

LAPORAN
PRAKTIK KERJA INDUSTRI
DI PT. INDUSTRI TELEKOMUNIKASI INDONESIA (PERSERO)

diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan ujian sekolah
Tahun Pelajaran 2014/2015



NAMA : YOKA PUJIAWAN :121310430

NAMA : SAMSUDIN :121310422

DINAS PENDIDIKAN KEBUDAYAAN PEMUDA DAN OLAH RAGA

SMK NEGERI 1 PADAHERANG

Jalan Raya Padaherang Km. 1 Telp. (0265)655621 PADAHERANG 46384

E-mail : smkn_padaherang@yahoo.co.id

Website : www.smkn1padaherang.sch.id

2014

LEMBARAN PERSETUJUAN

Analisis perangkat radio sagem Link-F

Laporan ini telah Disetujui dan disahkan sebagai hasil praktek kerja industri

Di PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (persero)

Yang Dilaksanakan pada

Devinisi Celco Produksi dan purna jual Bagian Repair dan Produksi

Bandung, 23 september 2014

Kepala Urusan Repair

Pembimbing Lapangan

Agus Kosasih
NIP.198712172

Azis Tambunan
OS. 7000589

Mengetahui,
Kepala Bagian Repair

Djuhartono
NIP. 199411084

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN
PRAKTIK KERJA INDUSTRI
DI PT. INDUSTRI TELEKOMUNIKASI INDONESIA (PERSERO)

Disahkan di : Smk Negeri 1 Padaherang

Tanggal : 01 Oktober 2014

Kepala SMKN 1 PADAHERANG

Drs. Dede Tarlana, M.M.
NIP. 19640114 198901 1 009

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rosul kita tercinta Nabi Muhammad SAW, dan pengikutnya sampai akhir zaman.

Laporan praktik industri yang berjudul “Analisis Perangkat Radio Sagem Link-F” disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan praktik industri, konsentrasi elektronika komunikasi, jurusan teknik elektronika industri di SMKN 1 Padaherang.

Selesainya penyusunan laporan praktik industri ini, tidak lepas dari dukungan, bantuan, dorongan serta bimbingan baik yang berupa moril maupun materil dari berbagai pihak yang penulis terima baik yang secara langsung maupun tidak langsung selama melakukan penyusunan laporan ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Praktik Industri dan Laporan Praktik Industri ini di PT.INTI.
2. Bapa Kasnanta Suwita ,selaku keteua urusan Diklat di PT .INTI.
3. Bapak Oscar Satriana ,S.Kom selaku ketua jurusan pendidikan teknik elektronika industri
4. Bapak Dr.Oo Kosidin ,M.M . selaku kordinatoor Praktik Industri pada jurusan Teknik Elektronika Industri .
5. Bapak Agus Kosasih A.K selaku pembimbing lapangan di PT. INTI yang telah meberikan bayak ilmuu dan bimbingan yang berharga kepada penulis .
6. Bapak Dadan Darmawan , S.Kom selaku pembimbing Praktik Industri ,yang telah memberikan masukan ,motivasi , serta bimbingan proyek ini .
7. Bapak Dodi Sutowo ,Azis Tambunan selaku pembimbing lapangan.

8. Rekan –rekan peserta praktik industri di PT INTI,khususnya pada bagian Repair produksi yang telah bekerja sama dengan penulis.
9. Rekan-rekan di jurusan pendidikan TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI yang telah member semangat kepada penulis.
10. Dan semua pihak yang tidak bisa di sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda atas kebaikan dan bantuan yang telah di berikan kepada penulis selama penyusunan laporan praktik industri ini. semoga laporan ini bisa memberikan manfaat kepada penulis khususnya,dan pembaca pada umumnya

Akhir kata, dalam penyusunan laporan praktik industri ini tidak lepas dari segala kekurangan. Oleh karena itu, kelompok kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan penulis dalam penyusunan laporan ini.

Bandung, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	
1.2 Tujuan dan Manfaat	
1.3 Ruang Lingkup Bahasan	
1.4 Metode Pengumpulan Data	
1.5 Waktu dan Tempat Kerja Praktek	
 BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN	
2.1 Sejarah Berdirinya PT. INTI	
2.2 Visi Perusahaan	
2.3 Misi Perusahaan	
2.4 Strategi Perusahaan	
2.5 Struktur Organisasi	
 BAB III STUDI PUSTAKA	
3.1 Dasar Transmisi	
3.2 Konsep Dasar Operasi Sistem Komunikasi Radio Gelombang Mikro....	

3.3 Power Link Budged	
3.3.1 Modulasi QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)	
3.3.2 QAM (Quadrature Amplitude Modulation)	
3.4 SAGEM RADIO LINK F PILOT	
3.4.1 Deskripsi Perangkat SAGEM Radio Link F	
3.4.2 Cara Kerja Perangkat SAGEM Radio Link F Pilot	
BAB IV HASIL PENGAMATAN OBJEK DI LAPANGAN	
4.1 Penggunaan Radio Frekuensi	
4.2 Instalasi Perangkat SAGEM Radio Link-F Versi 2	
4.2.1 Instalasi Perangkat IDU	
4.2.2 Instalasi Antena	
4.2.3 Instalasi Perangkat ODU	
4.2.4 Pointing	
4.3 Konfigurasi Software SAGEM LINK F V2 PILOT	
4.4 Pengukuran BER (Bit Error Rate)	
4.5 Teknik Reparasi pada Perangkat SAGEM	
4.5.1 Alarm	
4.6 Reparasi Perangkat IDU	
4.6.1 Analisa Kerusakan pada Perangkat SAGEM Radio link F	
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	

5.2 Saran

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Majunya peradaban manusia menyebabkan kebutuhan akan teknologi menjadi terus berkembang, khususnya pada teknologi komunikasi. Teknologi Komunikasi menjadi krusial pada era globalisasi ini. Berkembangnya telekomunikasi menyebabkan dunia seperti ada genggamannya karena kita dapat berkomunikasi bahkan kepada orang-orang di tempat yang berada sangat jauh dari tempat kita berada.

Salah satu teknologi telekomunikasi yang berkembang pesat di masyarakat dunia adalah teknologi seluler, memungkinkan manusia dapat berkomunikasi jarak jauh tanpa kabel dengan manusia lainnya baik dalam bentuk panggilan telepon, sms, bahkan paket data.

Untuk menunjang komunikasi seluler tersebut, diperlukan Base Transceiver Station (BTS) sebagai pemancar sinyal *handphone* yang berasal dari *handphone* kemudian di hubungkan dengan BTS-BTS lainnya untuk kemudian di hubungkan dengan *handphone* dengan user lainnya dan untuk kemudian bisa melakukan komunikasi dua arah.

SAGEM Link F merupakan salah satu jenis perangkat transmisi, sehingga dalam instalasinya dapat dipilih frekuensi seperti apa yang sesuai.

Berangkat dari pokok persoalan yang telah di paparkan, penulis mencoba menulis laporan praktik industri dengan judul "*Analisis Instalasi Reparasi Perangkat Radio SAGEM Link F*".

1.2 Tujuan dan Manfaat

1. Mengetahui cara kerja perangkat **SAGEM Link F**.
2. Mengetahui dan dapat menjelaskan cara instalasi dan reparasi perangkat radio **SAGEM link F**.

1.3 Rung Lingkup Bahasa

Mengingat banyaknya cakupan yang di batasi dalam system komunikasi radio ini, penulis memilih dan mengupas inti-inti permasalahan secara lebih objektif dan terarah. Untuk itu penulisan membatasi pembahasan sebagai berikut :

1. Perangkat sistem komunikasi radio yang dibahas adalah merk SAGEM Link F.
2. Fokus terhadap bagian-bagian penting, cara kerja, dan teknik reparasi perangkat radio SAGEM Link F .

1.4 Metode Pengumpulan Data

1. Observasi di lapangan

Meliputi berbagai pengamatan penulis mengenai perangkat SAGEM Link F pada tempat praktik industri beserta cara instalasi dan reparasinya.

2. Studi pustaka

Meliputi berbagai referensi penulis dalam mencari teori pendukung dari hasil observasi lapangan.

3. Pelatihan

Meliputi berbagai kegiatan penulis pada praktik industri yang telah dilaksanakan, seperti turut melakukan kegiatan instalasi dan reparasi perangkat radio SAGEM Link F.

4.1 Waktu Dan Tempat Praktik Industri

Waktu : 24 Juni-14 September 2014

Tempat : PT. Industri Telekomunikasi Indonesia (INTI) Persero

BAB II

DATA UMUM PERUSAHAN

2.1. Sejarah dan Perkembangan PT.INTI

PT.INTI Bergerak di bidang industri telekomunikasi. Sejak pertama kali

Berdiri hingga sampai sekarang ,PT.INTI mengalami banyak tahapan perkembangan dan tahapan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

2.1.1. Periode Sebelum Tahun 1945

Awal perkembangan yaitu pada Tahun 1926, Dimana saat itu didirikan laboratorium radio dan pusat perlengkapan radio

2.1.2. periode tahun 1945-1960

Setelah perang dunia terakhir, lab. radio di tingkatkan menjadi laboratorium telekomunikasi yang mencakup segala bidang telekomunikasi, yaitu telephon, telegraf, dan radio

2.1.3. periode tahun 1960-1969

Berdasarkan peraturan pemerintah PP.No 240 tahun 1961, maka jawatan pos, telephon dan telegraf diubah status hukumnya menjadi perusahaan Negara pos dan telekomunikasi (PN. Postel). kemudian dengan PP.No.300 tahun 1965 di dirikan PN.telekomunikasi yang berasal dari PN.Postel. sebagai tindak lanjut kebijakan ini, maka bagian penelitian dan perlengkapan itu terpisah dalam struktur PN.Postel.

2.1.4. pada tanggal 26 mei 1966

Dilakukan pendatang kerjasama antar PN.Telekomunikasi dengan Siemens AG yang pelaksanaannya di bebaskan lembaga penelitian dan maka akhirnya didirikanlah pabrik LPP Postel pada tanggal 17 februari 1968. periode 1969-1989

Tanggal 1-3 oktober 1970, diadakan rapat Pos dan telekomunikasi di Jakarta. Rapat itu memutuskan bahwa dalam jangka waktu 4 bulan LIPPI Postel mempersiapkan diri untuk berdiri sendiri

Pada tanggal 22 juni 1973 pada badan LIPPI Postel, presiden meremiskan Badan Industri Telekomunikasi. Di tahun yang sama struktur LIPPI Postel di ubah menjadi lembaga penelitian dan pengembangan postel. hal ini di anggap lebih tepat apabila industri tersebut di tetapkan sebagai proyek industri

telekomunikasi dengan pimpinan bapak Ir.M.Yunus.pada tahun 1984 dengan keputusan presiden No.59 tahun 1984,PT INTI menjadi salah satu dari jajaran industri yang strategis.

2.1.5.periode tahun 1989 dan masa selanjutnya

Di tahun ini di dirikan pabrik PCB yang merupakan pabrik PCB terbesar di Indonesia.tahun 2002 PT.INTI melakukan restrukturasi untuk memangkas. Bentuk inefisiensi.Restrukturasi ini adalah bagian dari konsolidasi.dan tahun 2003-2004 PT.INTI memasuki tahap revitalisasi bisnis,dan di tahun 2005-2006 PT.INTI mengalami tahap perubahan.

2.2.Maksud Dan Tujuan Berdirinya PT.INTI

2.2.1.Sasaran PT.INTI

PT.INTI memiliki sasaran-sasaran sebagai berikut:

- Pembinaan perusahaan dan industri secara teknis operasional oleh departemen parpostel sangat di perlukan.
- Meningkatkan industri nasional dan membantu pemerintah dalam pertumbuhan industri.
- Member kesempatan kerja bagi seluruh masyarakat
- Meningkatkan kemampuan perusahaan untuk tumbuh dan berkembang dengan kekuatan sendiri menjadi sumber devisa bagi kemajuan Negara.

2.4.Strategi

Strategi PT.INTI (persero) dalam menumbuhkan usahanya ialah focus pada bidang jasa pelayan infokom dengan penekanan pada integrasi sistem dan tehknologi infokom (ISTI)

2.4.1.Sifat Dan Cakupan Kegiatan

Telekomunikasi yang di kelompokkan 4 bidang usaha,yaitu:

- Jaringan Telekomunikasi tetap (JTT)
- Jaringan telekomunikasi seluler (JTS)
- Jaringan telekomunikasi privat (JTP)
- Jasa integrasi tehknologi (JIT)

Dalam masa 3 tahun mendatang di mana tekanan persaingan global semakin kuat, PT.INTI (persero) akan lebih memokuskan pada kopetensi bidang jasa enggenering dengan produk perangkat keras yang di out source ke vendor global yang kompetitif. Jasa enggenering yang akan di tekuni oleh PT.INTI (persero) meliputi:

2.4.2.sistem infokom

- a) Manajemen jaringan
- b) Pengembangan perangkat lunak dan keras
- c) Optimalisasi jaringan
- d) Solusi teknologi informasi
 - a. Integrasi teknologi
 - b. Manajemen proyek pembangunan
 - c. Desain jaringan (tetap dan nirkabel)
 - d. Integrasi logistik berbasis pengetahuan
 - e. Integrasi sistem komunikasi
 - f. Penyedia jasa aplikasi

Selain itu sesuai kebutuhan pengguna PT.INTI (persero) juga menyiapkan diri untuk penyedia solusi total infokom termasuk mencari penyelesaian permasalahan pendanaan yang di hadapi konsumen.

2.4.3.Komposisi Penunjang PT.INTI

Komposisi penjualan PT.INTI (persero) -2004 (unaudited)

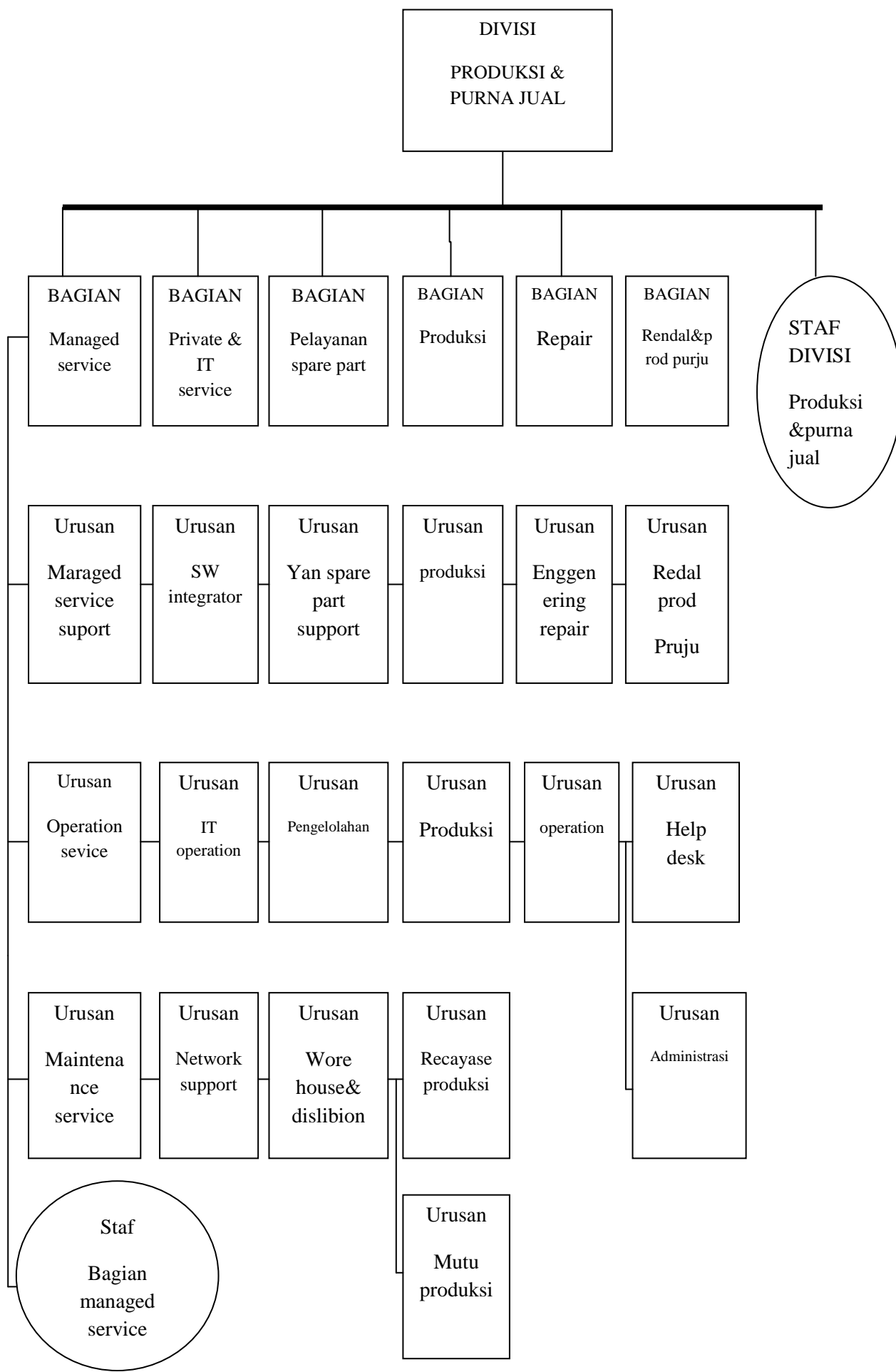
- 1) Bidang JTT (jaringan Telekomunikasi Tetap) Rp.445,46 M
- 2) Bidang JTS (jaringan Telekomunikasi seluler)Rp.270,88 M
- 3) Bidang JIT (jaringan Telekomunikasi teknologi)Rp.37 M

Table 2.4.4 produk,pasar,kopetensi PT.INTI (persero)

PRODUK	PASAR	KOMPETENSI
Jaringan Telekomunikasi Tetap (JTT)	Operator Telekomunikasi Tetap	Integrasi sistem 1. Jaringan tetap 2. Bandwidth sempit Dan bandwidnth Lebar

Jaringan Telekomunikasi Seluler (JTS)	Operator Telekomunikasi Seluler	Integrasi sistem <ol style="list-style-type: none"> 1. Jaringan seluler 2. Bandwidnth dan Bandwindnth lebar
---------------------------------------	---------------------------------	---

2.5.Struktur Organisasi PT.INTI



2.6.Tanggung Jawab Organisasi PT.INTI

PT.INTI (Persero) diwajibkan oleh pemerintah untuk membangun dan mengembangkan usaha kecil dan koperasi .Dana yang dibutuhkan untuk melaksanakan program ini diambil dari laba bersih perusahaan dengan persetujuan pemegang saham .Selain itu perusahaan juga melakukan pembinaan sosial maupun ekonomi kepada masyarakat di lingkungan perusahaan serta kepada keluarga karyawan dan pensiunan .

2.7.Langkah-Langkah Sosial PT.INTI

Focus utama PT.INTI (Persero) adalah mengentisasikan usaha untuk meningkatkan penjualan pada bidang telekomunikasi yang masih merupakan pendapatan utama perusahaan periode ini .Usaha percepatan akan dilakukan bidang IT (Information Teknologi dan perkuat basis kompetensi di bidang IT yang dilakukan di periode ini diharap menjadi andalan pada periode berikutnya .

Pada bidang bisnis yang mengalami tekanan persaingan global yang keras,PT.INTI (persero) yang akan memposisikan sebagai dari value chain perusahaan multinasional company (MNC). PT.INTI (persero) akan membangun kemitran dengan perusahaan MNC berdasar kekuatan jasa engineering yang dimiliki. Sedangkan pada bisnis yang tekanan persaingan globalnya tidak keras ,PT.INTI (persero) tetap bertahan,baik sebagai total solution provider maupun pemasok produk dan jasa engineering yang sesuai kebutuhan spesifikasi dari masing-masing pengguna.

Pada tahun 2005 , PT.INTI (persero) melakukan perubahan mendasar pada orientasi bisnisnya dengan kerja strategi yang disebut dengan catur program 2005 untuk menunjang PKAP dan RJPP. Program strategi tersebut antara lain:

- Program kemandirian secara langsung yang dilakukan oleh SBU yang sudah dibentuk oleh proyek-proyek KITNAS, forum pesona, TBCA, SAGEM, TBCA ASB, network management tools

BAB III

STUDI PUSTAKA

3.2 SAGEM LINK F PILOT

SAGEM LINK F adalah sistem digital radio relay yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pasar akan jaringan tanpa kabel untuk koneksi jarak dekat atau jarak medium dengan cara point to point link. (gambar)

SAGEM LINK F tersedia dalam 2 konfigurasi, yaitu konfigurasi unprotected 1+0 dan konfigurasi protected 1+1 (mute hot standby, space diversity, frequency diversity).

SAGEM LINK F yang memiliki konfigurasi unprotected dan protected dibangun dengan perangkat dasar yang sama, diantara lain adalah :

- IDU, yang di dalamnya terdapat user interfaces, microprocessor, multiplekser, demultiplekser.
- Cable interfaces module, yang di dalamnya terdapat DC Power supply, modem, dan interfaces untuk kabel ODU.
- ODU, yang di dalamnya terdapat interface untuk kabel IDU dan sirkuit RF (sintesiser, transmitter, dan receiver).

Dalam sistem komunikasi BTS, perangkat IDU dan ODU merupakan komponen yang sangat penting terutama dalam penransmisian data pada sistem komunikasi seluler.

Deskripsi Perangkat IDU

IDU atau InDoor Unit adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk menerima data dari BTS, kemudian mengubah data tersebut dengan cara coding unttuk selanjutnya dihubungkan ke perangkat ODU untuk di transmisikan. IDU biasa disimpan di gardu panel bawah tower BTS.

IDU memiliki beberapa bagian diantara lain :

1. Power Supply

Power Supply untuk IDU berfungsi untuk memberikan tegangan kepada IDU dan ODU agar bisa bekerja . tegangan yang digunakan adalah 48 volt. Power Supply pada perangkat IDU memiliki 3 pin, 1 pin paling kiri untuk 48 volt, pin yang di tengah untuk 0 VDC, dan 1 pin paling kanan untuk Ground.

2. Port RS 232 (female)

Port RS 232 ini berfungsi sebagai interface untuk mengontrol IDU ke PC atau computer menggunakan software yang bernama **SLF (Sagem Link Filot)** khususnya bagi IDU merk SAGEM. Port ini juga berfungsi untuk test link antara ODU yang satu dengan ODU yang lainnya. Selain itu, port RS 232 ini berfungsi untuk mengetahui berapa IP address dari perangkat IDU yang sedang kita kontrol (untuk IDU versi 2).

3. Port RJ 11

Port ini berfungsi sebagai penghubung melalui kabel LAN untuk test link antara ODU yang satu dengan yang lainnya melalui software SLF.

4. Alarm

Alarm pada IDU SAGEM ini ada 4, yaitu **maint, mus, trib, dan cost.**

5. Port LAN

Port LAN pada IDU SAGEM ini berjumlah 4 buah, dan berfungsi untuk test fungsi pada perangkat IDU dan ODU.

6. 4 port tributary

Tributary berfungsi sebagai pengkonverter data yang akan diolah ke dalam IDU. Ada 4 port tributary yang masing-masing memiliki kapasitas 2 E1. E1 adalah sebuah besaran data, satu E1 setara dengan 2 Mbyte.

Deskripsi Cable Interface Modul (CIM)

CIM adalah suatu perangkat yang dihubungkan di dalam IDU yang berfungsi sebagai modulator atau demodulator dari sinyal frekuensi yang telah dioleh didalam IDU untuk kemudian disalurkan ke ODU untuk di transmisikan. Jumlah CIM dalam suatu IDU adalah sebanyak satu atau dua buah, tergantung dari setting konfigurasi IDU tersebut. IDU bisa dikonfigurasi menjadi konfigurasi 1+0 ataupun 1+1.

Jenis modulasi yang dilakukan oleh CIM ada dua buah, dan jenis tersebut tergantung dari banyaknya data.

- Modulasi QPSK. Untuk IDU Sagem Link Fillot versi 1, modulasi QPSK yang bisa dilakukan sebanyak 2, 4, 8, dan 16 E1. Sedangkan untuk IDU Sagem Link Fillot adalah modulasi 2, 4, 8, dan 17 E1.
- Modulasi 16 QAM. Untuk IDU Sagem Link F versi 1, modulasi yang bisa dilakukan adalah untuk data sebesar 8 dan E1, sedangkan untuk versi 2 adalah 8, 17, dan 34 E1.

DESKRIPSI PERANGKAT ODU

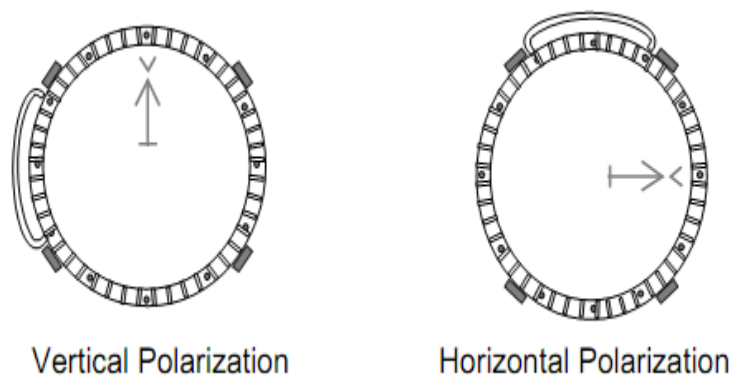
ODU atau *Outdoor Unit* adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mentransmisikan atau menerima data berupa frekuensi yang telah dimodulasi dengan frekuensi tertentu pada sebuah BTS dari atau kepada perangkat ODU di BTS lain.

Transmitter ODU pada perangkat SAGEM Link F memiliki frekuensi kerja 7-38 GHz. ODU SAGEM Link F menyediakan band frekuensi dan subfrekuensi yang dapat kita lihat pada table 3.1

Tabel 3.1 Band Frekuensi dan SUB Frekuensi ODU

Frekuensi	Band	Tx – Rx <i>Spacing</i>
7 GHz		

Polarisasi pada perangkat ODU berjumlah dua jenis, yaitu polaritas vertical (*vertical polarization*) juga polaritas horizontal (*horizontal polarization*). Tampilan dari setting *vertical polarization* dan juga *horizontal polarization* dapat dilihat pada gambar 3.2

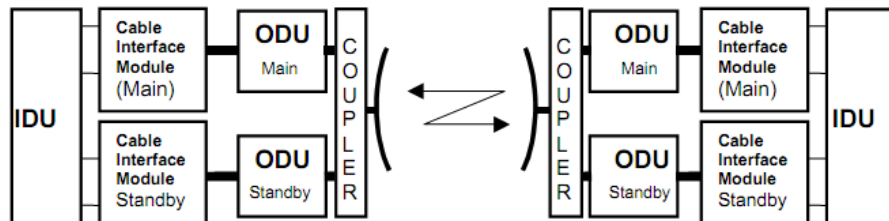


Gambar 3.2 Vertical Polarization dan Horizontal Polarization

Pemasangan ODU terbagi menjadi dua konfigurasi, yaitu konfigurasi 1+0 dan konfigurasi 1+1. Konfigurasi 1+1 digunakan untuk optimalisasi perangkat radio SAGEM link F atau sebagai *backup* apabila salah satu ODU rusak.

Kemudian konfigurasi 1+1 terbagi kembali menjadi 4 *link* polaritas, antara lain adalah :

a. SAGEM Link F 1+1 HSB (*Hot Standby*) Configuration

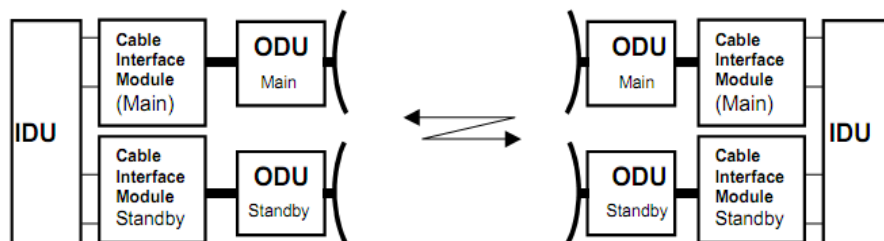


Gambar 3.3 SAGEM Link F 1+1 HSB Configuration

Konfigurasi *Hot Standby* ini, setiap perangkat SAGEM Link F menggunakan sebuah CIM utama, CIM *Standby*, sebuah ODU utama dan ODU *standby*. Hal ini bertujuan agar ODU *standby* dapat melakukan *backup* tugas ODU utama apabila ODU utama sedang rusak. Gambar konfigurasi *Hot Standby* dapat dilihat pada gambar 3.3.

Konfigurasi seperti ini biasa digunakan pada perangkat SAGEM Link F yang dipasang pada daerah pegunungan. Hal ini dikarenakan daerah pegunungan memiliki trafik yang stabil, akan tetapi akses sulit dijangkau sehingga apabila salah satu ODU sedang rusak maka akan sulit dilakukan perbaikan.

b. SAGEM Link F 1+1 SD (*Space Diversity*) Configuration



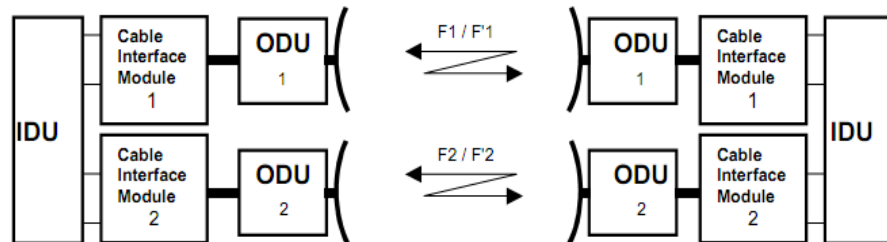
Gambar 3.4 SAGEM Link F 1+1 SD Configuration

Konfigurasi ini pada setiap perangkat SAGEM Link F menggunakan sebuah ODU utama, sebuah ODU *standby*, sebuah CIM utama dan sebuah CIM *Standby* yang dihubungkan kedua buah antenna. Konfigurasi 1+1 SD ini dapat dilihat pada gambar 3.4.

Konfigurasi ini biasa digunakan untuk perangkat SAGEM Link F yang dipasang di daerah pantai. Hal ini dilakukan karena pada daerah pantai,

sinyal dapat tertutup oleh ombak dan ada pasang surut air laut, juga ada pengaruh dari pantulan air laut.

c. SAGEM Link F 1+1 FD (*Frecuncy Diversity*) Configuration 2 Antena

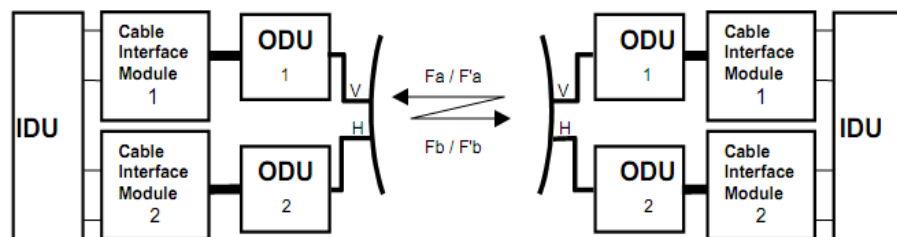


Gambar 3.5 Sagem link F 1+1 FD Configuration with Dual Antenas

Konfigurasi ini pada setiap perangkat SAGEM Link F menggunakan dua buah ODU utama juga dua buah CIM yang dihubungkan dengan dua buah antenna. Konfigurasi *Frecuncy Diversity* ini dapat dilihat pada gambar 3.5.

Konfigurasi ini sering digunakan di daerah perkotaan yang trafiknya padatv sehingga memerlukan dua buah ODu pada setiap perangkatnya.

d. SAGEM Link F 1+1 FD (*Frecuncy Diversity*) Configuration 1 Antena



Gambar 3.6 SAGEM Link F 1+1 FD Configuration with Single Antena

Konfigurasi ini menggunakan dua buah ODU utama, dua buah CIM yang dihubungkan ke sebuah antenna. Konfigurasi ini juga digunakan untuk daerah perkotaan yang trafiknya padat.

Konfigurasi *Frecuncy Diversity* dengan menggunakan satu antenna ini dapat dilihat pada gambar 3.6

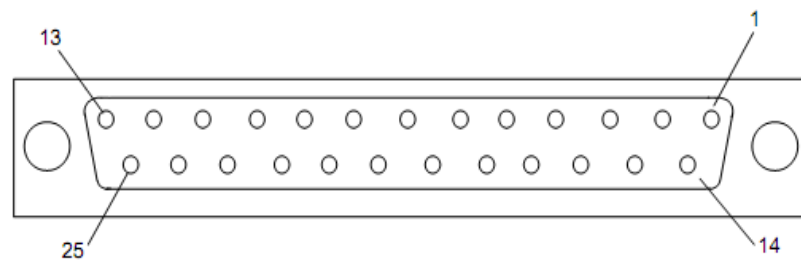
Cara Kerja Perangkat SAGEM Link F Pilot

Baik ODU maupun IDU memiliki cara kerja masing-masing yang keduanya sama-sama memiliki keterkaitan untuk menghasilkan kinerja perangkat radio SAGEM Link F yang maksimal. Berikut adalah cara kerja IDU dan ODU perangkat SAGEM Link F Pilot.

Cara Kerja Perangkat IDU

Cara kerja IDU adalah sebagai berikut :

1. Data yang berasal dari BTS masuk ke LSA (*Link State Advertisement*).
2. Kemudian diatur besar data yang akan masuk ke dalam IDU dalam perangkat tersebut.
3. Kemudian dari LSA, data dikirimkan ke IDU melalui *interface* tributary. Untuk IDU SAGEM Link F versi 1, sebuah tributary memiliki 25 pin yang disambungkan ke LSA. Untuk IDU SAGEM Link F Pilot versi 2, sebuah tributary memiliki 44 pin untuk IDU versi 2 dan 25 pin untuk IDU versi 1 yang dihubungkan ke LSA. Berikut adalah konfigurasi antara tributary dengan LSA :



Gambar 3.7 Konektor pada Tributari

4. Data yang telah masuk ke IDU melalui Tributari diolah di dalam IDU untuk dilakukan *coding* oleh IC FBGA_SPARTAN3.
5. Data yang telah di *coding* tersebut masuk ke CIM (*Cable Interface Modul*), kemudian data tersebut dimodulasi dengan frekuensi tinggi (frekuensi yang digunakan tergantung pada spesifikasi ODU) untuk kemudian ditransmisikan ke perangkat ODU yang dihubungkan melalui kabel koaksial melalui CIM.

Cara Kerja Perangkat ODU

Cara kerja Perangkat ODU antara lain :

1. Data yang telah dimodulasi sesuai dengan frekuensi ODU masuk ke dalam ODU melalui kabel koaksial.

2. Data tersebut di *filter* menggunakan iband pass filter sehingga data hanya akan dimodulasi oleh frekuensi tinggi yang telah sesuai dengan frekuensi transmisi ODU.
3. Data masuk ke dalam konverter untuk bisa dipancarkan oleh antenna.
4. Kemudian data masuk kedalam duplekser menjadi 1 arah.
5. Spesifikasi frekuensi dari ODU yang digunakan tergantung kepada jarak ODU tersebut dengan ODU pasangannya pada BTS yang lain.
6. Data yang telah siap ditransmisikan oleh ODU kemudian dibantu oleh antenna untuk dipropagasikan agar bisa menghasilkan EIRP yang paling bagus. Antena yang digunakan adalah antena parabola.
7. Data yang telah ditransmisikan dan dipropagasikan tersebut kemudian dikirimkan ke ODU pasangannya melalui kanal-kanal komunikasi di udara.
8. Data yang telah ditransmisikan tersebut kemudian diterima oleh pasangan dari ODU sebelumnya.
9. Pada ODU yang menerima data, data kemudian di *demultiplex*.
10. Kemudian data tersebut disalurkan kembali oleh ODU ke IDU melalui kabel koaksial untuk diproses.

BAB IV

HASIL PENGAMATAN OBJEK DI LAPANGAN

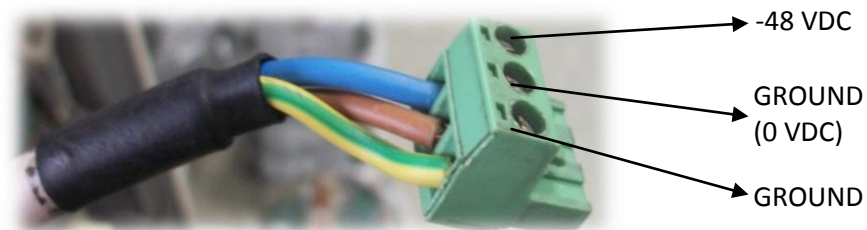
Instalasi Perangkat SAGEM Link-F Pilot

Perangkat SAGEM Link Link-F membutuhkan instalasi yang sesuai standar prosedur dari SAGEM sehingga dapat membuat perangkat SAGEM Link-F tersebut memiliki kinerja yang maksimal.

Instalasi Perangkat IDU

Perangkat IDU memerlukan instalasi yang baik sehingga menghasilkan performa yang baik pula. Berikut adalah cara instalasi IDU yang sesuai dengan prosedur :

1. IDU ditempatkan di dalam Gardu Panel pada BTS.
2. Pasang IDU dirak 19 inci menggunakan 4 buah mur yang dipasang ke dalam lubang yang ada di rak
3. Saat yang dipasangkan dirak tersebut lebih dari 1 IDU, maka sebaiknya di beri jarak 1 *unit* untuk 2 IDU.
4. Hubungkan *port power supply* yang ada pada IDU dengan tegangan sebesar -48 volt. Gambar *port power supply* dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tegangan pada IDU



5. Hubungkan IDU dengan tributari, dan hubungkan tributary tersebut ke LSA.
6. Masukkan *Cable Module Interface* (CIM) ke dalam perangkat IDU, sesuai dengan konfigurasi IDU yang telah ditetapkan oleh setiap operator. Tampak depan IDU SAGEM Link F dapat dilihat pada gambar 4.3.

.....

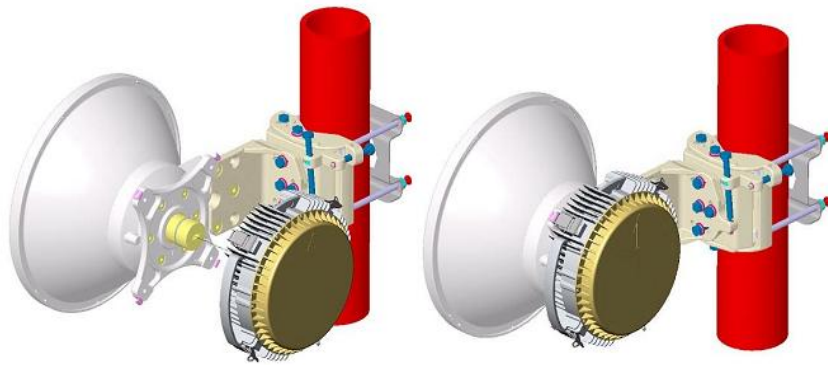
Contoh gambar pemasangan perangkat IDU dapat dilihat pada gambar 4.4



Instalasi Antena

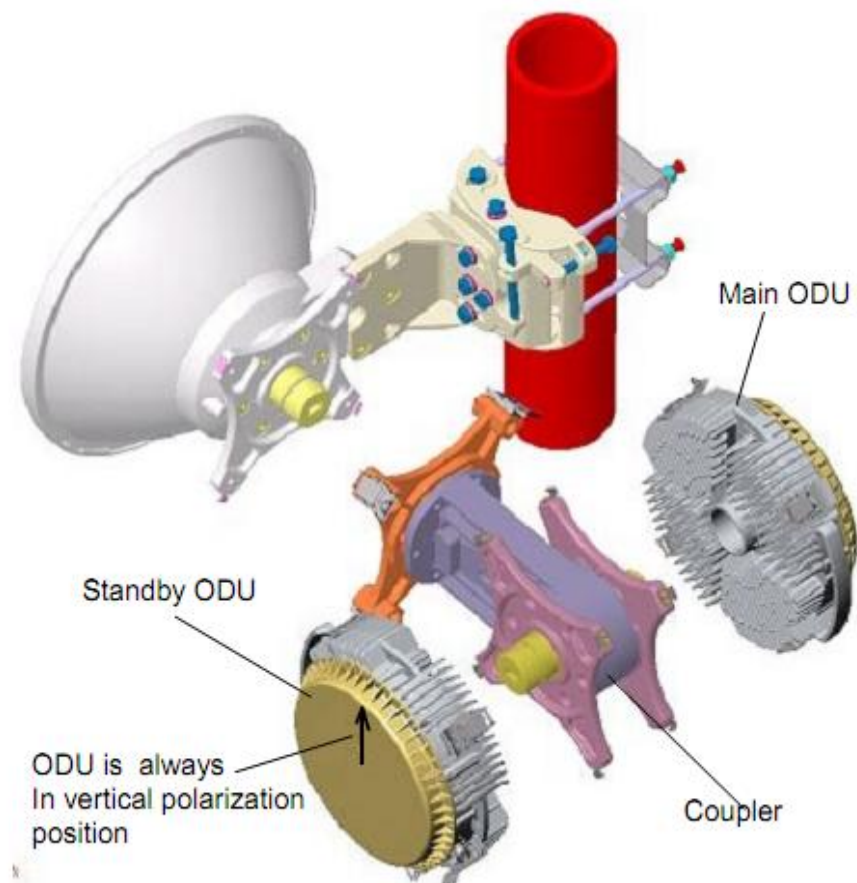
Tipe antena yang bisa dipasangkan ke ODU SAGEM Link-F ada 3 jenis, antara lain adalah :

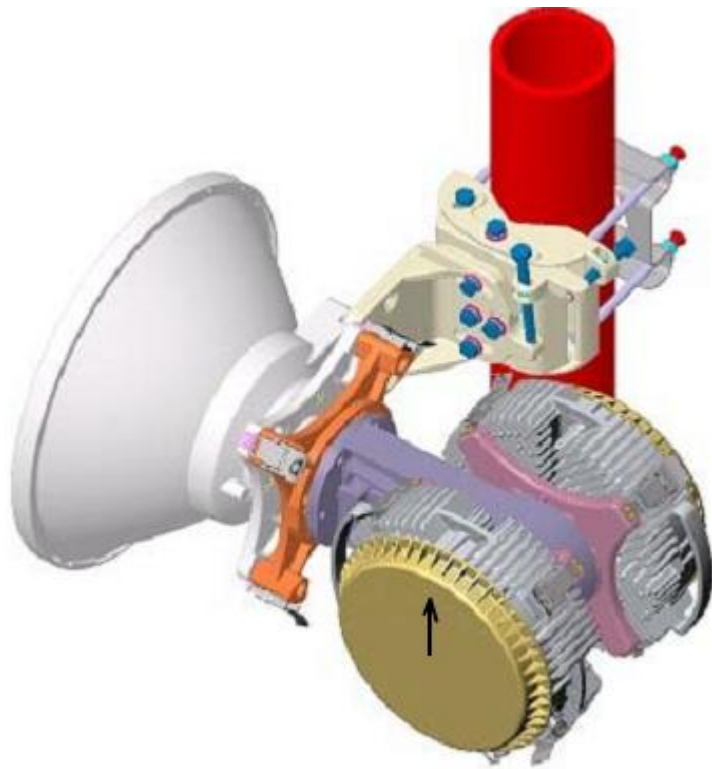
1. Antena yang terintegrasi dengan *interface* SAGEM Link-F yang berdiameter 0.3 meter, 0.6 meter, 0.9 meter, 1.2 meter, 1.8 meter. Dengan antenna ini, ODU akan terpasang secara langsung dengan antenna, dan ODU juga langsung terpasang di *couplemya*. Pemasangan antenna dengan IDU dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Perangkat ODU SAGEM Link F dengan Antena Terintegrasi

2. Antena eksternal dengan *rectangular waveguide flange* yang standar.
3. Antena eksternal dual akses (dual polarisasi antenna) yang terhubung dengan *two flex guides* ke ODU. Gambar Konfigurasi 1+1 dengan antenna terkonfigurasi dan *coupler* dapat dilihat pada gambar 4.6.





Model antenna tergantung pada *band* frekuensi ODU. Kita bisa menggunakan antenna alternative untuk perangkat SAGEM Link-F, tapi dengan persyaratan berikut :

- Antena mencapai gain minimum yang dibutuhkan oleh perangkat SAGEM Link-F.
- Radiasi yang rendah sesuai batas aman yang ditentukan oleh aturan yang berlaku di Negara yang dipasang perangkat SAGEM Link-F.
- Karakteristik mekanik yang sesuai dengan persyaratan spesifik dari perangkat SAGEM Link-F (angin dan *frost resistance*).

Untuk instalasinya diperlukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memerlukan jarak yang cukup ($\pm 10^0$) dari titik aksis.
2. Pastikan bila tidak ada yang menghalangi komunikasi antar antenna.
3. Beri ruangan yang cukup dan nyaman untuk manusia bisa mengakses antenna dan ODU (bertujuan untuk pengukuran dan *maintenance*).
4. Pasangkan pencahayaan yang sesuai dan *earthing*.

Instalasi Perangkat ODU

Secara umum instalasi ODU terbagi menjadi dua konfigurasi, yaitu :

1. Konfigurasi 1+0

Dalam konfigurasi ini, Odu secara langsung terhubung ke antenna.

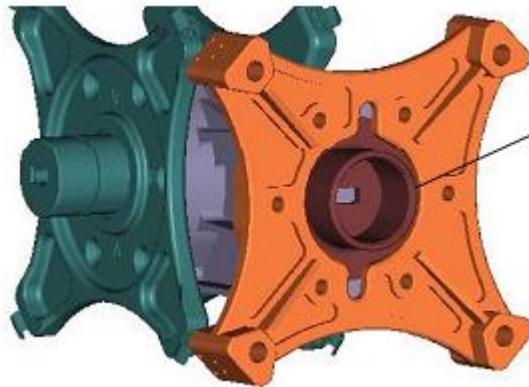
Odu memiliki 4 *slot* untuk menghubungkannya ke dalam single *coupler*.

ODU bisa terhubung ke IDU menggunakan kabel koaksial dengan *N male connection*.

Dalam mengatur posisi polarisasi pada pemasangan ODU, SAGEM Link-F memiliki aturan sendiri antara lain :

- a. Bila yang digunakan adalah sirkular *waveguide interface*, yaitu ODU dengan frekuensi 7 GHz, 8 GHz, dan 38 GHz, polarisasi hanya tergantung pada ODU.
- b. Bila antenna memiliki *rectangular waveguide interface* (13, 15, 18, 23, 26 GHz), maka polarisasi tergantung pada posisi antenna.

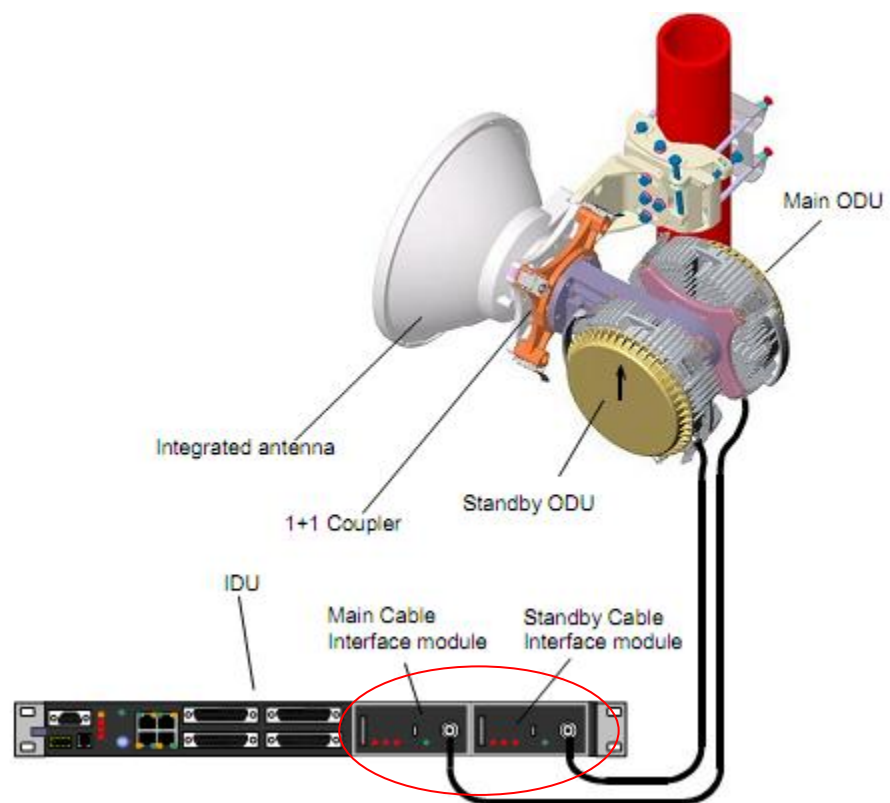
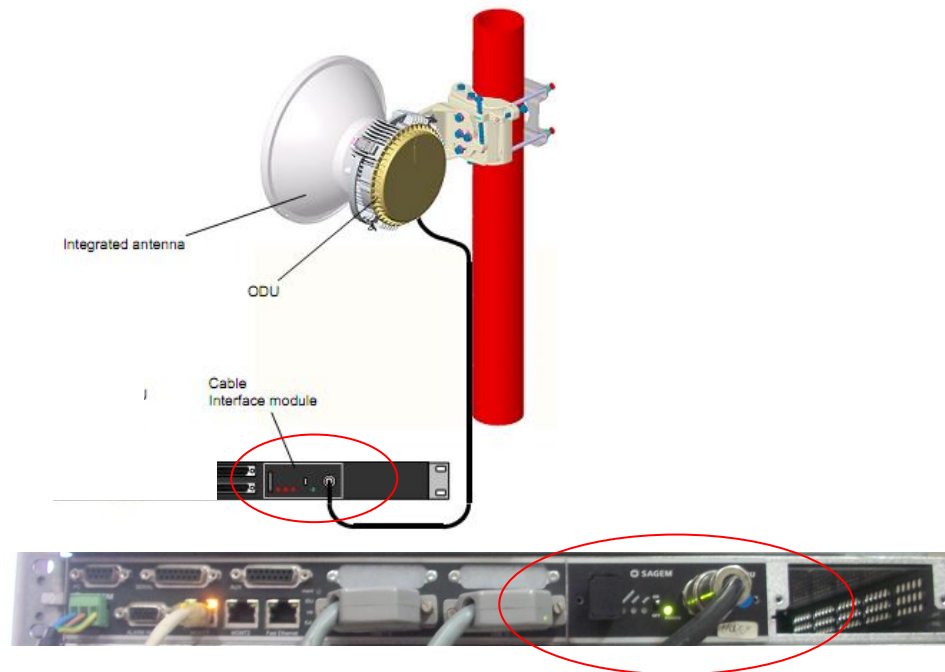
2. Konfigurasi 1+1



Gambar 4.7 Coupler SAGEM Link F 1+1

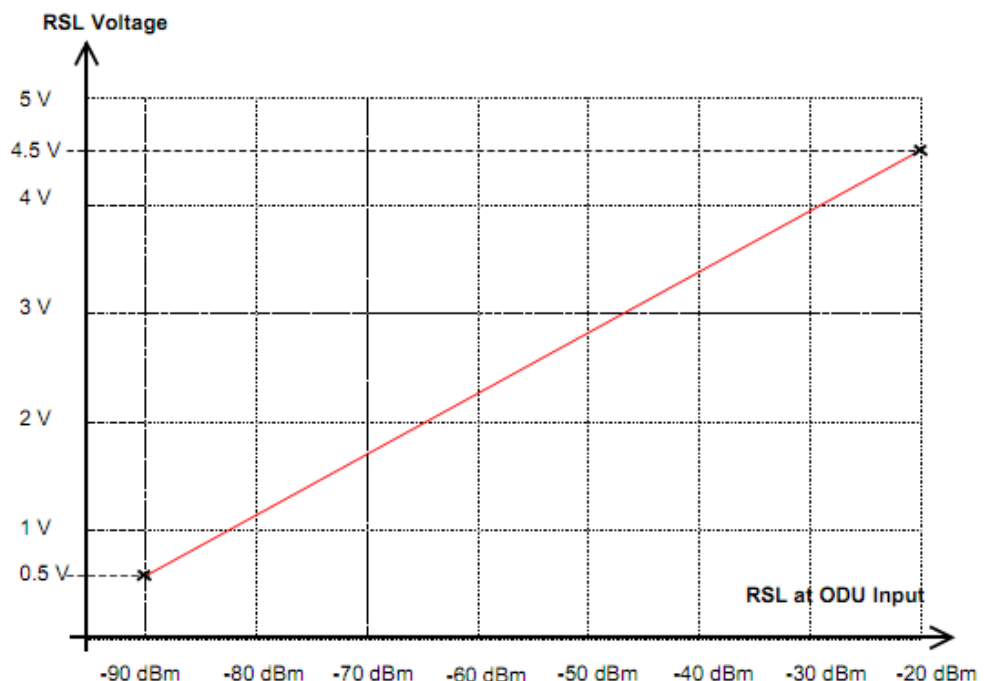
Pemasangan ODU dengan konfigurasi 1+1 membutuhkan coupler dan antenna terintegrasi untuk pemasangannya. *Coupler* yang memiliki 4 sisi dipasang pada antenna yang terintegrasi. Coupler SAGEM Link F dapat dilihat pada gambar 4.7. Sebanyak dua buah ODU dipasang secara vertical pada *coupler*, dengan 4 slot pada setiap ODU. Kedua ODU dihubungkan ke antenna dengan menggunakan modem menggunakan kabel koaksial.

Cara pemasangan perangkat ODU SAGEM Link F dengan IDU SAGEM Link F dapat dilihat pada gambar 4.8 dan 4.9.



Pointing

Pointing tu *aligning the antennas* dilakukan oleh operator dari kedua IDU yang akan dihubungkan. *Pointing* dilakukan di kondisi cuaca yang normal. Untuk mengetahui tegangan dari RSL (*Receive Signal Level*), kita bisa mengeceknya pada ODU BNC Connector. Grafik RSL dapat dilihat pada gambar 4.10.



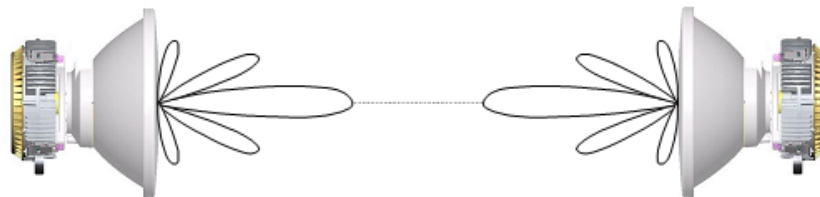
Performa optimal dari ODU adalah saat kedua antenna yang ingin kita hubungkan berada tepat sejajar dengan bagian tengah dari pasangan antenna yang akan kita hubungkan. Sangat penting untuk mengidentifikasi posisi antenna, dengan cara memutar antenna mencapai tegangan RSL maksimum. Ingatlah bahwa tegangan yang dihasilkan diusahakan 25 dB, maka hasil yang didapatkan akan berbeda dengan antenna yang tidak dipasangkan dengan tepat dan sejajar.

RSL yang diinginkan telah ditentukan dan bergantung pada frekuensi, *transmit power*, local dan *remote antenna gain*, dan jarak antara kedua antenna.

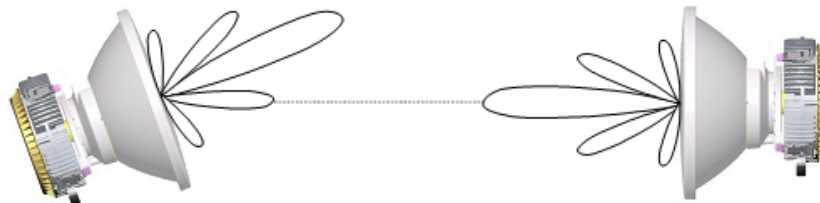
Adapun prosedur yang sebaiknya digunakan pada saat *pointing* adalah :

1. Yakinkan apabila remote transmits power telah diatur untuk menghindari overload di receive input. (contohnya, RSL kurang dari -20 dBm)
2. Cek lagi apakah remote terminal bekerja atau tidak
3. Cabut kap di local ODU BNC kemudian hubungkan dengan voltmeter.
4. Putar antenna pelan-pelan secara horizontal dan cari tegangan maksimalnya. Bila tegangan disekitar 4.5 volt (-20 dBm) kemudian kurangi remote transmits power.
5. Atur posisi antenna pelan-pelan secara vertical sampai tegangan maksimum. Tulis tegangan yang telah diukur. Posisi antenna yang kurang baik akan menyebabkan antenna yang kita ukur rendah.

Posisi antenna dapat kita lihat pada gambar 4.11.



Good Alignment



Bad Alignment

6. Saat setelah mencapai tegangan maksimum, maka cek lagi bila tegangan sudah tidak berubah-ubah lagi. Kemudian kembali masukan kap pelindung pada BNC connector.
7. Bandingkan RSL yang diinginkan dengan RSL yang telah didapatkan. Bila perbedaannya lebih dari 4 dB, maka sangat penting untuk kembali melakukan pointing, atau periksa kembali apakah polarisasi dari kedua antenna adalah sama.

Hubungkan sebuah laptop ke PC connector dan jalankan software SAGEM Link F. Normalnya, link seharusnya stabil dan pada bagian RSL, RSL seharusnya sama pada ODU 1 maupun ODU 2. Bila

perbedaannya mencapai 5 dB, maka cek posisi ODU, IDU, dan antenna.

Konfigurasi Software SLF

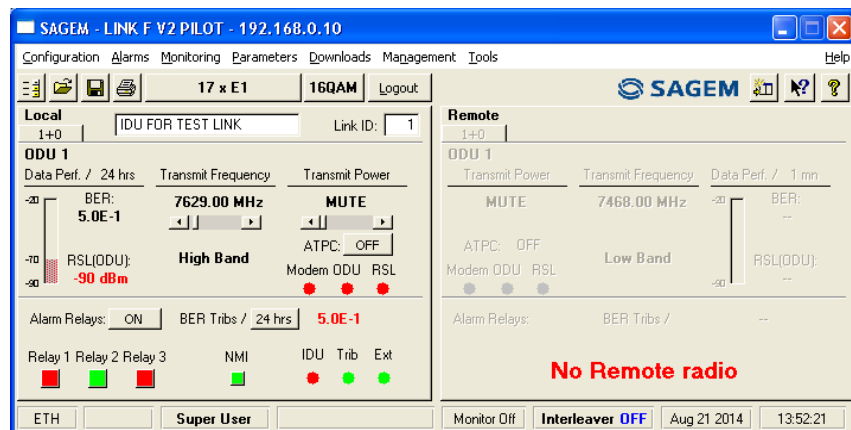
Selain pemasangan hardware, perangkat radio SAGEM Link F pun memerlukan pengaturan secara software agar perangkat ini bisa bekerja secara maksimal.

1. Hubungkan perangkat IDU dengan PC yang sudah di install software SAGEM Link F Pilot menggunakan konektor RS 232.

Cara menghubungkan IDU dengan software dapat kita lihat pada gambar 4.12.

Konfigurasi software SAGEM Link F Pilot dapat dilihat pada gambar 4.13 – gambar 4.27.

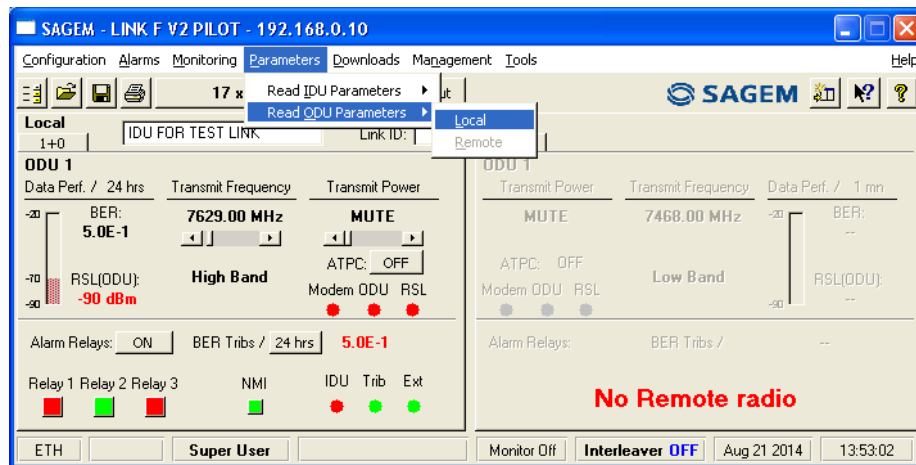
2. Buka software SAGEM Link F Pilot, maka akan muncul tampilan utama seperti berikut,



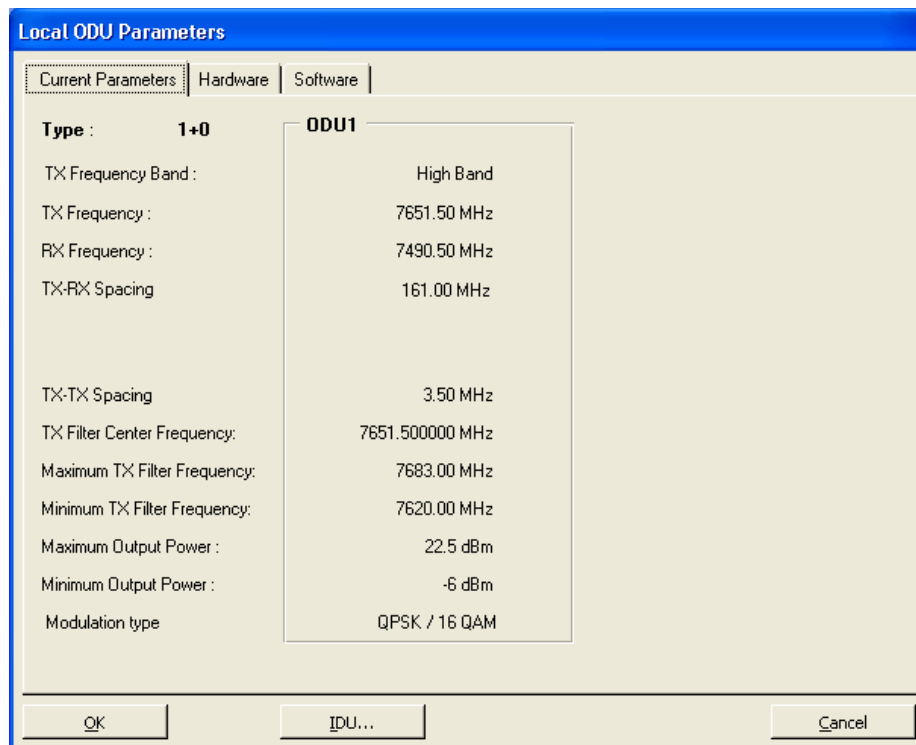
3. Klik login dan masukan password.



4. Lalu kita liat parameternya untuk mengetahui transmit frekuensi.



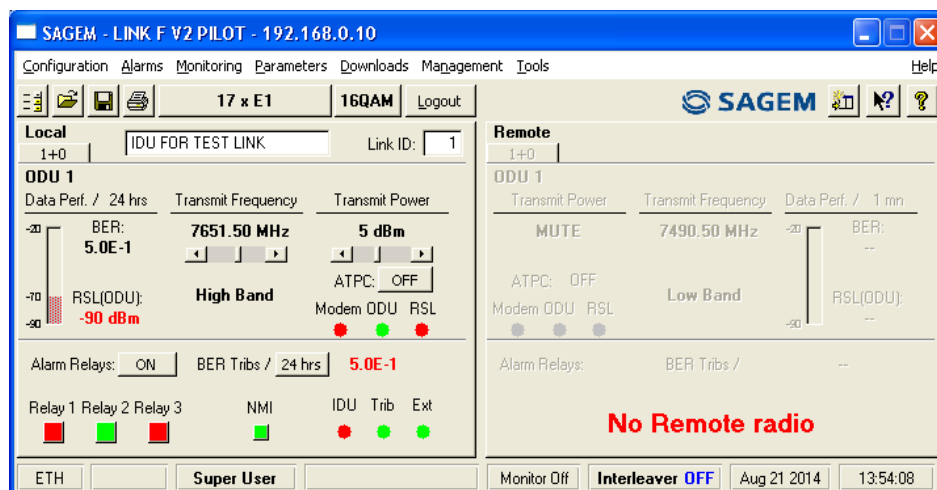
5. Kemudian, kita atur frekuensi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan.



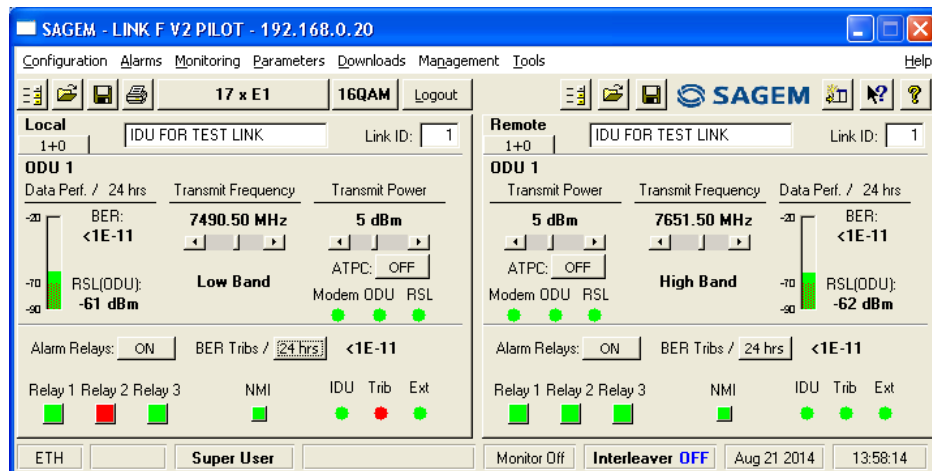
6. Atur modulasi (antara QPSK dengan 16 QAM) sesuai dengan kapasitasnya dengan klik bagian modulasi dan kapasitas.



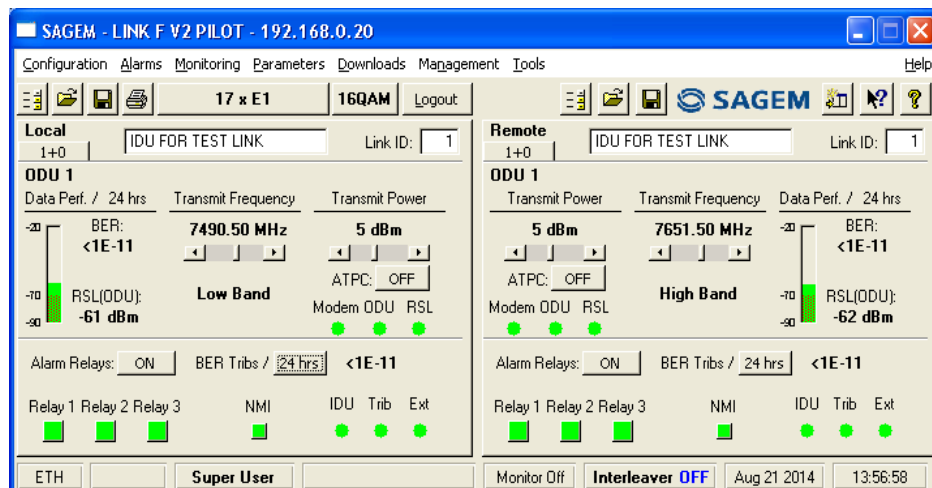
7. Kemudian ODU lawan harus memiliki pengaturan yang sama dengan ODU yang sedang kita atur.
8. Kemudian kita perbesar transmit powernya perlahan-lahan agar alarm RSL pada ODU lawan tidak menyala.



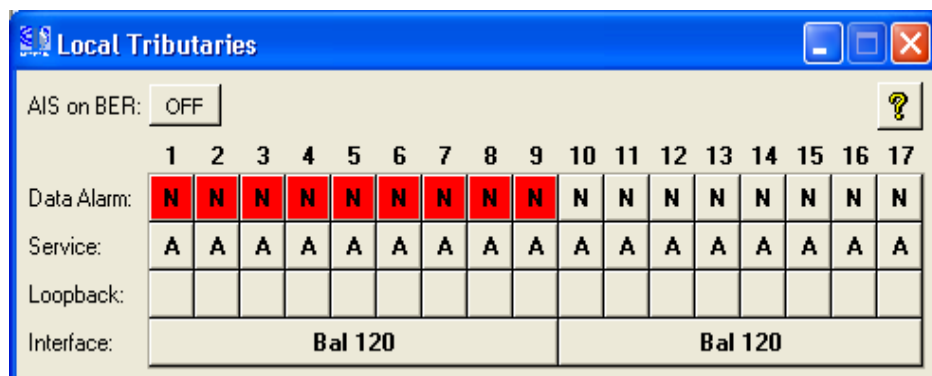
9. Lalu setelah pengaturan pada ODU lawan telah sesuai dengan ODU yang sedang kita atur, kemudian refresh di sebelah kanan bacaan SAGEM, atur kembali modulasi dan kapasitasnya, harus sama dengan settingan IDU sebelumnya. Kemudian transmit frekuensinya di atur kembali pada parameter dengan klik parameters.
10. Bila bagian kiri dan kanan pada software SLF sudah muncul, maka kedua ODU telah berkomunikasi dengan baik.



11. Kemudian masukan tributary, maka alarm tributarynya akan menjadi hijau.



12. Bila tidak ada tributary yang untuk melakukan tes, maka kita bisa menggunakan software untuk menggantikan tributary. Klik local tributary, maka tampilannya seperti dibawah ini :

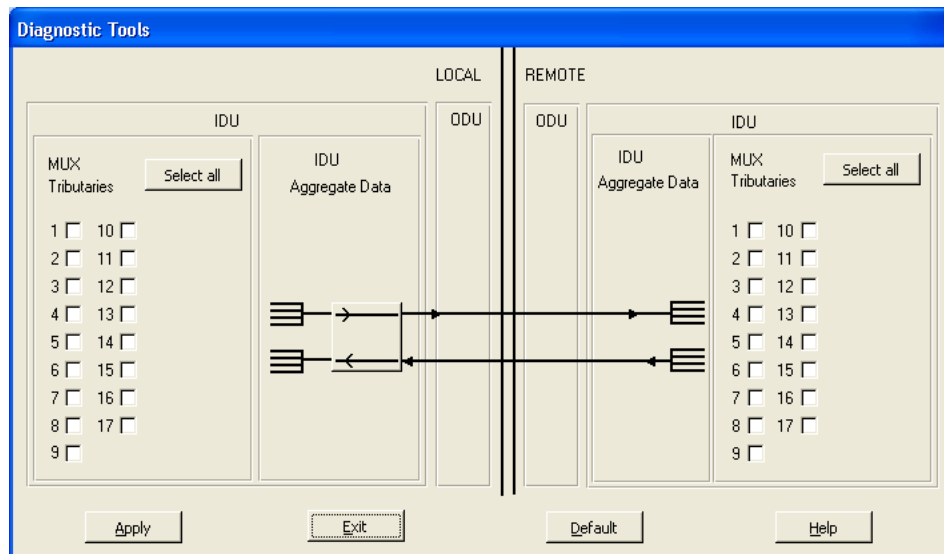


13. Kemudian kita klik loopback, lalu akan muncul seperti dibawah ini :

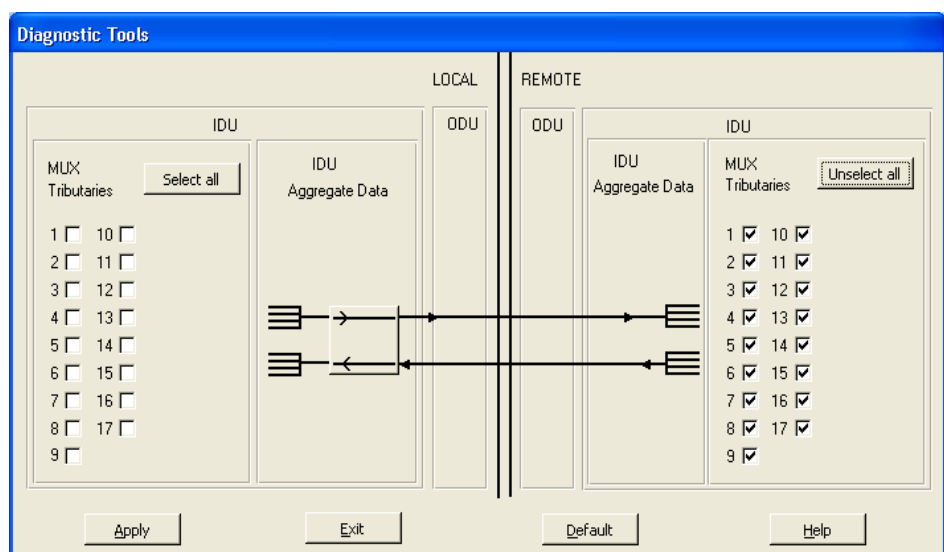
Local Tributaries

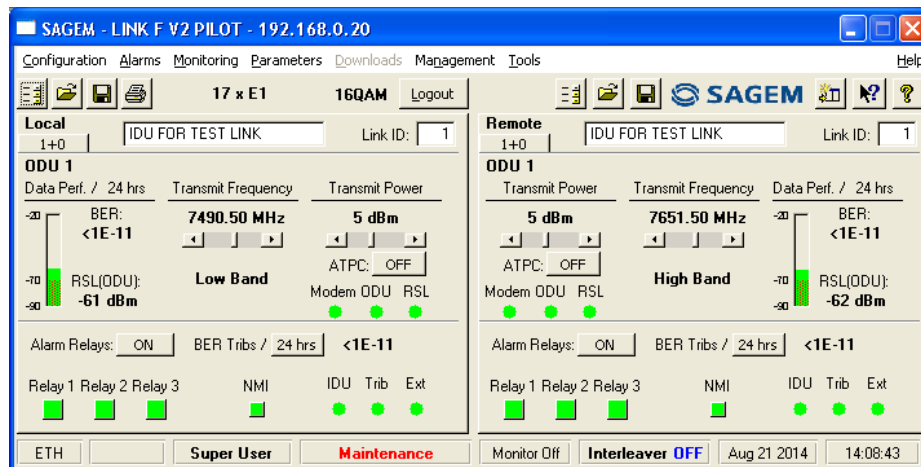
AIS on BER: OFF

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Data Alarm:	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Service:	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Loopback:	<input type="checkbox"/>																
Interface:	Bal 120									Bal 120							



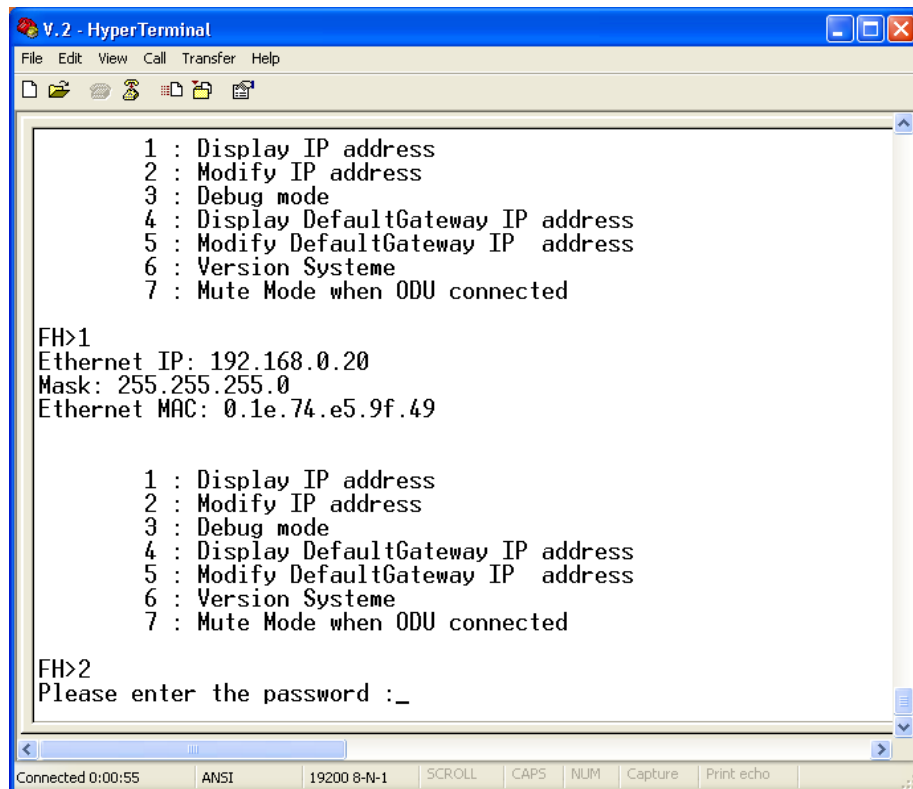
14. Kemudian kita centang semua tributary untuk tributary lawan, lalu apply.





16. Bila tampilan SLF sudah seperti gambar diatas, maka IDU dan ODU sudah siap pakai, kemudian kita harus melakukan BER Test menggunakan BER Tester.
17. Pada BER Tester, tributary dimasukan ke dalam BER Tester sehingga ada keterangan OK. Jika sudah OK, maka IDU dan ODU sudah siap pakai di lapangan.

Untuk IDU versi 2, penggunaan software tidak jauh beebeda dengan IDU versi 1, akan tetapi sedikit perbedaannya adalah kita harus mengatur dab mengetahui IP addressnya terlebih dahulu pada Hyper Terminal.

A screenshot of a HyperTerminal window titled 'V.2 - HyperTerminal'. The window has a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Call', 'Transfer', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations. The main text area displays a menu with seven options: 1 : Display IP address, 2 : Modify IP address, 3 : Debug mode, 4 : Display DefaultGateway IP address, 5 : Modify DefaultGateway IP address, 6 : Version Systeme, and 7 : Mute Mode when ODU connected. Below the menu, the text 'FH>1' is followed by network configuration details: 'Ethernet IP: 192.168.0.20', 'Mask: 255.255.255.0', and 'Ethernet MAC: 0.1e.74.e5.9f.49'. The menu is repeated below this. At the bottom, 'FH>2' is followed by 'Please enter the password :_'. The status bar at the bottom shows 'Connected 0:00:55', 'ANSI', '19200 8-N-1', 'SCROLL', 'CAPS', 'NUM', 'Capture', and 'Print echo'.

Selanjutnya masukan password, kita setting IP agar sama dengan IDU yang sedang diatur, setelah itu baru bisa masuk software SLF.

Teknik Reparasi pada Perangkat SAGEM

Langkah pertama yang harus dilakukan untuk memperbaiki perangkat radio SAGEM Link F adalah melakukan pengecekan terhadap perangkat tersebut. Dalam pengecekan perangkat SAGEM link F diperlukan beberapa peralatan, diantara lain :

- Power Supply Analyser
- BER Tester
- AVO Meter
- Spektrum Analyser
- Osiloskop
- Transmit dan Receive Analyser
- Signal Gernerator
- Network Analyzer

Langkah-langkah yang harus dilakukan pada saat pengecekan perangkat SAGEM Link F dapat dilihat pada table 4.1.

1. Pemeriksaan Visual

2. Alarm

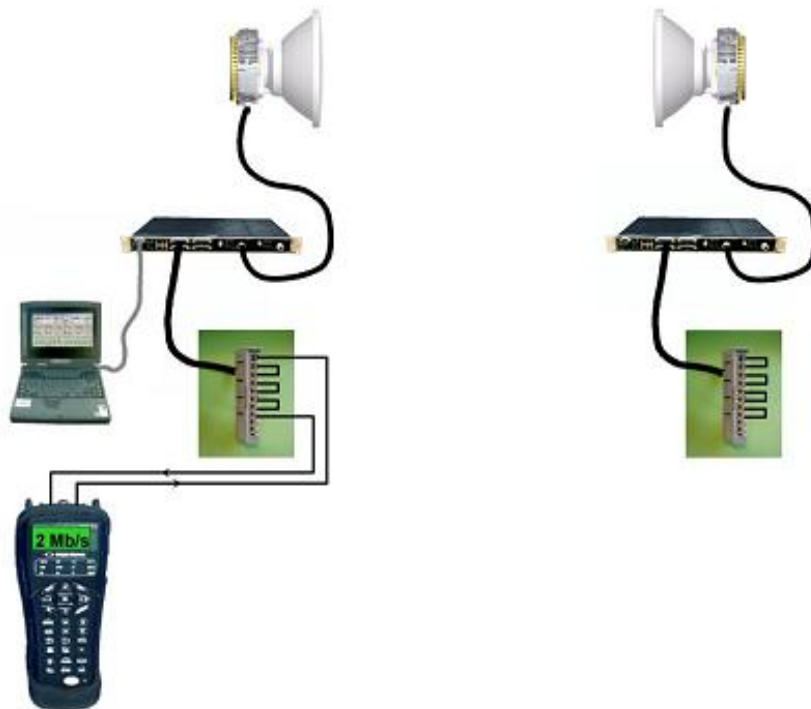
Kita bisa memeriksa alarm IDU untuk mengetahui letak kerusakan perangkat SAGEM Link F. IDU memiliki empat alarm, antara lain adalah :

- a. **Orange maint** : alarm ini akan menyala apabila sedang ada perbaikan atau maintenance operation pada perangkat SAGEM Link F.
- b. **Mux** : Alarm ini akan menyala apabila multiplexer/demultiplexer pada IDU rusak, atau terjadi link broken.
- c. **Tribs** : Alarm ini akan menyala apabila sinyal input pada tributary tidak normal.
- d. **Cust** : custom alarm

Reparasi Perangkat IDU

Adapun beberapa titik reparasi perangkat IDU antara lain :

1. Bila kendalanya adalah masalah booting, maka masuka programWind Repair melalui konektor yang berada dalam IDU.
2. Kemudian kita cek komponen-komponenya untuk menngetahui apakah ada kerusakan pada salah satu atau pun lebih beberapa komponen pada IDU.
3. Kemudian, lakukan test fungsional menggunakan software Tera Term, melalui konektor RS 232 to RS 232 antara IDU dengan PC.
4. Lalu lakukan tes kekuatan link menggunakan BER Tester. Pengukuran link quality dapat kita lihat pada gambar 4.28.



5. Kemudian lakukan tindakan atas indikasi kerusakan yang telah diketahui, seperti mengganti komponen ataupun konfigurasi software.

Reparasi Perangkat ODU

Beberapa ketentuan yang dilakukan untuk memperbaiki ODU antara lain adalah :

1. Cek arus. Kita atur tegangan Power supply analyser sebesar -48 volt. Arus yang terukur harus berada pada rentang antara 0.2 sampai 0.5 ampere. Bila arus yang diukur tidak pada rentang antara 0.2 – 0.5 ampere, maka power supply ODU rusak.
2. Kemudian kita lakukan test link antara IDU, ODU, dan ODU lawan.
3. Lakukan transmit tes dan receive test. Kebanyakan perangkat ODU SAGEM Link F rusak dibagian ini.
4. Kemudian lakukan test modulasi, antara modulasi QPSK dengan modulasi 16QAM.

Analisa Kerusakan pada Perangkat SAGEM

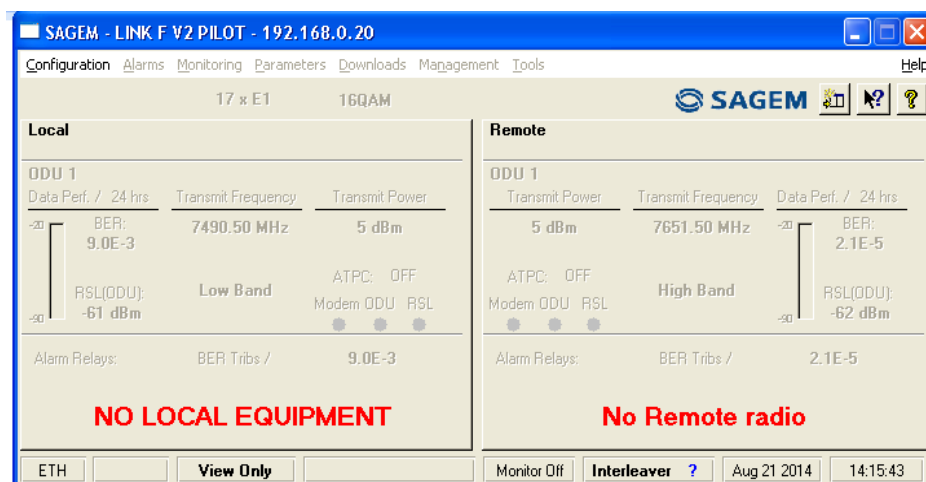
Kita bisa menganalisa kerusakan pada perangkat SAGEM Link F dengan software SLF. Pada software tersebut terdapat beberapa alarm yang bisa kita gunakan untuk melihat indikasi bagian dari perangkat SAGEM Link F yang rusak. Beberapa analisa kegagalan atau kerusakan perangkat SAGEM Link F berdasarkan software SLF dapat kita lihat pada gambar 4.29 – 4.33.

Tidak Adanya Koneksi Antara IDU dengan PC

Apabila tidak ada koneksi antara IDU dengan PC, hal tersebut bisa kita ketahui melalui tampilan dari software SLF. Pada saat kita akan membuka software tersebut, maka tidak akan ada port com yang terhubung dengan PC, seperti tampilan yang ada dibawah ini :

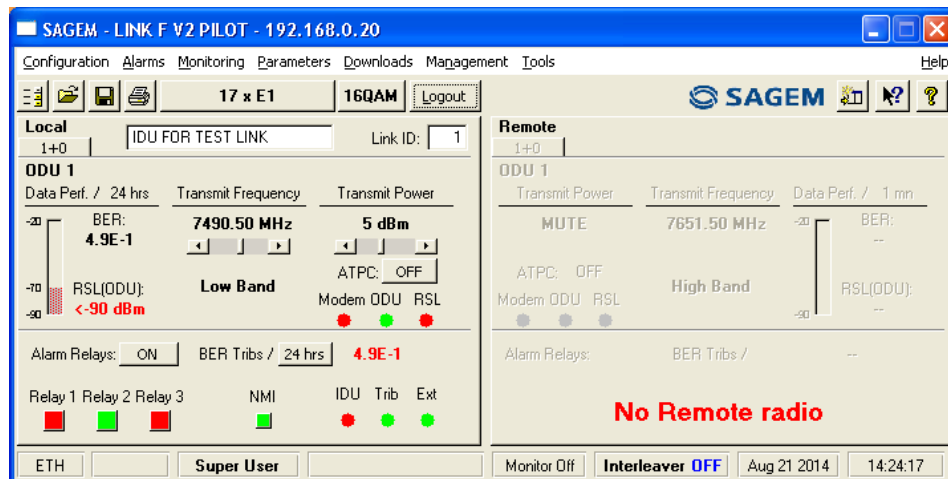
Tidak Adanya Perangkat Lokal

Bila IDU telah tersambung dengan software atau PC dan kita telah berhasil membuka software SLF, akan tetapi pada software ada bacaan “*NO LOCAL EQUIPMENT*” dan “*NO REMOTE RADIO*”, maka yang harus kita lakukan adalah melakukan pengecekan pada kabel koaksial dari IDU ke ODU. Bila hal tersebut belum berhasil, maka kita copot ODU untuk kita cek kembali.



Tidak Adanya Terminal Remote

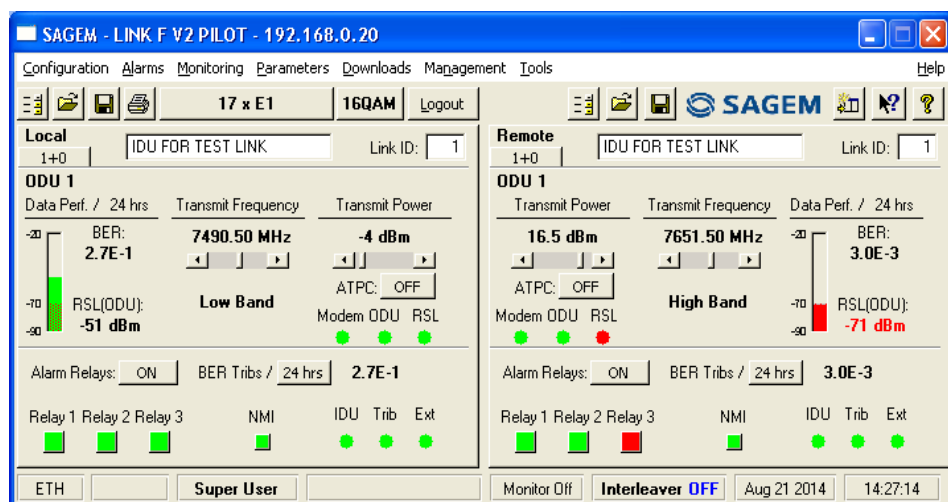
Bila pada software SLF ada bacaan “NO REMOTE RADIO” seperti dibawah ini :



Maka coba periksa kembali konfigurasi remote terminal, posisi antenna, dan kita cek juga apakah ada yang menghalangi komunikasi antara 2 ODU yang sedang kita cek.

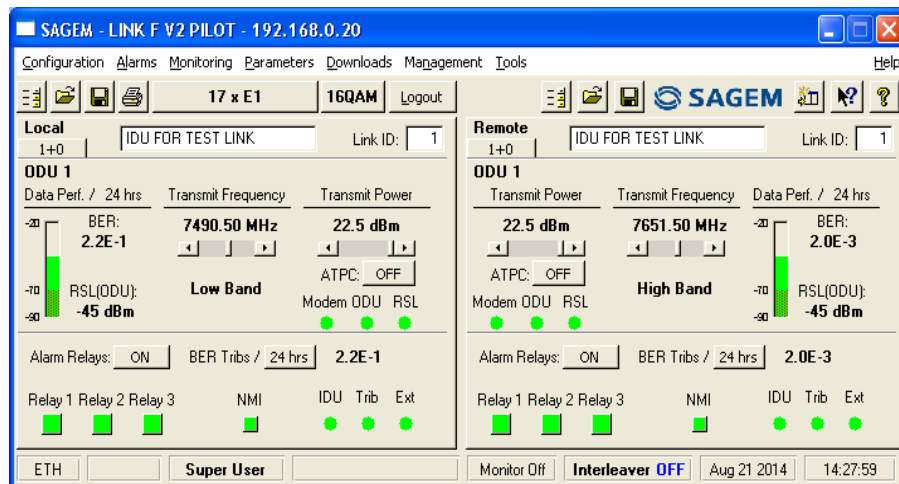
Alarm RSL

Koneksi yang memiliki receive signal level yang terlalu rendah akan menyebabkan RSL alarm menyala. Maka kita cek posisi antenna atau cek propagasinya. Hal lain yang bisa dilakukan adalah menambah transmit power dari ODU lawan.



Tidak Ada Alarm

Bila dalam koneksi kedua ODU tidak ada alarm lagi yang menyala dengan konfigurasi yang sesuai, maka semua indicator akan berwarna hijau.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan hasil pengamatan objek di lapangan mengenai PERANGKAT RADIO SAGEM LINK F SEBAGAI PEMANCAR PADA BTS, maka dapat disimpulkasn sebagai berikut :

1. Sistem komunikasi seluler melalui BTS membutuhkan beberapa perangkat penting, diantara lain adalh IDU (Indoor Unit), CIM (Cable Interface Module) dan ODU (Outdoor Unit) yang dibantu oleh antenna berbentuk parabola untuk membantu propagasinya.
2. Perangkat IDU berfungsi untuk mengubah data dari antenna sector yang ada pada BTS menjadi domain frekuensi, kemudian data tersebut dimodulasi oleh perangkat CIM yang kemudian data tersebut disalurkan ke perangkat ODU melalui kabel koaksial.
3. Perangkat ODU berfungsi untuk mentransmisikan atau menerima data berupa frekuensi yang telah di modulasi dengan frekuensi tertentu. Data yang berasal dari perangkat CIM di filter menggunakan bandpass filter, masuk ke dalam konverter, kemudian data yang telah siap ditransmisikan oleh ODU kemudian dibantu oleh antenna parabola untuk propagasinya.
4. Perangkat SAGEM Link F memerlukan instalasi khusus dan sesuai dengan prosedur untuk mendapatkan peforma yang optimal.

Saran

Perangkat SAGEM Link F sudah memiliki perangkat dengan spesifikasi yang baik dan software yang telah user friendly sehingga mudah untuk digunakan. Akan tetapi, perangkat SAGEM Link F masih banyak yang mengalami kerusakan, baik kerusakan yang biasa diperbaiki ataupun tidak.

Maka dari itu, untuk pemasangan perangkat SAGEM Link F harus sesuai dengan standar operasional prosedur sehingga mendapat peforma optimal

dan tidak mudah mengalami kerusakan, juga untuk maintenance perangkat SAGEM Link F harus dilakukan secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Belajar Telekomunikasi. (2011). Apa itu *Base Transceiver Station* (BTS)?

Tersedia: portal.paseban.com/article/4184/base-transceiver-station

- [2] SAGEM. (2004). *Installation and Operation Manual*, (Ebook)

Tersedia:

www.winncom.com/pdf/SAGEM%20Link%20F%20User%20Guide.pdf.

- [3] SAGEM Communication. (2007). Digital Radio Relay System SAGEM Link F, (Ebook).

Tersedia: www.ugt.kharkov.com/Sagem/DTC-SLFrang-ASP-TRP-2007-D4137.pdf

- [4] SAGEM. (2004). *Installation and Operation Manual*, (Ebook)

Tersedia:

www.winncom.com/pdf/SAGEM%20Link%20F%20User%20Guide.pdf.

- [5] SAGEM. (2004). *Installation and Operation Manual*, (Ebook)

Tersedia:

www.winncom.com/pdf/SAGEM%20Link%20F%20User%20Guide.pdf.