

KONFIGURASI POP (POINT OF PROTOCOL) UNTUK KANTOR DINAS PROVINSI JAWA BARAT OLEH PT. JABAR TELEMATIKA

Henri Panggabean

Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi Fakultas Ilmu Terapan

Universitas Telkom

Email : panggabeanhenri@yahoo.com

ABSTRAK

Pada era modren saat ini kebutuhan layanan data yang meningkat sangat dibutuhkan di kota-kota besar pada umumnya seperti studi kasus yang terjadi pada seluruh kantor dinas yang berada di Provinsi Jawa Barat, dimana seluruh dinas memiliki infrastruktur jaringan yang berbeda pada setiap dinas, yang mengakibatkan penyampaian dan keamanan data setiap kantor dinas sangat lama dan tidak dapat di kontrol secara bebas oleh Pemerintah Kota Provinsi Jawa Barat. Maka dari itu diambil suatu langkah efektif untuk dapat membuat seluruh kantor dinas yang berada di Provinsi Jawa Barat ke dalam satu jaringan dimana seluruh kantor dinas dapat saling berinteraksi secara cepat dan tidak memiliki hambatan., lalu dapat melakukan penyampaian data secara langsung dan aman. Dibuat suatu perancangan jaringan oleh PT. Jabar Telematika sebagai penyedia jasa membuat rancangan jaringan dengan menerapkan Teknologi Metro Ethernet dimana seluruh kantor dinas dihubungkan menjadi satu jaringan dengan menghubungkan setiap kantor dinas dengan kabel fiber optic dan membagi setiap dinas dalam beberapa cluster dan menempatkan beberapa dinas sebagai POP (point of protocol) yang bertujuan supaya jarak antar kantor dinas yang teretak sangat jauh dapat terjangkau dan terhubung. Dengan penerapan Teknologi Metro Ethernet tersebut membuat seluruh kantor dinas Provinsi Jawa Barat memiliki jaringan lokal mandiri dan dapat melakukan penyampaian data secara baik dan akurat serta keamanan data dapat di control dan di atur langsung oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat oleh Dinas Komunikasi dan Data.

Kata kunci : Metro Ethernet, POP, Fiber Optik

ABSTRACT

In the modren when it needs data services that rises is needed in big cities in general as case study that occurs in all the office that is in west java province , where all government offices have infrastructure the different tissues on each of his official, resulting in submission and security the data of every the office very long and cannot be in control freely by the government the provincial west java. Therefore taken a move effective to make all the office that is in west java province into one tissue in which all the office can interact quickly and not having obstacles. And can do delivery of data is direct and safe. Make design tissue by PT. West Java telematika as service providers make a tissue by applying technology metro ethernet in which all the office connected become a network with connecting any the office with a cable fiber optic and divides each division in clusters of several and put several agencies as pop (point of protocol) which

aims that gap between the office who teretak very far affordable and connected. With application of technology metro ethernet had made all the office of west java province has a local independent and data can do this is good and accurate and safety data can be in control and set directly by the government of west java by the communication.

Keywords : Metro Ethernet, POP, Fiber Optik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sampai saat ini, perkembangan internet yang berubah menjadi jaringan yang sangat besar dan menciptakan splikasi baru di bisnis dan pasar konsumen. Yang mana aplikasi baru ini mendorong meningkatnya permintaan dan kebutuhan bandwith di jaringan backbone. Untuk memenuhi semua tuntutan yang ada, teknologi yang digunakan ialah metro Ethernet. Teknologi Jaringan Metro Ethernet adalah teknologi yang sekarang sudah mulai dikembangkan oleh aplikasi-aplikasi yang membutuhkan bandwidth besar, seperti audio video streaming, online gaming, dan juga distance learning. Kebutuhan yang lain adalah keinginan agar seluruh infrastruktur (jaringan/kabel) jadi satu. sekarang ada banyak jaringan telepon, jaringan tv kabel, dan jaringan data (untuk perusahaan) sehingga kelihatannya banyak kabel, dengan adanya teknologi Metro Ethernet semuanya akan dijadikan satu jaringan/satu kabel yaitu Ethernet.

Untuk penerapannya di Negara-negara berkembang sudah pakai seperti di atas jadi untuk Telepon dan Internet (Internet ini bukan dial up internet yang lambat tapi internet yang sudah bisa nonton TV dengan speed yang besar) menggunakan satu kabel dan teknologi yaitu Metro Ethernet. Metro Ethernet menggunakan protokol atau teknologi yang sama persis dengan Ethernet/Fast

Ethernet pada LAN tetapi ada penambahan beberapa fungsi sehingga dapat digunakan untuk menghubungkan dua lokasi (dua LAN) dengan jarak yang puluhan bahkan ratusan kilometre. Sebenarnya Metro Ethrnet adalah jenis Broadband Wired (Kabel Broadband) karena speed/kecepatan/bandwidth-nya sudah besar yaitu 10/100 Mbps, bahkan ada yang 1/10 Gigabps. Demi memenuhi kebutuhan tersebut teknologi komunikasi data mulai dikembangkan oleh banyak pihak. Pada awalnya, dan hingga kini pun di beberapa tempat, komunikasi data turut di tumpangkan pada infrastruktur komunikasi suara yang sudah eksis sejak lama. Seperti contohnya teknologi komunikasi data melalui dial-up dan ISDN, masih menggunakan media kabel telepon untuk ditumpang data yang ingin lalu-lalang. Kecepatan untuk transportasi data dengan menggunakan media ini tidak masalah pada awalnya. Namun seiring berjalannya waktu, media ini juga sudah tidak mencukupi lagi, besaran kapasitas bandwith yang mengingot tempat data yang sangat tinggi.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk memenuhi kebutuhan traffic data kantor dinas yang sangat besar kapasitasnya..
2. Mempunyai jaringan local Pemerintah Teknologi fiber optic sehingga keamanan data internal dinas lebih terjaga kerahasiaanya.

3. Memenuhi program Pemerintah Provinsi Jawa Barat dalam upaya bergulirnya *Jabar Cyber Province*.

1.3 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Pemerintah provinsi jabar mempunyai jaringan akses mandiri.
2. Penggolongan manajemen dan security atau system keamanan jaringan.
3. Bisa memonitoring masing masing penggunaan bandwidth.
4. Mengurangi pengeluaran dinas yang dibutuhkan untuk koneksi internet.

1.4 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana cara konfigurasi jaringan metro akses tersebut.
2. Langkah apa yang diambil untuk mengoptimalkan cakupan Link di suatu kantor dinas tersebut.
3. Bagaimana cara menghubungkan antara jaringan point satu ke point lainnya.

1.5 Batasan Masalah

1. Hanya membahas data konfigurasi point to point dan analisis data.
2. Lokasi konfigurasi jaringan hanya di provinsi jawa barat.
3. Pembahasan tidak sampai pada client per kantor dinas.

1.6 Metodologi Penelitian

Proyek akhir ini menggunakan beberapa tahapan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada antara lain :

1. Studi Literatur
Pada tahap ini dilakukan pemahaman tentang konsep dan teori :
 - 1) Metro Ethernet
 - 2) Komponen Metro Ethernet
 - 3) Routing Protcol
 - 4) Konfigurasi POP

2. Analisa masalah
Menganalisa permasalahan berdasarkan sumber-sumber literature.
3. Konfigurasi jaringan
Melakukan konfigurasi jaringan yang sesuai sehingga dapat memperoleh layanan yang optimal.
4. Analisa jaringan
Melakukan analisa hasil konfigurasi jaringan sehingga mendapatkan data yang didapatkan.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan pada proyek akhir ini sebagai berikut:

BAB I	PENDAHULUAN Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metode pengerjaan serta sistematika penulisan.
BAB II	LANDASAN TEORI Bab ini berisi tentang teoritis segala aspek yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas
BAB III	KONFIGURASI JARINGAN PADA POP Bab ini berisi tentang pembahasan langkah-langkah dalam melakukan konfigurasi jaringan pada POP (point of protocol) di Provinsi Jawa Barat.
BAB IV	ANALISA HASIL KONFIGURASI Bab ini berisi pembahasan tentang analisa hasil dari konfigurasi POP serta pengujian layanan terhadap kantor dinas.
BAB V	PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat memberikan kesimpulan hasil penelitian secara menyeluruh terhadap proyek akhir yang telah dilakukan dan saran terhadap pengembangan penelitian ke depan

2. DASAR TEORI

2.1 Jaringan Metro Ethernet

Arsitektur Ethernet ini di perkenalkan tahun 1970an oleh Xerox, dimana terdapat tiga jenis Ethernet yang dibedakan berdasarkan kecepatan akses datanya, yaitu :

- a. Ethernet : memiliki kecepatan akses data 10 Mbps.
- b. FastEthernet : memiliki kecepatan akses data 100 Mbps.
- c. Gigabit Ethernet : memiliki kecepatan 100 Mbps atau 1 Gbps.

Gigabit Ethernet memiliki kecepatan akses data sebesar 1000 Mbps atau 1 Gbps. Arsitektur ini memiliki kemampuan berbagi bandwidth atau resource dalam suatu jaringan yang sama. Protokol yang digunakan pada arsitektur ini adalah CSMA/CD atau Carrier Sense Multiple Access With Collision Detection, protocol ini berfungsi supaya tidak terjadi collision ketika berbagi bandwidth. Collision merupakan suatu kondisi dimana ada beberapa source computer yang mengirimkan data pada saat yang sama sehingga data yang dikirimkan melalui jaringan tersebut akan bertabrakan dan data tidak akan terkirim, ethernet memiliki standar IEEE 802.3. Sebelumnya, Ethernet utamanya digunakan dalam teknologi akses, menyediakan akses internet atau interface user ke network. Sampai saat ini kondisi tersebut masih berjalan tetapi

standar ethernet-nya sendiri dikembangkan untuk mampu melayani layanan data pada jaringan transport. Fungsi-fungsi layanan pada teknologi Ethernet sebagai jaringan transport merupakan hasil pengembangan yang terus-menerus.

2.2 Prinsip Kerja Metro Ethernet

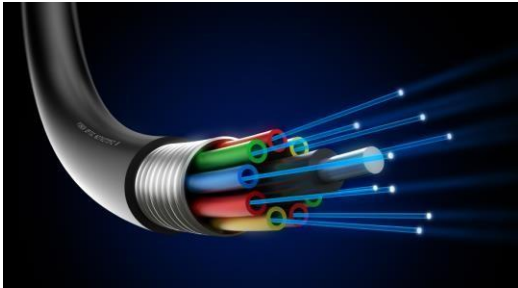
Metro Ethernet menggunakan metode kontrol akses media Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection untuk menentukan station mana yang dapat mentransmisikan data pada waktu tertentu melalui media yang digunakan. Dalam jaringan yang menggunakan teknologi Ethernet, setiap komputer akan "mendengar" terlebih dahulu sebelum "berbicara", artinya mereka akan melihat kondisi jaringan apakah tidak ada komputer lain yang sedang mentransmisikan data. Jika tidak ada komputer yang sedang mentransmisikan data, maka setiap komputer yang mau mengirimkan data dapat mencoba untuk mengambil alih jaringan untuk mentransmisikan sinyal. Sehingga, dapat dikatakan bahwa jaringan yang menggunakan teknologi Ethernet adalah jaringan yang dibuat berdasarkan basis First-Come, First-Served, daripada melimpahkan kontrol sinyal kepada Master Station seperti dalam teknologi jaringan lainnya.

2.3 Komponen Metro Ethernet

2.3.1 Kabel Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber

cahaya yang digunakan biasanya adalah laser atau LED.



Gambar 2.1 Kabel serat optik

Kabel serat optik berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada didalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Perkembangan teknologi serat optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (attenuation) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (bandwidth) yang besar sehingga kemampuan dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian serat optik sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi. Pada prinsipnya serat optik memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat didalamnya.

2.3.2 Routing Protocol

Routing protocol merupakan suatu aturan yang mempertukarkan informasi routing yang akan membentuk sebuah tabel routing

sehingga pengalaman pada paket data yang akan dikirim menjadi lebih jelas dan routing protocol mencari rute tersingkat untuk mengirimkan paket data. Routing protocol dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Interior Routing Protocol

Interior Routing Protocol digunakan pada jaringan yang bernama Autonomous System, yaitu sebuah

jaringan yang berada hanya dalam satu kendali teknik yang terdiri dari beberapa subnetwork dan gateway yang saling berhubungan satu sama lain. Interior routing diimplementasikan melalui

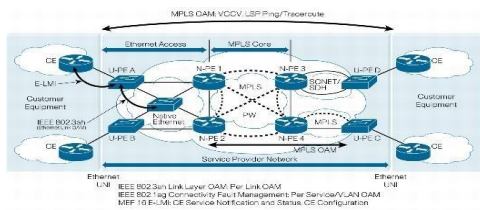
- Routing Information Protocol (RIP)

Biasanya terdapat pada sistem operasi UNIX dan Novell yang menggunakan metode distance vector algoritma yang bekerja dengan menambahkan satu angka matrik jika melewati 1 gateway, sehingga jika melewati beberapa gateway maka metriknya juga akan bertambah.

- Open Shortest Path First (OSPF)

Routing ini memakan banyak resource komputer dibanding *Routing Information Protocol (RIP)*, tetapi pada routing

ini rute dapat dibagi menjadi beberapa jalan sehingga data dapat melewati dua atau lebih rute secara paralel.



Gambar 2.2 Routing protocol

2.3.3 Switch Manageble

Switch Manageble adalah switch yang diatur untuk kebutuhan jaringan tertentu. Ada beberapa perbedaan mendasar yang membedakan antara switch manageable dengan switch non manageable. Perbedaan tersebut dominan bisa dilihat dari kelebihan dan keunggulan yang dimiliki oleh switch manageable itu sendiri. Kelebihan switch manageable adalah

1. Mendukung penyempitan broadcast jaringan dengan VLAN
2. Pengaturan access user dengan access list
3. Membuat keamanan network lebih terjamin
4. Bisa melakukan pengaturan port yang ada.
5. Mudah memonitoring traffick maintenance network karena dapat diakses tanpa harus berada di dekat switch.



Gambar 2.3 Switch manageable

2.3.4 SFP

SFP adalah perangkat yang men-transmitte dan me-receive sinyal informasi dengan media serat optik. SFP merupakan pengembangan dari Gigabit Interface Converter (GBIC). SFP disebut juga mini-GBIC. Istilah GBIC artinya suatu port yang dikhususkan untuk berhubungan dengan jaringan backbone dengan bandwidth yang besar.



Gambar 2.4 SFP (small form-factor pluggable)

2.3.5 VLAN

VLAN merupakan suatu model jaringan yang tidak terbatas pada lokasi fisik seperti LAN, hal ini mengakibatkan suatu network dapat dikonfigurasi secara virtual tanpa harus menuruti lokasi fisik peralatan. Penggunaan VLAN akan membuat pengaturan jaringan menjadi sangat fleksibel dimana dapat dibuat segmen yang bergantung pada organisasi atau departemen tanpa bergantung pada lokasi workstation.

2.3.6 NOC (Network Operation Control)

NOC merupakan ruangan dimana infrastruktur ditempatkan untuk melakukan fungsi-fungsi pengaturan, pengendalian, dan pengawasan jaringan (network)

sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sesuai dengan standar pelayanan yang diberikan. Tugas NOC adalah menangani konfigurasi dan perubahan manajemen jaringan, network security, performance dan policy monitoring, pelaporan, jaminan kualitas, scheduling dan dokumentasi dengan memanfaatkan kemampuan management network, monitoring dan analysis tools. NOC memberikan kemudahan kepada user dalam melakukan aktivitas koordinasi operasi dengan semua pendukung dan vendor terkait dengan fungsi network. Kegiatan pada NOC adalah memberikan support selama 24 jam dengan aktivitas sebagai berikut :

1. Memonitor operais semua hubungan backbone dan pendukung jaringan lainnya.
2. Menjamin bahwa server dan perangkat aktif lainnya bekerja secara terus menerus selama 24 jam.
3. Memberi jaminan untuk mendukung kualitas layanan jaringan kepada pengguna.
4. Perbaiki semua masalah jaringan dan sistem terkait.
5. Membuka pelacakan dan resolusi dokumentasi permasalahan pada sistem jaringan.



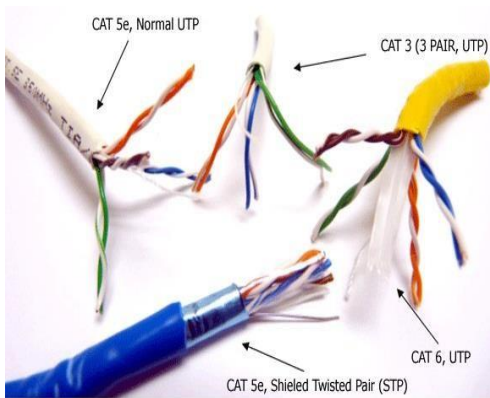
Gambar 2.5 NOC
(Network Operation
Control)

2.3.7 Kabel UTP

Unshielded Twisted Pair atau UTP adalah kabel sebagai media transmisi dalam jaringan Local Area Network atau LAN. Kabel UTP termasuk kabel yang tidak memiliki pelindung dan memiliki rangkaian kabel yang saling terpinil satu dengan lain. Keberadaan kabel UTP membuat antar jaringan komputer dapat terhubung melalui LAN. Secara umum, kabel UTP terdiri dari delapan bagian, Empat buah kabel UTP terpinil menjadi satu dan sepasang kabel UTP lainnya dihubungkan untuk menerima dan mengirim antar jaringan komputer.

Kabel UTP sendiri telah memiliki spesifikasi khusus yaitu, EIA/TIA 568 untuk kabel UTP standar. Kabel UTP memiliki aturan pula dalam penyusunannya berdasarkan tipe yang ada. Sehingga kabel UTP pada akhirnya dapat difungsikan sebagai kabel dalam jaringan LAN. Untuk tipe kabel UTP Straight Through Cable aturan penyusunannya adalah

ujung satu dengan ujung lain harus menggunakan spesifikasi yang sama. Tipe kabel UTP Straight Through Cable biasa digunakan untuk menghubungkan antara switch dan router, PC dan HUB, PC dan switch. Ada pula tipe kabel UTP Cross Over Cable, aturan penyusunannya adalah ujung yang satu dengan ujung lain harus menggunakan spesifikasi yang berbeda. Tipe kabel UTP Cross Over Cable biasa digunakan untuk menghubungkan antara router dan router, PC dan PC, HUB dan HUB, switch dan switch. Kemudian juga terdapat tipe kabel UTP Roll Over Cable, aturan penyusunannya adalah harus terhubung DB-9 Adapter dengan PC atau DB-25 Adapter dengan PC. Biasanya untuk kabel UTP tipe Roll Over Cable adalah pemasangan modem dengan console switch manageable atau dapat pula dengan console cisco router.



Gambar 2.6 Kabel UTP

2.3.8 UPS (uninterruptible power supply)

Ups disini berfungsi untuk memberikan suplai listrik ketika tegangan utama tidak berfungsi (terhenti, pemadaman listrik). Jadi

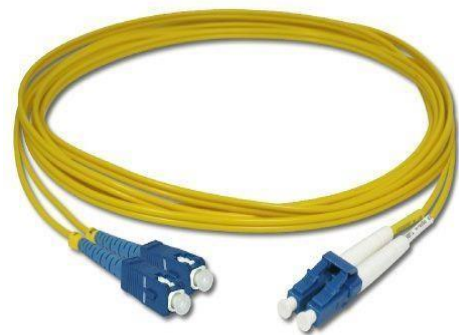
UPS hanya akan berfungsi jika terjadi pemadaman listrik. Artinya UPS hanya sebagai cadangan. Besar UPS di pop sebesar 300VA, sedangkan untuk di kantor dinas sebesar 1000VA.



Gambar 2.7 UPS (uninterruptible power supply)

2.3.9 Patch Cord

Patch cord ialah kabel utp jenis stranded atau serabut yang berfungsi menghubungkan perangkat pasif ke aktif.



Gambar 2.8 Kabel Patch Cord

2.3.10 Close Rack (rack server)

Rack server berguna untuk meletakkan server-server dan perangkat pendukung lainnya seperti router, switch dan lainnya. Tujuannya agar mudah pemeliharaanya dan

gampang jika kita ad penambahan perangkat. Close rack di pop 19 inc 42 U Standart ETSI, untuk di kantor dinas 10 U 19 inc standart ETSI.



Gambar 2.9 Close Rack (rack server)

2.4 Keunggulan dan Kekurangan Metro Ethernet

Keunggulan layanan dengan Metro Ethernet :

1. Tingkat kehandalan tinggi dengan dukungan sitem transmisi Fiber Optic dan network yang handal.
2. Keberagaman protocol aplikasi dan jenis aplikasi dengan penggunaan teknologi clear channel.
3. Mempunyai kapasitas besar sehingga memungkinkan untuk digunakan konten internet,voip,video call,vpn, dll.

Kekurangan Metro Ethernet :

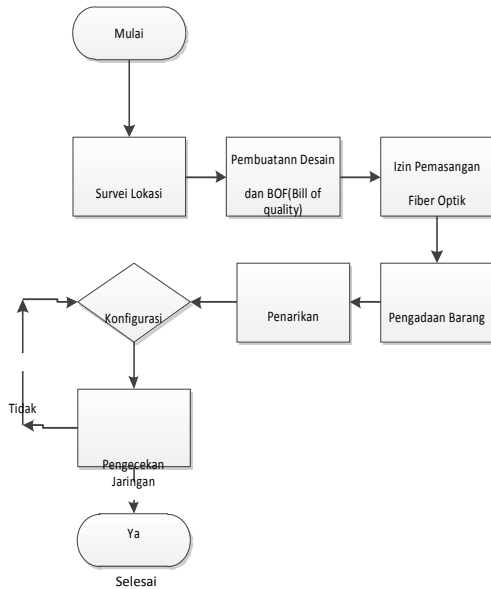
1. Biaya operasional mahal.
2. Instalasi infrastrukturnya tidak mudah.
3. Rumit jika terjadi trouble jaringan (network trouble shooting).
4. Perlu ruangan khusus untuk menempatkan perangkat aktif.
5. Perlu adanya catuan listrik 24 jam.
6. Perlu suhu udara cukup buat standarisasi perangkat.

3. KONFIGURASI

3.1 DESKRIPSI PROYEK AKHIR

Pada proyek akhir ini dilakukan suatu konfigurasi POP (point of protocol) pada kantor-kantor dinas Provinsi Jawa Barat. Langkah awal yang dilakukan membuat topologi jaringan dan menentukan kantor dinas mana saja yang akan dihubungkan dalam satu jaringan, terdapat 47 kantor dinas di provinsi Jawa Barat dan 6 pop dari kantor dinas tersebut. Setelah menentukan pop dari setiap kantor dinas tersebut langkah selanjutnya melakukan suatu perancangan jaringan dengan menghubungkan semua kantor dinas menjadi satu jaringan dengan menggunakan software cisco packet treaser sebagai simulasi awal. Dilakukan dengan memberi ip pada setiap kantor dinas lalu melakukan test ping guna mengetahui kantor dinas tersebut terhubung dalam satu jaringan atau tidak. Keluaran dari Proyek Akhir ini adalah dapat menghubungkan semua kantor dinas yang berada di Provinsi Jawa Barat menjadi satu jaringan dan mewujudkan jabar cyber province. Membuat Jawa Barat sebagai smart provinsi, mendapatkan hasil jaringa 3G yang baik dan stabil dan membuat suatu area cakupan yang lebih luas dan kualitas jaringan yang lebih baik.

3.2 PROSES Pengerjaan Konfigurasi Jaringan



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Konfigurasi

Pada tahap ini mulai dilakukan proses pengerjaan dalam perancangan dan konfigurasi jaringan pada kantor dinas provinsi Jawa Barat, adapun tahap-tahap dalam proses tersebut adalah sebagai berikut.

1. Survei lokasi

Sebelum merancang suatu jaringan dan melakukan konfigurasi terhadap jaringan tersebut hal pertama yang kita lakukan ialah melakukan survei lokasi. Survei lokasi disini berguna untuk mengetahui dimana saja letak kantor dinas dan jarak setiap kantor dinas satu dengan yang lain. Setelah mengetahui jarak dan letak semua kantor dinas lalu kita mulai menentukan POP (point of protocol) dari semua kantor dinas yang akan kita jadikan menjadi satu jaringan. Adapun pembagian pop dan user kantor dinas.

2. Pembuatan desain dan BOQ (Bill of quality)

Pada tahap ini dilakukan sebuah gambaran perancangan berupa anggaran biaya dalam proses membangun jaringan ini sampai jaringan dapat berhasil dibangun.

Table 3.1 Desain dan BOQ

I. ACTI DEVI

NO	POP	ALAMAT	URAIAN POP	SATUAN	QTY	UNIT PRICE	JUMLAH	KET
1	JATEL	JL. CIANJUR	Material Instalasi ISP :					
			Switch Metro L2 Port GBIC	unit	1	6.000.000	6.000.000	
			Modul GBIC (SFP)1550 Long merk Santaclara	unit	2	1.500.000	3.000.000	
			Modul GBIC (SFP)1310 Long merk Finishar	unit	7	350.000	2.450.000	Jumlah Module Sesuai dengan Jumlah Client
			Patchcore LC to SC Duplex 5m	unit	0	-	-	
			UPS Rackmount APC 450VA	unit	0	-	-	
			Power Strip 19"	unit			-	
			Rak ETSI 12u	unit			-	
			Jasa Pekerjaan Instalasi ISP :				-	
			Instalasi Perangkat Aktiv	lot	0	-	-	

			Instalasi Power Supply	lot	0	-	-	
			Material Lastmile :				-	
			Switch Core Client	unit	7		-	Jumlah Switch Sesuai dengan Jumlah Client
			Modul GBIC (SFP)1310 Long merk Finishar	unit	350	2.4	50.000	Jumlah Module Sesuai dengan Jumlah Client
							13.900.000	
SUB TOTAL-1								

II. LOS P

NO	POP	ALAMAT	URAIAN	SATUAN	QTY	UNIT PRICE	JUMLAH	KET
	JATEL	JL. CIANJUR	Material Instalasi OSP :					
			Kabel Fiber Optic 2011 exp 96core (Furukawa)	Meter	494	33.000	163.482.000	
			Kabel Fiber Optic 2011 exp 6core (Furukawa)	Meter	2154	12.000	25.848.000	
			OTB 96 (Backbone + Lastmile)	unit	2	4.800.000	9.600.000	
			OTB 12 (Lastmile)	unit	13	999.000	12.987.000	
			Klem Pipa	set	42	35.000	4.975.600	
			Suspension (15 tiang)	unit	15	75.000	1.125.000	
			Tiang 9m	unit	14	900.000	127.944.	

				lot	2			000
			Cor Tiang, Cat dan Label	unit	142		500.000	71.080.000
			Jasa Pekerjaan Instalasi :					
			Splicing (closure, RKFO, OTB)	core	1440		40.000	57.600.000
			OTDR / Power Meter	core	0		-	-
			Penarikan FO	meter	7108		18.000	127.944.000
			Penanaman Tiang	unit	142		100.000	14.216.000
			Mobilisasi	lot	0		750.000	-
SUB TOTAL-1								398.784.000
TOTAL = SUB TOTAL 1 + SUB TORAL 2								412.684.000

3. Izin pemasangan fiber optic
Sebelum melakukan perancangan jaringan dan penarikan kabel dari setiap kantor dinas terlebih dahulu dibuat suatu perizinan kepada 47 kantor dinas yang akan dipasang jaringan fiber optik. Dimana perizinan ini bertujuan untuk memudahkan kita dapat masuk dan memasang jaringan di kantor dinas tersebut.
4. Pengadaan barang
Pengadaan barang disini bertujuan untuk menentukan alat dan bahan apa saja sebagai komponen utama dalam membangun jaringan Metro Akses pada setiap kantor dinas.
5. Penarikan
Setelah alat dan bahan untuk membangun jaringan sudah tersedia. Mulai melakukan

penarikan kabel dari setiap kantor dinas ke POP.

6. Konfigurasi

Setelah melakukan penarikan kabel dari setiap kantor dinas ke POP, Selanjutnya dilakukan konfigurasi jaringan pada setiap kantor dinas sampai semuanya terhubung dan semua data pada setiap kantor dinas dapat di monitoring oleh dinas Diskominfo yang menjadi pusat sentral dari jaringan.

7. Pengecekan jaringan

Tahap terakhir yang dilakukan setelah semua jaringan sudah dipasang dan sudah dikonfigurasi setiap kantor dinas. Dilakukan pengecekan jaringan yang bertujuan untuk mengetahui apakah jaringan sudah benar-benar terhubung satu dengan yang lain dan dapat di monitoring oleh pusat jaringan yang berada di Dinas Diskominfo.

3.3 KEBUTUHAN TRAFIK

Pada era komunikasi data saat ini, sangat dibutuhkan kapasitas bandwidth yang besar dan dapat menunjang kinerja suatu jaringan dalam mencapai hasil maksimalnya. Maka PT. Jabar Telematika disini membuat sebuah jaringan yaitu jaringan Metro Ethernet yang di buat khusus untuk seluruh kantor dinas yang berada di Provinsi Jawa Barat yang bertujuan untuk mencapai jawa barat sebagai smart provinsi . Maka dari itu untuk memenuhi kebutuhan pada perancangan jaringan ini dilakukan sebuah perhitungan trafik untuk mengetahui kinerja jaringan (Network Performance) dan untuk mengetahui mutu layanan jaringan (Quality of Service) dalam memaksimalkan kualitas jaringan.

Jaringan ini melibatkan sebanyak 47 kantor dinas yang tersebar di seluruh provinsi jawa barat termasuk di dalamnya ada Rumah sakit dan kas daerah. Dari seluruh kantor dinas tersebut PT.Jabar Telematika membuat sebuah konsep POP (Point to Point) yang bertujuan untuk memudahkan jaringan disetiap kantor dinas terhubung satu dinas dengan dinas lainnya. Penggunaan POP disini dikarenakan letak setiap kantor dinas tidak merata atau tersebar dengan jarak satu dengan yang lain sangat jauh. Maka untuk memudahkan agar setiap kantor dinas dapat terhubung satu dengan yang lain di tentukanlah sebanyak 6 POP untuk semua kantor dinas dan dari 6 POP tersebut di tentukan 2 POP sebagai pusat data dan penyedia konten atau bisa disebut juga sebagai rumah server yang bertujuan agar dapat memonitoring semua data setiap kantor dinas. Adapun 2 POP tersebut ialah PT.Jabar Telematika yang menjadi pusat content jaringan dan Dinas Diskominfo yang menjadi pusat seluruh data pada setiap kantor dinas. Penentuan POP itu sendiri berdasarkan letak kantor dinas yang berada di sekitarnya. Bisa di bilang POP disini sebagai sarana untuk meneruskan data ke pusat server jadi data yang berbeda dari setiap kantor dinas dapat di lihat semuanya dan di olah di Dinas Diskominfo yang menjadi pusat data. Pada jaringan ini POP menggunakan switch layer 3 edge core yang memiliki spesifikasi (high performance gigabit Ethernet layer 3 switch featuring 28 ports with 24 10/100/1000Base-T ports, 2 10G SFP+ports, dan 10G dual port expansion slot. ECS4620-28 dengan 1 x RJ45 console port, 1x USB type A storage port and RPU connector with fan-less design and stack up to 4 units) dan di user menggunakan switch layer 2 ZTE.

3.4 KONDISI KANTOR DINAS

Letak 47 kantor dinas semuanya berada di Provinsi Jawa barat yang dimana dari 47 kantor dinas tersebut di bagi seluruhnya ke dalam 6 POP adapun pembagiannya sebagai berikut :

Table 3.2 Letak dan vlan

POP	ALAMAT	VLAN
POP DISKOMINFO	Jl. Tamansari No.55 Bandung	2020
POP JASA WISATA	Jl. Braga No. 15	2020
POP JASA SARANA	Jl. Tubagus ismail sekeloa coblong Bandung	2020
POP SETDA	Jl. Dipenogoro No.22 Bandung (Gd. Sate)	2020
POP BAPUSIPDA	Jl. Kawaluyaan	2020
POP JATEL	Jl. Cianjur No. 13 kacapiring, bantu nunggal kota Bandung	2020

Table 3.3 Letak OPD dan IP address Dinas

OPD/INST ANSI	ALAMAT	IP ADDRESS
Dinas Perindustrian dan Perdagangan	Jl. Asia Afrika No. 146 Bandung	10.100.1.2/16
Dinas Bina Marga	Jl. Asia Afrika No. 79 Bandung	10.100.1.3/16
Dinas Pengolahan Sumber daya Air	Jl. Braga No. 137 Bandung	10.100.1.4/16
Dinas	Jl. Dr.	10.100.1.

Pendidikan	Radjiman No.6 Bandung	5/16
Dinas Olah Raga dan Pemuda	Jl.Dr. Rajiman No. 6A Bandung	10.100.1.6/16
Dinas Peternakan	Jl. Ir. H. Djuanda No. 35a Bandung	10.100.1.7/16
Dinas Pemukiman dan Perumahan (KIMRUM)	Jl. Kawaluyan Indah NO. 4 Bandung	10.100.1.8/16
Dinas Kesehatan	Jl. Pasteur No. 25 Bandung	10.100.1.9/16
Dinas Sosial	Jl. Raya Cibabat No. 331 Cimahi	10.100.1.10/16
Dinas Pariwisata dan Kebudayaan	Jl. RE. Martadinata No. 209 bandung	10.100.1.11/16
Dinas Tenaga kerja dan Transmigrasi	Jl. Soekarno-Hata No. 532 Bandunng	10.100.1.12/16
Dinas Koperasi dan Usaha Mikro dan Menengah (KUMKM)	Jl. Soekarno-Hata No. 705 bandung	10.100.1.13/16
Dinas Kehutanan	Jl. Soekarno-Hata No. 751 Km.11.2 bandung	10.100.1.14/16

Dinas Perhubungan	Jl. Sukabumi No. 1 Bandung	10.100.1.15/16
Dinas Pertanian Pangan	Jl. Surapati No. 71 Bandung	10.100.1.16/16
Dinas Perkebunan	Jl. Surapati No.76 Bandung	10.100.1.17/16
Dinas Komunikasi dan Informatika (DISKOMINFO)	Jl. Tamansari No. 55 Bandung	10.100.1.18/16
Dinas Perikanan Dan Kelautan	Jl. Wastukencana No. 7 Bandung	10.100.1.19/16
Dinas Pendapatan (DISPENDA)	Jl. Soekarno-Hata No. 528 Bandung	10.100.1.20/16
Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)	Jl. Soekarno-Hata Bo. 576 Bandung	10.100.1.21/16
Badan Ketahanan Pangan Daerah	Jl. Ciumbuleuit No. 29 Bandung	10.100.1.22/16
Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (BAPPEDA)	Jl. Ir.H.Juanda No. 287 Bandung	10.100.1.23/16
Badan Pelayanan Perijinan Terpadu	Jl. PHH Mustofa No. 22 Bandung	10.100.1.24/16

	40124	
Badan Perpustakaan dan Kearsipan Daerah (BAPUSIPDA)	Jl. Kawaluyaan Indah II No. 4 Bandung	10.100.1.25/16
Badan Pemberdayaan Perempuan dan Keluarga Berencana	Jl. Soekarno-Hatta No. 458 Bandung	10.100.1.26/16
Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Pemerintah Desa	Jl. Soekarno-Hata No. 466 Bandung	10.100.1.27/16
Badan Koordinasi Promosi dan Penanaman	Jl.Sumatera No.57 Bandung	10.100.28/16
Badan Kesatuan Bangsa Politik dan Daerah	Jl.Supratman No. 44 Bandung	10.100.29.29
Badan Kepegawaian daerah (BKD)	Jl. Ternate No. 2 Bandung	10.100.1.30/16
Badan Pengolahan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD)	Jl. Naripan No.25 Bandung	10.100.1.31/16
Badan Pendidikan dan	Jl. Windu No. 26 Bandung	10.100.1.32/16

Pelatihan Daerah		
Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD)	Jl. Soekarno-Hata No. 532 Bandung	10.100.1.33/16
Sekretariat Daerah (SETDA)	Jl. Dipenogoro No. 22 Bandung (Gd. Sate)	10.100.1.34/16
Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (SETWAN)	Jl. Dipenogoro No. 22 Bandung (Gd.Sate)	10.100.1.35/16
Dinas Satuan Polisi Pamung Praja	Jl. Banda No. 28 Bandung	10.100.1.36/16
Pusat Pengolahan Data dan Analisis Pembangunan	Jl. Sangkurian g No. 2 Bandung	10.100.1.37/16
Sekretariat Komisi Penyiaran Indonesia Daerah (KPID)	Jl. Malabar Bandung	10.100.1.38/16
Sekretariat Badan Narkotika Provinsi	Jl. Cilaki No. 51 Bandung	10.100.1.39/16
Sekretariat Korps Pegawai Republik	Jl. Turangga No. 25 Bandung	10.100.1.40/16

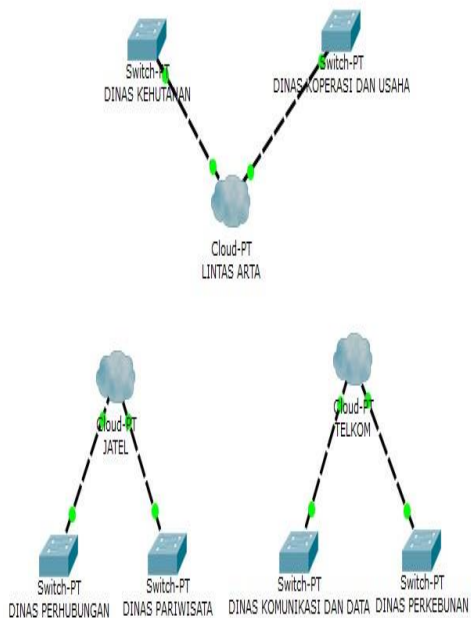
Indonesia		
INSPEKTORAT	Jl. Surapati No. 4 Bandung	10.100.1.41/16
Rumah Dinas Gubernur	Jl. Otista No. 1 Bandung	10.100.1.42/16
Dinas Wakil Gubernur	Jl. Ir.H Juanda Bandung	10.100.1.43/16
Rumah Dinas Sekretaris Daerah	Jl.Aria Jipang Bandung	10.100.1.44/16
Layanan Pengadaan Secara Elektronik (LPSE)	Jl. Dago Pakar Permai VI NO. 20, Komplek dago Pakar	10.100.1.45/16
Rumah Sakit Jiwa	Jl. Riau No. 15 Bandung	10.100.1.46/16
Rumah Sakit Umum AL-Ihsan	Jl.Klastram anggal Baleendah	10.100.1.47/16
Kas Daerah	Jl.Naripan Bandung	10.100.1.48/16

3.5 KONDISI JARINGAN EKSISTING

Kondisi Jaringan pada setiap kantor dinas Provinsi Jawa Barat ialah:

1. Dinas Provinsi Jawa Barat menggunakan infrastructure jaringan dari operasi seperti Telkom, Lintas Arta, Jatel.
2. Kapasitas traffic data dibatasi oleh operator dan tidak dapat melakukan pengolahan infrastruktur perangkat aktif.
3. Dengan banyak operator teknologi bervariasi seperti Metro, FTTX, Adsl dan wireless.

4. Penanganan gangguan sangat lama, karena ada eskelasi dari sop operator.
5. Harga mahal karena konsep layanan kapasitas yang diberikan oleh operator dibatasi. Sementara kebutuhan traffic data sangat tinggi sehingga terhambatnya layanan public.
6. Selalu terjadi ketidaksamaan antara kapasitas yang di inginkan dengan implementasinya. Ada kecurangan dari layanan.
7. Rentan terhadap keamanan data internal dan penyalahgunaan bandwith internet.



Gambar 3.2 Topologi Jaringan awal setiap kantor dinas

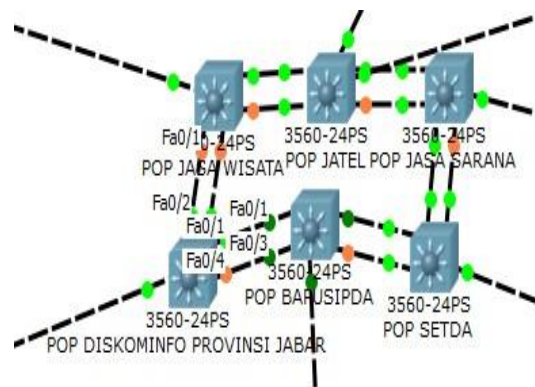
Pada gambar terlihat kondisi awal setiap kantor dinas memiliki provider jaringan yang berbeda dan

tidak dapat berinteraksi satu dengan yang lainnya.

3.6 SIMULASI KONFIGURASI JARINGAN

Pada bagian ini kita dapat melihat simulasi konfigurasi jaringan metro Ethernet menggunakan software cisco packet tracer mulai dari perancangan pop sampai ke seluruh kantor dinas yang berada di Provinsi Jawa Barat.

3.6.1 Simulasi topologi jaringan pada POP



Gambar 3.2 Topologi jaringan ring pada POP

Jaringan Pada pop menggunakan switch layer 3 dan menggunakan 2 kabel yang bertujuan agar jaringan tidak akan terputus jadi proses uplink dan downlink dapat berlangsung terus menerus.

3.6.2 Konfigurasi pop

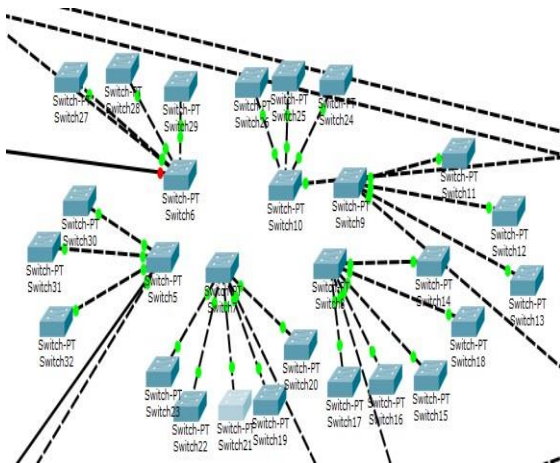
Suatu perintah untuk mengkonfigurasi pop. Perintahnya dengan syntax:


```

Switch>
Switch>en
Switch>enable
Switch#conf
Switch#configure ter
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#int fa0/1
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport mo
Switch(config-if)#switchport mode tr
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Command rejected: An interface whose trunk encapsulation is "Auto" can not be
configured to "trunk" mode.
Switch(config-if)#no sh
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#
    
```

Gambar 3.3 Konfigurasi pada POP
 Pada syntax terlihat bahwa interface yang di konfigurasi ialah fa0/1 yang dimiliki Dinas Diskominfo Provinsi Jabar dengan membuat switch mode trunk karena semua pop memiliki vlan yang sama yaitu vlan 2000.

3.6.3 Simulasi topologi jaringan pada dinas



Topologi jaringan pada kantor dinas menggunakan topologi star supaya control harus melalui pusat yang menyalurkan data tersebut ke semua client yang dipilihnya. Jadi setiap kantor dinas akan terhubung ke satu switch yang akan menyalurkan data lagi ke pop supaya kantor dinas diatur dan terhubung ke pusat/sentral yaitu dinas diskominfo.

3.6.4 Konfigurasi pada dinas
 Suatu perintah untuk mengkonfigurasi pada user/dinas Perintahnya dengan syntax:

```

Switch>en
Switch>enable
Switch#conf
Switch#configure ter
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#sw
Switch(config)#sw
Switch(config)#int fa2/1
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport m
Switch(config-if)#switchport mode a
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#no s
Switch(config-if)#no s
Switch(config-if)#no sh
Switch(config-if)#no shutdown
Switch(config-if)#
    
```

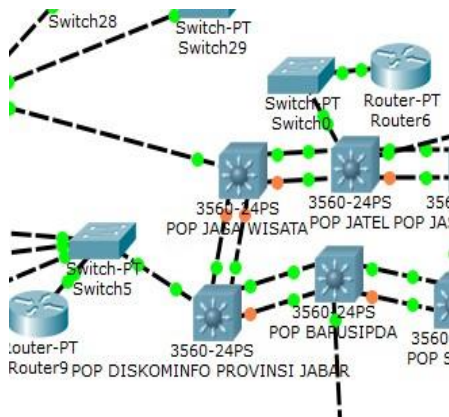
Gambar 3.5 Simulasi konfigurasi pada dinas

Pada syntax terlihat bahwa interface yang digunakan ialah fa2/1 yang dimiliki kantor dinas dan menggunakan switch mode access yang bertujuan agar pada saat konfigurasi di client dapat menggunakan ip address yang telah ditetapkan.

3.6.5 Konfigurasi penghubung antar POP

Pada konfigurasi penghubung antar pop disini dipakai sebuah router yang berfungsi agar pop dapat dikenali dengan memasukkan ip address yang telah ditetapkan.

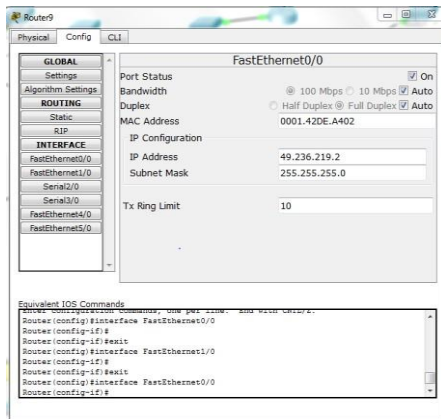
1. Setting router pada pop



Gambar 3.6 Letak router di dinas

Pada simulasi menggunakan cisco packet tracer terlihat bahwa dibuat dua buah router pada kedua pop yang bertujuan agar mengetahui kedua pop tersebut dapat berinteraksi satu dengan yang lain dengan melakukan setting ip address pada setiap pop.

2. Setting ip address pada router pop kantor dinas jatel

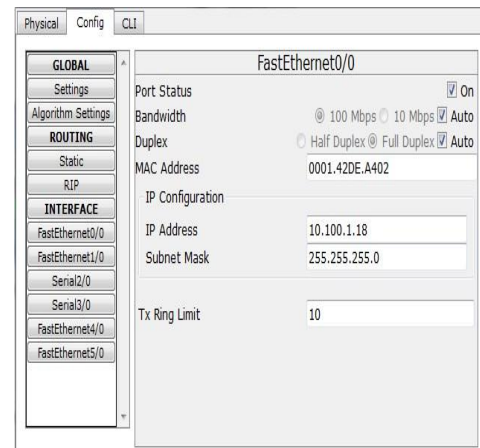


Gambar 3.7 Setting IP pada POP Jatel

Pada gambar terlihat ip address yang dimasukkan ke router di

kantor dinas ialah 49.236.219.2 dan menggunakan subnet mask 255.255.255.0 ip tersebut nanti yang akan menjadi pengenal pada router di kantor dinas jatel dan akan dihubungkan ke ip address yang berada pada pop diskominfo.

3. Setting ip address pada router diskominfo



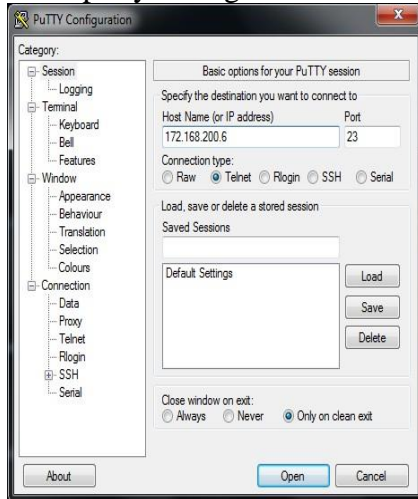
Gambar 3.8 Setting ip pada pop diskominfo

Pada gambar terlihat ip address yang dimasukkan ke router di kantor dinas ialah 10.100.1.18 dan menggunakan subnet mask 255.255.255.0 ip tersebut nanti yang akan menjadi pengenal pada router di kantor dinas diskominfo yang akan dihubungkan ke pop jatel.

3.7 KONFIGURASI POP

3.7.1 Konfigurasi pop Bapusipda, Jatel sampai Panoramic

1. Konfigurasi pada pop bapusipda
 - a) Setting menggunakan putty konfigurasi



Gambar 3.9 Konfigurasi vlan pada pop

Pada gambar terlihat bahwa host name buat ip address pop bapusipda ialah 172.68.200.6 dan berada pada port 23 lalu untuk dapat masuk ke dalam konfigurasi terminalnya connection type telnet agar dapat memunculkan semua vlan yang sudah di set pada pop bapusipda.

- b) Setting vlan pada pop bapusipda

Suatu perintah untuk mengkonfigurasi vlan pada pop bapusipda Perintahnya dengan syntax:

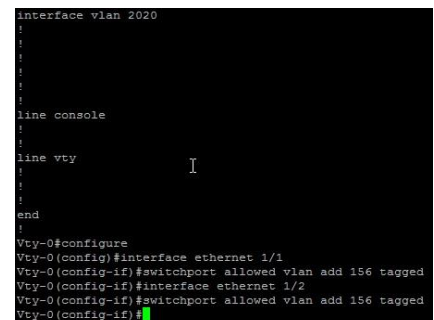


Gambar 3.10 Syntax setting vlan pada pop bapusipda

Pada gambar terlihat vlan berapa saja yang sudah terdaftar pada pop bapusipda lalu untuk membuat vlan baru untuk menghubungkan pop bapusipda ke pop jatel dibuat vlan baru yaitu vlan 156 yang belum terdaftar pada pop bapusipda.

- c) Tagged vlan 156

Suatu perintah untuk tagged vlan 156 Perintahnya dengan syntax:



untuk membuat vlan baru untuk menghubungkan pop jatel ke pop bapusipda dibuat vlan baru yaitu vlan 156 yang belum terdaftar pada pop jatel.

- c) Tagged vlan 156
Suatu perintah untuk tagged vlan 156 Perintahnya dengan syntax:



Gambar 3.15
Syntax tagged vlan 156 pada pop jatel

Pada gambar terlihat bahwa dilakukan setting vlan 156 dengan memasukkan syntax tersebut.

- d) Setting vlan penghubung ke pop bapusipda
Suatu perintah untuk menghubungkan pop jatel ke pop bapusipda Perintahnya dengan syntax:



Gambar 3.16
Syntax penghubung pop jatel-pop bapusipda

Pada gambar terlihat bahwa vlan 156 sudah terdaftar sebagai vlan baru yang akan menghubungkan pop jatel dan pop bapusipda yang menandakan bahwa pop bapusipda dan pop jatel berada dalam satu vlan yang sama.

3.7.3 Konfigurasi jaringan pada client Panoramic

Suatu perintah untuk menghubungkan POP Jatel ke POP Bapusipda Perintahnya dengan syntax:

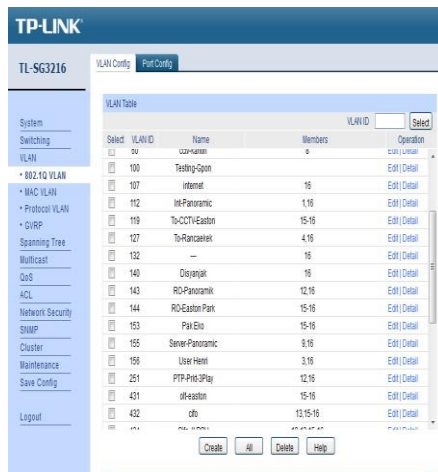
```

interface ethernet 1/2
description PTP-Panoramic
switchport allowed vlan add 2020 untagged
switchport native vlan 2020
switchport mode trunk
switchport allowed vlan add 1,30-31,51-52,107,112,119,127,140,143-144,153,155,2
50,481-492,494,490-491,601,907,1324,2020-2021,4052,4057 tagged
    
```

Gambar 3.17 Syntax setting vlan panoramic

Setting vlan 2020 dan mode trunk pada client panoramic.

- a) Setting vlan pada client panoramic



Gambar 3.18 Setting vlan pada panoramic

Setting vlan pada switch panoramic/client berbeda dengan pop, pada client langsung melakukan setting pada switch dengan membuat/add switch yang mau di input.

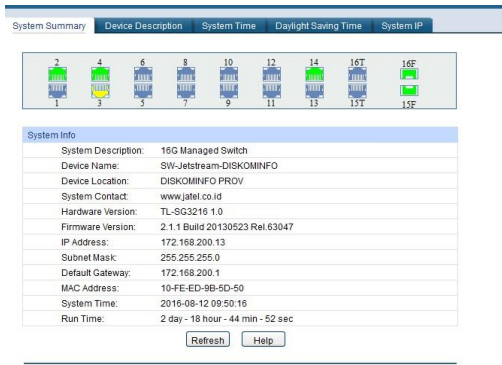
4.PENGUJIAN DAN ANALISIS HASIL IMPLEMENTASI

Jaringan Metro Ethernet saat ini sedang tumbuh. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi/analisis supaya jaringan Metro Ethernet pemanfaatannya optimal. Hal-hal yang perlu dianalisis/dievaluasi adalah karakteristik implementasi dan kebutuhan bandwidth pada setiap tahapan implementasi, kualitas yang meliputi progress penggelaran kabel jaringan metro Ethernet sampai pemasangan jaringan ke setiap user. Disini PT. Jabar Telematika membuat suatu jaringan yang menghubungkan semua jaringan dari seluruh kantor dinas Provinsi Jawa Barat agar menjadi satu cakupan dan bisa di akses oleh satu server kualitas jaringan yang telah diimplementasikan seperti reliabilitas dan availabilitas jaringan. Selain itu dalam pembahasan kali ini akan dibahas pengaturan bandwidth management suatu jaringan agar mengetahui total throughput pada jaringan tersebut. Lalu memonitoring grafik diperlukan dalam membangun jaringan ini yang berguna untuk mengetahui kualitas jaringan berjalan dengan baik atau tidak.

4.1 HASIL DAN ANALISA JARINGAN ANTAR POP

4.1.1 POP DISKOMINFO

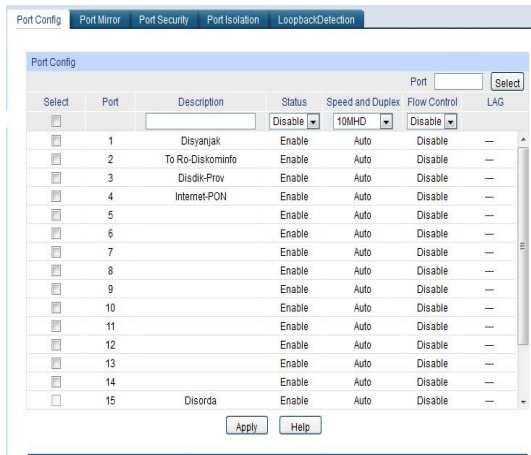
- a) Jumlah port yang terhubung pada Dinas Diskominfo



Gambar 4.1 Port Diskominfo

Gambar menunjukkan bahwa pop diskominfo sudah selesai di konfigurasi dan sudah terpasang dan terhubung dengan dinas lainnya, terlihat bahwa warna hijau menandakan port yang telah terhubung ke dnas diskominfo ada 5 port.

b) Port yang terhubung ke dinas diskominfo

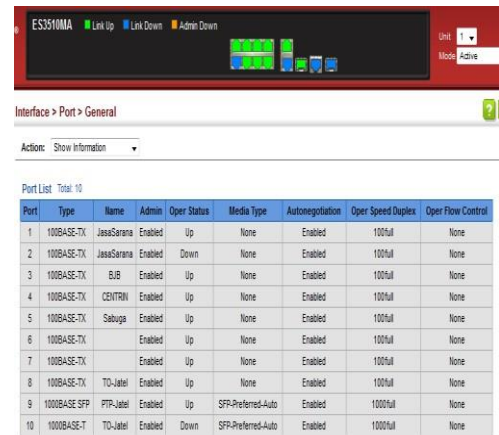


Gambar 4.2 status port terhubung POP Diskominfo

Pada gambar terlihat bahwa ada lima port yang terhubung ke dinas diskominfo setelah dilakukan konfigurasi.

4.1.2 POP JASA SARANA

a) Jumlah port yang terhubung pada dinas Jasa Sarana

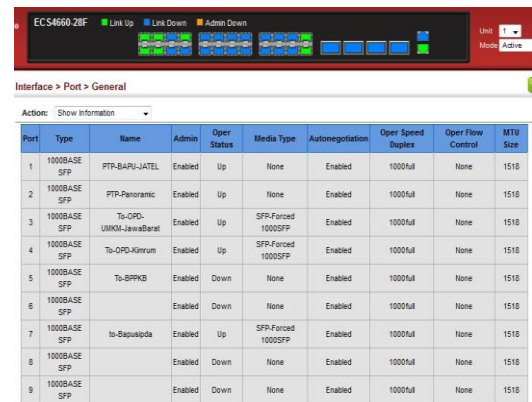


Gambar 4.3 Status port terhubung POP Jasa Sarana

Pada gambar terlihat bahwa ada sebanyak 8 port yang berhasil terhubung ke dinas jasa sarana setelah di lakukan konfigurasi..

4.1.3 POP BAPUSIPDA

a) Jumlah port yang terhubung pada Dinas Bapusipda



Gambar 4.4 Status port terhubung POP Bapusipda

Pada gambar terlihat bahwa ada sebanyak 6 port yang berhasil

terhubung ke dinas Bapusipda setelah dilakukan konfigurasi.

4.1.4 POP JATEL

a) Jumlah port yang terhubung pada pop jatel

Port	Type	Name	Admin	Oper Status	Media Type	Autonegotiation	Oper Speed	Oper Flow Control	MTU Size
1	1000BASE SFP	KOMINFO	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
2	1000BASE SFP	Dinas-Perintisda	Enabled	Up	SFP-Forced 1000SFP	Enabled	1000full	None	1518
3	1000BASE SFP	KPD	Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
4	1000BASE SFP	PTP-JawiL2	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
5	1000BASE SFP	PTP-JawiL2	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
6	1000BASE SFP	BAJUSPOA	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
7	1000BASE SFP	COS-BH	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
8	1000BASE SFP	PTP-SETYAH/PROV	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
9	1000BASE SFP	PTP-POP Setda	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518

Gambar 4.5 status port terhubung POP Jatel

Pada gambar terlihat bahwa ada sebanyak 9 port yang berhasil terhubung ke POP Jatel setelah dilakukan konfigurasi.

4.1.5 POP JASA WISATA

a) Jumlah port yang terhubung pada pop jasa wisata

Port	Type	Name	Admin	Oper Status	Media Type	Autonegotiation	Oper Speed	Oper Flow Control	MTU Size
1	1000BASE SFP	Jawi2-Jatel	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
2	1000BASE SFP	To-DinasPerikanan	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
3	1000BASE SFP	Jawi2-Diskominfo	Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
4	1000BASE SFP	Binamarga	Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
5	1000BASE SFP	Disperindag	Enabled	Down	SFP-Forced 100FX	Enabled	100full	None	1518
6	1000BASE SFP	PSDA	Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
7	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
8	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
9	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518

Gambar 4.6 Status port terhubung POP Jasa Wisata

Pada gambar terlihat bahwa ada sebanyak 6 port yang berhasil terhubung ke dinas Jasa Wisata setelah dilakukan konfigurasi.

4.1.6 POP SETDA

a) Jumlah port yang terhubung pada dinas setda

Port	Type	Name	Admin	Oper Status	Media Type	Autonegotiation	Oper Speed	Oper Flow Control	MTU Size
1	1000BASE SFP		Enabled	Up	None	Enabled	1000full	None	1518
2	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
3	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
4	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
5	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
6	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
7	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
8	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
9	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
10	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
11	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
12	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
13	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
14	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
15	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518
16	1000BASE SFP		Enabled	Down	None	Enabled	1000full	None	1518

Gambar 4.7 Port Setda

Pada gambar terlihat hanya satu port yang terhubung ke dinas Setda dan active, sementara sisanya masih dalam keadaan down.

b) port yang terhubung pada dinas setda

Select	Port	Description	Status	Speed and Duplex	Flow Control	LAG
<input type="checkbox"/>	1	PB PON JABAR	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	2	Cibeunjing_Kaler	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	3	BUB	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	4	Ketua DPRD	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	5	PUSKODAL	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	6	Disyanjak	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	7		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	8	PTP-TGR	Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	9		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	10		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	11		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	12		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	13		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	14		Enable	Auto	Disable	--
<input type="checkbox"/>	15		Enable	Auto	Disable	--

Gambar 4.8 Status Port terhubung POP Setda

Pada gambar terlihat status port sudah ada akan tetapi yang terhubung ke kantor dinas belum active.

4.2 PERHITUNGAN JUMLAH LOSS

4.2.1 Type Kabel

Pada jaringan metro akses ini dipakai kabel yang berguna untuk membangun atau menghubungkan jaringan sampai semua jaringan terhubung dengan baik adapun type kabel tersebut terbagi 2 yaitu :

- kabel fiber optik pada bagian backbone memakai 96 core type duck, T12, G652 D

Tabel 4.1 Spesifikasi Serat G.652D

- kabel fiber optik di bagian user memakai G655, 6 core

Parameter	Spesifikasi	Unit
Attenuation 1310 nm	≤ 0,35	dB/km
Attenuation 1490 nm	≤ 0,28	dB/km
Attenuation 1550 nm	≤ 0,2	dB/km
Allowable Bending Radius	≥ 30	mm
Chromatic Dispersion (1285-1330nm)	≤ 0,35	dB/km
Chromatic Dispersion 1550nm	≤ 18	ps/nm.km

Tabel 4.2 Spesifikasi Serat G.655

Parameter	Spesifikasi	Unit
Attenuation 1310 nm	≤ 0,35	dB/km
Attenuation 1550 nm	≤ 0,2	dB/km
Attenuation 1625 nm	≤ 0,23	dB/km
Allowable Bending Radius	≥ 15	mm
Chromatic Dispersion (1285-1330nm)	≤ 0,35	dB/km

4.3 Matrik pembandingan jarak total loss

Matrik pembandingan jarak total loss yang dihitung disini ialah total loss yang terjadi antara pop dan juga antara dinas satu ke dinas lainnya dan ketentuan redaman yang dipakai ialah 0.28 untuk pop karena memakai serat G652D dan antar dinas/user G655D.

4.3.1 Perhitungan loss antar POP

1. POP Jasa Sarana - POP Diskominfo = 3.68 Km
redaman kabel feeder G652=

0.28 db/km
 (redaman kabel x jarak) =
 0.28 x 3.68 = 1.0305 db

2. POP Diskominfnfo – POP
 Bapusipda = 3.39 Km
 redaman kabel feeder G652=
 0.28 db/km
 (redaman kabel x jarak) =
 0.28 x 3.39 = 0.9494 db

3. POP Jasa Sarana-POP
 Diskominfo = 3.68 Km
 redaman kabel feeder G652=
 0.28 db/km
 (redaman kabel x jarak) =
 0.28 x 3.87 = 1.0836 db

4. POP Jasa Sarana-POP
 Diskominfo = 3.68 Km
 redaman kabel feeder G652=
 0.28 db/km
 (redaman kabel x jarak) =
 0.28 x 7.59 = 2.1252 db

Table 4.3
 Total loss di POP

POP	Jarak	Redaman	Total Loss
POP Jasa Sarana-POP Diskominfo	3.68 Km	0.28	1.0305 db
POP Diskominfo-POP Bapusipda	3.39 Km	0.28	0.9494 db
POP Setda-POP Jasa Wisata	3.87 Km	0.28	1.0836 db
POP Jatel-POP Bapusipda	7.59	0.28	2.1252 db

a			
---	--	--	--

4.4 MONITORING GRAFIK SWITCH LAYER 3 POINT TO POINT

Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program memantau perubahan, yang fokus pada proses dan keluaran. Monitoring menyediakan data dasar untuk menjawab permasalahan, sedangkan evaluasi adalah memposisikan data-data tersebut agar dapat digunakan dan diharapkan memberikan nilai tambah. Evaluasi adalah mempelajari kejadian, memberikan solusi untuk suatu masalah, rekomendasi yang harus dibuat, menyarankan perbaikan. Pada jaringan ini monitoring dilakukan melalui window MRTG yang bertujuan untuk mengatur dan memonitoring kinerja jaringan yang kita bangun. Dalam window ini kita dapat mengetahui apakah jaringan kita sedang baik atau lagi mengalami gangguan bahkan jika jaringan putus sekalipun kita juga dapat mengetahui melalui window MRTG ini. Dalam monitoring grafik yang dibuat oleh PT. Jabar Telelamtika ini memiliki standart respon time antar switch yaitu 5 millisecond.



Gambar 4.9 Kondisi 6 POP berada pada keadaan active

4.4.1 Monitoring POP Bapusipda

a) Pembuatan grafik

```

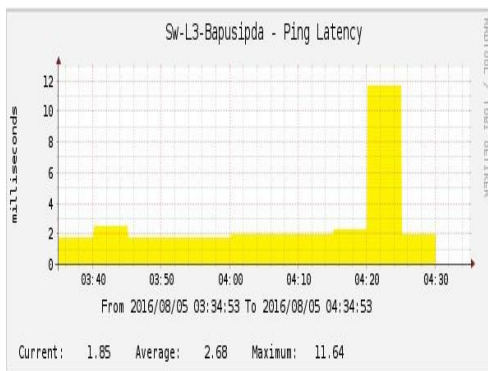
Graphs -> Preview Mode -> Sw-L3-Bapusipda - Ping Latency -> Properties

/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1470342993 \
--end=1470346493 \
--title=Sw-L3-Bapusipda - Ping Latency' \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--alt-autoscale-max \
--lower-limit=0' \
COMMENT:"From 2016/08/05 03:34:53 To 2016/08/05 04:34:53" \
COMMENT:" \n" \
--vertical-label='milliseconds' \
--slope-mode \
--font TITLE:10: \
--font AXIS:7: \
--font LEGEND:8: \
--font UNIT:7: \
DEF:aa="/usr/share/cacti/site/rra/sw-l3-bapusipda_ping_293.rrd":ping:AVERAGE \
AREA:#FFD0FF:"" \
GPRINT:aa:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:aa:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:aa:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
    
```

Gambar 4.10 Syntax Grafik POP Bapusipda

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.

b. Grafik pop Bapusipda



Gambar 4.11 Grafik POP Bapusipda

Dari grafik monitoring di atas dapat dilihat bahwa latency ping

pop bapusipda pada tanggal 05/08/2016 pukul 03:40-04:20 masih berada di bawah 2 ms yang berarti respon time antar switchnya masih baik, akan tetapi pada pukul 04:20 terjadi peningkatan traffic seperti terlihat pada gambar yang menandakan pada pukul tersebut sedang terjadi tumpangan data yang besar sehingga membuat latency ping sampai 11 ms melewati standart yang di tetapkan PT. Jatel yaitu 5 ms.

4.4.2 Monitoring POP Jasa Sarana

a) Pembuatan grafik

```

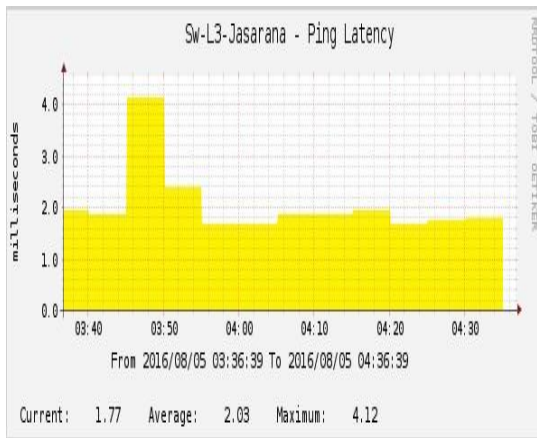
Graphs -> Preview Mode -> Sw-L3-Jasarana - Ping Latency -> Properties

/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1470342999 \
--end=1470346599 \
--title=Sw-L3-Jasarana - Ping Latency' \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--alt-autoscale-max \
--lower-limit=0' \
COMMENT:"From 2016/08/05 03:36:39 To 2016/08/05 04:36:39" \
COMMENT:" \n" \
--vertical-label='milliseconds' \
--slope-mode \
--font TITLE:10: \
--font AXIS:7: \
--font LEGEND:8: \
--font UNIT:7: \
DEF:aa="/usr/share/cacti/site/rra/sw-l3-jasarana_ping_251.rrd":ping:AVERAGE \
AREA:#FFD0FF:"" \
GPRINT:aa:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:aa:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:aa:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
    
```

Gambar 4.12 Syntax Grafik POP Jasa Sarana

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.

b) Grafik POP Bapusipda



Gambar 4.13 Grafik POP Jasa Sarana

Dari grafik monitoring di atas dapat dilihat bahwa latency ping pop jasa sarana pada tanggal 05/08/2016 pukul 03:40-04:30 mengalami respon time yang terjaga stabil dibawah 5 ms itu berarti interaksi anatara switch masih berjalan dengan baik dan koneksi antar pop berjalan lancar.

4.4.3 Monitoring POP Diskominfo

a) Pembuatan grafik

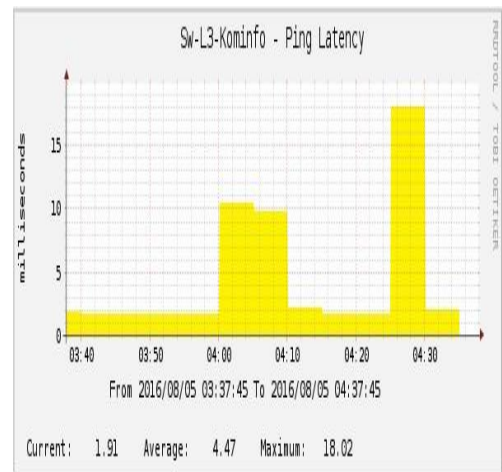
```
Graphs -> Preview Mode -> Sw-L3-Kominfo - Ping Latency -> Properties
/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1470343065 \
--end=1470346665 \
--title='Sw-L3-Kominfo - Ping Latency' \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--alt-autoscale-max \
--lower-limit=0 \
COMMENT:"From 2016/08/05 03:37:45 To 2016/08/05 04:37:45" \
COMMENT:" \n" \
--vertical-label='milliseconds' \
--slope-mode \
--font TITLE:10 \
--font AXIS:7 \
--font LEGEND:8 \
--font UNIT:7 \
DEF:a="/usr/share/cacti/site/rra/sw-l3-kominfo_ping_252.rrd":ping:AVERAGE \
AREA:a#FF200F:: \
GPRINT:a:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:a:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:a:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
```

Gambar 4.14 Syntax POP Diskominfo

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang

dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.

b) Grafik POP Diskominfo



Gambar 4.15 Grafik POP Diskominfo

Dari grafik monitoring di atas dapat dilihat bahwa latency ping pop diskominfo pada tanggal 05/08/2016 pukul 03:40-04:30 mengalami dua kali tumpangan data yang besar yaitu pada pukul 04:00 dan 04:30 yang memungkinkan interaksi antar pop buruk pada pukul tersebut.

4.4.4 Monitoring Grafik Jabar Telematika

a) Pembuatan Grafik

```

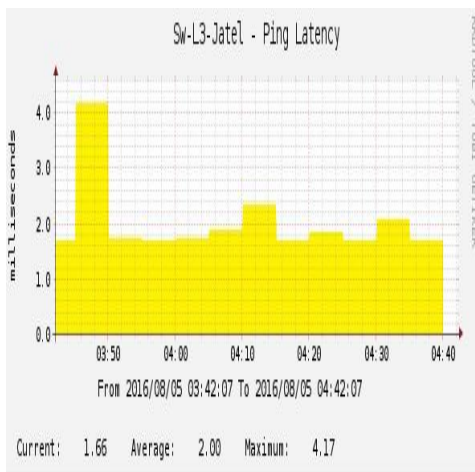
Graphs -> Preview Mode -> Svr-L3-Jatel - Ping Latency -> Properties

/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1478343327 \
--end=1478346827 \
--title='Svr-L3-Jatel - Ping Latency' \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--alt-autoscale-max \
--lower-limit=0 \
COMMENT:"From 2016/08/05 03:42:107 To 2016/08/05 04:142:107(c" \
COMMENT:" \n" \
--vertical-label='milliseconds' \
--slope-mode \
--font TITLE:10: \
--font AXIS:7: \
--font LEGEND:8: \
--font UNIT:7: \
DEF:aa="/usr/share/cacti/site/rra/svr-l3-jatel_ping_250.rrd":ping:AVERAGE \
AREA:a:#####: \
GPRINT:a:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:a:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:a:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
    
```

Gambar 4.16 Syntax Grafik Jabar Telematika

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.

b) Grafik POP Jatel



Gambar 4.17 Grafik POP Jabar Telematika

Dari grafik monitoring di atas dapat dilihat bahwa latency ping pop diskominfo pada tanggal

05/08/2016 pukul 03:40-04:30 berjalan stabil dan tidak mengalami penumpukkan data yang berarti interaksi antar pop berjalan lancar.

4.4.5 Monitoring POP Jasa Wisata

a) Pembuatan Grafik

```

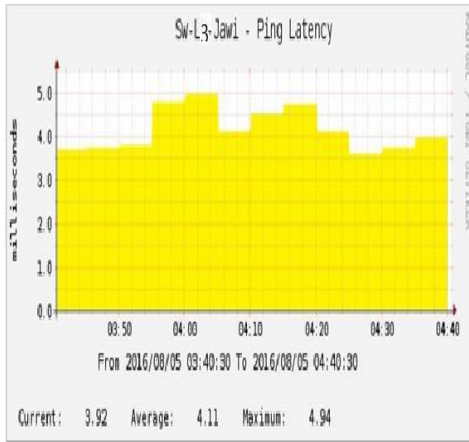
Graphs -> Preview Mode -> Svr-L2-Jawi - Ping Latency -> Properties

/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1478343230 \
--end=1478346830 \
--title='Svr-L2-Jawi - Ping Latency' \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--alt-autoscale-max \
--lower-limit=0 \
COMMENT:"From 2016/08/05 03:40:130 To 2016/08/05 04:140:130(c" \
COMMENT:" \n" \
--vertical-label='milliseconds' \
--slope-mode \
--font TITLE:10: \
--font AXIS:7: \
--font LEGEND:8: \
--font UNIT:7: \
DEF:aa="/usr/share/cacti/site/rra/svr-l2-jawi_ping_254.rrd":ping:AVERAGE \
AREA:a:#####: \
GPRINT:a:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:a:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:a:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
    
```

Gambar 4.18 Syntax Grafik POP Jasa Wisata

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.

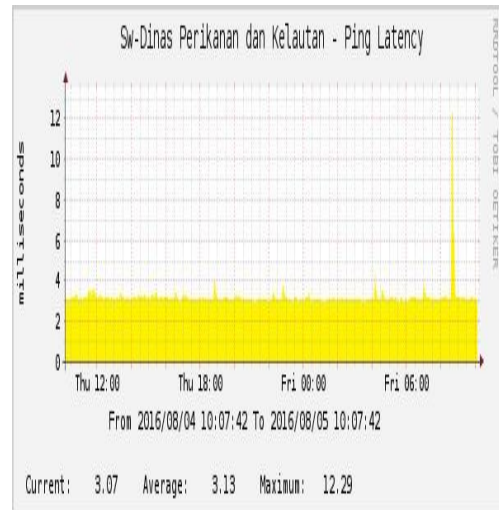
c) Grafik POP Jasa Wisata



Gambar 4.19 Grafik POP Jasa Wisata

Dari grafik monitoring di atas dapat dilihat bahwa latency ping pop diskominfo pada tanggal 05/08/2016 pukul 03:40-04:30 terlihat bahwa latency ping tidak melebihi 5 ms yang berarti interaksi antar switch berjalan sangat baik.

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.



Gambar 4.21. Grafik Kantor Dinas Perikanan dan Kelautan

Pada gambar terlihat keadaan latency ping pada kantor dinas pada pukul 12:00-06:00 yang respon time antar switchnya masih berada di bawah 5 ms, berarti interaksi kantor dinas dengan pop berjalan dengan baik.

4.5 MONITORING GRAFIK SWITCH LAYER 3 UNTUK KANTOR DINAS

4.5.1 Monitoring Dinas Perikanan dan Kelautan

```

Graphs -> Preview Mode -> Sw-Dinas Perikanan dan Kelautan - Ping Latency -> Properties

/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1470290062 \
--end=1470366462 \
--title="Sw-Dinas Perikanan dan Kelautan - Ping Latency" \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--all-autoscale-max \
--lower-limit=0 \
COMMENT:"From 2016/08/04 10:07:42 To 2016/08/05 10:07:42" \
COMMENT:" \n" \
--vertical-label="milliseconds" \
--slope-mode \
--font TITLE:10 \
--font AXIS:7 \
--font LEGEND:8 \
--font UNIT:7 \
DEF:u="/usr/share/cacti/site/rra/sw-dinas_perikanan_dan_kelautan_ping_001.rrd":"ping":AVERAGE \
AREA:#FF9900FF:"" \
GPRINT:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
    
```

Gambar 4.20. Syntax grafik Dinas Perikanan dan Kelautan

4.5.2 Monitoring Dinas Olahraga dan Pemuda

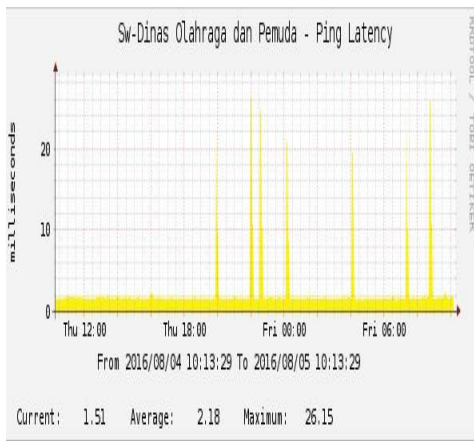
```

Graphs -> Preview Mode -> Sw-Dinas Olahraga dan Pemuda - Ping Latency -> Properties

/usr/bin/rrdtool graph - \
--imgformat=PNG \
--start=1470208400 \
--end=1470368000 \
--title='Sw-Dinas Olahraga dan Pemuda - Ping Latency' \
--base=1000 \
--height=120 \
--width=500 \
--all-autoscale-max \
--lower-limit=0 \
COMMENT:"From 2016/08/04 10:13:29 To 2016/08/05 10:13:29" \
COMMENT:" " \
--vertical-label='milliseconds' \
--slope-mode \
--font TITLE:10: \
--font AXIS:7: \
--font LEGEND:8: \
--font UNIT:7: \
DEF:sa="/usr/share/cacti/site/rra/sw-dinas_olahraga_dan_pemuda_ping_900.rrd":ping:AVERAGE \
AREA:#FFD00F:"" \
GPRINT:sa:LAST:"Current:%8.2lf %s" \
GPRINT:sa:AVERAGE:"Average:%8.2lf %s" \
GPRINT:sa:MAX:"Maximum:%8.2lf %s\n"
    
```

Gambar 4.22 Syntax grafik Dinas Olahraga dan Pemuda

Pada gambar terlihat pembuatan grafik dengan syntax tersebut yang dapat mengatur kapan akan mulai melihat latency ping untuk menghasilkan respon time dari pop berjalan normal atau tidak. Dapat mengatur waktu pukul berapa untuk memulainya.



Gambar 4.23. Grafik monitoring Dinas Olahraga dan Pemuda

Pada gambar terlihat keadaan latency ping pada kantor dinas pada pukul 12:00-06:00 sangat

buruk respon time antar switchnya bahkan sampai melebihi 20 ms bias jadi interaksi antar dinas dan pop terputus pada saat itu.

4.5 HASIL IMPLEMENTASI

Setelah semua konfigurasi jaringan yang telah dilakukan dan perubahan yang terjadi sebelum dan sesudah jaringan di lakukan diperoleh beberapa keuntungan dari konfigurasi jaringan POP (point of protocol) kantor dinas di Provinsi Jawa Barat yaitu :

1. Permasalahan traffic data sudah luas dan tidak tergantung operator jaringan yang berbeda.
2. Karena link berkapasitas besar dengan berteknologi tinggi sehingga kantor dinas Provinsi Jawa Barat sudah bisa mengoperasikan konten multiservice seperti internet, cctv, media center, super wifi, media display dan video conference dalam satu jaringan local dan menciptakan *jabar cyber province*.
3. Berkurangnya efisiensi pengeluaran pemerintah Provinsi Jawa Barat dalam membiayai layanan jaringan data setiap tahunnya.

5.PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada semua test yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa setiap POP yang mewakili sejumlah kantor dinas harus memiliki vlan yang sama agar dapat menghubungkan pop satu dengan yang lain dengan melakukan konfigurasi vlan pada switch yang terletak pada pop tersebut. Dan dari jalanya jaringan metro Ethernet ini dapat menetapkan Jawa Barat sebagai smart provinsi.
2. Parameter yang dianalisis dalam Proyek Akhir ini antara lain konfigurasi jaringan metro ethernet, Perhitungan penarikan jumlah loss kabel, grafik dan monitoring switch layer 3.

Hasil simulasi pada Proyek Akhir ini menggunakan cisco packet tracer dan konfigurasi real menggunakan Putty dan edge core di lapangan.

6.DAFTAR PUSTAKA

[1] . Desiana BR Ginting¹, Andhy Indarto, "IMPLEMENTASI METRO ETHERNET NETWORK". jurnal.bl.ac.id

[2] Prashant Gandhi and Bob Klessig, "Metro Ethernet WAN Services and Architectures", International Engineering Consortium's Annual Review of Communications, June 2003, www.iec.org

[3] Andrew S. Tanenbaum, " Jaringan Komputer ", Jakarta , 2000.(edisi bahasa indonesia)