



UNIVERSITAS INDONESIA

**Simulasi Dinamik Diskon Solusi Untuk Memprediksi Trafik
Telepon Pada Sistem GSM (Global System Mobile) Dengan
Menggunakan Proses Stokastik**

SKRIPSI

Akhmad Arfan

0606078260

Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Departemen Teknik Elektro

Depok, Desember 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**Simulasi Dinamik Diskon Solusi Untuk Memprediksi Trafik
Telepon Pada Sistem GSM (Global System Mobile) Dengan
Menggunakan Proses Stokastik.**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana

Akhmad Arfan

0606078260

Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Departemen Teknik Elektro

Depok, Desember 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Akhmad Arfan
NPM : 0606078260
Tanda Tangan :
Tanggal : 16 Desember 2010

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Akhmad Arfan
NPM : 0606078260
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Skripsi : Simulasi Diskon Dinamik Solusi Untuk Memprediksi
Trafik Telepon Pada Sistem GSM (Global System
Mobile) Dengan Menggunakan Proses Stokastik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Komputer, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr.-Ing. Ir. Kalamullah Ramli, M.Eng. ()
Penguji : Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo M.Sc. ()
Penguji : Dr. Ir. Anak Agung Putri Ratna M.Eng. ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Desember 2010

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur Saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku skripsi ini. Saya menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada Saya untuk menyelesaikan buku skripsi ini;
2. Bapak Prof Dr-Ing. Kalamullah Ramli, selaku pembimbing skripsi saya;
3. Senior saya Alief Firmansah yang ikut membantu mencarikan bahan dalam pembuatan skripsi ini ;
4. Para peneliti sebelum ini yang menjadi referensi dalam penulisan buku skripsi ini ;
5. Teman – teman yang membantu : Teddy, Zihan, dan Rommy
6. Orang tua dan keluarga saya yang selalu mendoakan
7. Seluruh keluarga besar Civitas Akademika Fakultas Teknik Universitas Indonesia khususnya karyawan Departemen Teknik Elektro yang telah banyak memberikan bantuan dalam urusan administrasi skripsi.

Akhir kata, semoga Allah SWT berkenan membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 16 Desember 2010

Akhmad Arfan

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Indonesia, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Akhmad Arfan
NPM : 060608260
Program studi : Teknik Komputer
Departemen : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Nonokklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Simulasi Dinamik Diskon Solusi Untuk Memprediksi Trafik Telepon Pada Sistem GSM (Global System Mobile) Dengan Menggunakan Proses Stokastik.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta sebagai pemegang Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Diselesaikan di : Depok

Pada tanggal : 16 Desember 2010

Yang menyatakan

Akhmad Arfan

ABSTRAK

Nama : Akhmad Arfan

Program Studi : Teknik Komputer

Judul : Simulasi Dinamik Diskon Solusi Untuk Memprediksi Trafik Telepon Pada Sistem GSM (Global System Mobile) Dengan Menggunakan Proses Stokastik.

Teknologi telekomunikasi berkembang dengan cepat, terutama pada komunikasi seluler. Pada saat ini, system jaringan GSM banyak di gunakan sehingga membuat operator, bersaing mencari pelanggan. Perbedaan tingkat perilaku telepon yang berbeda membuat penggunaan kapasitas cell yang diberikan menjadi tidak efisien. Untuk mengatasi masalah tersebut dirancanglah konsep DDS (Dynamic Discount Solution), yaitu mengubah pola panggilan pelanggan untuk menurunkan trafik di jaringan pada waktu puncak dan meningkatkan trafik jaringan saat-saat tenang ketika ada kapasitas jaringan yang tersedia, dengan cara memberikan tarif diskon kepada pelanggan pada saat tertentu. Penting bagi pihak operator untuk melihat kontribusi/pengaruh dari konsep ini. Hal ini dapat dilihat dengan memprediksi trafik dengan metode statistik. Dari perancangan dan simulasi yang dilakukan pada trafik yang diberikan diskon 90 % pada saat trafik rendah, dan diskon 0 % pada saat trafik tinggi, maka didapatkanlah persentase kenaikan erlang di perkantoran sebesar 32,56 %, pada perumahan sebesar 14,94 % dan perindustrian sebesar 13,16 %.

Kata kunci : GSM, DDS, Trafik dan Stokastik

ABSTRACT

Name : Akhmad Arfan
Majority : Computer Engineering
Title : Discount Dynamic Simulation for Predicting Traffic of GSM (Global System Mobile) Phone Systems using Stochastic Process

Technology of telecommunications is developing rapidly, especially in mobile communications. At present, the GSM system is widely used, so many operators are competing to find customers. Different levels in behavior of using telephone, make the use of cell capacity that provided maybe insufficient. So DDS is made to change the pattern of phone behavior. It needs to decrease level of traffic when busy and increase level of empty traffic when capacity of bandwidth is available by providing discounted rates to customers at that particular time. It is important for the operator to view the contributions / influence of these concepts. Our research predict traffic with statistical methods. By discounts mechanism and simulation of traffic carried on the discount given of 90% in low traffic, and 0% at high traffic, the percentage of erlang increase in the office of 32.56%, 14.94% in residential areas and in the industrial area of 13.16%.

keyword : GSM, DDS, Traffic and statistic

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	3
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB 2 DASAR TEORI PERANCANGAN DDS	
2.1 Teknologi GSM.....	5
2.1.1 Sejarah dan perkembangan GSM.....	5
2.1.2 Spesifikasi Teknis GSM.....	7
2.1.3 Arsitektur jaringan GSM.....	8
2.1.4 Keunggulan GSM sebagai Teknologi Generasi Kedua (2G).....	10
2.2 Bandwidth.....	11
2.3 Trafik	12
2.3.1 Jenis Trafik	12
2.3.2 Karakteristik Trafik.....	14
2.4 <i>Dynamic Discount Solution</i> (DDS).....	16
2.5 Proses Stokastik	20
2.5.1 Proses Bernoulli.....	22

BAB 3 PERANCANGAN DAN SIMULASI

3.1 Menentukan Trafik	23
3.1.1 Trafik Perkantoran	24
3.1.2 Trafik Perumahan	26
3.1.3 Trafik Perindustrian	27
3.2 Metode Penentuan Diskon.....	29
3.3 Prediksi trafik setelah diskon	29
3.4 Pembuatan Program Matlab.....	31

BAB 4 SIMULASI DAN ANALISA

4.1 Simulasi perancangan prediksi trafik dengan solusi diskon dinamis.....	33
4.2 Analisa	36
4.2.1 Analisa Trafik Perkantoran	36
4.2.2 Analisa Trafik Perumahan.....	39
4.2.3 Analisa Trafik Perindustrian	41

KESIMPULAN.....	44
------------------------	-----------

DAFTAR REFERENSI.....	45
------------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Perkembangan Teknologi Telekomunikasi	4
Gambar 2.2 : Arsitektur Jaringan GSM	8
Gambar 2.3 : Saluran A-B	12
Gambar 2.4 : Variasi Trafik Selama 1 hari	15
Gambar 2.5 : Variasi Trafik Selama 1 Minggu.....	15
Gambar 2.6 : Trafik Pemanfaatan Per Sel	17
Gambar 2.7 : Jaringan Pemanfaatan Jumlah Lalu Lintas	18
Gambar 2.8 : <i>Reduce Traffic Peak</i>	18
Gambar 2.9 : <i>Utilize free capacity</i>	19
Gambar 2.10 : Contoh Proses Stokastik	21
Gambar 3.1: Variasi trafik selama 1 hari	24
Gambar 3.2 : Grafik Trafik Perkantoran.....	24
Gambar 3.3 Grafik Trafik Perumahan	26
Gambar 3.4 : Grafik Trafik Perindustrian.....	27
Gambar 3.5 : Trafik diskon.....	29
Gambar 3.6 : Diagram alir pembuatan Matlab	31
Gambar 4.1 : Tampilan Simulasi perhitungan trafik	33

Gambar 4.2 : Trafik yang diberikan.....	34
Gambar 4.3 : Trafik Hasil Simulasi	35
Gambar 4.4 : Trafik Perkantoran	36
Gambar 4.5 : Trafik Perumahan.....	39
Gambar 4.6 : Trafik Perindustrian	41
Gambar 4.7 : Hasil Simulasi DDS	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Tabel Jam dan Erlang Perkantoran.....	25
Tabel 3.2 : Tabel Jam dan Erlang Perumahan	26
Tabel 3.3 : Tabel Jam dan Erlang Perindustrian	28
Tabel 4.1: Penggolongan Trafik	37
Tabel 4.2 : Trafik Perkantoran	38
Tabel 4.3 : Trafik Perumahan	40
Tabel 4.4 : Trafik Perindustrian.....	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Teknologi GSM (*Global System for Mobile Communications*) saat ini mengalami kemajuan yang cukup pesat. Teknologi GSM kini sudah menjangkau seluruh lapisan dunia. Di Indonesia sendiri hampir semua pengguna jasa telekomunikasi seluler menggunakan Teknologi GSM. Akan tetapi teknologi GSM menggunakan bandwidth yang cukup besar, padahal bandwidth itu sendiri sangat terbatas. Dalam penggunaannya bandwidth yang dialokasikan pada tiap wilayah berbeda-beda. Bandwidth yang merupakan luas atau lebar cakupan frekuensi yang digunakan oleh sinyal dalam medium transmisi. Dalam kerangka ini, Bandwidth dapat diartikan sebagai perbedaan antara komponen sinyal frekuensi tinggi dan sinyal frekuensi rendah. Perbedaan tingkat lapisan pengguna jasa telekomunikasi seluler mengakibatkan kepadatan trafik jaringan yang berbeda-beda pada setiap wilayah. Ada wilayah dengan trafik yang tinggi dan ada wilayah dengan trafik yang rendah. Trafik itu sendiri merupakan banyaknya lalu lintas data yang sedang berlangsung. Banyaknya pengguna jasa telekomunikasi seluler, membuat para operator saling bersaing untuk mendapatkan konsumen yang banyak.

Persaingan di pasar prabayar telah meningkat sedemikian rupa sehingga operator jaringan mencoba untuk tetap berada di depan pesaing mereka. Promosi pun diluncurkan dengan tujuan untuk menarik dan mempertahankan pelanggan.. Jelas bahwa inovasi adalah kunci untuk bersaing menguntungkan dalam pasar yang sangat kompetitif ini maka untuk itu di lahirkan sebuah konsep yang dinamakan *Discount Dinamic Solution (DDS)*). Tujuan utama dari solusi Diskon Dinamis adalah mengubah pola panggilan pelanggan untuk menurunkan trafik di jaringan pada waktu puncak dan meningkatkan trafik jaringan saat-saat tenang ketika ada kapasitas jaringan yang tersedia. [1]

Hasilnya adalah pemanfaatan lebih efisien dari kapasitas jaringan (*bandwidth*).

Solusi Diskon Dinamis menawarkan pengguna layanan dengan memberikan diskon kepada mereka di titik tertentu dan pada jaringan yang menggunakan solusi tersebut.. Untuk dapat melakukan hal ini informasi statistik tertentu dikumpulkan dari setiap sel (*utilization data*) menggabungkan ini dengan data penggunaan dari CDR's (ringkasan data, penggunaan dan penerimaan laporan) untuk menentukan kapan, di mana dan apa diskon yang harus ditawarkan ke pelanggan. Setelah ini telah menetapkan diskon pada tarif dalam Sistem Pengisian diperbarui sesuai. Selain itu, diskon yang valid disiarkan ke ponsel menggunakan fungsi *Cell Broadcast* di jaringan radio, sedangkan pada call setup pelanggan akan diberitahu tentang diskon pada kondisi ia akan menerima untuk panggilan-nya juga.

Tujuan utama dari *Dynamic Discount Solusi* adalah:

- Mengurangi tingkat kepadatan trafik yang tinggi dengan memindahkan ke trafik yang rendah dalam jam dan / atau lokasi yang berbeda.
- Menggunakan kapasitas bebas pada sel tertentu dan dalam jaringan pada umumnya.
- Meningkatkan nilai pelanggan dengan memberikan nilai lebih untuk uang. Maksimalkan tingkat pendapatan .

Solusi ini akan memastikan bahwa penghasilan saat ini setidaknya dipertahankan.[2]

1.2 TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan skripsi ini ialah membandingkan suatu perancangan simulasi jaringan pada platform Matlab, untuk menentukan solusi diskon dinamis dengan tujuan :

- Mengurangi tingkat trafik yang tinggi dengan memindahkan ke trafik yang rendah dalam jam dan / atau lokasi yang berbeda.

- Mencari nilai diskon yang efektif untuk meningkatkan penggunaan trafik.

1.3 BATASAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas pada skripsi ini terbatas pada konsep-konsep dasar yang dibutuhkan pada perancangan hingga simulasi untuk mencari nilai *Dynamic Discount Solusi* dengan menggunakan platform Matlab. Formula yang digunakan untuk menghitung dan mencari grafik nilai *Dynamic Discount Solusi* diprediksi dari trafik sebelumnya, untuk memprediksi trafik yang dihasilkan setelah mengalami diskon, penulis menggunakan perhitungan stokastik.

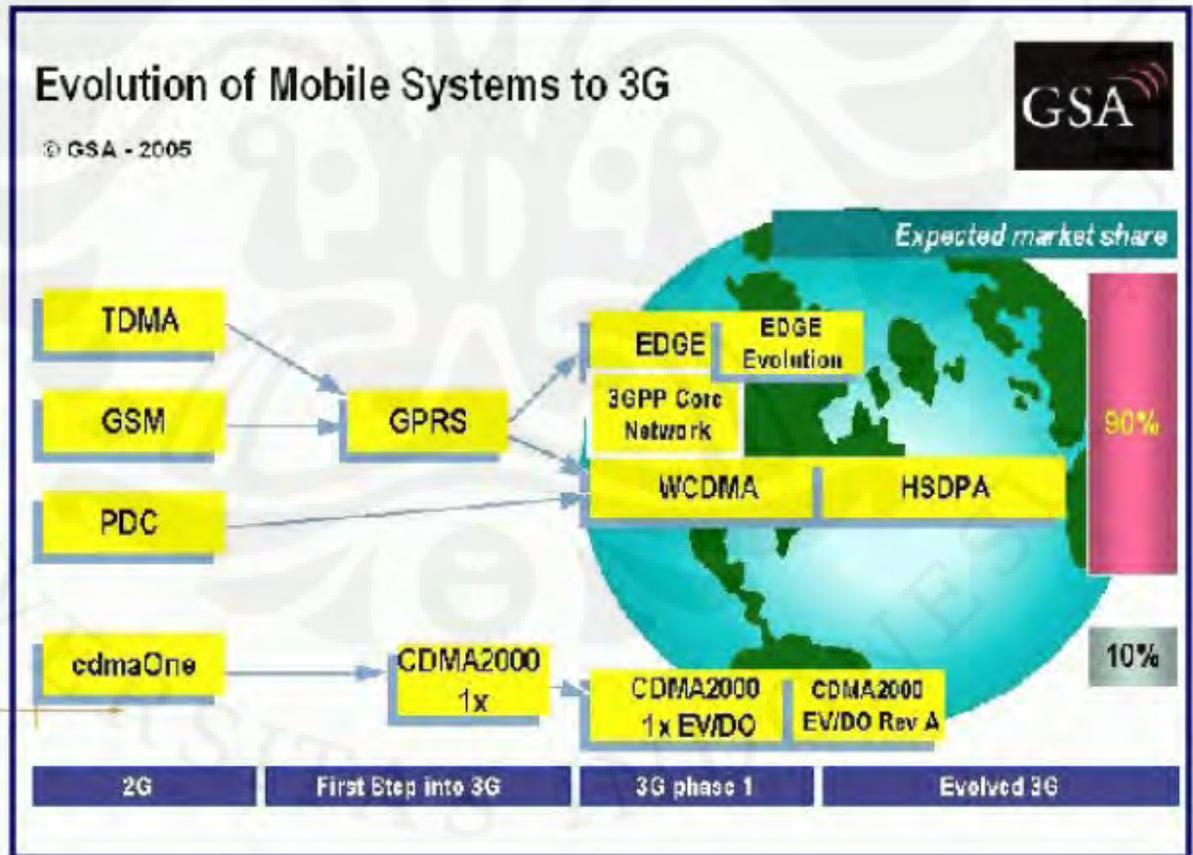
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini ini dibagi dalam empat bab yang tersusun sebagai berikut, Bab 1 latar belakang, tujuan penulisan, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab 2 yaitu Dasar teori Pendukung simulasi uji berisi teori-teori dasar teknologi yang digunakan dalam penulisan yang di dalamnya terdapat Teknologi GSM, *Bandwidth*, Trafik serta *Dynamic Discount Solusi*, Bab 3. Perancangan simulasi dengan menggunakan Platform matlab, serta konfigurasi yang ada pada dasar teori sebagai pendukung simulasi. Bab 4 yaitu Analisis yang berisi analisis mengenai hasil simulasi yang diperoleh sesuai dengan formula yang di buat untuk menghitung nilai trafik yang tampil pada grafik dan . Bab 5 yang merupakan Kesimpulan dari keseluruhan permasalahan yang dibahas pada skripsi ini.

BAB 2

DASAR TEORI PERANCANGAN DDS

Teknologi telekomunikasi merupakan salah satu teknologi yang berkembang dengan sangat cepat. Mulai dengan berkembangnya pemanfaatan teknologi VoIP (*Voice over Internet Protocol*), Teknologi satelit yang memungkinkan melakukan komunikasi dimana saja, kapan saja dan oleh siapa saja. Teknologi telekomunikasi bergerak (*mobile technology*) juga mengalami perkembangan yang sangat cepat dimulai dengan layanan yang kita kenal 1G sampai dengan 4G, seperti gambar 2.1.



Gambar 2.1: Perkembangan teknologi telekomunikasi [3]

2.1 Teknologi GSM

Global System for Mobile Communication disingkat **GSM** adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Teknologi GSM banyak diterapkan pada komunikasi bergerak, khususnya telepon genggam. Teknologi ini memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal yang dibagi berdasarkan waktu, sehingga sinyal informasi yang dikirim akan sampai pada tujuan. GSM dijadikan standar global untuk komunikasi selular sekaligus sebagai teknologi selular yang paling banyak digunakan orang di seluruh dunia.

2.1.2 Sejarah dan perkembangan GSM

Teknologi komunikasi selular sebenarnya sudah berkembang dan banyak digunakan pada awal tahun 1980-an, diantaranya sistem C-NET yang dikembangkan di Jerman dan Portugal oleh Siemens, sistem RC-2000 yang dikembangkan di Prancis, sistem NMT yang dikembangkan di Belanda dan Skandinavia oleh Ericsson, serta sistem TACS yang beroperasi di Inggris. Namun teknologinya yang masih analog membuat sistem yang digunakan bersifat regional sehingga sistem antara negara satu dengan yang lain tidak saling kompatibel dan menyebabkan mobilitas pengguna terbatas pada suatu area sistem teknologi tertentu saja (tidak bisa melakukan roaming antar negara).

Teknologi analog yang berkembang, semakin tidak sesuai dengan perkembangan masyarakat Eropa yang semakin dinamis, maka untuk mengatasi keterbatasannya, negara-negara Eropa membentuk sebuah organisasi pada tahun 1982 yang bertujuan untuk menentukan standar-standar komunikasi selular yang dapat digunakan di semua negara Eropa. Organisasi ini dinamakan *Group Special Mobile (GSM)*. Organisasi ini memelopori munculnya teknologi digital selular yang kemudian dikenal dengan nama *Global System for Mobile Communication* atau **GSM**.

GSM muncul pada pertengahan 1991 dan akhirnya dijadikan standar telekomunikasi selular untuk seluruh Eropa oleh ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*). Pengoperasian GSM secara komersil baru dapat dimulai pada awal kuartal terakhir 1992 karena GSM merupakan teknologi yang kompleks dan butuh pengkajian yang mendalam untuk bisa dijadikan standar. Pada September 1992, standar type *approval* untuk handphone disepakati dengan mempertimbangkan dan memasukkan puluhan *item* pengujian dalam memproduksi GSM.

Pada awal pengoperasiannya, GSM telah mengantisipasi perkembangan jumlah penggunaannya yang sangat pesat dan arah pelayanan per area yang tinggi, sehingga arah perkembangan teknologi GSM adalah *DCS (Digital Cellular System)* pada alokasi frekuensi 1800 Mhz. Dengan frekuensi tersebut, akan dicapai kapasitas pelanggan yang semakin besar per satuan sel. Selain itu, dengan luas sel yang semakin kecil akan dapat menurunkan kekuatan daya pancar handphone, sehingga bahaya radiasi yang timbul terhadap organ kepala akan dapat di kurangi.

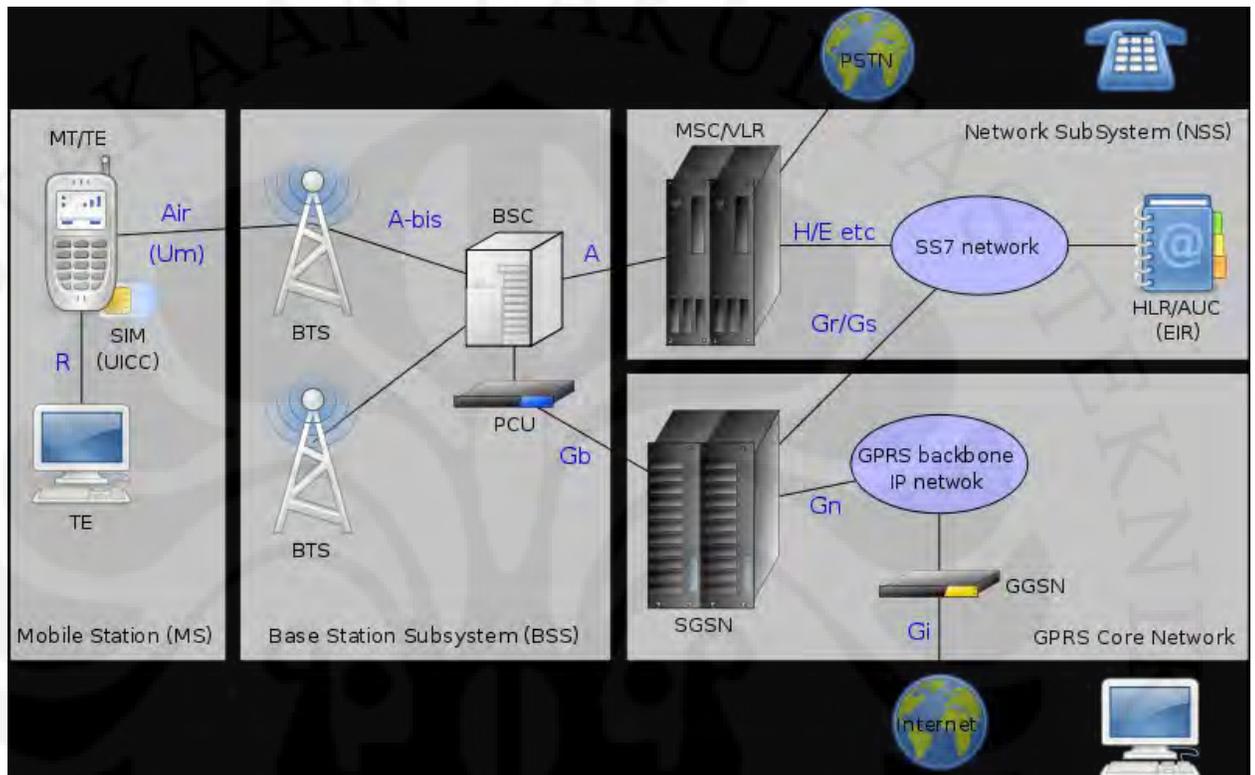
Pemakaian GSM kemudian meluas ke Asia dan Amerika, termasuk Indonesia. Indonesia awalnya menggunakan sistem telepon selular analog yang bernama AMPS (*Advances Mobile Phone System*) dan NMT (*Nordic Mobile Telephone*). Namun dengan hadir dan dijadikannya standar sistem komunikasi selular membuat sistem analog perlahan menghilang, tidak hanya di Indonesia, tapi juga di Eropa. Pengguna GSM pun semakin lama semakin bertambah. Pada akhir tahun 2005, pelanggan GSM di dunia telah mencapai 1,5 triliun pelanggan. Akhirnya GSM tumbuh dan berkembang sebagai sistem telekomunikasi seluler yang paling banyak digunakan di seluruh dunia.

2.1.2 Spesifikasi teknis GSM

Di Eropa, pada awalnya GSM didesain untuk beroperasi pada frekuensi 900 Mhz. Pada frekuensi ini, frekuensi uplinks-nya digunakan frekuensi 890–915 MHz , sedangkan frekuensi downlinksnya menggunakan frekuensi 935–960 MHz. Bandwidth yang digunakan adalah 25 Mhz ($915-890 = 960-935 = 25$ Mhz), dan lebar kanal sebesar 200 Khz. Dari keduanya, maka didapatkan 125 kanal, dimana 124 kanal digunakan untuk suara dan satu kanal untuk sinyal. Pada perkembangannya, jumlah kanal 124 semakin tidak mencukupi dalam pemenuhan kebutuhan yang disebabkan pesatnya penambahan jumlah pengguna. [3]

Untuk memenuhi kebutuhan kanal yang lebih banyak, maka regulator GSM di Eropa mencoba menggunakan tambahan frekuensi untuk GSM pada band frekuensi di *range* 1800 Mhz dengan frekuensi 1710-1785 Mhz sebagai frekuensi uplinks dan frekuensi 1805-1880 Mhz sebagai frekuensi downlinks. GSM dengan frekuensinya yang baru ini kemudian dikenal dengan sebutan GSM 1800, yang menyediakan *bandwidth* sebesar 75 Mhz ($1880-1805 = 1785-1710 = 75$ Mhz). Dengan lebar kanal yang tetap sama yaitu 200 Khz sama, pada saat GSM pada frekuensi 900 Mhz, maka pada GSM 1800 ini akan tersedia sebanyak 375 kanal. Di Eropa, standar-standar GSM kemudian juga digunakan untuk komunikasi *railway*, yang kemudian dikenal dengan nama GSM-R.

2.1.3 Arsitektur jaringan GSM



Gambar 2.2 : Arsitektur Jaringan GSM [3]

Gambar 2.2 menjelaskan secara umum mengenai arsitektur jaringan GSM. Di dalam arsitektur jaringan GSM terdapat *network element* dibagi menjadi:

1. *Mobile Station (MS)*
2. *Base Station Sub-system (BSS)*
3. *Network Sub-system (NSS)*,
4. *Operation and Support System (OSS)*

Secara bersama-sama, keseluruhan *network element* di atas akan membentuk sebuah PLMN (*Public Land Mobile Network*).

Mobile Station atau **MS** merupakan perangkat yang digunakan oleh pelanggan untuk melakukan pembicaraan. Terdiri atas:

- *Mobile Equipment (ME)* atau handset, merupakan perangkat GSM yang berada di sisi pengguna atau pelanggan yang berfungsi sebagai terminal *transceiver* (pengirim dan penerima sinyal) untuk berkomunikasi dengan perangkat GSM lainnya.
- *Subscriber Identity Module (SIM)* atau *SIM Card*, merupakan kartu yang berisi seluruh informasi pelanggan dan beberapa informasi pelayanan. ME tidak akan dapat digunakan tanpa SIM didalamnya, kecuali untuk panggilan darurat. Data yang disimpan dalam SIM secara umum, adalah:
 1. *IMMSI (International Mobile Subscriber Identity)*, merupakan penomoran pelanggan.
 2. *MSISDN (Mobile Subscriber ISDN)*, nomor yang merupakan nomor panggil pelanggan.

Base Station System atau **BSS**, terdiri atas:

- *BTS Base Transceiver Station*, perangkat GSM yang berhubungan langsung dengan MS dan berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal.
- *BSC Base Station Controller*, perangkat yang mengontrol kerja BTS-BTS yang berada di bawahnya dan sebagai penghubung BTS dan MSC [3]

Network Sub System atau **NSS**, terdiri atas:

- *Mobile Switching Center* atau *MSC*, merupakan sebuah network element *central* dalam sebuah jaringan GSM. MSC sebagai inti dari jaringan seluler, dimana MSC berperan untuk interkoneksi hubungan pembicaraan, baik antar seluler maupun dengan jaringan kabel PSTN, ataupun dengan jaringan data.

- *Home Location Register* atau HLR, yang berfungsi sebagai sebuah database untuk menyimpan semua data dan informasi mengenai pelanggan agar tersimpan secara permanen.
- *Visitor Location Register* atau VLR, yang berfungsi untuk menyimpan data dan informasi pelanggan.
- *Authentication Center* atau AuC, yang diperlukan untuk menyimpan semua data yang dibutuhkan untuk memeriksa keabsahaan pelanggan. Sehingga pembicaraan pelanggan yang tidak sah dapat dihindarkan.
- *Equipment Identity Registration* atau EIR, yang memuat data-data pelanggan.

Operation and Support System atau OSS, merupakan sub sistem jaringan GSM yang berfungsi sebagai pusat pengendalian, diantaranya *fault management, configuration management, performance management, dan inventory management.*

Frekuensi pada 3 Operator Terbesar di Indonesia

1. Indosat : 890 – 900 Mhz (10 Mhz)
2. Telkomsel : 900 – 907,5 Mhz (7,5 Mhz)
3. Excelcomindo : 907,5 – 915 Mhz (7,5 Mhz)

2.1.4 Keunggulan GSM sebagai Teknologi Generasi Kedua (2G)

GSM, sebagai sistem telekomunikasi selular digital memiliki keunggulan yang jauh lebih banyak dibanding sistem analog, di antaranya:

- Kapasitas sistem lebih besar, karena menggunakan teknologi digital dimana penggunaan sebuah kanal tidak hanya diperuntukkan bagi satu pengguna saja. Sehingga saat pengguna tidak mengirimkan informasi, kanal dapat digunakan oleh pengguna lain.
- Sifatnya yang sebagai standar internasional memungkinkan international roaming

- Dengan teknologi digital, tidak hanya mengantarkan suara, tapi memungkinkan servis lain seperti teks, gambar, dan video.
- Keamanan sistem yang lebih baik
- Kualitas suara lebih jernih dan peka.
- Mobile (dapat dibawa kemana-mana)

Bagaimanapun, keunggulan GSM yang beragam pantas saja membuatnya menjadi sistem telekomunikasi selular terbesar penggunaanya di seluruh dunia.[3]

2.2 Bandwidth

Seiring dengan kemajuan ilmu dan teknologi banyak hal yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Mulai dari munculnya telepon rumah, sistem GSM, CDMA, dan mungkin yang baru booming akhir-akhir ini adalah handphone dengan teknologi yang mendukung untuk aplikasi email layaknya microsoft outlook dalam PC maupun laptop. Dalam telekomunikasi bandwidth juga merupakan banyak nya informasi yang dikirim melalui signal. [5]

Bandwidth / Lebar pita (bahasa Inggris: *bandwidth*) dalam teknologi komunikasi adalah perbedaan antara frekuensi terendah dan frekuensi tertinggi dalam rentang tertentu. Sebagai contoh, *line* telepon memiliki *bandwidth* 3000Hz (*Hertz*), yang merupakan rentang antara frekuensi tertinggi (3300Hz) dan frekuensi terendah (300Hz) yang dapat dilewati oleh *line* telepon ini.

Digital Bandwidth adalah jumlah atau volume data yang dapat dikirimkan melalui sebuah saluran komunikasi dalam satuan bits per second tanpa distorsi, reservasi *Bandwidth* adalah sebuah proses menentukan jatah *Bandwidth* kepada pemakai dan aplikasi dalam sebuah jaringan. Termasuk didalamnya menentukan prioritas terhadap berbagai jenis aliran data berdasarkan seberapa penting atau krusial dan delay-sensitive aliran data tersebut. Hal ini memungkinkan penggunaan *Bandwidth* yang tersedia secara efisien, dan apabila sewaktu-waktu jaringan menjadi

lambat, aliran data yang memiliki prioritas yang lebih rendah dapat dihentikan, sehingga aplikasi yang penting dapat tetap berjalan dengan lancar. Besarnya saluran atau Bandwidth akan berdampak pada kecepatan transmisi. Data dalam jumlah besar akan menempuh saluran yang memiliki Bandwidth kecil lebih lama dibandingkan melewati saluran yang memiliki Bandwidth yang besar. [4]

2.3 Trafik

Secara umum, pengertian trafik adalah perpindahan suatu benda dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam lingkungan telekomunikasi benda adalah berupa informasi yang dikirim melalui media transmisi. Sehingga trafik dapat didefinisikan sebagai perpindahan informasi (pulsa, frekuensi, percakapan, dsb) dari suatu tempat ke tempat lain melalui media telekomunikasi.[6]

misalkan ada 2 buah sentral A dan B dihubungkan dengan sebuah saluran (sirkuit) seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.3 Saluran A-B

Gambar 2.3 menjelaskan saluran A–B hanya dapat dipakai oleh satu panggilan percakapan dalam satu satuan waktu.. Saluran A-B dikatakan dipakai jika saluran A-B sedang menggenggam sebuah panggilan atau percakapan atau dengan kata lain saluran tersebut sedang diduduki oleh suatu panggilan. Dinyatakan bebas (idle) apabila tidak ada panggilan yang datang.

2.3.1 Jenis Trafik

Dalam telekomunikasi, dikenal 3 (tiga) jenis trafik, yaitu :

1. Trafik yang ditawarkan ke system jaringan (*offered traffic*) = A_o
2. Trafik yang dimuat dalam system (*carried traffic*) = A_c
3. Trafik yang ditolak oleh system (*rejected traffic*) = A_r



Besar trafik A_c dapat diukur, sedangkan besar trafik A_o diestimasi dengan menambahkan trafik yang dimuat dan kemungkinan (probabilitas) trafik yang ditolak.[6]

$$A_o = A_c + A_r \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam mendisain jaringan antar sentral, jumlah sirkit yang harus diinstalasi tidaklah mungkin menyediakan sebanyak jumlah pelanggan. Dengan demikian, akan ada kemungkinan sejumlah panggilan ditolak (tidak terlayani) pada saat seluruh sirkit diduduki. Jumlah panggilan yang diperbolehkan ditolak tidak boleh lebih dari 1%. Artinya bila ada 100 panggilan yang datang bersamaan, hanya 1 panggilan yang diperkenankan ditolak (dibuang dari system). Besar probabilitas (kemungkinan) panggilan yang dapat ditolak dinyatakan dengan symbol "B" atau sering juga disebut sebagai Probabilitas Blocking.

Dilihat dari sisi pelayanan istilah probabilitas blocking dinyatakan dengan "*Grade of Service*" (GOS). Besarnya probabilitas blocking untuk sejumlah panggilan identik dengan probabilitas trafik yang ditolak, sehingga besarnya A_r dapat dinyatakan dengan :

$$A_r = A_o \times B \dots \dots \dots (2.2)$$

Karena $A_o = A_c + A_r$, maka trafik A_o dapat dihitung dengan persamaan : $A_o = A_c / 1 - B$

2.3.2 Karakteristik Trafik

Sumber trafik adalah pelanggan. Kapan dan berapa lama pelanggan mengadakan pembicaraan telepon tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Jadi trafik ini besarnya merupakan besar statistik dan kuantitasnya hanya bisa diselesaikan dengan statistik dan teori probabilitas. Jumlah panggilan merupakan fungsi waktu, sedang variasi dari jumlah panggilan tersebut sama dengan variasi trafik.[7]

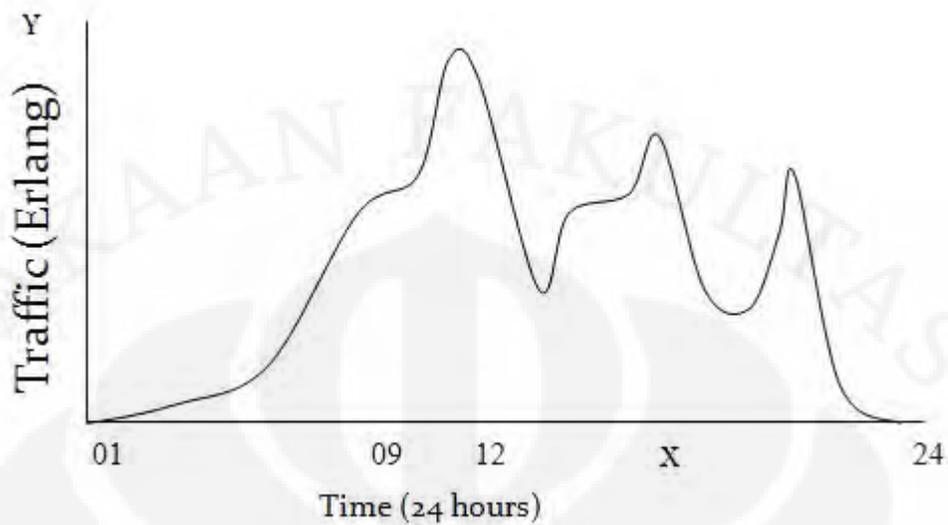
Bila trafik dalam suatu sistem peralatan telekomunikasi diamati, maka akan terlihat bahwa harganya akan berubah-ubah (bervariasi).

Variasi trafik terjadi dalam interval waktu :

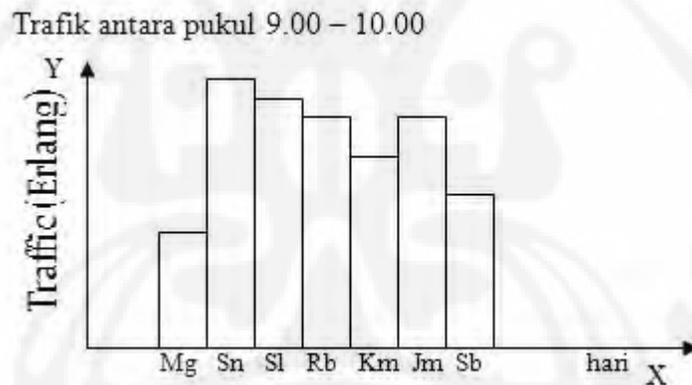
1. Menit ke menit
2. Jam ke jam
3. Hari ke hari
4. Musim ke musim (hari besar, musim liburan, dll)

Variasi dalam waktu yang pendek (dalam satu jam) terlihat bahwa perubahannya tidak teratur dapat naik, dapat turun ataupun tetap.

Kurva trafik dalam satuan waktu dapat dilihat pada gambar 2.4 :



Gambar 2.4: Variasi trafik selama 1 hari



Gambar 2.5 : Variasi trafik selama 1 minggu

Pada gambar 2.5 terlihat bahwa kira-kira pada pukul 10.00 nilai trafik merupakan yang tertinggi. Hal ini karena ternyata sumbangan trafik terbesar berasal dari pelanggan bisnis. Bila pengamatan trafik tersebut dilakukan pada hari-hari lain, bentuk kurvanya tidak tepat sama, mungkin nilai tertingginya terjadi pada sekitar pukul 10.30. Dari kurva-kurva tersebut terdapat pengertian : Jam Sibuk (*Time*

Consistent Busy Hour). Jam Sibuk yaitu periode satu jam (60 menit) dalam satu hari di mana trafiknya mempunyai nilai tertinggi dalam jangka lama. Jadi jam sibuk ini didapat dari kurva rata-rata dari banyak kurva (banyak hari).[7]

2.4 *Dynamic Discount Solution (DDS)*

Persaingan di pasar prabayar telah meningkat sedemikian rupa, sehingga operator jaringan mencoba untuk tetap berada di depan pesaing mereka. Promosi yang diluncurkan dengan tujuan untuk menarik dan mempertahankan pelanggan. Jelas bahwa inovasi adalah kunci untuk bersaing menguntungkan dalam pasar yang sangat kompetitif ini maka dilahirkan nya teknologi *Dynamic Discount Solution*. [1]

Tujuan utama dari *Dynamic Discount Solution*. adalah mengubah pola panggilan pelanggan untuk menurunkan lalu lintas di jaringan pada waktu puncak dan meningkatkan lalu lintas jaringan saat-saat tenang ketika ada kapasitas jaringan yang tersedia. Hasilnya adalah pemanfaatan kapasitas jaringan yang lebih efisien. [2]

Dynamic Discount Solusi mencapai ini dengan menawarkan pelanggan diskon biaya telepon mereka di lokasi dan pada saat-saat jaringan memungkinkan ini. Untuk dapat melakukan hal ini informasi statistik tertentu dikumpulkan dari setiap sel (*cell utilization*), menggabungkan ini dengan data penggunaan dari CDR's (ringkasan data, penggunaan dan penerimaan laporan) untuk menentukan kapan, di mana dan apa diskon harus ditawarkan ke pelanggan. Setelah ini telah menetapkan diskon pada tarif dalam Sistem Pengisian diperbarui sesuai. Selain itu, diskon yang valid disiarkan ke ponsel menggunakan fungsi *Cell Broadcast* di jaringan radio, sedangkan pada call setup pelanggan akan diberitahu tentang diskon ia akan menerima untuk panggilannya juga. [1]

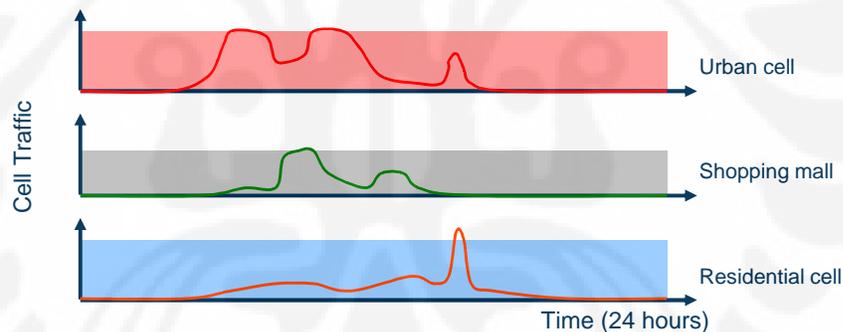
Tujuan utama dari *Dynamic Discount Solusi* adalah:

1. Mengurangi tingkat lalu lintas puncak dengan memindahkan lalu lintas ke jam *off-peak* dan / atau lokasi yang berbeda.

2. Menggunakan kapasitas bebas pada sel tertentu dan dalam jaringan pada umumnya
3. Meningkatkan nilai pelanggan dengan memberikan nilai lebih untuk uang, memaksimalkan pendapatan tingkat. Solusi ini akan memastikan bahwa penghasilan saat ini setidaknya dipertahankan.[1]

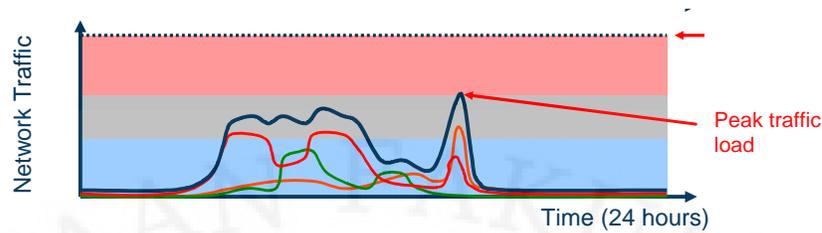
Jaringan mobile dipasang dengan biaya besar untuk operator jaringan. Jaringan ini dirancang di sekitar periode pemanfaatan maksimum (dimensioned untuk menangani lalu lintas puncak) dalam rangka untuk memastikan bahwa tingkat tinggi konektivitas diselenggarakan selama waktu-waktu sesuai ketentuan yang berlaku.

Namun, ini berarti bahwa selama hari tertentu ada interval besar bahwa jaringan adalah sangat kurang dimanfaatkan.



Gambar 2.6: Traffic Pemanfaatan per sel [2]

Gambar 2.6 menunjukkan contoh bagaimana lalu lintas di beberapa sel yang khas mungkin terlihat seperti. Sel-sel individu dimensioned untuk lalu lintas puncak mereka, yang berarti bahwa pada waktu lain hari sel adalah kurang dimanfaatkan. Ketika menambahkan trafik per sel itu menjadi jelas bahwa ada kelebihan kapasitas dalam jaringan, bahkan di puncak lalu lintas jaringan, lihat gambar 2.7.



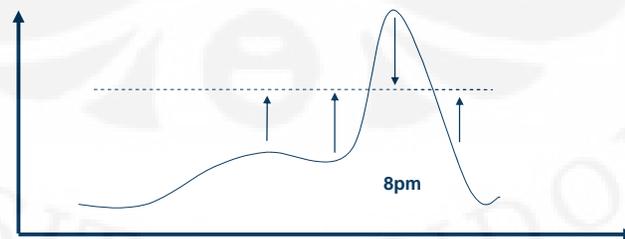
Gambar 2.7: Jaringan Pemanfaatan Jumlah Lalu Lintas[2]

Dalam rangka untuk menjalankan jaringan secara optimal dari sudut pandang model pembiayaan, pengguna akan perlu untuk menggunakan layanan ini selama periode historis kurang dimanfaatkan.

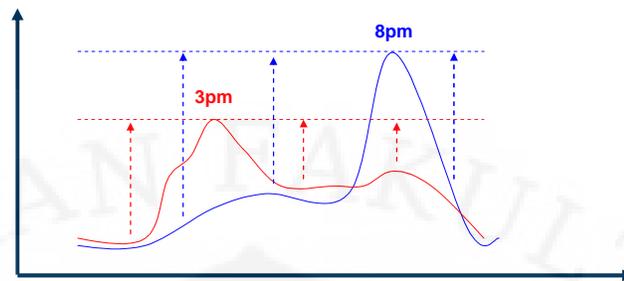
Dynamic Discount Solusi (DDS) sehingga mencoba untuk meratakan puncak lalu lintas dengan "bergerak" lalu lintas ke waktu lain hari di mana permintaan lalu lintas kurang, sehingga perlu pengurangan kapasitas untuk sel dan akibatnya untuk seluruh jaringan. Hal ini kemudian menyebabkan biaya CAPEX ditunda atau dikurangi untuk perluasan kapasitas jaringan.

Tujuan utama dari Dynamic Discount Solusi dapat diringkas sebagai berikut:

1. Mengurangi biaya (OPEX / CAPEX) dengan mengurangi tingkat lalu lintas puncak dengan memindahkan lalu lintas ke jam off-peak dan / atau lokasi yang berbeda (lihat gambar 2.8) dan dengan memanfaatkan kapasitas bebas pada sel tertentu dan dalam jaringan secara umum seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.8: Reduce Traffic Peak



Gambar 2.9 : *Utilize free capacity*

- Memaksimalkan pendapatan.

Pendapatan tidak akan berkurang karena diskon yang ditawarkan dan lalu lintas yang bergerak. Solusi ini akan memastikan bahwa penghasilan saat ini setidaknya dipertahankan. Bahkan, karena peningkatan yang diharapkan dalam lalu lintas secara keseluruhan dan persepsi nilai yang lebih tinggi dari pendapatan panggilan bahkan mungkin meningkat.

- Pertumbuhan jumlah pelanggan

DDS menciptakan pilihan untuk membuat panggilan pada diskon yang cukup besar dari tarif standar. Hal ini akan menurunkan entry barrier bagi banyak pelanggan di segmen pendapatan rendah terutama pelanggan.[1]

- Mengalahkan kompetisi

Terutama di pasar yang pertumbuhan pelanggan sangat baik, hampir tidak ada konsep selain DDS yang menjadikannya alat yang sangat baik untuk menarik pelanggan dari operator lain, karena operator mampu bersaing di tingkat harga yang lebih rendah.

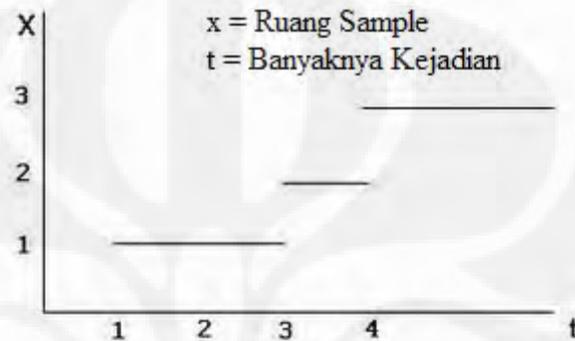
2.5 Proses Stokastik

Kata stokastik (*stochastics*) merupakan jargon untuk keacakan. Oxford Dictionary (1993) menakrifkan **proses stokastik** sebagai suatu barisan kejadian yang memenuhi hukum-hukum peluang. [8] Hull (1989, hlm.62) menyatakan bahwa setiap nilai yang berubah terhadap waktu dengan cara yang tidak tertentu (dalam ketidakpastian) dikatakan mengikuti proses stokastik. Dengan demikian, jika dari pengalaman yang lalu keadaan yang akan datang suatu barisan kejadian dapat diramalkan secara pasti, maka barisan kejadian itu dinamakan deterministik. Sebaliknya jika pengalaman yang lalu hanya dapat menyajikan struktur peluang keadaan yang akan datang, maka barisan kejadian yang demikian disebut stokastik.

Proses stokastik banyak digunakan untuk memodelkan evolusi suatu sistem yang mengandung suatu ketidakpastian atau sistem yang dijalankan pada suatu lingkungan yang tak dapat diduga, dimana model deterministik tidak lagi cocok dipakai untuk menelisik (menganalisis) sistem.

Secara baku (formal), proses stokastik ($X(t), t \in T$) dapat diartikan sebagai sebuah barisan peubah acak, yaitu untuk setiap anggota T mempunyai peubah acak $X(t)$, sering kali T di atas di artikan dalam waktu, karena proses stokastik sering terjadi pada selang waktu, sedangkan nilai $X(t)$ disebut juga nilai keadaan pada saat T . Himpunan T disebut ruang parameter atau ruang penjurus dari proses stokastik λ dan himpunan semua nilai $X(t)$ yang mungkin disebut ruang keadaan dari λ . Nilai himpunan penjurus T dapat berupa himpunan yang anggotanya tercacah ataupun malar. Jika T merupakan himpunan tercacah, misalnya N , maka proses stokastik dikatakan sebagai proses waktu tercacah (*discrete time process*) atau juga dikenal sebagai himpunan rantai (*chain*). Jika T merupakan sub himpunan pada garis bilangan riil, baik dengan selang terbuka atau tertutup, maka proses stokastik yang demikian merupakan proses waktu kontinu (*continuous time process*).[8]

Setiap realisasi dari X dinamakan lintasan sampel (*sample path*) dari X . Sebagai contoh, jika peristiwa terjadi secara acak dalam waktu dan $X(t)$ mewakili jumlah peristiwa yang terjadi dalam $[0, t]$ maka gambar di bawah menyajikan *sample path* X yang berhubungan terhadap peristiwa awal yang terjadi pada saat $t = 1$, peristiwa berikutnya pada saat $t = 3$ dan peristiwa ketiga pada saat $t = 4$.



Gambar 2. 10 : Contoh Proses Stokastik

Yang menjadi perhatian dari proses ini adalah kelakuan proses setelah proses tersebut berjalan lama. Mengingat proses tersebut memuat suatu ketidakpastian, maka secara matematis kelakuan dari proses tersebut dapat digambarkan pada gambar 2.10 yaitu peluang dari $X(t)$ atau fungsi dari $X(t)$, untuk $t \rightarrow \infty$. Dari tagihan peluang ini akan didapat beberapa nilai harap dari beberapa besaran yang mungkin menjadi perhatian. Proses-proses stokastik dapat dikelompokkan berdasarkan jenis ruang parameternya, ruang keadaannya, dan kaitan antara peubah-peubah acak yang membentuk proses stokastik tersebut.

Berdasarkan jenis ruang parameter dan ruang keadaannya, proses-proses stokastik dapat dibedakan menjadi:

1. Proses stokastik dengan ruang parameter tercacah dan ruang keadaan tercacah.

2. proses stokastik dengan ruang parameter malar dan ruang keadaan tercacah.
3. proses stokastik dengan ruang parameter tercacah dan ruang keadaan malar.
4. Proses stokastik dengan ruang parameter malar dan ruang keadaan malar.

Berdasarkan kaitan antara peubah-peubah acak yang membentuknya, proses stokastik dapat dibedakan menjadi beberapa kelas seperti proses Levy, proses Bernoulli, proses Markov, proses martinggil, dan proses titik (*point process*).

2.5.1 Proses Bernoulli

Suatu distribusi Bernoulli dibentuk oleh suatu percobaan Bernoulli (*Bernoulli trial*). [9] Sebuah percobaan Bernoulli harus memenuhi syarat:

- Keluaran (*outcome*) yang mungkin hanya salah satu dari “sukses” atau “gagal”
- Jika probabilitas sukses p , maka probabilitas gagal $q = 1 - p$

Dalam sebuah percobaan Bernoulli, dimana p adalah probabilitas “sukses” dan $q = 1 - p$ adalah probabilitas “gagal” dan X adalah variabel acak yang menyatakan sukses, maka dapat dibentuk sebuah distribusi probabilitas bernoulli sebagai fungsi probabilitas sebagai berikut :

$$P_b(x;p) = \begin{cases} p & x=1 \\ 1-p = q & x=0 \\ 0 & x \neq 0 \text{ atau } 1 \end{cases} \dots\dots\dots (2.3)$$

atau

$$P_b(x;p) = p^x 1-p^{1-x} \quad \begin{matrix} x=0,1 \\ 0 \leq p \leq 1 \end{matrix} \dots\dots\dots (2.4)$$

BAB 3

PERANCANGAN DDS

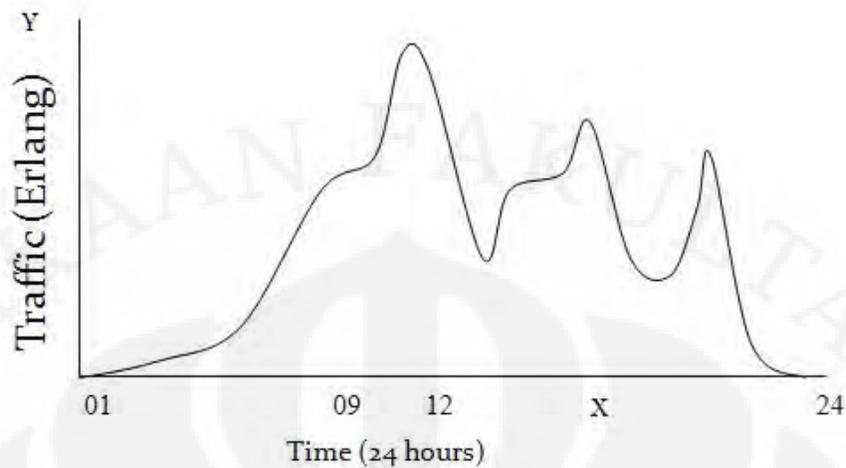
3.1 Menentukan Trafik

Sumber trafik adalah pelanggan. Kapan dan berapa lama pelanggan mengadakan pembicaraan telepon tidak dapat ditentukan lebih dahulu. Jadi trafik ini besarnya merupakan besar statistik dan kuantitasnya hanya bisa diselesaikan dengan statistik dan teori probabilitas. Jumlah panggilan merupakan fungsi waktu, sedang variasi dari jumlah panggilan tersebut sama dengan variasi trafik. Bila trafik dalam suatu sistem peralatan telekomunikasi diamati, maka akan terlihat bahwa harganya akan berubah-ubah (bervariasi).

Variasi trafik terjadi dalam interval waktu :

1. Menit ke menit
2. Jam ke jam
3. Hari ke hari
4. Musim ke musim (hari besar, musim liburan, dll)

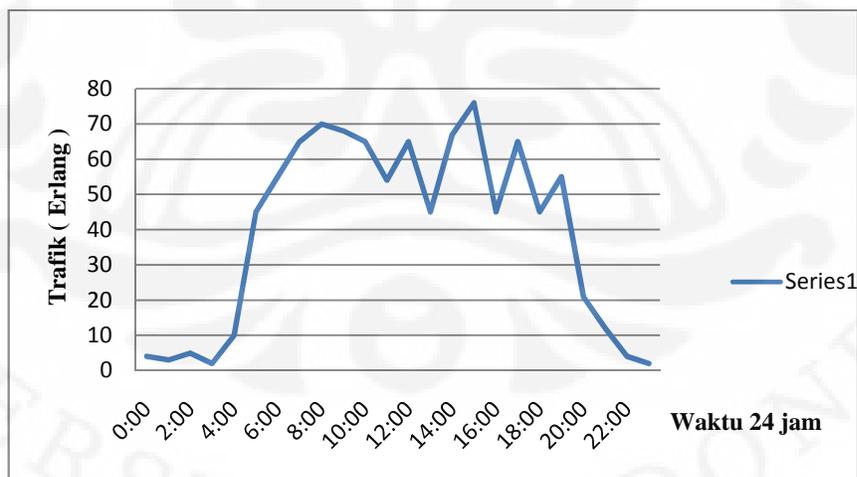
Variasi dalam waktu yang pendek (dalam satu jam) terlihat bahwa perubahannya tidak teratur dapat naik, dapat turun ataupun tetap. Kurva trafik dalam satuan waktu dapat dilihat pada gambar Gambar 3.1 yaitu variasi trafik selama 1 hari.



Gambar 3.1: Variasi trafik selama 1 hari

Dalam perancangan skripsi ini, trafik yang digunakan ada 3 tempat yaitu, trafik perkantoran, perumahan dan perindustrian, trafik tersebut berada dalam 1 cell yang sama.

3.1.1 Trafik Perkantoran



Gambar 3.2 Grafik Trafik Perkantoran[10]

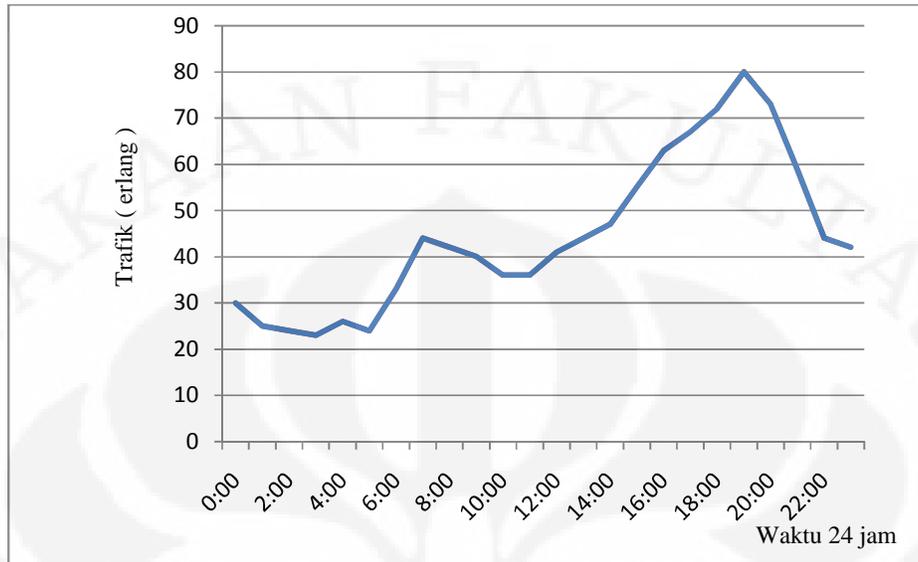
Tabel 3.1 : Tabel Jam dan Erlang Perkantoran[10]

Jam	Erlang	Jam	Erlang
0:00	4	12:00	65
1:00	3	13:00	45
2:00	5	14:00	67
3:00	2	15:00	76
4:00	10	16:00	45
5:00	45	17:00	65
6:00	55	18:00	45
7:00	65	19:00	55
8:00	70	20:00	21
9:00	68	21:00	12
10:00	65	22:00	4
11:00	54	23:00	2

Grafik trafik 3.2 dan tabel 3.1 pada perkantoran, merupakan variasi trafik dalam 1 hari, berdasarkan erlang dan waktu. Grafik di atas menjelaskan variasi trafik dalam jam nya, di dalamnya terdapat kondisi trafik tinggi dan trafik rendah. Ini disebabkan penggunaan telepon yang berbeda, dapat di klasifikasikan penggunaan trafiknya grafik dan tabel di atas seperti di bawah ini :

1. Jam 24.00-08.00 = Kantor kosong, sehingga trafik rendah
2. Jam 08.00-12.00 = Kantor aktif, jam kerja, sehingga trafik tinggi
3. Jam 12.00-13.00 = Jam istirahat, sehingga trafik turun tetapi tidak terlalu signifikan
4. Jam 13.00-17.00 = Kantor kembali aktif, dan trafik kembali naik
5. Jam 17.00-21.00 = Jam pulang kantor, namun ada beberapa karyawan yang lembur
6. Jam 21.00-24.00 = kantor kosong dan trafik mulai rendah.

3.1.2 Trafik Perumahan



Gambar 3.3 Grafik Trafik Perumahan [10]

Tabel 3.2 : Tabel Jam dan Erlang Perumahan[10]

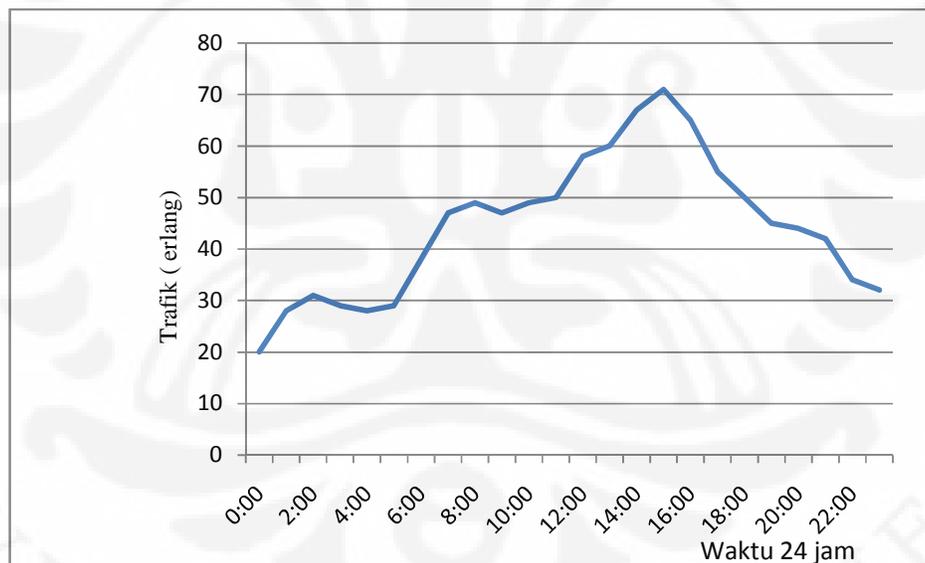
Jam	Erlang	Jam	Erlang
0:00	30	12:00	41
1:00	25	13:00	44
2:00	24	14:00	47
3:00	23	15:00	55
4:00	26	16:00	63
5:00	24	17:00	67
6:00	33	18:00	72
7:00	44	19:00	80
8:00	42	20:00	73
9:00	40	21:00	59
10:00	36	22:00	44
11:00	36	23:00	42

Grafik trafik 3.3 dan tabel 3.2 perumahan di atas merupakan variasi trafik dalam 1 hari, berdasarkan erlang dan waktu. Grafik di atas menjelaskan

variasi trafik dalam jam nya, di dalamnya terdapat kondisi trafik tinggi dan trafik rendah. Ini disebabkan penggunaan telepon yang berbeda, dapat di klasifikasikan penggunaan trafiknya grafik dan tabel di atas seperti di bawah ini :

1. Jam 24.00-05.00 = Waktu istirahat dan tidur, sehingga trafik rendah
2. Jam 05.00-08.00 = Mulai pagi, terjadi peningkatan trafik
3. Jam 08.00-13.00 = Jam kerja, trafik perumahan turun karena perumahan mulai kosong.
4. Jam 13.00-16.00 = Sekolah pulang, trafik naik.
5. Jam 16.00-21.00 = Jam santai, aktifitas trafik meningkat
6. Jam 21.00-24.00 = Malam mulai larut, trafik turun tetapi tidak drastis karena belum semua orang tidur.

3.1.3 Trafik Perindustrian



Gambar 3.4 : Grafik Trafik Perindustrian[10]

Tabel 3.3 : Tabel Jam dan Erlang Perindustrian[10]

Jam	Erlang	Jam	Erlang
0:00	20	12:00	58
1:00	28	13:00	60
2:00	31	14:00	67
3:00	29	15:00	71
4:00	28	16:00	65
5:00	29	17:00	55
6:00	38	18:00	50
7:00	47	19:00	45
8:00	49	20:00	44
9:00	47	21:00	42
10:00	49	22:00	34
11:00	50	23:00	32

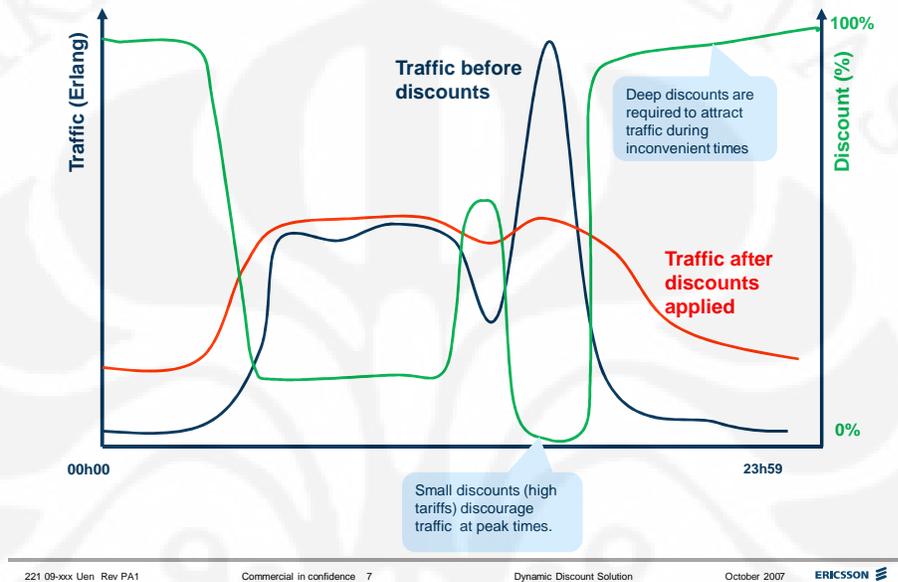
Grafik trafik 3.4 dan tabel 3.3 pada perindustrian di atas, merupakan variasi trafik dalam 1 hari, berdasarkan erlang dan waktu. Grafik dia atas menjelaskan variasi trafik dalam jam nya, di dalamnya terdapat kondisi trafik tinggi dan trafik rendah. Ini disebabkan penggunaan telepon yang berbeda, dapat di klasifikasikan penggunaan trafiknya grafik dan tabel di atas seperti di bawah ini :

1. Jam 24.00-07.00 = Larut namun karena kerja pabrik dalam shift sehingga masih ada aktifitas, trafik nya rendah.
2. Jam 07.00-18.00 = Jam aktif, Mulai terjadi peningkatan trafik
3. Jam 18.00-24.00 = Mulai malam, terjadi penurunan trafik tetapi tidak drastis karena sistem shift dalam pabrik.

3.2 Metode Penentuan Diskon

Dalam menentukan diskon yang di berikan kita melihat history trafik, yaitu membanding kan trafik sebelumnya untuk mendapatkan nilai diskon, seperti terlihat di gambar 3.5 di bawah ini.

Traffic levelling using Discounts



Gambar 3.5 : Trafik diskon [2]

untuk menghitung diskon yang diberikan dala trafik di atas, dengan menggunakan persamaan.

$$\text{Diskon} = (1 - A_c/A_o) \cdot 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

dimana , A_o = Trafik yang ditawarkan ke system jaringan (offered traffic),

A_c = Trafik yang dimuat dalam system (carried traffic). [5]

3.3 Prediksi trafik setelah diskon

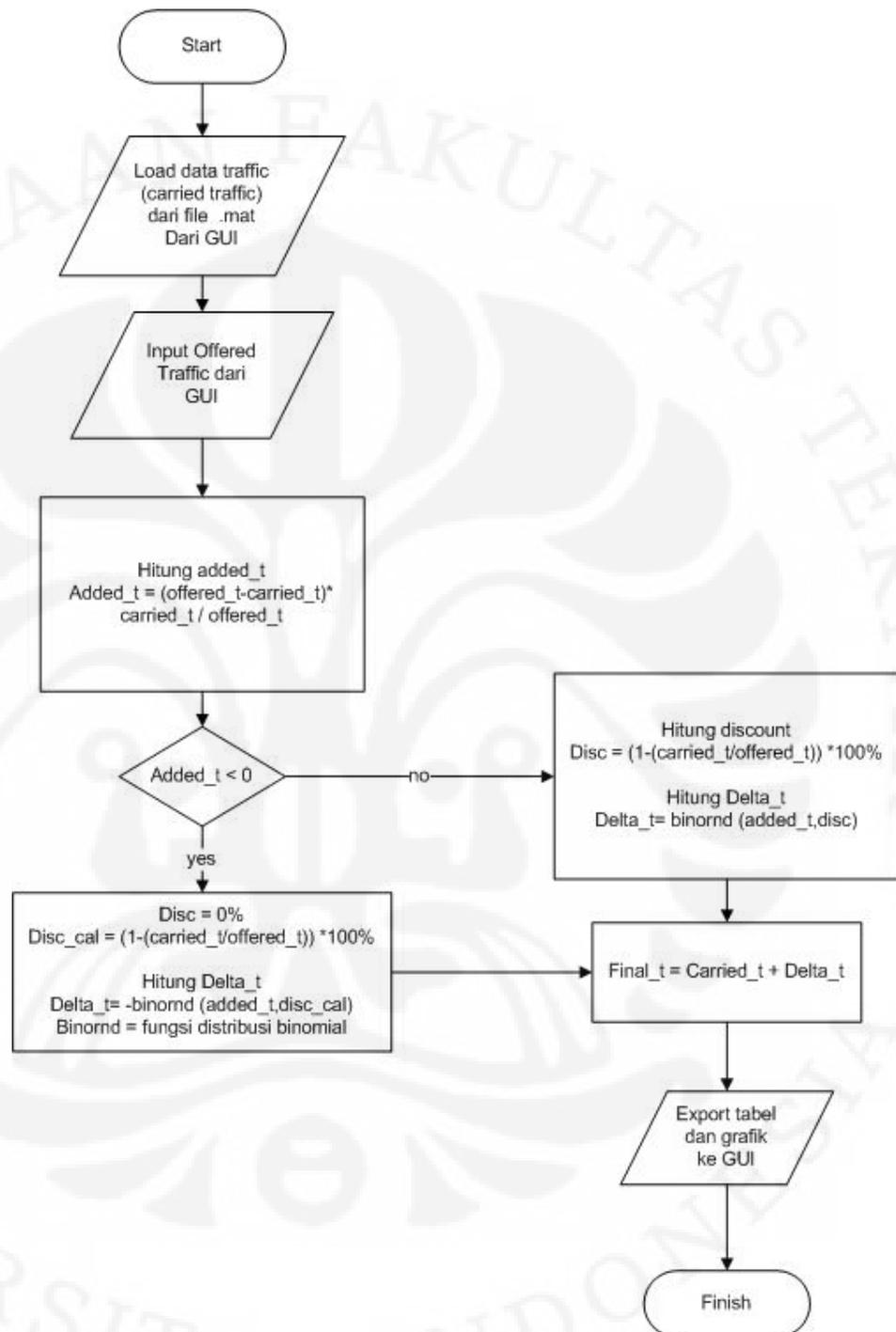
Setelah kita mendapatkan diskon, kita coba untuk memprediksi trafik yang akan datang dengan menggunakan proses stokastik, proses yang digunakan dalam stokastik ini adalah distribusi Bernoulli. [8]

Persamaan Bernoulli, [9]

$$P_b(x;p) = p^x \cdot 1-p^{1-x} \quad \begin{matrix} x=0,1 \\ 0 \leq p \leq 1 \end{matrix} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dalam persamaan ini di jelaskan, bahwa p merupakan peluang suatu added traffic menjadi delta traffic, artinya peluang trafik yang kira-kira akan tersedia untuk di gunakan. Besar nya nilai p itu sendiri sama dengan discount yang diberikan. Contoh nya, seandainya di dalam trafik dalam erlang di jam tertentu mendapatkan diskon 90 %, maka peluang suatu added traffic menjadi delta traffic adalah sebesar 0,9. Besar nya nilai added traffic dapat dicari dengan menggunakan persamaan $\text{added traffic} = (\text{offered traffic} - \text{carried trafik}) \cdot \text{carried traffic} / \text{offered traffic}$.

3.4 Pembuatan Program Matlab



Gambar 3.6 : Diagram alir pembuatan Matlab

Penjelasan tentang flowchart pada gambar 3.6 dalam perancangan simulasi di atas,

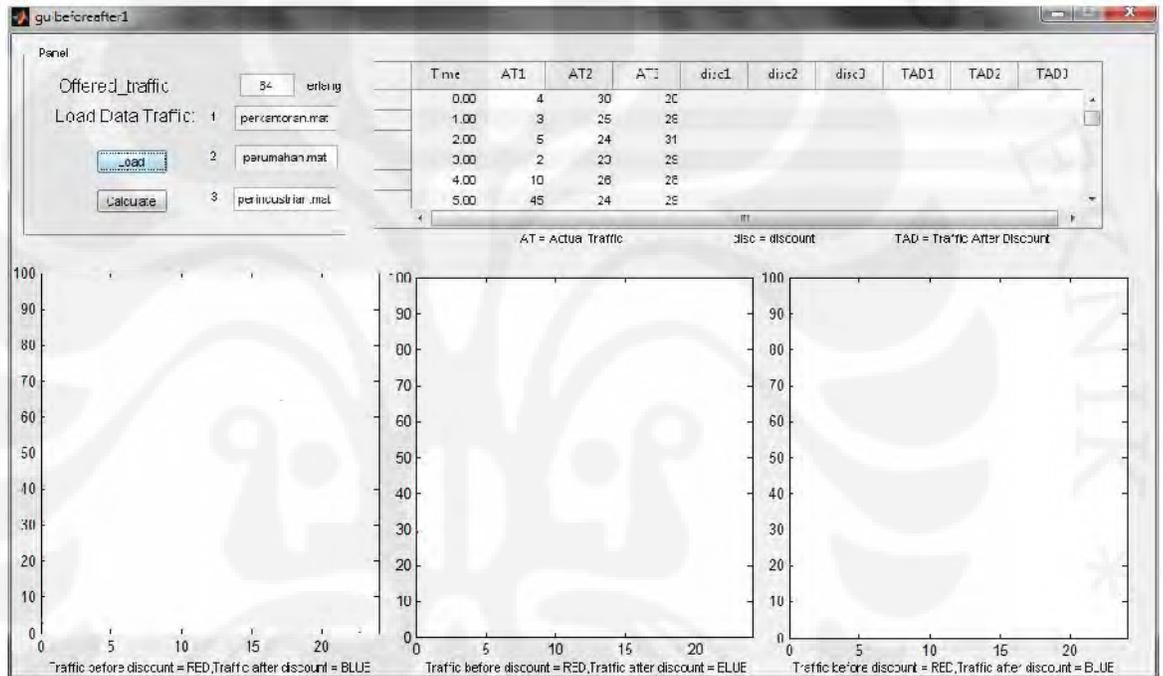
1. Pertama yang kita lakukan adalah mengambil data trafik (*carried traffic*), data tersebut di simpan dalam bentuk file, *carried traffic* merupakan trafik yang dimuat dalam system.
2. Lalu memasukan nilai *offered traffic* dari gui, yaitu nilai trafik yang di tawarkan dalam system.
3. Setelah di berikan input *offered* dan *carried*, lalu diproses dan mendapatkan nilai *added traffic*, dengan persamaan $added\ traffic = (offered\ traffic - carried\ trafik) \cdot carried\ traffic / offered\ traffic$.
4. Jika nilai *added traffic* < 0 , sebelum melakukan perhitungan diskon terlebih dahulu dilihat apakah besar *added traffic* negatif atau tidak. Nilai negatif menunjukkan bahwa actual traffic sudah melebihi *offered traffic*. Oleh karena itu tidak ada discount yang diberikan untuk kondisi ini. Tapi perhitungan *delta traffic* tidak nol, melainkan menjadi negatif.
5. Nilai *delta traffic* didapatkan dengan persamaan bernoulli
6. Dan terakhir *final traffic* didapatkan dengan menjumlahkan, *delta traffic* dan *added traffic*, data tersebut yang berupa grafim dan tabel semuanya di masukan ke dalam GUI.

BAB 4

SIMULASI DAN ANALISA

4.1 Simulasi Perancangan Prediksi Trafik Dengan Solusi Diskon Dinamis

Simulasi ini menggunakan formula perhitungan yang telah dibahas pada bab 3. Menggunakan MATLAB 7.0 sebagai perangkat untuk simulasinya, skripsi ini memodelkan perhitungan sesuai diagram alir yang dirancang.

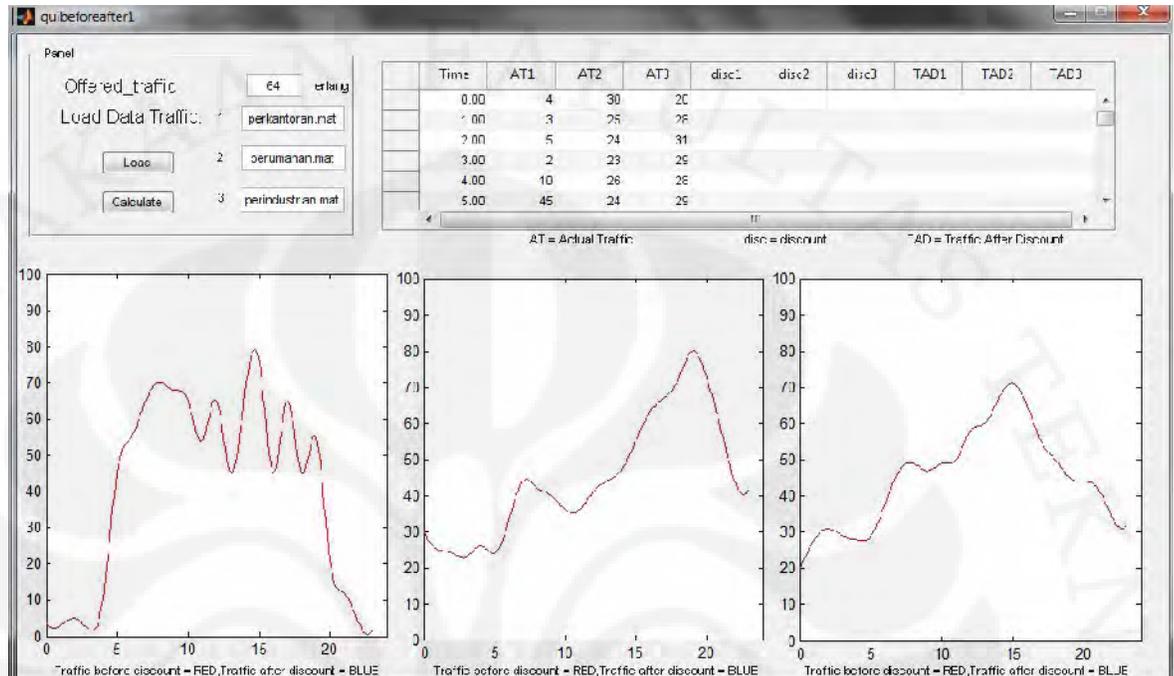


Gambar 4.1 Tampilan Simulasi perhitungan trafik

Gambar 4.1 memperlihatkan tampilan simulasi untuk data tunggal. Data yang ada dimasukkan ke dalam kolom input data, dan kemudian diproses untuk memperlihatkan perbedaan antara trafik sebelumnya dengan prediksi trafik yang akan datang.

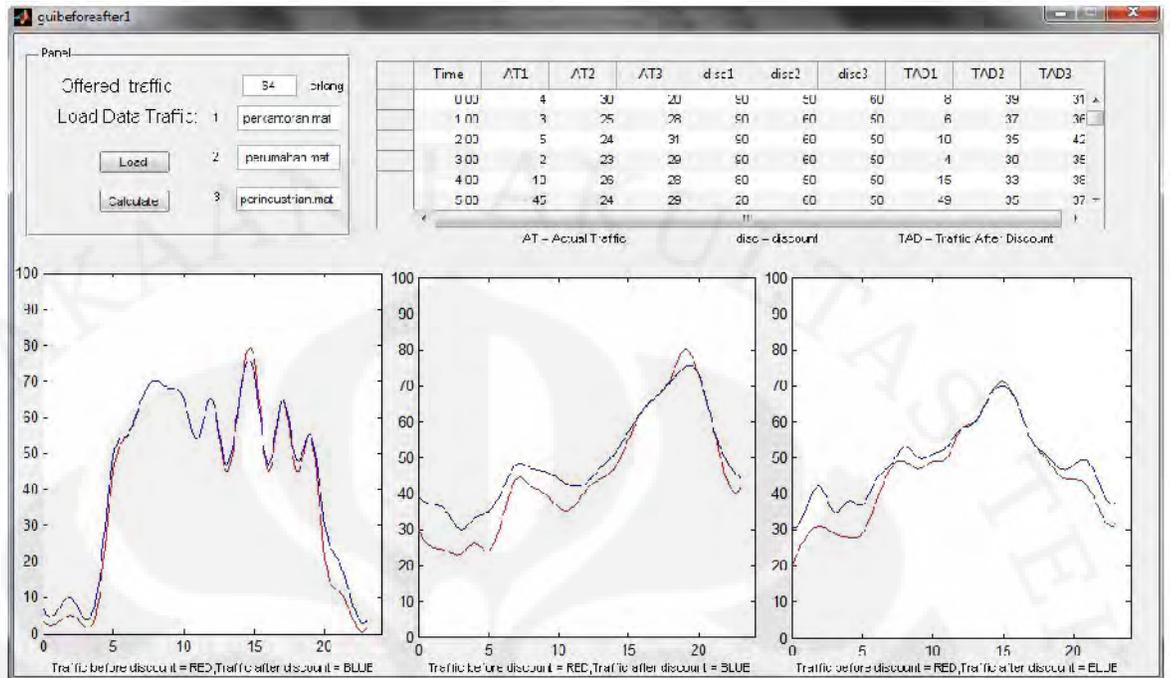
Penjelasan dari GUI, *offered_traffic* merupakan input data yang diberikan, sedangkan *load data traffic*, data trafik nilai yang didapatkan dari *carried traffic*. Di dalam GUI terdapat 3 plot trafik yang pertama, trafik perkantoran, trafik

perumahan, dan trafik Perindustrian. Setelah di load data trafik, sehingga di dapat kan trafik seperti di bawah ini.



Gambar 4.2 : Trafik yang diberikan

Gambar 4.2 sesuai dengan perancangan yang sudah di jelaskan pada bab sebelumnya. Grafik di atas lebih halus, di karenakan menggunakan fungsi matlab. Dengan data tersebut kita kalkulasikan dengan fungsi binomial, Bernoulli. Sehingga di dapatkan grafik perhitungan trafik. Tujuan penggunaan Bernoulli adalah untuk memprediksi trafik yang akan di datang kan untuk mengoptimalkan penggunaan trafik, sifat dari Bernoulli adalah proses acak, fungsi input Bernoulli yang digunakan adalah, *Actual Traffic* dan *discount* yang di berikan, sehingga di dapatkan prediksi trafik yaitu *traffic after discount*. *Actual Traffic* merupakan trafik yang di dalam perancangan disebut *carried traffic*. Setelah di lakukan simulasi maka dapat dihasilkan prediksi trafik seperti di bawah ini.

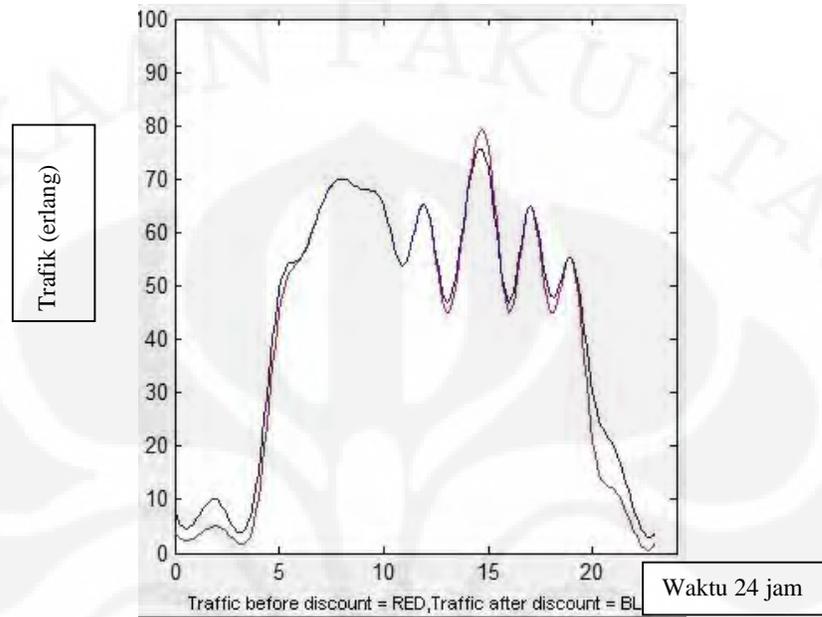


Gambar 4.3 : Trafik Hasil Simulasi

Perhatikan Gambar 4.3 untuk lebih jelasnya penulisan akan menjelaskan, analisa trafik sesuai dengan daerahnya yaitu, daerah perkantoran, perumahan dan perindustrian. Garis merah merupakan trafik sebelum diberikan diskon, sedangkan garis biru menyatakan trafik setelah di diskon.

4.2 Analisa

4.2.1 Analisa Trafik Perkantoran



Gambar 4.4 : Trafik Perkantoran

Pada Gambar 4.4 kita dapat melihat suatu grafik yang menunjukkan tentang pengaruh *discount solution* terhadap suatu trafik pemakaian telepon pada perkantoran. Dapat kita lihat bahwa pada sumbu y menunjukkan jumlah erlang yang digunakan pada suatu waktu, dan pada sumbu x mempresentasikan tentang waktu penggunaan pemakaian telepon pada perkantoran, dimana pada sumbu x mempunyai satuan jam. Untuk keterangan pemakaian warna grafik dapat direpresentasikan untuk warna merah adalah trafik sebelum didiscount, dan untuk warna biru adalah traffic sesudah didiscount. Pada gambar 4.4, dapat kita lihat secara keseluruhan bahwa pemakaian telepon dengan jumlah erlang yang banyak atau penggunaan telepon yang tinggi di perkantoran dimulai pada pukul 5 sampai pukul 20. Pada saat penggunaan telepon di waktu-waktu sibuk atau pada pukul 5 sampai 20, pengaruh yang diberikan oleh penggunaan *discount solution* tidak terlalu mempunyai perubahan signifikan. Hal ini dikarenakan erlang-erlang dalam menjalani suatu sistem pemakaian telepon dapat dijalankan dengan efektif. Akan tetapi untuk pemakaian telepon diluar waktu sibuk atau disaat penggunaan telepon

yang tinggi, pengaruh discount solution untuk mengefektifkan pemakaian erlang sangatlah efektif. Hal ini dikarenakan jumlah erlang yang dipakai pada saat discount solution diberlakukan akan mengalami kenaikan dibandingkan sebelum adanya pemberlakuan discount solution. Untuk lebih detail untuk menunjukkan perubahan yang diberikan discount solution diluar waktu sibuk atau disaat penggunaan telepon yang tinggi, kita akan melihat nilai tabel antara jumlah erlang yang digunakan pada saat keadaan sebelum di berikan diskon dan keadaan sesudah diberikan diskon. Tabel 4.1 menjelaskan penggolongan trafik, yang di bagi berdasarkan karakteristik trafik, kapan trafik tersebut rendah hingga tinggi.

Tabel 4.1 Penggolongan Trafik

Karakteristik Trafik	Trafik	persen kenaikan	persen kenaikan
Trafik Sangat Rendah	0 - 20	> 55 %	> 55 %
Trafik Rendah	21 - 35	20 - 50 %	20 - 50 %
Trafik Sedang	36- 43	11 - 25 %	11 - 25 %
Trafik Tinggi	44 - 55	2 - 10%	2 - 10%
Trafik Sangat Tinggi	>56	0% atau < 0%	0% atau < 0%

Tabel 4.2: Trafik Perkantoran

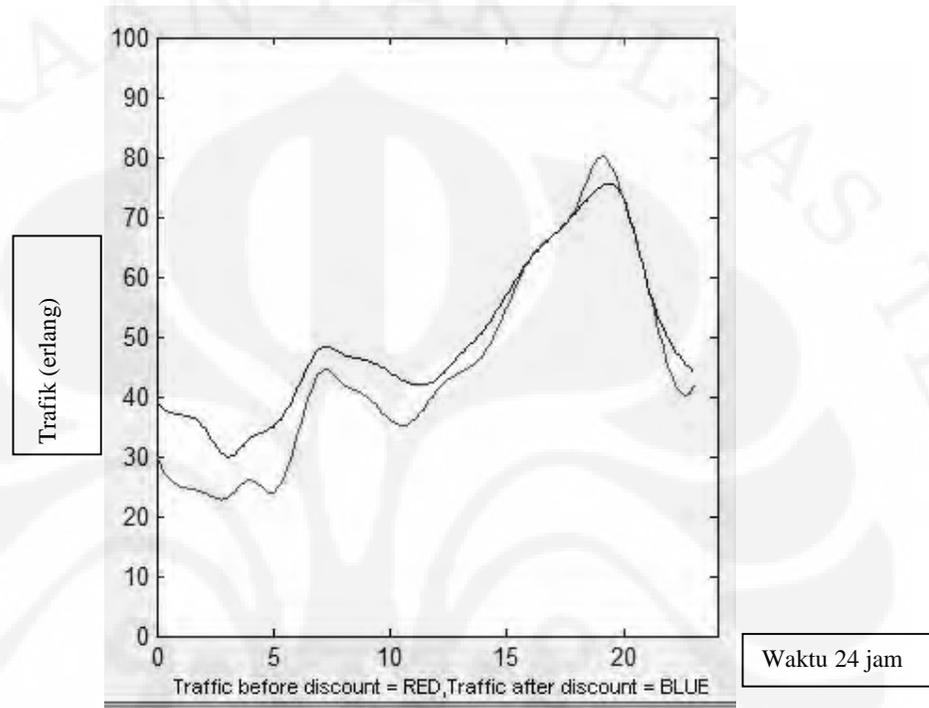
Jam	Erlang Sebelum Diskon	Kategori	Erlang Sesudah Diskon	% perubahan Erlang	% diskon Yang diberikan
0:00	4	Trafik Sangat Rendah	8	100.00	90
1:00	3	Trafik Rendah	6	100.00	90
2:00	5	Trafik Rendah	10	100.00	90
3:00	2	Trafik Rendah	4	100.00	90
4:00	10	Trafik Rendah	15	50.00	80
5:00	45	Trafik Rendah	49	8.89	20
6:00	55	Trafik Sedang	55	0.00	10
7:00	65	Trafik Tinggi	65	0.00	0
8:00	70	Trafik Tinggi	70	0.00	0
9:00	68	Trafik Tinggi	68	0.00	0
10:00	65	Trafik Tinggi	65	0.00	0
11:00	54	Trafik Tinggi	54	0.00	10
12:00	65	Trafik Sangat Tinggi	65	0.00	0
13:00	45	Trafik Sangat Tinggi	47	4.44	20
14:00	67	Trafik Sangat Tinggi	67	0.00	0
15:00	76	Trafik Sangat Tinggi	72	-5.26	0
16:00	45	Trafik Sangat Tinggi	47	4.44	20
17:00	65	Trafik Tinggi	65	0.00	0
18:00	45	Trafik Tinggi	48	6.67	20
19:00	55	Trafik Tinggi	55	0.00	10
20:00	21	Trafik Tinggi	30	42.86	60
21:00	12	Trafik Sedang	20	66.67	80
22:00	4	Trafik Rendah	8	100.00	90
23:00	2	Trafik Rendah	4	100.00	90

Dari tabel 4.2 kita ambil contoh, pada pukul 00.00 sampai pukul 05.00. dimana trafik yang terjadi mengalami kenaikan setelah di berikan diskon.

Biasanya perkantoran dalam kondisi jam seperti ini khususnya pada saat sebelum diberlakukan discount solution, jumlah erlang yang digunakan sangat kecil dikarenakan pemakaian telepon pada perkantoran tidak digunakan. Dengan diberikan diskon solution pada perkantoran diharapkan pemakaian telepon dapat digunakan dengan maksimal, sehingga kapasitas yang diberikan terpakai. Misalnya Pada pukul 4:00 trafik sebelum diskon sebesar 10 erlang setelah diskon

menjadi 15 erlang. Dari data tabel di atas besarnya persentase kenaikan rata-rata erlang di atas adalah 32.56 %.

4.2.2 Analisa Trafik Perumahan



Gambar 4.5 : Trafik Perumahan

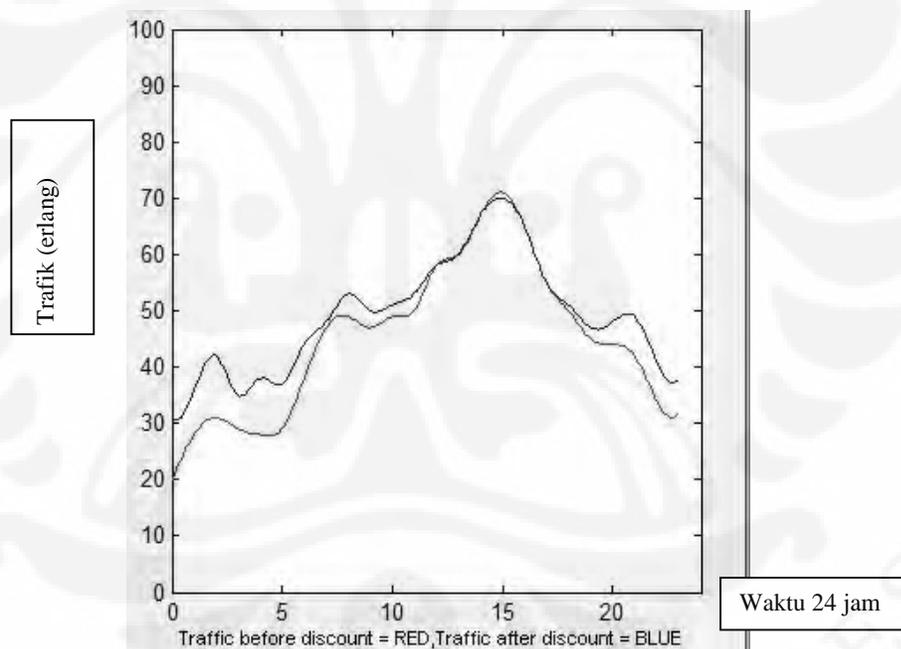
Tabel 4.3 : Trafik Perumahan

Jam	Erlang Sebelum Diskon	Kategori	Erlang Sesudah Diskon	% perubahan Erlang	% diskon Yang diberikan
0:00	30	Trafik Rendah	39	30.00	50
1:00	25	Trafik Rendah	37	48.00	60
2:00	24	Trafik Rendah	35	45.83	60
3:00	23	Trafik Rendah	30	30.43	60
4:00	26	Trafik Rendah	33	26.92	50
5:00	24	Trafik Rendah	35	45.83	60
6:00	33	Trafik Sedang	41	24.24	40
7:00	44	Trafik Tinggi	48	9.09	30
8:00	42	Trafik Sedang	47	11.90	30
9:00	40	Trafik Sedang	46	15.00	30
10:00	36	Trafik Sedang	44	22.22	40
11:00	36	Trafik Sedang	42	16.67	40
12:00	41	Trafik Sedang	43	4.88	30
13:00	44	Trafik Sedang	47	6.82	30
14:00	47	Trafik Tinggi	51	8.51	20
15:00	55	Trafik Tinggi	57	3.64	10
16:00	63	Trafik Sangat Tinggi	63	0.00	0
17:00	67	Trafik Sangat Tinggi	67	0.00	0
18:00	72	Trafik Sangat Tinggi	71	-1.39	0
19:00	80	Trafik Sangat Tinggi	75	-6.25	0
20:00	73	Trafik Sangat Tinggi	73	0.00	0
21:00	59	Trafik Sangat Tinggi	59	0.00	0
22:00	44	Trafik Tinggi	49	11.36	30
23:00	42	Trafik Sedang	44	4.76	30

Pada gambar 4.5, keterangan untuk grafik yang ditampilkan untuk trafik perumahan sama dengan keterangan grafik yang ditampilkan pada gambar 4.4. Pada grafik yang ditampilkan pada gambar 4.5, kita dapat melihat bahwa perubahan yang terjadi pada jumlah erlang untuk trafik perumahan mengalami kenaikan. Hal ini dapat kita lihat pada pemakaian telepon pada pukul 20-15, Pada pemakaian tentunya kita dapat melihat perubahan yang terjadi pada saat penggunaan discount solution secara efektif. Perubahan ini tentunya membuat jumlah erlang mengalami kenaikan dan dapat mengoptimalkan kanal-kanal yang digunakan dalam sistem layanan teleponi dari setiap waktu. Perubahan erlang

tersebut tentunya dapat kita lihat secara rinci pada tabel 4.3. Kita dapat melihat pada waktu tersebut, perubahan tersebut mengalami kenaikan erlang yang cukup tinggi. Secara garis besar dapat kita asumsikan bahwa pemakaian discount solution untuk pemakaian telepon pada perumahan sangat efektif dalam penggunaan kanal-kanal di saat sistem teleponi dijalankan dari waktu ke waktu, serta penggunaan discount solution untuk pemakaian telepon pada perumahan sangat efektif untuk menaikkan jumlah erlang dan secara tidak langsung merubah pola konsumtif dari suatu customer pada perumahan. Hal ini dapat kita lihat bahwa secara garis besar pada pukul 0 sampai 15 mengalami kenaikan jumlah erlang yang tinggi pada saat discount solution diberlakukan. Nilai persentase kenaikan erlang pada trafik perumahan adalah 14,94 %.

4.2.3 Analisa Trafik Perindustrian



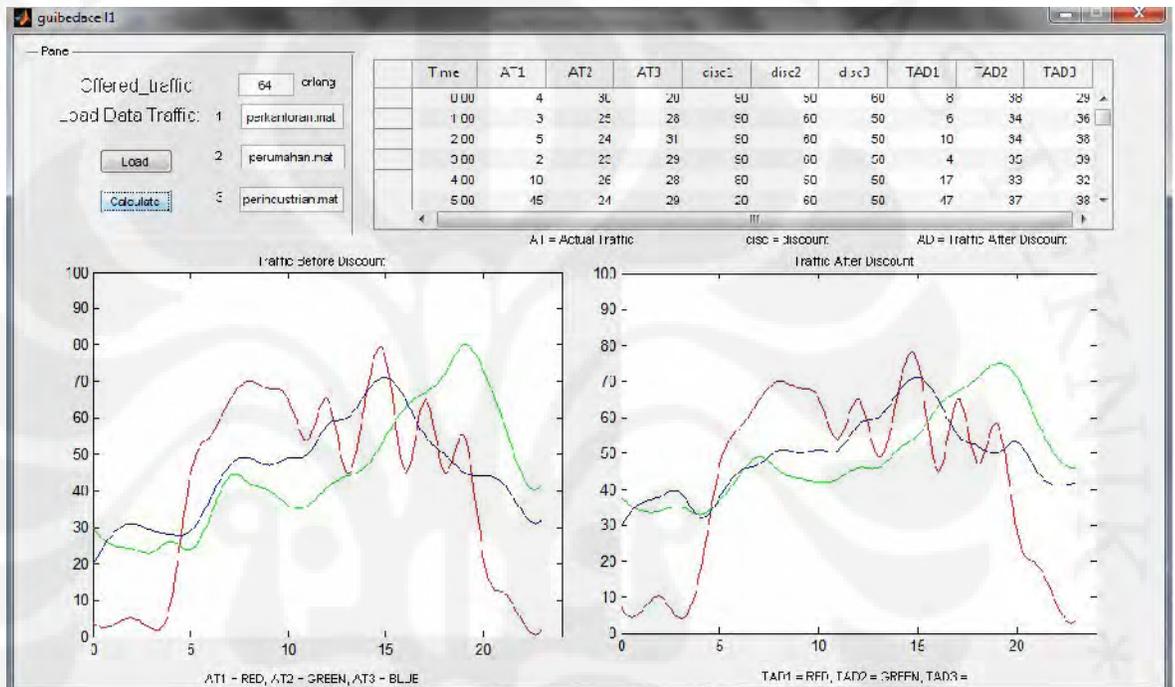
Gambar 4.6 : Grafik Trafik Perindustrian

Tabel 4.4 : Trafik perindustrian

Jam	Erlang Sebelum Diskon	Kategori	Erlang Sesudah Diskon	% perubahan Erlang	% diskon Yang diberikan
0:00	20	Trafik Rendah	31	55.00	60
1:00	28	Trafik Rendah	36	28.57	50
2:00	31	Trafik Rendah	42	35.48	50
3:00	29	Trafik Rendah	35	20.69	50
4:00	28	Trafik Rendah	38	35.71	50
5:00	29	Trafik Rendah	37	27.59	50
6:00	38	Trafik Rendah	44	15.79	40
7:00	47	Trafik Tinggi	48	2.13	20
8:00	49	Trafik Tinggi	53	8.16	20
9:00	47	Trafik Tinggi	50	6.38	20
10:00	49	Trafik Tinggi	51	4.08	20
11:00	50	Trafik Tinggi	53	6.00	20
12:00	58	Trafik Sangat Tinggi	58	0.00	0
13:00	60	Trafik Sangat Tinggi	60	0.00	0
14:00	67	Trafik Sangat Tinggi	67	0.00	0
15:00	71	Trafik Sangat Tinggi	70	-1.41	0
16:00	65	Trafik Sangat Tinggi	65	0.00	0
17:00	55	Trafik Sangat Tinggi	55	0.00	10
18:00	50	Trafik Sangat Tinggi	51	2.00	20
19:00	45	Trafik Sangat Tinggi	47	4.44	20
20:00	44	Trafik Sangat Tinggi	48	9.09	30
21:00	42	Trafik Sangat Tinggi	49	16.67	30
22:00	34	Trafik Sangat Tinggi	41	20.59	40
23:00	32	Trafik Rendah	38	18.75	50

Keterangan grafik pada gambar 4.6 sama dengan keterangan grafik yang terdapat pada gambar 4.4. Pada gambar 4.6 dapat kita lihat bahwa pemberian discount solution pada sektor perindustrian sangat berpengaruh dari setiap waktu yang diberikan. Kalaupun adanya ketidak efektifan dari perubahan yang diberikan pada sektor perindustrian, keadaan hanya berlangsung mulai pukul 12 hingga pukul 17. Keadaan ini tentunya sangat dipengaruhi oleh perilaku dari suatu customer yang berada didalam sektor perindustrian. Dimana kita dapat melihat bahwa pemberian discount solution yang terjadi pada sektor perindustrian tidak mempunyai pengaruh terhadap customer pada sektor perindustrian khususnya pada saat jam

istirahat hingga diberlakukannya waktu untuk pulang kantor. Namun secara keseluruhan, perubahan yang terjadi sejak diberlakukannya *discount solution* berimbas kepada naiknya jumlah erlang yang digunakan pada saat penggunaan telepon didalam sektor perindustrian, walaupun kenaikannya masih jauh apabila dibandingkan dengan sektor perkantoran dan perumahan. Nilai persentase kenaikan erlang untuk trafik perindustrian adalah 13,16 %.



Gambar 4.7 : Hasil Simulasi DDS

Pada grafik gambar 4.7 kita dapat melihat secara keseluruhan bahwa pemberian *discount solution* akan memberikan kenaikan jumlah erlang di setiap waktu pada berbagai sektor, baik itu perkantoran, perumahan, dan perindustrian.

KESIMPULAN

1. Metode *Discount Dynamic Solution* (DDS) sangat efektif dalam menurunkan trafik di jaringan pada waktu puncak dan meningkatkan trafik jaringan saat-saat tenang ketika ada kapasitas jaringan yang tersedia.
2. Nilai efektif diskon yang diberikan pada saat trafik rendah adalah 90 %, dan saat trafik tinggi diberikan diskon 0 % - 5 %.
3. Dengan Menggunakan DDS, dan proses stokastik di didapat rata-rata kenaikan persentase erlang di daerah perkantoran sebesar 32.56 %, tetapi tidak menurunkan erlang secara signifikan disaat trafik sedang tinggi.
 - a. Kenaikan erlang tertinggi pada saat jam 20.00 sebesar 9 erlang.
 - b. Penurunan erlang tertinggi pada saat jam 15.00 sebesar 4 erlang.
4. Dengan Menggunakan DDS, dan proses stokastik di didapat rata-rata kenaikan persentase erlang di daerah perumahan sebesar 14,94 %, tetapi tidak menurunkan erlang secara signifikan disaat trafik sedang tinggi.
 - a. Kenaikan erlang tertinggi pada saat jam 01.00 sebesar 12 erlang.
 - b. Penurunan erlang tertinggi pada saat jam 19.00 sebesar 5 erlang.
5. Dengan Menggunakan DDS, dan proses stokastik di didapat rata-rata kenaikan persentase erlang di daerah perindustrian sebesar 13,16 %, tetapi tidak menurunkan erlang secara signifikan disaat trafik sedang tinggi.
 - a. Kenaikan erlang tertinggi pada saat jam 02.00 sebesar 11 erlang.
 - b. Penurunan erlang tertinggi pada saat jam 15.00 sebesar 1 erlang.

DAFTAR REFERENSI

- [1] DDS Solution Description - Indosat Indonesia rev A, di akses pada tanggal 28 oktober 2010
- [2] Dynamic Discount Solution. Afrika Selatan : Ericsson Rorotika, di akses pada tanggal 10 oktober 2010
- [3] Wikipedia. Global System for Mobile Communications
http://id.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications, di akses pada 1 november 2010
- [4] Wikipedia. *Bandwidth*
<http://en.wikipedia.org/wiki/Bandwidth>, di akses pada 31 oktober 2010
- [5] Favian: Pengertian bandwidth dalam dunia ICT
<http://faviandewanta.wordpress.com/2009/05/26/pengertian-bandwidth-dalam-dunia-ict/>, di akses pada 29 oktober 2010
- [6] Edhy Wahyu. Trafik telekomunikasi
<http://www.edhywahyu.com/teletraffic/trafik-bab-3.html>, di akses pada 29 oktober 2010
- [7] Herlina Wati. Karakteristik Trafik
blog.unila.ac.id/herlinawati/files/2009/10/karakteristik-trafik-2.ppt, di akses pada 12 desember 2010
- [8] Rachmad Resmiyanto. Proses Stokastik
<http://rachmadresmi.blogspot.com/proses-stokastik.html>, di akses pada 1 november 2010
- [9] Staff UI .Probabilitas Diskrit
Staff.ui.ac.id/internal/131944411/material/bab06.ppt, di akses pada 14 desember 2010
- [10] wawancara dengan staff PT. Ericsson Indonesia.
1. 12 september 2010
 2. 10 oktober 2010
 3. 3 desember 2010