

## BAB II

### DASAR TEORI

#### 2. 1. *Repeater* Sinyal

Penguat Sinyal (*Repeater*)<sup>1</sup> adalah sebuah perangkat elektronik yang menerima isyarat dan mentransmisikan kembali isyarat tersebut dengan daya yang lebih tinggi, sehingga isyarat tersebut dapat menjangkau area yang lebih luas . penguat isyarat (*repeater*) berasal dari istilah telegrafi dan merujuk ke perangkat elektromekanis yang digunakan oleh tentara untuk regenerasi isyarat *telegraf*. Penggunaan istilah terus dalam komunikasi telepon dan data. dalam industri komunikasi nirkabel adalah suatu alat penguat isyarat yang berfungsi untuk meningkatkan daya tangkap isyarat telepon genggam dalam suatu wilayah. Penguat isyarat terdiri dari antena penerima, penguat sinyal, dan antena pengirim sinyal.

Tujuan adanya penguat sinyal (*repeater*) adalah untuk memudahkan para pengguna seluler dan jaringan telekomunikasi untuk mendapatkan isyarat yang baik dan kuat dengan jaringan nirkabel atau *wireless*, sehingga komunikasi menjadi lebih lancar dan lebih baik.

---

<sup>1</sup>Penguat sinyal, wikipedia online ( 2010 )

### 2.1.1. Jenis – jenis penguat sinyal (*repeater*)

#### 2.1.1.1 GSM

Untuk komunikasi bergerak, penguat isyarat bekerja pada frekuensi 900 MHz dan 1800 MHz (GSM). Oleh karena hambatan yang terjadi antara *base station* dengan *mobile station*, misalnya karena struktur bangunan, material penghalang lain atau jarak yang jauh, isyarat yang diterima oleh perangkat seluler dapat mempunyai kualitas yang rendah. Kualitas yang rendah ini dapat mengakibatkan komunikasi menjadi terganggu, mulai dari putus-putus sampai drop call. Dengan penggunaan "*GSM Repeater*" maka isyarat yang lemah ini diambil dan dikuatkan dengan bantuan antena yagi untuk *outdoor* antena kemudian diteruskan melalui *coaxial* ke unit "*repeater*". Unit "*repeater*" ini difilter dengan *band pass filter* di frekuensi 800 atau 1800. Kemudian disalurkan ke *indoor* antena melalui *coaxial* untuk dipancarkan ulang di dalam ruangan. Syarat utama penggunaan *GSM repeater* ini harus terdapat minimal input sinyal.

#### 2.1.1.2 CDMA

Cdma yang bergerak pada frekuensi 800Mhz, dan bekerja pada teknologi 2G. frekuensi CDMA memang kurang memiliki isyarat yang baik jika di bandingkan dengan isyarat GSM. Code *division multiple access* (CDMA) adalah sebuah bentuk pemultipleksan (bukan sebuah skema pemodulasian) dan sebuah metode akses secara bersama yang membagi kanal tidak berdasarkan waktu (seperti pada TDMA) atau frekuensi (seperti pada FDMA), 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. Dengan penggunaan "CDMA Repeater" maka isyarat yang lemah ini diambil dan dikuatkan dengan bantuan antenna yang untuk *outdoor* antenna kemudian diteruskan melalui *coaxial* ke unit "repeater". Unit "repeater" ini difilter dengan *band pass filter* di frekuensi 800Mhz. Kemudian disalurkan ke *indoor* antenna melalui *coaxial* untuk dipancarkan ulang di dalam ruangan.

### 2.1.1.3. 3G

3G (*third-generation technology*) merupakan sebuah standar yang ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) yang diadopsi dari IMT-2000. untuk diaplikasikan pada jaringan telepon selular. Istilah ini umumnya digunakan mengacu kepada perkembangan teknologi telepon nirkabel versi ketiga. Melalui 3G, pengguna telepon selular dapat memiliki akses cepat ke internet dengan *bandwidth* sampai 384 kilobit setiap detik ketika alat tersebut berada pada kondisi diam atau bergerak secepat pejalan kaki. Akses yang cepat ini merupakan andalan dari 3G yang tentunya mampu memberikan fasilitas yang beragam pada pengguna seperti menonton video secara langsung dari internet atau berbicara dengan orang lain menggunakan video. 3G mengalahkan semua pendahulunya, baik GSM maupun GPRS. Beberapa perusahaan seluler dunia akan menjadikan 3G sebagai standar baru jaringan nirkabel yang beredar di pasaran ataupun negara berkembang.

*Repeater* terdiri dari beberapa bagian yaitu penerimaan antenna, sinyal *amplifier* dan antenna *rebroadcast*.

Sistem biasanya menggunakan eksternal antena *directional* untuk mengumpulkan sinyal seluler terbaik, yang kemudian diteruskan ke unit *amplifier* yang menguatkan sinyal, dan mentransmisikan kembali secara lokal, dan secara signifikan meningkatkan kekuatan sinyal. Untuk model *repeater* yang lebih canggih dapat digunakan untuk menguatkan sinyal – sinyal dari GSM lain jadi hal ini berdampak pada sinyal dari seluruh operator seluler dapat di tingkatkan semua dengan menggunakan sebuah *repeater*. Jenis model yang lebih modern juga mengijinkan beberapa ponsel untuk menggunakan *repeater* yang sama pada saat yang sama, sehingga cocok untuk komersial serta penggunaan rumah.

Ada beberapa alasan kenapa kita harus menggunakan *repeater* dalam kehidupan sehari – hari, secara umum dapat kita kelompokkan menjadi :

- Bahan Konstruksi Bangunan
- Ukuran Bangunan
- Gangguan *Multipath*

## **2.2. Difraksi dan Atenuasi Umum Bahan Konstruksi Bangunan**

Beberapa bahan konstruksi bangunan yang keras akan memantulkan sinyal yang melewatinya, sehingga menyebabkan kekuatan sinyal telepon seluler yang ditangkap akan melemah.

Bangunan bangunan besar seperti gereja, masjid yang menggunakan bahan logam dalam atap mereka akan sangat efektif memblokir sinyal. apapun. Lantai beton juga merupakan salah satu faktor yang benar-benar memblokir sinyal

seluler secara besar, sehingga lantai rumah atau bangunan yang paling bawah akan memiliki sinyal yang relatif jelek.

### 2.2.1. Ukuran Bangunan

Kekuatan sinyal yang rendah juga sering terjadi di daerah bawah tanah dan di toko-toko atau restoran yang terletak di bagian tengah pusat perbelanjaan. Hal ini disebabkan karena sinyal seluler yang mengalami pelemahan ketika memasuki gedung. Sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda di dalam gedung sehingga kekuatan sinyal akan sangat lemah diterima di bagian lantai dasar atau ditengah – tengah gedung.

### 2.2.2. Gangguan *Multipath*<sup>2</sup>

Di daerah perkotaan biasanya terdapat zona mati yaitu kawasan yang tidak tercover oleh BTS, hal ini disebabkan oleh interferensi dari gelombang yang disebabkan oleh sinyal yang memantul dari bangunan dan benda lain. Daerah ini biasanya hanya memiliki luas beberapa blok. Antena *Directional* sangat membantu sekali mengatasi ini karena antena ini dapat ditempatkan pada titik *interferensi*.

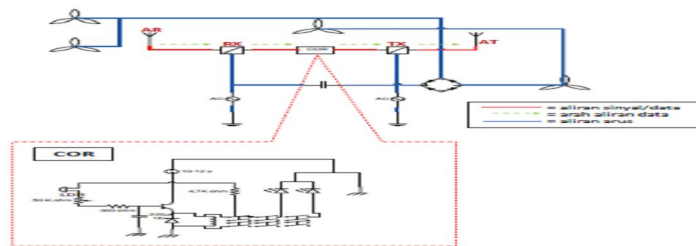
### 2.2.3. Difraksi dan Atenuasi Umum

Atenuasi adalah rugi-rugi (*loss*) terhadap amplitudo yang terjadi ketika sinyal berjalan melewati sebuah kawat, melewati udara bebas, atau melewati

---

<sup>2</sup>Fares, 2003, hal 15

sebuah hambatan. sinyal akan terlemahkan sehingga amplitudo akan berkurang. Sinyal yang terhalang akan terdifraksi dan mengalami atenuasi, yang menyebabkan sinyal sedikit terbelokan.



Gambar 2.1. *Repeater* sinyal GSM

### 2.3. Perangkat bantu alat *repeater* sinyal

*Repeater* ini digunakan untuk lokasi *indoor* seperti didalam perkantoran, pabrik atau gedung bertingkat. Karena didalam gedung biasanya sinyal yang diterima terhalang oleh tembok atau beton bangunan tersebut.

Sebelum melakukan pemasangan *repeater*, dapat terlebih dulu melakukan optimasi BTS dengan cara *memodify* parameter dalam BTS tersebut dan dengan cara merubah arah antenna pemancar sinyal dari BTS terdekat. Apabila kondisi parameter di BTS sudah optimal dan tidak memungkinkan untuk melakukan perubahan antenna lagi, maka barulah dilakukan pemasangan *repeater* sinyal GSM tersebut.

Dalam pemasanganya, *repeater* ini memerlukan perangkat lain seperti antenna donor, *power supply*, kabel *RF*, *indoor* antenna, ataupun *spliter*. Berikut fungsi dari masing – masing perangkat pendukung *repeater* ini.

### 2.3.1 Antena Donor

Antena donor berfungsi untuk menangkap sinyal yang akan digunakan. Antena ini biasanya berupa antena Yagi. Dalam pemasangannya antena ini diletakkan diluar gedung / disisi yang lebih tinggi agar sinyal yang diterima lebih baik. Sebelum pemasangan antena, hendaknya dilakukan test sinyal terlebih dahulu untuk menentukan dimana letak pemasangan yang tepat.

Berikut merupakan contoh dari antena donor yang digunakan.



Gambar 2.2. Antena Donor

#### 2.3.1.1 Antena *Service*

*Service* antena digunakan untuk memancarkan sinyal hasil keluaran dari *repeater* yang sudah dikuatkan. Dalam pemasangannya antena ini diletakkan didalam ruangan atau *indoor*. Sehingga didalam ruangan tersebut mendapatkan

kualitas sinyal yang lebih baik. Antena ini dapat berupa antena *sektoral* dan antena omni.

Dalam pemasangan antena *indoor* ini hendaknya memperhatikan beberapa parameter seperti :

- Pemasangan antena harus berada minimal 2 meter dari tanah.
- Pemasangan wall antena dilakukan jauh dari benda elektronik lain.
- Antena dipasang di tempat yang memiliki kelembapan udara normal.

Berikut merupakan contoh dari antenna *service* yang digunakan.



Gambar 2.3. Antena service Sektoral



Gambar 2.4. Antena service Omni



### 2.3.1.2. Karakteristik Antena<sup>2</sup>

Penguatan antena dapat ditingkatkan dengan menambah elemen *radiasi* tambahan pada antena. Penguatan yang tinggi akan mengkonsentrasikan energi. *Directional* Antena dapat ditinggikan penguatannya melebihi penguatan non *directional* antena dengan cara membatasi energi radiasi dari beberapa macam *directional*. *Directional* antena dipakai jika jarak *tower* ( pemancar ) dekat dengan sumber air dan juga pada daerah deretan pegunungan atau juga tempat di mana energi radiasi dapat dibuang.

Penguatan antena dinyatakan dalam *power radio* atau dalam dB. Contohnya, sebuah antena memiliki penguatan *power* 2 sama dengan juga mempunyai penguatan 3 dB. A *two-bay* antena memiliki penguatan *power* mendekati 2. penguatan *power* digunakan pada *transmitter* dan rugi – rugi pada saat *transmisi* disebut *ERP* ( *Effective Radiated Power* ). Seperti contoh 10 kW pada *transmitter* dan *power* antena = 5. Untuk menyatakan rugi – rugi dipakai ERP yang nilainya  $10 \text{ kW} \times 5 = 50 \text{ kW ERP}$ .

#### a) *Effective Radiated Power (ERP)*

*Effective Radiated Power* adalah *input power* pada antena (*output power* pada *transmitter*) pada penguatannya. Dimana antena jenis polarisasi melingkar

---

<sup>2</sup>Elektroindonesia, karakteristik antenna, (November 2000)

digunakan dan diaplikasikan terpisah antara radiasi *Horizontal-pool* dan *Vertical-pool*. Namun sering digunakan pada radiasi *Horizontal-Pool* saja.

b) Memeriksa Sistem VSWR

Setiap waktu VSWR dari sistem antena harus sering diperiksa dan di *adjust* ulang. Bila *exciter* memiliki tombol pada *range frekuensi* 10 kHz dan 50 kHz, maka dapat digunakan untuk mengecek VSWR pada *frekuensi* yang berbeda pada saat *transmitter* dioperasikan pada power rendah. Sebagai indikator dapat digunakan *reflector*. Alternatif lainya dengan peralatan yang memiliki pembangkit sinyal, tes *impedance* dan mampu melakukan analisa jaringan.

VSWR harus diukur untuk memastikan respon pantulan yang terjadi stabil pada 130 kHz untuk setiap *frekuensi* pembawanya. Pada jaringan *transmisi* yang panjangnya lebih besar dari 100m disarankan agar *bandwith* VSWR dibawah 1.08 : 1 pada *range frekuensi* 130 kHz. Namun penambahan panjang jalur *transmisi* ini akan menambah *delay* sehingga *amplitudo* dari pantulannya harus dikurangi untuk hasil yang lebih baik.

c) Pentingnya VSWR rendah

VSWR yang terukur dengan menggunakan *reflectometer* pada *transmitter* tidak akan mempengaruhi jangkauan sinyal. Namun jika perbandingan VSWR 1.1 : 1 akan mengurangi efisiensi penguatan akhir. Kekurangan lainnya akibat VSWR ini adalah akan menyebabkan terjadinya modulasi sinyal dengan AM noise. Kualitas suara yang stereo juga tidak akan terdengar.

d) *Intermodulasi dan Distorsi SAM*

*Distorsi* dari *Intermodulasi* dan *Synchronous AM (SAM) noise* akan terjadi akibat VSWR pada sistem antena. SAM merupakan faktor penting pada *transmitter* FM pada *frekuensi* sub pembawanya. SAM adalah modulasi AM akibat sinyal dari VSWR ini sehingga akan mempengaruhi kualitas suara khususnya suara stereo.

e) *Polarisasi Antena*

Polarisasi Antena dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. *Horizontal dan Vertikal Polarisasi*

Gelombang radio yang terdiri dari medan listrik dan *magnet* yang saling tegak lurus. Saat komponen listrik *horizontal* maka gelombang dikatakan terpolarisasi *horizontal*, maka gelombang akan teradiasi pada kutub-kutub *horizontal*. Sebagai acuan dapat dilihat pada permukaan bumi. Jika medan listrik yang terjadi *vertikal* maka kutub-kutub *vertikal* akan mempolarisasi gelombang secara *vertikal* pula.

2. *Polarisasi Melingkar (Circular Polarization)*

Pada saat dua gelombang yang sama diantaranya saling mendahului 90 derajat maka medan listrik tersebut akan berputar dengan kecepatan sebesar *frekuensi* pembawanya dan akan terpolarisasi melingkar. Hanya pada kasus khusus di mana komponen *horizontal* dan *vertikal* sama – sama kuat dengan beda fasa 90 derajat maka disebut radiasi *circular Polarization*.

a. Penyesuaian *Transmitter Power* Dengan Antena

Beberapa kombinasi penguatan antena dengan *transmitter power* akan menyebabkan terjadinya *ERP* tetapi kombinasi yang bagaimanakah yang terbaik . Komposisinya tergantung kondisi alam dari jangkauan penyiaran apakah datar ataukah memiliki beberapa bukit atau pegunungan, serta ketinggian dari *tower*.

Kombinasi antara penguatan antena dengan *power transmitter* tergantung pada :

1. *Transmitter*
2. Antena
3. Sistem pengumpanan
4. Tabung Pemancar
5. *Tower*
6. Pemakaian energi listrik

Dari faktor – faktor di atas dapat terlihat bahwa *power transmisi* rendah lebih ekonomis jika dibandingkan *power trasnsmisi* tinggi namun apakah ada perbedaan pada kekuatan sinyalnya ?

Idealnya suatu sistem antena harus diletakkan pada level sinyal yang sama dari dasar *tower* tersebar pada jangkauan *horizontalnya*.

### 2.3.2. DC power supply

*Power supply* ini yang menghubungkan *repeater* dengan sumber tegangan. *Power supply* ini digunakan dalam sumber tegangan 220 volt. Tegangan yang digunakan sebesar 5 Volt dengan arus yang mengalir 1,3 Ampere.

### 2.3.3. Kabel Konektor

Dalam pemasanganya *repeater* menggunakan kabel *RF*. Kabel *RF* merupakan jenis kabel *koaxial* yang mempunyai lapisan dalam berupa kabel tembaga dan lapisan luar yang berupa serabut tembaga. Diantara kedua lapisan ini dipisahkan dengan menggunakan *isolator* berupa plastik yang mencegah terjadinya hubung singkat atau kebocoran sinyal. Berikut merupakan contoh dari kabel yang digunakan.



Gambar 2.5. Kabel RF

### 2.3.4. Splitter

*Splitter* merupakan alat yang digunakan untuk mencabangkan kabel RF. Alat ini digunakan untuk pemasangan antena dalam jumlah banyak. *Splitter* ada beberapa macam, salah satunya *splitter* yang berujung dua, tiga, atau empat.

Pemasangan *spliter* akan membagi penguatan yang dilakukan oleh *repeater*.

Berikut merupakan contoh dari sebuah *splitter*



Gambar 2.6. *Splitter*

#### 2.3.5. Konektor

Konektor memungkinkan sebuah kabel dihubungkan dengan kabel lain atau ke peralatan radio. Ada berbagai jenis alat dan konektor yang didesain sesuai dengan berbagai ukuran dan tipe jalur koaksial. Karena ada beberapa alat komunikasi dan kabel penghubung yang memiliki berbagai macam jenis dan ukuran. Berikut merupakan contoh dari sebuah konektor

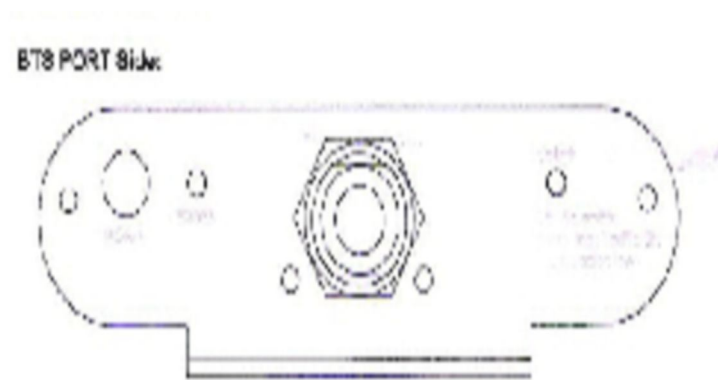


Gambar 2.7. Konektor

### 2.3.6. *Port* pada *repeater*

Didalam *repeater* tersebut terdapat beberapa bagian atau *indikator* yang bekerja saat *repeater* dihidupkan.

*Repeater* mempunyai *port input* yaitu yang menghubungkan dengan BTS atau antena donor dan *port* yang menghubungkan dengan antena *service*.



Gambar 2.8. *Port* pada sisi input

Pada bagian ini terdapat beberapa indicator yang terdiri dari:

- *Port* yang berasal dari antena donor
- Indikator *power*
- Indikator sinyal masukan

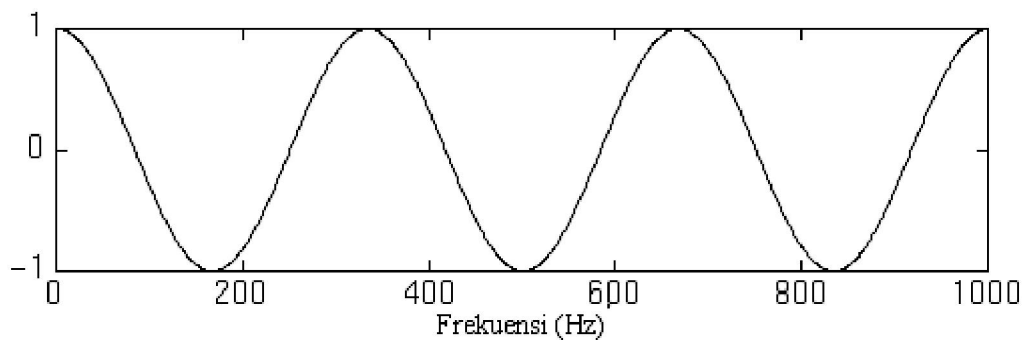
## 2.4. Pengertian Frekuensi

Kebanyakan dari sinyal dalam prakteknya, adalah sinyal domain-waktu dalam format mentahnya. Berarti, apapun sinyal yang diukur adalah fungsi waktu, dimana ketika kita memplot salah satu sumbu dengan variabel waktu (variabel independen) maka variabel lainnya (variabel dependen) biasanya adalah

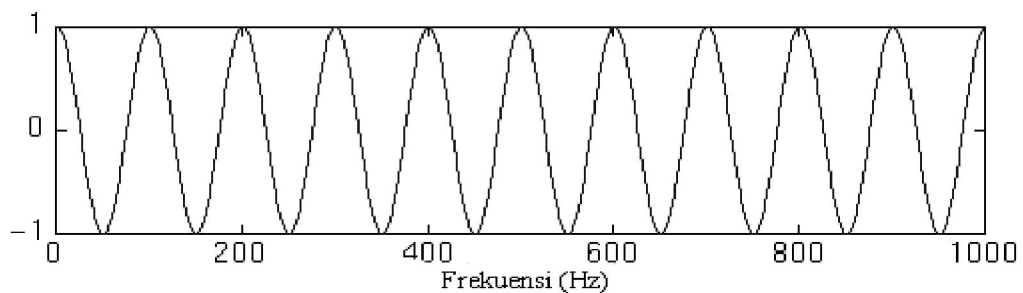
amplitudo. Ketika kita memplot sinyal domain-waktu, kita mendapatkan representasi waktu-amplitudo dari sinyal.

Seringkali informasi yang penting tersembunyi di dalam frekuensi sinyal. Spektrum frekuensi sinyal pada dasarnya adalah komponen frekuensi (spektral frekuensi) sinyal yang menunjukkan frekuensi apa yang muncul. Frekuensi menunjukkan tingkat perubahan. Jika suatu variabel sering berubah, maka disebut berfrekuensi tinggi. Namun jika tidak sering berubah, maka disebut berfrekuensi rendah. Jika variabel tersebut tidak berubah sama sekali, maka disebut tidak mempunyai frekuensi (nol frekuensi).

Frekuensi diukur dalam satuan cycle/detik atau Hertz (Hz). Gambar berikut menunjukkan contoh gelombang sinus berfrekuensi 3 Hz, 10 Hz dan 50 Hz.

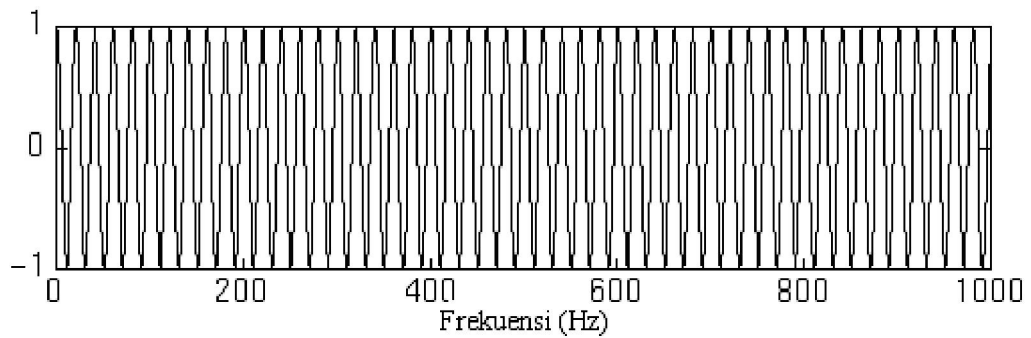


Gambar 2.9 Sinyal gelombang sinus frekuensi 3 Hz



Gambar 2.10 Sinyal gelombang sinus frekuensi 10 Hz

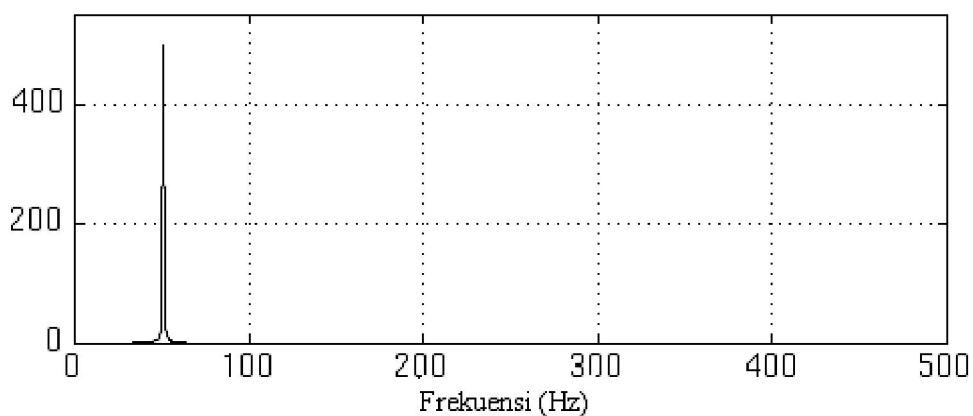




Gambar 2.11 Sinyal gelombang sinus frekuensi 50 Hz

#### 2.4.1. Transformasi Fourier

Untuk mengukur frekuensi ataupun mendapatkan isi frekuensi sinyal, digunakan transformasi Fourier. Ketika transformasi Fourier sebuah sinyal domain-waktu diambil, maka didapat representasi frekuensi-amplitudo sinyal berupa plot frekuensi di salah satu sumbu dan amplitudo di sumbu yang lain. Sumbu frekuensi bermula dari nilai nol naik hingga tak hingga. Untuk setiap frekuensi, kita punya nilai amplitudo. Contoh transformasi Fourier dari sinyal frekuensi 50 Hz ditunjukkan oleh gambar berikut.



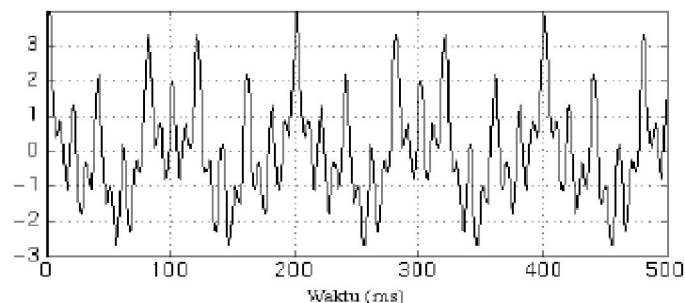
Gambar 2.12 Transformasi Fourier dari sinyal frekuensi 50Hz

Transformasi Fourier adalah transformasi yang *reversible*, dimana dari sinyal asal dapat dibentuk sinyal hasil transformasinya dan sebaliknya, dari sinyal hasil transformasi dapat dibentuk sinyal asalnya. Akan tetapi, tidak ada informasi frekuensi yang tersedia dalam sinyal domain-waktu dan tidak ada informasi waktu yang tersedia dalam sinyal Transformasi Fourier.

Dari sinyal transformasi Fourier tersebut, didapatkan informasi frekuensi dari sinyal, yang menginformasikan berapa banyak tiap-tiap frekuensi yang muncul dalam sinyal, tapi tidak menginformasikan waktu kemunculan komponen frekuensi tersebut. Akan tetapi informasi ini tidak diperlukan jika sinyal tersebut stationer.

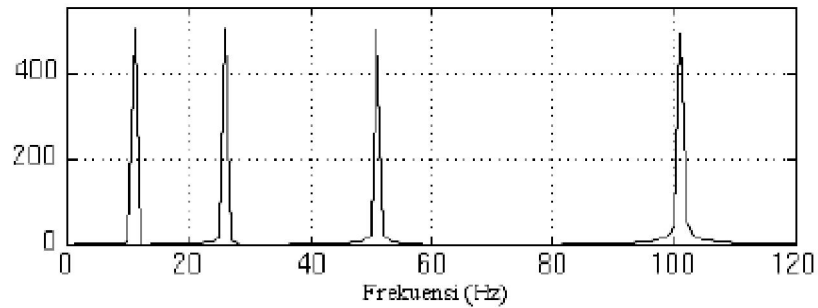
#### 2.4.2. Sinyal Stationer

Sinyal stationer adalah sinyal yang isi frekuensinya tidak berubah dari waktu ke waktu. Dengan demikian, informasi mengenai waktu kemunculan komponen frekuensi tidak diperlukan, karena semua komponen frekuensi muncul di setiap waktu. Contoh : sinyal  $x(t) = \cos(2\pi \cdot 10 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 25 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 50 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 100 \cdot t)$  adalah sinyal stationer karena memiliki frekuensi 10, 25, 50 dan 100 Hz di setiap waktu.



Gambar 2.13 Sinyal  $x(t) = \cos(2\pi \cdot 10 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 25 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 50 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 100 \cdot t)$

Transformasi Fourier dari sinyal tersebut adalah sebagai berikut.



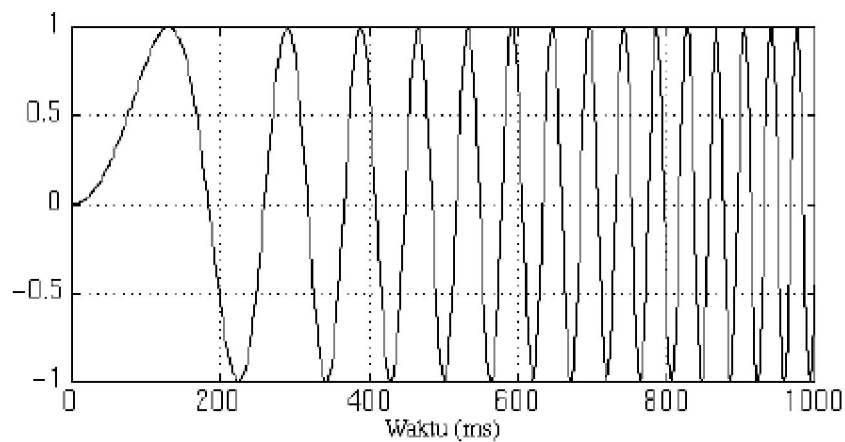
Gambar 2.14 Transformasi Fourier sinyal

$$x(t) = \cos(2\pi \cdot 10 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 25 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 50 \cdot t) + \cos(2\pi \cdot 100 \cdot t)$$

Pada **Gambar 2.14** terdapat 4 buah komponen spektrum yang sesuai dengan frekuensi 10, 25, 50 dan 100 Hz.

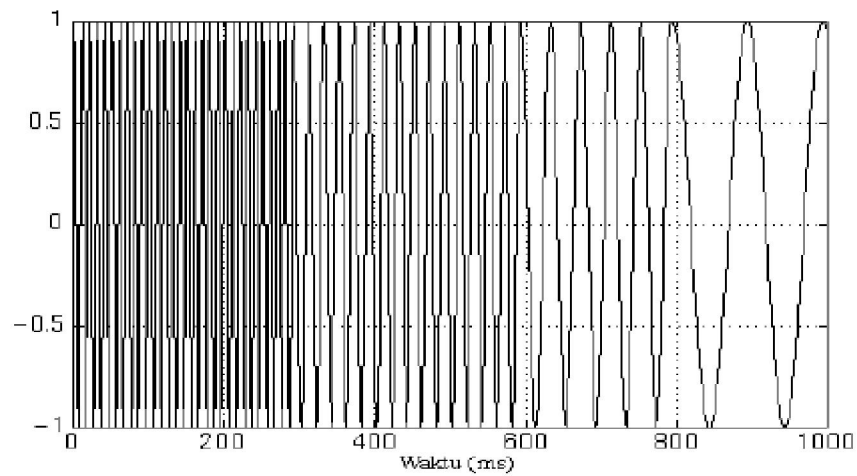
### 2.4.3. Sinyal Non-Stationer

Bertolak belakang dengan sinyal pada **Gambar 2.13**, gambar berikut adalah contoh sinyal non-stationer, dimana frekuensinya berubah-ubah secara konstan dalam waktu. Sinyal ini dikenal dengan nama sinyal *chirp*.



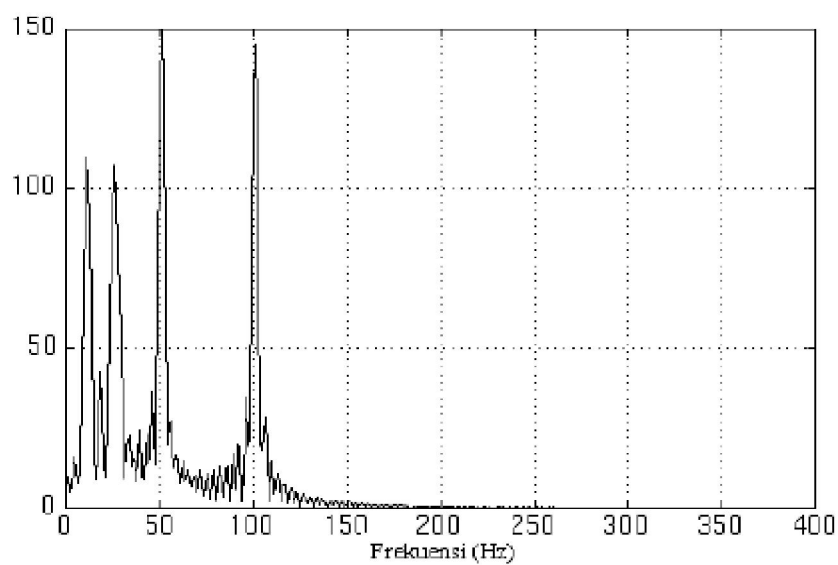
Gambar 2.15 Sinyal non-stationer

Berikut adalah contoh sebuah sinyal non-stationer dengan 4 komponen frekuensi yang berbeda pada 4 interval waktu yang berbeda pula. Interval 0 – 300 ms memiliki sinusoid 100 Hz, interval 300 – 600 ms memiliki sinusoid 50 Hz, interval 600 – 800 ms memiliki sinusoid 25 Hz dan interval 800 – 1000 ms memiliki sinusoid 10 Hz.



Gambar 2.16 Sinyal non-stationer dengan 4 komponen frekuensi

Transformasi Fourier dari sinyal tersebut ditampilkan dalam gambar berikut.



Gambar 2.17 Transformasi Fourier sinyal non-stationer

Amplitudo dari komponen frekuensi yang lebih tinggi punya nilai yang lebih besar daripada komponen frekuensi rendah, karena frekuensi tinggi berlangsung lebih lama ( dalam waktu 300 ms) daripada frekuensi rendah ( dalam waktu 200 ms ).

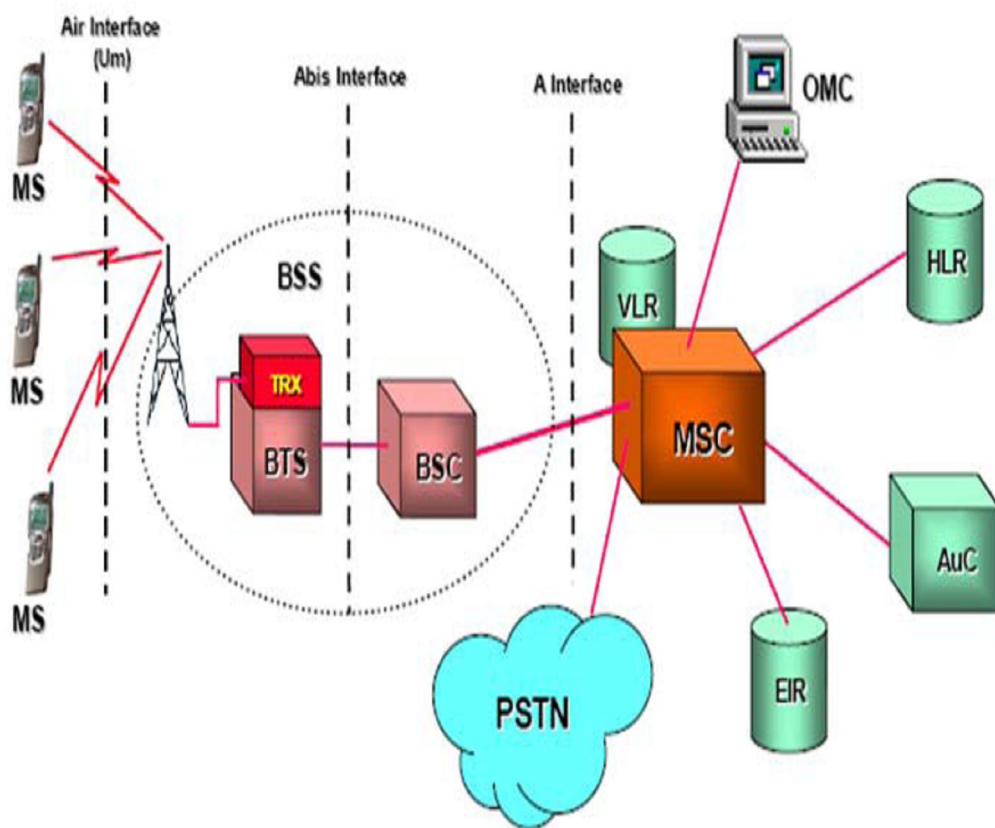
Jika kita perhatikan **Gambar 2.13**, maka semua komponen frekuensi ( frekuensi 10 Hz, 25 Hz, 50 Hz dan 100 Hz ) muncul pada semua periode sinyal. Namun jika perhatikan **Gambar 2.16**, komponen frekuensi tinggi muncul pada interval pertama dan komponen frekuensi rendah muncul pada interval terakhir. Pada **Gambar 2.15**, komponen frekuensi juga berubah dari frekuensi rendah ke frekuensi tinggi. Pada sinyal non-stationer, komponen-komponen frekuensi tidak muncul di semua periode sinyal.

**Gambar 2.14** dan **Gambar 2.17** adalah hasil transformasi Fourier dari **Gambar 2.13** dan **Gambar 2.16**. Kedua gambar tersebut menunjukkan kemiripan dalam 4 komponen spektrum tepat pada frekuensi yang sama, yaitu 10 Hz, 25 Hz, 50 Hz dan 100 Hz meskipun kedua sinyal asal tidaklah sama . Hal ini menunjukkan kelemahan dari transformasi Fourier yang tidak bisa memberikan informasi mengenai waktu kemunculan komponen frekuensi (komponen spektrum), hanya memberikan informasi mengenai nilai komponen spektrum yang muncul.

Ketika lokalisasi waktu diperlukan, maka harus digunakan transformasi yang menghasilkan representasi waktu-frekuensi. Transformasi *Wavelet* adalah salah satu transformasi yang dapat menyediakan informasi waktu dan frekuensi secara bersamaan dan juga memberikan representasi waktu-frekuensi dari sinyal.

## 2.5. Arsitektur GSM<sup>3</sup>

Unsur-unsur yang utama GSM arsitektur ditunjukkan pada gambar 1. Jaringan GSM terdiri atas tiga sub sistem : *Base Station System (BSS)*, *Network Subsystem (NSS)*, dan *Operation Subsystem (OSS)*.



Gambar 2.18.arsitektur jaringan

### 2.5.1. Mobile Station (MS)

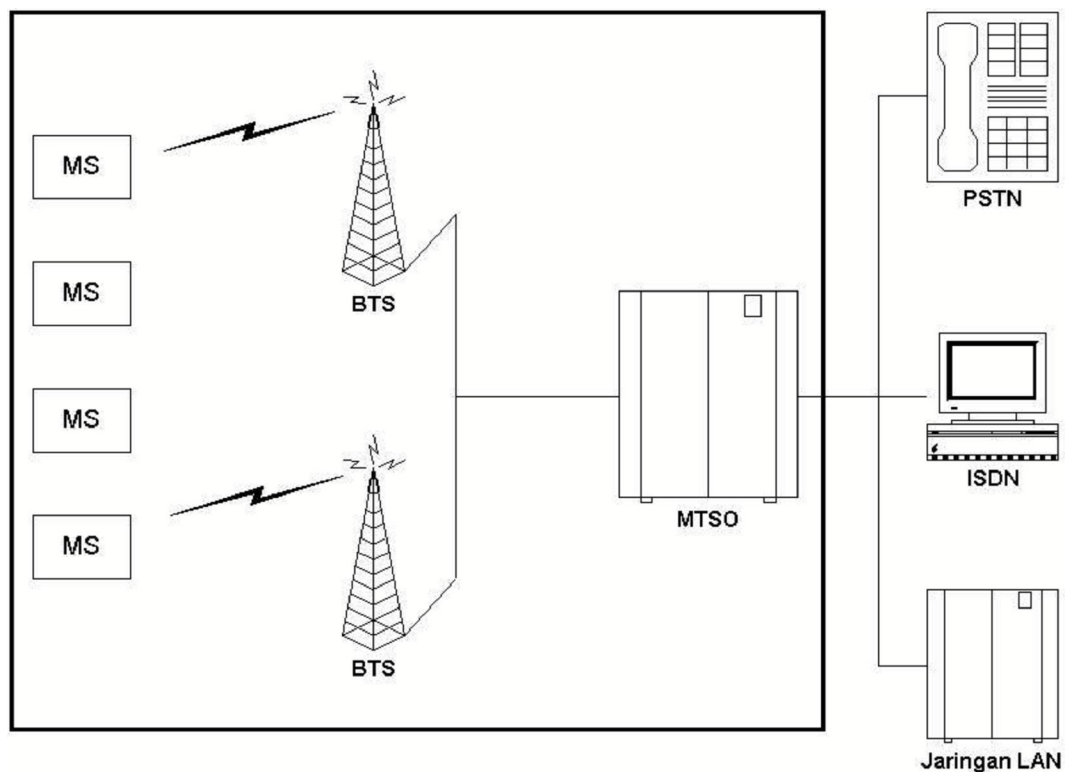
*Mobile Station (MS)* Merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk melakukan pembicaraan. MS terdiri dari *Mobile Equipment (ME)*

<sup>3</sup>Mayhoneys, 2008, para.1

dan *Subscriber Identity Module (SIM)*. ME berisi *transceiver radio*, *display* dan *Digital Signal Processor*. SIM digunakan agar *network* dapat mengenali *user*.

### 2.5.2. Base Transceiver Station (BTS)

*Base Transceiver Station (BTS)* berfungsi sebagai *interface* komunikasi semua MS yang aktif dan berada dalam *coverage area* BTS tersebut. Selain itu jg, BTS adalah perlengkapan radio yang diperlukan untuk melayani setiap panggilan di masing-masing *cell* dalam suatu jaringan. Di dalamnya termasuk sinyal modulasi, demodulasi, *equalize signal* dan *error coding*. Beberapa BTS terhubung pada satu *Base Station Controller (BSC)*. Satu BTS biasanya mampu meng-handle 20-40 komunikasi serentak.



Gambar 2.19. Base Transceiver Station (BTS)

### 2.5.3. Base Station Controller (BSC)

BSC berfungsi mengatur koneksi BTS-BTS yang berada dalam kendalinya. Fungsi tersebut memungkinkan operasi seperti *handover*, *cell site configuration*, *management of radio resources* dan menyetel power level dari frekuensi radio BTS. Pada jaringan GSM BSC mengatur lebih dari 70 BTS.

### 2.5.4. Mobile Switching Centre (MSC) dan Visitor Location Register (VLR)

MSC melakukan fungsi telepon *switching* dari suatu sistem. MSC mengontrol panggilan ke dan dari telepon lainnya dan sistem data. Selain itu MSC juga bertanggung jawab untuk *call set-up*, *release* dan *routing*.

VLR adalah basis data yang berisi informasi sementara tentang pelanggan, dimana diperlukan oleh MSC untuk melayani pelanggan yang datang berkunjung. VLR selalu terintegrasi dengan MSC. Ketika stasion bergerak menjelajahi ke dalam area MSC yang baru, VLR tersambung ke MSC yang akan meminta data tentang stasion bergerak tersebut dari HLR.

### 2.5.5 Home Location Register (HLR)

HLR merupakan suatu basis data yang digunakan untuk menyimpan dan mengatur *abonemen*. HLR mempertimbangkan basis data yang paling penting, dimana menyimpan data secara permanen tentang pelanggan, termasuk layanan profilnya, informasi lokasi, dan status aktivitas. Ketika perseorangan menjadi pelanggan dari suatu operator PCS, maka dia telah terdaftar di HLR operator tersebut.



## 2.6. Parameter Kualitas Panggilan pada Jaringan GSM

Parameter kualitas panggilan yang harus diketahui untuk para *drive tester* 2G / GSM pemula adalah sebagai berikut :

### 2.6.1. *RxLev*

*RxLev* merupakan tingkat kuat level sinyal penerima di MS (rentang dalam minus dB), makin kecil nilainya semakin lemah sinyalnya.

Pengukuran *RxLev* dapat digunakan untuk memverifikasi cakupan site ke site *BS (Base Station)* yang dipilih. Selain itu, dengan adanya nilai *RxLev* juga dapat diperlihatkan sebuah gambaran bagaimana cakupan yang bagus yang disediakan dari site ke site BS dan seberapa besar interferensi yang dihasilkan.

### 2.6.2. *RxQual*

*RxQual* merupakan tingkat kualitas sinyal penerima di MS (rentangnya skala 0-7), makin besar nilainya semakin jelek kualitas sinyalnya.

Pengukuran *RxQual* dapat digunakan untuk memverifikasi cakupan site-site *BS (Base Station)* yang dipilih. Selain itu, dengan adanya nilai *RxQual* juga dapat diperlihatkan sebuah gambaran bagaimana cakupan yang bagus yang disediakan dari site - site BS dan seberapa besar *interferensi* yang dihasilkan.

### 2.6.3. *SQI (Speech Quality Indicator)*

*SQI* merupakan indikator kualitas suara dalam keadaan *dedicated* atau menelpon dengan rentang -20 s.d 30. Semakin besar nilai *SQI*, semakin baik pula

kualitas suara. Nilai SQI dihitung oleh *TEMS* secara otomatis yang di-update setiap 0.5 detik. SQI dihitung berdasarkan *FER* dan *BER*.

GSM frequency band	Available frequencies	Where available
400 MHz	450.4–457.6 MHz paired with 460.4–467.6 MHz or 478.8–486 MHz paired with 488.8–496 MHz	Europe
800 MHz	824–849 MHz paired with 869–894 MHz	America
900 MHz <sup>1</sup>	880–915 MHz paired with 925–960 MHz	Europe, Asia Pacific, Africa
1800 MHz	1710–1785 MHz paired with 1805–1880 MHz	Europe, Asia Pacific, Africa
1900 MHz	1850–1910 MHz paired with 1930–1990 MHz	America

<sup>1</sup>Including the extended GSM (EGSM) band.

Tabel 2.1 Standarisasi frekuensi *bands* pada GSM

## 2.7. Drive test

*Drive test* adalah kegiatan mengumpulkan data pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas suatu jaringan dan mengembangkan kapasitas jaringan.

*Drive test* dapat dilakukan dengan menggunakan sebuah mobil dengan kecepatan rendah yang di dalamnya telah dipasang perlengkapan untuk *drive test*, atau dapat dilakukan secara manual atau *walk test* yang biasanya dilakukan di dalam sebuah bangunan atau di area dekat BTS.

*Drive test* merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. Tujuan *drive test* adalah mengumpulkan informasi jaringan secara *real* di lapangan. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi aktual *Radio Frequency (RF)* di suatu *Base Transceiver Station (BTS)* maupun dalam lingkup *base station sub-system (BSS)* yang dilakukan dengan mobil sehingga pengukuran

dilakukan bergerak. Perjalanan pun dilengkapi dengan peta digital, GPS, handset dan *software drive test*, seperti *Agilent*, *Nemo* (Nokia), *TEMS* (Ericsson), dan *Rohde & Schwarz*.

Selain tujuan umum diatas, dalam proses *drive test* dapat bertujuan khusus untuk optimasi suatu jaringan seperti berikut :

- a). Untuk mengetahui *Coverage* sebenarnya di lapangan, apakah sudah sesuai dengan prediksi *Coverage* pada saat *Planning*
- b). Untuk mengetahui parameter jaringan di lapangan, apakah sudah sesuai dengan parameter *Planning* dan Optimasi
- c). Untuk mengetahui Performansi jaringan setelah di lakukan perubahan seperti penambahan atau pengurangan TRX
- d). Untuk mengetahui adanya Interferensi dari sel-sel tetangga
- e). Untuk mencari adanya *Poor Coverage* atau daerah yang memiliki daya terima signal yang rendah
- f). Untuk mencari *RF issue* yang berkaitan adanya *Drop Call* atau *Block Call*
- g). Untuk mengetahui Performansi jaringan operator lain atau *Benchmarking*

#### 2.7.1. Jenis – Jenis Pengukuran *Drive Test*

Jenis-jenis pengukuran *drive test* dibagi menjadi mode pengukuran dan cara pengambilan data. Pada mode pengukuran *drive test* ada tiga jenis, yaitu :

a) *Drive Test Idle Mode*

Pengukuran kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan *idle* (tidak melakukan *call/sms*). Biasanya mode ini dilakukan hanya untuk mengetahui signal strength suatu area yang terindikasi *low signal/no service*.

b) *Drive Test Dedicated Mode*

Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal (long *Call/Short Call* ke destination number tertentu). Untuk mengukur dan mengidentifikasi kualitas voice dan data.

c) *Drivetest QoS Mode*

Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal dengan metode *call set up* dan *call end* dengan *formula time / command squence* tertentu.

Sedangkan untuk cara pengambilan data secara *drive test* dibagi menjadi empat proses, antara lain :

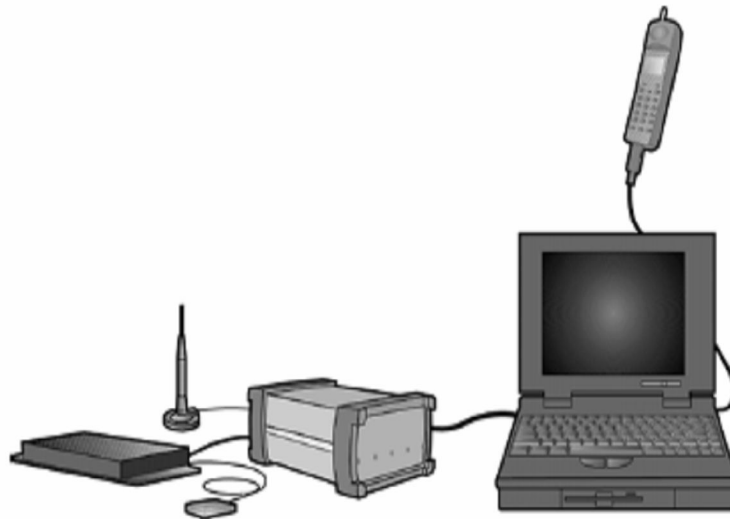
- a. *Single Site Verification (SSV)*, merupakan *drive test* untuk memverifikasi setiap site bagus atau tidak.
- b. *Cluster*, merupakan *drive test* yang mengukur jaringan setiap *cluster* atau daerah yang terdiri dari beberapa site namun hanya untuk satu operator jaringan.
- c. *Benchmark*, merupakan *drive test* yang membandingkan beberapa operator dalam satu *cluster* atau daerah

d. Optimasi, merupakan bagian analisa gangguan atau kurangnya *service quality* pada site yang sudah jadi.

#### 2.7.2. Parameter *Drive Test*

Meningkatnya jumlah pelanggan sebuah operator tidak hanya berdampak pada peningkatan *revenue*, namun juga berakibat pada naiknya jumlah panggilan gagal. Kegagalan panggilan bisa disebabkan oleh 3 faktor, pertama komponen dalam ponselnya yang bermasalah, kedua pelanggan memang berada pada luar coverage BTS sehingga saat handover, ponsel tidak tercover oleh BTS lain atau pelanggan berada pada daerah blankspot. Ketiga, jaringan operator yang memang sedang padat.

Faktor pertama tentu bisa diatasi dengan melakukan penggantian komponen, sementara yang faktor kedua tidak bisa berbuat banyak selain menunggu ponsel mendapatkan sinyal kembali, solusinya mungkin bisa dilakukan dengan penggantian simcard operator lain. Pada faktor harus dikembalikan ke operator yang bersangkutan, apakah jaringan yang mereka pasang sudah baik, sehingga bisa mengcover seluruh kawasan. Panggilan gagal seringkali terjadi di daerah perkotaan (kepadatan *traffic*) dan pegunungan (*overlap*). Oleh karena itu dilakukan *drive test* sebagai bagian dari optimasi jaringan untuk mengetahui parameter-parameter yang terukur agar dapat dievaluasi sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk menjamin kualitas layanan yang lebih baik lagi.



Gambar 2.20 konfigurasi *drive test*

### 2.7.3. Drive Test 2G (GSM)

Parameter untuk *drive test* GSM ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu parameter untuk verifikasi data BTS dan parameter untuk verifikasi kualitas jaringan. Parameter untuk verifikasi data BTS, antara lain :

- a. *Broadcast Control Channel (BCCH)*, merupakan frekuensi carrier yang digunakan pada saat *downlink* untuk mentransmisikan informasi system. Frekuensi *carrier* yang digunakan oleh BTS 2G yaitu GSM900: 890-915 MHz dan DCS1800: 1805-1880 MHz
- b. *Absolute Radio Frequency Channel (ARFC)*, merupakan konversi dari BCCH yang bernilai MHz diubah menjadi nomor-nomor kanal.
- c. *Cell Global Identity (CGI)*, merupakan sebuah identitas (ID) yang unik dari cell-cell dalam suatu jaringan seluler untuk mengenali posisi *user* berdasarkan cell. Format penamaan CGI, yang terdiri dari :

- *MCC (Mobile Country Code)* adalah identifikasi suatu negara dengan menggunakan 3 digit. Untuk Indonesia, digit MCC-nya adalah 510.
  - *MNC (Mobile Network Code)* : adalah 2 digit identifikasi yang digunakan untuk mengidentifikasikan sebuah *mobile network* atau PLMN. Kombinasi antara MCC dan MNC akan selalu menghasilkan sebuah code yang unik di seluruh dunia.
  - *LAC (Location Area Code)* : adalah identifikasi yang digunakan untuk menunjukkan kumpulan beberapacell. Dalam sebuah PLMN yang sama, tidak boleh digunakan 1 LAC yang sama untuk 2 group cell yang berbeda. Sebuah LAC dapat digunakan dalam 2 (atau lebih) BSC yang berbeda, asalkan masih dalam 1 MSC yang sama. Informasi lokasi LAC terakhir dimana sebuah MS berada akan disimpan di VLR dan akan diupdate apabila MS tersebut bergerak dan memasuki area dengan LAC yang berbeda.
  - *CI (Cell Identity)* : adalah identifikasi sebuah *cell* dalam jaringan seluler. Dalam sebuah PLMN, CI yang sama dapat digunakan untuk 2 (atau lebih) cell yang berbeda, asalkan dalam LAC yang berbeda.
- d. *Base Station Identity Code (BSIC)*, membedakan BTS-BTS berdekatan yang mempunyai BCCH dan ARFC yang sama.

Sedangkan untuk kualitas jaringan GSM, memiliki parameter diantaranya sebagai berikut :

- a) *RxLev (Reception Level)*

level daya yang diterima oleh MS (*Mobile Station*) dalam satuan  $-dBm$  dimana semakin kecil nilai  $-dBm$ -nya maka semakin lemah level daya yang diterima.

b) *RxQual (Reception Quality)*

Tingkat kualitas sinyal yang diterima MS dengan rentang nilai 0 sampai 7 dimana semakin besar nilai *RxQual* maka semakin buruk kualitas sinyalnya.

c) *Speech Quality Indicator (SQI)*

Tingkat kualitas suara pada saat menelepon yang memiliki rentang nilai antara -20 sampai dengan 30 dimana semakin besar nilai SQI semakin baik.

d) *Call Setup Success Ratio (CSSR)*

Standarisasi prosentase tingkat keberhasilan panggilan oleh ketersediaan kanal suara yang sudah dialokasikan untuk mengetahui kesuksesan panggilan tersebut, maka ditandai dengan tone saat terkoneksi dengan ponsel lawan bicara. Standard CSSR ditentukan dalam Peraturan Menteri Kominfo Nomor : 12/Per/M.Kominfo/04/ 2008 bahwa prosentase CSSR harus  $\geq 90\%$  .

e) *Call Completion Success Ratio (CCSR)*

Prosentase tingkat keberhasilan hubungan sampai berakhir tanpa terjadi *drop call*. biasanya dari operator ditentukan nilai standarnya agar mencapai  $> 98\%$ .

f) *Drop Call Ratio (DCR)*



*Dropped Call Ratio* adalah prosentase banyaknya panggilan yang jatuh atau putus setelah kanal pembicaraan digunakan. *Dropped call* dapat disebabkan beberapa hal, antara lain:

- Rugi-rugi frekuensi radio
- *Co-Channel interferensi* dan *Adjacent interferensi*
- Kegagalan proses *handover*

Standard DCR ditentukan dalam Peraturan Menteri Kominfo Nomor : 12/Per/M.Kominfo/04/ 2008 bahwa prosentase DCR harus  $\leq 5\%$ .

g) *Blocked Call Ratio (BCR)*

Prosentase kepadatan panggilan yang disebabkan karena keterbatasan kanal

h) *Call Setup Time (CST)*

Waktu yang diperlukan untuk melakukan panggilan dalam satuan detik (s).

## 2.8 Aplikasi pengukuran android *G-NetTrack*<sup>4</sup>

*G-NetTrack* adalah monitor jaringan dan *drive* alat uji nirkabel untuk perangkat *OS Android*. Hal ini memungkinkan pemantauan dan penebangan parameter jaringan selular tanpa menggunakan peralatan khusus. Ini alat dan itu mainan. Hal ini dapat digunakan oleh para profesional untuk mendapatkan wawasan yang lebih baik pada jaringan atau dengan penggemar radio untuk mempelajari lebih lanjut tentang jaringan nirkabel. Hal ini dapat digunakan bahkan jika Anda hanya ingin memudahkan representasi rute Anda bepergian.



The screenshot displays the G-NetTrack application interface. At the top, it shows the operator as VIVACOM and version v3.98. Below this, various network parameters are listed, including MCC, MNC, LAC, RNC, CELLID, Type, RSCP, ECNO, SNR, CQI, Longitude, Latitude, Speed, Altitude, Acc, UL speed, DL speed, and Cell serving time. A table below these parameters shows a log of network events with columns for Time, LAC, RNC, CELLID, Level, Qual, Type, and Serv.s. The table contains 20 rows of data. At the bottom, there are navigation buttons for Cell, Nei, Map, Info, Seq, and Control, along with the Gyokov Solutions logo.

Time	LAC	RNC	CELLID	Level	Qual	Type	Serv.s
11:05:32	1010	621	12138	-82	-7.0	3G	51
11:06:27	1010	621	10879	-84	-5.0	3G	45
11:07:15	1010	621	11579	-77	-4.0	3G	20
11:07:38	1010	621	10879	-73	-6.0	3G	4
11:07:42	1010	621	11578	-72	-14.0	3G	53
11:08:40	1010	621	10878	-74	-13.0	3G	7
11:08:47	1010	621	10879	-73	-11.0	3G	23
11:09:12	1010	621	10878	-77	-5.0	3G	24
11:09:38	1010	621	12129	-63	-10.0	3G	23
11:10:03	1010	621	12127	-83	-6.0	3G	41
11:10:46	1010	621	12689	-83	-11.0	3G	18
11:11:06	1010	621	12127	-85	-17.0	3G	6
11:11:12	1010	621	12128	-83	-14.0	3G	14
11:11:27	1010	621	12127	-82	-10.0	3G	14
11:11:42	1010	621	11039	-74	-7.0	3G	1
11:11:43	1010	621	12128	-74	-7.0	3G	2
11:11:45	1010	621	12127	-79	-12.0	3G	1
11:11:46	1010	621	12128	-79	-12.0	3G	17
11:12:06	1010	621	11037	-79	-15.0	3G	1
11:12:07	1010	621	12689	-79	-15.0	3G	35
11:12:46	1010	621	57369	-68	-5.0	3G	4

Gambar 2.21. tampilan G-NetTrack

<sup>4</sup>Ekoyw, wordpress online, (2013). para 1

2.8.1. *G-NetTrack* menggunakan format *cellfile.txt* seperti berikut :

CELLNAME	LAT	LONG	LAC	CELLID	AZIMUTH	TECH	NODE
Air_Dingin_1	-3.35858	102.44979	28993	35234	145	2G	
Air_Dingin_2	-3.35858	102.44979	28993	35235	240	2G	
Air_Dingin_3	-3.35858	102.44979	28993	35236	345	2G	

Dengan keterangan sebagai berikut :

- *CELLNAME* adalah nama sektor dari BTS tersebut.
- *LAT* adalah *latitude* yang menunjukkan koordinat garis lintang dari BTS tersebut.
- *LONG* adalah *longitude* yang menunjukkan koordinat garis bujur dari BTS tersebut.
- *LAC* adalah *Local Area Code*.
- *CELLID* adalah Cell ID dari sektor BTS tersebut.
- *AZIMUTH* adalah arah antena sektor BTS tersebut dalam derajat.
- *TECH* adalah *Technology* yang dipakai oleh BTS tersebut, apakah 2G atau 3G.
- *NODE* digunakan jika GSM maka dikosongkan, jika 3G diisi dengan No RNC dan jika 4G diisi dengan eNodeB ID.

2.8.2. Aktivasi *G-NetTrack*.

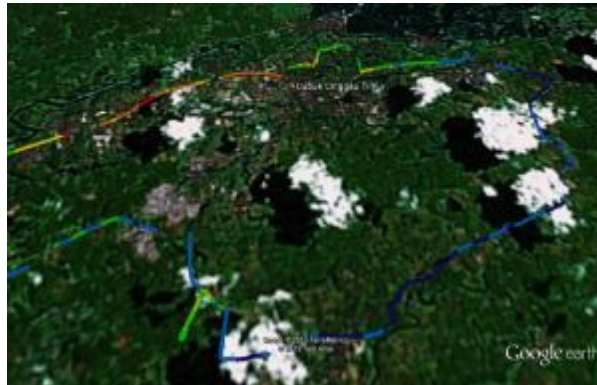
Kita akan mendapatkan 4 tab menu utama, yakni :

- Cell : Berisi ringkasan data sektor BTS yang sekarang melayani HP kita mulai dari MCC, MNC, LAC, RNC, CELLID, dll.
- Nei : Berisi informasi *cell neighbors*/tetangga di sekitar cell yang sekarang melayani kita. Tetapi, seperti disebutkan oleh *developernya*, *cell neighbors* ini hanya bisa ditampilkan di beberapa jenis HP yang telah dites sebelumnya seperti Sony, HTC, Alcatel dan LG.
- Map : Berisi peta *google map*.
- Info : berisi informasi tentang HP dan software *G-NetTrack* yang sedang dipakai.

Sebelum memulai drive test, pastikan BTS beserta arah sektornya sudah tampil di peta dengan cara pilih menu – settings dan centang : *Show Sites*, *Show Serving Line* dan *Show Cell Names*.

Jangan lupa aktifkan GPS. Jika HP kita sudah mengunci satelit GPS yang berarti posisi kita di peta sudah sesuai posisi sebenarnya maka kita tinggal jalan melakukan drive test. Jika ingin menyimpan log file, tekan menu dan pilih Start Log. Jika sudah selesai jangan tekan End Log.

Kita juga dapat melakukan pengetesan kualitas call dan data dengan menekan menu – *settings* dan isi parameter di *voice sequence* dan *data sequence*. Setelah *end log*, kita dapat mengolah *file log* tersebut dengan *google earth* untuk keperluan lebih lanjut. Hasil *file log* tersebut bisa seperti berikut :



Gambar 2.22. Hasil *G-NetTrack* dibuka dengan *Google Earth*

### 2.9.3. keunggulan *G-NetTrack* :

- Data yang dikumpulkan lebih bervariasi, misal yang berhubungan dengan *call*, data dan *quality* dan tidak melulu sekedar kuat sinyal yang diterima HP.
- Tampilan peta dan BTS lebih bagus karena menyertakan arah sektor dari BTS. Sehingga memudahkan memperkirakan *service area* dari sektor tersebut.
- Disediakan situs tersendiri untuk mengolah data *log* kita jika kita tidak sempat instal *Google Earth*. Situs tersebut disebut *G-NetDiag*.

Sedangkan kelemahannya antara lain adalah :

- Tidak ada fitur untuk melihat *log* yang sudah dilakukan langsung di HP. Hasil *log* hanya bisa dilihat melalui PC, *google earth* atau ke situs pembuatnya.
- Putusnya *log* saat ada *call* yang masuk juga mengganggu yang membuat harus logging ulang dari awal.