

## **ANALISIS KERUGIAN DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN EKSTRA TINGGI 500 KV DI P.T. PLN (Persero) PENYALURAN & PUSAT PENGATURAN BEBAN (P3B) JAWA BALI REGIONAL JAWA TENGAH & DIY UNIT PELAYANAN TRANSMISI SEMARANG**

Hernawan Sujatmiko

### **ABSTRACT**

Necessity of electric power in Indonesia straight rise agree with economic and industry development a long with society growth. Because of that, government must be well to give service of electric with SUTET 500 kV.

In the distribution electric power from generation to load centre used transmission line, because distance from generation to load centre is so far. Electric power in flow, they have a power loss. It's because factor of isolator leak and corona leak then the voltage will be down (voltage dropped) and for efficiency of transmission will be down too.

The aim of this research is to calculate power loss in SUTET 500 kV. This calculates had been done three different times in SUTET Ungaran – Pedan at 15<sup>th</sup>-24<sup>th</sup> August 2007 07.00 am (lead has been started), 13.00 pm (lead has been changed from low to middle) and 18.00 pm (lead on the top).

As the result of this calculate, at Wednesday, 15<sup>th</sup> August 2007 at 18.00 pm have the biggest value of power loss 6.179.710,62 Watt and the smallest power loss has been done in Wednesday 15<sup>th</sup> August 2007 at 07.00 am and Wednesday 22<sup>nd</sup> August 2007 at 07.00 am 2.816.691,632 Watt.

The SUTET 500 kV Ungaran – Pedan efficiency value in good condition because the average approximately 100 %.

Nevertheless, there are lack of the result because calculate only in ten days. The best way to reduce this lack is continuously calculation.

**Keywords :**PowerLoss, Voltage Dropped, Corona

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kebutuhan tenaga listrik di Indonesia terus meningkat sesuai dengan laju pertumbuhan ekonomi dan industri serta pertambahan penduduk. Dalam menuju era tinggal landas, semua sektor pembangunan diarahkan untuk mampu mempersiapkan diri untuk menghadapi era industrialisasi. Berbagai investasi dalam bidang industri saat ini telah banyak dilakukan oleh pihak swasta baik melalui penanaman modal dalam negeri (PMDN) maupun penanaman modal asing (PMA). Sedangkan dari pihak pemerintah sendiri rupanya sudah cukup banyak yang dikerjakan melalui sektor industri, antara lain melalui kiprah Badan Usaha Milik Pemerintah (BUMN) yang tergabung dalam kelompok industri strategis dan juga melalui industri petrokimia, industri semen, industri logam dan industri berat lainnya. Tidak bisa dipungkiri bahwa semua kegiatan industri seperti diatas dapat berjalan apabila tenaga listrik yang tersedia cukup memadai. Untuk mengatasi kebutuhan tenaga listrik tersebut,

pihak pemerintah juga sudah memikirkannya antara lain melalui pembangunan pembangkit tenaga listrik berskala besar seperti yang ada di PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Suralaya (Jawa Barat), PLTU Payton (Jawa Timur) dan PLTU Ujung Jati (Jawa Tengah) yang pada saat ini sedang dalam tahap pembangunan. Oleh sebab itu ketersediaan energi listrik yang cukup dan berkualitas merupakan tuntutan yang harus dipenuhi oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara).

Sistem kelistrikan antar pusat-pusat pembangkit dan pusat-pusat beban pada umumnya terpisah dalam ratusan bahkan ribuan kilometer. Hal ini terjadi karena beban (konsumen) terdistribusi disetiap tempat, sementara lokasi pembangkitan umumnya terletak dipusat-pusat sumber energi (PLTA) dan di lokasi yang memudahkan transportasi bahan bakar (PLTU), yang biasanya dibangun di tepi laut.

Karena itu tenaga listrik yang dibangkitkan harus disalurkan melalui kawat-kawat saluran transmisi. Saluran-saluran transmisi membawa tenaga listrik dari pusat-pusat pembangkitan ke pusat-pusat beban melalui saluran tegangan tinggi

150 kV atau melalui saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV. Trafo penurunan akan merendahkan tegangan ini menjadi tegangan subtransmisi 70 kV yang kemudian di gardu induk diturunkan lagi menjadi tegangan distribusi primer 20 kV. Pada gardu induk distribusi yang tersebar di pusat-pusat beban tegangan diubah oleh trafo distribusi menjadi tegangan rendah 220/380 V.

Saluran transmisi dilihat dari jarak atau panjangnya dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Saluran transmisi jarak pendek (*short line*), adalah saluran yang panjangnya kurang dari 80 km.
2. Saluran transmisi jarak menengah (*medium line*), adalah saluran yang panjangnya antara 80 – 240 km.
3. Saluran transmisi jarak jauh (*long line*), adalah saluran yang panjangnya lebih dari 240 km.

Daya listrik akan selalu mengalir menuju beban karena itu dalam hal ini aliran daya juga merupakan aliran beban. Beban – beban itu direpresentasikan sebagai Impedan tetap ( $Z$ ), sebagai Daya tetap ( $S$ ), Tegangan ( $V$ ) ataupun Arus ( $I$ ) yang tetap yang lazim pembebanan dipilih menggunakan tegangan yang konstan. Pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi terdapat rugi – rugi tegangan dan rugi – rugi daya yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah faktor korona dan faktor kebocoran isolator yang biasanya banyak terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi, sehingga mengakibatkan tegangan mengalami penurunan atau biasa disebut dengan jatuh tegangan. Hal ini terjadi apabila tegangan pada pangkal pengiriman dengan tegangan pada ujung penerimaan ada perbedaan.

Berdasarkan dari hal tersebut diatas maka penulis mencoba melakukan studi tentang kerugian daya yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi single circuit Ungaran - Pedan, sehingga dapat memberikan suatu gambaran –

gambaran tentang kerugian – kerugian yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi dengan cara menghitung berapa besar rugi daya yang terjadi pada saluran tersebut, sehingga nantinya dapat berguna dalam kaitannya dengan sistem transmisi tenaga listrik terutama pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi.

#### **B. Rumusan masalah**

Mencegah kecabutan pemahaman, maka dalam suatu penelitian masalah perlu sekali dirumuskan. Perumusan masalah ini akan membawa penelitian untuk mempermudah langkah – langkah berikutnya yang harus ditempuh. Menurut Prof. DR. Winarno Surahmat, SE, "Masalah diartikan sebagai Serangkaian untuk memecahkan".

Selanjutnya Prof. DR. Winarno Surahmat, SE mengemukakan bahwa :

"Masalah harus dapat dirasakan sebagai suatu rintangan – rintangan yang mesti dilalui (dengan jalan mengatasinya). Apabila kita akan terus berjalan. Oleh karena itu kita dipermasalahkan dengan penelitian atau dalam penyelidikan perlu memiliki unsur – unsur yang menggerakkan kita untuk membahasnya, nampak penting gunanya realistik".

Dalam setiap penelitian, perumusan masalah adalah hal yang sangat penting dan paling utama dilakukan oleh setiap peneliti, maksudnya agar peneliti tidak terjerumuskan dalam banyak data, penelitian yang dilakukan agar terarah dan melalui prosedur ilmiah.

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka permasalahan yang akan diamati adalah sebagai berikut:

- i. Berapa besar jatuh tegangan yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan?
- ii. Berapa besar kerugian daya yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan?
- iii. Berapa besar korona yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan?

- iv. Berapa besar efisiensi saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan?

### C. Pembatasan Masalah

Agar suatu pembahasan tidak menyimpang dari tujuannya memerlukan adanya pembatasan ruang lingkup masalah pada satu pokok persoalan. Masalah yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah:

1. Studi dilakukan pada satu saluran transmisi tenaga listrik tegangan tinggi saja yaitu saluran Ungaran - Pedan, dan tempat observasinya di P.T. PLN (Persero) Penyaluran & Pusat Pengaturan Beban (P3B) Jawa Bali Regional Jawa Tengah & DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang pada tanggal 15 Agustus - 24 Agustus 2007.
2. Analisis hanya menghitung resistan, reaktan transmisi, impedan, faktor daya, besar tegangan pada pangkal pengiriman dengan tegangan pada ujung penerimaan, rugi daya serta efisiensi transmisi serta besar rugi korona.
3. Metode yang digunakan adalah metode observasi.
4. Data yang digunakan merupakan data yang didapat dari hasil observasi.

### D. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui jatuh tegangan pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan.
- b. Mengetahui rugi daya pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan.
- c. Mengetahui besar rugi korona pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan.
- d. Mengetahui efisiensi transmisi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran - Pedan.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1. Umum

Menaikkan daya guna saluran transmisi adalah dengan menaikkan

tegangan setinggi - tinggi mungkin. Batas ketinggian tegangan transmisi pada masing - masing negara berbeda - beda tergantung pada kemajuan teknologi tenaga listrik di negara - negara tersebut. Transmisi tegangan tinggi Indonesia pada saat ini adalah tegangan 70 kV dan 150 kV, sedangkan untuk transmisi tegangan ekstra tinggi menerapkan tegangan 500 kV.

Ada dua kategori saluran transmisi, yaitu saluran udara (*overhead line*) dan saluran bawah tanah (*underground*). Saluran udara menyalurkan tenaga listrik melalui kawat - kawat yang digantung pada tiang - tiang transmisi dengan perantara isolator - isolator, sedang saluran bawah tanah menyalurkan listrik melalui kabel - kabel bawah tanah. Kedua saluran ini mempunyai keuntungan dan kerugian, dibandingkan dengan saluran udara, saluran bawah tanah tidak terpengaruh cuaca buruk dan saluran bawah tanah lebih *estetis* karena tidak tampak. Saluran bawah tanah lebih disukai di Indonesia terutama untuk kota - kota besar, tetapi biaya pembangunannya lebih mahal dibandingkan dengan saluran udara dan perbaikannya lebih sukar jika terjadi hubung singkat.

Peningkatan tegangan pada saluran transmisi mempunyai nilai ekonomis yang sangat penting, keuntungannya sebagai berikut:

- a) Penyaluran daya yang sama arus yang dialirkkan menjadi berkurang, ini berarti penggunaan bahan tembaga pada kawat penghantar akan berkurang dengan bertambah tingginya tegangan transmisi.
- b) Luas penampang konduktor yang digunakan berkurang karena itu struktur penyanga konduktor lebih kecil.
- c) Arus yang mengalir di saluran transmisi menjadi lebih kecil maka jatuh tegangan juga menjadi kecil.

Tegangan transmisi yang semakin besar maka jarak bebas antar kawat

penghantar harus lebih lebar. Panjang gandengan isolator harus lebih besar dan berarti meningkatkan biaya menara dan konstruksi penopang.

### 1. Resistan

Nilai resistan saluran transmisi dipengaruhi oleh *resitivitas* konduktor dan temperature. Resistan ( $R$ ) dari sebuah penghantar sebanding dengan panjang  $l$  dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya.

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.2)$$

(William D. Stevenson, 1990 : 39)

dengan :

- $\rho$  = Resitivitasnya ( $\Omega$ )
- $R$  = Resistan arus searah ( $\Omega \text{ m}$ )
- $l$  = Panjang Konduktor (m)
- $A$  = Luas Penampang ( $\text{m}^2$ )

### 2. Induktan Saluran

Induktan kawat tiga fasa umumnya berlainan untuk masing - masing kawat. Namun karena perbedaannya kecil nilai induktannya dari penghantar yang ditransposisikan yang diambil, bila ketidakseimbangannya tidak besar.

Susunan kawat seperti tertera pada gambar 2.1. reaktan induktif urutan positif (*positive sequence inductive reactance*) dari saluran yang ditransposisikan dinyatakan oleh W. A. Lewis sebagai

$$X_L = 0,004657 f \log_{10} \frac{GMD}{GMR} (\Omega / \text{mile})$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 53)  
dengan :

$f$  = Frekuensi

GMD = Geometric mean distance =

$$\sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}}$$

$$GMR = \text{Geometric mean radius} = \frac{r}{K}$$

$$K = \text{Konstanta}$$

Induktannya dapat dihitung :

$$\frac{r}{GMD}$$

$$L = l + 0,4605 \log_{10}$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 53)

dengan :

$l$  = Induktansi karena fluks magnet dalam kawat

= 0,05 untuk kawat dengan penampang bulat ( $\mu = 1$ )

### 3. GMR, GMD

Radius rata-rata geometris (GMR) dari suatu luas ialah limit dari jarak rata-rata geometris (GMD) antara pasangan elemen dalam suatu luas itu sendiri bila jumlah elemen itu diperbesar sampai tak terhingga.

#### a. Teori GUYE

Pada suatu lingkaran dengan radius  $r$  terdapat  $n$  titik yang jaraknya satu sama lain sama besar maka GMD antara titik-titik adalah :

$$GMD = r \sqrt[n]{n}$$

Jarak-jarak bersama antara pasangan-pasangan titik itu adalah sama dengan  $n \times (n-1)$  jarak-jarak, dan hasil perkalian dari semua jarak-jarak itu adalah sama dengan pangkat  $n(n-1)$  dari GMD-nya.

- b. GMD dari suatu titik terhadap lingkaran adalah jarak dari titik itu terhadap pusat lingkaran.
- c. GMD dari dua lingkaran dengan jarak titik-titik pusatnya  $d_{12}$  adalah  $d_{12}$ .

### 4. Kapasitan Saluran

Kapasitan adalah kemampuan dua konduktor yang dipisahkan oleh isolator untuk menyimpan muatan listrik pada tegangan yang diberikan diantara keduanya. Bila pada dua konduktor yang terpisah oleh jarak tertentu dialirkan arus listrik maka akan terbentuk fluks elektrostatik dan dua konduktor tersebut berfungsi sebagai kapasitor. Nilai kapasitasnya semata-mata tergantung dari jari-jari konduktor dan jarak antara kedua konduktor tersebut serta tidak dipengaruhi oleh besarnya medan magnet.

Rumus untuk menentukan kapasitas saluran adalah :

$$C = \frac{0,02413}{\log \frac{GMD}{r}}$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993: 55)

dengan :

C = kapasitas

GMD = geometri mean distance (cm)

r = jari-jari penghantar

### 5. Jatuh Tegangan

Jatuh tegangan pada saluran transmisi adalah selisih antara tegangan pada pangkal pengiriman (*sending end*) dan tegangan pada ujung penerimaan (*receiving end*) tenaga listrik. Pada saluran bolak balik besarnya tergantung pada impedan dan admitansi saluran serta pada beban dan faktor daya. Jatuh tegangan relative dinamakan regulasi tegangan (*voltage regulation*), dan dinyatakan oleh rumus:

$$\frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 2)

dengan :

$V_s$  = Tegangan pada pangkal pengiriman

$V_r$  = Tegangan pada ujung penerimaan

### 6. Hilang Daya Dan Daya Guna Transmisi

Hilang daya atau rugi daya utama pada saluran transmisi adalah hilangdaya resisten pada penghantar. Disamping itu ada hilang daya korona dan hilang daya karena kebocoran isolator terutama pada saluran tegangan tinggi. Pada saluran bawah tanah ada hilang daya elektrik dan hilang daya pada saluran kabel (*sheath*).

Hilang daya resisten untuk saluran tiga fasa tiga kawat untuk saluran transmisi yang pendek dinyatakan oleh persamaan:

$$P_1 = 3P^2 Rl$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 3)

Hilang Korona

$$P = \frac{A}{\delta} (f + 25) r^2 (E_g - m \delta E'_{g0}) 10^{-2}$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993:57)

dengan:

$$E'_{go} = 21,1 \text{ kV/cm}$$

A = 0,448 untuk kawat padat dan 0,375 untuk kawat lilitan

f = frekuensi sumber tenaga (Hz)

r = jari-jari penghantar (cm)

m =  $m_o \times m_l$

$m_o$  = faktor permukaan kawat, untuk kawat lilitan

$$= 0,83 - 0,87$$

$m_l$  = faktor udara, untuk udara baik 1,0 dan untuk hujan 0,8

$\delta$  = kepadatan udara relatif

$$= \frac{0,4343E}{r \log 10 \frac{D}{r}}$$

$$E_g = \frac{0,386b}{273 + t} \quad (\text{kV/cm})$$

D = jarak ekivalen antar kawat (cm)

### 7. Karakteristik Penyaluran Daya

Tenaga listrik disalurkan melalui jaringan transmisi dari pusat pembangkit yang disebut pangkal pengiriman menuju pusat-pusat beban yang disebut ujung penerimaan. Meskipun tenaga listrik disalurkan dengan sistem tiga fasa tetapi semua perhitungan dilakukan berdasarkan hubungan satu fasa sistem bintang. Dalam mempelajari karakteristik penyaluran daya yang meliputi variabel-variabel tegangan, arus, dan hilang daya dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yang berbeda yaitu:

- Rangkaian yang parameter atau konstan-konstannya dikonsentrasi (*lumped*), pendekatan ini digunakan untuk analisis saluran transmisi jarak pendek.
- Rangkaian yang parameter atau konstan-konstannya didistribusikan sepanjang saluran transmisi.

Beberapa perhitungan penting untuk analisis sistem transmisi adalah:

- Menghitung perbedaan besaran antara tegangan pada pangkal pengiriman ( $V_s$ )

- dengan tegangan pada ujung penerimaan ( $V_r$ ).
- Menghitung faktor daya pada pangkal pengiriman dan ujung penerimaan.
  - Menghitung daya guna transmisi (*daya keluar/ daya masuk*)
8. Konduktor Berkas

Tegangan ekstra tinggi yaitu tegangan diatas 230 kV, korona dengan akibatnya yaitu berupa rugi daya dan terutama timbulnya interferensi dengan saluran komunikasi akan menjadi sangat berlebihan jika rangkaianya hanya mempunyai sebuah komunikasi dan hanya mempunyai sebuah penghantar perfasa. Dengan menggunakan dua penghantar atau lebih perfasa yang disusun berdekatan dibandingkan dengan jarak pemisah antara fasa-fasanya, maka gradien tegangan tinggi pada penghantar dalam daerah EHV dapat banyak dikurangi. Saluran semacam ini dikatakan sebagai tersusun dari penghantar berkas (*bundled conductors*). Berkas ini dapat terdiri dari dua, tiga, atau empat penghantar. Berkas tiga penghantar biasanya menempatkan penghantar-penghantarnya pada sudut-sudut suatu segitiga sama sisi dan berkas empat penghantar menempatkan penghantar-penghantarnya pada sudut-sudut suatu bujur sangkar.

Arus tidak akan terbagi rata dengan tepat antara penghantar-penghantar dalam berkas jika tidak dilakukan transposisi penghantar-penghantar dalam berkas tetapi perbedaannya tidak begitu penting dalam praktek, metode GMD sudah cukup teliti untuk perhitungan-perhitungan.

Keuntungan lain yang sama pentingnya yang diperoleh dari pemberkasan ialah penurunan reaktan. Peningkatan jumlah penghantar dalam suatu berkas mengurangi efek korona dan mengurangi efek reaktan. Pengurangan reaktan disebabkan oleh kenaikan GMR berkas yang bersangkutan. Perhitungan GMR sudah tentu tepat sama dengan perhitungan untuk penghantar berupa lilitan. Masing-masing penghantar

pada berkas dua penghantar misalnya dapat diperlakukan sebagai sebuah serat atau lilitan suatu penghantar dua lilitan.

## 2.2. Kerangka Berfikir

Saluran transmisi tegangan ekstra tinggi banyak mengalami kerugian daya yang diakibatkan oleh beberapa faktor misalnya kerugian daya yang diakibatkan oleh korona atau residen penghantarnya sehingga mengakibatkan tegangan mengalami penurunan, tegangan pada pangkal pengiriman (*sending end*) dan tegangan pada ujung penerimaan (*receiving end*) mengalami perbedaan nilainya, karena sebagian daya yang ada hilang yang diakibatkan oleh faktor – faktor diatas. Dalam skripsi ini akan dicari kerugian daya yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi dengan cara menghitung reistan total, reaktan saluran, impedan, faktor daya, besar tegangan pada pangkal pengiriman, besar tegangan pada ujung penerimaan, rugi daya, daya pengiriman serta efisiensi transmisi

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi : P.T. PLN (Persero) Penyaluran dan Pusat Pengaturan Beban Jawa Bali Regional Jawa Tengah dan DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang.

Waktu : 15 Agustus – 24 Agustus 2007

### 3.2. Jenis Penelitian

Dalam menyusun suatu penelitian diperlukan langkah-langkah yang benar sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi. Observasi yang dilakukan adalah dengan pengambilan data dilapangan..

### 3.3. Populasi

Populasi adalah seluruh obyek yang dimaksudkan untuk diselidiki, dimana obyek tersebut setidak-tidaknya memiliki satu kesamaan sifat. Populasi dalam penelitian ini adalah Kerugian Daya Pada SUTET 500 kV Ungaran – Pedan.

### 3.4. Sampel

Sampel merupakan sebagian dari seluruh populasi yang ingin mewakili seluruh populasi. Syarat umum pengambilan sample adalah representatif, dimana sampel yang diambil menggambarkan keadaan sebenarnya dari populasi yang ada. Dalam pengambilan sampel apabila subyeknya kurang dari 100 lebih baik diambil semua, selanjutnya merupakan penelitian populasi (Arikunto, 1992 : 107). Penelitian ini tidak seluruh populasi dijadikan obyek penelitian namun akan diambil sampel. Sampel dalam penelitian ini adalah kerugian daya yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi. Untuk menghindari sampel yang menyimpang diperlukan teknik pengambilan sampel (teknik sampling) yang tepat. Teknik sampling dalam penelitian ini merupakan gabungan dari :

#### 1. Purposive Sampling

Dalam *purposive sampling* pemilihan sekelompok obyek penelitian atau sampel didasarkan pada ciri-ciri atau tujuan tertentu yang dipandang mempunyai sangkut paut yang erat dengan ciri-ciri dari populasi yang diketahui sebelumnya. Adapun pemilihan sampel *purposive sampling* didasarkan sampel yang dipilih mempunyai latar belakang dalam kondisi yang sama.

#### 2. Random Sampling

Dalam *random sampling* yang baik secara individu maupun secara bersama-sama setiap populasi diberi kesempatan yang sama untuk dipilih menjadi sampel. Jadi teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *purposive random sampling*.

### 3.5. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah obyek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Suharsimi Arikunto, 1992 : 99). Dalam penelitian ini

yang menjadi obyek atau variabel penelitiannya adalah pengamatan terhadap rugi daya pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi.

### 3.6. Sumber Data

Data-data yang diperlukan dalam proses pembuatan laporan ini diperoleh dari:

#### 1. Observasi

Penulis mengamati secara langsung ditempat operator dan mencatat data-data yang diperlukan untuk dianalisa.

#### 2. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara menanyakan hal-hal yang sekiranya belum penulis ketahui kepada pembimbing lapangan.

#### 3. Studi Pustaka

Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku dan mencari data yang diperlukan mengenai hal-hal atau materi yang dianalisa.

#### 4. Bimbingan

Metode ini dilakukan dengan cara meminta bimbingan untuk hal yang berkaitan dengan analisa dari penelitian ini dari pembimbing, baik dosen maupun dilapangan.

### 3.7. Teknik Analisis Data

Analisa data merupakan salah satu langkah penting dalam penelitian, terutama bila digunakan sebagai generalisasi atau simpulan tentang masalah yang diteliti. Dalam penelitian ini bersifat deskriptif maka analisis data yang digunakan adalah analisis *deskriptif percentase*. Analisis data ini digunakan untuk deskripsi atau pembahasan hasil penelitian berupa data kuantitatif sehingga akan diperoleh gambaran kualitatif dari hasil penelitian.

### 3.8. Analisis Perhitungan Daya

Menghitung kerugian daya yang terjadi pada penghantar harus dicari dulu nilai resistannya. Rumus yang digunakan untuk mencari resistan adalah menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut :

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Nilai reaktan dapat dicari setelah nilai resistannya diketahui, untuk menghitung nilai reaktan adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_L = 2\pi 60 \times 2.10^{-7} \times 10^3 \ln \frac{GMD}{GMR}$$

(3.1)

(William D Stevenson, 1990 : 59)

Nilai GMD (Geometric Mean Distance atau jarak rata-rata geometris) dan nilai GMR (Geometric Mean Radius atau radius rata-rata geometris), dapat dicari dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$GMD = \sqrt[3]{D_{AB} D_{BC} D_{AC}}$$

(Hutauruk, 1985 : 45)

untuk menghitung GMR adalah menggunakan persamaan (2.30) sebagai berikut.

$$GMR = 1,09 \sqrt[4]{Ds \times d^3}$$

Saluran transmisi Ungaran – Pedan adalah merupakan saluran transmisi jarak pendek yaitu kurang dari 80 km, sehingga untuk mencari impedannya menggunakan persamaan (2.17) sebagai berikut :

$$Z = R + jX$$

Data-data hasil perhitungan diatas digunakan untuk menghitung besar tegangan pada ujung beban dan tegangan pengiriman, besar jatuh tegangan, rugi daya pada kawat penghantar, daya pengiriman serta efisiensi transmisi. Rumus-rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

**a. Mencari faktor daya :**

$$\cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$\text{dan } S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

(William D Stevenson, 1990 : 17)

dengan : P = Daya aktif (Watt)

S = Daya semu (Watt)

Q = Daya rekatif (VAR)

$\cos \phi$  = Faktor daya

**b. Menghitung besar tegangan pada ujung beban adalah :**

$$V_r = \frac{V_{line}}{\sqrt{3}}$$

(Hutauruk, 1985 : 64)

dengan  $V_r$  = Tegangan penerimaan (Volt)

$V_{line}$  = Tegangan kerja (Volt)

**c. Mencari tegangan pengiriman adalah :**

$$V_s = V_r + IZ$$

(Hutauruk, 1985 : 64)

dengan  $V_s$  = Tegangan pengiriman

$V_r$  = Tegangan penerimaan

I = Arus (Ampere)

Z = Impedan (Ohm)

**d. Mencari besar jatuh tegangan adalah :**

$$= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 2)

dengan  $V_s$  = Tegangan pengiriman

$V_r$  = Tegangan penerimaan

**e. Mencari rugi daya pada kawat penghantar menggunakan persamaan (2.11) sebagai berikut :**

$$P_{resistan} = 3 \cdot I^2 \cdot R$$

**f. Mencari rugi korona menggunakan persamaan (2.13) sebagai berikut :**

$$P = \frac{A}{\delta} (f + 25) r^2 (E_g - m \delta E'_{g0}) 10^{-2}$$

dengan  $f$  = frekuensi (Hz)

$$E'_{g0} = 21,1 \text{ kV/cm}$$

A = 0,448 untuk kawat padat dan 0,375 untuk kawat lilit

$$m = m_o \cdot m_i$$

$\delta$  = Kepadatan udara relatif

r = jari-jari penghantar

$E_g$  = Gradien tegangan

**g. Rugi daya total**

$$P_{rugi} = P_{resistan} + P_{korona}$$

**h. Mencari daya pengiriman adalah :**

$$P_s = P_r + P_{rugi}$$

(Arismunandar dan Kuwahara, 1993 : 62)

dengan  $P_s$  = Daya pengiriman

$P_r$  = Daya penerimaan

$P_{rugi}$  = Rugi daya pada kawat penghantar (Watt)

i. Mencari efisiensi transmisi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_r}{P_s} \times 100\%$$

#### IV. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Data-Data Dari Saluran Transmisi Yang Melalui Daerah Ungaran-Pedan Tanggal

15 Agustus 2007 Jam 07.00

R (resistan per fasa): 0,0880 ohm/km

D (jarak antar saluran): 11 m

$l$  (panjang saluran) : 75,31 km

A(luas penampang) : 327,94mm<sup>2</sup>

$P_r$  (daya penerimaan) : 140 MW

$Q$  (daya rekatif) : 160 MVAR

$V_{rline}$  : 517 KV

$I$  (arus line) : 267 A

D (Jarak ekivalen antar kawat) : 1100 cm

b (Tekanan udara): mbar = 758,31 mmHg

t (Suhu udara)

$$\frac{(24,3^\circ + 22,9^\circ)}{2} = 23,6^\circ C$$

$$\frac{(1011 + 1011)}{2} = 1011$$

r (Jari-jari kawat satu konduktor) : 1,02 cm

f(Frekuensi sumber tenaga): 60 Hz

E (Tegangan fasa) : 517 KV

Faktor udara  $m_1$  adalah 1,0 untuk udara baik dan 0,8 untuk hujan. Faktor permukaan kawat  $m_0$  untuk kondisi permukaan kawat halus adalah 1,0 untuk kawat lilit adalah 0,83 – 0,87.

##### 4.2 Analisis Rugi Daya

a) Resistan total :

$$b) R_{total} = R \times l$$

$$= 0,0880 \times 75,31$$

$$= 6,6272 \text{ ohm}$$

c) Mencari nilai reaktan adalah tetapi harus dicari lebih dahulu nilai GMD dan mencari nilai GMR

$$d) GMD = \sqrt[3]{D_{AB} D_{BC} D_{AC}}$$

$$= \sqrt[3]{11 \times 11 \times 22}$$

$$= 13,8591$$

e) GMR = penghantar yang digunakan adalah jenis DOVE jadi  $D_s = 0,0314$  kaki, untuk mengubahnya jadi meter maka harus dikalikan dengan 0,3048.

$$f) GMR = 1,09 \sqrt[4]{D_s \times d^3}$$

$$= 1,09 \sqrt[4]{0,0314 \times 0,3048 \times 0,6^3}$$

$$= 0,2324 \text{ m}$$

$$g) X_L = 2 \pi 60 \times 2.10^{-7} \times 10^3 \ln \frac{13,8591}{0,2324}$$

$$= 0,3080 \text{ ohm/km}$$

$$h) X_{total} = 0,3080 \times 75,31$$

$$= 23,1954 \text{ ohm}$$

i) Impedan Pada saluran transmisi Ungaran – Pedan adalah merupakan saluran transmisi jarak pendek yaitu kurang dari 80 km sehingga pengaruh kapasitansinya sangat kecil dan bisa diabaikan, nilai impedannya adalah sebagai berikut.

$$Z = \frac{R + jX}{\sqrt{6,6272^2 + 23,1954^2}}$$

$$= 24,1235 \text{ ohm}$$

j) Mencari faktor daya adalah dengan cara sebagai berikut.

$$Pr = 140 \text{ Mwatt}$$

$$Q = 160 \text{ MVAR}$$

$$S = \sqrt{140^2 + 160^2}$$

$$= 212,603 \text{ Mwatt}$$

$$\text{jadi } \cos \phi = \frac{P}{S}$$

$$\cos \phi = \frac{140}{212,603}$$

$$= 0,6585$$

k) Besar tegangan kerja adalah 517.000 Volt sehingga tegangan penerimaan atau tegangan pada ujung beban dapat dihitung

$$V_r = \frac{517000}{\sqrt{3}}$$

= 298.490,0891 Volt

**l)** Mencari tegangan pengiriman  
 $V_s = V_r + IZ$   
 $= 298.490,0891 + 267 \times 24,1235$   
 $= 304.931,0636$  Volt

**m)** Mencari besarnya jatuh tegangan

$$= \frac{V_s - V_r}{V_r} \times 100\%$$

$$= \frac{304.931,0636 - 298.490,0891}{298.490,0891} \times 100\%$$

$$= 2,16\%$$

**n)** Rugi daya pada kawat penghantar dapat dicari seperti dibawah ini

**o)**  $P_{resistan} = 3 \cdot I^2 \cdot R$

$$= 3 \times 267^2 \times 6,6272$$

$$= 1.417.339,382$$
 Watt

**p)** Rugi Korona  
 Kepadatan udara relatif

$$\delta = \frac{0,386b}{273+t}$$

$$\delta = \frac{0,386 \times 758,31}{273 + 23,6^0}$$

$$= 0,9869$$

Gradien tegangan pada permukaan kawat untuk saluran transmisi 3-fasa

$$E_g = \frac{0,4343 E}{r \log_{10} D} \text{ (kV/cm)}$$

$$E_g = \frac{0,4343 \times 517}{1,02 \log_{10} \frac{1100}{1,02}} \text{ (kV/cm)}$$

$$= 72,5834 \text{ kV/cm}$$

Rugi korona

$$P = \frac{A}{\delta} (f + 25) r^2 (E_g - m \delta E'_{g0}) 10^{-2}$$

dengan :

$$E'_{g0} = 21,1 \text{ kV/cm}$$

A = 0,448 untuk kawat padat dan  
 0,375 untuk kawat lilit

$$m = m_0 \cdot m_1$$

$$= 0,83 \times 1,0$$

$$= 0,83$$

**q)**  $P = \frac{0,375}{0,9869} (60 + 25) 1,02^2$   
 $(72,5834 - 0,83 \times 0,9869 \times 21,1) 10^{-2}$

$$= 18,58236338 \text{ kW/km}$$

$$= 18,582,36338 \text{ W/km}$$

Rugi korona total

$$P_{total} = P \times l$$

$$= 18,582,36338 \times 75,31$$

$$= 1.399.437,786$$
 Watt

**r)**  $P_{rugi} = P_{resistan} + P_{korona}$   
 $= 1.417.339,382 + 1.399.437,786$   
 $= 2.756.777,168$  Watt

**s)** Daya pengiriman dapat dicari dengan seperti dibawah ini.

$$P_s = P_r + P_{rugi}$$

$$= 140.000.000 + 2.756.777,168$$

$$= 142.756.777,168$$
 Watt

**t)** Efisiensi transmisi dapat dicari seperti dibawah ini.

$$\eta = \frac{P_r}{P_s} \times 100\%$$

$$= \frac{140.000.000}{142.756.777,168} \times 100\%$$

$$= 98,07\%$$

Jatuh tegangan yang terjadi pada jam 07.00 WIB masih dikatakan kecil karena hanya 2,16 %. Hal ini disebabkan karena jarak saluran pendek yaitu 75,31 km, sehingga besar resistan pada kawat penghantar tidak begitu besar. Sedangkan efisiensi transmisi hampir mendekati 100 % yaitu 98,07 %, artinya kerugian daya yang terjadi yaitu sebesar 2.756.777,168 Watt masih dalam batas normal dan semua ini dipengaruhi oleh besarnya arus dan resistan kawat penghantar yang tidak begitu besar.

Kerugian korona dalam persen dari rugi daya

$$= \frac{P_{korona\ total}}{Rugi\ daya\ total} \times 100\%$$

$$= \frac{1.399.437,786}{2.756.777,168} \times 100\%$$

$$= 50,76 \%$$

Kerugian korona yang terjadi pada Rabu, 15 Agustus 2007 jam 07.00 adalah 1.399.437,786 Watt sedangkan kerugian daya yang terjadi adalah sebesar 2.756.777,168 Watt sehingga kerugian daya yang diakibatkan oleh faktor korona adalah 50,76 %. Sedangkan sisanya adalah kerugian yang diakibatkan oleh faktor lain misalnya rugi yang diakibatkan oleh penghantar, faktor alam, kekotoran isolator, dll.

Perhitungan dilakukan sampai tanggal 24 Agustus 2007 pada 3 waktu tertentu, yaitu pada jam 07.00, 13.00 dan jam 18.00

## V. PENUTUP

### 5.3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis selama penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jatuh tegangan yang terjadi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi Ungaran – Pedan masih sangat kecil sekali, karena masih dibawah standarnya yaitu maksimal 5 % untuk batas atas dan maksimal 10 % untuk batas bawah. Jatuh tegangan yang terbesar terjadi pada hari Rabu, 15 Agustus 2007 jam 13.00 sebesar 3,68 % dan yang terkecil terjadi pada hari Jum'at, 17 Agustus 2007 jam 07.00 sebesar 1,64 %.
2. Kerugian daya pada penghantarnya untuk saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran – Pedan masih sangat kecil sehingga tidak perlu adanya penggantian atau perbaikan alat dan bahan pada saluran tersebut. Kerugian daya terbesar adalah terjadi pada hari Rabu, 15 Agustus jam 18.00 sebesar 6.179.710,62 Watt dan kerugian daya terkecil adalah terjadi pada hari Rabu, 15 Agustus 2007 jam 07.00 sebesar 2.756.777,168 Watt. Hal ini banyak dipengaruhi oleh arus, panjang saluran dan resistansi penghantarnya.
3. Kerugian daya yang diakibatkan oleh korona yang paling besar adalah terjadi pada hari Selasa, 21 Agustus 2007 dan hari Jum'at 24

Agustus 2007 yaitu sebesar 1.440.538,31 Watt, sedangkan kerugian daya terkecil akibat korona terjadi pada hari Jum'at 17 Agustus 2007 jam 07.00 yaitu sebesar 1.363.910,815 Watt.

4. Nilai efisiensi transmisi pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV Ungaran – Pedan masih sangat baik sekali karena rata – rata mendekati 100 %.

### 5. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk penelitian kerugian daya saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV adalah sebagai berikut :

➤ Bagi peneliti selanjutnya yaitu dalam meneliti kerugian daya pada saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500 kV sebaiknya dalam pengambilan data diambil data untuk beberapa bulan, sehingga dapat dilihat secara detail penurunan dan kenaikan kerugian daya yang terjadi. Maka untuk pengambilan tindakan akan lebih efektif.

## Daftar Pustaka

- Arikunto, Suharsami. 1996. *Prosedur Penelitian*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Arismunandar. A. dan Kuwahara. S. 1993. *Buku Pegangan Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta : Pradnya Paramita.
- [http://www.iceweb.com.au/Technical/conversion\\_s/pressureconv.htm](http://www.iceweb.com.au/Technical/conversion_s/pressureconv.htm) (23/01/2008, 09.16)
- Hutauruk. T.S. 1985. *Transmisi Daya Listrik*. Jakarta : Erlangga.
- Kadir, Abdul. 1998. *Transmisi Tenaga Listrik*. Jakarta : Universitas Indonesia-Press.
- Moersaleh. H dan Musanef. 1992. *Pedoman Membuat Skripsi*. Jakarta : CV. Haji Masagung.
- Seminar Nasional. 2005. *Peranan SUTET 500 kV Dalam Menjamin Suplai Listrik Jawa-Madura-Bali Serta Berbagai Aspeknya*. Yogyakarta : UGM.
- Sulasno. 1993. *Analisa Sistem Tenaga Listrik*. Semarang : Satya Wacana.

William. D. dan Stevenson. Jr. 1990. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Bandung : Erlangga.

Zuhal. 1998. *Dasar Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

#### **BIOGRAFI**

Hernawan Sujatmiko, Pendidikan terakhir S1

Teknik Elektro Unnes.

Hamzah Berahim, Dosen Teknik Elektro UGM.

Ngadirin, Dosen Teknik Elektro UNNES

## **ANIMASI PROSES PENGIRIMAN SMS PADA GSM MENGGUNAKAN MCROMEDIA FLASH MX**

Suenda Adi Pratama, Budi setyanto, Dhidik Prastiyanto

### **ABSTRACT**

One of popular services in GSM (Global System for Mobile Communication) system is SMS (Short Message Service). Beside of the low delivery cost, SMS also allows notification and alert delivery. SMS has good and important role in telecommunication world, so the understanding about SMS technology is very needed. Looking for a good method to help about SMS technology understanding until right now is rarely, especially about SMS delivery process. This project aims to create an animation of SMS delivery process on GSM system using Macromedia Flash MX, so hopefully could help to study about SMS delivery process.

The SMS animation delivery program with Macromedia Flash MX could demonstrate three processes in SMS delivery mechanism, such as SMS delivery success, delay and fail, but can not demonstrate the signal process and the conversion message with detail.

**Keyword :** GSM, Macromedia Flash MX, SMS  
**PENDAHULUAN**

Layanan pesan pendek (*Short Message Service*, SMS) adalah salah satu layanan yang banyak digemari, terbukti bahwa setiap orang yang mengerti bagaimana cara menggunakan di terminal *handphone* atau media lainnya, maka mereka akan cenderung menggunakan SMS. SMS memiliki banyak keuntungan, antara lain biaya yang murah, pengiriman notifikasi dan *alert*, privasi yang tetap terjaga, masalah kesopanan, dan fleksibilitas.

Tidak bisa dipungkiri lagi bahwa keberadaan SMS di dunia telekomunikasi sangatlah penting, bukan hanya para pelanggan yang diuntungkan tetapi pihak operator juga merasakan keuntungan untuk setiap kirimannya, hal ini yang menyebabkan SMS tidak hanya dimanfaatkan untuk kirim *person to person*, tetapi dapat dikembangkan dalam dunia bisnis ataupun yang lainnya.

Penjelasan dan pemahaman mengenai teknologi SMS sangatlah diperlukan, apalagi bagi orang yang bekecimpung di dunia telekomunikasi. Hal yang paling penting dalam pemahaman sistem SMS adalah mengetahui bagaimana sebenarnya mekanisme pengiriman SMS itu terjadi, sehingga bisa diketahui faktor apa saja yang mempengaruhi keberhasilan dan kegagalan suatu pengiriman SMS.

Proses pengiriman SMS dari awal sampai akhir tidaklah semudah yang dibayangkan, ada beberapa tahap dan proses didalamnya, padahal sampai saat ini belum ada metode yang baik untuk membantu pemahaman mengenai hal itu. Oleh karena itu, perlu dalam skripsi ini dibuat suatu animasi mengenai proses pengiriman SMS, sehingga membantu untuk mempermudah pemahaman tentang mekanisme pengiriman SMS.

#### **A. Permasalahan**

Permasalahan yang diambil pada tulisan ini adalah bagaimana memaparkan proses pengiriman SMS pada GSM menggunakan Macromedia Flash MX, sehingga diharapkan dapat mempermudah untuk dipahami.

#### **B. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah membuat animasi proses pengiriman SMS menggunakan piranti lunak Macromedia Flash MX yang dapat menampilkan proses pengiriman SMS sukses, tunda, dan gagal, sehingga diharapkan program ini dapat membantu dalam pemahaman proses pengiriman SMS.

#### **C. Batasan Masalah**

Batasan-batasan masalah dalam skripsi ini adalah sebagai berikut. Animasi ini menerangkan tiga mekanisme pengiriman SMS, yaitu sukses,

tunda, dan gagal. Proses pengiriman dan penerimaan SMS melalui terminal telepon genggam. Penyebab keterlambatan dan kegagalan pengiriman SMS tidak diterangkan secara detil.

#### D. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut.

1. Studi literatur, membutuhkan keragaman referensi dari berbagai sumber termasuk dokumen-dokumen yang dicuplik dari internet.
2. Studi pemrograman Macromedia Flash MX, dengan membuat animasi tentang mekanisme pengiriman SMS.

#### E. Sistematika Penulisan

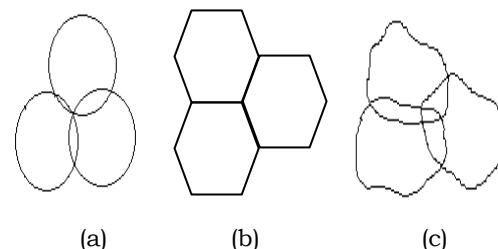
Sistematika penulisan skripsi ini akan dibagi dalam lima bab, dengan sistematika sebagai berikut.

- a. BAB I PENDAHULUAN;  
meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penenlitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan.
- b. BAB II DASAR TEORI;  
meliputi sistem selular, GSM, dan layanan pesan pendek.
- c. BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM N;  
Berisi tentang cara pembuatan program meliputi alat, bahan dan perancangan sistem.
- d. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN;  
Berisi penjelasan tentang bagaimana caranya menjalankan program dan penjelasan tentang interaksi yang harus dilakukan antara pemakai dengan program yang dibuat.
- e. BAB V SIMPULAN DAN SARAN;  
merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dan saran.

## II. LANDASAN TEORI

### A. Sistem selular

Konsep dari sistem selular itu sendiri adalah membagi daerah pelayanan menjadi kecil-kecil atau disebut dengan sel dan setiap sel dilayani oleh sebuah stasiun pemancar-penerima basis (*Base Transceiver Station*, BTS). Sistem selular mempunyai banyak keuntungan dibandingkan sistem konvesional, antara lain kualitas pembicaraan yang lebih baik, kapasitas pelanggan yang lebih besar, kemudahan bagi pemakai, serta kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap kepadatan lalu-lintas. Bentuk sel yang ideal adalah lingkaran, tetapi pada kenyataannya tidak bisa diterapkan karena bentuk permukaan bumi yang tidak rata.



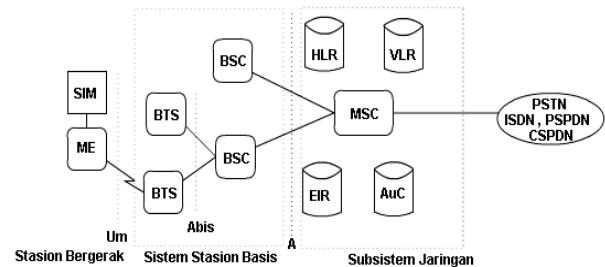
**Gambar 1. Bentuk sel**

- (a) **ideal**
- (b) **model**
- (c) **nyata**

### B. GSM (Global System for mobile communication)

GSM adalah sistem komunikasi selular standar generasi kedua yang dikembangkan untuk mengatasi masalah sistem yang terpisah-pisah pada sistem selular generasi pertama. Arsitektur

jaringan GSM diperlihatkan pada gambar dibawah ini..



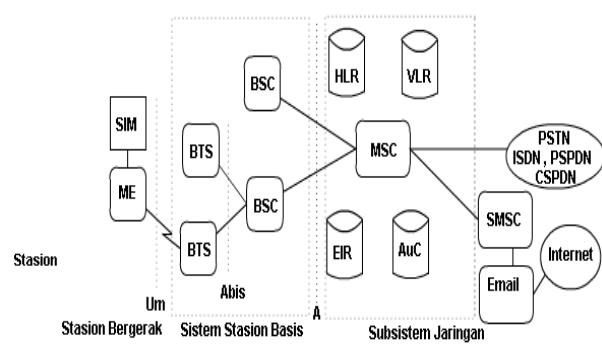
**Gambar 2. Arsitektur jaringan GSM**

GSM menawarkan kapasitas sistem lebih besar, karena menggunakan teknologi TDMA, yang berarti penggunaan sebuah kanal tidak diperuntukan bagi satu pelanggan saja, sehingga pada saat pelanggan tersebut tidak mengirimkan informasi, kanal dapat digunakan oleh pelanggan lain. Hal ini berlawanan dengan teknologi FDMA yang digunakan pada generasi pertama. Dengan menggunakan teknologi digital, layanan yang ditawarkan menjadi lebih beragam, bukan hanya sebatas suara saja, tetapi juga memungkinkan diimplementasikannya layanan-layanan yang berbasis data, seperti SMS dan juga pengiriman data dengan kecepatan rendah.

### C. Layanan Pesan Pendek

Layanan pesan pendek (*Short Message Service*, SMS) adalah sebuah layanan yang memungkinkan untuk mengirim dan menerima pesan singkat berupa teks *alphanumeric* antara dua atau lebih pelanggan bergerak dan sistem eksternal seperti surat elektronik, *pager*, dan sistem pesan suara dengan kapasitas satu kiriman pesan maksimal 160 karakter bahkan 765 karakter.

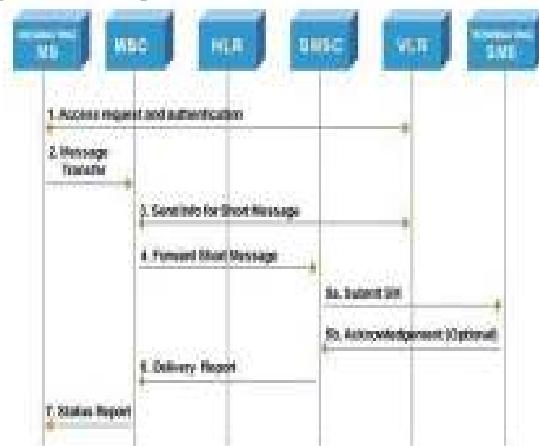
Mekanisme pengiriman SMS terdiri atas pengiriman sukses, tunda, dan gagal. Kondisi sukses meliputi sukses. Kondisi tunda disebabkan karena jaringan, kerusakan jaringan, dan MS yang dituju dalam keadaan tidak aktif. Kondisi gagal disebabkan karena jaringan penuh (*network kongesti*), kerusakan jaringan (*network error*), tujuan diblok, *invalid* tujuan, dan *message expired*. Arsitektur jaringan SMS pada GSM diperlihatkan pada Gambar dibawah ini.



**Gambar 3. Jaringan SMS pada GSM**

Proses pengiriman SMS ke pelanggan dibagi menjadi 2, yaitu *Mobile-Originated Short Message* (MO-SM) dan *Mobile-Terminated Short Message* (MT-SM).

**1. Mobile-Originated Short Message (MO-SM).** MO-SM merupakan jenis pengiriman SMS yang dikirimkan oleh *mobile handset* ke SMSC. Pada layanan MO-SM selalu ada laporan yang dikirimkan ke *handset*, baik yang mengkonfirmasikan pengiriman pesan pendek ke SMSC maupun mengkonfirmasikan kegagalan pengiriman dan mengidentifikasi penyebabnya. Adapun gambaran skenario proses MO-SM diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



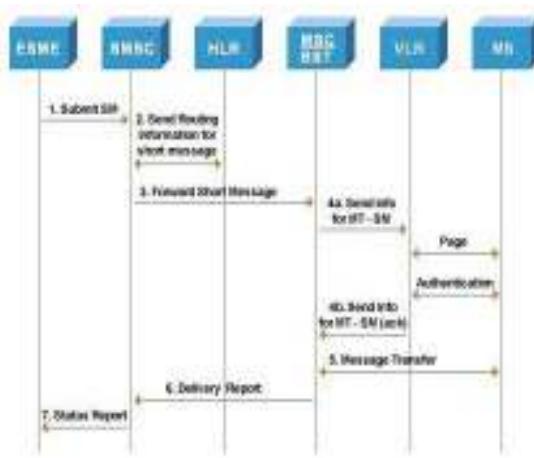
**Gambar 4. skenario MO-SM**

Keterangan.

1. Ketika MS aktif, maka MS meregistrasikan pada jaringan.
2. Melalui handset pelanggan, SMS ditulis dan dikirim ke nomor MS atau SME tujuan. SMS tersebut dikirim ke MSC terlebih dahulu untuk diproses lebih lanjut.
3. MSC akan memverifikasi VLR untuk menentukan apakah MS berada atau berkunjung pada daerah operasi VLR tersebut. Jika sudah ditemukan VLR dari MS tersebut maka pengiriman SMS dapat dilanjutkan.
4. MSC mengirimkan SMS tersebut ke SMSC dengan menggunakan operasi *forward short message*.

5. Setelah SMS diterima oleh SMSC, maka SMSC mengirimkan SMS tersebut ke SME tujuan dan SMSC menerima laporan *acknowledgement* dari operasi *forward short message*.
6. Keberhasilan operasi *forward short message* tersebut oleh SMSC dikirimkan ke MSC.
7. *Acknowledgement* dari SMSC tersebut dikirimkan oleh MSC ke MS sebagai *status report* dari pengiriman SMS ke SME tujuan.

3. **Mobile-Terminated Short Message (MT-SM).** MT-SM merupakan jenis pengiriman SMS yang ditampung oleh SMSC dan dikirimkan ke *handset* pelanggan tujuan. Pada layanan MT-SM juga terdapat laporan konfirmasi pengiriman maupun informasi kegagalan pengiriman beserta identifikasi penyebabnya. Adapun gambaran skenario proses MT-SM diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 5. Skenario MT-SM**

Keterangan.

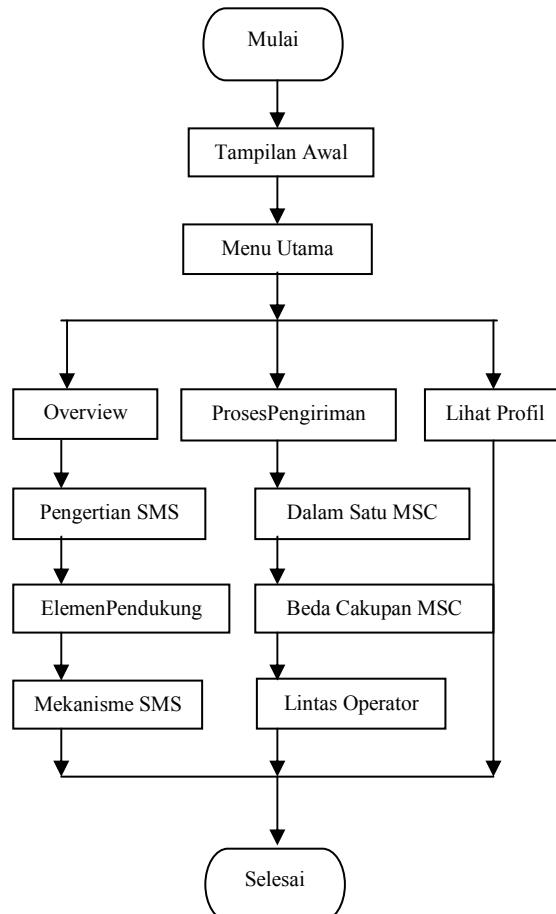
1. ESME mengirim SMS ke SMSC.
2. SMSC meminta informasi *routing* dari MS tujuan melalui HLR.
3. SMSC mengirim SMS ke MSC setelah MS diketahui informasi *routing* dengan menggunakan operasi *forward short message*.
4. MSC mengambil informasi keberadaan MS tujuan dari VLR. Operasi ini menggunakan prosedur autentikasi.
5. MSC mengirimkan SMS ke MS tujuan setelah ditemukan keberadaan MS tersebut.

6. MSC mengirim laporan operasi *forward short message* ke SMSC
7. jika diminta oleh ESME, SMSC akan mengirimkan status laporan dari proses pengiriman SMS ini.

### III. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem pada "Animasi Mekanisme Pengiriman SMS pada GSM Menggunakan Macromedia Flash MX" meliputi dua hal yaitu Perancangan *flowchart* dan Perancangan antarmuka pengguna (*User interface*).

#### A. Flowchart Program



**Gambar 6. Flowchart Program Animasi pengiriman SMS**

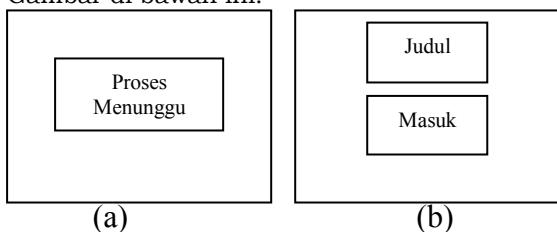
#### B. Perancangan Antarmuka Pengguna

Perancangan antarmuka pengguna atau (*user interface*) merupakan suatu bagian yang memerlukan ketrampilan, ketelitian, serta harus mampu mempertimbangkan tindakan-tindakan pengambilan keputusan saat perencanaan. Pada perancangan ini lebih mengutamakan pembuatan

tampilan yang nantinya akan mempermudah dalam pembuatan. Tampilan merupakan bagian terpenting dalam perancangan ini. Perancangan tampilan terbagi dalam tiga tahap. Pertama, tampilan awal meliputi : perancangan proses menunggu dan halaman utama. Kedua, menu utama. Ketiga, perencanaan tampilan animasi.

#### a. Tampilan Awal

Tampilan awal program animasi pengiriman SMS meliputi Proses menunggu dan halaman utama. Desain tampilan awal pada animasi pengiriman SMS dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

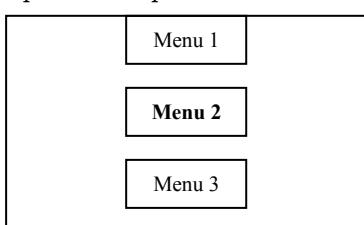


**Gambar 7. Perancangan tampilan pertama program (a) Proses menunggu (b) Halaman utama**

Proses menunggu merupakan tampilan sebelum masuk ke halaman utama.

#### b. Menu Utama

Menu utama merupakan kumpulan beberapa submenu. Pada menu utama ini terdapat beberapa pilihan menu, antara lain materi SMS, proses animasi dan profil. Pada bagian pertama yaitu mengenai materi SMS, bagian ini berisi wacana khususnya mengenai teknologi SMS yang menunjang program animasi. Bagian kedua adalah mengenai proses animasi, yaitu berisi animasi proses pengiriman SMS, dan menu ketiga adalah tentang profil pembuat. Desain menu utama dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

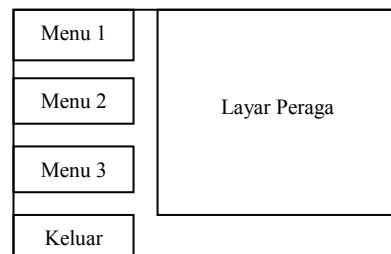


**Gambar 8. Perancangan menu utama program**

#### c. Tampilan Materi

Tampilan materi merupakan bagian dari menu utama, bagian ini nantinya akan berisi

materi pendukung program. Tujuannya adalah agar membantu mempermudah pemahaman mengenai program. Desain tampilan materi dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.

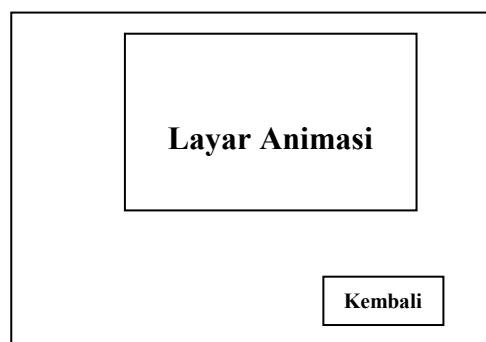


**Gambar 9. Perancangan tampilan materi**

Pada bagian ini terdapat tiga menu yang ditampilkan dan layar peraga. Menu tersebut merupakan suatu pilihan untuk memilih materi pada layar peraga. Layar peraga nantinya akan berisi materi pendukung program.

#### f. Tampilan Animasi

Pada bagian ini nantinya akan berisi animasi proses pengiriman SMS. Desain animasi merupakan bagian terpenting dalam pembuatan program, karena terdapat kumpulan gambar yang mewakili perangkat telekomunikasi dan proses pengiriman SMS. Dalam program ini terdapat beberapa animasi proses pengiriman SMS, tetapi desain tampilan animasinya dibuat sama. Desain tampilan animasi dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 10. Perancangan tampilan animasi**

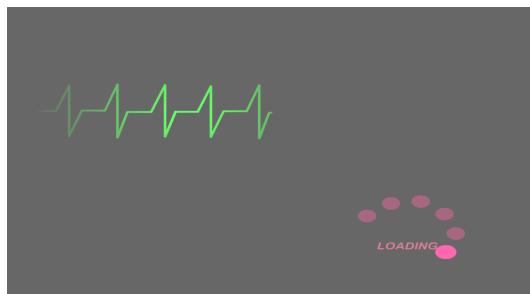
### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas hasil program animasi proses pengiriman SMS pada GSM menggunakan Macromedia Flash MX.

#### A. Halaman Depan

Halaman depan terdiri atas proses tunggu dan halaman depan program, yang merupakan tampilan awal sebelum masuk pada menu utama.

**1. Proses Tunggu.** Proses tunggu merupakan halaman awal untuk mempersiapkan program ketika pertama kali dijalankan dan merupakan tampilan sebelum menuju halaman depan program. Pada bagian ini terdapat animasi teks dan animasi proses tunggu. Proses tunggu diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 11. Proses Tunggu**

**2. Halaman Depan Program.** Tampilan setelah proses tunggu adalah halaman depan program, pada tampilan ini berisi judul program dan tombol masuk. Fungsi tombol masuk pada tampilan ini adalah untuk menuju ke halaman berikutnya, yaitu menu utama. Halaman depan program diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 12. Halaman depan program**

## B. Menu Utama

Tampilan setelah halaman depan program adalah menu utama. Pada menu utama ini terdapat beberapa menu, antara lain: *overview* SMS, proses pengiriman dan lihat profil. Jika menekan tombol pada menu *overview* SMS maka dapat melihat beberapa materi SMS yang mendukung program animasi. Jika menekan tombol pada menu proses pengiriman, maka akan

menuju halaman proses pengiriman SMS dan dapat melihat animasi pengiriman SMS. Menu lihat profil untuk melihat profil pembuat. Menu utama program diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 13. Tampilan menu utama**

## C. Layar Submenu

Layar sub menu merupakan halaman setelah pemakai memilih tombol yang disediakan pada halaman menu utama. Pada program animasi pengiriman SMS ini terdapat tiga sub menu, yaitu : *overview* SMS, proses pengiriman dan lihat profil.

**1. Overview SMS.** Pada bagian ini terdapat wacana mengenai teknologi SMS yang bertujuan untuk mendukung program animasi pengiriman SMS dan membantu pemahaman materi khususnya teknologi SMS. *Overview* SMS meliputi pengertian SMS, elemen pendukung, dan mekanisme SMS. Sub menu *Overview* SMS diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 14. Tampilan overview SMS**

**2. Proses Pengiriman.** Pada bagian ini terdapat pilihan untuk melihat animasi pengiriman SMS, antara lain pengiriman SMS dalam satu MSC, beda MSC, dan lintas operator. Masing-masing menu terdapat tiga tombol, yaitu tombol warna hijau, kuning, dan tombol warna merah. Tombol warna hijau untuk melihat proses

pengiriman SMS sukses, tombol warna kuning untuk melihat proses pengiriman SMS tunda, dan warna merah untuk melihat proses pengiriman SMS gagal. Selain itu disediakan tombol kembali untuk menuju halaman sebelumnya yaitu menu utama. Tampilan proses pengiriman diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 15. Tampilan proses pengiriman

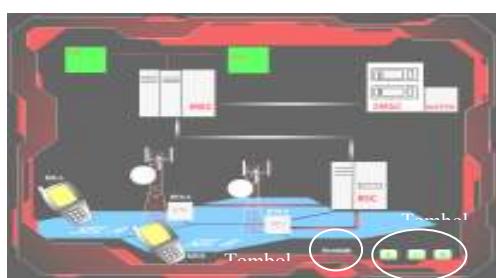
4. **Lihat Profil.** Bagian ini berisi tentang profil pembuat. Tampilan profil pembuat diperlihatkan pada Gambar di bawah ini.



Gambar 16. Tampilan profil pembuat

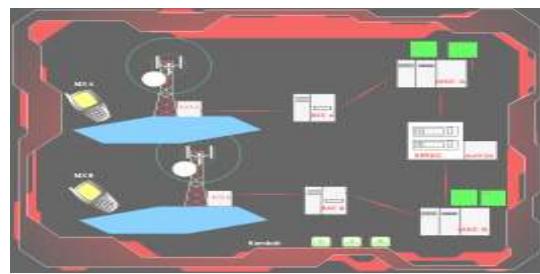
#### D. Layar Animasi

Layar animasi merupakan bagian terpenting dalam program animasi pengiriman SMS, karena tujuan utama dari program animasi pengiriman SMS adalah melihat proses pengiriman SMS. Program ini menampilkan proses pengiriman SMS dalam satu MSC, beda MSC, dan lintas operator, sehingga tampilan animasinya juga beragam. Layar animasi pengiriman SMS dalam satu MSC dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



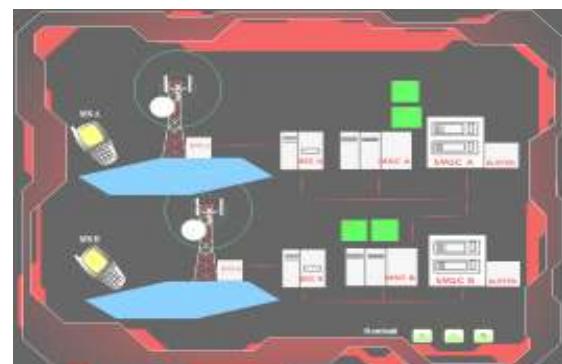
Gambar 17. Tampilan animasi satu MSC

Animasi kedua adalah proses pengiriman SMS beda MSC. Desain tampilan dan alur program hampir sama dengan proses pengiriman SMS dalam satu MSC, hanya saja gambar yang terdapat pada layar animasi berbeda, karena menggunakan dua MSC. Layar animasi pengiriman SMS berbeda MSC dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 18. Tampilan animasi beda MSC

Animasi ketiga adalah proses pengiriman SMS lintas operator. Pada bagian ini terdapat gambar perangkat telekomunikasi yang mendukung terjadinya pengiriman SMS dan tombol untuk mengendalikan pergerakan alur animasi. Layar animasi terdapat empat tombol untuk pengaturan, yaitu tombol play, tombol pause, tombol stop, dan tombol kembali. Tombol play berfungsi untuk memulai alur pengiriman SMS, tombol pause untuk berhenti sementara, tombol stop untuk berhenti total, dan tombol Kembali untuk kembali ke menu utama. Layar animasi pengiriman SMS lintas operator dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 19. Tampilan animasi lintas operator

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Dari hasil pembahasan dan uraian pada bab-bab terdahulu maka dapat diambil kesimpulan bahwa program animasi pengiriman SMS dengan Macromedia Flash MX ini dapat memperlihatkan proses pengiriman SMS dalam satu MSC, beda MSC, dan lintas operator. Selain itu program ini dapat memperlihatkan tiga mekanisme proses pengiriman SMS, yaitu pengiriman SMS sukses, tunda, dan gagal, tetapi program ini tidak menampilkan proses pengiriman SMS melalui media selain telepon genggam. Program ini diharapkan dapat membantu masyarakat yang ingin belajar mengenai teknologi SMS dan mengetahui proses pengiriman SMS.

#### B. Saran

Program ini hanya sebagai pengantar materi untuk mempermudah pemahaman, sehingga masih banyak kekurangan yang terdapat didalamnya. Untuk itu program ini dapat dikembangkan menjadi lebih baik, misalnya dengan menambahkan proses pengiriman SMS melalui *e-mail* atau media lain, selain itu program animasi pengiriman SMS bisa dikembangkan lebih lanjut seperti media pembelajaran.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Mehrotra, A., 1996, *GSM System Engineering*, Artech House Publishers, London.
- Mulyanto, E.S., 2002, *Kupas Tuntas Telepon Selular Anda*, Andi offset, Yogyakarta.
- Oetomo, B.S.D., dan H., 2003, *Teleakses Database Pendidikan Berbasis Ponsel*, Andi offset, Yogyakarta.
- Rosidi, R.I., 2004, *Membuat Sendiri SMS Gateaway Berbasis Protokol SMPP*, Andi offset, Yogyakarta.
- Santoso, G., 2004, *Sistem Selular CDMA (Code Division Multiple Access)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sunomo, 2004, *Pengantar Sistem Komunikasi Nirkabel*, PT. Grasindo, Jakarta.
- Sutopo, A.H., 2002, *Animasi Dengan Macromedia Flash Berikut Actionscript*, Salemba Infotek, Jakarta.

- Postel, J.B., 2005, *Mobile Messaging Technologies and Services Sms, Ems And Mms*, John Wiley and Sons ,England.
- \_\_\_\_\_, 2007, Mengenal SMS (Short Message Service). [www.mobileindonesia.net](http://www.mobileindonesia.net)
- 07 Desember
- \_\_\_\_\_, 2007, Tutorial Wireless Short Message Service. [www.visualgsm.com](http://www.visualgsm.com)
- 09 November

#### BIOGRAFI

- Suenda Ardi Pratama, Pendidikan terakhir S1 Teknik elektro UNNES.
- Budi setyanto, dosen Teknik Elektro UGM
- Dhidik Prastiyanto, dosen Teknik Elektro Unnes