



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

**PT. MUARA KARYA AREA MALANG
(3 AGUSTUS 2015 S/D 28 AGUSTUS 2015)**

KERJA PRAKTEK

***MAINTENANCE SERVICE CIVIL MECHANICAL AND
ELECTRICAL (CME) PADA BASE TRANSCEIVER STATION
(BTS) CDMA CLUSTER MALANG***

ABDULLAH PUJAKUSUMA E.
IKA ROHMATUL AINI

2214 105 016
2214 105 023

Dosen pembimbing
Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

***MAINTENANCE SERVICE BASE TRANSCEIVER STATION
CDMA CLUSTER MALANG***

KERJA PRAKTEK

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Kurikulum
Fakultas Teknologi Industri Program Sarjana
Pada
Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :
Dosen Pembimbing

Ir. Gatot Kusrahardjo, MT.
NIP. 19590428 198601 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro ITS

Dr. Tri Arief Sardjono, ST.MT.
NIP. 19700212 199512 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

***MAINTENANCE SERVICE BASE TRANSCEIVER STATION
CDMA CLUSTER MALANG***

KERJA PRAKTEK

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Kurikulum
Fakultas Teknologi Industri Program Sarjana
Pada
Bidang Studi Teknik Sistem Telekomunikasi Multimedia
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :
Pembimbing Kerja Praktek

Akhmad Jazuli

Mengetahui,
Manager Unit Kota Malang
PT. MUARA KARYA Area Malang

Kukuh Lukiyanto

Halaman ini sengaja dikosongkan

Kata Pengantar

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat, berkat dan hikmat serta kasih sayang-Nya, penulis dapat melaksanakan kerja praktek (KP) serta menyelesaikan tugas pembuatan laporan kerja praktek ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Tujuan dari penyusunan laporan ini adalah untuk melaporkan hasil yang telah penulis peroleh selama pelaksanaan kerja praktek yang merupakan salah satu mata kuliah yang wajib diambil, sedangkan tujuan dari kerja praktek itu sendiri adalah mencari pengalaman kerja tentang *maintenance service* BTS CDMA di PT. Muara Karya *cluster* Malang.

Tersusunnya laporan ini, disusun berdasarkan materi – materi yang telah diberikan oleh pembimbing pada saat kerja praktek berlangsung juga di tambah dari referensi berbagai media baik dari internet maupun buku – buku penunjang mengenai materi – materi sistem kelistrikan yang telah dipelajari pada saat kerja praktek yang telah dilakukan. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat sebagai referensi untuk penulis dan pembaca lainnya mengenai pengetahuan tentang pemeliharaan sistem BTS CDMA serta untuk memenuhi tugas dari kuliah tentunya. Laporan ini disusun sedemikian agar memudahkan mempelajarinya dan nantinya juga bermanfaat bagi semua.

Tentu saja patut disadari bahwa laporan ini tentu tidak sempurna dan masih banyak kekurangan yang harus diperbaiki. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari semua pihak agar dapat lebih baik di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 21 September 2015

Penyusun
vii

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I	iii
HALAMAN PENGESAHAN II	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Kerja Praktek	3
1.4 Waktu dan Tempat Kerja Praktek	4
1.5 Metodologi Penulisan	4
1.6 Batasan Penulisan	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB 2 SELAYANG PANDANG PERUSAHAAN	7
2.1 Sekilas Perusahaan	7
2.2 Tujuan PT. MUARA KARYA	8
2.3 Komitmen PT. MUARA KARYA	8
2.4 Visi PT. MUARA KARYA	9
2.5 Misi PT. MUARA KARYA	9
2.6 Logo PT. MUARA KARYA	10
BAB 3 DASAR TEORI	11
3.1 <i>Base Transceiver Station</i> (BTS)	11
3.1.1 Topologi BTS	12
3.1.2 Jenis Menara BTS	15
3.1.3 Jenis BTS Berdasarkan Perangkat	19
3.1.4 Media Transmisi Kabel pada BTS	21
3.2 <i>Civil, Mechanical and Electrical</i> (CME)	27
3.3 Pengenalan CDMA	29
3.3.1 Sejarah Perkembangan CDMA	30
3.3.2 Konsep Dasar Teknologi CDMA	32

3.3.3	Arsitektur Umum CDMA	32
3.3.4	Prinsip Kerja CDMA	37
3.3.5	Sistem Cell CDMA.....	39
3.3.6	Power Daya/ <i>Power Control</i>	42
3.3.7	Konsep <i>Cluster</i> Pada CDMA.....	43
3.4	Perangkat Umum Pad BTS CDMA.....	44
3.4.1	<i>Rectifier</i>	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	<i>Battery</i>	Error! Bookmark not defined.
3.5	Penggantian Perangkat BTS	50
3.5.1	<i>BTS Outdoor</i>	51
3.5.2	<i>BTS Indoor</i>	53
BAB 4	ANALISIS <i>MAINTENANCE SERVICE</i> BTS.....	55
4.1	<i>Site Maintenance</i>	55
4.2	Perangkat Yang Dibutuhkan Dalam <i>Maintenance</i>	56
4.3	Proses <i>Preventive Maintenance</i>	57
4.3.1	Batasan Pemeliharaan Site Seluler.....	58
4.3.2	Keterampilan Yang Diperlukan Dalam CME	58
4.3.3	Tahapan <i>Preventive Maintenance</i> Secara Umum	59
4.3.4	Pengecekan Pagar Dan Halaman	60
4.3.5	Pengecekan Tower.....	61
4.3.6	Pengecekan Panel Kwh.....	64
4.3.7	Pengukuran Arus Dan Tegangan Panel ACPDB	66
4.3.8	Pengukuran <i>Grounding</i>	70
4.3.9	Pengecekan Lampu Site.....	73
4.3.10	Pengecekan <i>Shelter Indoor</i>	75
4.4	Proses <i>Corrective Maintenance (CM)</i>	81
4.4.1	Penggantian AC Yang Rusak.....	81
4.4.2	Penanganan Saat Terjadi Pemadaman Listrik.....	82
4.4.3	Perbaikan Dan Penggantian Lampu.....	84
4.4.4	Pengisian Bahan Bakar Genset	88
BAB 5	PENUTUP	91
5.1	Kesimpulan.....	91
5.2	Saran.....	91
DAFTAR	PUSTAKA.....	93

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya pertumbuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada saat ini, mengharuskan metode pengajaran dan pendidikan untuk berkembang. Oleh karena itu Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) sebagai instansi pendidikan yang berorientasi pada ilmu pengetahuan dan teknologi menetapkan kurikulum yang mengakomodasi perkembangan teknologi terbaru. Salah satunya adalah kerja praktek yang bertujuan mengenalkan dunia kerja kepada mahasiswa.

Dengan kerja praktek ini mahasiswa dituntut untuk dapat memahami dunia kerja. Sehingga mahasiswa tidak hanya memiliki ilmu pengetahuan bidang teoritis saja, melainkan juga mengetahui perkembangan teknologi terbaru dalam bidang telekomunikasi.

Pada era komunikasi yang sedang berkembang saat ini, jaringan *wireless* merupakan media komunikasi yang paling diminati karena kemudahan dan fleksibilitasnya. Ponsel sebagai perangkat komunikasi *wireless* juga semakin berkembang dan menjadi kebutuhan primer masyarakat. Untuk memenuhi kapasitas jaringan komunikasi yang semakin meninggi sangat dibutuhkan perangkat BTS (*Base Transceiver Station*) dan BSC (*Base Station Controller*) sebagai *transceiver* signal yang dibutuhkan oleh ponsel.

Jaringan seluler saat ini berkembang sangat pesat dan membutuhkan band frekuensi yang semakin lebar pada spektrum

tertentu mulai dari *single band* hingga *quad band*. Saat ini Indonesia telah memasuki era jaringan 3.5G dengan HSPA+ pada jaringan GSM dan EVDO pada jaringan CDMA.

Menghadapi makin bertambahnya tower milik para operator seluler, maka pemerintah melalui menteri komunikasi dan infomasi (KOMINFO) mengeluarkan kebijakan mengenai pembangunan menara melalui peraturan terbaru Peraturan Menteri Kominfo No. 2/PER/M.KOMINFO/3/2008 tentang Pedoman Pembangunan dan Penggunaan Menara Telekomunikasi. Berdasarkan peraturan tersebut, terutama pada pasal 5 yang menyebutkan bahwa kini tower BTS wajib digunakan secara bersama tanpa mengganggu pertumbuhan industri telekomunikasi. Hal ini menjadi landasan bahwa kini tower wajib digunakan oleh minimal 2 operator.

Dengan adanya kebijakan pemerintah tersebut, membuat pihak *operator* tidak bisa leluasa lagi mendirikan *tower* sendiri, dikarenakan tidak efektif dan efisien. Maka dari itu PT. Smartfren Telecom Tbk bekerja sama dengan PT. Inti Bangun Sejahtera Tbk (IBS) sebagai pihak penyedia *tower* atau *site* dalam mengembangkan jaringan selulernya. Selanjutnya dalam proses *maintenance service area site*, pihak IBS mempercayakannya pada subkontraktor yakni PT. Muara Karya. Proses *maintenance service* dimulai dari penanganan dokumen-dokumen dan perijinan sampai kegiatan *Civil Mechanical Electrical (CME)* di *site*.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam kerja praktek ini permasalahan yang kami angkat sebagai topik pembahasan adalah *Maintenance Service Base Transceiver Station CDMA* di PT. Muara Karya Malang.

1.3 Tujuan Kerja Praktek

Dalam kurikulum yang ada khususnya pada Program Studi Teknik Telekomunikasi Multimedia, kerja praktek merupakan mata kuliah yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa guna melengkapi persyaratan pada tahap Sarjana. Selain tujuan diatas, tujuan dilaksanakannya kerja praktek ini adalah :

- a. Membandingkan informasi yang telah didapat dengan pengetahuan yang diperoleh dari perkuliahan.
- b. Memenuhi kewajiban setiap mahasiswa Program Studi Sarjana S-1 Teknik Telekomunikasi Multimedia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang diharuskan mengambil mata kuliah wajib yaitu kerja praktek sebagai salah satu syarat utama dalam kelulusan.
- c. Mengamati dan mengambil kesimpulan dari segala aktifitas tersebut.
- d. Mendapatkan pengalaman kerja di lapangan.
- e. Mengembangkan pengetahuan, sikap, keterampilan, dan pengetahuan profesi melalui penerapan ilmu, latihan kerja, dan pengamatan teknik yang diterapkan di PT. Muara Karya.

Tujuan khusus dari kerja praktek ini adalah :

- a. Mengetahui lebih jauh tentang teknologi telekomunikasi yang sesuai dengan bidang yang dipelajari di Program Studi Teknik Telekomunikasi Multimedia.
- b. Mempelajari secara khusus teknik dan metode yang berhubungan dengan *maintenance service* BTS CDMA.

Setelah kami melaksanakan kerja praktek ini kami berharap ilmu yang kami dapatkan di tempat kerja praktek ini yaitu PT. Muara Karya dapat dikembangkan dan menambah pengetahuan tentang sistem telekomunikasi, khususnya bagi kami dan bagi masyarakat.

1.4 Waktu dan Tempat Kerja Praktek

Kerja praktek ini dilaksanakan di dilaksanakan pada:

Waktu : 3 Agustus 2015 - 28 Agustus 2015

Tempat : PT. Muara Karya area Malang

1.5 Metodologi Penulisan

Dalam penyusunan laporan kerja praktek ini, metode yang digunakan adalah metode pengumpulan data meliputi:

1. Metode dokumentasi, yaitu mempelajari buku-buku dan segala referensi yang berkenaan dengan obyek.
2. Metode wawancara, yaitu bertanya dan diberikan penjelasan oleh karyawan di tempat kerja praktek.
3. Metode observasi

1.6 Batasan Penulisan

Penulis menyadari bahwa selama melaksanakan kerja praktek tidaklah mungkin untuk menerapkan seluruh teori yang didapat selama kuliah. Oleh karena itu penulisan laporan ini dibatasi hanya pada apa yang telah didapat dan dipelajari penulis selama melaksanakan kegiatan Kerja Praktek. Batasan masalah yang akan dibahas dalam laporan ini adalah *maintenance service* BTS (*Base Transceiver Station*) pada sisem CDMA milik PT. Smartfren Telecom Tbk.

1.7 Sistematika Penulisan

Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kerja praktek ini antara lain adalah sebagai berikut :

a. BAB I PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakan, tujuan, ruang lingkup masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

b. BAB II SELAYANG PANDANG PERUSAHAAN

Memperkenalkan secara singkat tentang PT. Muara Karya dan struktur organisasi perusahaan terkait dengan tim yang bersangkutan.

c. BAB III DASAR TEORI

Membahas tentang teori penunjang yang akan dibahas pada bab pembahasan.

d. BAB IV PEMBAHASAN

Membahas tentang proses *maintenance service* BTS CDMA milik operator PT. Smartfren Telecom Tbk.

e. BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan hasil dari kerja praktek.

BAB 2

SELAYANG PANDANG PERUSAHAAN

2.1 Sekilas Perusahaan

PT. Muara Karya didirikan pada tahun 2001 dalam bentuk awal CV. Muara Karya. Pada awalnya merupakan gagasan dari beberapa orang yang berkeinginan mandiri dalam pekerjaan, disamping itu juga ingin menyumbangkan pengalaman yang didukung latar belakang pendidikan yang dimiliki, dalam pembangunan teknologi di negara ini.

Dalam rangka mendapatkan hasil kerja yang optimal sesuai permintaan penggunaan jasa, PT. Muara Karya bekerja sama dengan asosiasi profesi, lembaga professional dan juga dengan beberapa kontraktor. Perkembangan perekonomian dan globalisasi pada saat ini membuka peluang sangat besar pada bisnis jasa konstruksi. Peluang ini memberi kesempatan kepada kami generasi muda yang mempunyai cita-cita kemandirian yang memiliki potensi sumber daya terkait, untuk membuka usaha dibidang konstruksi dengan mendirikan PT. Muara Karya.

Di bidang usaha yang kami tangani antara lain : bidang konstruksi umum, mekanikal elektrikal, telekomunikasi, dan jasa perdagangan barang. Tidak menutup kemungkinan dikemudian hari akan menangani bidang-bidang yang lain.

PT. Muara Karya didukung sumber daya manusia yang berpengalaman mulai dari perencanaan, pelaksanaan maupun perawatan, dengan dukungan sumber daya manusia ini kami mengusahakan semaksimal mungkin tercapainya kepuasan bagi mitra kerja.

2.2 Tujuan PT. MUARA KARYA

Kami PT. Muara Karya dan anak perusahaannya mempunyai komitmen melindungi setiap orang, aset perusahaan, lingkungan, dan komunitas sekitar dari potensial bahaya yang berhubungan dengan kegiatan PT. Muara Karya.

2.3 Komitmen PT. MUARA KARYA

Manajemen lini maupun pekerja dengan sungguh-sungguh :

1. Memberikan prioritas utama untuk aspek HSE (*Health, Safety, and Environment*).
2. Mengidentifikasi potensi bahaya dan mengurangi risikonya serendah mungkin untuk mencegah terjadinya insiden.
3. Menggunakan teknologi terbaik untuk mengurangi dampak dari kegiatan operasi terhadap manusia, asset, dan lingkungan.
4. Menjadikan kinerja HSE (*Health, Safety, dan Environment*) dalam penilaian dan penghargaan terhadap semua aspek kerja.

5. Meningkatkan kesadaran dan kompetensi pekerja agar dapat melaksanakan pekerjaan dengan benar dan aman.
6. Menciptakan dan memelihara harmonisasi hubungan dengan *stake holder* di sekitar kegiatan usaha untuk membangun kemitraan yang saling menguntungkan.

Direktur Utama PT. Muara Karya bertanggung jawab untuk menjamin agar kebijakan HSE (*Health Safety and Environment*) ini diimplementasikan dan efektifitasnya ditinjau secara berkala. Setiap manajemen lini maupun pekerja erta mitra semua area kegiatan di bawah pengendalian PT. Muara Karya bertanggung jawab untuk melaksanakan dan menaati HSE (*Health Safety and Environment*).

2.4 Visi PT. MUARA KARYA

Menjadi Perusahaan Jasa Konstruksi yang mampu mengikuti perkembangan teknologi dan berorientasi pada kepentingan masyarakat.

2.5 Misi PT. MUARA KARYA

- a. Mengerjakan pekerjaan secara optimal sesuai kebutuhan dalam rangka memenuhi kepuasan pengguna jasa.
- b. Melalui kegiatan yang dilakukan dapat membawa keuntungan bagi *stake holder* karyawan maupun masyarakat.

2.6 Logo PT. MUARA KARYA



Gambar 2.1 Logo PT. Muara Karya

BAB 3

DASAR TEORI

3.1 *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS adalah kependekan dari *Base Transceiver Station* dimana perangkat ini diperlukan dalam komunikasi seluler yang berbasis *wireless*. Terminologi ini termasuk baru dan mulai populer di era seluler saat ini. BTS berfungsi menjembatani perangkat komunikasi pengguna dengan jaringan menuju jaringan lain. Satu cakupan pancaran BTS disebut *Cell*. Komunikasi seluler adalah komunikasi modern yang mendukung mobilitas yang tinggi. Dari beberapa BTS kemudian dikontrol oleh satu *Base Station Controller (BSC)* yang terhubung dengan koneksi *Microwave link* ataupun serat optik.

Meskipun istilah BTS dapat diterapkan ke salah satu standar komunikasi nirkabel, biasanya diimplementasikan pada sistem komunikasi *mobile* seperti GSM dan CDMA. Dalam hal ini, BTS merupakan bagian dari *base station subsystem (BSS)* perkembangan untuk sistem manajemen. Ini juga mungkin memiliki peralatan untuk mengenkripsi dan mendekripsi komunikasi, spektrum penyaringan alat (*band pass filter*), dll antena juga dapat dipertimbangkan sebagai komponen dari BTS dalam arti umum antena melakukan beberapa fungsi yang ada pada BTS.

Biasanya BTS akan memiliki *transceiver* beberapa (TRXs) yang memungkinkan untuk melayani beberapa frekuensi yang berbeda dan berbagai sektor sel (dalam kasus BTS *sectorized*). Sebuah BTS dikendalikan oleh *base station controller* melalui fungsi *base station control (BCF)*. BCF ini dilaksanakan sebagai unit diskrit atau

bahkan tergabung dalam TRX di BTS kompak. Para BCF menyediakan operasi dan pemeliharaan (O & M) koneksi dengan sistem manajemen jaringan (NMS), dan mengelola kondisi operasi dari TRX masing-masing, serta penanganan perangkat lunak dan koleksi alarm. Struktur dasar dan fungsi dari BTS tetap sama tanpa teknologi nirkabel.

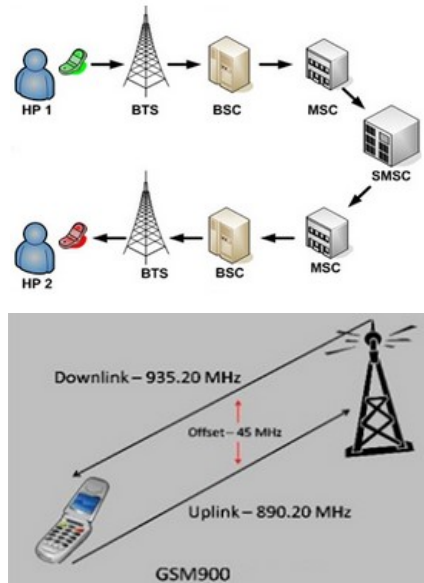
Fungsi BTS sendiri pada dasarnya adalah sebagai *Radio Resource Management*, yaitu melakukan fungsi-fungsi yang terkait dengan :

- Menerima dan mengirimkan sinyal dari dan ke MS (*Mobile station*).
- Dapat memancar dan menerima sinyal dari frekuensi yang berbeda-beda (namun tetap dalam band GSM/CDMA) hanya menggunakan satu antena yang sama (*Multiband* atau *Wideband*).
- Dapat memodulasi sinyal yang dikirim sesuai dengan kondisi media transmisinya.
- Dapat mengontrol proses *handover*.

3.1.1 Topologi BTS

BTS & handphone sama-sama disebut *transceiver* karena sifatnya yang sama-sama bisa mengirim informasi & menerima informasi. Pada saat BTS mengirim informasi kepada handphone, saat itu pula handphone juga bisa mengirim informasi kepada BTS secara bersama-sama selanjutnya saat kita mengobrol via telepon kita bisa berbicara bersamaan.

Dalam topologinya BTS berfungsi untuk menyediakan jaringan (*interface*) berupa sinyal radio atau gelombang elektromagnetik untuk penggunaanya dalam hal ini adalah ponsel, modem dll. Frekuensinya mengikuti alokasi yang telah ditetapkan oleh pemerintah kepada masing-masing operator, baik pada band 800 MHz, 900 MHz, maupun 1800 MHz. Komunikasi dari BTS menuju ke pengguna disebut downlink, sedangkan jalur frekuensi yang digunakan mengirim informasi dari pengguna ke BTS disebut uplink.



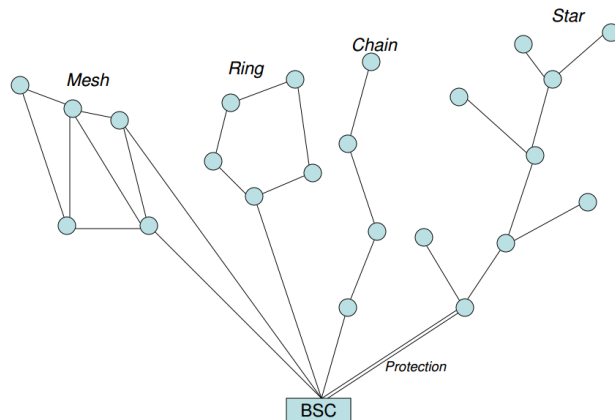
Gambar 3.1 BTS pada Arsitektur Seluler

Ada penyebab dimana frekuensi *downlink* dibuat lebih tinggi daripada frekuensi *uplink*, hal ini berhubungan dengan masalah daya yang harus disediakan oleh perangkat pengguna

dalam hal ini adalah *Battery* ponsel. Dalam ilmu sains semakin tinggi frekuensi maka gangguan (*noise*) akan semakin besar, sehingga diperlukan daya yang lebih besar agar kualitasnya lebih terjamin. Kalau frekuensi *uplink* menggunakan frekuensi yang tinggi maka konsekuensinya *Battery* ponsel bisa lebih boros dan cepat habis. Makin jauh jarak pengguna ponsel ke BTS juga berpengaruh terhadap kebutuhan daya hubungan jarak adalah berbanding terbalik dengan kualitas sinyal, makin dekat jarak makin bagus pula kualitasnya.

Dalam implementasinya, BTS memiliki coverage area dimana pada umumnya ditangani oleh 3 sektor. Masing-masing sektor tersebut memancar ke arah yang berbeda-beda tergantung pada optimasi jaringan yang direncanakan. Sedangkan dalam topologinya, beberapa BTS akan dibawah oleh BSC, dan BSC akan dibawah oleh MSC.

Transmisi yang digunakan untuk menghubungkan BTS dengan BTS, maupun BTS dengan BSC adalah menggunakan *Microwave link*, selain itu ada juga yang menggunakan fiber optik. Dalam menggunakan *Microwave link* jaringan antara satu BTS dengan BTS lain nantinya akan membentuk topologi tertentu tergantung pada lokasinya.



Gambar 3.2 Topologi Base Transceiver Station

3.1.2 Jenis Menara BTS

Tower adalah menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa baik segi empat atau segi tiga, atau hanya berupa pipa panjang (tongkat), yang bertujuan untuk menempatkan antena dan pemancar radio maupun penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. *Tower* BTS (Base Transceiver System) sebagai sarana komunikasi dan informatika, berbeda dengan *tower* SUTET (Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi) Listrik PLN dalam hal konstruksi, maupun resiko yang ditanggung penduduk di bawahnya.

Tower BTS komunikasi dan informatika memiliki derajat keamanan tinggi terhadap manusia dan makhluk hidup di bawahnya, karena memiliki radiasi yang sangat kecil sehingga

sangat aman bagi masyarakat di bawah maupun disekitarnya.

Tipe *Tower* jenis ini pada umumnya 3 macam.

1. *Tower* dengan 4 kaki

Tower dengan 4 kaki sangat jarang dijumpai roboh, karena memiliki kekuatan tiang pancang serta sudah dipertimbangkan konstruksinya. Tipe ini mahal biayanya (650 juta hingga 1 milyar rupiah), namun kuat dan mampu menampung banyak antenna dan radio. Tipe *tower* ini banyak dipakai oleh perusahaan-perusahaan bisnis komunikasi dan informatika yang bonafid. (Indosat, Telkom, XL, dll).



Gambar 3.3 Tower 4 Kaki

2. *Tower* dengan 3 kaki

Tower Segitiga disarankan untuk memakai besi dengan diameter 2 cm ke atas. Beberapa kejadian robohnya *tower* jenis ini karena memakai besi dengan diameter di bawah 2 cm. Ketinggian maksimal *tower* jenis ini yang

direkomendasi adalah 60 meter. Ketinggian rata-rata adalah 40 meter. *Tower* jenis ini disusun atas beberapa *stage* (potongan). 1 *stage* ada yang 4 meter namun ada yang 5 meter. Makin pendek *stage* maka makin kokoh, namun biaya pembuatannya makin tinggi, karena tiap *stage* membutuhkan tali pancang. Jarak patok *spanner* dengan tower minimal 8 meter.



Gambar 3.4 tower 3 kaki

3. *Tower* dengan 1 kaki

Tower jenis ketiga lebih cenderung untuk dipakai secara personal. Tinggi *tower* pipa ini sangat disarankan tidak melebihi 20 meter (lebih dari itu akan melengkung). Teknis penguatannya dengan *spanner*. Kekuatan pipa sangat bertumpu pada *spanner*. Sekalipun masih mampu menerima sinyal koneksi, namun *tower* jenis ini tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai penerima sinyal informatika (internet dan intranet) yang stabil.



Gambar 3.5 Tower 1 Kaki

Tower ini bisa dibangun pada area yang dekat dengan pusat transmisi atau *Network Operation Systems* (maksimal 2 km), dan tidak memiliki angin kencang, serta benar-benar diproyeksikan dalam rangka *emergency* biaya. Dari berbagai fakta yang muncul di daerah, keberadaan *Tower* memiliki resistensi/daya tolak dari masyarakat, yang disebabkan isu kesehatan (radiasi, anemia dll), isu keselamatan hingga isu pemerataan sosial. Hal ini semestinya perlu disosialisasikan ke masyarakat bahwa kekhawatiran pertama (ancaman kesehatan) tidaklah terbukti. Radiasinya jauh diambang batas toleransi yang ditetapkan WHO.

Tower BTS terendah (40 meter) memiliki radiasi 1 watt/m² (untuk pesawat dengan frekuensi 800 MHz) s/d 2

watt/m² (untuk pesawat 1800 MHz). Sedangkan standar yang dikeluarkan WHO radiasi maksimum yang bisa ditolerir adalah 4,5 (800 MHz) s/d 9 watt/m² (1800 MHz). Sedangkan radiasi dari radio informatika/internet (2,4 GHz) hanya sekitar 3 watt/m² saja. Masih sangat jauh dari ambang batas WHO 9 watt/m².

Radiasi ini makin lemah apabila tower makin tinggi. Rata-rata *tower* seluler yang dibangun di Indonesia memiliki ketinggian 70 meter. Dengan demikian radiasinya jauh lebih kecil lagi. Adapun mengenai isu mengancam keselamatan (misal robohnya *tower*), dapat diatasi dengan penerapan standar material, dan konstruksinya yang benar, serta kewajiban perawatan tiap tahunnya.

3.1.3 Jenis BTS Berdasarkan Perangkat

Berdasarkan penempatan perangkatnya jenis BTS dibagi menjadi 2, yakni BTS indoor dan *Outdoor*.

1. BTS *indoor*

BTS ini diletakkan dalam ruangan tertutup. Perangkat yang digunakan umumnya berukuran besar namun lebih awet karena diletakkan dalam ruangan. Perangkat-perangkat tersebut umumnya memiliki suhu yang tinggi saat sedang bekerja, untuk itu agar menjaga suhu tetap normal agar perangkat tidak mudah rusak, dalam ruangan harus dilengkapi dengan AC (*Air Conditioner*) sebagai pendingin. Ruang *shelter* biasanya berukuran 2 x 3 meter.



Gambar 3.6 BTS Indoor

2. BTS *Outdoor*

BTS ini tidak memerlukan ruangan khusus. Biasanya perangkat BTS *Outdoor* diletakkan didalam shelter. Atau ada juga diletakkan diatas tanah. Perangkat BTS *Outdoor* memiliki ukuran yang lebih kecil dan lebih fleksibel.



Gambar 3.7 BTS *Outdoor*

3.1.4 Media Transimisi Kabel pada BTS

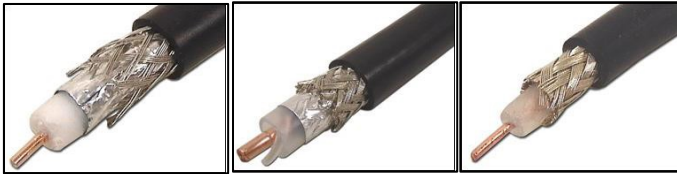
1. *Coaxial Cable* (Kabel Koaksial)

Kabel *Coaxial* atau populer disebut “*coax*” terdiri atas konduktor silindris melingkar, yang mengelilingi sebuah kabel tembaga inti yang konduktif. Untuk LAN, kabel *Coaxial* menawarkan beberapa keunggulan. Diantaranya dapat dijalankan tanpa banyak membutuhkan bantuan *repeater* sebagai penguat untuk komunikasi jarak jauh diantara *node network*, dibandingkan kabel STP atau UTP. *Repeater* juga dapat diikutsertakan untuk meregenerasi sinyal-sinyal dalam jaringan *Coaxial* sehingga dalam instalasi *network* cukup jauh dapat semakin optimal.



Gambar 3.8 *Coaxial Cable*

Kabel *Coaxial* juga jauh lebih murah dibanding Fiber Optik, *Coaxial* merupakan teknologi yang sudah lama dikenal. Digunakan dalam berbagai tipe komunikasi data sejak bertahun-tahun, baik di jaringan rumah, maupun perusahaan. Kabel *Coaxial* terdapat beberapa jenis yaitu:



Gambar 3.9 Kabel RG-6, Kabel Thicknet, Kabel Thinnet

2. *Wave Guide Circular*

Wave Guide merupakan media transmisi berbentuk saluran yang melewatkan sinyal berupa gelombang elektromagnetik. Dalam sistem transmisi pada BTS jenis *wave guide* yang digunakan adalah *wave guide circular* dimana penampang salurannya berbentuk lingkaran. Pada sistem BTS yang transmisinya masih menggunakan kabel *feeder*, *wave guide* digunakan untuk menghubungkan *system module* (dalam *shelter* BTS) menuju *RF module* (terinstall di atas tower). Selain itu, *wave guide circular* juga digunakan untuk transmisi dari *RF module* menuju filter dan antenna.



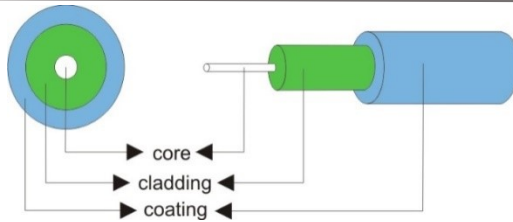
Gambar 3.10 Wave Guide Circular

3. Fiber Optik

Fiber optik merupakan saluran transmisi (pemindah informasi) yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Fiber Optik terbuat dari serat kaca dan bentuknya panjang dan tipis serta berdiameter sebesar rambut manusia. Serat kaca ini merupakan serat yang dibuat secara khusus yang terbuat dari bahan kaca murni dan kemudian diproses menjadi sebetuk gulungan kabel agar dapat digunakan untuk melewatkan data yang ingin dikirim atau diterima.

Fiber optik ini terdiri dari beberapa bagian yaitu *Cladding*, *Core*, dan *Buffer Coating*.

- *Core* adalah kaca tipis yang merupakan bagian inti dari fiber optik dan menjadi tempat berjalannya cahaya sehingga pengiriman cahaya dapat dilakukan.
- *Cladding* adalah lapisan luar yang membungkus *Core* dan memantulkan kembali cahaya yang terpancar keluar kembali ke dalam *Core*.
- *Coating* merupakan lapisan plastik yang melindungi serat dari kerusakan dan kelembaban. *Core* dan *Cladding* terbuat dari kaca sedangkan *Buffer* atau *Coating* terbuat dari plastik agar fleksibel.

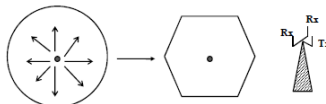


Gambar 3.11 Bagian-bagian Fiber Optik

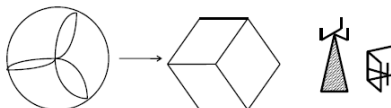
3.1.5 Media Transmisi Nirkabel pada BTS (Antena)

Pada kondisi awal biasanya digunakan pola *omnidirectional*. Kemudian digunakan pola *sectoring* untuk menambah kapasitas dan mengurangi interferensi.

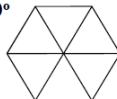
1) Omnidirectional



2) Sectoring 120°



3) Sectoring 60°



Gambar 3.12 Pola Sektoral

1. Antena Sektoral

Antena Sektoral hampir mirip dengan antena *omnidirectional*. Yang juga digunakan untuk *Access Point to serve a Point-to-Multi-Point (P2MP) links*. Beberapa antena sektoral dibuat tegak lurus, dan ada juga yang *horizontal*.

Antena sektoral mempunyai *gain* jauh lebih tinggi dibanding *omnidirectional* antena di sekitar 10-19 dBi. Yang bekerja pada jarak atau area 6-8 km. Sudut pancaran antena ini adalah 45-180 derajat dan tingkat ketinggian pemasangannya harus diperhatikan agar tidak terdapat kerugian dalam penangkapan sinyal.

Pola pancaran yang horizontal kebanyakan memancar ke arah mana antena ini di arahkan sesuai dengan jangkauan dari derajat pancarannya, sedangkan pada bagian belakang antena tidak memiliki sinyal pancaran. Antena sektoral ini jika di pasang lebih tinggi akan menguntungkan penerimaan yang baik pada suatu sektor atau wilayah pancaran yang telah di tentukan.



Gambar 3.13 Antena Sektoral

2. Antena *Microwave*

Microwave system adalah sebuah sistem pemancaran dan penerimaan gelombang mikro yang berfrekuensi sangat tinggi. *Microwave system* digunakan untuk komunikasi antar BTS atau BTS-BSC. *Microwave System* yang digunakan merupakan sistem indoor. Namun antena *Microwave* tetap terpasang menara.

Pada antena *Microwave*, yang bentuknya seperti rebana genderang, itu termasuk jenis *high performance antenna*. Biasanya ada 2 brand, yaitu Andrew and RFS. Ciri khas dari *antenna high performance* ini adalah bentuknya yang seperti gendang, dan terdapat penutupnya, yang disebut *radome*. Fungsi *radome* antara lain untuk melindungi komponen di dalam antena tersebut dari perubahan cuaca sekitarnya.



Gambar 3.14 Antena *Microwave*

3.2 *Civil, Mechanical and Electrical (CME)*

CME adalah *Civil, Mechanical and Electrical* yang pada dasarnya mencakup lahan, menara (*tower*), *shelter*, sistem pengatur udara yang sering disebut AC (*air condition*) dan daya PLN. Saat ini perangkat CME digunakan tidak hanya untuk penyelenggaraan jasa selular saja, namun juga digunakan untuk penyelenggaraan jasa lainnya, seperti FWA, sepanjang alokasi ruang pada *shelter* masih memungkinkan penempatan perangkat yang baru.

Apabila alokasi ruangan tidak mencukupi, maka kebutuhan ruang untuk perangkat baru tersebut dipenuhi dengan memperluas ruang *shelter*, namun dengan catatan lahannya masih mencukupi. Dengan skenario pemanfaatan seperti di atas, maka kebutuhan perangkat CME bagi penyelenggaraan jasa FWA berbasis teknologi CDMA pada umumnya dilakukan dengan konsep *collocation*.

Beberapa hal yang menjadi perhatian dalam melaksanakan konsep *collocation* adalah kemampuan *tower* untuk menahan beban karena adanya perangkat antena FWA dan *feeder*. Kondisi ini menyebabkan *survey* yang dilakukan harus selalu menghitung kekuatan *tower*. Apabila hasil perhitungan menunjukkan *tower* tidak memungkinkan diberi beban tambahan, maka *tower* tersebut harus diperkuat terlebih dahulu. Hal itu tentunya akan memakan waktu yang cukup lama, serta biaya yang tidak sedikit dan implementasinya.

Konsep *collocation* ini juga digunakan dalam penyelenggaraan jasa 3G. Dengan demiclian pada kota-kota dimana jasa 2G, 3G dan FWA-CDMA diselenggarakan, maka perangkat CME eksisting juga

harus di-*upgrade*. Berikut adalah lingkup perangkat CME yang harus di-*upgrade*:

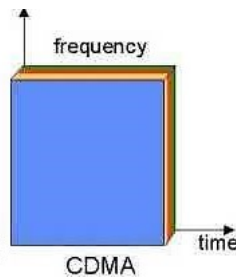
- Penambahan mountingt antena sebanyak 3 unit untuk kebutuhan 3 antena sectoral
- Feeder entry point (FEP)
- Indoor tray
- Sistem grounding
- Vertical/horizontal tray (apabila diperlukan)
- Daya PLN (apabila diperlukan)
- AC (apabila diperlukan)
- Perkuatan *tower* (apabila diperlukan)

Berdasarkan data-data atas pengembangan perangkat CME yang telah dilakukan selama ini, maka biaya rata-rata kebutuhan upgrade CME adalah sekitar Rp 50-60 juta untuk setiap BTS. Harga ini mengacu kepada implementasi CDMA sampai dengan tahtm 2007.

Pada umumnya biaya ini akan meningkat sejalan dengan faktor kenaikan inflasi setiap tahmmya yang berdampak kepada kenaikan harga material, khususnya material besi. Kenaikan harga besi saat uu diperkirakan akan menyebabkan kenaikan biaya upgrade CME sebesar 20% dari harga sebelumnya. Dengan demikian kebutuhan biaya upgrade CME untuk tahun 2008 diperkirakan akan meningkat menjadi sekitar Rp 75 juta untuk setiap BTS.

3.3 Pengenalan CDMA

CDMA (*Code Division Multiple Access*) menggunakan teknologi spread spectrum untuk menyebarkan sinyal informasi melalui bandwidth yang lebar dengan frekuensi 1,25 MHz. CDMA juga merupakan sebuah bentuk pemultipleksi-an (bukan sebuah skema pemodulasian) dan sebuah metode akses secara bersama yang membagi kanal tidak berdasarkan waktu (seperti pada TDMA) atau frekuensi (seperti pada FDMA)[1]. Namun dengan cara mengkodekan data dengan sebuah kode khusus yang diasosiasikan dengan tiap kanal yang ada dan menggunakan sifat-sifat interferensi konstruktif dari kode-kode khusus itu untuk melakukan pemultipleksan. Teknologi ini awalnya dibuat untuk kepentingan militer, menggunakan kode digital yang unik[2]. CDMA merupakan salah satu teknik *multiple access* yang banyak diaplikasikan untuk seluler maupun *fixed wireless*. Flexi adalah salah satu produk telepon *fixed wireless*. Flexi sudah menggunakan jaringan CDMA frekuensi 800 MHz (CDMA 800) untuk seluruh wilayah di Indonesia[3].



Gambar 3.15 *Code Division Multiple access (CDMA)*

Teknologi *multiple access* yang membedakan satu pengguna dengan pengguna lainnya menggunakan kode-kode khusus dalam lebar pita frekuensi yang ditentukan. Sistem CDMA merupakan pengembangan dari dua system *multiple access* sebelumnya diantaranya FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) dan TDMA (*Time Division Multiple Access*) seperti pada Gambar 3.1 [1].

CDMA memiliki keunggulan dibandingkan teknik *multiple access* lainnya, antara lain memiliki pengaruh interferensi yang kecil antara sinyal yang satu dengan yang lainnya dan memiliki tingkat kerahasiaan yang tinggi dimana hal ini berkaitan dengan proses acak pada teknik ini. Teknologi CDMA didesain tidak peka terhadap interferensi, dan sejumlah pelanggan dalam satu sel dapat mengakses pita spektrum frekuensi secara bersama karena mempergunakan teknik pengkodean tertentu[5]

3.3.1 Sejarah Perkembangan CDMA

Perkembangan teknologi telekomunikasi mulai terlihat dengan adanya teknologi 1G dan kemudian teknologi 1G sudah dianggap mulai ketinggalan zaman, maka muncullah teknologi 2G yang dibagi kedalam dua jenis, teknologi GSM dan teknologi CDMA. CDMA mengacu pada sistem telepon seluler digital yang menggunakan skema akses secara bersama ini seperti yang diprakarsai Qualcomm. Pada Tahun 1988, Qualcomm sebagai salah satu perusahaan di Amerika Utara yang terkemuka membuat konsep CDMA selular. Kemudian

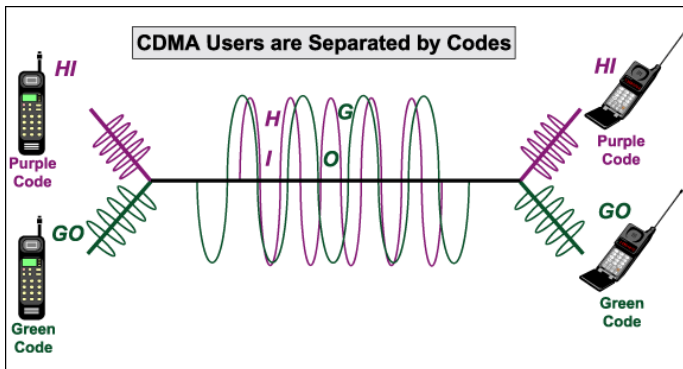
memperkenalkan CDMA pertama kali di San Diego, Amerika pada tahun 1989 dan tahun 1991 berhasil mengadakan tes skala besar di San Diego, Amerika [1]. Jaringan CDMA yang menjangkau beberapa negara di dunia untuk pertama kali diluncurkan oleh Qualcomm yang dikenal dengan IS-95, IS mengacu pada sebuah Standar Interim dari *Telecommunications Industry Association* (TIA). IS-95 sering disebut sebagai 2G atau seluler generasi kedua yaitu CDMA *One handset* atau standar 2G CDMA[3].

Setelah beberapa kali revisi, IS-95 digantikan oleh standar IS-2000. Standar ini diperkenalkan untuk memenuhi beberapa kriteria yang ada dalam spesifikasi IMT-2000 untuk 3G, atau selular generasi ketiga. Standar ini juga disebut sebagai 1xRTT yang secara sederhana berarti "1 times Radio Transmission Technology" yang mengindikasikan bahwa IS-2000 menggunakan kanal bersama 1.25-MHz sebagaimana yang digunakan standar IS-95 yang asli. Suatu skema terkait yang disebut 3xRTT, yang menggunakan tiga kanal pembawa 1.25MHz menjadi sebuah lebar pita 3.75MHz yang memungkinkan laju letupan data (*data burst rates*) yang lebih tinggi untuk seorang pengguna individual, namun skema 3xRTT belum digunakan secara komersil. Qualcomm juga telah memimpin penciptaan teknologi baru berbasis CDMA yang dinamakan 1xEV-DO, atau IS-856, yang mampu menyediakan laju transmisi paket data yang lebih tinggi seperti yang

dipersyaratkan oleh IMT-2000 dan diinginkan oleh para operator jaringan nirkabel.

3.3.2 Konsep Dasar Teknologi CDMA

Konsep dasar dari teknik *multiple access* CDMA yaitu memungkinkan suatu titik dapat diakses oleh beberapa titik yang saling berjauhan dengan tidak saling mengganggu. Teknik *multiple access* mempunyai arti bagaimana suatu spectrum radio dibagi menjadi kanal-kanal dan bagaimana kanal kanal tersebut dialokasikan untuk pelanggan sebanyak-banyaknya dalam satu sistem seperti pada Gambar 3.3.

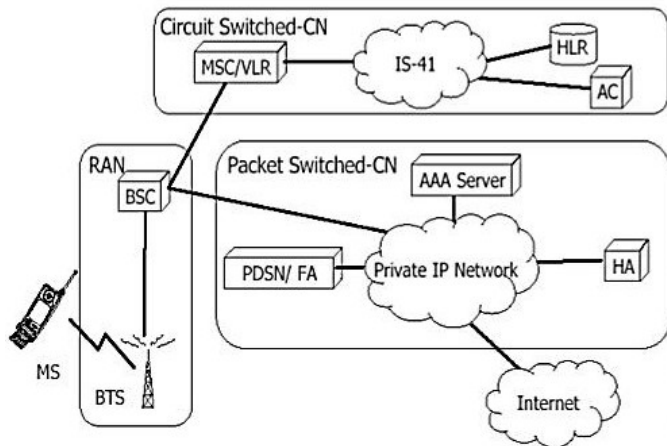


Gambar 3.16 Model CDMA [4]

3.3.3 Arsitektur Umum CDMA

CDMA adalah teknologi akses jamak dimana masing-masing *user* menggunakan kode yang unik dalam mengakses kanal yang terdapat dalam sistem. Pada CDMA, sinyal

informasi pada *Time Division Multiple Access* dibagi berdasarkan kode dan disebarakan dengan *bandwidth* sebesar 1.25 MHz (*spread spectrum*), kemudian pada sisi *repeater* dilakukan pengkodean ulang sehingga didapatkan sinyal informasi yang dibutuhkan. Berikut arsitektur umum dari jaringan CDMA ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.17 Arsitektur jaringan CDMA 2000

3.3.3.1 *Circuit Core Network (CCN)*

a. *Mobile Switching Center (MSC)*

Diletakkan di pusat jaringan mobile communication dan juga bekerja dengan jaringan lain seperti PSTN. Yang berfungsi untuk melakukan pemilihan route, melakukan pembentukan hubungan trafik dan *signaling*, mengawasi hubungan komunikasi

antar peanggan yang terbentuk, pengukuran trafik, menangani beban lebih (*overload*), dan mendukung servis telekomunikasi.

b. *Home Location Register (HLR)*

Tempat yang berisi informasi pelanggan yang digabungkan dengan pengantar layanan paket data ataupun menyimpan data dari pelanggan yang bertempat tinggal sama dengan MSC berada.

c. *Visitor Location Register (VLR)*

Berfungsi untuk menyimpan dan mengontrol semua informasi dari *Mobile station (MS)* yang berada pada *area control*. Ketika pelanggan melakukan panggilan maka VLR mengirimkan semua informasi yang berhubungan dari MSC.

d. *Short Message Service Center (SMSC)*

Berfungsi untuk menyampaikan, menyimpan dan pengajuan suatu pesan singkat.

e. *Intelligent Short Message Service (ISMSC)*

Merupakan gateway untuk menyelenggarakan interworking dengan jaringan PSTN dan GSM.

3.3.3.2 *Radio Access Network (RAN)*

a. *Base Transceiver Station (BTS)*

BTS merupakan bagian yang terhubung langsung dengan *Mobile Station (MS)* melalui

gelombang radio dan bertanggung jawab untuk mengalokasikan daya digunakan oleh pelanggan serta berfungsi sebagai antarmuka yang menghubungkan jaringan CDMA dengan perangkat pelanggan yang terdiri dari perangkat radio yang digunakan untuk mengirimkan dan menerima sinyal CDMA.

b. *Packet Data Serving Network (PDSN)*

Merupakan komponen baru yang terdapat dalam sistem seluler berbasis CDMA yang bertujuan untuk mendukung layanan packet data yang fungsinya antara lain untuk membentuk, memelihara dan memutuskan sesi *point to point protocol* pada pelanggan.

c. *Base Station Controller (BSC)*

BSC bertanggung jawab untuk mengontrol semua BTS yang berada di daerah cakupannya serta mengatur rute paket data dari BTS ke PDSN atau sebaliknya serta trafik dari BTS ke MSC atau sebaliknya.

3.3.3.3 *Packet Core Network (PCN)*

a. *Authentication, Authorization and Accounting (AAA)*

Menyediakan fungsi untuk Authentication atau system pengamanan jaringan dan hubungan mobile IP, melakukan otorisasi yaitu layanan profil dan kunci keamanan distribusi dan manajemen dan accounting untuk jaringan paket data dengan menggunakan *Remote Access Dial In User Service (RADIUS)*. AAA server

juga digunakan oleh PDSN untuk berhubungan dengan jaringan suara dari HLR dan VLR.

b. *Home agent*

Berfungsi untuk menelusuri lokasi *Mobile Station* (MS) sekaligus mengecek apakah paket data telah diteruskan ke MS tersebut.

c. *Fire Wall*

Berfungsi untuk mengamankan jaringan terhadap akses dari luar.

d. *Router*

Router berfungsi untuk merutekan paket data dari dan ke berbagai elemen jaringan yang terdapat pada jaringan CDMA 2000 1X serta bertanggung jawab untuk mengirimkan dan menerima paket data dari jaringan internal ke jaringan eksternal atau sebaliknya.

3.3.3.4 *User terminal*

a. *Fixed Terminal*

b. *Portable/handled*

Memiliki fungsi untuk membentuk, memelihara, dan memutuskan hubungan dengan *radio network* melalui antar muka *radio packet* dan juga mengumpulkan data autentikasi, otorisasi dan manajemen jaringan yang diperlukan oleh AAA[2].

3.3.4 Prinsip Kerja CDMA

Perpindahan MS ke sel lain dalam satu area MSC tanpa terjadinya pemutusan hubungan dan tanpa melalui campur tangan pemakai disebut *handover* dan perpindahan antar area disebut jelajah (*roaming*). Hubungan MS ke area lain atau jaringan lain (misalnya: PSTN, internet) dilakukan melalui MSC. Pada CDMA, pengalihan panggilan (*handover*) disebut metode *soft handoff*. Dikatakan demikian karena CDMA bekerja di frekuensi yang sama maka perpindahan *base station* (BS) a ke b ini akan berjalan halus (*soft*).

Proses terjadinya perpindahan BS pada CDMA ialah sewaktu *Mobile Station* (MS) berpindah, maka *mobile station* akan mencari BS terdekat. Sedangkan BS awal tidak akan melepaskan sinyal sampai BS tujuan dapat memberikan sinyal secara baik. Sehingga kemungkinan terjadi *lose connection* atau *bad signal* dapat dikurangi[4].

CDMA yang disebut sebagai teknik akses jamak berdasarkan teknik komunikasi spektrum tersebar, artinya pada kanal frekuensi yang sama dan dalam waktu yang sama digunakan kode-kode yang unik untuk mengidentifikasi masing masing *user*. CDMA menggunakan kode-kode relatif untuk membedakan 1 *user* dengan *user* yang lain. Kode tersebut dikenal dengan *pseudo* acak (*pseudo random*). Sinyal-sinyal CDMA tersebut pada penerima dipisahkan dengan menggunakan sebuah korelator yang hanya melakukan proses *despreading spectrum* pada sinyal yang sesuai. Sinyal-

sinyal lain yang kodenya tidak cocok, tidak dikirim sebagai hasilnya tetapi menjadi *noise* interferensi.

Dalam CDMA setiap pengguna menggunakan frekuensi yang sama dalam waktu bersamaan tetapi menggunakan sandi unik yang saling *orthogonal*. Sandi-sandi ini membedakan antara pengguna satu dengan pengguna yang lain. Ini berarti kapasitas dan kualitas sistem dibatasi oleh daya interferensi yang timbul pada lebar bidang frekuensi yang digunakan. Metode ini dapat dianalogikan dengan cara berkomunikasi dalam satu ruangan yang besar. Setiap pasangan berkomunikasi secara bersama-sama tetapi dengan bahasa yang berbeda, sehingga pembicaraan pasangan satu bisa tidak dianggap bagi pengguna lain, karena tidak diketahui maknanya.



Gambar 3.18 Analogi sistem CDMA

Pada saat banyak yang berkomunikasi maka ruangan menjadi bising. Kondisi ini membuat ruangan menjadi tidak kondusif lagi untuk berkomunikasi. Oleh karena itu, jumlah

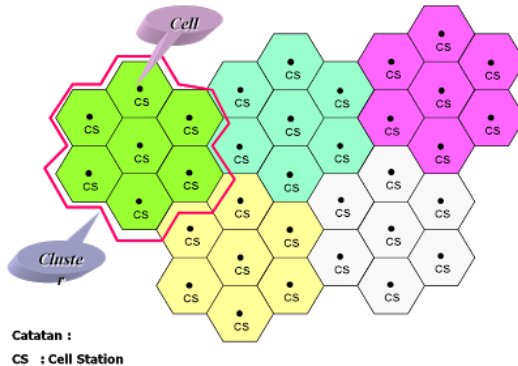
yang berkomunikasi harus dibatasi[5]. Agar jumlah yang berkomunikasi bisa maksimal maka kuat suara tiap pembicara tidak boleh terlalu keras seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Berbeda dengan teknologi GSM, teknologi CDMA tidak menggunakan satuan waktu, melainkan menggunakan sistem kode (coding). Prinsip ini sesuai dengan singkatan CDMA itu sendiri, yaitu *Code Division Multiple Access*. Jadi, sistem CDMA menggunakan kode-kode tertentu yang unik untuk mengatur setiap panggilan yang berlangsung. Kode yang unik ini juga akan mengeliminir kemungkinan terjadinya komunikasi silang atau bocor. CDMA tidak menggunakan satuan waktu seperti layaknya GSM atau TDMA. Ini menjadikan CDMA memiliki kapasitas jaringan yang lebih besar dibandingkan dengan jaringan GSM. Namun, hal ini tidak berarti jaringan CDMA akan lebih baik daripada jaringan GSM karena tetap ada batasan-batasan tertentu untuk kapasitas jaringan yang dimiliki oleh CDMA[3].

3.3.5 Sistem Cell CDMA

Komunikasi seluler merupakan sistem komunikasi yang digunakan untuk memberikan layanan jasa telekomunikasi bagi panggilan bergerak secara bebas di dalam area layanan sambil berkomunikasi tanpa terjadi pemutusan panggilan dimana daerah yang dilayani dibagi menjadi wilayah kecil-kecil. Masing-masing wilayah kecil ini disebut sel, dan diliput oleh sebuah BS (base station). MS (*mobile station*) dilayani

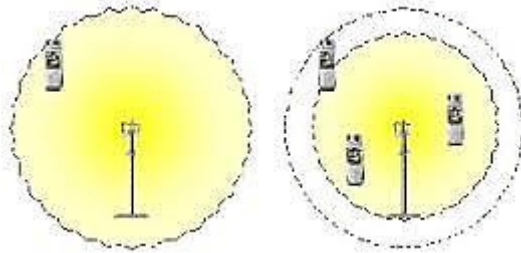
oleh BS yang pada umumnya terdekat dengannya seperti [6] ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.19 Ilustrasi Cell CDMA

Secara fisis, MS hanya berhubungan dengan BS, dan BS itulah yang meneruskannya ke elemen lain pada jaringan. Oleh karena itu, hubungan antara BS dengan elemen lain pada jaringan dapat melalui kabel atau gelombang elektromagnetik, sedangkan hubungan antara MS dengan BS harus menggunakan gelombang elektromagnetik. Sel pada sistem CDMA mempunyai karakteristik berkerut (mengecil) ketika beban mendekati ambang beban maksimum yang bisa dilayani oleh *Time Division Multiple Access* sel. Hal ini menyebabkan pelanggan yang berada di perbatasan cakupan yang mulai mengkerut akan tidak mendapatkan layanan ketika terjadi pengkerutan. Untuk itu pelanggan tersebut harus dilimpahkan ke sel tetangga yang sedang mempunyai beban lebih ringan. Hal seperti ini disebut sebagai *soft*

capacity. Gambar 3.6 menunjukkan perubahan cakupan layanan karena fenomena pengerutan sel (*cell shrinking*)[6].



Gambar 3.20 Perubahan cakupan karena fenomena cell shrinking

Sebuah *Base Station* dengan pemancar omnidirectional memiliki area berbentuk lingkaran yang ditentukan berdasarkan penerimaan pada ambang daya tertentu. Sebuah area geografi yang luas dapat dibagi dalam beberapa area berbentuk lingkaran yang saling melingkupi. Lingkaran dengan ukuran seragam tersebut menutupi seluruh area dan tidak ada celah diantaranya maka ini disebut memenuhi konsep *hexagonal cell*. Kenyataannya tidak sepenuhnya berbentuk lingkaran karena adanya redaman propagasi yang disebabkan struktur alam dan kondisi bangunan. Namun hal ini bisa mempermudah perencanaan dan analisis[2]. Macam-macam konfigurasi sel terdiri dari *omnidirectional*, *sectoring 120°*, *sectoring 60°*. Ukuran sel tergantung area cakupannya[8].

3.3.6 Power Daya/ *Power Control*

Kontrol daya/ *Power Control* merupakan hal yang sangat penting pada sistem CDMA karena semua pelanggan menggunakan frekuensi yang sama pada saat yang bersamaan. Kontrol daya penting agar seorang pelanggan tidak memancarkan daya yang tinggi yang akan menyebabkan melemahnya daya pelanggan yang lain. Ini yang disebut dengan *near-factor problem*. Untuk mengetahui masalah tersebut, diperlukan mekanisme di mana UE dapat mengatur daya pancarnya (menaikkan atau menurunkan) sehingga semua transmisi dari pelanggan dalam suatu sel dalam suatu sel yang ditangani oleh *Base Station* mempunyai level daya yang sama. Kontrol daya tidak hanya mengatasi masalah *near-factor* akan tetapi juga diperlukan untuk mengatasi *Raleigh fading* yang menyebabkan sinyal yang diterima mengalami *drop* beberapa dB akibat dari propagasi *multipath*. Oleh karena itu, kontrol daya digunakan pada *uplink* dan *downlink*.

1. *Open loop Power Control*

Base Station mem-broadcast daya pancar menggunakan CPICH (*Common Pilot Channel*), kemudian terminal menggunakan informasi tersebut untuk mengestimasi kebutuhan daya pancar uplink berdasarkan daya sinyal terima, sehingga diperoleh kesamaan antara level daya sinyal kirim dan terima. Akibatnya, open loop *Power Control* hanya memberikan

nilai estimasi kasar dari daya ideal yang seharusnya digunakan terminal. Dengan alasan tersebut, *open loop Power Control* hanya digunakan ketika UE melakukan inisial akses.

2. *Closed loop Power Control*

Base Transceiver Station mengukur SIR (*Signal-to-Interference Ratio*) yang diterima tersebut dan membandingkan dengan nilai SIR target. Kemudian *Base Station* memerintahkan UE untuk menaikkan daya pancar apabila nilai SIR terlalu rendah atau menurunkan daya pancar apabila nilai SIR terlalu tinggi. *Closed loop Power Control* disebut juga *fast loop power control* yang beroperasi dengan kecepatan 1000 kali per detik (1 KHz) untuk setiap UE. Kecepatan ini cukup cepat mengatasi perubahan *path loss* dan pengaruh *Rayleigh fading* untuk semua kondisi kecuali apabila UE bergerak dengan kecepatan tinggi[7].

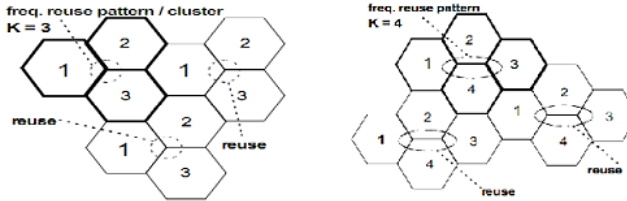
3.3.7 Konsep *Cluster* Pada CDMA

Cluster adalah sekelompok sel yang masing-masing selnya memiliki 1 set frekuensi yang berbeda dengan sel yang lain. Secara umum ukuran *Cluster* dilambangkan dengan K atau N adalah jumlah sel yang terdapat dalam 1 *Cluster* seperti pada Gambar 3.8.

Contoh :

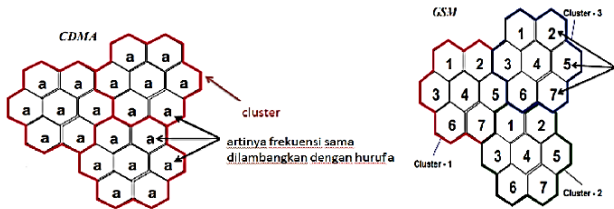
$K = 3$ artinya dalam 1 *Cluster* terdapat 3 sel

$K = 4$ artinya dalam 1 *Cluster* terdapat 4 sel



Gambar 3.21 Ukuran *Cluster*

Dalam pengertian yang sama, ukuran *Cluster* di jaringan seluler CDMA, $K_{CDMA} = 1$, artinya frekuensi generasi yang sama diterapkan di semua sel yang dilambangkan dengan huruf a berbeda dengan GSM bahwa setiap sel memiliki frekuensi operasi yang berbeda-beda dalam 1 *Cluster* seperti pada Gambar 3.9 [9]



Gambar 3.22 Model *Cluster* CDMA dan GSM

3.4 Perangkat Umum Pada BTS CDMA

3.4.1 Rectifier

Perangkat yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC adalah *Rectifier*. *Rectifier* didefinisikan

sebagai perangkat yang berfungsi untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sinyal sumber arus searah (DC)[10].

3.4.1.1 Jenis-jenis *Rectifier* indoor

1. PPS16 : Dalam satu sistem bisa mengakomodir kebutuhan sampai 18.000 Watt atau setara dengan 400A. *Rectifier* Module menggunakan FMP16.48 dengan kapasitas 1600 Watt/modul. Tipe ini banyak digunakan untuk proyek BTS dan BSC Indosat, XL Axiata, Bakri Telecom, dengan kapasitas 1500watt, 3000watt, 4500watt dan 6000Watt. Pada Gambar 2.3 dapat dilihat contoh kabinet *Rectifier* PPS16[12].



Gambar 3.23 *Rectifier Power One* PPS16.48[12]

2. Guardian FMP25.48: Dalam satu system bisa mengakomodir kebutuhan sampai 18.000 watt atau setara dengan 400A. *Rectifier module* menggunakan FMP25.48 dengan kapasitas 2500 watt/module.



Gambar 3.24 *Rectifier Guardian* FMP25.48[13]

Sejak tahun 2008, untuk BTS baru, semua *Rectifier* module yang digunakan sudah menggunakan *Rectifier* module tipe FMP25.48 dimana dimensinya lebih compact dibanding FMP16.48. *Rectifier* jenis ini telah dipasang di Indosat untuk BTS dengan kapasitas 3000 dan 4500watt. Pada Gambar 3.11 dapat dilihat contoh kabinet Guardian FMP25.48.

3. Forza : Dalam satu kabinet bisa mengakomodir sampai 400.000 watt. *Rectifier* module yang digunakan FMP32.48 dengan kapasitas 3200 watt/module. Tipe ini

banyak digunakan untuk MSC dan telah dipasang di jaringan PT. Indosat. Contoh kabinet dapat dilihat pada Gambar 3.12.

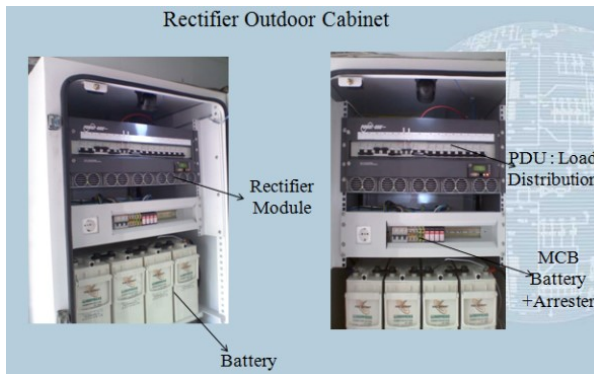


Gambar 3.25 *Rectifier Cabinet Forza Power One*[13]

4. Guardian MS29 : Dalam satu sistem bisa mengakomodir sampai 400.000 watt, *Rectifier* module yang digunakan tipe FMP30.48 dan FMP25.48. Jenis ini digunakan untuk MSC, baik Core, VAS dan Datacomm. Sejak tahun 2009, semua MSC baru sudah menggunakan *Rectifier* tipe Guardian MS29. *Rectifier* jenis telah dipasang di MSC PT. Telkomsel.

3.4.1.2 Jenis-jenis *Rectifier Outdoor*

1. PODS: Dalam satu sistem bisa mengakomodir kebutuhan sampai 18.000 watt atau setara dengan 400A. *Rectifier Module* menggunakan FMP16.48 dengan kapasitas 1600 watt/modul. Tipe ini banyak digunakan untuk proyek BTS *Outdoor* 3000watt dan 4500watt. Tipe ini telah dipasang pada BTS *Outdoor* Indosat. Contoh kabinet dapat dilihat pada Gambar 3.13.



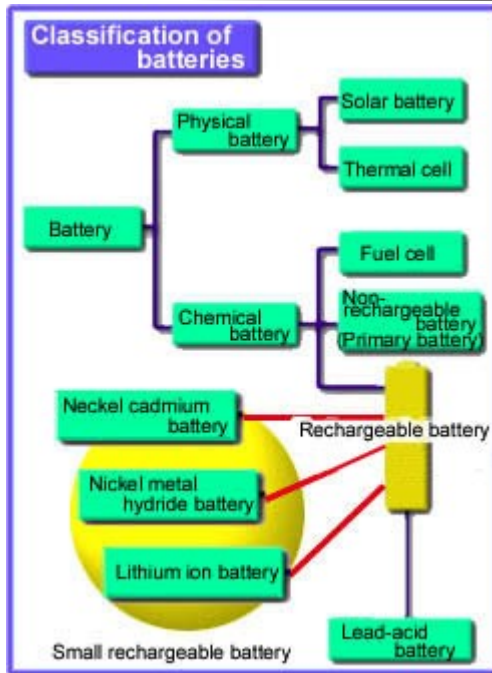
Gambar 3.26 *Rectifier Outdoor Power One*[14]

3.4.2 *Battery*

Untuk menjaga agar perangkat telekomunikasi tetap bekerja walaupun terjadi gangguan pada PLN sebagai sumber power yang utama, maka digunakanlah *Battery* untuk mem-back-up sistem. *Battery* didefinisikan sebagai alat listrik kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkan tenaganya dalam bentuk listrik[10]. Jenis *Battery* dapat diklasifikasikan berdasarkan fisik dan bahan kimianya. Pada Gambar 3.14 dapat dilihat

klasifikasinya, berdasarkan *fisik* dapat dibagi menjadi *Solar Battery* dan *Thermal Battery*, sedangkan berdasarkan chemicalnya dapat dibagi menjadi *Fuel Cell*, *No rechargeable Battery* dan *rechargeable Battery*. Untuk *Rechargeable Battery* dibagi menjadi *Nickel Cadmium Battery*, *Nickel Metal Hybride Battery*, *Lithium ion Battery*, dan *Lead Acid Battery*.

Battery yang dipakai untuk aplikasi telekomunikasi masuk dalam jenis *Lead Acid Battery*. *Lead Acid Battery* sendiri sering disebut VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) atau disebut juga *Sealed Lead Acid Battery*. VRLA *Battery* dibagi menjadi 2 jenis yaitu AGM (*Absorbed Glass Matt*) dan *Gel Battery*. AGM *Battery* mempunyai *deep of discharge* yang lebih rendah dibanding *Gel Battery*. *Deep of Charge* 80% AGM berkisar antara 250-800 *cycle*, sedangkan Gel antara 800-1500 *cycle*. AGM *Battery* digunakan untuk *site-site* yang catuan PLN nya cukup baik, sedangkan Gel untuk *site* yang memerlukan *back up time* yang lebih lama.



Gambar 3.27 Klasifikasi *Battery* [15]

3.5 Penggantian Perangkat BTS

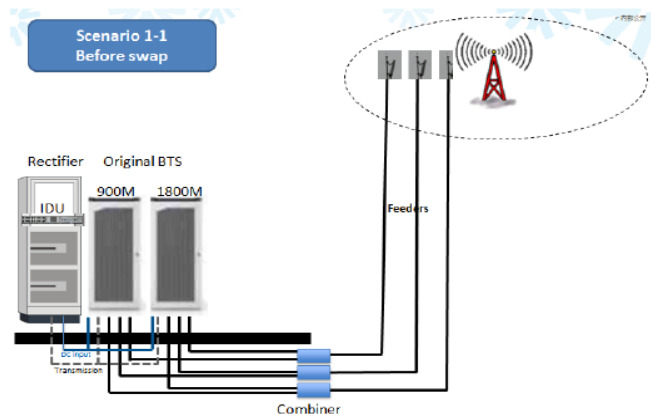
Perkembangan teknologi telekomunikasi yang semakin canggih membuat konfigurasi dan ukuran BTS semakin sederhana. Sehingga pada BTS lama yang sudah terpasang perlu dilakukan modernisasi berupa penambahan, pengurangan, atau penggantian perangkat (*upgrade*) yang disebut juga *swapping*.

Proses *swap* BTS umumnya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan dan kapasitas pengguna jaringan telekomunikasi yang semakin banyak. Proses ini secara umum dibagi menjadi empat

bagian yaitu *Transmission shifting*, *BTS installation*, *BTS Commissioning*, dan *Cross-Connections* antara BTS dan BSC.

3.5.1 BTS Outdoor

Pada BTS *Outdoor* perangkat *Rectifier* dan modul BTS di tempatkan di luar *shelter*, dengan penempatan BTS GSM 900 (DCS) dan GSM 1800 (PCS) berada di bawah *tower*. Digunakan perangkat *combiner* untuk menyatukan frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz menuju antenna *dual band* di atas *tower*, sehingga diperlukan tiga kabel *feeder* dan tiga antenna untuk mencakupi tiga sektor. Konfigurasi BTS sebelum dilakukan proses *swap* dapat dilihat pada Gambar 3.28.

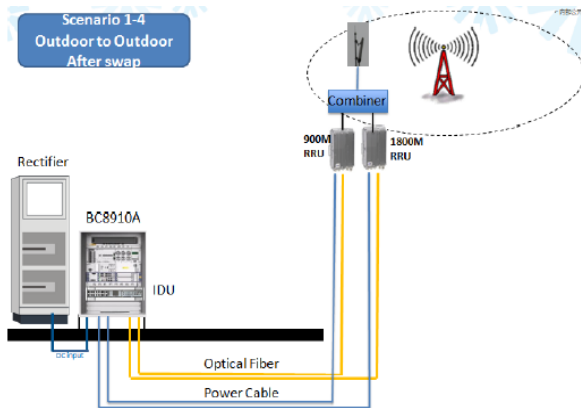


Gambar 3.28 Konfigurasi BTS *Outdoor* sebelum penggantian

Skenario pada Gambar 3.28 dengan penempatan BTS di bawah memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah ketika

kabel *feeder* yang digunakan untuk menghubungkan *combiner* dengan antena semakin panjang, maka *loss feeder* yang ditimbulkan juga ikut bertambah besar.

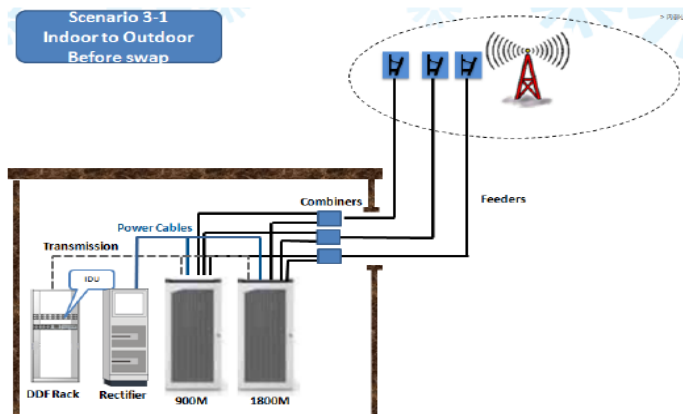
Proses *swap* dilakukan dengan menambah perangkat *Indoor Distribution Unit (IDU)* di bawah tower. Sedangkan BTS 900 dan 1800 sebelumnya diganti dengan *Remote Radio Unit (RRU)* yang dipasang di atas tower beserta *combiner*. Dalam hal ini *feeder waveguide* tidak digunakan lagi, sehingga *loss feeder* berkurang drastis. Saluran transmisi penghubung antara IDU dan RRU adalah kabel *fiber optics* yang memiliki kecepatan data tinggi. Hasil *swap* pada BTS *Outdoor* tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.29.



Gambar 3.29 Konfigurasi BTS *Outdoor* setelah pengantian

3.5.2 BTS *Indoor*

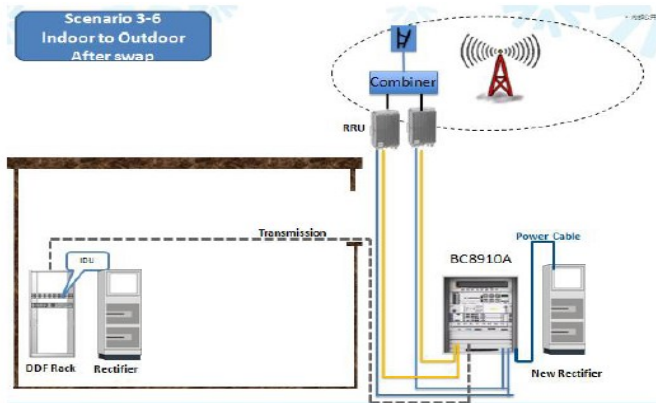
Pada dasarnya modernisasi pada BTS *indoor* tidak jauh berbeda dengan BTS *Outdoor* sebelumnya, hanya saja pada BTS *indoor* penempatan perangkat berada di dalam *shelter*. Hal ini ditujukan untuk mengamankan perangkat BTS yang membutuhkan stabilitas kinerja tinggi. Pendingin ruangan seperti AC dapat dipasang sehingga temperatur ruangan bisa dikontrol untuk memperpanjang kinerja perangkat BTS. Selain itu dari segi keamanan bisa dipasang beberapa sensor di dalam *shelter* agar perangkat BTS tidak mudah dicuri. Perbedaan yang mencolok lain dengan BTS *Outdoor* adalah terdapatnya DDF *Rack* untuk penempatan perangkat IDU, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.30.



Gambar 3.30 Konfigurasi BTS *Indoor* sebelum penggantian

Proses modernisasi BTS *indoor* sama dengan BTS *Outdoor* sebelumnya, yaitu dengan menempatkan RRU 900 dan 1800 di

atas *tower*. Dan perangkat IDU tambahan ditempatkan diluar *shelter* beserta *Rectifier* baru. Dengan demikian konfigurasi BTS setelah *swap* tidak di tempatkan dalam *shelter* lagi, karena lebih minimalis dan perangkat yang digunakan memiliki performa yang baik walau tanpa menggunakan pendingin ruang.



Gambar 3.31 Konfigurasi BTS *Indoor* setelah penggantian

BAB 4

ANALISIS *MAINTENANCE SERVICE* BTS

4.1 *Site Maintenance*

Site maintenance adalah pemeliharaan dan perawatan BTS *indoor* maupun *Outdoor* secara rutin untuk menjaga agar BTS dapat berfungsi secara maksimal. Terdapat dua macam *site maintenance*, yaitu:

1. *Preventive Maintenance (PM)*

Preventive maintenance merupakan tindakan pemeliharaan yang terjadwal dan terencana. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen/alat dan menjaganya selalu tetap normal selama dalam operasi serta penggantian komponen minor yang ditemukan perlu diganti pada saat pemeriksaan. Aktivitas utama pada *preventive maintenance* adalah kunjungan rutin ke setiap lokasi BTS untuk melakukan pengecekan-pengecekan rutin terhadap BTS dan untuk menjamin BTS bekerja dengan baik. Pengecekan rutin yang dilakukan berupa pemeliharaan BTS seperti AC, *Grounding System*, kWh, ACPDB, dan lain-lain nya.

2. *Corrective Maintenance (CM)*

Corrective Maintenance merupakan pemeliharaan yang bersifat insidental, yang didasarkan pada kelayakan waktu operasi dan kondisi dari peralatan yang digunakan. Pemeliharaan ini meliputi pemeriksaan, perbaikan dan penggantian terhadap setiap bagian-bagian alat yang tidak layak pakai lagi, baik karena rusak maupun batas maksimum waktu operasi yang telah ditentukan.

4.2 Perangkat Yang Dibutuhkan Dalam *Maintenance*

1. *Genset*

Genset digunakan untuk menghasilkan daya/listrik ketika terjadi pemadaman listrik, sehingga BTS tetap dalam keadaan *on air*

2. *Jet Pump*

Jet Pump digunakan untuk membersihkan debu yang menempel pada AC

3. Air

4. Selang

5. Meteran

6. *Freon Tester*

Freon tester adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan freon perangkat AC sehingga dapat diketahui ada tidaknya kebocoran pada saluran AC.

7. *Earth Tester*

Earth Tester atau *ground tester* adalah alat yang digunakan untuk mengukur tahanan tanah. Pengukuran dilakukan dengan mengambil beberapa sampel pada *ground base* yang akan diukur. *Output* dari alat ini adaah berupa resistansi atau tahanan *grounding system* pada sebuah instalasi penangkal petir yang telah terpasang.

8. Tang ampere

Tang ampere adalah alat ukur yang memberikan kemudahan pengukuran arus listrik tanpa mengganggu rangkaian listrik. Berikut cara penggunaan tang ampere :

- Putar *selector switch* pada skala ampere, lihat kapasitas ampere pada MCB atau pada beban untuk menghindari ampere beban lebih besar dari skala ampere pada alat ukur
- Pasang tang ampere pada salah satu kabel fase tersebut. Pengambilan kabel pengukuran bisa setelah kontaktor dan OCR(*over current relay*) ataupun sebelum kontaktor. Anda bisa juga mengukurnya dari sebelum MCB asalkan tidak ada percabangan beban (pararel).
- Angka hasil pengukuran arus akan keluar di layar tang ampere.
- Ukur semua atau ketiga kabel fase tersebut (R, S, T).

9. Perangkat keselamatan kerja (APD)

Perangkat ini terdiri dari helm untuk pengaman kepala, sarung tangan, sepatu, dll.

10. Perangkat untuk keperluan dokumentasi

Dokumentasi dilakukan untuk proses pembuatan laporan di akhir bulan.

4.3 Proses *Preventive Maintenance*

PT Muara Karya adalah pihak yang melakukan *Preventive Maintenance* (PM) sedangkan PT Smartfren adalah pihak operator pemilik BTS.

4.3.1. Batasan Pemeliharaan Site Seluler

1. Hanya melakukan pemeliharaan pada komponen *Civil Mechanical Electrical* (CME) pada area site.
2. Tidak melakukan perubahan apapun pada perangkat radio.
3. Melaporkan kepada supervisor sebelum melakukan tindakan jika menemukan kejanggalan.
4. *Troubleshooting* atau perbaikan dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku.

4.3.2 Keterampilan Yang Diperlukan Dalam CME

1. Mengetahui jenis dan ragam peralatan bangunan CME yang ada dalam site seluler.
2. Mengetahui spesifikasi umum peralatan atau bangunan yang telah terpasang pada tiap BTS.
3. Mampu membaca diagram teknik peralatan secara umum.
4. Mengetahui dasar-dasar perawatan bangunan dan peralatan CME pada BTS.
5. Mengetahui prosedur pelaksanaan perawatan yang berkaitan dengan peralatan dan bangunan CME pada BTS.
6. Mengetahui permasalahan dan gangguan pada CME BTS secara umum.
7. Mengetahui cara penggunaan alat ukur secara umum.
8. Mampu melakukan perawatan dan pemeliharaan rutin peralatan atau bangunan CME.
9. Mampu melaksanakan pekerjaan inspeksi fisik dan fungsional peralatan dan bangunan CME.

10. Membuat laporan dan usulan tentang peralatan atau bangunan CME.
11. Mengetahui urutan prioritas pelaksanaan pekerjaan berdasarkan kebutuhan operasional.

4.3.3 Tahapan *Preventive Maintenance* Secara Umum

1. Perizinan

PT. Muara Karya sebagai pihak yang melakukan *preventive maintenance* meminta surat perijinan ke PT Smartfren untuk dapat memasuki area BTS dan melakukan *maintenance*.

2. Pengecekan panel kWh

Pengecekan panel kWh dilakukan dua kali di awal dan akhir proses *maintenance*. Proses ini dilakukan untuk mengetahui jumlah pemakaian kWh total tiap bulan.

3. Pengecekan pagar dan halaman pada area BTS

Pagar pada area BTS diperiksa secara berkala oleh pihak PM untuk memastikan keamanan BTS tersebut. Sedangkan halaman BTS dibersihkan secara berkala oleh pihak *housekeeper* yang tinggal di dekat area BTS.

4. Pengecekan *Shelter*.

Terdapat beberapa perangkat pada *shelter* BTS yang harus dicek tiap periodenya yaitu:

- a. Pengecekan ACPDB

Pengecekan ACPDB meliputi pengecekan tegangan tiap fase dan pengecekan arus maksimal yang dialirkan ke BTS.

b. Pengecekan AC

Pengecekan AC diantaranya adalah mengecek kondisi AC apakah masih bekerja dengan baik sehingga suhu ruangan akan tetap terkontrol. Apabila suhu ruangan terlalu tinggi maka alarm akan menyala.

c. Pengecekan lampu

Pengecekan lampu terdiri dari pengecekan lampu kabin, lampu *shelter indoor* dan lampu pada tower.

d. Pengecekan alarm (EAS)

Pengecekan alarm secara berkala untuk memastikan kondisi semua perangkat berjalan dengan baik.

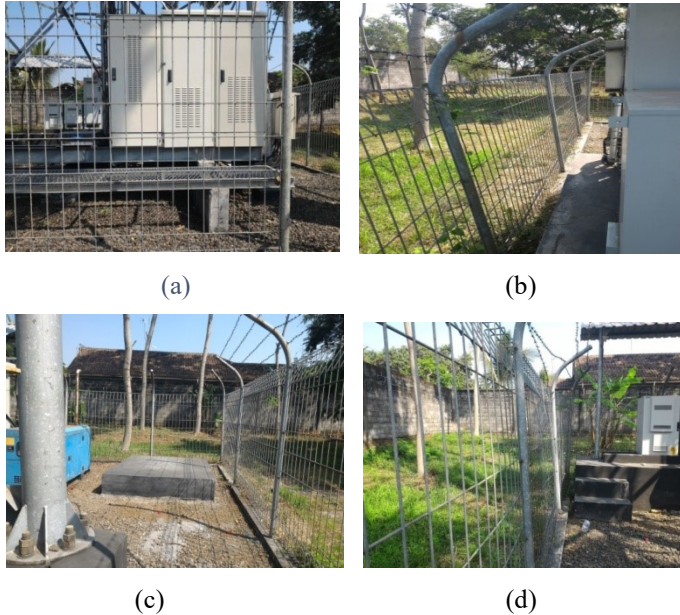
e. Pengecekan *Grounding*.

f. Menghitung jumlah antena

g. Membangkitkan listrik dengan genset saat terjadi pemadaman listrik

4.3.4 Pengecekan Pagar Dan Halaman

Pemeriksaan pagar perlu dilakukan untuk memastikan keamanan site, mulai dari kondisi pagar, dinding pagar dan sistem penguncian pagar. Sedangkan pengecekan halaman dilakukan untuk memastikan kebersihan area site. Kondisi area tiap sisi site dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Area site tampak depan (a) tampak belakang (b)
tampak samping kanan (c) tampak samping kiri (d)

4.3.5 Pengecekan Tower

Pengecekan tower terdiri dari pengukuran tinggi tower, pengecekan tipe tower dan pengecekan *grounding* kaki tower.

1. Pengecekan ketinggian tower

Ketinggian tower dapat diketahui dari papan identitas site. Terlihat seperti pada contoh di Gambar 4.2, bahwa site WARINOI memiliki ketinggian tower 42 meter, tipe tower *triangle*, dengan kapasitas beban medium.



Gambar 4.2 Papan Site ID

2. Pengecekan *grounding* kaki tower.

Pengukuran *grounding* dilakukan pada keempat kaki tower. *Grounding* ini berfungsi sebagai *grounding* dari penangkal petir pada puncak tower, agar perangkat yang terpasang di tower seperti antenna, ODU, *feeder*, dan RRU tidak mengalami kerusakan. Selain itu juga melindungi teknisi / *riger* dari sambaran petir saat melakukan perbaikan di atas tower.

Grounding kaki tower ini terhubung langsung ke tanah, dan terpisah dari *grounding* bak kontrol. Hasil pengukuran *grounding* kaki tower menunjukkan hasil yang baik, yaitu kurang dari 1 Ohm, bisa dilihat pada Gambar 4.3.



(a)



(b)



(c)



(d)

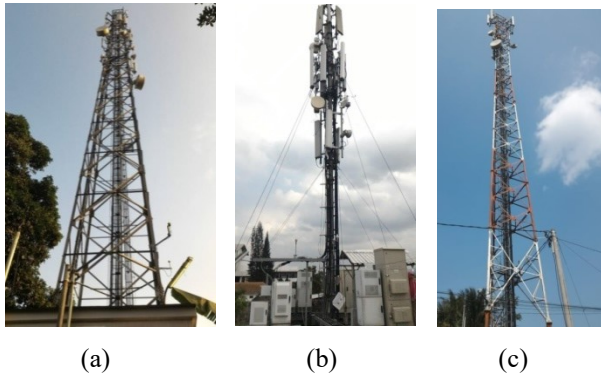
Gambar 4.3 Hasil pengukuran *grounding* kaki tower 1 (a) kaki tower 2 (b) kaki tower 3 (c) kaki tower 4 (d)

3. Pengecekan tipe tower

Terdapat beberapa macam tipe tower yaitu *triangle tower*, *Self Support Tower (SST)*, dan *monopole tower*.

- *Triangle Tower* yaitu tower dengan rangka kaki 3 dengan kisaran ketinggian antara 10-72 meter.

- *Self Support Tower (SST)*
Tower dengan rangka kaki 4 (empat) dengan kisaran ketinggian antara 20 – 100 meter dan cocok untuk digunakan di site lapangan terbuka (*Greenfield*) atau atas gedung (*Roof Top*).
- *Monopole Tower*
Tower dengan tiang tunggal dengan ketinggian berkisar 6 – 36 meter. Jenis tower ini umumnya digunakan di kota-kota yang memberlakukan aturan batas tinggi maksimal tower atau karena keterbatasan lahan dan kondisi lainnya. Tipe tower tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Self Support Tower* (a) *Monopole tower* (b)
Triangle tower (c)

4.3.6 Pengecekan Panel Kwh

Panel kWh Meter adalah alat penghitung pemakaian energi listrik. Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan

magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari alumunium. KWh meter yang terpasang pada BTS digunakan sebagai alai untuk mengukur daya yang terpakai oleh perangkat pada sistem elektrik di BTS. Selain itu kWh meter juga berfungsi untuk membatasi pasokan arus yang disalurkan ke AC Panel Distribution Base (ACPDB).

Pada proses PM dilakukan dua kali pengecekan kWh meter yaitu sebelum dan sesudah *maintenance*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan daya oleh suatu BTS selama satu bulan dengan mengkalkulasikan besar penggunaan kWh dan lamanya waktu pengukuran.

- Hasil pengukuran kWh meter



(a)

(b)

Gambar 4.5 Pengukuran kWh meter sebelum *maintenance* (a)
sesudah *maintenance* (b)

Hasil pengukuran kWh meter awal ditunjukkan oleh Gambar 4.5(a) sebesar 74443,0 diukur pada pukul 15:00:52.

Sedangkan Hasil pengukuran kWh meter akhir ditunjukkan oleh Gambar 4.5(b) sebesar 74447,7 diukur pada pukul 15:45:10. Dari hasil pengukuran tersebut dapat diketahui pemakaian daya sebesar 4,7 kWh dengan durasi waktu 44 menit 18 detik (2658 detik). Maka pemakaian daya pada BTS tersebut dapat diestimasi seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perhitungan total pemakaian kWh meter

Durasi	Perhitungan (kWh x durasi)	Total pemakaian
Satu Jam	$\frac{3600}{2658} \times 4,7$	6,36 kWh
Satu Hari	$\frac{3600}{2658} \times 4,7 \times 24$	152,77 kWh
Satu Bulan	$\frac{3600}{2658} \times 4,7 \times 24 \times 30$	4583,29 kWh

4.3.7 Pengukuran Arus Dan Tegangan Panel ACPDB

Terdapat dua macam sistem instalasi listrik dari PLN yang masuk ke ACPDB yaitu sistem instalasi listrik 1 fase dan sistem instalasi listrik 3 fase. Sistem 1 fase adalah sistem instalasi listrik yang menggunakan dua kawat penghantar yaitu 1 kawat fase dan 1 kawat 0 (netral).

Pada umumnya tegangan instalasi listrik 1 fase sebesar 220V. Sedangkan sistem 3 fase adalah sistem instalasi listrik yang menggunakan tiga kawat fase dan satu kawat 0 (netral) atau kawat *ground*, pada umumnya memiliki tegangan antar fase sebesar 380 Volt.

4.3.7.1 Pengukuran Tegangan Listrik Antar Fase

1. Pengukuran tegangan listrik fase R-S

Tegangan listrik fase R-S diukur dengan menghubungkan alat ukur ke fase R dan fase S.



Gambar 4.6 Pengukuran tegangan listrik fase R-S
Pengukuran tegangan listrik fase R-S ditunjukkan oleh Gambar 4.6, dimana nilai tegangan nya sebesar 389 Volt

2. Pengukuran tegangan listrik fase R-T



Gambar 4.7 Pengukuran tegangan listrik fase R-T

Tegangan listrik fase R-T diukur dengan menghubungkan alat ukur ke fase R dan fase T. Pengukuran tegangan listrik fase R-T ditunjukkan oleh Gambar 4.7. Nilai tegangannya adalah sebesar 396 Volt

3. Pengukuran tegangan listrik fase S-T

Tegangan listrik fase S-T diukur dengan menghubungkan alat ukur ke fase S dan fase T. Pengukuran tegangan listrik fase S-T ditunjukkan oleh Gambar 4.8. Nilai tegangannya adalah sebesar 396 Volt



Gambar 4.8 Pengukuran tegangan listrik fase S-T

4.3.7.2 Pengukuran tegangan listrik tiap fase

1. Pengukuran tegangan listrik fase R-N

Tegangan listrik tiap fase (R-N) dilakukan dengan menghubungkan alat ukur pada fase R dan fase Netral (N).

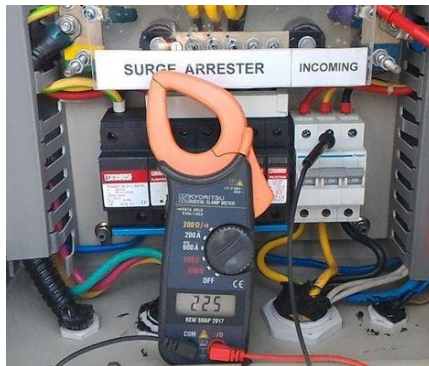
Besar tegangan listrik tiap fase (R-N) adalah 221 Volt yang ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pengukuran tegangan listrik fase R-N

2. Pengukuran tegangan listrik fase S-N

Tegangan listrik tiap fase (S-N) dilakukan dengan menghubungkan alat ukur pada fase S dan fase Netral(N). Besar tegangan listrik tiap fase (S-N) adalah 225 Volt yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengukuran tegangan listrik fase S-N

3. Pengukuran tegangan listrik netral dan *ground* (N-G):

Besar tegangan yang terukur pada netral dan *ground* sangat kecil yaitu 2.6 Volt yang ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pengukuran tegangan listrik fase N-G

4.3.8 Pengukuran *Grounding*

Terdapat beberapa macam tipe *grounding* yang terpasang pada instalasi *grounding* yaitu:

1. *Safety grounding*

Sistem *grounding* ini diaplikasikan pada jalur kelistrikan dan juga pada perangkat penangkal petir. Pemasangan sistem *grounding* ini bertujuan untuk meminimalisir dampak arus merugikan yang diakibatkan oleh naik turunnya tegangan dan arus dari listrik PLN maupun akibat gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh petir. Sistem *grounding* ini dipasang pada

ujung tower, kaki tower dan pada pagar BTS yang dihubungkan ke bak kontrol.



Gambar 4.12 *Grounding tower* (a) bak kontrol (b)

2. RF *grounding*

Sistem *grounding* ini khusus diaplikasikan pada instalasi perangkat radio komunikasi. Tujuan utamanya instalasi *grounding*, yaitu untuk mengurangi atau meminimalisir dampak pancaran radiasi gelombang dari radio komunikasi. Sistem *grounding* seperti ini utamanya diterapkan pada perangkat-perangkat High Frekuensi (HF) dan perangkat dengan power besar.

Dengan menerapkan sistem *grounding* RF yang bagus seperti pada Gambar 4.13, maka diharapkan kerugian yang ditimbulkan akibat pancaran radiasi gelombang radio dapat berkurang. *Grounding* ada yang terpasang di dalam *shelter* yang dinamakan *Internal Ground Base* (IGB) dan ada yang terpasang di luar *shelter* yang dinamakan *External Ground*

Base (EGB) untuk BTS Outdoor. Semua sistem grounding yang terpasang terhubung pada bak kontrol.



Gambar 4.13 RF Grounding

3. Hasil pengukuran *grounding*

Hasil pengukuran *grounding* yang baik memiliki resistansi kurang dari 1 Ohm seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.14, yaitu bernilai 0.6 Ohm.



Gambar 4.14 Hasil pengukuran *grounding*

Berikut ini merupakan contoh penerapan *Grounding* Tower BTS yang kurang baik :

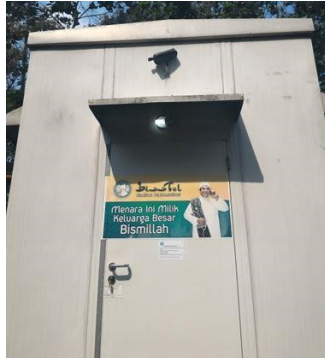
1. Air Terminal Penangkal petir termasuk kabel *down-conductor* tidak berfungsi..
2. Kabel *down-conductor* tidak berfungsi optimal karena *shielding* (isolasi) kabel pecah atau salah pasang.
3. *Grounding* yang tidak memadai atau kaki tower tidak memiliki *grounding* yang baik.
4. Perbedaan *earth resistance* (*ground resistance*) antara kaki tower dan bak kontrol.
5. Belum terpasang *surge arrester* atau penangkal petir internal di bagian *in-coming line* jaringan listrik, jaringan (kabel) data ataupun jalur masuk kabel antenna. Sehingga arus konduksi atau induksi elektromagnetik yang masuk dalam bak kontrol tidak terlindungi.

4.3.9 Pengecekan Lampu Site

Terdapat beberapa macam lampu di area site diantaranya adalah lampu kabin/teras dan lampu tower .

1. Pengecekan lampu kabin/teras.

Lampu yang terpasang pada kabin dikontrol oleh *photocell* yang ditunjukkan pada Gambar 4.15, sehingga lampu dapat otomatis menyala dan padam. Cara mengecek kondisi lampu adalah dengan menutup *photocell* dengan penutup berwarna gelap, kemudian mengamati nyala lampu.



Gambar 4.15 Lampu kabin /teras

2. Pengecekan lampu tower

Lampu tower juga dikontrol oleh *photocell* yang sama dengan lampu kabin seperti ditunjukkan pada Gambar 4.16. Lampu tower berfungsi menerangi area tower.



Gambar 4.16 Lampu tower

4.3.10 Pengecekan *Shelter Indoor*

4.3.10.1 Pengecekan AC

1. Pengecekan tekanan freon

AC pada *shelter* dicek dan dibersihkan secara rutin, pengecekan AC meliputi pengecekan tekanan freon dan pengukuran arus listrik. Hal ini dilakukan agar kondisi AC bisa tahan lama dan tidak cepat rusak. Secara umum *shelter* memiliki 2 buah AC, jika salah satu mati yang lain masih bisa beroperasi. Pengecekan tekanan freon dilakukan pada tiap AC menggunakan *manifold* (pengukur tekanan) seperti ditunjukkan pada Gambar 4.17.



(a)

(b)

Gambar 4.17 Pengukuran tekanan Freon AC (a) kabel penghubung alat ukur ke freon (b)

Pengisian freon dilakukan jika tekanan dibawah standar. Jika tekanan freon bernilai 57.6 psig ke bawah, maka di *evaporator* akan terjadi *frost* (bunga es) akibat uap air di udara membeku pada pipa-pipa *evaporator*. Semakin lama es

tersebut bisa menebal kemudian menghambat aliran udara, oleh karena itu perlu ditambah freon. Tetapi tekanan freon juga tidak boleh di atas 84.1 psig, karena sistem akan bekerja ekstra dan menyebabkan *overload*. Walaupun tidak *overload*, umur kompresor tidak bisa bertahan lama dan konsumsi arus listrik menjadi boros.

2. Pengecekan arus listrik

Penggunaan energi oleh AC juga perlu diamati, arus listrik yang digunakan tidak boleh terlalu besar atau terlalu kecil agar AC dapat bekerja dengan baik. Tabel 4.2 merupakan standar umum ukuran arus listrik pada AC.

Tabel 4.2 Standar ukuran kapasitas arus listrik AC

<i>Paard Kracht</i> (PK)	Arus (Ampere)
0.5	± 2.2
0.75	± 3.2
1	$\pm 4.2 - 4.3$
1.5	$\pm 5.8 - 6$
2	± 10

Satuan daya kompresor paling umum adalah PK. PK diambil dari bahasa Belanda yaitu kepanjangan dari *Paard Kracht*, atau dalam bahasa Inggris setara dengan *Horse Power* (HP), dimana $1 \text{ PK} = 0.986 \text{ HP} = 745,7 \text{ watt}$.



Gambar 4.18 Pengukuran tekanan freon dan arus listrik

Pengukuran arus listrik menggunakan tang ampere pada Gambar 4.18 menunjukkan nilai 4.3 A, jika dikonversi berdasarkan Tabel 4.2, maka AC ini memiliki kapasitas 1 PK. Selain itu jarum *manifold* menunjukkan nilai 80 psig, sehingga tekanan freon masih berada di batas standar.

3. Pembersihan *Body* AC

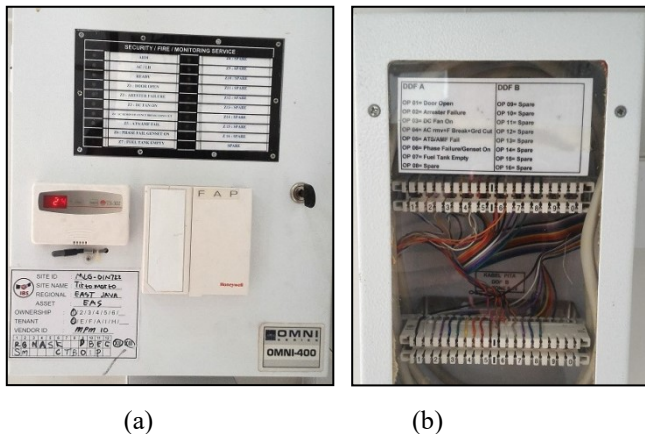
Penyebab umum terjadinya kerusakan AC dikarenakan oleh air yang mengalir dalam *water heater* tidak bersih dan mengandung kapur yang terlalu tinggi atau partikel-partikel kecil seperti pasir dan debu, sehingga mengakibatkan kerusakan pada alat. Maka dari itu pembersihan rutin setiap bulan (PM) perlu dilakukan. Cara membersihkannya cukup dengan menyemprot *Body* AC dengan air menggunakan *Jet Pump*.



Gambar 4.19 Pembersihan AC

4.3.10.2 Pengecekan EAS

Electronic Alarm System (EAS) merupakan modul elektronik yang berfungsi sebagai pusat *monitoring* kondisi *shelter* BTS, sebagai pencegahan pertama jika terjadi hal yang tidak dikehendaki. Modul ini terhubung ke berbagai sensor agar bisa bekerja.



Gambar 4.20 Modul EAS (a) Sensor *Distribution Frame* (b)

Modul EAS ditunjukkan oleh Gambar 4.20(a), yang juga dilengkapi dengan display suhu ruangan. Suhu ruangan ini harus tetap dijaga agar perangkat BTS yang bekerja tidak *overheating*. Sedangkan Gambar 4.20(b) merupakan *Distribution Frame* yang menghubungkan tiap sensor ke modul EAS. Beberapa hal yang di-*monitoring* oleh EAS bisa dilihat pada Tabel 4.3.

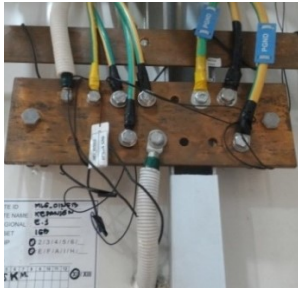
Tabel 4.3 Daftar *monitoring* EAS

Hal Yang di- <i>Monitoring</i>	Keterangan
<i>Door Open</i>	Alarm aktif jika pintu <i>shelter</i> dibuka
<i>Arrester Failure</i>	Aktif jika <i>arrester</i> rusak, dikarenakan terjadi tegangan kejut oleh petir
<i>DC Fan On</i>	Jika AC mati, DC <i>Fan</i> otomatis menyala sehingga udara masuk melalui <i>Air Inlet</i> .
<i>AC Remove</i>	Aktif jika perangkat AC diambil / dilepas
<i>GND Cut</i>	Alarm aktif jika kabel <i>ground</i> dipotong
<i>ATS / AMF Fail</i>	Aktif saat <i>Automatic Transfer Switch</i> (ATS) bekerja, yaitu peralihan sumber listrik dari PLN ke Genset.

<i>Phase Failure / Gense On</i>	Aktif jika listrik mati, dan otomatis menghidupkan Genset
<i>Fuel Tank Empty</i>	Aktif jika bahan bakar Genset dalam keadaan habis

4.3.10.3 Grounding Indoor

Shelter merupakan bagian pelindung utama untuk BTS *Indoor*, oleh karena itu semua perangkat elektronik di dalamnya harus diamankan, termasuk salah satunya adalah *grounding*. Sama halnya dengan fungsi *grounding* sebelumnya, yaitu untuk menghindari kejutan listrik petir atau PLN yang tiba-tiba.



(a)



(b)

Gambar 4.21 *Grounding indoor* kit (a) *Grounding indoor* mengelilingi *shelter* (b)

Pemasangan *Grounding Indoor* dapat dilihat pada Gambar 4.21(a) dan 4.21(b) yang dipasang mengelilingi dinding *shelter*, dan terhubung ke bak kontrol di luar *shelter*.

4.4 Proses *Corrective Maintenance* (CM)

Proses *Corrective Maintenance* meliputi pemeriksaan, perbaikan dan penggantian terhadap setiap bagian-bagian yang mengalami kerusakan. Proses ini bersifat insidental yaitu apabila diperlukan saja. Berikut ini adalah beberapa proses *corrective maintenance* yang sudah dilakukan:

4.4.1 Penggantian AC Yang Rusak

Terdapat kerusakan AC pada site Tirtomarto, sehingga perlu dilakukan perbaikan (*service AC*). Proses yang dilakukan pertama kali adalah mematikan *power* yang terhubung ke AC melalui panel ACPDB. Kemudian melepas kabel freon, dilanjutkan dengan melepas *grille* seperti ditunjukkan Gambar 4.22.



(a)

(b)

Gambar 4.22 Kodisi *grille* sebelum dilepas (a)
sesudah dilepas(b)

Setelah *grille* berhasil dilepas, selanjutnya adalah melepas *body* AC. Tahap ini harus dilakukan dengan hati-hati, teknisi diharuskan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) untuk menghindari kebocoran gas freon. Gambar 4.23 merupakan tampilan *body* AC sebelum dan setelah dilepas.



Gambar 4.23 Body AC sebelum dilepas(a) sesudah dilepas(b)

4.4.2 Penanganan Saat Terjadi Pemadaman Listrik

Langkah yang ditempuh saat terjadi pemadaman listrik adalah dengan *backup* listrik menggunakan genset. Pemadaman listrik terjadi di site Flamboyan. Area ini hanya menggunakan baterai dengan daya 1,62 kWh. Jika diketahui mati lampu lebih dari 4 jam, maka tim teknisi menyiapkan geset untuk mem-*backup* ke BTS.

Ketika mati lampu, sumber daya otomatis beralih dari sumber PLN ke sumber cadangan baterai dengan alat yang dinamakan AMF/ATS. ATS merupakan singkatan dari kata *Automatic Transfer Switch*, alat ini berfungsi untuk memindahkan koneksi antara sumber tegangan listrik satu

dengan sumber tegangan listrik lainnya secara otomatis. Karena fungsi tersebut ATS sering juga disebut dengan *Automatic COS (Change Over Switch)*. Sedangkan AMF adalah singkatan dari kata *Automatic Main Failure*. Alat ini berfungsi untuk menyalakan mesin genset jika beban yang di layani kehilangan sumber energi listrik utama/PLN.

Dari penjelasan diatas dapat diketahui bahwa alat ini berfungsi untuk menyalakan genset jika sumber listrik utama mati/padam (dilakukan oleh AMF) dan menghubungkan daya/listrik yang dihasilkan oleh genset terhadap beban (dilakukan oleh ATS).



Gambar 4.24 Persiapan genset

Genset disiapkan terlebih dahulu, pastikan solar pada genset sudah terisi. Tipe genset yang dapat digunakan adalah genset 1 fase atau 3 fase. Komponen utama BTS dihubungkan dengan jalur fase R, sehingga beban penuh berada pada fase R. Sedangkan komponen pendukung BTS seperti AC, lampu, dll

dihubungkan dengan jalur S dan T. Sehingga ketika melakukan *backup* listrik dengan genset 1 fase, output dari genset harus dihubungkan ke fase R saja. Sedangkan ketika menggunakan genset 3 fase dapat langsung dihubungkan ke masing-masing fase R, S, T.



(a)



(b)

Gambar 4.25 Pemindahan saklar supply arus dari PLN ke genset

(a) Proses *backup* listrik dari genset (b)

4.4.3 Perbaikan Dan Penggantian Lampu

1. Penggantian lampu *Obstruction Light* (OBL)

Lampu OBL ini adalah alat penerangan yg dipersyaratkan utk dipasang pada tower atau bangunan tinggi lainnya oleh *Military / Civil Aviation* (Lanud – Dishub) berkenaan dengan keamanan kawasan operasi penerbangan pesawat (KKOP). Seri lampu indikator ini dirancang menggunakan sinar-ultra lampu LED dengan sedikit tenaga listrik. Lampu ini tersedia dalam

jenis DC dan AC *input*. Kondisi tower sebelum pemasangan lampu OBL seperti ditunjukkan pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Sebelum penggantian lampu OBL

Kemudian proses pemasangan lampu OBL dilakukan secara manual yaitu dengan cara teknisi yang sudah menggunakan APD memanjat tower BTS seperti ditunjukkan pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Proses pemasangan lmapu OBL

Setelah lampu berhasil terpasang, selanjutnya adalah mengecek nyala lampu untuk memastikan lampu dapat bekerja dengan baik seperti ditunjukkan pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Setelah pemasangan lampu OBL

2. Penggantian lampu tower

Lampu tower berfungsi untuk menerangi area *site* sehingga ketika lampu tower ini mati perlu dilakukan penggantian. Kondisi lampu tower sebelum dilakukan penggantian ditunjukkan pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Sebelum penggantian lampu tower

Sama halnya seperti pemasangan lampu OBL, penggantian lampu tower juga dilakukan secara manual oleh teknisi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Proses penggantian lampu tower

Setelah proses pemasangan selesai, selanjutnya mengecek nyala lampu yang ditunjukkan pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Setelah penggantian lampu tower

4.4.4 Pengisian Bahan Bakar Genset

Berdasarkan bentuknya secara umum genset terbagi menjadi dua jenis, yaitu genset bergerak (dinamis) dan tetap (statis). Genset dinamis adalah genset yang dapat dipindahkan dengan bantuan roda, cocok digunakan pada lingkungan kota yang padat dengan jarak *site* yang tidak begitu jauh. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.24, dimana genset dinamis ini bisa dimasukkan ke dalam mobil untuk keperluan *backup* di *site* yang lain.

Sedangkan pada genset statis bentuknya lebih besar, dan dipasang permanen pada *site* tertentu. Genset jenis ini cocok digunakan pada *site* yang terletak sangat jauh dari pemukiman warga, bisa dilihat pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Genset permanen (statis)

Genset jenis ini memiliki tabung tempat penyimpanan bahan bakar solar agar dapat bekerja. Setiap kali dilakukan PM,

bahan bakar tersebut selalu diperiksa agar tidak kehabisan. Gambar 4.33(a) menunjukkan indikator solar sebelum pengisian ulang. Sedangkan Gambar 4.33(b) menunjukkan indikator solar setelah pengisian ulang.



(a)

(b)

Gambar 4.33 Sebelum dan sesudah pengisian solar

Tabel 4.4 menunjukkan data pengisian bahan bakar solar pada *site* WATES-BLITAR untuk tiga pengisian pertama. Pada bulan April 2015 *site* tersebut sering mengalami pemadaman listrik, hal ini dapat dilihat berdasarkan lama kinerja genset (*genset running hour*) yaitu 91.9 jam.

Tabel 4.4 Pengisian dan pemakaian genset

Tanggal	Jumlah Pengisian (LTR)	Genset Running Hour	Keterangan
14-Sep-14	50	27.1	Pengisian Ke-1
22-Oct-14	150	27.5	Pengisian Ke-2
22-Apr-15	250	91.9	Pengisian Ke 3

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan mengenai kerja praktek pada divisi maintenance servis BTS yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Dengan adanya pemeliharaan seara rutin pada site seluler, maka kondisi perangkat terus terpantau sehingga meminiliasi terjadinya kerusakan perangkat BTS
2. Pemeliharaan Site Seluler perlu dilakukan terutama pada aspek CME (*Civil Mechanical Electrical*), sehingga performansi kerja keseluruhan pada site tersebut bisa diandalkan.
3. Data-data yang diperoleh pada proses pemeliharaan site seluler pada aspek CME sangat diperlukan untuk proses evaluasi dan tindakan yang akan diambil sesuai standart yang telah ditentukan.
4. Penguasaan terhadap peralatan yang digunakan pada pemeliharaan site seluler pada aspek CME harus dimiliki oleh pelaksana lapangan, sehingga pekerjaan bisa dilakukan secara optimal.

5.2 Saran

Dari hasil pelaksanaan pemeliharaan CME pada BTS, agar proses maintenance dapat berjalan dengan maksimal perlu beberapa saran antara lain :

-
1. Sebaiknya PT. MUARA KARYA mempunyai prosedur dan standar ketercapaian penguasaan materi bagi mahasiswa yang melaksanakan Kerja Praktek.
 2. Pengembangan SDM (Sumber Daya Manusia) hendaknya selalu ditingkatkan dengan baik dari segi moral, intelektualitas dan integritas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mishra, Ajay R., “*Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation*”, John Wiley and Sons, Chichester, 2004.
- [2] Constantine A. Balanis, “*Antenna Theory, Analysis and Design*”, John Wiley and Sons, New York, 1982.
- [3] Wikipedia (2010). *Base Transceiver Station*.
http://id.wikipedia.org/wiki/Base_Transceiver_Station, 1 September 2015
- [4] Wikipedia (2009). *CDMA (Code Division Multiple Access)*.
http://id.wikipedia.org/wiki/CDMA_for_Mobile_Communications, 2 September 2015
- [5] Dpstele (2008). *Microwave Antenna*.
http://www.dpstele.com/dpnews/techinfo/Microwave_knowledge_base/Microwave_antenna.php, 3 September 2015
- [6] NSN. *Flexi Multi Radio BTS Family Feederless Compact Hybrid Solution Installation Guideline*, 2009