

# **ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY over MPLS**

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik ( S1 )



**Disusun Oleh :  
Hilman Mathindes  
0140311-048**

**Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Industri  
Universitas Mercu Buana**

**2008**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : **HILMAN MATHINDES**  
NIM : 0140311-048  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over MPLS

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau menjiplak terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

**Penulis,**

Hilman Mathindes

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over**  
**MPLS**

**Disusun Oleh :**

Nama : **HILMAN MATHINDES**  
NIM : 0140311-048  
Program Studi : Teknik Elektro  
Peminatan : Teknik Telekomunikasi

Menyetujui,

Pembimbing

Koordinator TA

( Ir. Said Attamimi )

( Ir. Yudhi Gunardi, MT )

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

( Ir. Budiyanto Husodo, M.sc )

## ***Abstrak***

*Kebutuhan manusia akan komunikasi data yang begitu besar mendorong timbulnya berbagai antar kerja layanan dari teknologi komunikasi data yang ada sekarang. Teknologi Frame Relay yang lebih dulu diimplementasikan mulai diintegrasikan dengan teknologi MPLS (Multiprotocol Label Switching) yang saat ini sedang banyak dikembangkan.*

*Integrasi teknologi tersebut memunculkan suatu antarkerja layanan yang disebut Frame Relay over MPLS. Dalam Tugas akhir ini akan dibahas performansi atau unjuk kerja dari jaringan Frame Relay over MPLS (FR over MPLS)*

*Keyword : Frame Relay, MPLS*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia dan nikmat-Nya yang selalu memberikan kemudahan kepada hamba-hamba-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **"ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over MPLS"**.

Buku ini disusun dengan segenap kemampuan yang penulis miliki. Harapan penulis adalah semoga buku ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi ilmu pengetahuan khususnya di bidang telekomunikasi.

Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, juga karena bantuan orang-orang disekitar penulis. Penghargaan dan terimakasih sedalam-dalamnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Ir. Said Attamimi. Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk dan saran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, kasih sayang, dan kesabaran dalam menemani penulis selama ini. Semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik.
3. Febriana Ratnasari atas dukungan doa, semangat, dan motivasi serta kesabarannya.
4. Rekan-rekan kerja di PT. CSM yang membantu memberikan support dan informasi serta materi sehingga laporan Tugas Akhir ini bisa penulis selesaikan.

Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya mudah-mudahan semua yang telah diberikan oleh rekan-rekan semua dibalas dengan kebaikan oleh Allah swt. Amin.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam buku ini, dan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan tersebut. Segala kritik dan saran yang membangun penulis terima dengan besar hati.

Jakarta, Februari 2008

Penulis,

**Hilman Mathindes**

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAKSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GRAFIK .....	xi
DAFTAR SINGKATAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Metode Penulisan .....	2
1.5. Sistematikan Penulisan .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Transmission Control Protocol / Internet Protocol ( TCP / IP ) .....	4
2.1.1. Sejarah TCP/IP .....	5
2.1.2. Referensi Model OSI .....	5
2.1.3. Transmission Control Protocol ( TCP ) .....	6
2.1.4. Internet Protocol ( IP ) .....	7
2.1.5. Pengalamatan IP .....	8
2.1.6. Kelas IP Address .....	9
2.1.7. Clasless Inter-Domain Routing ( CIDR ) .....	10
2.2. Frame Relay ( FR ) .....	11
2.2.1. Standarisasi Frame Relay .....	12
2.2.2. Operasi Frame Relay .....	12
2.2.3. Protokol Frame Relay .....	13
2.2.4. Interface Frame Relay .....	14

2.2.5. Perangkat Frame Relay .....	14
2.2.6. Sirkuit Virtual Frame Relay .....	15
2.2.6.1. Switched Virtual Circuit ( SVC ) .....	15
2.2.6.2. Permanent Virtual Circuit ( PVC ) .....	16
2.2.6.3. Data Link Connection Identifier ( DLCI ) .....	16
2.2.7. Local Management Identifier .....	17
2.2.8. Format Frame Relay .....	18
2.2.9. Mekanisme Pengontrolan Kemacetan .....	20
2.2.9.1. Discharded Eligibility Frame Relay .....	20
2.2.9.2. Pengecekan Error Frame Relay .....	21
2.3. Multi Protocol Label Switching ( MPLS ) .....	21
2.3.1. Teori Dasar MPLS .....	22
2.3.1.1. Pelabelan Paket .....	22
2.3.1.2. Label Swaping dan Label Switched Path ( LSP ) .....	22
2.3.1.3. Pemetaan Data Kedalam LSP .....	24
2.3.1.4. Hirarki dan Tunel .....	24
2.3.2. Label Distribution Protokol .....	25
BAB III APLIKASI FRAME RELAY Over MPLS .....	26
3.1. Konfigurasi Pada MPLS .....	26
3.1.1. Terminologi VPN .....	27
3.1.2. Model Implementasi VPN .....	28
3.1.2.1. Model Overlay .....	28
3.1.2.2. Model Peer to Peer .....	30
3.1.3. Komponen VPN .....	31
3.1.3.1. VPN Routing dan Frowarding Table ( Table VRF ) .....	32
3.1.3.2. Routing Distinguisher ( RD ) .....	33
3.1.3.3. Router Traget ( RT ) .....	34
3.1.4. Prosedur Konfigurasi VPN Pada Jaringan MPLS .....	34
3.2. Konfigurasi Pada Jaringan Frame Relay .....	36
3.2.1. Pengontrolan Akses User .....	36
3.2.2. Explicit Congestion Notification .....	39
3.2.2.1. Forward Explicit Congestion Notification .....	40
3.2.2.2. Backward Explicit Congestion Notification .....	40

3.2.3. Implicit Congestion Notification .....	41
3.2.4. Discharded Eligibility ( DE ) .....	41
3.3. Pengukuran Delay Dan Troughput Jaringan .....	42
3.3.1. Delay Jaringan .....	42
3.2.2. Troughput Jaringan .....	43
BAB IV ANALISA UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over MPLS .....	46
4.1. Analisa Delay .....	46
4.1.1. Pengambilan Data Delay .....	46
4.1.2. Perhitungan Delay .....	47
4.1.3. Analisa Data .....	48
4.1.3.1. Analisa Data Peak Hour .....	51
4.2. Analisa Troughput .....	53
4.2.1. Penmabilan Data Troughput .....	55
4.2.2. Perhitungan Troughput .....	56
4.2.3. Analisa Data .....	62
BAB V KESIMPULAN .....	63
DAFTAR PUSTAKA .....	64



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Koneksitas dalam referensi model OSI .....	5
Gambar 2.2. Hubungan antar protokol .....	7
Gambar 2.3. Diagram Internet Protokol ( IP ) .....	8
Gambar 2.4. Interkoneksi LAN dengan menggunakan Frame Relay .....	13
Gambar 2.5. Perbandingan Protokol Frame Relay dan X.25.....	13
Gambar 2.6. Hubungan antara perangkat DTE dan DCE .....	15
Gambar 2.7. Pemetaan DLCI .....	17
Gambar 2.8. Fungsi LMI .....	18
Gambar 2.9.a. Struktur dasar frame .....	18
Gambar 2.9.b. Field informasi pada X.25 .....	18
Gambar 2.9.c. Struktur frame pada Frame Relay .....	18
Gambar 2.9.d. Format header pada Frame Relay .....	18
Gambar 2.10. Shim header diantara network header dan IP header .....	22
Gambar 2.11. Format shim header .....	22
Gambar 2.12. Label Switch Path .....	23
Gambar 2.13. Tunnel LSP membawa banyak LSP .....	25
Gambar 2.14. Distribusi label MPLS .....	25
Gambar 3.1. Konfigurasi umum jaringan Frame Relay over MPLS .....	27
Gambar 3.2. Terminologi VPN .....	28
Gambar 3.3. Overlay VPN .....	30
Gambar 3.4. Peer to Peer VPN .....	31
Gambar 3.5. VPN Virtual Routing Forwarding .....	32
Gambar 3.6. Parameter trafik pada PVC .....	38
Gambar 3.7. Hubungan antara parameter pengontrolan kemacetan dalam jaringan Frame Relay .....	39
Gambar 3.8. Mekanisme FECN and BECN .....	40
Gambar 3.9 Proses terjadinya Implicit Congestion Notification .....	41
Gambar 3.10. Proses terjadinya dischard frame .....	42
Gambar 4.1. Monitoring trafik pada sebuah PVC .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Lapisan – lapisan referensi model OSI .....	6
Tabel 2.2. Alamat IP dalam format dotted decimal .....	8
Tabel 2.3. Kelas Ip Address .....	9
Tabel 2.4. Kelompok oktet pertama dalam desimal dan biner .....	10
Tabel 2.5. LFIB pada LSR W .....	23
Tabel 4.1. Hasil Ping Kondisi Peak Hour .....	46
Tabel 4.2. Hasil penghitungan delay .....	48
Tabel 4.3. Perbandingan hasil penghitungan dan pengukuran .....	48
Tabel 4.4. Hasil pengukuran Ping Kondisi Peak Hour .....	51
Tabel 4.5. Hasil penghitungan Delay Peak Hour .....	51
Tabel 4.6. Perbandingan hasil penghitungan dan pengukuran Peak Hour .....	52
Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Throughput .....	56
Tabel 4.8. Hasil Penghitungan Throughput .....	62
Tabel 4.9. Persentase Throughput Rata – Rata .....	62
Tabel 4.10. Simulasi Up Grade CIR .....	63

## **DAFTAR GRAFIK**

Grafik 4.1. Perbandingan respon time pada CIR 64 Kbps .....	49
Grafik 4.2. Perbandingan respon time pada CIR 96 Kbps .....	49
Grafik 4.3. Perbandingan respon time pada CIR 128 Kbps .....	50

## DAFTAR ISTILAH

ATM	:	<i>Asynchronous Transfer Mode</i> , adalah protokol jaringan yang berbasis sel, yaitu paket-paket kecil yang berukuran tetap (48 byte data).
BGP	:	<i>Border Gateway Protocol</i> , protokol routing inti dari internet yg digunakan untuk melakukan pertukaran informasi routing antar jaringan.
Broadband	:	Memiliki bandwidth lebih besar dari 1 MHz dan mendukung pesat data lebih besar dari 1,5 Mbps
Bandwidth	:	Kecepatan Transmisi yang ditawarkan oleh provider.
CIR	:	<i>Committed Information Rate</i> , Jaminan bandwidth pada virtual circuit.
CR-LDP	:	<i>Constraint-based Label Distribution Protocol</i> , salah satu jenis arsitektur MPLS berdasar pada RFC 3212
Delay	:	Keterlambatan waktu yang terjadi pada jaringan.
DLCI	:	Data Link Connection Identifier, adalah mekanisme pengalamatan dalam <i>frame relay</i> dan diletakkan pada <i>header frame</i> .
ELSR	:	<i>Edge Label Switching Routers</i> , MPLS <i>node</i> yang menghubungkan sebuah MPLS domain dengan <i>node</i> yang berada diluar MPLS domain
FEC	:	<i>forwarding equivalence class</i> , diidentifikasi dengan pemasangan label.
Frame Relay	:	adalah <a href="#">protokol</a> <i>packet-switching</i> yang menghubungkan perangkat-perangkat <a href="#">telekomunikasi</a> pada satu <a href="#">Wide Area Network</a> , Protokol ini bekerja pada <a href="#">lapisan Fisik</a> dan <a href="#">Data Link</a> pada model referensi <a href="#">OSI</a> .
ICMP	:	<i>Internet Control Message Protocol</i> , salah satu protokol inti dari keluarga protokol internet. ICMP utamanya digunakan oleh sistem operasi komputer jaringan untuk mengirim pesan kesalahan yang menyatakan, sebagai contoh, bahwa komputer tujuan tidak bisa dijangkau.

IP	:	<i>Internet Protokol</i> , protokol lapisan jaringan ( <i>network layer</i> dalam <i>OSI Reference Model</i> )
LDP	:	<i>Label Distribution Protocol</i> , suatu prosedur yang digunakan untuk menginformasikan ikatan <i>label</i> yang telah dibuat dari satu LSR ke LSR lainnya dalam satu jaringan MPLS
LFIB	:	<i>Label Forwarding Information Base</i> , sebuah tabel untuk pengambilan keputusan pengiriman suatu paket oleh <i>router</i> .
LMI	:	<i>Local Management Information</i> , sebuah protokol frame relay yang digunakan untuk menentukan status sebuah hubungan.
LSP	:	<i>label-switched path</i> , Merupakan jalur yang melalui satu atau serangkaian LSR dimana paket diteruskan oleh label swapping dari satu MPLS node ke MPLS node yang lain.
LSR	:	<i>label-switched router</i> , MPLS <i>node</i> yang mampu meneruskan paket-paket layer-3
MPLS	:	<i>Multi Protocol Label Switch</i> , teknologi penyampaian paket pada jaringan backbone berkecepatan tinggi. Asas kerjanya menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi circuit-switched dan packet-switched yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya
OSI layer	:	<i>Open Systems Interconnection layer</i> , sebuah model arsitektural jaringan yang dikembangkan oleh badan International Organization for Standardization (ISO) di Eropa pada tahun 1977. Model ini disebut juga dengan model "Model tujuh lapis OSI" ( <i>OSI seven layer model</i> ).
QoS	:	<i>Quality of Service</i> , merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan.
RFC-3031	:	<i>Request for Comment 3031</i> membahas tentang Arsitektur MPLS.
TCP	:	<i>Transmission Control Protocol</i> , suatu protokol yang berada di lapisan transpor (baik itu dalam tujuh lapis model referensi OSI atau model DARPA) yang berorientasi sambungan ( <i>connection-oriented</i> ) dan dapat diandalkan ( <i>reliable</i> ).
Throughput	:	Adalah nilai riil dari penggunaan jaringan yang bisa digunakan dan merupakan bandwidth aktual yang diukur secara spesifik.

- TDM : *Time Division Multiplexing*, suatu jenis digital yang terdiri dari banyak bagian di mana terdapat dua atau lebih saluran yang sama diperoleh dari spektrum frekwensi yang diberikan yaitu, bit arus, atau dengan menyisipkan detakan-detakan yang mewakili bit dari saluran berbeda.
- UDP : *User Datagram Protocol*, salah satu protokol lapisan transpor TCP/IP yang mendukung komunikasi yang tidak andal (*unreliable*), tanpa koneksi (*connectionless*) antara host-host dalam jaringan yang menggunakan TCP/IP.
- VPN : *Virtual Private Network*, yaitu jaringan pribadi (bukan untuk akses umum) yang menggunakan medium nonpribadi (misalnya internet) untuk menghubungkan antar *remote-site* secara aman. Perlu penerapan teknologi tertentu agar walaupun menggunakan medium yang umum, tetapi *traffic* (lalu lintas) antar *remote-site* tidak dapat disadap dengan mudah, juga tidak memungkinkan pihak lain untuk menyusupkan *traffic* yang tidak semestinya ke dalam *remote-site*.
- VRF : *VPN Routing and Forwarding*, dapat didefinisikan sebagai kombinasi antara VPN IP *routing table* dengan VPN IP *forwarding table*
- WAN : *Wide Area Network*, jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan *router* dan saluran komunikasi publik

# **ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY over MPLS**

Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik ( S1 )



**Disusun Oleh :  
Hilman Mathindes  
0140311-048**

**Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Industri  
Universitas Mercu Buana**

**2008**

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : **HILMAN MATHINDES**  
NIM : 0140311-048  
Jurusan : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknologi Industri  
Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over MPLS

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau menjiplak terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

**Penulis,**

Hilman Mathindes



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over**  
**MPLS**

**Disusun Oleh :**

Nama : **HILMAN MATHINDES**  
NIM : 0140311-048  
Program Studi : Teknik Elektro  
Peminatan : Teknik Telekomunikasi

Menyetujui,

Pembimbing

Koordinator TA

( Ir. Said Attamimi )

( Ir. Yudhi Gunardi, MT )

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

( Ir. Budiyanto Husodo, M.sc )

## ***Abstrak***

*Kebutuhan manusia akan komunikasi data yang begitu besar mendorong timbulnya berbagai antar kerja layanan dari teknologi komunikasi data yang ada sekarang. Teknologi Frame Relay yang lebih dulu diimplementasikan mulai diintegrasikan dengan teknologi MPLS (Multiprotocol Label Switching) yang saat ini sedang banyak dikembangkan.*

*Integrasi teknologi tersebut memunculkan suatu antarkerja layanan yang disebut Frame Relay over MPLS. Dalam Tugas akhir ini akan dibahas performansi atau unjuk kerja dari jaringan Frame Relay over MPLS (FR over MPLS)*

*Keyword : Frame Relay, MPLS*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat, karunia dan nikmat-Nya yang selalu memberikan kemudahan kepada hamba-hamba-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **"ANALISIS UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over MPLS"**.

Buku ini disusun dengan segenap kemampuan yang penulis miliki. Harapan penulis adalah semoga buku ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi ilmu pengetahuan khususnya di bidang telekomunikasi.

Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan, juga karena bantuan orang-orang disekitar penulis. Penghargaan dan terimakasih sedalam-dalamnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Ir. Said Attamimi. Selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk dan saran dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga atas doa, kasih sayang, dan kesabaran dalam menemani penulis selama ini. Semoga Allah memberikan balasan yang lebih baik.
3. Febriana Ratnasari atas dukungan doa, semangat, dan motivasi serta kesabarannya.
4. Rekan-rekan kerja di PT. CSM yang membantu memberikan support dan informasi serta materi sehingga laporan Tugas Akhir ini bisa penulis selesaikan.

Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya mudah-mudahan semua yang telah diberikan oleh rekan-rekan semua dibalas dengan kebaikan oleh Allah swt. Amin.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam buku ini, dan penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan tersebut. Segala kritik dan saran yang membangun penulis terima dengan besar hati.

Jakarta, Februari 2008

Penulis,

**Hilman Mathindes**

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAKSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GRAFIK .....	xi
DAFTAR SINGKATAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Metode Penulisan .....	2
1.5. Sistematikan Penulisan .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Transmission Control Protocol / Internet Protocol ( TCP / IP ) .....	4
2.1.1. Sejarah TCP/IP .....	5
2.1.2. Referensi Model OSI .....	5
2.1.3. Transmission Control Protocol ( TCP ) .....	6
2.1.4. Internet Protocol ( IP ) .....	7
2.1.5. Pengalamatan IP .....	8
2.1.6. Kelas IP Address .....	9
2.1.7. Clasless Inter-Domain Routing ( CIDR ) .....	10
2.2. Frame Relay ( FR ) .....	11
2.2.1. Standarisasi Frame Relay .....	12
2.2.2. Operasi Frame Relay .....	12
2.2.3. Protokol Frame Relay .....	13
2.2.4. Interface Frame Relay .....	14

2.2.5. Perangkat Frame Relay .....	14
2.2.6. Sirkuit Virtual Frame Relay .....	15
2.2.6.1. Switched Virtual Circuit ( SVC ) .....	15
2.2.6.2. Permanent Virtual Circuit ( PVC ) .....	16
2.2.6.3. Data Link Connection Identifier ( DLCI ) .....	16
2.2.7. Local Management Identifier .....	17
2.2.8. Format Frame Relay .....	18
2.2.9. Mekanisme Pengontrolan Kemacetan .....	20
2.2.9.1. Discharged Eligibility Frame Relay .....	20
2.2.9.2. Pengecekan Error Frame Relay .....	21
2.3. Multi Protocol Label Switching ( MPLS ) .....	21
2.3.1. Teori Dasar MPLS .....	22
2.3.1.1. Pelabelan Paket .....	22
2.3.1.2. Label Swaping dan Label Switched Path ( LSP ) .....	22
2.3.1.3. Pemetaan Data Kedalam LSP .....	24
2.3.1.4. Hirarki dan Tunel .....	24
2.3.2. Label Distribution Protokol .....	25
BAB III APLIKASI FRAME RELAY Over MPLS .....	26
3.1. Konfigurasi Pada MPLS .....	26
3.1.1. Terminologi VPN .....	27
3.1.2. Model Implementasi VPN .....	28
3.1.2.1. Model Overlay .....	28
3.1.2.2. Model Peer to Peer .....	30
3.1.3. Komponen VPN .....	31
3.1.3.1. VPN Routing dan Frowarding Table ( Table VRF ) .....	32
3.1.3.2. Routing Distinguisher ( RD ) .....	33
3.1.3.3. Router Traget ( RT ) .....	34
3.1.4. Prosedur Konfigurasi VPN Pada Jaringan MPLS .....	34
3.2. Konfigurasi Pada Jaringan Frame Relay .....	36
3.2.1. Pengontrolan Akses User .....	36
3.2.2. Explicit Congestion Notification .....	39
3.2.2.1. Forward Explicit Congestion Notification .....	40
3.2.2.2. Backward Explicit Congestion Notification .....	40

3.2.3. Implicit Congestion Notification .....	41
3.2.4. Discharded Eligibility ( DE ) .....	41
3.3. Pengukuran Delay Dan Troughput Jaringan .....	42
3.3.1. Delay Jaringan .....	42
3.2.2. Troughput Jaringan .....	43
BAB IV ANALISA UNJUK KERJA JARINGAN FRAME RELAY Over MPLS .....	46
4.1. Analisa Delay .....	46
4.1.1. Pengambilan Data Delay .....	46
4.1.2. Perhitungan Delay .....	47
4.1.3. Analisa Data .....	48
4.1.3.1. Analisa Data Peak Hour .....	51
4.2. Analisa Troughput .....	53
4.2.1. Penmabilan Data Troughput .....	55
4.2.2. Perhitungan Troughput .....	56
4.2.3. Analisa Data .....	62
BAB V KESIMPULAN .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Koneksitas dalam referensi model OSI .....	5
Gambar 2.2. Hubungan antar protokol .....	7
Gambar 2.3. Diagram Internet Protokol ( IP ) .....	8
Gambar 2.4. Interkoneksi LAN dengan menggunakan Frame Relay .....	13
Gambar 2.5. Perbandingan Protokol Frame Relay dan X.25.....	13
Gambar 2.6. Hubungan antara perangkat DTE dan DCE .....	15
Gambar 2.7. Pemetaan DLCI .....	17
Gambar 2.8. Fungsi LMI .....	18
Gambar 2.9.a. Struktur dasar frame .....	18
Gambar 2.9.b. Field informasi pada X.25 .....	18
Gambar 2.9.c. Struktur frame pada Frame Relay .....	18
Gambar 2.9.d. Format header pada Frame Relay .....	18
Gambar 2.10. Shim header diantara network header dan IP header .....	22
Gambar 2.11. Format shim header .....	22
Gambar 2.12. Label Switch Path .....	23
Gambar 2.13. Tunnel LSP membawa banyak LSP .....	25
Gambar 2.14. Distribusi label MPLS .....	25
Gambar 3.1. Konfigurasi umum jaringan Frame Relay over MPLS .....	27
Gambar 3.2. Terminologi VPN .....	28
Gambar 3.3. Overlay VPN .....	30
Gambar 3.4. Peer to Peer VPN .....	31
Gambar 3.5. VPN Virtual Routing Forwarding .....	32
Gambar 3.6. Parameter trafik pada PVC .....	38
Gambar 3.7. Hubungan antara parameter pengontrolan kemacetan dalam jaringan Frame Relay .....	39
Gambar 3.8. Mekanisme FECN and BECN .....	40
Gambar 3.9. Proses terjadinya Implicit Congestion Notification .....	41
Gambar 3.10. Proses terjadinya dischard frame .....	42
Gambar 4.1. Monitoring trafik pada sebuah PVC .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Lapisan – lapisan referensi model OSI .....	6
Tabel 2.2. Alamat IP dalam format dotted decimal .....	8
Tabel 2.3. Kelas Ip Address .....	9
Tabel 2.4. Kelompok oktet pertama dalam desimal dan biner .....	10
Tabel 2.5. LFIB pada LSR W .....	23
Tabel 4.1. Hasil Ping Kondisi Peak Hour .....	46
Tabel 4.2. Hasil penghitungan delay .....	48
Tabel 4.3. Perbandingan hasil penghitungan dan pengukuran .....	48
Tabel 4.4. Hasil pengukuran Ping Kondisi Peak Hour .....	51
Tabel 4.5. Hasil penghitungan Delay Peak Hour .....	51
Tabel 4.6. Perbandingan hasil penghitungan dan pengukuran Peak Hour .....	52
Tabel 4.7. Hasil Pengukuran Throughput .....	56
Tabel 4.8. Hasil Penghitungan Throughput .....	62
Tabel 4.9. Persentase Throughput Rata – Rata .....	62
Tabel 4.10. Simulasi Up Grade CIR .....	63



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Perbandingan respon time pada CIR 64 Kbps .....	49
Grafik 4.2. Perbandingan respon time pada CIR 96 Kbps .....	49
Grafik 4.3. Perbandingan respon time pada CIR 128 Kbps .....	50

## DAFTAR ISTILAH

ATM	:	<i>Asynchronous Transfer Mode</i> , adalah protokol jaringan yang berbasis sel, yaitu paket-paket kecil yang berukuran tetap (48 byte data).
BGP	:	<i>Border Gateway Protocol</i> , protokol routing inti dari internet yg digunakan untuk melakukan pertukaran informasi routing antar jaringan.
Broadband	:	Memiliki bandwidth lebih besar dari 1 MHz dan mendukung pesat data lebih besar dari 1,5 Mbps
Bandwidth	:	Kecepatan Transmisi yang ditawarkan oleh provider.
CIR	:	<i>Committed Information Rate</i> , Jaminan bandwidth pada virtual circuit.
CR-LDP	:	<i>Constraint-based Label Distribution Protocol</i> , salah satu jenis arsitektur MPLS berdasar pada RFC 3212
Delay	:	Keterlambatan waktu yang terjadi pada jaringan.
DLCI	:	Data Link Connection Identifier, adalah mekanisme pengalamatan dalam <i>frame relay</i> dan diletakkan pada <i>header frame</i> .
ELSR	:	<i>Edge Label Switching Routers</i> , MPLS <i>node</i> yang menghubungkan sebuah MPLS domain dengan <i>node</i> yang berada diluar MPLS domain
FEC	:	<i>forwarding equivalence class</i> , diidentifikasi dengan pemasangan label.
Frame Relay	:	adalah <a href="#">protokol</a> <i>packet-switching</i> yang menghubungkan perangkat-perangkat <a href="#">telekomunikasi</a> pada satu <a href="#">Wide Area Network</a> , Protokol ini bekerja pada <a href="#">lapisan Fisik</a> dan <a href="#">Data Link</a> pada model referensi <a href="#">OSI</a> .
ICMP	:	<i>Internet Control Message Protocol</i> , salah satu protokol inti dari keluarga protokol internet. ICMP utamanya digunakan oleh sistem operasi komputer jaringan untuk mengirim pesan kesalahan yang menyatakan, sebagai contoh, bahwa komputer tujuan tidak bisa dijangkau.

IP	:	<i>Internet Protokol</i> , protokol lapisan jaringan ( <i>network layer</i> dalam <i>OSI Reference Model</i> )
LDP	:	<i>Label Distribution Protocol</i> , suatu prosedur yang digunakan untuk menginformasikan ikatan <i>label</i> yang telah dibuat dari satu LSR ke LSR lainnya dalam satu jaringan MPLS
LFIB	:	<i>Label Forwarding Information Base</i> , sebuah tabel untuk pengambilan keputusan pengiriman suatu paket oleh <i>router</i> .
LMI	:	<i>Local Management Information</i> , sebuah protokol frame relay yang digunakan untuk menentukan status sebuah hubungan.
LSP	:	<i>label-switched path</i> , Merupakan jalur yang melalui satu atau serangkaian LSR dimana paket diteruskan oleh label swapping dari satu MPLS node ke MPLS node yang lain.
LSR	:	<i>label-switched router</i> , MPLS <i>node</i> yang mampu meneruskan paket-paket layer-3
MPLS	:	<i>Multi Protocol Label Switch</i> , teknologi penyampaian paket pada jaringan backbone berkecepatan tinggi. Asas kerjanya menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi circuit-switched dan packet-switched yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya
OSI layer	:	<i>Open Systems Interconnection layer</i> , sebuah model arsitektural jaringan yang dikembangkan oleh badan International Organization for Standardization (ISO) di Eropa pada tahun 1977. Model ini disebut juga dengan model "Model tujuh lapis OSI" ( <i>OSI seven layer model</i> ).
QoS	:	<i>Quality of Service</i> , merupakan mekanisme jaringan yang memungkinkan aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan.
RFC-3031	:	<i>Request for Comment 3031</i> membahas tentang Arsitektur MPLS.
TCP	:	<i>Transmission Control Protocol</i> , suatu protokol yang berada di lapisan transpor (baik itu dalam tujuh lapis model referensi OSI atau model DARPA) yang berorientasi sambungan ( <i>connection-oriented</i> ) dan dapat diandalkan ( <i>reliable</i> ).
Throughput	:	Adalah nilai riil dari penggunaan jaringan yang bisa digunakan dan merupakan bandwidth aktual yang diukur secara spesifik.

- TDM : *Time Division Multiplexing*, suatu jenis digital yang terdiri dari banyak bagian di mana terdapat dua atau lebih saluran yang sama diperoleh dari spektrum frekwensi yang diberikan yaitu, bit arus, atau dengan menyisipkan detakan-detakan yang mewakili bit dari saluran berbeda.
- UDP : *User Datagram Protocol*, salah satu protokol lapisan transpor TCP/IP yang mendukung komunikasi yang tidak andal (*unreliable*), tanpa koneksi (*connectionless*) antara host-host dalam jaringan yang menggunakan TCP/IP.
- VPN : *Virtual Private Network*, yaitu jaringan pribadi (bukan untuk akses umum) yang menggunakan medium nonpribadi (misalnya internet) untuk menghubungkan antar *remote-site* secara aman. Perlu penerapan teknologi tertentu agar walaupun menggunakan medium yang umum, tetapi *traffic* (lalu lintas) antar *remote-site* tidak dapat disadap dengan mudah, juga tidak memungkinkan pihak lain untuk menyusupkan *traffic* yang tidak semestinya ke dalam *remote-site*.
- VRF : *VPN Routing and Forwarding*, dapat didefinisikan sebagai kombinasi antara VPN IP *routing table* dengan VPN IP *forwarding table*
- WAN : *Wide Area Network*, jaringan komputer yang mencakup area yang besar sebagai contoh yaitu jaringan komputer antar wilayah, kota atau bahkan negara, atau dapat didefinisikan juga sebagai jaringan komputer yang membutuhkan *router* dan saluran komunikasi publik