

## SIMULASI FUTURE STATE ARCHITECTURE UNTUK OPTIMALISASI ROUTING TABLE ROUTER RADIO ACCESS NETWORK PADA JARINGAN SERVICE PROVIDER

Herdiansyah dan Heru Abrianto  
Program Studi Teknik Elektro FTI  
Institut Sains dan Teknologi Nasional Jakarta  
Email :: [heru@istn.ac.id](mailto:heru@istn.ac.id)

### Abstrak

Pada makalah ini dibahas simulasi jaringan menggunakan konsep Future State Architecture untuk optimalisasi routing table router Radio Access Network pada jaringan Service Provider. Simulasi jaringan yang dirancang yaitu jaringan sebelum dan setelah konsep Future State Architecture. Simulasi jaringan menggunakan software Unified Network Lab. Hasil yang diinginkan dari simulasi ini adalah informasi rute dan memory usage pada routing table router Radio Access Network jaringan setelah konsep Future State Architecture <30% dari jaringan sebelum konsep Future State Architecture karena besarnya jumlah informasi rute akan mengakibatkan pencarian sebuah rute ketika ingin digunakan menjadi lambat, kemudian proses forwarding data juga semakin lambat dan menguras tenaga memory dan processor sehingga performa router Radio Access Network menjadi semakin berkurang. Dari hasil simulasi jaringan, jumlah informasi rute pada routing table OSPF berkurang sebesar 86% dan jumlah informasi rute pada routing table MP-BGP berkurang sebesar 45% setelah menggunakan konsep Future State Architecture. Sementara itu jumlah memory yang digunakan untuk proses OSPF berkurang sebesar 86% dan yang digunakan untuk proses MP-BGP berkurang sebesar 32% setelah menggunakan konsep Future State Architecture.  
Kata kunci: Future State Architecture, routing table, Radio Access Network, Service Provider, OSPF, MP-BGP

### Abstract

*In this paper a network simulation using the concept of Future State Architecture to optimize the Radio Access Network router's routing table in the Service Provider network is created. Network simulation is designed namely network before and after the Future State Architecture concept. Network simulation using software Unified Network Lab. The result wanted from this simulation is the route information and memory usage in the Radio Access Network router's routing table in the network after the Future State Architecture concept <30% than the network before the Future State Architecture concept because the large amount of route information will result in a search of a route when want to used to be slow, then the process of forwarding the data also increasingly slow and exhausting memory and processor so the performance of the Radio Access Network router becomes decreasing. From the results of the network simulation, the amount of route information in the OSPF routing table is reduced by 86% and the amount of route information in the MP-BGP routing table is reduced by 45% after using the Future State Architecture concept. Meanwhile the amount of memory usage for the OSPF process is reduced by 86% and the amount of memory usage for the MP-BGP process is reduced by 32% after using the Future State Architecture concept.*

*Keywords: Future State Architecture, routing table, Radio Access Network, Service Provider, OSPF, MP-BGP*

## 1. PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya kebutuhan layanan komunikasi *voice* dan data pada sistem komunikasi seluler, diperlukan pengembangan jaringan pada *Service Provider* yang dapat melayani *voice* dan data dari pelanggan dimana pun dan kapan pun. Hal ini dapat tercapai dengan tersedianya *availability* jaringan yang maksimum dengan didukung oleh arsitektur dan optimalisasi jaringan pada *Service Provider* untuk meminimalisir terjadinya gangguan dari jaringan internal.

Salah satu gangguan dari jaringan internal adalah terbatasnya kapasitas *router RAN* pada jaringan *IP Service Provider*. Pada jaringan *IP Service Provider*

yang besar, domain *router Core* dan domain *router RAN* berada dalam satu AS yang sama. Setiap *router RAN* akan menerima informasi rute baik dari *router domain Core* maupun *router RAN regional* lain yang dapat menyebabkan jumlah informasi rute melebihi kapasitas *routing table* pada *router RAN*. Apabila hal tersebut terjadi, *router RAN* akan menggunakan lebih banyak sumber *memory* dan *processor*, lalu menyebabkan performa *router RAN* menjadi semakin berkurang dan *service* yang melalui *router* tersebut akan terganggu.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jaringan Komputer

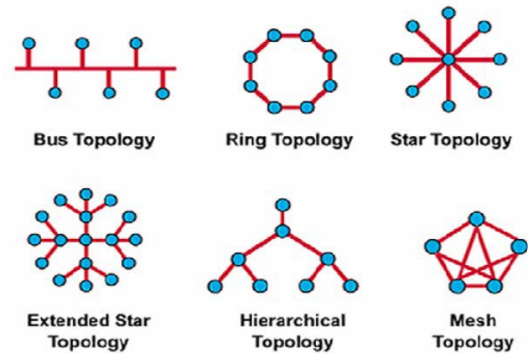
Jaringan komputer adalah sekelompok komputer otonom yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya menggunakan protokol komunikasi melalui media komunikasi sehingga dapat saling berbagi informasi, program-program, penggunaan bersama perangkat keras seperti *printer*, *hard disk*, dan sebagainya. Selain itu jaringan komputer bisa diartikan sebagai kumpulan sejumlah terminal komunikasi yang berada diberbagai lokasi yang terdiri dari lebih satu komputer yang saling berhubungan.

### 2.2 Topologi Jaringan Komputer

Topologi menggambarkan struktur dari suatu jaringan atau bagaimana sebuah jaringan didesain. Dalam definisi topologi terbagi menjadi dua, yaitu topologi fisik (*physical topology*) yang menunjukkan posisi pemasangan kabel secara fisik dan topologi logik (*logical topology*) yang menunjukkan bagaimana suatu media diakses oleh *host*.

Adapun topologi fisik yang umum digunakan dalam membangun sebuah jaringan adalah :

1. Topologi Bus (*Bus Topology*)  
Menggunakan satu *segment* (panjang kabel) *backbone*, yaitu yang menyambungkan semua *host* secara langsung.
2. Topologi Ring (*Ring Topology*)  
Menghubungkan satu *host* ke *host* setelah dan sebelumnya. Secara fisik jaringan ini berbentuk ring (lingkaran).
3. Topologi Star (*Star Topology*)  
Menghubungkan semua kabel pada *host* ke satu titik utama. Titik ini biasanya menggunakan *Hub* atau *Switch*.
4. Topologi *Extended Star* (*Extended Star Topology*)  
Merupakan perkembangan dari topologi *star*. Memiliki beberapa titik yang terhubung ke satu titik utama.
5. Topologi Hirarki (*Hierarchical Topology*)  
Dibuat mirip dengan topologi *extended star*. Sistem dihubungkan ke komputer yang mengendalikan trafik pada topologi.
6. Topologi Mesh (*Mesh Topology*)  
Menghubungkan satu titik ke titik yang lainnya. Kondisinya di mana tidak ada hubungan komunikasi terputus secara absolut antar *node* komputer.



Gambar 2.1 Topologi Fisik Jaringan Komputer

### 2.3 Router

*Router* merupakan sebuah *device* atau alat yang dapat menghubungkan dua atau lebih jaringan komputer yang berbeda. Secara umum *router* adalah sebuah alat pada suatu jaringan komputer yang bekerja di *network layer* pada lapisan OSI. Dalam *router* ini terdapat *routing table* yaitu tabel yang berisi alamat-alamat jaringan yang dibutuhkan untuk menentukan tujuan dari paket-paket data yang akan dilewatkan pada suatu jaringan tersebut.

Saat ini *router* banyak digunakan dalam jaringan berbasis teknologi protokol TCP/IP, dan *router* jenis itu disebut juga dengan *Router IP*. Jaringan *internet* merupakan contoh utama dari sebuah jaringan yang memiliki banyak *router IP*. Pada *internet*, *router* digunakan untuk menghubungkan banyak jaringan kecil ke sebuah jaringan yang lebih besar, yang disebut dengan *internetwork*, atau digunakan untuk membagi sebuah jaringan besar ke dalam beberapa *subnetwork* untuk meningkatkan kinerja dan juga mempermudah manajemennya.

### 2.4 OSPF (Open Shortest Path First)

*Open Shortest Path First* adalah sebuah protokol *routing* otomatis (*Dynamic Routing*) yang mampu menjaga, mengatur dan mendistribusikan informasi *routing* antar *network* mengikuti setiap perubahan jaringan secara dinamis. Pada OSPF dikenal sebuah istilah *Autonomous System* (AS) yaitu sebuah gabungan dari beberapa jaringan yang sifatnya *routing* dan memiliki kesamaan metode serta *policy* pengaturan *network*, yang semuanya dapat dikendalikan oleh *network administrator*. Dan memang kebanyakan fitur ini digunakan untuk *management* dalam skala jaringan yang sangat besar. Oleh karena itu untuk mempermudah penambahan informasi *routing* dan meminimalisir kesalahan distribusi informasi *routing*, maka OSPF bisa menjadi sebuah solusi.

OSPF termasuk di dalam kategori IGP (*Interior Gateway Protocol*) yang memiliki kemampuan *Link-State* dan Algoritma *Dijkstra* yang jauh lebih efisien

dibandingkan protokol IGP yang lain. Dalam operasinya OSPF menggunakan protokol sendiri yaitu protokol 89.

### 2.5 BGP (*Border Gateway Protocol*)

*Border Gateway Protocol* atau yang sering disingkat BGP merupakan salah satu jenis *routing protocol* yang ada di dunia komunikasi data. Sebagai sebuah *routing protocol*, BGP memiliki kemampuan melakukan pengumpulan rute, pertukaran rute dan menentukan rute terbaik menuju ke sebuah lokasi dalam jaringan. *Routing protocol* harus dilengkapi dengan algoritma yang pintar dalam mencari jalan terbaik. Namun yang membedakan BGP dengan *routing protocol* lain seperti misalnya OSPF dan IS-IS adalah BGP salah satu yang termasuk dalam kategori *routing protocol* jenis *Exterior Gateway Protocol* (EGP).

Sesuai dengan namanya *Exterior*, *routing protocol* jenis ini memiliki kemampuan melakukan pertukaran rute dari dan ke luar jaringan lokal sebuah organisasi atau kelompok tertentu. Organisasi atau kelompok tertentu diluar organisasi pribadi sering disebut dengan istilah *autonomous system* (AS). Cara kerjanya adalah rute-rute yang dimiliki oleh sebuah AS dapat juga dimiliki oleh AS lain yang berbeda kepentingan dan otoritas. Begitu juga dengan AS tersebut dapat memiliki rute-rute yang dipunya organisasi lain. Keuntungannya adalah organisasi anda bisa dikenal oleh organisasi-organisasi lain yang anda kirimkan rute. Setelah dikenali rute- rute menuju lokasi anda, banyak orang yang dapat berkomunikasi dengan anda. Selain itu, Anda juga menerima rute-rute menuju ke organisasi lain, sehingga anda juga dapat membangun komunikasi dengan para pengguna yang tergabung di organisasi lain. Dengan demikian, komunikasi dapat semakin luas menyebar. BGP dikenal sebagai *routing protocol* yang sangat kompleks dan rumit karena kemampuannya yang luar biasa ini, yaitu melayani pertukaran rute antar organisasi yang besar.

*Routing protocol* ini memiliki tingkat skalabilitas yang tinggi karena beberapa organisasi besar dapat dilayaninya dalam melakukan pertukaran *routing*, sehingga jangkauan BGP dalam melayani para pengguna jaringan sangat luas.

### 2.6 MPLS (*Multiprotocol Label Switching*)

*Multiprotocol Label Switching* adalah teknologi penyampaian paket pada jaringan *backbone* (jaringan utama) berkecepatan tinggi yang menggabungkan beberapa kelebihan dari sistem komunikasi *circuit-switched* dan *packet-switched* yang melahirkan teknologi yang lebih baik dari keduanya.

*Multiprotocol Label Switching* adalah arsitektur *network* yang didefinisikan oleh IETF untuk

memadukan mekanisme label *swapping* di *layer 2* dengan *routing* di *layer 3* untuk mempercepat pengiriman paket.

Paket-paket pada MPLS diteruskan dengan protokol *routing* seperti OSPF, BGP atau EGP. Protokol *routing* berada pada *layer 3* sistem OSI, sedangkan MPLS berada di antara *layer 2* dan 3. OSPF (*Open Shortest Path First*) adalah *routing protocol* berbasis *link state* (dilihat dari total jarak) setelah antar *router* bertukar informasi maka akan terbentuk database pada masing-masing *router*. BGP (*Border Gateway Protocol*) adalah *routing* untuk jaringan *external* yang digunakan untuk menghindari *routing loop* pada jaringan *internet*.

### 2.7 LDP (*Label Distribution Protocol*)

LDP bertanggung jawab untuk mengatur pemberian label pada rute-rute di *routing table*, nilai label ditentukan dari FEC (*Forwarding Equivalence Class*) yang merupakan informasi mengenai *grouping* dari paket-paket data. Setelah diberikan label, akan terbentuk database yang disebut *Label Information Base* (LIB) yang berfungsi mirip dengan *routing table* (menyimpan informasi label-label). LDP juga mengatur distribusi paket ke perangkat lain. Setiap perangkat yang terhubung dengan jaringan MPLS harus membentuk LDP *neighbour* untuk membangun koneksi, kemudian siap untuk pertukaran label. Jadi bedanya dengan jaringan IP, yang dipertukarkan dengan perangkat lain adalah label, bukan rutenya.

Dalam proses pengiriman paket, LSR harus mengerti tentang isi dari label sehingga bisa di-*forward* dengan benar. LDP merupakan protokol yang menjelaskan prosedur dan *message* dari LSR untuk memberikan informasi ke label yang akan di-*binding*. LSR menggunakan protokol ini untuk menetapkan LSP pada jaringan dengan memetakan informasi *routing*, pemilihan LSP juga berdasarkan FEC (*Forwarding Equivalence Class*) tiap paket. Ada 4 macam LDP *messages*, yaitu:

1. *Discovery messages*, LSR memberitahukan kedatangannya dengan mengirim paket *hello* secara periodik, yang dikirim dengan UDP kemudian ketika sesi akan di-*establish* dikirim dengan TCP, sama dengan semua *messages* lain yang dikirim menggunakan TCP.
2. *Session messages*
3. *Advertisement messages*
4. *Notification messages*, bertugas untuk memberikan *error signal* dan kejadian lain yang penting. Ada 2 macam *notification messages*, yaitu *Error Notification* artinya telah terjadi *error* fatal sehingga menyebabkan pengiriman terhenti, dan *Advisory Notification*

yang digunakan pada LSR untuk informasi tentang status *message* yang dikirim sebelumnya.

**3. PERANCANGAN SIMULASI JARINGAN**

**3.1 Perangkat Yang Digunakan**

Dalam perancangan desain dan simulasi jaringan ini, digunakan beberapa perangkat keras yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1**Perangkat Keras Yang Digunakan

No	Perangkat Keras	Spesifikasi
1	Laptop ASUS K46CB	Processor Core i3 @1.8 GHz (4 CPU)
		RAM 8 GB
		Hard disk 500 GB
		Intel HD Graphics 4000 2GB

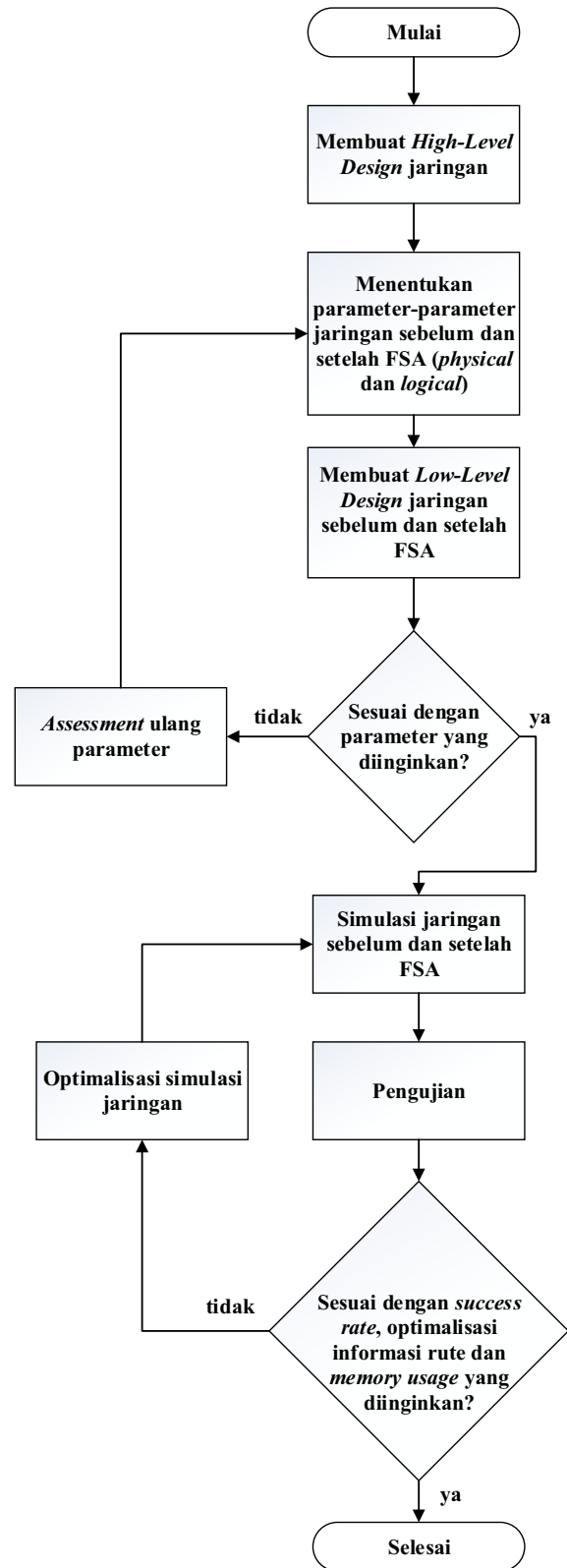
Dalam perancangan desain dan simulasi jaringan ini, digunakan beberapa perangkat lunak yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2**Perangkat Lunak Yang Digunakan

No	Kategori	Perangkat Lunak
1	Operating system	Windows 7 Profesional SP1 64-bit
2	Virtual machine	VMware Workstation Version 10.0.0
3	Network simulator	Unified Networking Lab Version 0.9.0-54
4	Office application	Microsoft Office 2010 Version 14.0 32-bit
5	Design application	Microsoft Visio Professional 2013

**3.2 Tahap Perancangan**

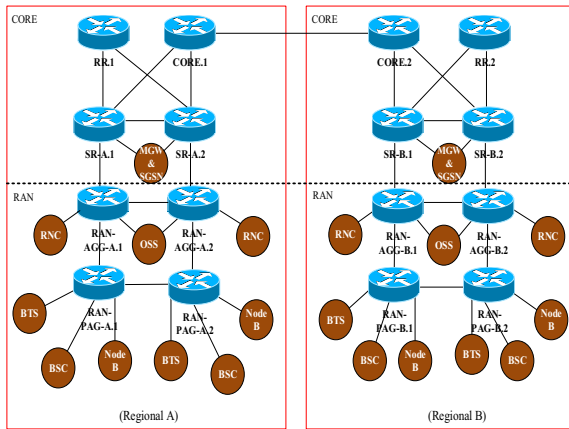
Simulasi jaringan yang akan dibuat adalah simulasi jaringan sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA. Sebelum membuat simulasi jaringan, ada beberapa langkah yang harus dilakukan. Pada Gambar 3.1 menunjukkan diagram alir yang menunjukkan proses pembuatan simulasi jaringan.



**Gambar 3.1**Diagram Alir Perancangan Simulasi Jaringan

**3.2.1 Pembuatan High-Level Design**

Tahap awal perancangan simulasi jaringan ini adalah pembuatan *High-Level Design* yang digunakan untuk menggambarkan topologi jaringan secara umum seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2**High-Level Design Jaringan

Pada Gambar 3.2, jaringan didesain terbagi menjadi dua regional yang berbeda yaitu regional A dan regional B. Masing-masing regional terdiri dari domain *Core* dan domain RAN. Pada domain *Core* terdapat *router CORE, RR* dan *SR* sedangkan pada domain RAN terdapat *router RAN-AGG* dan *RAN-PAG*.

**3.2.2 Penentuan Parameter-Parameter Jaringan**

Pada tahap ini ditentukan parameter-parameter jaringan sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA yang meliputi :

Parameter *hostname* dan IP *Loopback0*. *Hostname* adalah penamaan untuk *router* dan digunakan untuk mengidentifikasi *router* dalam jaringan. IP *Loopback0* berfungsi sebagai *router ID* pada OSPF dan BGP yang digunakan untuk mengidentifikasi *router* dalam lingkungan OSPF dan BGP. Contoh parameter *Hostname* dan IP *Loopback0* dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3**Contoh Parameter *Hostname* dan IP *Loopback0*

No	Hostname	IP Address Loopback0	Subnet Mask
1	RR.1	192.168.100.1	/32

Parameter koneksi *interface* untuk semua *router*. Koneksi *Interface* ini terdiri dari *namainterface* dan IP *point-to-point interface* antar *router* yang bertetangga. Contoh parameter koneksi *interface* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Parameter Koneksi *Interface*

No	Local Device			Peer Device		
	Host name	Inter face	IP Address	Host name	Inter face	IP Address
1	RR.1	Et0/3	192.168.1.1/30	SR-A.1	Et0/3	192.168.1.2/30
		Et0/0	192.168.1.5/30	SR-A.2	Et0/3	192.168.1.6/30

Parameter OSPF sebelum dan setelah konsep FSA dapat dilihat pada Tabel 3.5. OSPF *Process ID* berfungsi sebagai indentifikasi OSPF sesuai nomor *process ID*. OSPF area berguna untuk menghemat kinerja *router* dimana *router* yang areanya sama tidak perlu memberikan *update* ke *router* yang area lain tetapi masih bisa membentuk *adjacency/neighbor*.

**Tabel 3.5**Parameter OSPF Sebelum dan Setelah Konsep FSA

Domain	Sebelum FSA		Setelah FSA	
	Process ID	Area	Process ID	Area
Core	100	0	100	0
RAN regional A	100	1	1	0
RAN regional B	100	2	2	0

Parameter MPLS sebelum FSA adalah antar *router* menggunakan *full LDP* dan setelah FSA adalah kombinasi LDP dan *Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution* yang dapat dilihat pada Tabel 3.6. LDP adalah suatu prosedur yang digunakan untuk mendistribusikan ikatan label yang telah dibuat dari satu LSR ke LSR lainnya dan juga sebagai pengatur jalan yang dinamis dalam satu jaringan MPLS. Dalam arsitektur jaringan MPLS, sebuah LSR yang merupakan tujuan atau *hop* selanjutnya akan mengirimkan informasi tentang ikatan sebuah label ke LSR yang sebelumnya mengirimkan pesan untuk mengikat label tersebut bagi rute pakatnya. Sedangkan *Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution* merupakan teknik pertukaran label untuk jaringan dengan AS yang berbeda (eBGP) dimana pertukaran label ini terjadi antara ASBR (*Autonomous System Boundary Router*).

**Tabel 3.6**Perubahan Pada ASBR *Peering* Sebelum dan Setelah Konsep FSA

ASBR <i>Peering</i>	Sebelum FSA	Setelah FSA
	Protocol	Protocol
SR-A.1 ⇄ RAN-AGG-A.1	Label Distribution Protocol	Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution
SR-A.2 ⇄ RAN-AGG-A.2	Label Distribution Protocol	Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution
SR-B.1 ⇄ RAN-AGG-B.1	Label Distribution Protocol	Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution
SR-B.2 ⇄ RAN-AGG-B.2	Label Distribution Protocol	Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution

Parameter VRF sebelum dan setelah FSA untuk domain Core dan RAN. VRF adalah teknologi yang digunakan pada router dimana memungkinkan beberapa routing table instan dapat eksis bersamaan pada router yang sama dan pada waktu yang sama pula. Karena routing table instan ini bersifat independen, maka alamat IP yang sama atau yang saling bertumpang tindih dapat digunakan tanpa bertentangan satu sama lain. Sederhananya kita bisa menggunakan IP address yang sama di interface yang berbeda. RD (Route Distinguisher) merupakan identitas dari sebuah VRF. Sedangkan RT (Route Target) digunakan untuk menentukan route mana yang akan di import ke dalam VRF dan menentukan route mana yang akan di export. Contoh parameter VRF dapat dilihat pada Tabel 3.7.

**Tabel 3.7**Contoh Parameter VRF Sebelum FSA

VRF	RD	Export-RT	Import-RT
iub	65000:101	65000:101	65000:101
	65000:201		

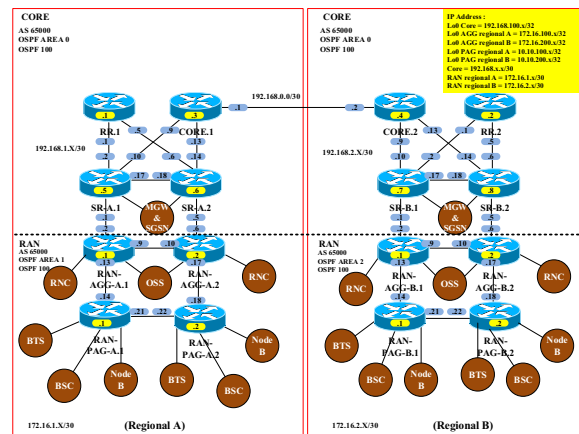
Parameter BGP sebelum dan setelah FSA dapat dilihat pada Tabel 3.8. BGP membutuhkan ASN untuk saling bertukar informasi antara jaringan. ASN digunakan sebagai pengidentifikasi yang memungkinkan AS untuk saling bertukar informasi routing dinamik dengan AS lain.

**Tabel 3.8**Parameter BGP Sebelum dan Setelah FSA

Domain	Sebelum FSA	Setelah FSA
	AS Number	AS Number
Core	65000	65000
RAN regional A	65000	65001
RAN regional B	65000	65002

**3.2.3 Pembuatan Low-Level Design**

Pembuatan *Low-Level Design* ini merupakan tahap sebelum melakukan simulasi jaringan dimana *Low-Level Design* merupakan gabungan antara *High-Level Design* dengan parameter-parameter yang telah ditentukan. *Low-Level Design* ini terdiri dari desain sebelum dan setelah FSA. *Low-Level Design* jaringan ini berupa asumsi menggunakan 16 sampel router dan tidak sama seperti yang ada dilapangan. Untuk desain sebelum FSA dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan desain setelah FSA dapat dilihat pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.3**Low-Level Design Jaringan Sebelum FSA

Gambar 3.3 merupakan *Low-Level Design* jaringan sebelum FSA yang menggambarkan koneksi logical antar router. Pada desain sebelum FSA ini domain Core dan RAN dalam satu AS yang sama yaitu AS 65000 dan area OSPF 0 untuk domain Core, area OSPF 1 untuk domain RAN regional A dan area OSPF 2 untuk domain RAN regional B. Semua router menggunakan OSPF Process ID 100.

Pada jaringan sebelum FSA, semua antar router terhubung point-to-point dengan menggunakan routing protocol OSPF untuk menyebarkan informasi rute IPv4 kemudian antar router menjalankan Label Distribution Protocol untuk menginformasikan ikatan label yang telah dibuat dari satu router ke router lainnya. Router SR, RAN-AGG, dan RAN-

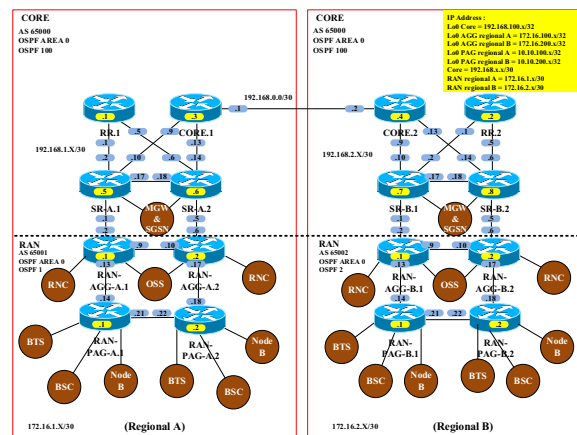
PAG membangun MP-iBGP ke RR untuk menyebarkan informasi rute VPNv4 dimana RR berfungsi sebagai *route reflector* yaitu pusat *routing table* untuk informasi rute VPNv4 sehingga semua *router* yang membangun MP-iBGP ke RR bisa terhubung *full mesh* secara *logical*. *Router* CORE berfungsi sebagai *router backbone* atau *transit router* untuk informasi rute VPNv4 antar regional.

Pada jaringan sebelum FSA, semua *router* menggunakan *routing protocol* OSPF yang apabila semakin membesar area jaringan akan semakin banyak informasi yang saling dipertukarkan dan semakin banyak *router* yang perlu dilayani untuk menjadi *neighbour* sehingga semakin banyak pula proses pertukaran informasi rute terjadi. Hal ini akan membuat *router* membutuhkan lebih banyak sumber *memory* dan *processor*. Kemudian *topology table* akan semakin membesar dengan semakin besarnya jaringan. *Topology table* ada dalam OSPF karena OSPF termasuk *routing protocol* jenis *Link State*. *Topology table* merupakan tabel kumpulan informasi *state* seluruh *link* yang ada dalam jaringan. Dengan semakin membesarnya jaringan, maka *topology table* juga semakin membengkak besarnya. Pembengkakan ini akan mengakibatkan *router* menjadi lama dalam menentukan sebuah jalur terbaik yang akan dimasukkan ke *routing table*. Dengan demikian, performa *forwarding* data juga menjadi lambat. Lalu *topology table* yang semakin membesar akan mengakibatkan *routing table* semakin membesar pula. *Routing table* merupakan kumpulan informasi rute menuju ke suatu lokasi tertentu. Namun, rute-rute yang ada di dalamnya sudah merupakan rute terbaik yang dipilih menggunakan algoritma *Dijkstra*. *Routing table* yang panjang dan besar akan mengakibatkan pencarian sebuah jalan ketika ingin digunakan menjadi lambat, sehingga proses *forwarding* data juga semakin lambat dan menguras tenaga *memory* dan *processor* sehingga performa *router* menjadi semakin berkurang.

Pada jaringan sebelum FSA, domain *Core* dan RAN setiap regional berada dalam AS BGP yang sama sehingga informasi rute VPNv4 dari semua *router* regional A akan masuk kedalam *routing table* semua *router* regional B begitu pula sebaliknya. Padahal hampir semua *service* di *router* regional A tidak perlu *routing* ke *router* regional B atau sebaliknya karena *service* tersebut cukup berkomunikasi ke regionalnya masing-masing. Kemudian *routing table* MP-BGP pada *router* RAN yang kapasitasnya kecil akan semakin besar apabila jaringan semakin bertambah besar dan akan mengakibatkan pencarian rute VPNv4 ketika ingin digunakan menjadi lambat, sehingga proses *forwarding* data juga semakin lambat dan menguras

tenaga *memory* dan *processor* sehingga performa *router* menjadi semakin berkurang.

Gambar 3.4 merupakan *Low-Level Design* jaringan setelah FSA yang menggambarkan koneksi *logical* antar *router*. Pada desain setelah FSA ini domain *Core* dan RAN memiliki AS yang berbeda yaitu AS 65000 untuk *Core*, AS 65001 untuk RAN regional A dan AS 65002 untuk RAN regional B. Area OSPF 0 digunakan untuk semua domain. Domain *Core* dan RAN menggunakan OSPF *Process ID* yang berbeda yaitu *Process ID* 100 untuk domain *Core*, *Process ID* 1 untuk domain RAN regional A dan *Process ID* 2 untuk domain RAN regional B.



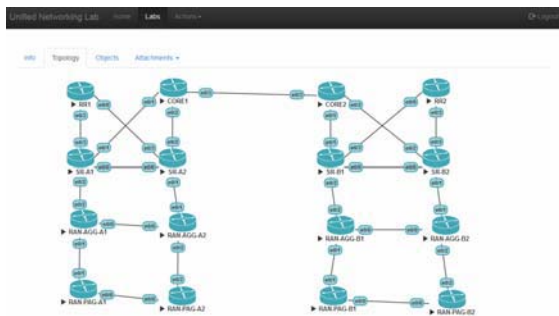
Gambar 3.4 Low-Level Design Jaringan Setelah FSA

Pada jaringan setelah FSA, ASBR *peering* antara *router* SR dan RAN-AGG tidak lagi membangun koneksi OSPF dan *Label Distribution Protocol* tetapi ASBR *peering* tersebut membangun koneksi *Inter-AS eBGP* dan *Inter-AS IPv4 BGP Label Distribution* kemudian *router* RAN-AGG tidak lagi membangun koneksi MP-iBGP ke RR tetapi membangun koneksi MP-eBGP ke RR karena sudah berbeda ASN. Lalu *router* RAN-PAG membangun koneksi OSPF dan LDP ke RAN-AGG dan tidak lagi membangun koneksi MP-iBGP ke RR, tapi membangun koneksi MP-iBGP ke RAN-AGG yang menjadi *route reflector* domain RAN. *Router* SR tetap membangun OSPF dan LDP antar *router* domain *Core* serta iBGP *peering* ke RR. Dengan perubahan ASN antara domain RAN regional A dan domain RAN regional B, membuat *routing protocol* yang digunakan pada sebelum konsep FSA berubah seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dan *service* pada *router-router* setiap regional akan tersebar informasi rutenya hanya ke *router-router* yang berada dalam satu ASN dan yang telah di *import route-target* nya sesuai dengan *flow service* nya sehingga *routing table* di setiap *router* hanya berisi informasi rute yang diperlukan saja dan informasi rute akan menjadi lebih kecil

sehingga mengurangi beban pada *memory* dan *processorrouter*.

**3.2.4 Simulasi Jaringan Sebelum & Setelah FSA**

Simulasi jaringan ini menggunakan perangkat lunak *Unified Networking Lab*. Pada tahap ini, simulasi jaringan dibuat berdasarkan *Low-Level Design* yang telah dibuat. Setiap *router* dikonfigurasi sesuai parameter-parameter yang telah digambarkan dalam *Low-Level Design* sebelum dan setelah konsep FSA. Gambar 3.5 merupakan tampilan jaringan sebelum dan setelah FSA pada *software Unified Network Lab*.



**Gambar 3.5**Tampilan Jaringan Sebelum dan Setelah FSA pada *UNetLab*

**4. PENGUJIAN DAN ANALISA**

**4.1 Tes Ping L3VPN**

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil tes *ping* L3VPN sesuai dengan *flow* masing-masing *service* dalam VRF untuk memastikan *service* 2G dan 3G berjalan normal baik sebelum ataupun setelah konsep FSA. Tabel 4.1 merupakan *flow* masing-masing *service* dalam VRF dari *source* ke *destination* ataupun sebaliknya.

**Tabel 4.3***FlowService* Dalam VRF Untuk *Service* 2G dan 3G

VRF	Source/Destination	Destination/Source
iub	Node B	RNC
abis	BTS	BSC
iuc	RNC	SGSN ( <i>control plane</i> )
iuu	RNC	SGSN ( <i>user plane</i> )
iur	RNC	RNC
aoip	BSC	MGW ( <i>voice</i> )
iucs	RNC	MGW ( <i>voice</i> )
gboip	BSC	SGSN ( <i>data</i> )
oam	BSC/RNC	OSS

Tabel 4.2 merupakan *summary* tes *ping*L3VPN berdasarkan *flow* pada Tabel 4.1 pada jaringan sebelum FSA. Kualitas koneksi dapat dilihat dari besarnya masing-masing *round trip* (waktu pergi-pulang) dan *success rate* pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** *Summary* Tes *Ping* L3VPNSebelumFSA

No	VRF	Keterangan	Success rate	Round trip (min/avg/max)
1	abis	BTS to BSC	100%	3/4.25/5 ms
2	aoip	BSC to MGW	100%	1/3.25/8 ms
3	gboip	BSC to SGSN	100%	1/2.25/8 ms
4	iub	Node B to RNC	100%	1/3.25/6 ms
5	iucs	RNC to MGW	100%	1/3.25/6 ms
6	iur	RNC to RNC	100%	1/2.5/10 ms
7	iuu	RNC to SGSN (UP)	100%	1/3/7 ms
8	iuc	RNC to SGSN (CP)	100%	1/3.75/8 ms
9	oam	BSC/RNC to OSS	100%	1/3/7 ms

Tabel 4.3 merupakan *summary* tes *ping* L3VPN berdasarkan *flow* pada Tabel 4.1 pada jaringan setelah FSA. Kualitas koneksi dapat dilihat dari besarnya masing-masing *round trip* (waktu pergi-pulang) dan *success rate* pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3***Summary* Tes *Ping*L3VPNSetelahFSA

No	VRF	Keterangan	Success rate	Round trip (min/avg/max)
1	abis	BTS to BSC	100%	4/4.25/6 ms
2	aoip	BSC to MGW	100%	1/3.75/26 ms
3	gboip	BSC to SGSN	100%	1/2.25/14 ms
4	iub	Node B to RNC	100%	1/3/12 ms
5	iucs	RNC to MGW	100%	1/3.25/11 ms
6	iur	RNC to RNC	100%	1/4/14 ms
7	iuu	RNC to SGSN (UP)	100%	1/3.75/9 ms
8	iuc	RNC to SGSN (CP)	100%	1/3.25/7 ms
9	oam	BSC/RNC to OSS	100%	1/3.25/6 ms



Berdasarkan perbandingan hasil pengujian tes *ping*L3VPN di Tabel 4.2 dan Tabel 4.3, *service* 2G dan 3G sudah berjalan 100% pada simulasi jaringan sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA.

**4.2 Jumlah Informasi Rute Dalam Routing Table Router RAN**

Pada *routing table* OSPF berisi informasi rute IPv4 dan *routing table* MP-BGP berisi informasi rute VPNv4. Pada jaringan sebelum FSA jumlah informasi rute pada *routing table* OSPF dan MP-BGP mencakup semua domain dan regional sehingga jumlah informasi rutenya besar. Pada jaringan setelah FSA jumlah informasi rute pada *routing table* OSPF dan MP-BGP hanya mencakup domainnya dan regional *router* tersebut sehingga jumlah informasi rutenya lebih kecil. Besarnya jumlah informasi rute akan mengakibatkan pencarian sebuah jalan ketika ingin digunakan menjadi lambat, sehingga proses *forwarding* data juga semakin lambat dan menguras tenaga *memory* dan *processor* sehingga performa *router* menjadi semakin berkurang.

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan jumlah informasi rute pada *routing table* OSPF dan MP-BGP di *router* RAN-PAG sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA.

**Tabel 4.4**Perbandingan Jumlah Informasi RuteSebelum danSetelahFSA

No	Hostname	Jumlah Informasi Rute OSPF		Jumlah Informasi Rute MP-BGP	
		Sebelum FSA	Sesudah FSA	Sebelum FSA	Sesudah FSA
		1	RAN-PAG-A.1	36	5
2	RAN-PAG-A.2	36	5	134	74
3	RAN-PAG-B.1	36	5	134	74
4	RAN-PAG-B.2	36	5	134	74

Dari hasil pengujian simulasi jaringan, dibuatlah perbandingan jumlah informasi rute sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA pada Tabel 4.4. Berdasarkan hasil perbandingan jumlah informasi rute pada Tabel 4.4, jumlah informasi rute pada *routing table* OSPF berkurang sebesar 86% dan jumlah informasi rute pada *routing table* MP-BGP berkurang sebesar 45% setelah menggunakan konsep FSA.

**4.3 Memory Usage OSPF & MP-BGP Router RAN**

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan *memory* yang terpakai untuk informasi rute OSPF dan MP-BGP sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA. Dari hasil pengujian *memory usage* pada simulasi jaringan,

dibuatlah perbandingan *memory usage* sebelum dan setelah menggunakan konsep FSA pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Perbandingan *Memory Usage Router* RAN Sebelum dan Setelah FSA

No	Hostname	Memory Usage OSPF (bytes)		Memory Usage MP-BGP (bytes)	
		Sebelum FSA	Sesudah FSA	Sebelum FSA	Sesudah FSA
		1	RAN-PAG-A.1	6624	920
2	RAN-PAG-A.2	6624	920	64312	43864
3	RAN-PAG-B.1	6624	920	64312	43864
4	RAN-PAG-B.2	6624	920	64312	43864

Berdasarkan hasil perbandingan pada Tabel 4.5, jumlah *memoryusage* untuk proses OSPF berkurang sebesar 86% dan yang digunakan untuk proses MP-BGP berkurang sebesar 32% setelah menggunakan konsep FSA.

**5. SIMPULAN**

Setelah melakukan perancangan simulasi jaringan, pengujian, dan analisa terhadap jaringan sebelum dan setelah konsep FSA dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian tes *ping* L3VPN pada jaringan sebelum maupun setelah konsep FSA, semua *service* 2G dan 3G sudah berjalan dengan *success rate* 100%.
2. Pada hasil pengujian jumlah informasi rutedalam *routing table router RAN*, jumlah informasi rute pada *routing table* OSPF berkurang jauh sebesar 86% dan jumlah informasi rute pada *routing table* MP-BGP berkurang sebesar 45% setelah menggunakan konsep FSA.
3. Pada hasil pengujian *memory usage*, jumlah *memoryusage* untuk proses OSPF berkurang sebesar 86% dan yang digunakan untuk proses MP-BGP berkurang sebesar 32% setelah menggunakan konsep FSA.
4. Pengurangan jumlah informasi rute pada *routing table router RAN* setelah konsep FSA dapat mengurangi *memory usage* pada *router* RAN.

**6. DAFTAR PUSTAKA**

[1] Gin-Gin Yugianto, Oscar Rachman, *Teknologi, Konsep, Konfigurasi, dan Troubleshooting Berbasis Windows, Cisco*,

- MacOS, Linux & Mikrotik Router*, Informatika Bandung, Bandung, 2012.
- [3] Endell Odom, *CCNP Route 642-902 Official Certification Guide*, Cisco Press, Indianapolis, 2010.
- [4] Ian J. Brown, Kevin Dooley, *Cisco Cookbook*, O'Reilly & Associates, Inc, California, 2003.
- [5] Sam Halabi, Danny McPherson, *Internet Routing Architectures*, Cisco Press, Indianapolis, 2000.
- [6] Aang Ali A, dkk, *Perbandingan Model Referensi TCP/IP dengan OSI*, Universitas Trunojoyo, Madura, 2009.
- [7] Asep Herman S, *Pengenalan Jaringan Komputer*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 2004.
- [2] Winarto Sugeng, *Jaringan Komputer TCP/IP*, Informatika Bandung, Bandung, 2006.
- [8] Imam Asrowardi, *Skema Pengalamatan IP Address Pada Desain Jaringan Komputer LAN Menggunakan Metode Subnetting*, Politeknik Negeri Lampung, Lampung, 2008.
- [9] Lady Silk M., Suhardi, *Pengaruh Model Jaringan Terhadap Optimasi Routing Open Shortest Path First (OSPF)*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2011.
- [10] Luc De Ghein, *MPLS Fundamental*, Cisco Press, Indianapolis, 2007.
- [11] Prasad Athukuri, *Multiprotocol Label Switching Layer 3 Virtual Private Networks with Open Shortest Path First Protocol*, International Journal of Engineering Research and Applications, 2012.