah sebuah modul tenaga pada BBU3900 atau BBU3910. UPEUd dapat diinstal pada sebuah BBU3900 atau BBU3910, tetapi tipe lain dari UPEU hanya dapat diinsal pada BBU3900. Tipe UPEU yang digunakan adalah UPEUa, UPEUc, dan UPEUd.

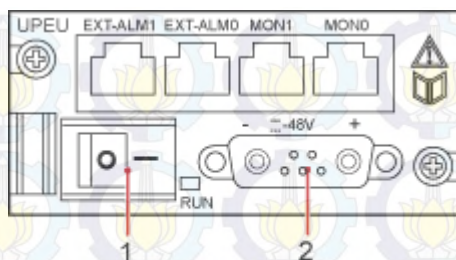
Spesifikasi

Berikut Tabel Spesifikasi dari UPEUa, UPEUc, and UPEUd.

Tabel 2.28 Spesifikasi dari UPEU

Board	Daya Output	Mode Backup
UPEUa	Daya output dari UPEUa adalah 300 W.	1+1 backup
UPEUc	Daya output dari sebuah board UPEUc adalah 360 W, dan daya output dari dua board UPEUc adalah 650 W.	Mode backup In 1+1 , daya output dari dua board UPEUc adalah 360 W.
UPEUd	Daya output dari sebuah UPEUd adalah 650 W.	Backup 1+1

Panel

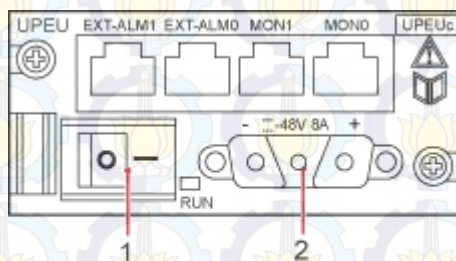


PAD00C0057

Gambar 2.24 Panel UPEUa

(1) BBU power switch

(2) 7W2 Konektor

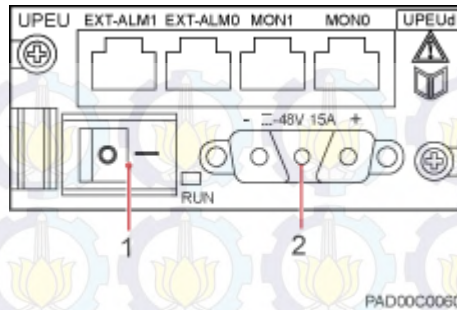


PAD00C0059

Gambar 2.25 Panel UPEUc

(1) BBU power switch

(2) 3V3 Konektor



Gambar 2.26 Panel UPEUd

(1) BBU power switch

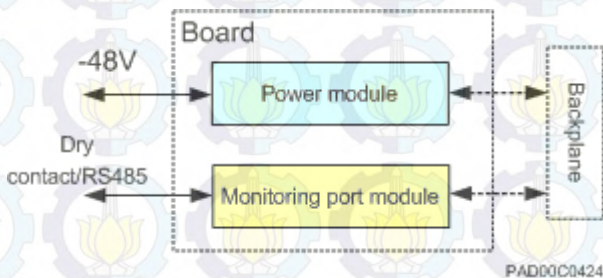
(2) 3V3 Konektor

Fungsi

UPEU mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

1. UPEUa, UPEUc, and UPEUd mengubah input DC -48V menjadi daya DC +12V
2. UPEUb mengubah daya input DC +24V menjadi daya DC +12V
3. UPEU menyediakan dua port dengan setiap satu channel transmisi ke dari sinyal RS485 dan dua port dengan setiap empat channel transmitter dari sinyal Boolean. Sinyal Boolean hanya dapat dikeringkan atau dibuka dengan mengumpulkn sinyal OC

Prinsip Kerja



Gambar 2.27 Prinsip kerja dari UPEU

Port UPEU menyediakan dua port dengan setiap satu kanal transmisi dari sinyal RS485 dan dua port dengan setiap 4 kanal transmisi dari sinyal *Boolean*.

Dibawah ini terdapat slot UPEU pada BBU.



Gambar 2.28 Slot untuk install UPEU

Tabel 2.29 Port pada panel UPEU

Tabel Port pada panel UPEU			
Slot	Silkscreen	Konektor	Deskripsi
Slot 18 and slot 19	+24V or -48V	3V3 or 7W2 Konektor	Feeding +24 V or -48 V DC power
	EXT-ALM0	RJ45 Konektor	Ports untuk sinyal input Boolean 0 to 3

e. **FAN**

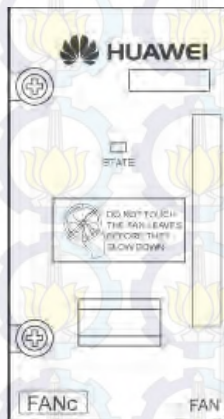
FAN adalah sebuah *module fan* yang berada pada BBU3900. FAN atau FANc dapat diinstal hanya di BBU3900, sedangkan FANd atau FANe hanya dapat diinstal di BBU3910.

Panel

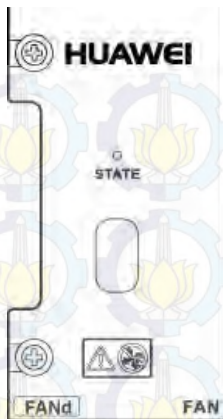
Gambar FAN



Gambar 2.29 FANc



Gambar 2.30 FANc



Gambar 2.31 FANd

Fungsi

- Menghilangkan panas dari board lain di BBU
- Mengontrol kecepatan kipas, memonitor temperatur kipas, dan melaporkan status, temperatur, dan sinyal posisi kipas kepada *main control board*.
- FANc memberikan label *read-write* elektronik.

Indikator

Tabel 2.30 Indikator pada FAN

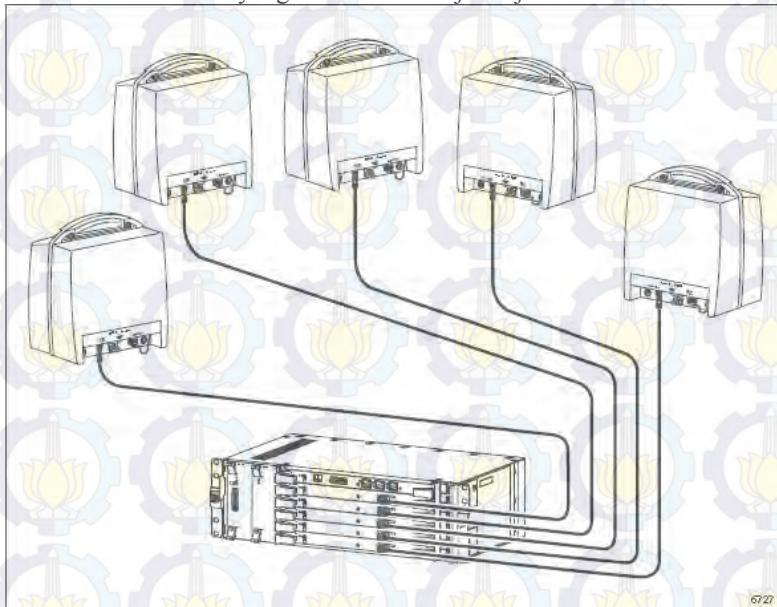
Silkscreen	Warna	Status	Deskripsi
STATE	Merah atau hijau	Berkedip hijau (on 0,125s dan off 0,125s)	<i>Module</i> tidak terregistrasi dan tidak ada alarm
		Berkedip hijau (on 1s dan off 1s)	<i>Module</i> berjalan dengan lancar
		Berkedip merah (on 1s dan off 1s)	<i>Module</i> melaporkan alarm
		Steady off	Tidak ada <i>power supply</i>

2.5 Perangkat Transmisi

Berikut akan dijelaskan perangkat yang terlibat dalam sistem transmisi pada jaringan komunikasi yang ada pada *Base Transceiver Station* termasuk *Radio unit* yang digunakan.

2.5.1 Mini Link Traffic Node

Mini Link Traffic Node memberikan *routing traffic* yang terintegrasi, PDH dan SDH multiplexing, dan mekanisme proteksi pada tingkat *link* dan *network*. Konfigurasi software *routing traffic* dapat meminimalisir penggunaan kabel, memperbaiki kualitas jaringan, dan memfasilitasi kontrol yang dilakukan dari jarak jauh.

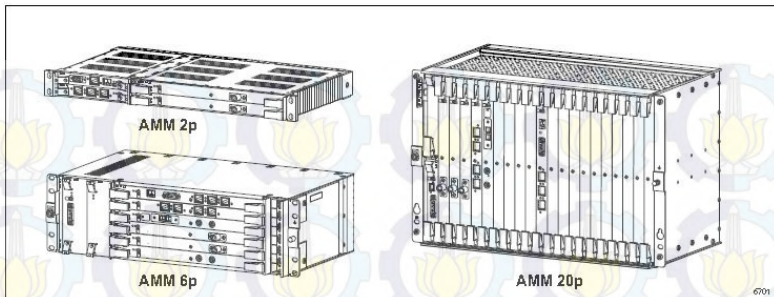


Gambar 2.32 Konfigurasi Mini Link TN

MINI-LINK TN *Network Element* (NE) dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian *indoor* dan bagian *outdoor*.

1. Perangkat Indoor

Perangkat *Indoor* terdiri atas *Access Module Magazine* (AMM) dengan unit *plug-in* yang terkoneksi melalui *backplane* perangkat. Satu unit *plug-in* menggunakan satu slot di AMM.



Gambar 2.33 Modul AMM

Access Module Magazine (AMM)

Sebagai tempat utama dari unit yang digunakan

Node Processor Unit (NPU)

Mengatur sistem utama *traffic* dan berfungsi sebagai pengontrol. Selain itu juga menyediakan *interface* dan manajemen *traffic*.

Line Termination Unit (LTU)

Unit yang menyediakan *interface* dari PDH atau SDH

Modem Unit (MMU)

Perangkat *indoor* dari terminal radio Unit ini menentukan kapasitas trafik dan modulasi yang digunakan terminal radio

Power Filter Unit (PFU)

Menyaring power yang berasal dari luar dan mendistribusikan power yang berasal dari internal menuju ke unit melalui *backplane*.

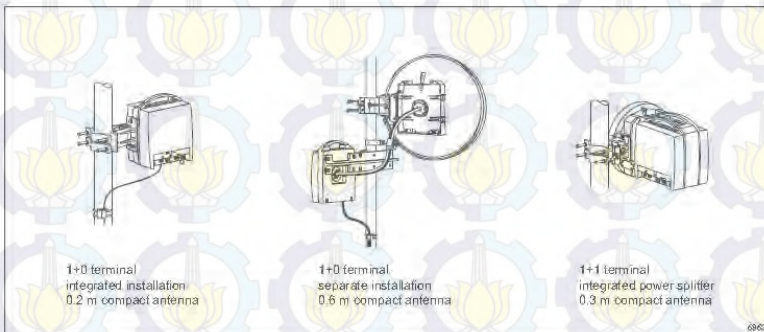
Fan Unit (FAU)

Sebagai pendingin perangkat *indoor*

Interkoneksi antar perangkat *outdoor* (*Radio unit* dan antena) dan perangkat *indoor* adalah satu kabel *coaxial* per MMU yang membawa trafik *full duplex* dan tegangan DC.

2. Perangkat Outdoor

Perangkat *outdoor* bisa digunakan untuk berbagai frekuensi band. Perangkat *outdoor* terdiri atas antenna, *Radio Unit* (RAU), dan *hardware* lain yang terkait. Untuk sistem yang terproteksi (1+1), menggunakan dua RAU dan satu atau dua antenna. Saat menggunakan satu antenna, dua RAU akan terhubung ke antenna menggunakan *power splitter*. RAU dapat dilepas dan diganti dengan yang baru tanpa mengganggu arah dan kerja antenna yang sedang berjalan.



Gambar 2.34 Jenis konfigurasi antenna dan Radio Unit

2.5.2 Radio Transmission Node

OptiX RTN 900 adalah generasi baru transmisi *microwave* TDM / Hybrid / Packet yang terintegrasi. OptiX RTN 900 series memberikan solusi yang dapat mengintegrasikan teknologi TDM *microwave*, Hybrid *microwave*, dan Packet *microwave* menurut skema jaringan site, mencapai *upgrade* yang lancar dari TDM *microwave* ke Hybrid *microwave*, dan dari Hybrid *microwave* ke Packet *microwave*. Solusi ini memenuhi kebutuhan transmisi 2G, 3G, dan LTE.

IDU 950

OptiX RTN 950 terdiri dari IDU 950 (*Indoor Unit*) dan ODU (*Outdoor Unit*). Tiap ODU terhubung ke IDU melalui kabel IF (*Intermediate Frequency*).

Tabel 2.31 Fitur IDU 950

Item	Description
Chassis height	2U
Pluggable	Supported
Number of radio directions	1 to 6
RF configuration mode	1+0 non-protection configuration N+0 non-protection configuration ($N \leq 5$) $N \times (1+0)$ non-protection configuration ($N \leq 6$) 1+1 protection configuration $N+1$ protection configuration ($N \leq 4$) XPIC configuration
Service interface type	E1 interface STM-1 optical/electrical interface FE optical/electrical interface GE optical/electrical interface



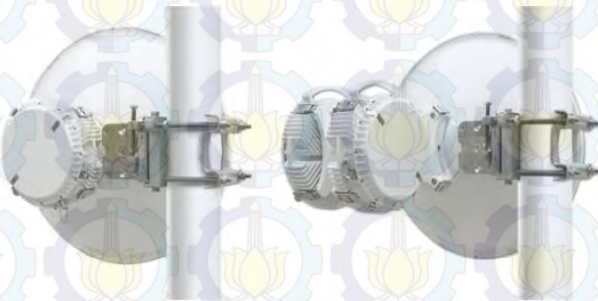
Gambar 2.35 Tampilan IDU 950

ODU

ODU bisa melakukan konversi frekuensi dan amplifikasi sinyal. Ada dua metode untuk memasang ODU dan antenna: *direct mounting* dan *separate mounting*. Metode *direct mounting* digunakan jika antenna *single*-

polarized dan memiliki diameter kecil atau sedang digunakan. Di situasi seperti ini, jika satu ODU dikonfigurasi untuk satu antenna, maka ODU dipasang langsung dibelakang antenna. Dan jika dua ODU dikonfigurasi untuk satu antenna, maka *splitter / combiner* untuk sinyal RF harus dipasang untuk menghubungkan ODU ke antenna.

Metode *direct mounting* juga dapat digunakan jika antenna *dual-polarized* dan memiliki diameter kecil atau sedang digunakan. Dua ODU dipasang ke antenna menggunakan *Orthomode Transducer* (OMT).



Gambar 2.36 Antena *Direct Mounting*

Metode *Separate Mounting* digunakan jika antenna *dual-polarized* yang memiliki diameter sedang atau besar digunakan. Di situasi seperti itu, *hybrid coupler* dapat dipasang (Dua ODU saling membagi satu *feed boom*).



Gambar 2.37 Antena *Separate Mounting*

2.6 Metode Optimasi Jaringan LTE

Resource pada jaringan LTE yang berpengaruh langsung pada *throughput* terdiri dari tiga yaitu *air-interface*, hardware, dan transmisi. Langkah optimasi jaringan yang akan diterapkan langsung dilapangan memiliki beberapa kondisi yang minimal salah satunya harus terpenuhi sebelum langkah optimasi tersebut dieksekusi. Kondisi pertama adalah adanya komplain dari pelanggan XL kepada PT. XL Axiata, dan kondisi kedua adalah nilai parameter performansi *Key Performance Indicator* berada dibawah *baseline*.

2.6.1 Metode Optimasi Air-Interface

Metode optimasi pada sisi *air-interface* dibedakan berdasarkan sumber masalah yang terjadi pada beberapa aspek seperti *availability*, *accessibility*, dan *resource block*. Untuk *availability*, masalah yang terjadi pada site dibedakan berdasarkan alarm yang terjadi pada site. Alarm dapat terjadi akibat dari hardware yang bermasalah atau kesalahan konfigurasi pada perangkat, maka metode optimasi yang bisa dilakukan pada parameter performansi *availability* adalah melakukan pengecekan pada hardware secara langsung pada site dan melakukan pengecekan konfigurasi perangkat pada site tersebut.

Untuk *accessibility*, metode optimasi pada parameter performansi *accessibility* lebih difokuskan kepada kualitas RF dari site. Jika nilai *accessibility* dibawah *baseline*, langkah pertama yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan pengecekan pada eNodeB surrounding apakah terjadi overshoot atau *coverage* dari site yang berada di sekitarnya melebihi *coverage* yang seharusnya. Jika memang terjadi *overshoot* maka metode optimasi yang bisa dilakukan adalah dengan mengurangi *power transmit* dari site yang berada disekitarnya tersebut. Langkah kedua adalah dengan melakukan pengecekan *coverage* dari site yang bersangkutan apakah mencakup dari lokasi UE yang meminta akses ke site yang bersangkutan. Jika memang *coverage* dari site masih tidak menjangkau UE maka metode optimasi yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan *physical audit* dari eNodeB yang bersangkutan.

Untuk *Resource block*, metode optimasi yang digunakan adalah dengan pengalokasian *resource block* secara efektif dengan disesuaikan dengan konfigurasi UE dari pengguna.

2.6.2 Metode Optimasi Hardware

Metode Optimasi pada sisi hardware dilakukan jika terjadi kerusakan pada hardware atau terjadi kesalahan pada konfigurasi hardware pada *Base Transceiver Station*. Contoh hardware pada *Base Transceiver Station* adalah BBU Board, *Power Supply*, pengatur temperatur, dan lainnya. Metode optimasi yang dilakukan jika terjadi masalah pada hardware adalah dilakukan perbaikan pada hardware yang bermasalah dan dilakukan penggantian hardware jika kerusakan tidak bisa ditoleransi lagi.

2.6.3 Metode Optimasi Transmisi

Metode optimasi pada sisi transmisi dilakukan jika terjadi masalah pada jalur transmisi LAN maupun WAN seperti *congestion* karena utilitas dari *user* sudah melebihi *bandwidth* yang disediakan oleh *Base Transceiver Station*. Jika *bandwidth* transmisi dari eNodeB yang bersangkutan dipakai lebih dari 70% maka metode optimasi yang bisa diambil adalah dengan melakukan penambahan kapasitas *bandwidth* pada transmisi *Base Transceiver Station* yang bermasalah.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai teknik pengambilan data yang dilakukan langsung melalui intranet jaringan PT. XL Axiata. Tujuan yang ingin dicapai adalah mendapatkan hasil parameter unjuk kerja pada jaringan LTE 4G XL Axiata Surabaya berupa parameter *Air-Interface* seperti *Service Drop*, *DL/UL Resource Block Utilizing Rate* dan parameter hardware seperti *CPU Load Board* serta parameter transmisi seperti *GTP-U Drop Bytes*, *FEGE Tx MaxSpeed*, dan *FEGE Rx MaxSpeed*.

Selain itu bab ini juga bertujuan untuk menjabarkan metode identifikasi site bermasalah, analisa akar permasalahan, dan optimasi yang akan dilakukan pada eNodeB yang bersangkutan pada sisi yang mengalami masalah agar eNodeB dapat menghasilkan kenaikan *Throughput* dari sebelumnya.

Setelah metode optimasi diterapkan pada jaringan, akan dilakukan pengambilan parameter pasca penerapan metode optimasi yang bertujuan untuk membandingkan parameter-parameter yang bermasalah sebelum optimasi dengan setelah optimasi.

Adapun alur dari penelitian Tugas Akhir ini dapat direpresentasikan dalam gambar berikut,



Gambar 1.1 Alur Diagram Pengerjaan Tugas Akhir

3.1 Pengambilan Data

Software pendukung yang digunakan untuk pengambilan data parameter – parameter jaringan LTE 4G untuk mendapatkan parameter performansi adalah Software *iManager* U2000.

Software *iManager* U2000 ini merupakan software yang dibuat untuk manajemen transport, akses, dan IP pada jaringan. Untuk mengambil data, komputer harus terkoneksi dengan intranet dari jaringan XL Axiata. Koneksi bisa dilakukan melalui jaringan *wireless* maupun jaringan LAN. Pada tampilan awal U2000, pengguna harus memasukkan ID dan password. ID dan password yang digunakan adalah ID dan

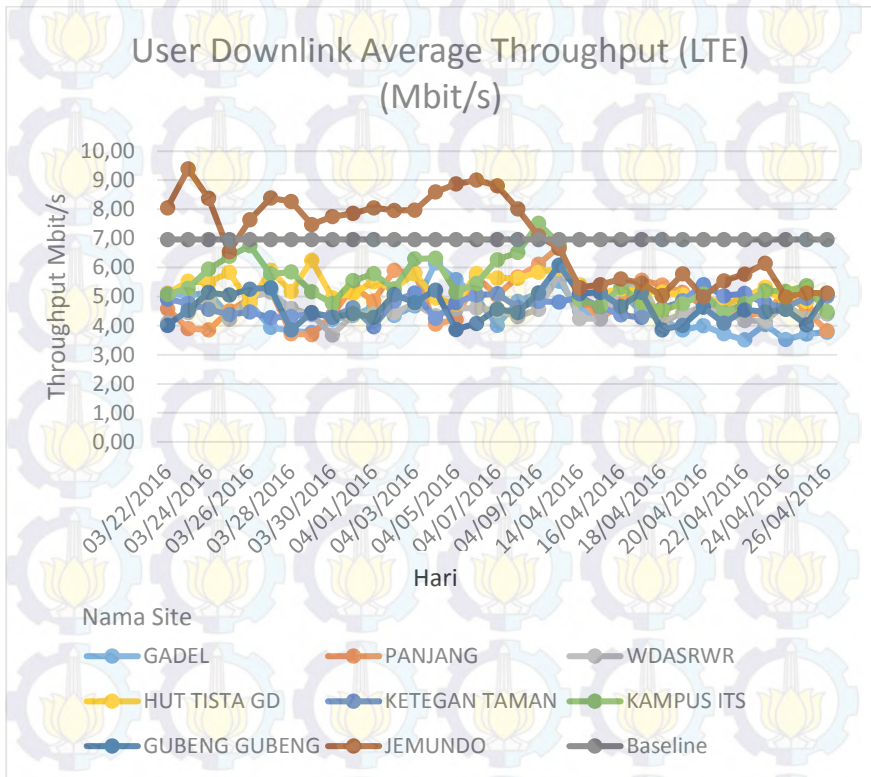
password dari *engineer* XL Axiata. Untuk mengambil KPI dari U2000 perlu dilakukan *setting counter* parameter dari KPI yang akan diambil seperti *setting formula*, *setting periode waktu*, *setting site*. Dalam kaitannya dengan parameter jaringan yang akan dianalisa, *iManager* U2000 menyediakan sejumlah parameter yang dapat di-*query* yaitu parameter KPI di sisi *Air-Interface*, *Hardware*, dan Transmisi.



Gambar 1.2 Tampilan awal software iManager U2000

3.2 Identifikasi Site Bermasalah

Pada tahapan ini dilakukan monitoring terhadap site-site LTE 4G yang berada di wilayah Surabaya dan sekitarnya selama satu bulan. Setelah itu dilakukan tes lebih lanjut menggunakan aplikasi *Speedtest* guna mengidentifikasi apakah eNodeB tersebut mengalami *throughput* yang kecil karena *user behaviour* di lingkungan tersebut ataupun karena kesalahan pada jaringan.



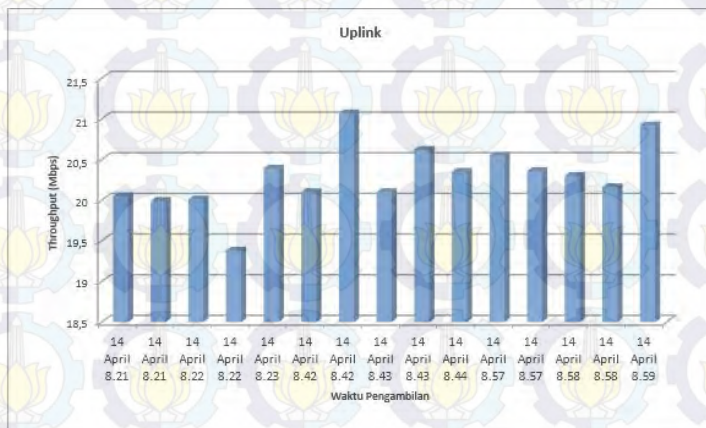
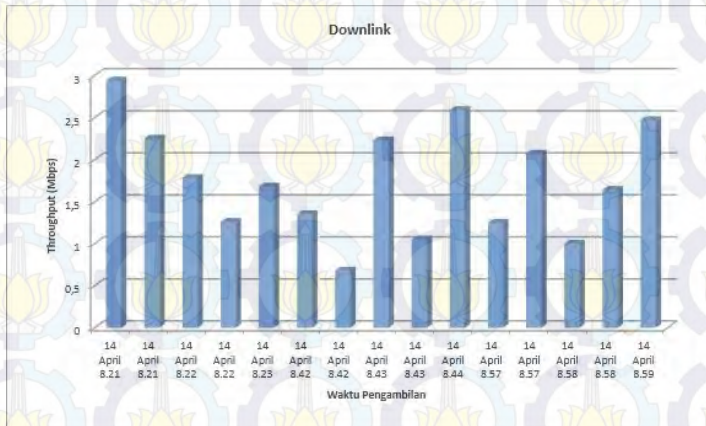
Gambar 1.3 Grafik *throughput* eNodeB selama satu bulan

Berikut adalah grafik *throughput* yang dilakukan menggunakan software *Speedtest* dimana tes ini dilakukan untuk mengidentifikasi *throughput* yang terjadi di bawah *baseline* disebabkan oleh *user behaviour* atau kesalahan pada sistem.

eNodeB : A688_JEMUNDOMDG

Cell ID : A688E_4

RSRP : -66 dBm

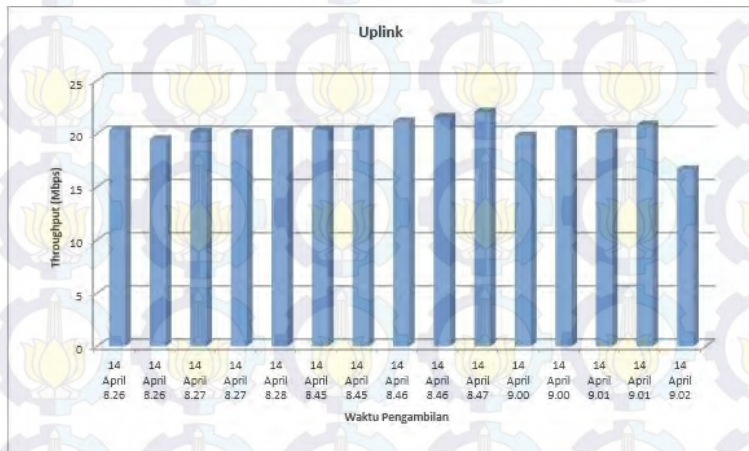
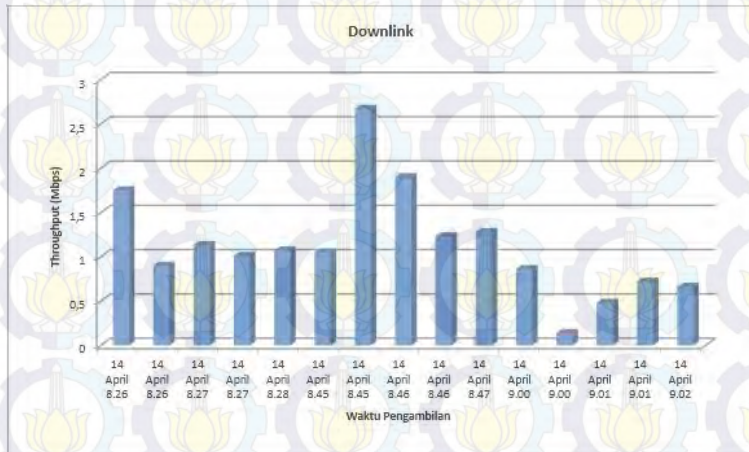


Pada cell A688E 4 dengan nilai RSRP -66 dBm dan dengan jumlah user yang mengakses sebanyak 8 user kemampuan maksimal downlink adalah sekitar 2Mbps dan kemampuan maksimal uplink adalah sekitar 20Mbps.

eNodeB : A688_JEMUNDOMDG

Cell ID : A688E_5

RSRP : -64 dBm

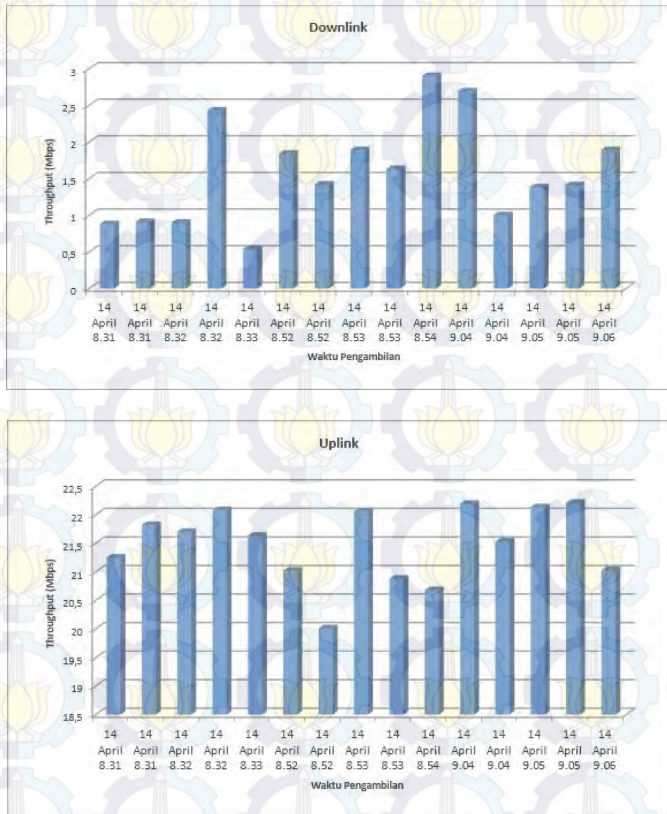


Pada cell A688E_5 dengan nilai RSRP -64 dBm dan dengan jumlah user yang mengakses sebanyak 12 user kemampuan maksimal downlink adalah sekitar 2Mbps dan kemampuan maksimal uplink adalah sekitar 20Mbps.

eNodeB : A688_JEMUNDOMDG

Cell ID : A688E_6

RSRP : -66 dBm



Pada cell A688E_6 dengan nilai RSRP -66 dBm dan dengan jumlah user yang mengakses sebanyak 22 user kemampuan maksimal downlink adalah sekitar 2Mbps dan kemampuan maksimal uplink adalah sekitar 20Mbps.

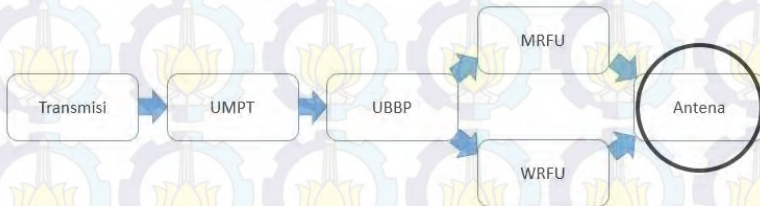
Dapat dilihat dari tes menggunakan software *Speedtest* bahwa *throughput downlink* berada di bawah *baseline*. Ini mengindikasikan

bahwa site A688_JEMUNDOMDG mengalami *throughput* dibawah *baseline* karena adanya kesalahan pada jaringan.

3.3 Analisa Akar Permasalahan

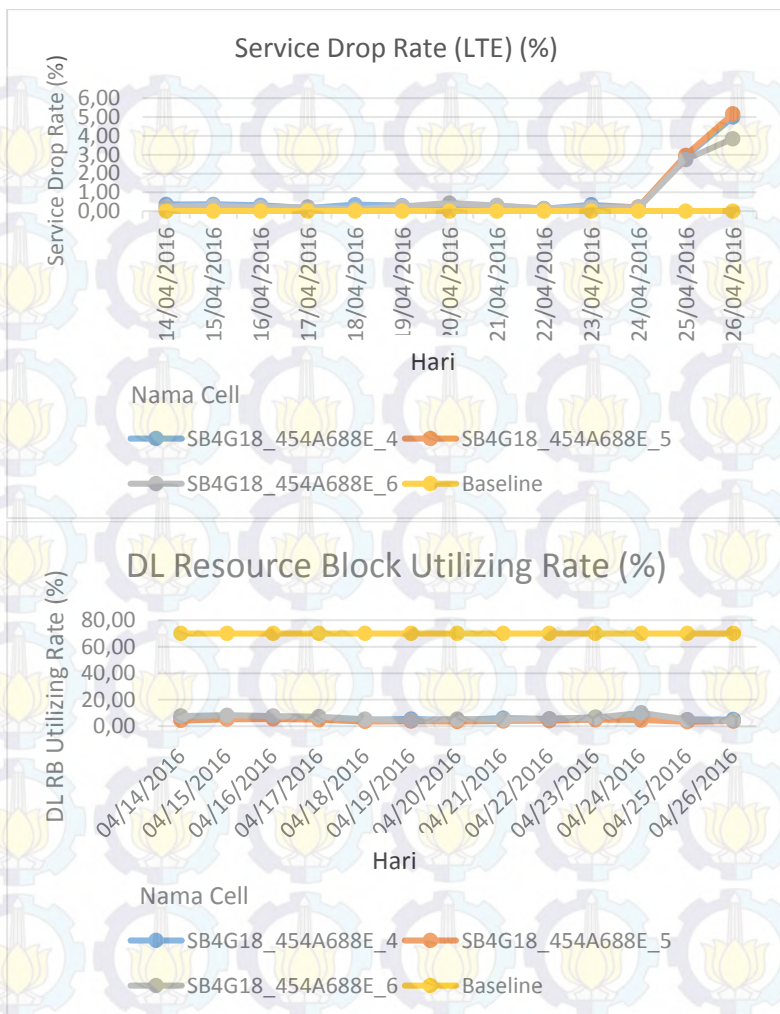
Setelah dilakukan identifikasi site bermasalah, maka terlihat bahwa site yang mengalami *throughput* dibawah *baseline* karena adanya kesalahan pada jaringan adalah site A688_JEMUNDOMDG. Selanjutnya dilakukan analisa akar permasalahan dari sisi *Air-Interface*, hardware, dan transmisi.

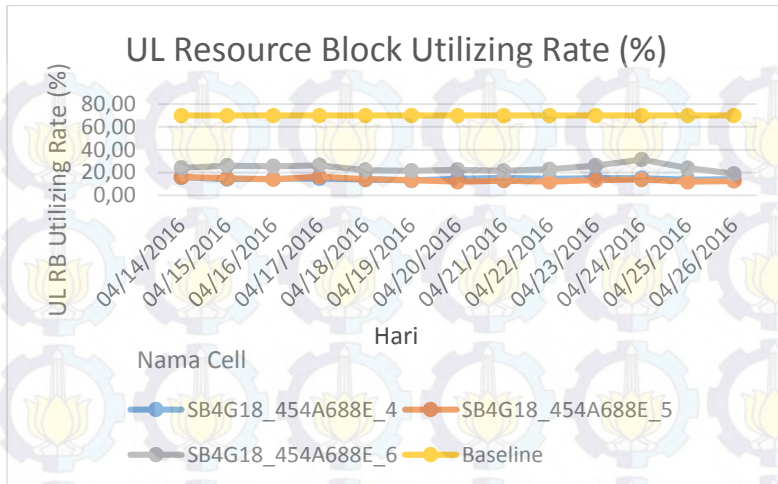
3.3.1 Air-Interface



Gambar 1.4 Sisi *Air-Interface*

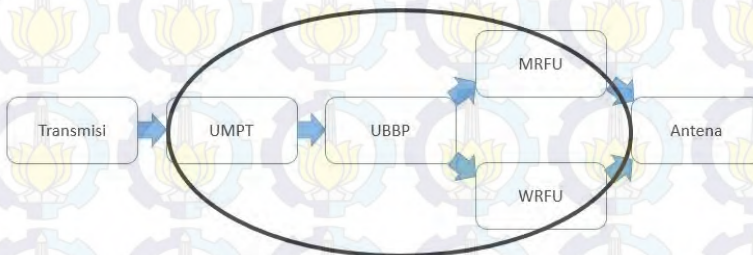
Pada sisi *Air-Interface*, terdapat beberapa counter yaitu counter *Service Drop Rate*, *DL Resource Block Utilizing Rate*, dan *UL Resource Block Utilizing Rate*.





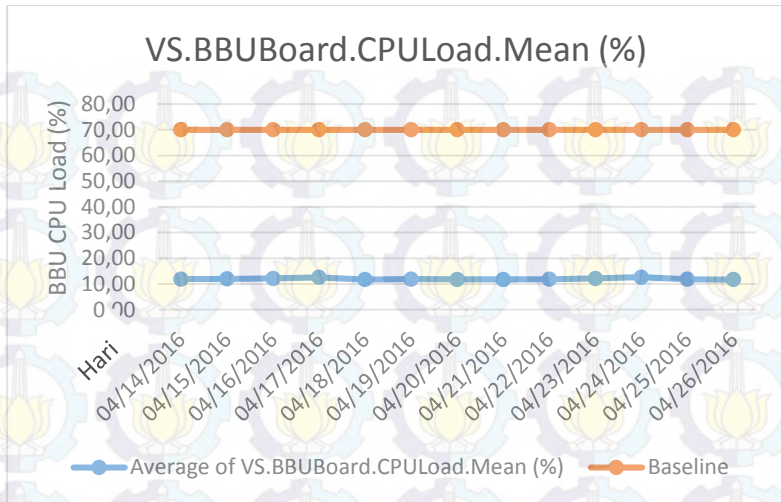
Pada site A688_JEMUNDOMDG, terlihat dari parameter *Service Drop Rate* bahwa terjadi lonjakan pada tanggal 25-26 April 2016 hingga sebesar 3%-5% sehingga memungkinkan terjadi masalah yang menyebabkan *Service Drop Rate*. Dan pada parameter *DL/UL Resource Block Utilizing Rate*, terlihat bahwa utilitas *Resource block* masih dalam kisaran 10%-20% dari *baseline* utilitas 70% sehingga tidak ada masalah pada kedua parameter tersebut.

3.3.2 Hardware



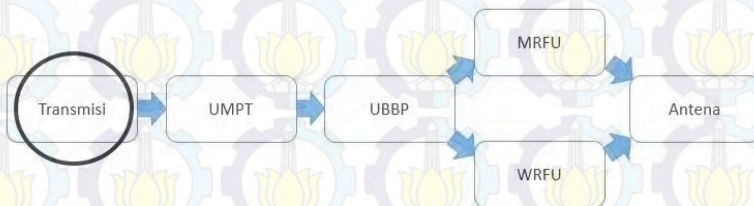
Gambar 1.5 Sisi Hardware

Pada sisi Hardware, terdapat parameter *CPU Load*.



Pada site A688_JEMUNDOMDG, terlihat dari parameter BBU Board CPU Load rata-rata sebesar 12% dan masih dibawah *baseline* sebesar 70% sehingga tidak ada masalah pada parameter tersebut.

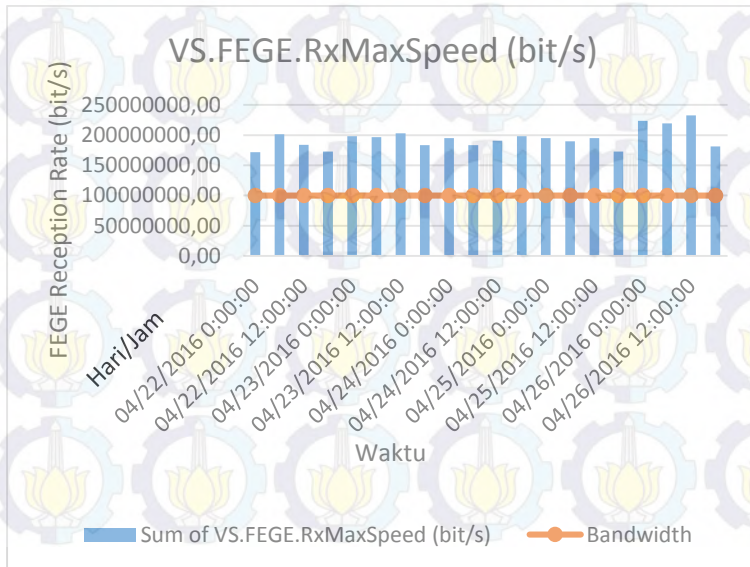
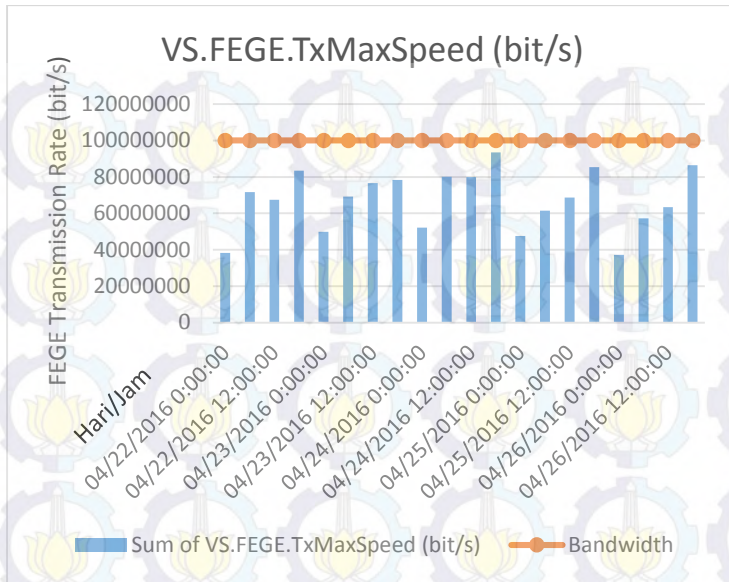
3.3.3 Transmisi



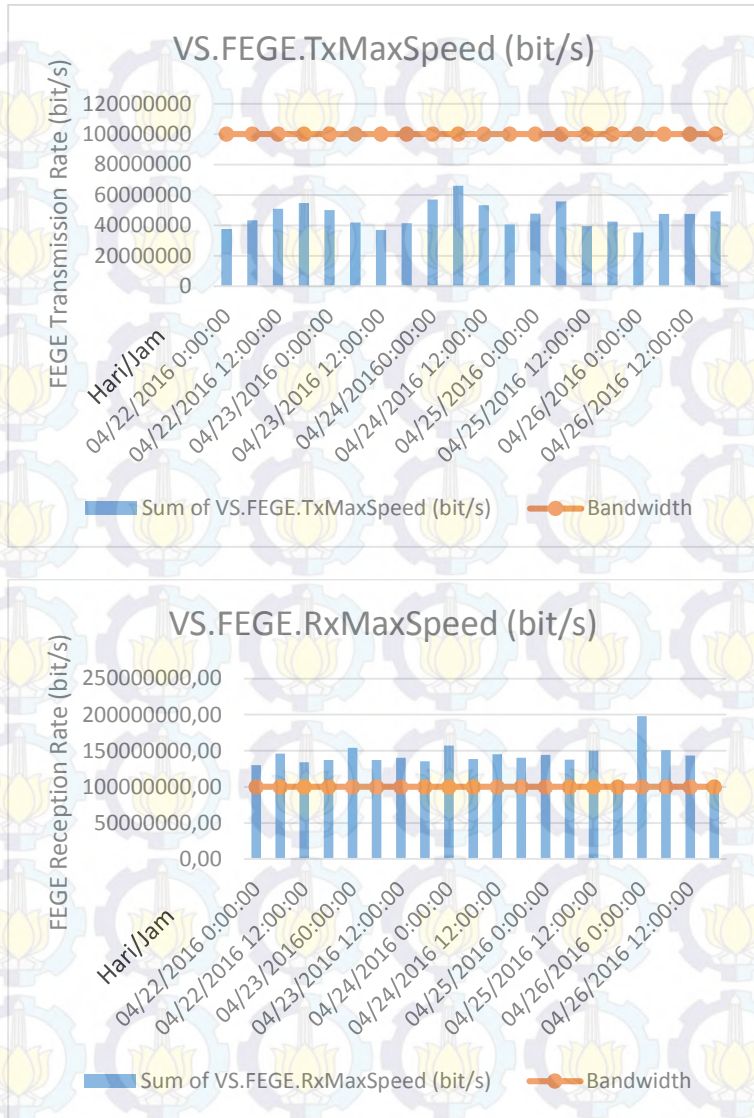
Gambar 1.6 Sisi Transmisi

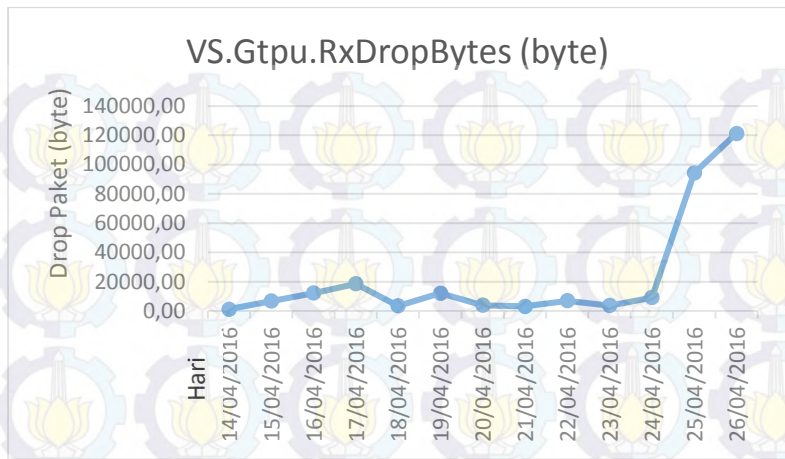
Pada sisi transmisi, terdapat beberapa counter yaitu counter FEGE *Tx/Rx MaxSpeed* dan *GTP-U Link Drop Bytes*.

Transmisi FE 1



Transmisi FE 2





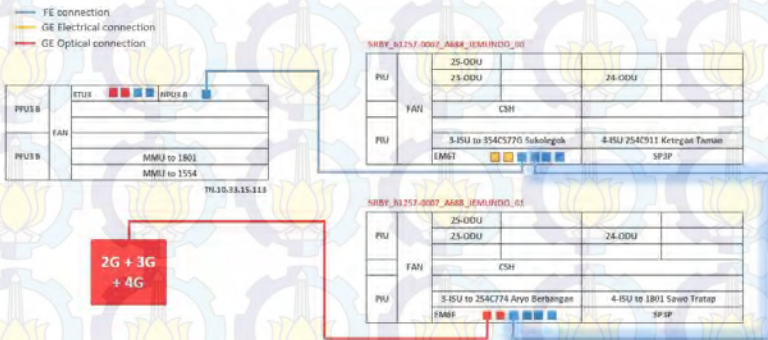
Dapat dilihat dari grafik GTP-U Link Drop Bytes bahwa terjadi lonjakan hingga 0,96 Mbps pada tanggal 25-26 April 2016. Selain itu dari grafik parameter FEGE Tx/Rx MaxSpeed, utilitas kabel FE 1 FEGE Tx MaxSpeed rata-rata sebesar 80% dari total bandwidth yang disediakan sebesar 100 Mbps dan utilitas kabel FE 2 FEGE Tx MaxSpeed rata-rata sebesar 55% dari bandwidth yang disediakan pada site A688_JEMUNDOMDG.

Selain itu, untuk utilitas kabel FE 1 FEGE Rx MaxSpeed rata-rata sebesar 200 Mbps pemakaian bandwidth sehingga sudah melebihi batas bandwidth yang tersedia. Sedangkan untuk utilitas kabel FE 2 FEGE Rx MaxSpeed pada site rata-rata sebesar 150 Mbps pemakaian bandwidth sehingga juga sudah melebihi batas dari bandwidth yang tersedia pada site A688_JEMUNDOMDG.

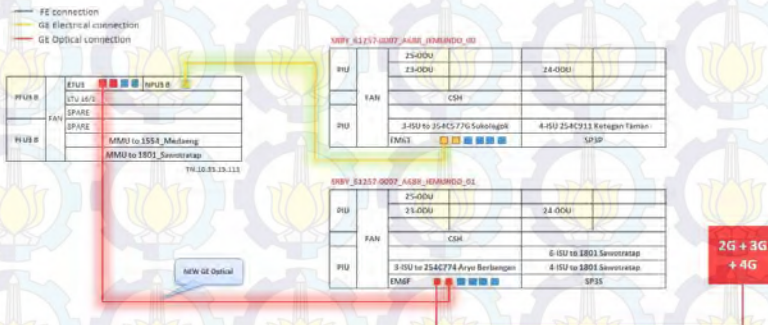
3.4 Penerapan Metode Optimasi

Setelah diidentifikasi masalah berasal dari sisi transmisi, maka dilakukan pemeriksaan terhadap arsitektur transmisi yang berada di dalam Base Transceiver Station A688_JEMUNDOMDG. Terjadi congestion pada transmisi site A688_JEMUNDOMDG dimana utilitas pada transmisi telah melebihi kapasitas bandwidth yang disediakan sebesar 100 Mbps sehingga menyebabkan turunnya throughput pada site A688_JEMUNDOMDG.

Setelah didapat hasil analisa untuk masing – masing counter di sisi *Air-Interface*, Hardware, dan transmisi maka proses berikutnya adalah mengimplementasikan metode peningkatan kapasitas *bandwidth* transmisi ke dalam jaringan *existing* pada *Base Transceiver Station* A688_JEMUNDOMDG. Berikut gambar implementasi dari penambahan kapasitas *bandwidth* pada site A688_JEMUNDOMDG.



Gambar 1.7 Sistem Transmisi site A688_JEMUNDOMDG sebelum



Gambar 1.8 Sistem Transmisi site A688_JEMUNDOMDG sesudah

Sehingga transmisi yang diubah untuk melakukan penerapan optimasi transmisi pada site tersebut adalah seperti berikut

- Kabel FE (*Fast Ethernet*) yang terhubung dari MLTN ke RTN SRBY_61257-0007_A688_JEMUNDO_00 yang menghubungkan antara site A688_JEMUNDOMDG dengan site

254C911_Ketegan Taman diubah menjadi kabel GE Electrical
(*Gigabit Ethernet*).

Kabel FE yang terhubung dari RTN SRBY_61257-
0007_A688_JEMUNDO_00 ke RTN SRBY_61257-
0007_A688_JEMUNDO_01 yang menghubungkan site
1801_Sawotratap - A688_JEMUNDOMDG - 254C911_Ketegan Taman
diubah menjadi kabel GE Optical (*Gigabit Ethernet*) dan diubah jalur
koneksinya menjadi dari MLTN ke RTN SRBY_61257-
0007_A688_JEMUNDO_01.



BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

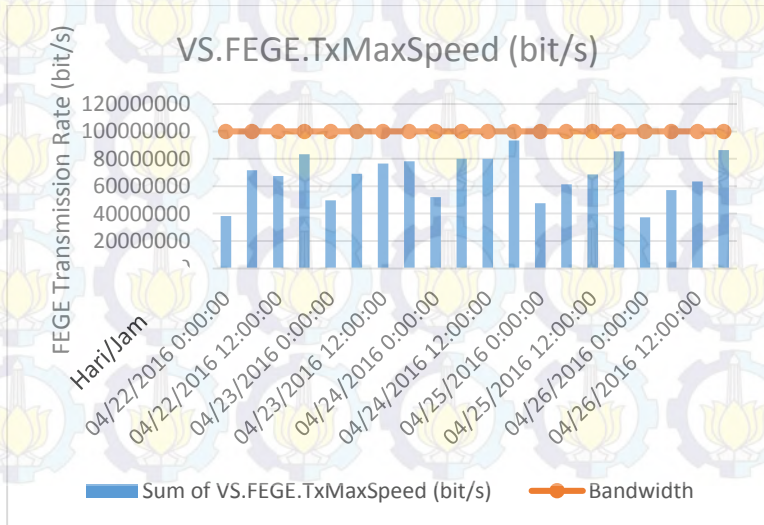
Pada bab ini akan ditampilkan data yang telah diperoleh setelah dilakukan metode peningkatan kapasitas *bandwidth* pada site A688_JEMUNDOMDG. Kemudian dari hasil tersebut dapat dilakukan analisis pengaruh penerapan peningkatan kapasitas transmisi terhadap parameter – parameter performansi jaringan yang mengalami masalah sebelum dilakukan optimasi.

Analisis performansi dilakukan dengan cara membandingkan parameter – parameter performansi yang diperoleh dari jaringan saat keadaan sebelum diterapkan optimasi dengan jaringan yang telah diterapkan metode optimasi peningkatan kapasitas *bandwidth* pada sistem transmisinya. Kemudian dari data – data yang diperoleh tersebut akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan digunakan sebagai dasar untuk penarikan kesimpulan.

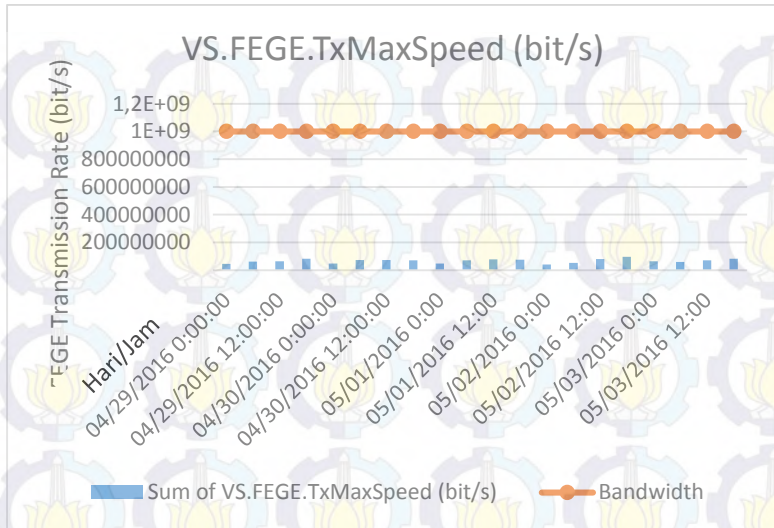
4.1 Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi

Berikut grafik utilitas transmisi sebelum dan setelah dilakukan penambahan kapasitas *bandwidth*. menjadi transmisi *Gigabit Ethernet*.

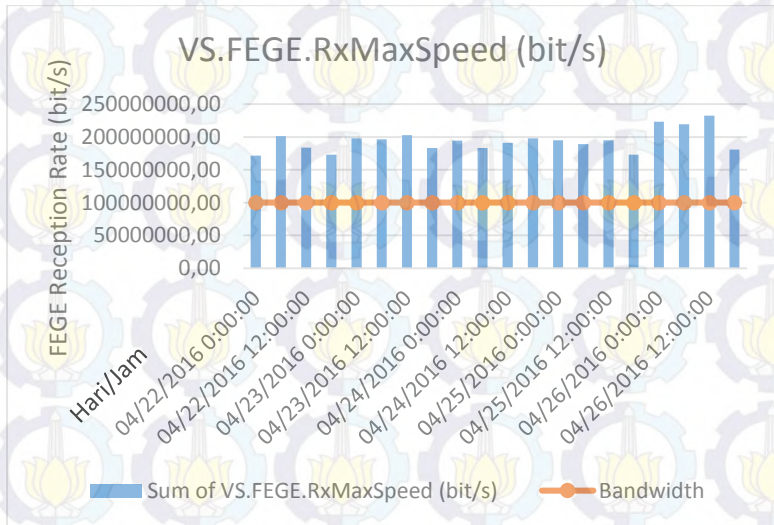
Transmisi FE 1 Sebelum



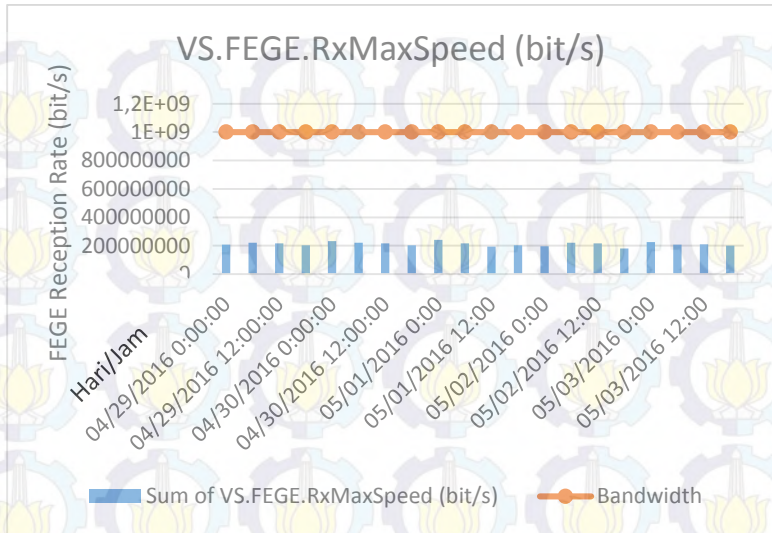
Setelah



Sebelum



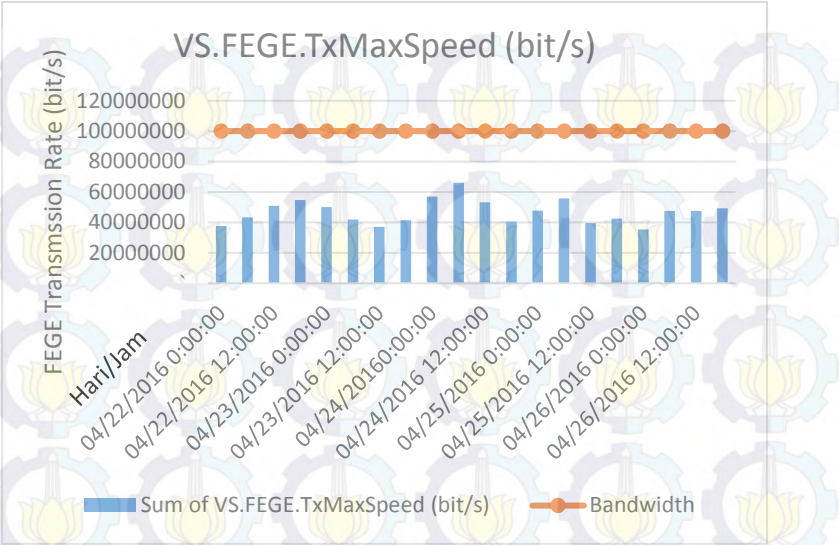
Setelah



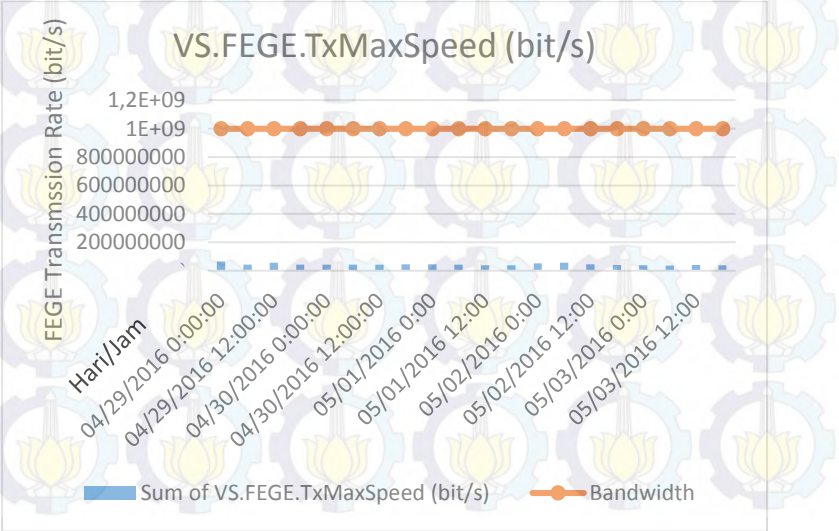
Gambar 4.1 Perbandingan VS.FEGE.Tx/Rx MaxSpeed (bit/s) transmisi FE 1 Jemundo

Setelah dilakukan penambahan kapasitas pada transmisi site A688_JEMUNDOMDG, maka utilitas transmisi FE 1 VS.FEGE.TxMaxSpeed yang sebelumnya mencapai 80% serta utilitas transmisi VS.FEGE.RxMaxSpeed transmisi FE 1 yang sudah melebihi batas telah berkurang menjadi rata-rata 10% pada utilitas transmisi FE 1 VS.FEGE.TxMaxSpeed dan 20% pada utilitas transmisi FE 1 VS.FEGE.RxMaxSpeed.

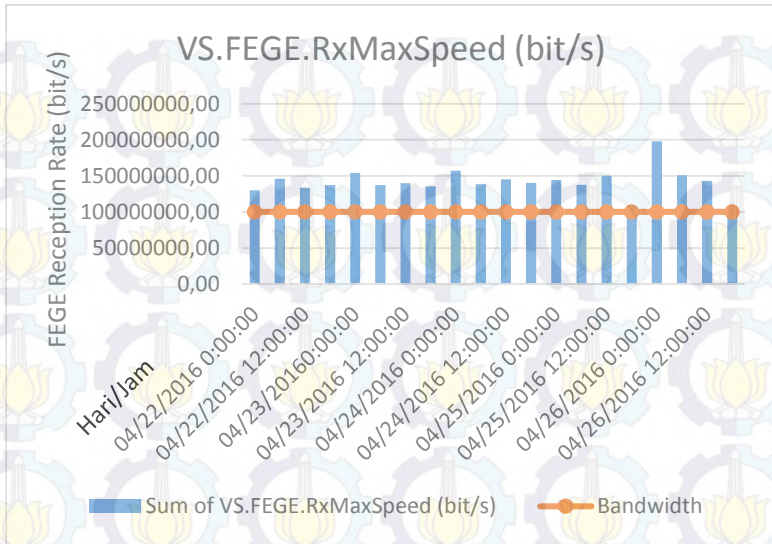
Transmisi FE 2 Sebelum



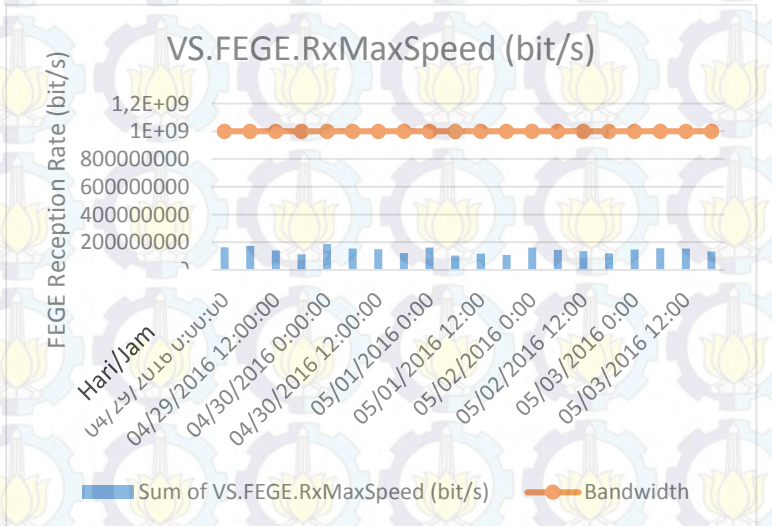
Setelah



Sebelum



Setelah



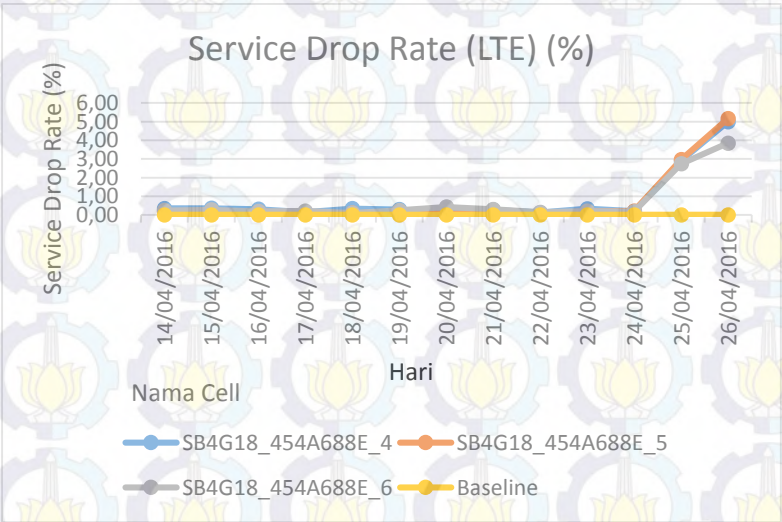
Gambar 4.2 Perbandingan VS.FEGE.Tx/Rx MaxSpeed (bit/s) transmisi FE 2 Jemundo

Setelah dilakukan penambahan kapasitas transmisi, utilitas transmisi FE 2 VS.FEGETxMaxSpeed yang sebelumnya sebesar 55% pada site A688_JEMUNDOMDG, serta utilitas transmisi VS.FEGE.RxMaxSpeed yang sudah melebihi batas telah berkurang menjadi rata-rata 20% pada utilitas transmisi FE 2 VS.FEGE.RxMaxSpeed sehingga tidak lagi terjadi *congestion* pada jalur transmisi.

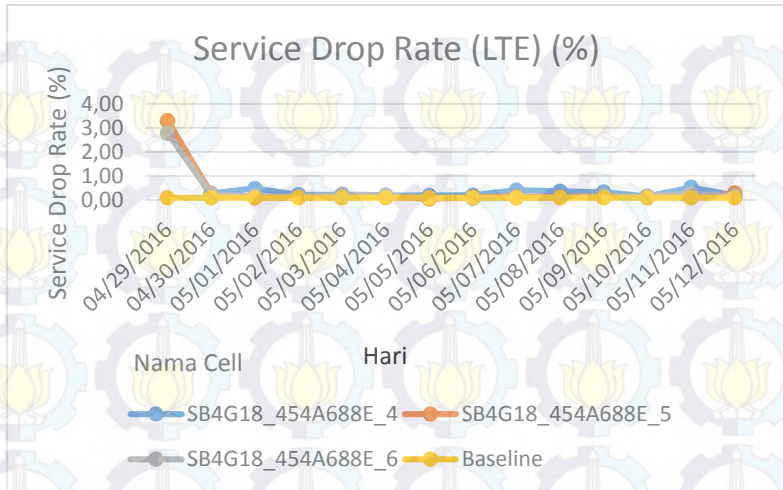
4.2 Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi terhadap Service Drop

Berikut grafik perbandingan antara *service drop* sebelum dan setelah dilakukan optimasi penambahan kapasitas *bandwidth* pada site A688_JEMUNDOMDG.

Sebelum



Setelah



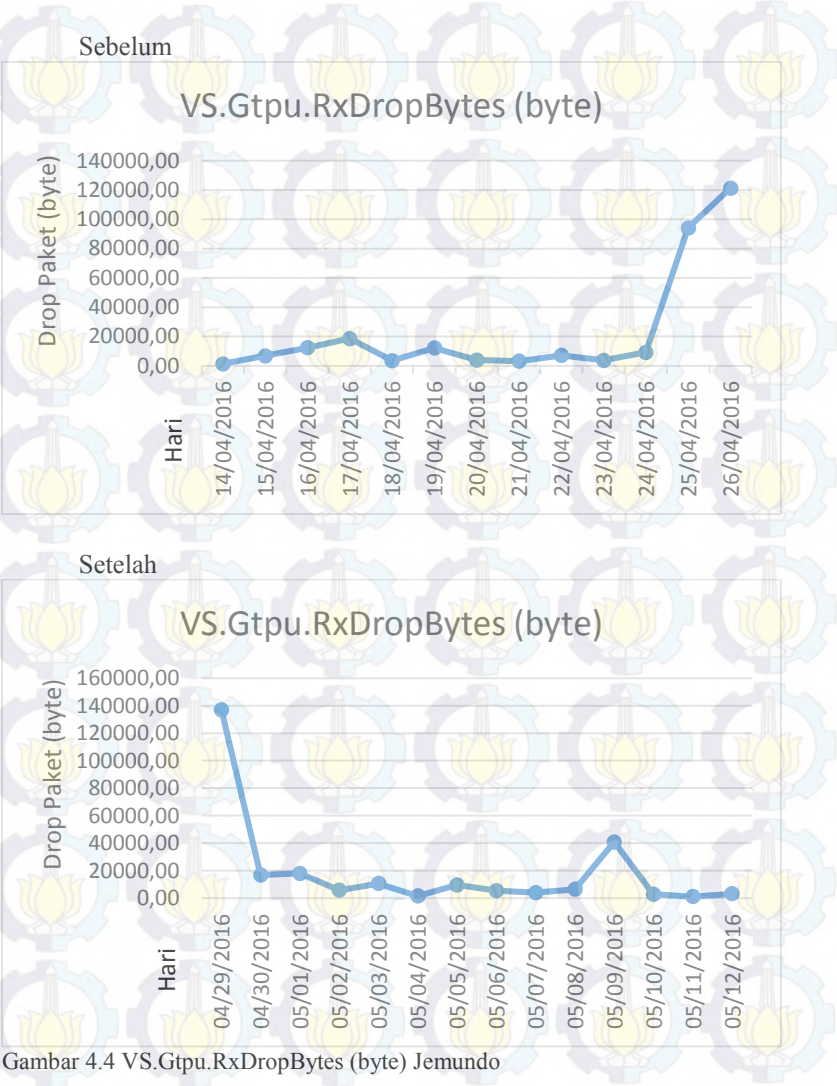
Gambar 4.3 Perbandingan Service Drop Rate (LTE) (%) Jemundo

Dapat dilihat dari data diatas bahwa pengaruh dari penambahan kapasitas transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG terhadap *service drop* sangat besar. Penurunan *service drop* yang terjadi rata-rata dalam tiga sektor dari site tersebut mencapai 90%. Sehingga jalur transmisi yang sudah tidak mengalami *congestion*, peluang *user* untuk tidak mendapat layanan pada kedua site tersebut atau mengalami *service drop* menjadi sangat kecil sehingga *user* dapat menerima layanan dari kedua site tersebut dengan lancar.

4.3 Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi terhadap GTP-U Link

GPRS Tunneling Protocol (GTP) yang bertugas mendefinisikan protokol IP dalam *GPRS core network*. GTP adalah sebuah protokol yang memungkinkan *end user* jaringan GSM atau WCDMA untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain sementara tetap melanjutkan koneksi ke Internet seolah-olah tetap dalam satu lokasi pada *Gateway GPRS Support Node* (GGSN). GTP melakukan fungsinya dengan membawa data subscriber dari subscriber GGSN saat ini ke GGSN yang handle sesi subscriber. Ada 3 bentuk GTP yang digunakan dalam *GPRS core network*, salah satunya adalah GTP-U. Dengan skenario LTE, GGSN berubah menjadi *SAE gateway* (dengan SGSN menjadi

MME). Berikut grafik perbandingan antara utilitas transmisi dengan *GTP-U Link Drop Bytes* pada A688_JEMUNDOMDG.



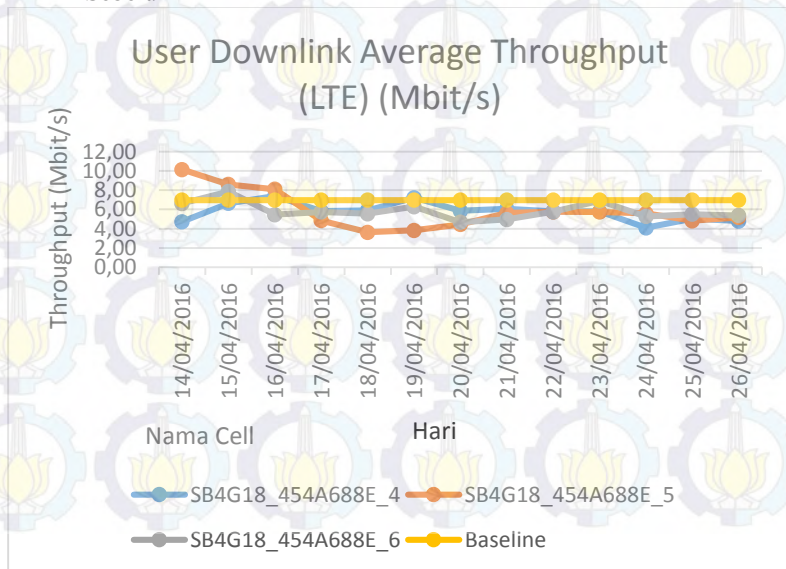
Gambar 4.4 VS.Gtpu.RxDropBytes (byte) Jemundo

Dapat dilihat dari data diatas bahwa pengaruh dari penambahan kapasitas transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG *GTP-U Drop Bytes* sangat besar. Penurunan *GTP-U Drop Bytes* yang terjadi rata-rata dalam tiga sektor dari kedua site tersebut mencapai 85%. Sehingga jalur transmisi yang sudah tidak mengalami *congestion*, jumlah *byte drop* pada layanan site tersebut ketika berpindah dari satu tempat ke tempat lain sementara tetap melanjutkan koneksi ke Internet seolah-olah tetap dalam satu lokasi pada *Gateway GPRS Support Node* (GGSN) atau SGW dalam kasus LTE menjadi sangat kecil sehingga *user* bisa mendapat koneksi internet maupun *call* yang lancar.

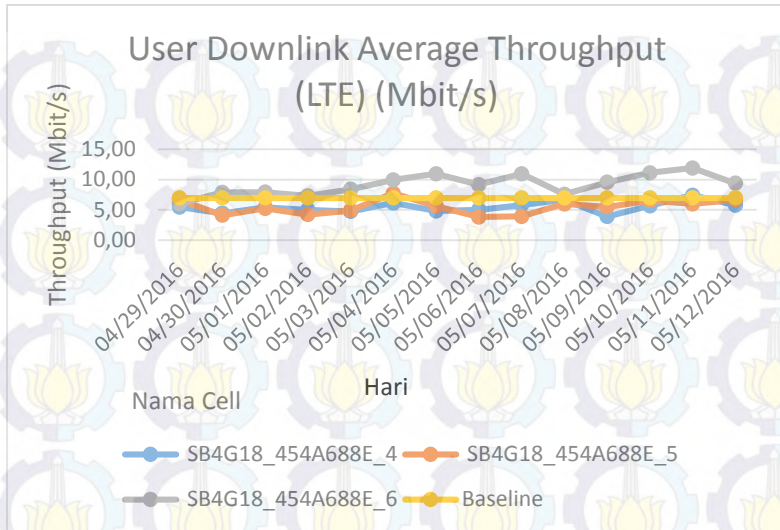
4.4 Analisis Pengaruh Penambahan Kapasitas Transmisi terhadap Throughput

Throughput adalah ukuran dari bit yang berhasil di transfer antar dua media selama periode waktu tertentu. Setelah dilakukan penambahan kapasitas transmisi dimana sebelumnya mengalami *congestion*. Berikut grafik perbandingan antara *throughput* sebelum dan setelah pada site A688_JEMUNDOMDG.

Sebelum



Setelah



Gambar 4.5 Perbandingan Throughput Jemundo

Dapat dilihat dari data diatas bahwa penambahan kapasitas transmisi dari 100 Mbps ke 1 Gbps sehingga tidak terjadi *congestion* mempengaruhi *throughput* pada kedua site tersebut. Terjadi kenaikan pada grafik *throughput* saat sebelum dilakukan optimasi kapasitas dengan saat setelah dilakukan optimasi kapasitas rata-rata sebesar 18%. Maka, metode optimasi penambahan kapasitas transmisi mampu meningkatkan *throughput* pada kedua site tersebut.

BAB 5

KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengambilan data dan melakukan Analisis terhadap data hasil penelitian maka dapat ditarik kesimpulan terkait Analisis pengaruh *utilitas* resource pada *throughput*. Selain itu disertakan pula kendala dan saran terhadap penelitian ini yang dapat digunakan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut diwaktu yang akan datang.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini setelah dilakukan pengukuran dan analisis data dari hasil penambahan kapasitas transmisi pada site **Site A688_JEMUNDOMDG** dan **Site A688_JEMUNDOMDG** adalah:

1. Penambahan kapasitas transmisi yang dilakukan pada site A688_JEMUNDOMDG dimana sebelumnya utilitas transmisi kabel FE 1 FEGE *Tx MaxSpeed* mencapai 80% dan utilitas kabel FE 2 sebesar 55% dari bandwidth yang disediakan sebesar 100 Mbps menjadi 1 Gbps menyebabkan tidak terjadinya *congestion* lagi pada saluran transmisi site A688_JEMUNDOMDG.
2. Penambahan kapasitas transmisi yang dilakukan pada site A688_JEMUNDOMDG dimana sebelumnya utilitas transmisi kabel FE 1 FEGE *Rx MaxSpeed* yang mencapai 200 Mbps dan utilitas kabel FE 2 sebesar 150 Mbps dari bandwidth yang disediakan sebesar 100 Mbps menjadi 1 Gbps menyebabkan tidak terjadinya *congestion* lagi pada saluran transmisi site A688_JEMUNDOMDG
3. Penambahan kapasitas transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG mempengaruhi penurunan tingkat *service drop rate* pada site tersebut sebesar 90%
4. Penambahan kapasitas transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG mempengaruhi penurunan *GTP-U Link Drop Bytes* pada site tersebut sebesar 85%.
5. Penambahan kapasitas transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG mempengaruhi kenaikan *throughput* rata-rata sebesar 18%.

6. Metode optimasi yang efektif untuk masalah transmisi pada site A688_JEMUNDOMDG adalah metode optimasi penambahan kapasitas *bandwidth* pada jalur transmisi site.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan analisis performa *throughput* pada jaringan 4G LTE yaitu:

1. Melakukan perbandingan untuk kombinasi parameter yang lain untuk dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kondisi real jaringan 4G LTE.
2. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk pengaruh parameter desain lainnya terhadap performa jaringan seperti *delay*, perangkat antena yang digunakan, jumlah paket yang diterima, dan daya yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

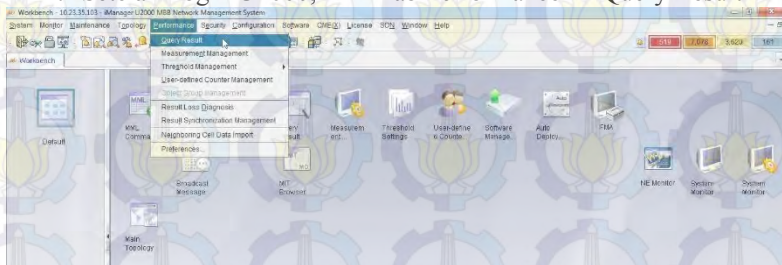
- [1] Mirza, Mochamad, "LTE Technology Overview", Indonesian Telecom Professionals (ITP), Agustus. 2012.
- [2] "eRAN 7.0 KPI Reference", Huawei Technologies Co. Ltd., May. 2015.
- [3] "3900 Base Series Technical Description, Huawei Technologies Co. Ltd., December. 2009.
- [4] "LTE System Principle", Huawei Technologies Co. Ltd., September. 2010.
- [5] "LTE System Interfaces", Huawei Technologies Co. Ltd., September. 2010.
- [6] "MINI LINK TN Technical Description 1/1555-CSH 109 32/1 Rev A 2004-06-08", Ericsson. 2004.
- [7] "OptiX RTN 950 Radio Transmission System V100R005C00 Product Overview", Huawei Technologies Co. Ltd., August. 2012.
- [8] "Optical Fibres, Cables, and Systems", International Telecommunication Union. 2009.
- [9] L. Su, P. Wang and F. Liu, "Particle Swarm Optimization Based Resource Block Allocation Algorithm for Downlink LTE Systems," IEEE, pp. 970-974, 2012.
- [10] 3GPP TSG RAN TR 136.211 V8.7.0, LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channel and Modulation, 2009.

LAMPIRAN

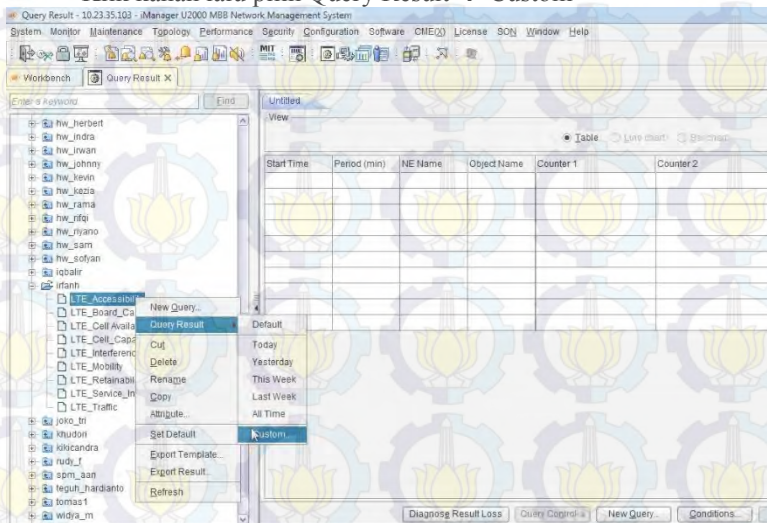
Pengambilan Data KPI

Untuk sistem pengambilan data KPI pada software *iManager* U2000, dapat menggunakan langkah – langkah berikut:

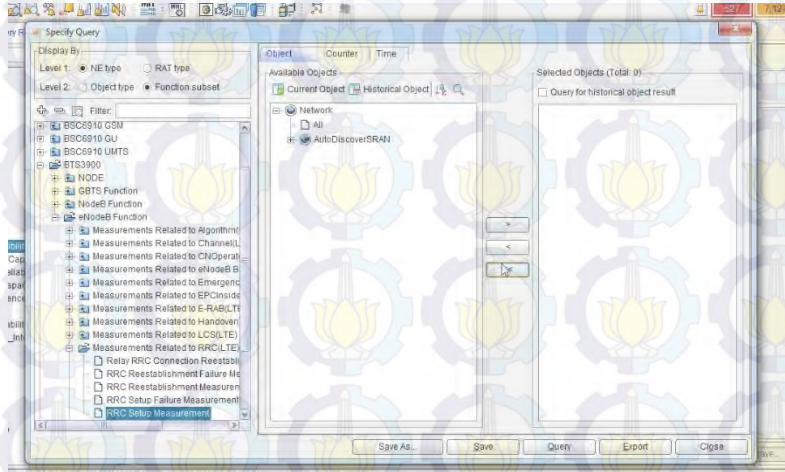
1. Login U200 menggunakan *user* yang diberikan
2. Setelah Login U2000, Klik Tab Performance → Query Result



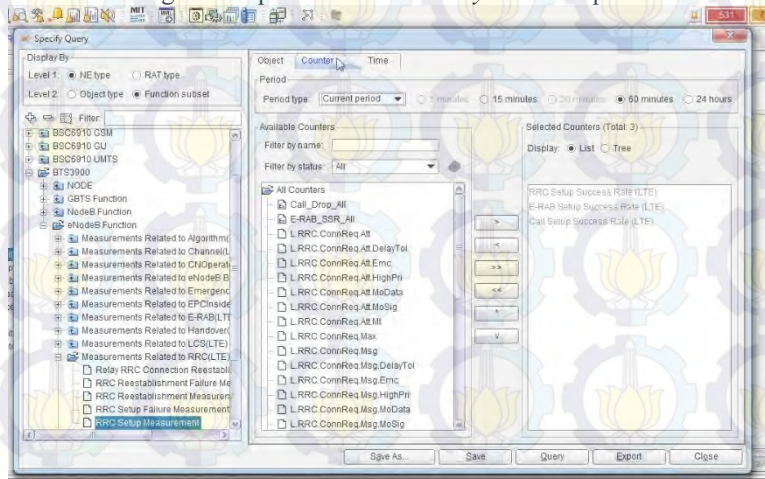
3. Cari User yang diinginkan, lalu pilih counter yang akan digunakan. Klik kanan lalu pilih Query Result → Custom



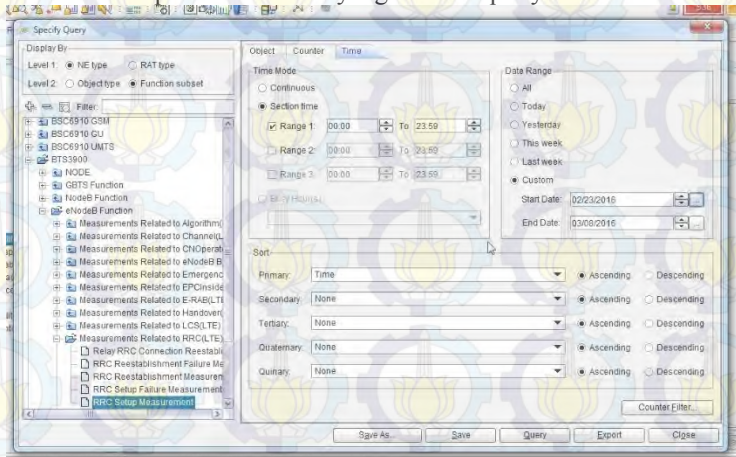
4. Klik Tab Object, lalu pindahkan Object “All” di kolom kanan ke kolom kiri. Setelah itu pindahkan Object “AutoDiscoverSRAN” dari kolom kiri ke kolom kanan.



5. Setelah itu, klik Tab Counter lalu pilih periode waktu pengambilan data yang diinginkan. Dalam Tugas Akhir ini digunakan periode waktu *hourly* atau setiap 60 menit.



- Setelah itu klik Tab Time, lalu pilih Time Mode ke Section time dan centang “Range 1” dengan waktu 00.00 – 23.59. Kemudian Atur Date Range nya menjadi dalam rentang waktu 2 minggu dari waktu saat ini hingga saat ini. Setelah itu klik Query untuk menampilkan hasil data yang telah di-query.



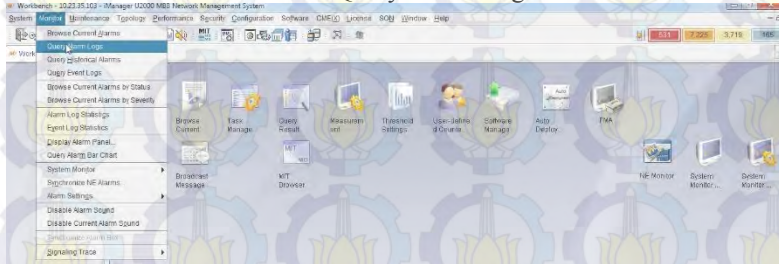
- Kemudian jika semua pengaturan sudah fix, maka lanjutkan dengan klik Save lalu atur tempat penyimpanan yang diinginkan pada PC serta atur format file yang akan disimpan menjadi format excel (.xlsx)



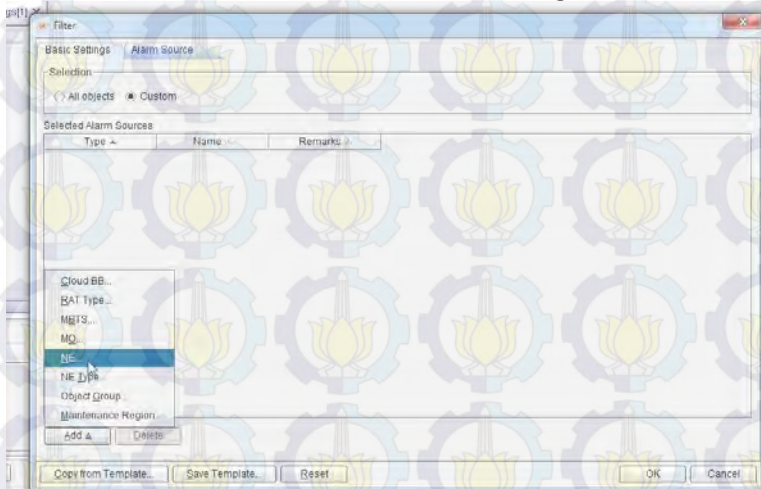
Pengambilan Data Log Alarm

Untuk sistem pengambilan data *log alarm* pada software *iManager* U2000, dapat menggunakan langkah – langkah berikut:

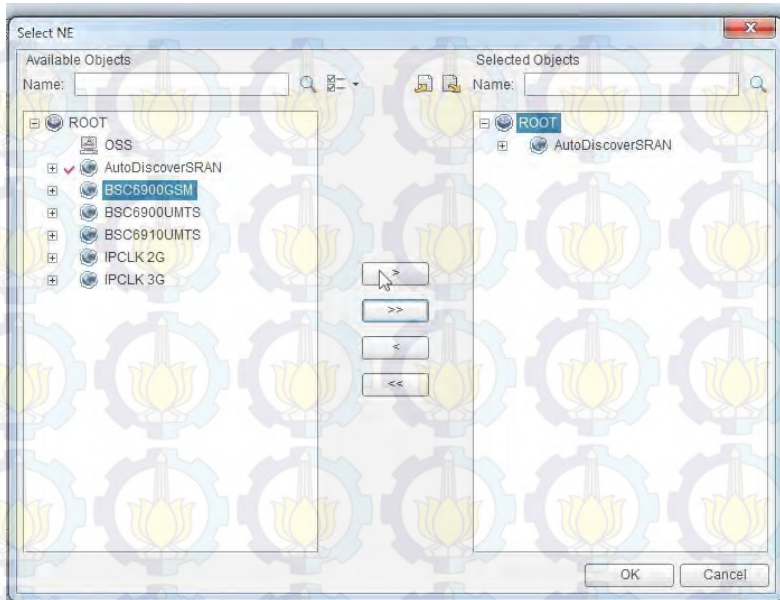
1. Klik Tab Monitor → Query Alarm Logs



2. Klik Tab Alarm Source, lalu klik Add dan pilih NE

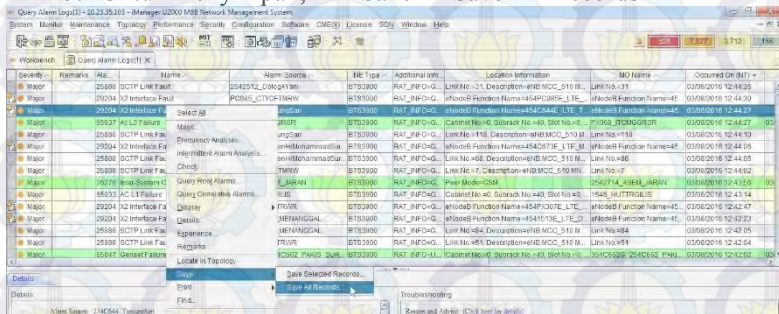


3. Pindahkan AutoDiscoverSRAN dari kolom kiri ke kolom kanan



4. Masuk Basic Settings, lalu atur Start time dan End time nya. Sisanya ikuti seperti gambar

5. Untuk menyimpan, klik Save → Save All Records



Query Alarm Log(11 - 102335103 - Manager User M008 Network Management System)

System Monitor Performance Configuration Database Call Log License SCG Upgrade Info

View Records Query Alarm Log(11 - X

Severity	Remarks	Risk	Name	Alarm Status	NE Type	Additional Info	Location Information	MO Name	Occurred On (MM/DD)
Major	25683 SCCTP Link Fault	High	2542912_Dongguan	NT33900	RAT_RPT-G...	Link Ne-437, Description=whcRMC2_510 M...	Link Ne-431		03/03/2016 12:44:25
Major	25684 SCCTP Interface Fault	High	PC085_CTCTPCHN02	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:44:30
Major	25684 SCCTP Interface Fault	High	2540344_Fangjingshan	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:44:37
Major	45027 SCCTP Link Fault	High	PC085_CTCTPCHN02	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:44:37
Major	25683 SCCTP Link Fault	High	2542914_Zhenyuan	NT33900	RAT_RPT-G...	Link Ne-415, Description=whcRMC2_510 M...	Link Ne-415		03/03/2016 12:44:49
Major	25684 SCCTP Interface Fault	High	2540373_MajunheKohammadpur...	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:44:56
Major	25683 SCCTP Link Fault	High	PC085_CTCTPCHN02	NT33900	RAT_RPT-G...	Link Ne-468, Description=whcRMC2_510 M...	Link Ne-468		03/03/2016 12:44:05
Major	25683 SCCTP Link Fault	High	PC085_CTCTPCHN02	NT33900	RAT_RPT-G...	Link Ne-467, Description=whcRMC2_510 M...	Link Ne-467		03/03/2016 12:44:02
Major	25679 MGR System Communication Fa...	High	2542914_Zhenyuan	NT33900	RAT_RPT-G...	Link Ne-415, Description=whcRMC2_510 M...	Link Ne-415		03/03/2016 12:43:59
Major	45023 SCCTP Link Fault	High	1546_HUTU7GLD	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:42:54
Major	25684 SCCTP Interface Fault	High	2540373_MajunheKohammadpur...	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:42:47
Major	25684 SCCTP Interface Fault	High	1513_DKXN-L3	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:42:01
Major	25683 SCCTP Link Fault	High	1513_DKXN-L3	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:42:05
Major	25683 SCCTP Link Fault	High	2540373_MajunheKohammadpur...	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:42:04
Major	SCCTP Link Fault	High	SCCTP Link Fault	NT33900	RAT_RPT-G...	WhcNode Function Name=454RMC085_LTE...	WhcNode Function Name=45...		03/03/2016 12:42:02

Which part of records do you want to save?

Click Yes to save only the records displayed in the current web page.

Click No to save all the records that meet the conditions.

Click Cancel to exit.

Yes No Cancel

Details

Confirm

Which part of records do you want to save?

Click Yes to save only the records displayed in the current window.

Click No to save all the records that meet the conditions.

Click Cancel to exit.

Yes No Cancel

BIOGRAFI PENULIS



Bima Bramantiya Putra lahir di kota Surabaya pada tanggal 9 Mei 1995. Penulis mengenyam pendidikan dasar di Surabaya, SMPN 1 Surabaya dan SMAN 5 Surabaya sebelum akhirnya memutuskan untuk melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis mengambil jurusan teknik elektro dan fokus pada bidang studi telekomunikasi multimedia. Selama aktif berkuliah di ITS, penulis mengikuti beberapa kepanitiaan mahasiswa. Pengalaman akademik dan aktivitas laboratorium sebagai asisten laboratorium Jaringan Telekomunikasi B.301 juga turut berkontribusi dalam mengembangkan kemampuan penulis selama berada di ITS.