

# PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI JARINGAN FAILOVER MENGGUNAKAN PROTOKOL SPANNING TREE PADA PT. PLN UP3B KALIMANTAN TIMUR

Djumhadi<sup>1</sup>, Riovan Styx Roring<sup>2</sup>

Dosen Universitas Mulia<sup>1</sup>, Dosen Universitas Mulia<sup>2</sup>

Jl. ZA Maulani No.09 Bukit Damai Sejahtera Balikpapan Kalimantan Timur

Telp. 0542-766766

Sur-el : djumhadi@universitasmulia.ac.id<sup>1</sup>, styxroring@gmail.com<sup>2</sup>

---

**Abstract :** *The availability of electricity is very reliable as a main of supporting component in development progress and economic growth. PT. PLN as an authorized implementation unit for distributing and regulating electricity supply from the power plant to the transmission line requires a reliable network communication system for its operations, as a facility to connect all of its main substations. The disruption of the information network is an important thing that must be avoided in the company so that it does not interfere the distribution of information. The reliable information distribution methods from the main office to the branch offices should be failover that uses backup links in all branch offices as a solution to keep the information network system reliable by using the protocol of spanning tree and VLAN configuration on the routers and manageable switches. Having used the failover method on a network system, it is expected to help the company to always keep reliable in distributing information to all substations so that information loss can be drastically reduced.*

**Keywords:** *Failover, Spanning Tree, Backup-link, PLN*

**Abstrak :** *Ketersediaan tenaga listrik sangat diandalkan sebagai komponen pendukung utama dalam perkembangan pembangunan dan kemajuan ekonomi. PT.PLN sebagai unit pelaksana yang berwenang dalam menyalurkan dan mengatur pasokan listrik dari pembangkit sampai ke jalur transmisi memerlukan sistem komunikasi jaringan yang handal untuk operasionalnya, sebagai sarana penghubung seluruh gardu induknya. Terputusnya jaringan informasi merupakan hal penting yang harus dihindari dalam perusahaan sehingga tidak mengganggu distribusi informasi. Metode distribusi informasi yang andal dari kantor utama ke kantor cabang menjadi hal yang harus Failover yang menggunakan backup link pada seluruh kantor cabang menjadi solusi untuk menjaga keandalan sistem jaringan informasi dengan memanfaatkan protokol spanning tree dan konfigurasi vlan pada router dan switch manageable yang digunakan. Dengan menggunakan metode failover pada system jaringan diharapkan dapat membantu perusahaan untuk selalu andal dalam mendistribusikan informasi ke seluruh unit gardu induk sehingga putusnya informasi dapat kurangi seminimal mungkin.*

**Kata Kunci :** *Failover, Spanning Tree, Backup-Link, PLN*

---

## 1. PENDAHULUAN

PT.PLN (Persero) unit Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban (UP3B) Kalimantan Timur merupakan unit pelaksana yang berwenang untuk menyalurkan dan mengatur pasokan beban dari pembangkit sampai ke jalur transmisi sehingga terdapat sistem komunikasi dan jaringan untuk keperluan operasional yang

terhubung ke seluruh gardu induk yang tersebar di Provinsi Kalimantan Timur melalui media *fiber optic* yang dilewatkan pada tower SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi). Ketersediaan listrik yang dapat diandalkan adalah salah satu komponen penting penunjang pembangunan dan pertumbuhan ekonomi, oleh karena itu penyaluran listrik di Kalimantan

Timur harus memenuhi kebutuhan serta mampu mengimbangi beban listrik yang selalu bertambah. Kebutuhan tenaga listrik yang harus terjamin, maka perlu dilakukan beberapa pemantauan / pengawasan baik dari keandalan jaringan kelistrikan maupun daya yang dihasilkan dari pembangkit. Masalah yang sering terjadi adalah terputusnya saluran komunikasi yang melalui jaringan *fiber optic* yang menghubungkan gardu induk melalui media transmisi SUTT sehingga mengakibatkan seluruh peralatan jaringan yang terdapat di gardu induk tersebut maupun digardu induk setelahnya terputus dikarenakan tidak dapat berkomunikasi dengan server yang terdapat di kantor PT PLN (Persero) UP3B Kaltim karena semua informasi bersumber dari server tersebut. Kondisi geografis Provinsi Kalimantan Timur yang *extreme* sangat mempengaruhi *recovery time* ketika terjadi permasalahan tersebut, sehingga berdampak terhadap operasional perusahaan dan pengendalian sistem kelistrikan. Berdasar keadaan tersebut perlu disiapkan suatu sistem jaringan yang dapat mengatasi hal tersebut yaitu dengan melakukan metode *failover* [1] ketika terjadi *fiber cut* pada jalur utama dan secara otomatis akan mengalihkan *traffic* [2] menggunakan jalur alternatif. Sehingga tidak berdampak terhadap operasional perusahaan dan pengendalian sistem tenaga listrik

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

*Failover* [3][4] adalah sebuah metode yang menerapkan beberapa jalur koneksi untuk mencapai suatu *network* tujuan. Namun

dalam keadaan normal hanya ada satu link yang digunakan. Link yang lain berfungsi sebagai cadangan dan hanya akan digunakan apabila link utama terputus. *Spanning Tree Protocol* (STP) [9] adalah Layer 2 (dua) data link manajemen protokol yang menyediakan redundansi jalan sementara untuk mencegah masalah loop dalam jaringan dan bagaimana STP telah berkembang menjadi sebuah protokol yang cepat menghitung port mana harus diblokir sehingga jaringan VLAN (*Virtual LAN*) berbasis STP disimpan bebas dari loop lalu lintas. Tugas utama dari STP antaranya menghentikan terjadinya *loop-loop network pada network layer 2 (bridge atau switch)*. STP secara terus menerus memonitor network untuk menemukan semua link, memastikan bahwa tidak ada loop yang terjadi dengan cara mematikan semua link yang *redundant*. STP menggunakan algoritma yang disebut *spanning-tree algorithm* (STA) untuk menciptakan sebuah topologi database, kemudian mencari dan menghancurkan *link-link redundant*. Dengan menjalankan STP, *frame-frame* hanya akan diteruskan pada link-link utama yang dipilih oleh STP. Masalah utama yang bisa dihindari dengan adanya STP adalah *Broadcast storms*. *Broadcast storm* menyebabkan *frame broadcasts* atau *multicast* atau *unicast* yang *destination addressnya* belum diketahui oleh *switch* terus berputar-putar (*looping*) dalam *network* tanpa henti. Pada gambar 1 adalah contoh sederhana LAN dengan link yang *redundant* [4].



number yang sama, misalnya 10, maka switch A yang akan dipilih menjadi *root bridge*. Jika admin jaringan ingin switch B yang jadi *root bridge*, maka *priority number switch B* harus lebih kecil dari 10.

b. Menentukan *least cost paths* ke *root bridge*  
*Spanning tree* yang sudah dihitung mempunyai properti yaitu pesan dari semua alat yang terkoneksi ke *root bridge* dengan pengunjungan (*traverse*) dengan *cost jalur terendah*, yaitu *path* dari alat ke *root* memiliki *cost* terendah dari semua *paths* dari alat ke *root*. *Cost of traversing* sebuah *path* adalah jumlah dari *cost-cost* dari segmen yang ada dalam *path*. Beda teknologi mempunyai *default cost* yang berbeda untuk segmen-segmen jaringan. Administrator dapat memodifikasi *cost* untuk pengunjungan segmen jaringan yang dirasa penting.

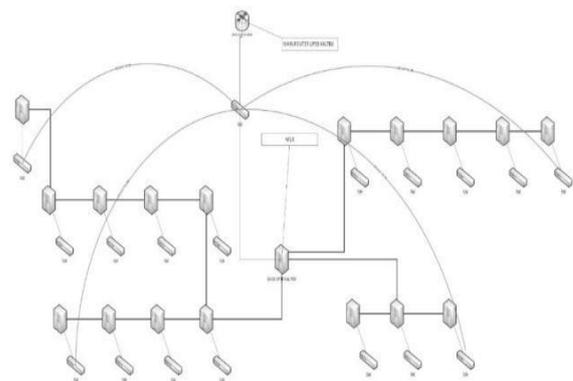
c. *Non-aktifkan root path* lainnya  
Pada langkah diatas telah ditentukan *cost* terendah untuk tiap *path* dari peralatan ke *root bridge*, maka *port* yang aktif yang bukan *root port* diatur menjadi *blocked port*. Hal ini dilakukan untuk antisipasi jika *root port* tidak bisa bekerja dengan baik, maka *port* yang tadinya di blok akan di aktifkan dan kembali lagi untuk menentukan *path* baru. [7]

**Tabel 1. Path Cost Tabel Spanning Tree**

<i>Bandwidth</i>	<i>Short Path Cost Method Port Cost</i>	<i>Long Path Cost Method Port Cost</i>
10 Mbps	100	2,000,000
100 Mbps	19	200,000
1-Gigabit Ethernet	4	20,000
10-Gigabit Ethernet	2	2,000

Kelebihan Spanning Tree Protocol (STP)

1. Menghindari *Trafic Bandwith* yang tinggi dengan mensegmentasi jalur akses melalui *switch*.
2. Menyediakan *Backup / stand by path* untuk mencegah *loop* dan *switch* yang *failed / gagal*.
3. Mencegah *looping*.



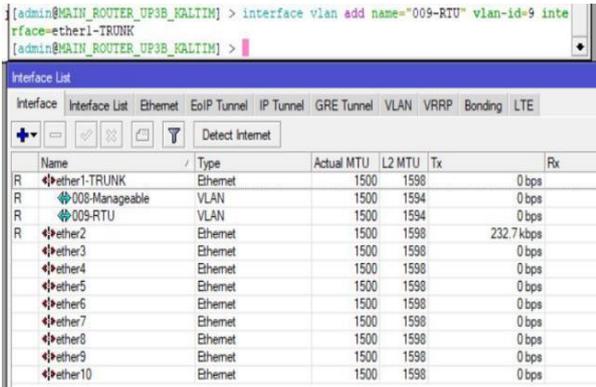
**Gambar 3. Rancangan Topologi Failover [5]**

Pada gambar 3 menjelaskan topologi yang dirancang dimana router yang semula terdapat pada setiap Gardu Induk difungsikan sebagai *switch manageable layer 2* untuk mendistribusikan *VLAN ID* dari *main router* yang terdapat pada kantor PT PLN (persero) UP3B Kaltim selain itu juga dirancang empat jalur tambahan pada setiap gardu induk ujung sebagai jalur *backup trunk vlan* ketika terjadi *fiber cut* pada jalur utama [11].

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

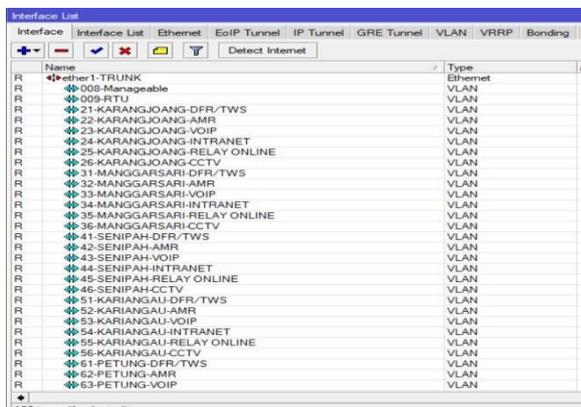
Hasil dari penelitian ini adalah sebuah implementasi sistem *failover* pada *layer 2 (datalink)* dengan langkah awal mengkonfigurasi Router utama yang terdapat pada PT PLN (Persero) UP3B Kaltim

mempunyai *hostname* yang diberi nama MAIN\_ROUTER\_UP3B\_KALTIM”. setelah itu membentuk beberapa VLAN di dalam *router* utama sekaligus menentukan *port Trunk* yang dibutuhkan sebagai jalur distribusi informasi nantinya



Gambar 4. VLAN Pada Router Utama

Pada gambar 5 menginformasikan daftar seluruh VLAN yang telah ditambahkan pada *port TRUNK router* utama [10]



Gambar 5. Informasi Trunk Pada Router Utama

Pada *switch manageable* yang terdapat di PT PLN (Persero) UP3B Kaltim terdapat 6 port yang difungsikan dalam perancangan konfigurasi jaringan ini. Gambar 6 menginformasikan *port switch* yang telah diberikan deskripsi sebagaimana fungsinya masing-masing. Pada *switch manageable*,

seluruh *interface* difungsikan *mode trunk*, dikarenakan pada switch ini berfungsi sebagai pendistribusian VLAN [6] dan pengaturan *failover* jaringan [8] dari seluruh *switch* yang terhubung. Sehingga tidak terdapat *mode access* ke peralatan, hal tersebut dapat dilihat pada gambar 7 dan Gambar 8.

Entry No.	Interface	Switchport Mode	Interface VLAN Mode
1	GE1 (MAIN_ROUTER)	Layer 2	Trunk
2	GE2 (FIBER_OPTIC_SAMARINDRA)	Layer 2	Trunk
3	GE3 (FIBER_OPTIC_BALIKPAPAN)	Layer 2	Trunk
4	GE4 (FIBER_OPTIC_SEBRANG)	Layer 2	Trunk
5	GE5 (BACKUP_SANGATTA)	Layer 2	Trunk
6	GE6 (BACKUP_BUKITBIRU)	Layer 2	Trunk
7	GE7 (BACKUP_INDUSTRI)	Layer 2	Trunk
8	GE8 (BACKUP_GROGOT)	Layer 2	Trunk

Gambar 6. Fungsi Interface Switch Manageable

Interface	Mode	Administrative VLANs
GE1 (MAIN_ROUTER)	Trunk	1U, 2-4I, 5-6T, 7I, 8-9T, 10-19I, 20-210T, 211-4094I
GE2 (FIBER_OPTIC_SAMARINDRA)	Trunk	1UJ, 5T, 8-9T, 101-200T
GE3 (FIBER_OPTIC_BALIKPAPAN)	Trunk	5T, 8-9T, 21-50T, 201-210T
GE4 (FIBER_OPTIC_SEBRANG)	Trunk	1UJ, 5T, 8-9T, 51-100T
GE5 (BACKUP_SANGATTA)	Trunk	1UJ, 6T, 8-9T, 101-200T
GE6 (BACKUP_BUKITBIRU)	Trunk	1UJ, 6T, 8-9T, 101-200T
GE7 (BACKUP_INDUSTRI)	Trunk	1UJ, 6T, 8-9T, 21-50T, 201-210T
GE8 (BACKUP_GROGOT)	Trunk	1UJ, 6T, 8-9T, 51-100T

Gambar 7. Konfigurasi VLAN Interface

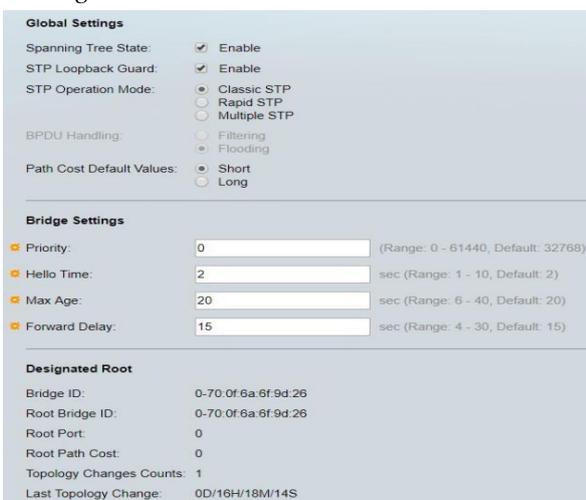
1	GE1 (MAIN_ROUTER)	1000M-Copper
2	GE2 (FIBER_OPTIC_SAMARINDRA)	1000M-Copper
3	GE3 (FIBER_OPTIC_BALIKPAPAN)	1000M-Copper
4	GE4 (FIBER_OPTIC_SEBRANG)	1000M-Copper
5	GE5 (BACKUP_SANGATTA)	1000M-Copper
6	GE6 (BACKUP_BUKITBIRU)	1000M-Copper
7	GE7 (BACKUP_INDUSTRI)	1000M-Copper
8	GE8 (BACKUP_GROGOT)	1000M-Copper

Gambar 8. Deskripsi Interface Switch Pada Switch Manageable

Pada gambar 6, 7 dan 8 menginformasikan bahwa pada port GE1 secara *administrative* VLAN yang ditambahkan yaitu seluruh VLAN yang terdapat pada jaringan, dikarenakan port tersebut merupakan port utama yang terhubung ke router utama PT PLN (Persero) UP3B Kaltim sehingga seluruh vlan harus ditambahkan. Pada port GE2, GE3 dan GE4

yang merupakan port utama penghubung *switch* di seluruh GI melalui *fiber optic* juga diatur untuk VLAN GI sesuai daerahnya yaitu Samarinda, Balikpapan dan Sebrang. Port GE5 yang difungsikan untuk backup GI Sangatta hanya melewatkan VLAN dengan id tertentu, yaitu VLAN GI Sangatta, Telukpandan, Muara Badak, Sambutan, Bukuan, arapan Baru, Tengkawang, Embalut dan Bukit biru demikian juga dengan port GE6 yang difungsikan *backup* sisi GI Bukit biru. Untuk Port GE7 *Backup link* GI Industri hanya melewatkan VLAN GI Karangjoang, GI Senipah dan Gi Manggarsari. Sedangkan Port GE8 hanya melewatkan vlan GI Kariangau, GI Longikis, GI Petung, GI Kuaro dan GI Grogot. Konfigurasi Spanning Tree [9]

*Switch manageable* yang terdapat di kantor PT PLN (Persero) UP3B Kaltim dilakukan konfigurasi untuk *spanning tree* yang bertugas melakukan penentuan jalur yang aktif pada port ethernet dan melakukan disable port pada jalur *stanby*. Gambar 9 menginformasikan konfigurasi *spanning tree* pada *switch manageable*.

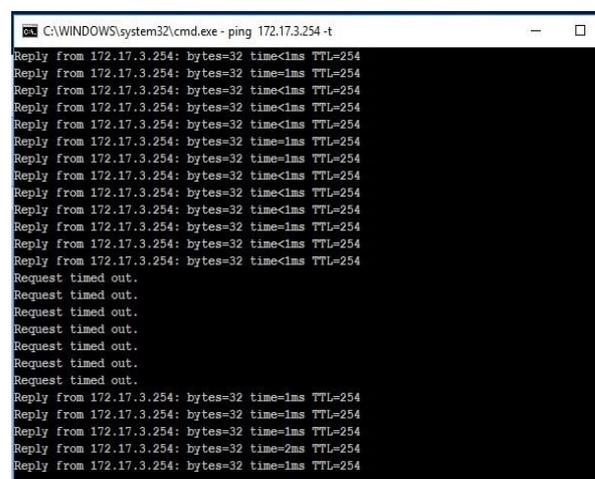


**Gambar 9. Konfigurasi Spanning Tree Switch Manageable**

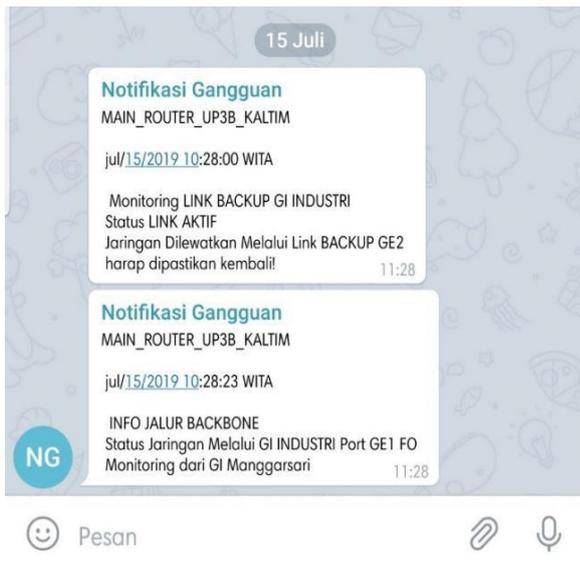
Sesuai dengan rencana konfigurasi, pada *switch manageable* yang terdapat di kantor PT PLN (Persero) UP3B Kaltim menggunakan priority 0 dimana priority terkecil akan menjadi prioritas dan akan menjadi *root bridge* bagi seluruh *switch* yang terhubung. Sedangkan pada gambar dibawah menginformasikan konfigurasi *Spanning Tree* pada *interface* masing-masing yang terhubung.

### 3.1 Pengujian Sistem

Salah satu contoh pengujian sistem yaitu dengan melakukan pemutusan pada *link fiber optic* GE3 *switch manageable* PLN UP3B Kaltim atau *port arah fiber optic* Balikpapan. ketika terjadi *down* pada *link* GE4 *switch manageable area* Balikpapan maka link komunikasi dari maupun ke Balikpapan akan mengalami *down* sesaat hingga *switch* GI Industri melakukan *failover* jaringan melalui link backup, hal tersebut dapat dilihat pada gambar 10 dimana secara otomatis *router* akan mengirimkan notifikasi melalui *netwatch* ke telegram dan menginformasikan kondisi yang terjadi.



**Gambar 10.Koneksi Dwon Beberapa Saat Ketika Proses Failover Area Balikpapan**



**Gambar 11. Notifikasi Telegram Ketika Terjadi Putus FO Arah Balikpapan**

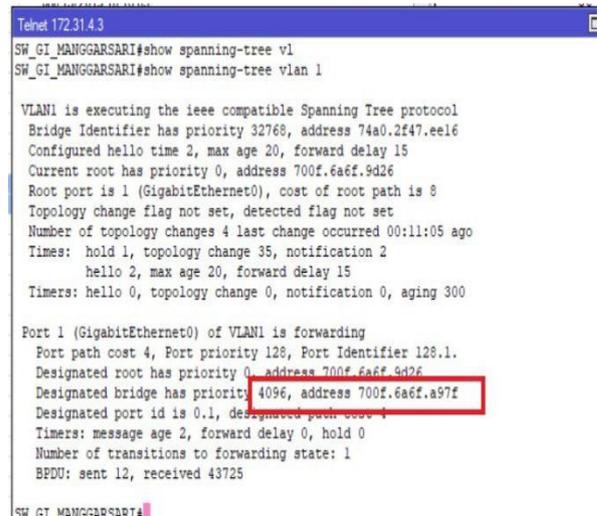
Pada gambar 11 merupakan notifikasi yang diterima *user* melalui aplikasi telegram yang menjelaskan kondisi yang terjadi.

Interface	STP	Edge Port	Port Role	Priority	Port State	Designated Bridge ID	Designate
GE1 (FIBER_OPTIC)	Enabled	Disabled	Designated	0	Forwarding	4096-700f.6a6f.a97f	0-1
GE2 (BACKUP)	Enabled	Disabled	Root	16	Forwarding	0-70.0f.6a.6f.9d.26	64-7
GE3 (RTU)	Enabled	Disabled	Disable	128	Disabled	N/A	N/A

**Gambar 12. Status Spanning Tree Pada GI Industri Pengujian Failover Area Balikpapan**

Pada gambar 12 *status spanning tree* yang terdapat pada GI Industri yaitu pada port GE1 yang semula pada kondisi normal adalah *root* menjadi *designated* dan *forwarding* dikarenakan *switch* GI Industri menjadi *root bridge* dari *switch* yang terdapat pada GI area Balikpapan melalui port GE1 *switch* GI Industri. Pada *switch* GI Industri memiliki *bridge priority* 4096. *Bridge priority* tersebut lebih rendah dibandingkan dengan *bridge priority switch* GI lain yang terdapat pada area Balikpapan karena dasar itulah *switch* GI

Industri dijadikan *root bridge* oleh *switch* lain. Pada port GE2 *switch* GI Industri status berubah menjadi *root port* dikarenakan pada GE2 terhubung dengan link *backup switch manageable* yang terdapat pada kantor PLN UP3B Kaltim yang memiliki *bridge id* 0 sehingga dijadikan *root bridge* oleh *switch* GI industri.



**Gambar 13. Status Spanning Tree Pada Switch GI Manggarsari**

Pada gambar 13 menginformasikan *status spanning tree* yang terdapat pada GI Manggarsari yaitu memiliki *designated bridge id* 4096-700f.6a6f.a97f yang merupakan *bridge id* pada *switch* GI Industri. Sehingga pada GI Manggarsari ketika terjadi putus *fiber optic* arah area Balikpapan akan dilewatkan melalui *switch* GI Industri. [11]

#### 4. KESIMPULAN

Implementasi jaringan *failover* dapat menjaga keandalan sistem jaringan PT PLN (Persero) UP3B Kaltim ketika terjadi *fiber cut* atau terputusnya jaringan *backbone* utama dan

secara otomatis akan melakukan *failover* pada jalur *backup*, hal ini terbukti bahwa *failover* juga dapat diterapkan pada layer 2 (*data link*) sebagai alternatif penggunaan di layer 3 (*network*) pada umumnya.

## SARAN

Sebagai pengembangan yang masih dapat dilakukan dalam perancangan jaringan ini yaitu ketika kondisi terputusnya *fiber optic* area Samarinda maka *switch* seluruh gardu induk kecuali GI Sangatta akan melewati melalui *switch* GI Bukit Biru dikarenakan pada *switch* GI Bukit Biru memiliki *bridge priority* lebih kecil dibandingkan dengan *bridge priority* pada *switch* GI Sangatta. Ketika hal tersebut terjadi maka seluruh traffic atau beban jaringan akan dilewatkan melalui backup link GI Bukit Biru. Selain itu dimasa yang akan datang diharapkan dapat ditemukan mekanisme baru untuk menyeimbangkan beban jaringan sebagian melalui GI Bukit Biru dan sebagian melalui GI Sangatta supaya terjadi penyeimbangan beban.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2020

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Komputer, Wahana., 2004, *Kamus Istilah Internet*, Edisi II, Andi, Yogyakarta.
- [2] Arifin, Hasnul. 2011. *Kitab Suci Jaringan Komputer dan Koneksi Internet*. Yogyakarta: Mediakom.
- [3] Towidjojo, Rendra. 2013. *Mikrotik Kungfu: Kitab 2*. Jakarta : Jasakom.
- [4] Athailah. 2013. *Mikrotik Untuk Pemula*. Jakarta: Mediakita.
- [5] Asteria, Devita.2015. Implementasi Dan Analisis Metode Failoverpada Sistem Redundant Dedicated Server Dan Cloud Server Untuk Layanan VOIP, *E-Proceeding of Engineering*, Vol.2 No.2 pp.3137-3144, Agustus 2015.
- [6] Choirullah, Muhammad Yusuf.2016. Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN, *JNTETI*, Vol. 5, No. 4, pp.278-285, November 2016
- [7] Sofana, Iwan. 2013. *Teori dan Modul Praktikum Jaringan Komputer*. Bandung: Modula.
- [8] Arifin, Hasnul. 2011. *Kitab Suci Jaringan Komputer dan Koneksi Internet*. Yogyakarta: Mediakom.
- [9] Peniarsih, Rancangan Sistem Jaringan Stp (Spanning Tree Protocol) Berbasis VLAN [Online]. Available: <http://journal.universitassuryadarma.ac.id/index.php/jsi/article/view/39/37>, diakses tanggal 30 Maret 2019.
- [10] Dewi, Sari, Yuliantama, Penerapan Jaringan LAN Dengan Sistem Redudancy Static Route Menggunakan Router Mikrotik Pada PT Sistem Aksesindo, [Online]. Available: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/evolusi/article/view/3589>, diakses tanggal 30 Maret 2019.
- [11] Sadikin, Nanang, Faprianda Rossy Ramadhan, Implementasi Load Balancing 2 (Dua) ISP Menggunakan Metode *Per Connection Classifier* (PCC), [Online] Available: [https://repository.usd.ac.id/18613/2/115314-056\\_full.pdf](https://repository.usd.ac.id/18613/2/115314-056_full.pdf), diakses tanggal 30 Maret 2019.