

Pemanfaatan Protokol LDP over RSVP Dengan Metode Routing IS-IS Pada Jaringan MPLS Untuk Mengoptimalkan KQI

Utilization of LDP over RSVP Protocol with IS-IS Routing Method in MPLS Network to Optimize KQI

Mohammad Hamdani¹ dan Firda Ocktavianti²

¹ Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro, FTI-ISTN

E-mail : mhamdani@istn.ac.id

² Front Office MPLS Engineer PT. Huawei Services Indonesia, Jakarta

E-mail : firdaockta@gmail.com

Abstrak --- Pada makalah ini dibahas tentang pemanfaatan protokol LDP over RSVP dengan metode routing IS-IS pada jaringan MPLS untuk mengoptimalkan KQI. Berkaitan dengan hal tersebut dilakukan suatu mekanisme yang dapat mengoptimalkan KQI Throughput dan Delay antara lain dengan cara menggunakan teknik rekayasa trafik pada jaringan MPLS, yaitu pemilihan saluran data trafik dalam menyeimbangkan beban trafik pada berbagai jalur dan titik pada jaringan (network). Untuk itu diperlukan dua protokol yang digunakan untuk menjamin QoS yang menggunakan parameter pada KQI, yaitu RSVP-TE dipakai sebagai traffic engineering untuk membangun Label Switch Path (LSP) pada router yang nantinya trafik dapat dipindahkan dari suatu link jaringan per-LSP, sedangkan protokol CR-LDP yang bertugas sebagai koneksi antar router yang bekerja setelah protokol IS-IS. Dari hasil implementasi protokol LDP over RSVP didapatkan data trafik hasil re-route LSP dengan menggunakan routing IS-IS untuk mengatasi degradasi KQI Throughput & Delay. Degradasi KQI dapat mengakibatkan menurunnya kecepatan serta meningkatnya delay pada saat mengakses data oleh subscriber yang disebabkan oleh link kongesti akibat adanya Fiber Failure/Fiber Cut. Hasil dari implementasi menunjukkan bahwa protokol LDP over RSVP terbukti dapat mengatasi terjadinya degradasi KQI Throughput & Delay yang disebabkan oleh link kongesti pada jaringan backbone NGN.

Kata Kunci: MPLS, Protokol LDP, Protokol RSVP-TE, Routing IS-IS, KQI Throughput & Delay

Abstract --- This paper discussed about the utilization of LDP over RSVP protocol with IS-IS routing method on MPLS network to optimize KQI. In this regard, we need a mechanism that can be optimizing KQI Throughput & Delay. One of them is by using traffic engineering in MPLS network, that is the selection of traffic data channel to balance the traffic load on various path and points in the network. It required two protocols for guarantee QoS that uses parameters on KQI, that is RSVP-TE protocol are used as traffic engineering to build Label Switch Path (LSP) on routers so that traffic can be moved each LSP from the link on network, while the LDP Protocol serve as connections between routers that worked after the IS-IS protocol. So that from the results of the implementation LDP over RSVP protocol obtained data traffic result of re-route LSP by using IS-IS routing to resolve KQI degradation Throughput & Delay. KQI Degradation can be effect decreased speed and increased delay when accessing data by subscriber caused by congestion link due to Fiber Failure/Fiber Cut. The results of this implementation shows that the LDP over RSVP protocol evident can resolve KQI degradation Throughput & Delay caused by congestion link on the NGN backbone network.

Keywords: MPLS, LDP Protocol, RSVP-TE Protocol, IS-IS Routing, KQI Throughput & Delay

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini, mendorong adanya kebutuhan untuk mewujudkan jaringan informasi yang menyediakan layanan dan kapasitas yang baik guna mencukupi kebutuhan pada teknologi yang sedang berkembang. Salah satunya pada layanan komunikasi data yang memberikan suatu kenyamanan dan kemudahan dalam berkomunikasi. Layanan komunikasi data tersebut hadir dengan layanan seperti Internet dan lain sebagainya. Oleh karena itu, semakin banyaknya penggunaan jenis layanan ini maka dapat mengakibatkan *traffic* yang akan

meningkat dan permintaan *bandwidth* yang semakin besar dan bukan tidak mungkin akan melebihi kapasitas link yang tersedia.

Dengan kondisi yang seperti ini, dapat mengakibatkan kinerja suatu jaringan akan menurun yang disebabkan oleh kongesti pada jaringan. Kongesti merupakan sebuah kondisi yang tercapai ketika permintaan terhadap sumber daya melebihi kapasitas yang rendah pada interval waktu tertentu. Oleh karena itu diperlukan waktu pengaturan mekanisme antrian yang tepat agar kondisi jaringan dapat normal kembali. Kongesti pada jaringan MPLS akan membawa pengaruh

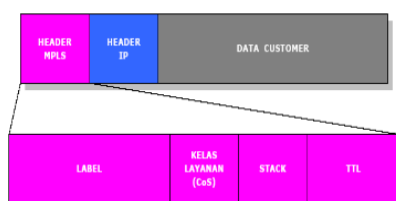
besar pada kualitas layanan, yang dapat menurunkan kinerja jaringan karena *throughput* rendah dan *delay* yang besar atau biasa disebut *Key Quality Indicator* (KQI). KQI adalah indikator yang berfungsi sebagai parameter kualitas jaringan yang digunakan oleh *subscriber* pada satu area tersebut.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka dibutuhkan suatu mekanisme yang dapat menjamin KQI *Throughput* dan *Delay*. Mekanisme yang digunakan ialah teknik rekayasa trafik MPLS-TE. MPLS-TE (*Multi Protocol Label Switching – Traffic Engineering*) menggabungkan secara bersamaan kelebihan dari MPLS dan Traffic Engineering. Protokol pensinyalan yang bisa digunakan dalam MPLS-TE ini ada 2 (dua) macam, yaitu *Resource Reservation Protocol* (RSVP) dan *Label Distribution Protocol* (LDP). Penggunaan dari kedua protokol pensinyalan tersebut masih mempunyai beberapa masalah. Diantaranya adalah masalah konfigurasi yang masih dilakukan secara manual, masalah keterbatasan skalabilitas, dan juga masalah lambatnya proses *failover* saat ada satu bagian jaringan yang putus.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. MPLS (Multi Protocol Label Switching)

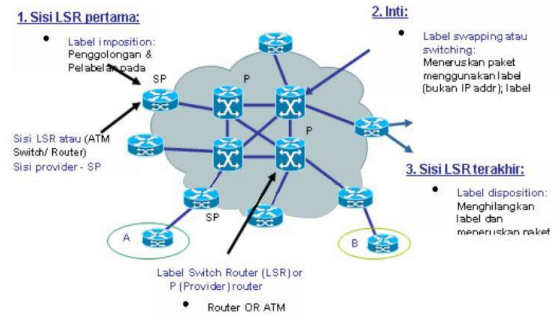
Multiprotocol Label Switching (MPLS) [2] adalah arsitektur network yang didefinisikan oleh IETF untuk memadukan mekanisme label swapping di layer 2 dengan routing di layer 3 untuk mempercepat pengiriman paket. Header MPLS terdiri atas 32 bit data, termasuk 20 bit label, 2 bit eksperimen, dan 1 bit identifikasi stack, serta 8 bit TTL. Label adalah bagian dari header, memiliki panjang yang bersifat tetap, dan merupakan satu-satunya tanda identifikasi paket. Label digunakan untuk proses forwarding, termasuk proses traffic engineering. Enkapsulasi paket pada MPLS dapat terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Enkapsulasi paket pada MPLS

2.1.1. Arsitektur MPLS

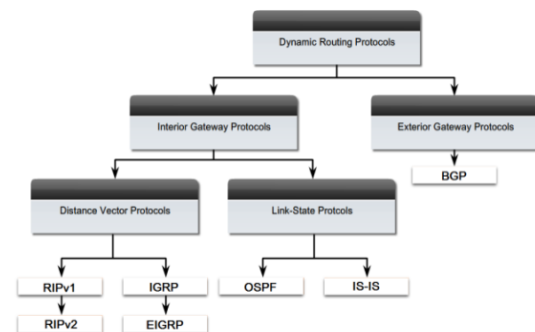
Jaringan MPLS terdiri atas sirkuit yang disebut label-switched path (LSP), yang menghubungkan titik-titik dengan sebutan label-switched router (LSR). Setiap LSP dikaitkan dengan sebuah forwarding equivalence class (FEC), yang merupakan kumpulan paket yang menerima perlakuan forwarding yang sama di sebuah LSR. FEC diidentifikasi dengan pemasangan label.



Gambar 2. Arsitektur Jaringan MPLS

2.2. Routing Protocol

Routing IP adalah proses pengiriman data dari satu host dalam satu network ke host dalam network yang lain melalui suatu router[6]. Agar router dapat mengetahui bagaimana meneruskan paket-paket ke alamat yang dituju dengan menggunakan jalur terbaik, router menggunakan peta atau tabel routing. *Table routing* adalah tabel yang memuat seluruh informasi IP address dari interfaces router yang lain sehingga router yang satu dengan router lainnya bisa berkomunikasi.



Gambar 3. Routing Protocol pada MPLS

2.3. Metode Routing IS-IS

ISIS merupakan salah satu routing protocol yang diciptakan untuk OSI mode, menggunakan metode link state sebagai metode pengumpulan rutanya, ISIS juga akan melakukan pengumpulan informasi dan status dari semua link yang ada dalam jaringannya[6].

Distance Vector melakukan pengumpulan rute dengan cara melakukan penghitungan jumlah perangkat router yang terbentang dari titik asal menuju ke tujuannya. Metode Link State melakukan tracking atau penyelidikan terhadap semua koneksi yang ada dalam jaringan. Status dari koneksi-koneksi tersebut, jenis dan tipe koneksi, bahkan kecepatan dari koneksi tersebut semuanya dikumpulkan menjadi sebuah informasi.

2.4. MPLS-TE LDP over RSVP

LDP adalah protokol yang paling sederhana dari protokol signaling di MPLS. Hanya dengan mengaktifkan LDP pada node / interface, label

secara otomatis dapat diteruskan untuk setiap rute dalam tabel routing untuk semua neighbor LDP. LDP adalah protocol pembuat LSP yang sederhana. Full mesh LSP secara otomatis dibuat sehingga semua node saling berhubungan dengan LDP[8].

RSVP-TE menciptakan LSP ketika parameter untuk LSP dikonfigurasi secara manual. Jika parameter dapat dipenuhi berdasarkan informasi dalam database rekayasa lalu lintas, RSVP-TE signaling digunakan untuk membuat sambungan (LSP). Parameter ini meliputi tujuan dan mungkin termasuk pilihan seperti: kebutuhan bandwidth, atribut link, rute eksplisit, backup dan cepat reroute dan lain-lain.

2.5. Quality of Service (QoS)

Quality of Service didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. Tujuan dari QoS adalah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. Kinerja jaringan MPLS dievaluasi berdasarkan parameter-parameter kualitas layanan yaitu, *delay*, *jitter*, *packet loss* dan *throughput*.

a) Rate

Rasio jumlah bits yang dipindahkan /ditransmisikan antar dua perangkat dalam satuan waktu tertentu, umumnya dalam detik. Bit Rate sama dengan istilah lain data rate, data transfer rate dan bit time.

b) Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama.

Tabel 1. One-Way Delay/Latency [9]

Kategori Latency	Besar Delay
<i>Excellent</i>	<150 ms
<i>Good</i>	150 s/d 300 ms
<i>Poor</i>	300 s/d 450 ms
<i>Unacceptable</i>	>450 ms

c) Packet Loss atau Error

Packet Loss merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang.

Tabel 2. Packet Loss [9]

Kategori Degradasi	Packet Loss
Sangat Bagus	0
Bagus	3%
Sedang	15%
Jelek	25%

d) Jitter

Jitter didefinisikan sebagai variasi dari delay atau selisih delay pertama dengan delay setelahnya. Delay yang diakibatkan oleh panjang antrian dalam suatu pengolahan data dan reassemble paket-paket data di akhir pengiriman akibat kegagalan sebelumnya. Jitter merupakan masalah yang khas pada *connectionless* atau *packet switch network*.

Tabel 3. Jitter [9]

Kategori Degradasi	Peak Jitter
Sangat Bagus	0
Bagus	0 s/d 75 ms
Sedang	76 s/d 125 ms
Jelek	125 s/d 225 ms

e) Throughput

Throughput adalah kecepatan (rate) transfer data efektif yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah bit yang sukses dikirim dari suatu terminal tertentu didalam sebuah jaringan, atau dari suatu titik ke titik jaringan yang lain dibandingkan dengan total waktu pengiriman. Berikut adalah perhitungan rumus dalam mencari nilai throughput :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket diterima}}{\text{Time between first and last packet}} \quad (2.1)$$

2.6. Key Quality Indicators (KQI)

Key Quality Indicators (KQI) dalam hal ini *Page Download Throughput* adalah parameter yang dipakai untuk melihat seberapa besar kecepatan internet yang digunakan oleh subscriber di daerah tertentu tergantung juga oleh coverage areanya. Parameter yang dapat dilihat pada KQI ini adalah Throughput dan Delay.

Untuk menghitung besarnya degradasi /penurunan throughput digunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta \text{ Degradasi Throughput (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan :

- A = 1 Day Ago (Kbps)
- B = Current Period (Kbps)

Sedangkan untuk menghitung besarnya degradasi/kenaikan delay digunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta \text{ Degradasi Delay (\%)} = \frac{B-A}{A} \times 100\% \quad (2.3)$$

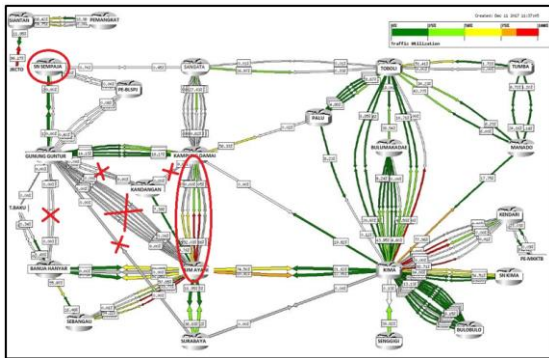
Keterangan :

- A = 1 Day Ago (Kbps)
- B = Current Period (Kbps)

3. METODE

3.1 Topologi MPLS Kalimantan – Sulawesi

Topologi Jaringan MPLS di PT XL Axiata untuk wilayah Kalimantan - Sulawesi yang ditunjukkan pada Gambar 4 menggunakan koneksi logical antar router dengan metode routing IS-IS sehingga dapat menghubungkan antara router satu dengan router yang lainnya.



Gambar 4. Topologi Jaringan MPLS Kalimantan – Sulawesi

3.2. Konfigurasi IS-IS

Konfigurasi IS-IS yang sudah di aplikasikan pada topologi Kalimantan – Sulawesi akan melakukan hello packet sesuai dengan konfigurasi yang telah ditentukan dimasing-masing router. Misal router Ahmad Yani akan mengirimkan hello packet setiap 20 detik sekali, jika pengiriman paket data gagal sebanyak 3 kali ke router tetangganya maka status interface pada router tersebut akan down. Status logical IS-IS 1x10GE Ahmad Yani <> Kima dalam kondisi Up, hal ini dapat terlihat pada Gambar 5.

```
C-BJAHY-01> show isis adjacency C-MKKMA-01 extensive
C-MKKMA-01
Interface: xe-1/1/0.0, Level: 2, State: Up, Expires in 22 secs
Priority: 0, Up/Down transitions: 9, Last transition: 6w0d 22:45:19 ago
Circuit type: 2, Speaks: IP, IPv6
Topologies: Unicast
Restart capable: Yes, Adjacency advertisement: Advertise
IP addresses: 121.52.42.58
Transition log:
When      State      Event      Down reason
Mon Nov 6 14:48:45 Down      Interface Down Interface Down
Mon Nov 6 14:48:47 Up        Seenself
Wed Nov 8 08:48:33 Down      Interface Down Interface Down
Wed Nov 8 08:48:35 Up        Seenself
```

Gambar 5. IS-IS C-BJAHY-01 <> C-MKKMA-0 dalam kondisi Up

3.3. Protocol LDP over RSVP

Protocol LDP over RSVP pada MPLS merupakan protocol signalling yang digunakan untuk proses *Traffic Engineering. Label Distribution*

Protocol (LDP) digunakan untuk koneksi antar router atau mendistribusikan informasi label diantara jaringan MPLS dengan perangkat jaringan lainnya. Konfigurasi LDP pada router C-BJAHY-01 ditunjukkan pada Gambar 6.

```
C-BJAHY-01> show configuration protocols ldp
track-igmp-metric;
label-withdrawal-delay 90;
interface ge-0/1/7.0;
interface ge-0/1/8.0;
interface lo0.0;
targeted-hello {
  hold-time 90;
}
```

Gambar 6. Konfigurasi LDP pada router C-BJAHY-01

RSVP-TE signalling digunakan untuk membuat sambungan LSP (Label Switch Path). Pada aplikasinya protokol RSVP ini digunakan untuk re-route LSP. Konfigurasi RSVP pada C-BJAHY-01 ditunjukkan pada Gambar 7.

```
C-BJAHY-01> show configuration protocols rsvp
apply-groups rsvp-group;
interface ge-0/0/0.0;
interface ge-0/0/1.0;
interface ge-0/0/4.0;
interface ge-0/0/5.0;
interface ge-0/0/6.0;
interface ge-0/0/7.0;
interface ge-0/1/2.0;
interface ge-0/1/4.0;
interface ge-0/1/7.0;
interface xe-1/0/0.0; to C-BJAHY-02
interface xe-1/1/0.0;
interface ae3.0;
interface ae2.0;
interface xe-4/2/0.0;
interface so-3/0/0.0;
interface ae1.0;
interface as0.0;
interface as2.0;
interface ge-0/1/6.0;
interface ae4.0; to C-BLKPD-01
interface xe-0/2/1.0;
```

Gambar 7. Konfigurasi RSVP pada C-BJAHY-01

3.4. Langkah-Langkah Re-Route LSP

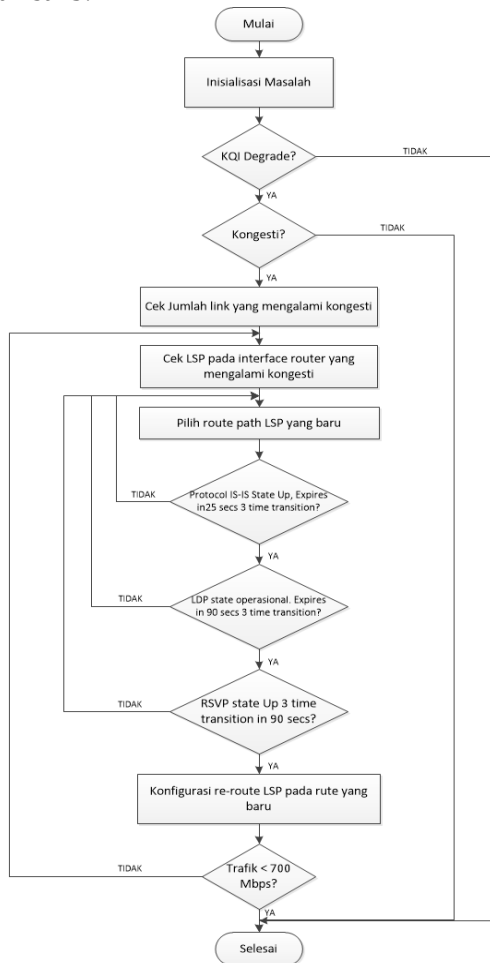
Hal-hal yang perlu dilakukan saat melakukan re-route LSP atau pembatasan trafik dapat dilihat pada Gambar 8.

3.4.1. Inisialisasi Masalah

Saat terjadinya Fiber Failure/Fiber Cut section Muara Uya <> Batu Sopang & Problem Board NS3 DWDM Faulty, dapat menyebabkan link 2x1GE Banjarmasin Ahmad Yani <> Balikpapan Kamung Damai mengalami kondisi kongesti dengan output rate pada masing-masing link sebesar 956 Mbps & 953 Mbps. Impact yang terjadi ketika link Banjarmasin Ahmad Yani <> Balikpapan Kamung Damai kongesti ialah team SQDT mendeteksi KQI Degrade pada RNSAM01 (RNC Samarinda) kearah SGPTK02 (SGSN Pontianak). KQI Degrade dapat mengakibatkan menurunnya kecepatan serta meningkatnya delay pada saat mengakses data.

3.4.2. LSP interface pada C-BJAHY-01 ge-0/1/2 & ge-0/1/6

Langkah kedua pada saat re-route LSP yaitu melihat trafik yang melewati interface yang kongesti dengan command yang ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 8. Flowchart Re-Route LSP

```
C-BJAHY-01# show mpls session interface ae4.0 statistics
Ingress RSVP: 189 sessions
Total 0 displayed, Up 0, Down 0
```

To	From	State	Packets	Bytes	LSPName
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	184463238	181988021708	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	213801102	20791833165	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-D
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	218995134	205218980277	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-C
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	174383244	17549996146	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-E
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	199749646	20118032468	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-E
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	213335941	21711210612	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-F
111.215.186.172	202.152.247.10	Up	197868125	19525893835	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-G
111.215.186.168	202.152.247.10	Up	0	0	Bypass->112.215.134.102
111.215.186.167	202.152.247.10	Up	0	0	Bypass->112.215.134.102->112.215.134.106
202.152.247.78	202.152.247.10	Up	0	0	3G-C-BJAHY-01-C-BLKPD-01C-C
202.152.247.78	202.152.247.10	Up	0	0	3G-C-BJAHY-01-C-BLKPD-01C-B
202.152.247.78	202.152.247.10	Up	0	0	3G-C-BJAHY-01-C-BLKPD-01C
202.152.247.89	202.152.247.10	Up	126805397	25965659023	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-A
202.152.247.89	202.152.247.10	Up	123133982	28142401682	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-D
202.152.247.89	202.152.247.10	Up	189547412	21863985185	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-C
202.152.247.91	202.152.247.10	Up	0	0	Bypass->112.215.127.102->112.215.127.50
Total 17 displayed, Up 17, Down 0					

```
Egress RSVP: 95 sessions
Total 0 displayed, Up 0, Down 0
```

```
Transit RSVP: 273 sessions
Total 0 displayed, Up 0, Down 0
```

To	From	State	Packets	Bytes	LSPName
202.152.246.94	112.215.48.97	Up	29805351	383945159774	3G-AG-MKKMA-02-PE-MKPLU-02-D
202.152.246.94	112.215.48.97	Up	484479455	541714385471	3G-AG-MKKMA-02-PE-MKPLU-02-D
202.152.246.94	112.215.48.97	Up	374504999	397952814458	3G-AG-MKKMA-02-PE-MKPLU-02-D
202.152.247.78	202.152.247.216	Up	0	0	Bypass->112.215.189.58->112.215.11.38
202.152.247.78	202.152.247.10	Up	0	0	Bypass->112.215.127.102->112.215.127.49
202.152.247.78	202.152.247.10	Up	0	0	Bypass->112.215.11.38
111.215.186.172	202.152.246.131	Up	0	0	3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01-A
202.152.247.78	202.152.246.131	Up	0	0	Bypass->112.215.0.141->112.215.134.214
202.152.247.91	202.152.246.131	Up	0	0	3G-C-BJAHY-01-C-BLKPD-01C-D
202.152.247.91	202.152.246.131	Up	0	0	Bypass->112.215.42.117
Total 18 displayed, Up 18, Down 0					

Gambar 9. LSP pada interface ge-0/1/2 & ge-0/1/6

3.4.3. Pemilihan Rutepath yang baru

Dalam pemilihan rutepath yang baru ditentukan dengan syarat sebagai berikut:

- Kapasitas link lebih besar daripada link yang mengalami kongesti

- Koneksi logical metode routing IS-IS & interface dalam kondisi UP
- Link dalam kondisi normal, tidak intermittent atau terdapat alarm transmisi ES counting
- Protocol LDP establish
- Protocol RSVP establish
- Jalur baru yang akan dilewati tidak dalam kondisi kongesti

3.4.4. Konfigurasi rutepath baru ke dalam LSP

Untuk membuat konfigurasi path yang melewati Ahmad Yani <> Kampung Damai dengan path via_C-BJAHY-01_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_C-MKKMA-01_PE-MKPLU-01_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 yang ditunjukkan pada gambar 10.

```
C-BJAHY-01# show configuration | match via_C-BJAHY-01_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-01_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 | display set
set protocols mpls label-switched-path 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 primary via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-01_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01
set protocols mpls path via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 111.215.127.38 strict
set protocols mpls path via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 111.215.134.216 strict
set protocols mpls path via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 111.215.127.161 strict
set protocols mpls path via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 111.215.204.62 strict
set protocols mpls path via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01 111.215.109.34 strict
```

Gambar 10. Konfigurasi Protocol MPLS Path via C-MKKMA-02

Konfigurasi protocol MPLS path tersebut diaktifkan kedalam konfigurasi protocol MPLS LSP C-BJAHY-01 <> AG-BLKPD-01 setelah dibuatkan path / jalur melalui Sulawesi. LSP akan melalui Path Primary setelah dilakukan konfigurasi pada LSP yang ditunjukkan pada gambar 11.

```
C-BJAHY-01#edit protocols mpls label-switched-path 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01
{master}[edit protocols mpls label-switched-path 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01]
C-BJAHY-01#set primary via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-01_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01
{master}[edit protocols mpls label-switched-path 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01]
C-BJAHY-01#activate secondary LSP_Standby
{master}[edit protocols mpls label-switched-path 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01]
C-BJAHY-01#show
to 112.215.186.172;
node-link-protection;
inactive: primary via_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-01_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01;
primary via_C-BJAHY-02_C-MKKMA-02_PE-MKPLU-02_AG-BLKPD-01;
secondary LSP_Standby (
standby;
)
C-BJAHY-01#commit synchronize and-quit
re0:
configuration check succeeds
rel:
commit complete
re0:
commit complete
Exiting configuration mode
```

Gambar 11. Konfigurasi C-BJAHY-01 <> AG-BLKPD-0 setelah re-route

Setelah LSP C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 dipindahkan melalui Sulawesi, trafik yang melalui interface ge-0/1/2 & interface ge-0/1/6 menjadi berkurang masing-masing sebesar 264 Mbps & 281 Mbps. Trafik interface ge-0/1/2 & ge-0/1/6 setelah dilakukan re-route LSP ditunjukkan pada gambar 12.

```
C-BJAHY-01# show interfaces ge-0/1/2 | match rate
Input rate : 165329960 bps (172169 pps)
Output rate : 689451400 bps (109280 pps)

C-BJAHY-01# show interfaces ge-0/1/6 | match rate
Input rate : 178560550 bps (148493 pps)
Output rate : 675406000 bps (104999 pps)
```

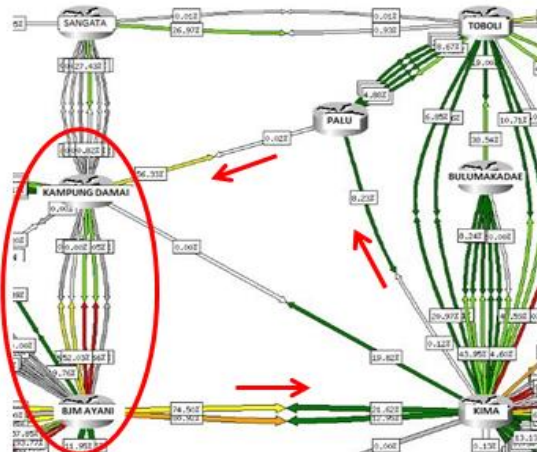
Gambar 12. Trafik interface ge-0/1/2 & ge-0/1/6 setelah dilakukan re-route LSP

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Implementasi

Dari hasil implementasi LDP over RSVP untuk trafik engineering-nya yang telah diimplementasikan pada pembahasan sebelumnya, diketahui bahwa pada kasus link kongesti 2x1GE Banjarmasin Ahmad Yani <> Balikpapan Kampung Damai dilakukan dengan cara re-route trafik LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 melalui rute/jalur Sulawesi. Trafik LSP yang dipindahkan masing-masing interface sebesar 264 Mbps & 281 Mbps. Sehingga pada C-BJAHY-01 interface ge-0/1/2 & interface ge-0/1/6 sebelumnya mengalami kongesti menjadi tidak kongesti setelah dilakukan re-route LSP.

Path LSP dibagi menjadi dua, yaitu Path Primary & Path Secondary. Pada path primary LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 pada interface C-BJAHY-01 akan melalui rute/path **C-BJAHY-01 (xe-1/0/0) <> C-BJAHY-02 (xe-1/3/0) <> C-MKKMA-02 (ae3) <> C-MKKMA-01 (ge-0/3/1) <> PE-MKPLU-01 (xe-0/0/0) <> PE-MKPLU-02 (ge-1/0/1) <> AG-BLKPD-01** yang ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Re-route LSP melalui jalur Palu <> Kampung Damai via Kimba

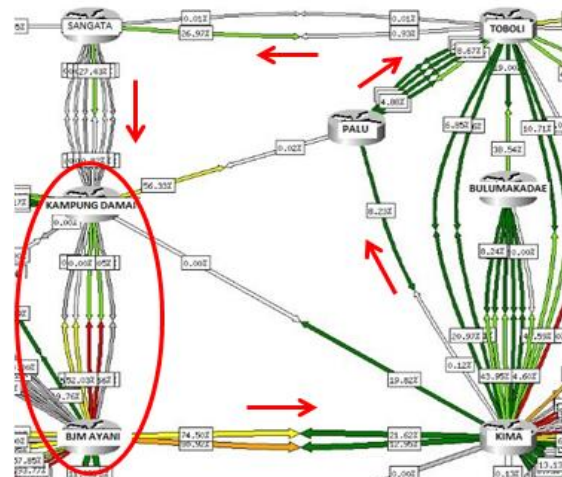
Selain itu juga mempertimbangkan metric pada jaringan MPLS. Metric adalah nilai yang digunakan oleh routing protocol untuk menentukan apakah sebuah jalur merupakan best path atau bukan. Semakin kecil nilai metric berarti rute/jalur tersebut makin baik. Metric LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 melalui jalur PE-MKPLU-02 <> AG-BLKPD-01 ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Metric LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 melalui jalur PE-MKPLU-02 <> AG-BLKPD-01

Link	Interface	Metric
C-BJAHY-01 <> C-BJAHY-02	xe-1/0/0	100
C-BJAHY-02 <> C-MKKMA-02	xe-1/3/0	100
C-MKKMA-02 <> C-MKKMA-01	ae3	50
C-MKKMA-01 <> PE-MKPLU-01	ge-0/3/1	1000
PE-MKPLU-01 <> PE-MKPLU-02	xe-0/0/0	100
PE-MKPLU-02 <> AG-BLKPD-01	ge-1/0/1	1000
Total Metric		2350

Berdasarkan tabel 4, total Metric pada LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 melewati rute PE-MKPLU-02 <> AG-BLKPD-01 (Makassar Palu <> Balikpapan Damai) sebesar 2350.

Selain memilih *route path* yang baru melalui Palu <> Kampung Damai, LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 juga dapat dipindahkan melalui AG-MKTBL-01 <> PE-BLSGT-01 (Makassar Toboli <> Balikpapan Sangata) yang ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 14. Re-route LSP melalui jalur Toboli <> Sangata via Kimba

Sehingga total Metric pada LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 melewati rute AG-MKTBL-01 <> PE-BLSGT-01 (Makassar Toboli <> Balikpapan Sangata) sebesar 6265 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Metric LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 melalui jalur AG-MKTBL-01 <> PE-BLSGT-01

Link	Interface	Metric
C-BJAHY-01 <> C-BJAHY-02	xe-1/0/0	100
C-BJAHY-02 <> C-MKKMA-02	xe-1/3/0	100
C-MKKMA-02 <> C-MKKMA-01	ae3	50
C-MKKMA-01 <> PE-MKPLU-01	ge-0/3/1	1000
PE-MKPLU-01 <> PE-MKPLU-02	xe-0/0/0	100
PE-MKPLU-02 <> AG-MKTBL-02	ae2	500
AG-MKTBL-02 <> AG-MKTBL-01	xe-1/0/0	100
AG-MKTBL-01 <> PE-BLSGT-01	as3	3215
PE-BLSGT-01 <> PE-BLSGT-02	xe-0/0/0	100
PE-BLSGT-02 <> AG-BLKPD-01	ge-1/0/5	1000
Total Metric		6265

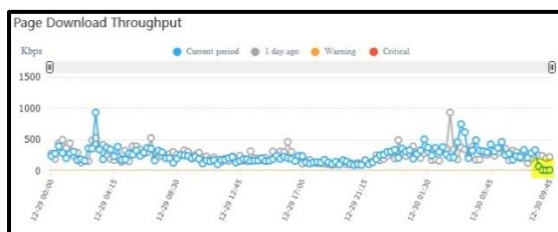
Dengan membandingkan total metric pada kedua rute tersebut maka yang akan dipilih ialah rute dengan metric terkecil yaitu LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 yang melewati rute PE-MKPLU-02 <> AG-BLKPD-01 (Makassar Palu <> Balikpapan Damai).

4.2 Evaluasi Key Quality Indicators (KQI)

Degradasi KQI *Throughput & Delay* pada RNSAM01 disebabkan oleh link 2x1GE Ahmad Yani <> Kampung Damai yang mengalami kondisi kongesti saat terjadi *Fiber Failure/Fiber Cut*.

4.3 Evaluasi Degradasi pada Throughput

Degradasi KQI pada *Throughput* yang ditunjukkan pada gambar 15 dapat mengakibatkan menurunnya kecepatan pada saat mengakses suatu web (browsing) yang dirasakan oleh subscriber.



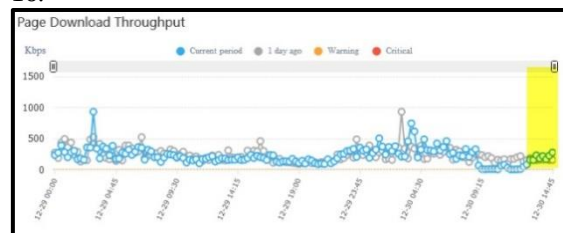
Gambar 15. Degradasi pada Throughput

Nilai Δ Degradasi *Throughput* (%) yang ditunjukkan pada tabel 5 didapatkan berdasarkan persamaan (2.2) dengan menggunakan parameter *throughput* saat sehari sebelumnya (1 day ago) dan *throughput* periode saat ini (current period).

Tabel 6. Δ Degradasi Throughput (%)

Waktu	1 Day Ago (A) (Kbps)	Current Period (B) (Kbps)	Δ Degradasi Throughput (%)
2017-12-30 08:45	255.15	331.33	-
2017-12-30 09:00	246.63	68.24	72,33
2017-12-30 09:15	236.75	13.33	94,37
2017-12-30 09:30	200.49	10.05	94,99
2017-12-30 09:45	222.33	11.23	94,95
2017-12-30 10:00	190.52	10.74	94,36
2017-12-30 10:15	115.96	10.97	90,54
2017-12-30 10:30	162.64	9.97	93,87
2017-12-30 10:45	151.66	67.38	55,57
2017-12-30 11:00	169.05	80.71	52,26
2017-12-30 11:15	103.59	34.33	66,86
2017-12-30 11:30	174.88	6.84	96,09
2017-12-30 11:45	177.35	7.55	95,74
2017-12-30 12:00	203.56	10.07	95,05
2017-12-30 12:15	219.74	12.02	94,53
2017-12-30 12:30	133.76	50.44	62,29
2017-12-30 12:45	158.38	86.33	45,49
2017-12-30 13:00	186.56	159.83	14,33
2017-12-30 13:15	182.75	156.48	14,37
2017-12-30 13:30	159.18	235.22	-

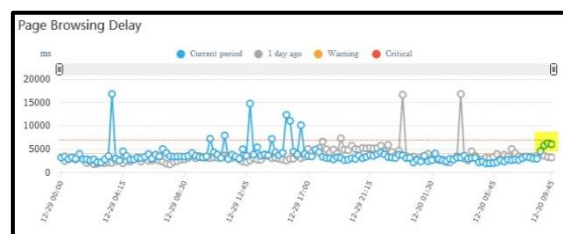
Untuk mengatasi degradasi/penurunan KQI *throughput* yang disebabkan oleh link kongesti tersebut adalah dengan cara mengimplementasikan LDP over RSVP (balancing) yang sudah dibahas pada bab 3 sebelumnya. KQI *Throughput Back to Normal After Balancing* ditunjukkan pada gambar 16.



Gambar 16. KQI Throughput Back to Normal After Balancing

4.4 Evaluasi Degradasi pada Delay

Perubahan KQI *Delay* yang dimaksudkan disini adalah proses saat mengakses suatu web (browsing) tidak dengan kecepatan yang seharusnya, yang biasa disebut lambat. Hal ini yang menyebabkan adanya degradasi/kenaikan *Delay* yang dirasakan oleh subscriber yang di cover area RNSAM01 (RNC Samarinda) yang ditunjukkan pada gambar 17.



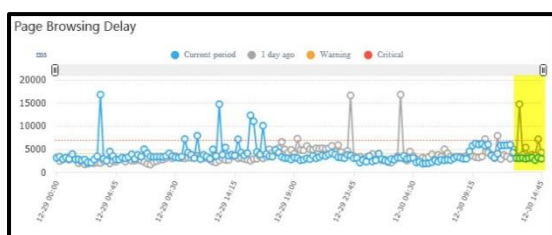
Gambar 17. Degradasi pada Delay

Nilai Δ Degradasi Delay (%) yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 didapatkan berdasarkan persamaan (2.3) dengan menggunakan parameter delay saat sehari sebelumnya (1 day ago) dan delay periode saat ini (current period).

Tabel 7. Δ Degradasi Delay (%)

Waktu	1 Day Ago (A) (ms)	Current Period (B) (ms)	Δ Degradasi Delay (%)
2017-12-30 08:45	3547	2971	-
2017-12-30 09:00	4138	4547	9,88
2017-12-30 09:15	3549	5785	63,00
2017-12-30 09:30	3294	6227	89,04
2017-12-30 09:45	3187	6033	89,30
2017-12-30 10:00	3423	6181	80,57
2017-12-30 10:15	7217	5764	-
2017-12-30 10:30	4308	6075	41,02
2017-12-30 10:45	3833	3657	-
2017-12-30 11:00	3064	3193	4,21
2017-12-30 11:15	7952	4065	-
2017-12-30 11:30	2860	5830	103,85
2017-12-30 11:45	3800	5863	54,29
2017-12-30 12:00	3407	5908	73,41
2017-12-30 12:15	2940	5971	103,09
2017-12-30 12:30	4996	4293	-
2017-12-30 12:45	3559	3075	-
2017-12-30 13:00	14749	3031	-
2017-12-30 13:15	3841	3132	-
2017-12-30 13:30	5389	2959	-

Untuk mengatasi degradasi/kenaikan KQI delay yang disebabkan oleh link kongesti tersebut sama halnya dengan saat degradasi/penurunan *throughput* yaitu dengan cara mengimplementasikan LDP over RSVP (*balancing*) yang sudah dibahas pada bab 3 sebelumnya. Pada gambar 18 dapat dilihat bahwa KQI Delay Back to Normal After Balancing.



Gambar 18. KQI Delay Back to Normal After Balancing

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil implementasi mengatasi link kongesti 2x1GE Ahmad Yani <> Kampung Damai dengan cara re-route trafik LSP 3G-C-

BJAHY-01-AG-BLKPD-01 output rate pada interface ge-0/1/2 & interface ge-0/1/6 menjadi 689 Mbps & 675 Mbps. Sehingga terbukti Protocol LDP over RSVP dapat mengatasi terjadinya kongesti pada topologi jaringan MPLS.

2. LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 dipindahkan melalui PE-MKPLU-02 <> AG-BLKPD-01 dengan mempertimbangkan metric jaringan. Bila LSP melewati rute Palu <> Kampung Damai sebesar 2350, sedangkan bila melewati rute Toboli <> Sangata sebesar 6265. Dengan perbandingan total metric pada kedua rute tersebut maka yang akan dipilih ialah rute dengan metric terkecil yaitu LSP 3G-C-BJAHY-01-AG-BLKPD-01 yang melewati rute Palu <> Kampung Damai.
3. Δ Degradasi KQI Throughput RNSAM01 sebesar 72,33% pada pukul 09.00 & Δ Degradasi KQI Delay RNSAM01 sebesar 63,00% pada pukul 09.15. Setelah dilakukan implementasi LDP over RSVP (*balancing*), pukul 13:30 degradasi KQI Throughput & pukul 12:45 degradasi KQI Delay sudah kembali normal (Back to trend). Sehingga subscriber dapat mengakses suatu web (*browsing*) dengan menggunakan kecepatan yang baik tanpa adanya gangguan (*lambat*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Blight, D. C., and Liu, G. G. "Policy Based Network Architecture For End to End QoS". Eds I. 1999.
- [2] Held, Gilbert,"Voice and Networking, McGraw-Hill. Eds I", 2000.
- [3] Rosen, E., Viswanathan, A., and Callon, R., "Multiprotocol Label Switching Architecture. Eds I". April 1999.
- [4] Rosen, E., Rekhter, Y., Tappan, D., Farinacci, D., Fedorkow, G., Li, T., and Conta, A., "MPLS Label Stack Encoding. Eds I". September 1999.
- [5] The Cisco System Documentation, "Quality of Service Solutions Configuration Guide".2002
- [6] Purbo, Onno W. "TCP/IP". Jakarta: Elex Media Komputindo.Eds I. 1998
- [7] Cisco department. (2012). "Understanding The Ping and Traceroute Command"
- [8] Ningsih, Yuli Kurnia dkk. (2004). "Analisis Quality of Service (QOS) pada Simulasi Jaringan Multiprotocol Label Switching Virtual Private Network (MPLS VPN)". JETri, vol. 3, no, 2, pp, 33-48