

**RANCANG BANGUN JARINGAN INTERNET *FAILOVER*
MENGUNAKAN *ROUTING BGP (BORDER GATEWAY PROTOCOL)* BERBASIS
MIKROTIK DAN ANALISIS OPTIMASI DENGAN METODE *QoS (QUALITY
OF SERVICE)* DI SMKN 1 CIMAHI**

Ardian Shahril Sidik

Program Studi Teknik Informatika

STMIK Indonesia Mandiri, Jl. Belitung No.7 Bandung

Email : ardianssidik@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi informasi yang semakin maju dan pesat dewasa ini memberikan banyak sekali manfaat dan kemudahan di berbagai bidang. Hampir semua bidang saat ini tersentuh oleh teknologi tidak terkecuali bidang pendidikan. Seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan stabilitas jaringan SMKN 1 Cimahi, konfigurasi *Routing* pada *Router* yang digunakan pada jaringan internet SMKN 1 Cimahi berubah dari *Static Routing* yang masih manual menjadi *Dynamic Routing*. Dalam penerapan kali ini *dynamic routing* yang digunakan yaitu *dynamic routing bgp*, *BGP (Border Gateway Protocol)* adalah salah satu jenis protokol *routing* yang berfungsi untuk mempertukarkan informasi antar *Autonomous System (AS)*. Untuk pertukaran informasi *BGP* memanfaatkan protokol *TCP* sehingga tidak perlu lagi menggunakan protokol jenis lain untuk menangani fragmentasi, retransmisi, *acknowledgement* dan *sequencing*. Ide yang muncul dari peneliti adalah merancang dan membangun jaringan internet untuk SMKN 1 Cimahi menggunakan *BGP (Border Gateway Protocol)* yang dilanjutkan dengan implementasi *failover* dengan dua jalur gateway, yang bertujuan supaya perpindahan dari jalur utama ke jalur *backup* dilakukan secara otomatis dengan *BGP Route*. Yang diteruskan dengan pengecekan kualitas kedua jalur *failover* menggunakan metode *QoS (Quality of Service)*, beberapa parameter *QoS* yang dijadikan acuan adalah *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*, dengan mengikuti standard *QoS* dari *TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network)*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian dan pembahasan yang lebih menitik beratkan kepada bagaimana *routing failover* menggunakan *BGP* bisa bekerja dengan baik melakukan *backup* koneksi internet secara otomatis dan analisa *QoS* sebagai hasil penelitian bahwa *routing BGP* bekerja dengan baik dan memiliki koneksi internet yang sudah optimal untuk digunakan operasional SMKN 1 Cimahi.

Kata Kunci : Jaringan, *Routing*, *BGP*, *QoS*, *Failover*

ABSTRACT

The development of information technology which is increasingly advanced and rapid today provides many benefits and conveniences in various fields. Almost all fields currently touched by technology are no exception in the field of education. Along with technological developments and the need for network stability at SMKN 1 Cimahi, the Routing configuration of the Router used on the internet network of SMKN 1 Cimahi has changed from manual static routing to dynamic routing. In this application, dynamic routing is used, namely dynamic routing bgp, BGP (Border Gateway Protocol) is a type of routing protocol that functions to exchange information between Autonomous Systems (AS). To exchange information, BGP utilizes the TCP protocol so that there is no need to use other types of protocols to handle fragmentation, retransmission, acknowledgment and sequencing. The idea that emerged from the researcher was to design and build an internet network for SMKN 1 Cimahi using BGP (Border Gateway Protocol) followed by failover implementation with two gateway routes, which aim to make the movement from the main line to the backup path done automatically with the BGP Route. This is followed by checking the quality of the two failover lines using the QoS (Quality of Service) method, some of the QoS parameters used as references are throughput, delay, jitter and packet loss, following the QoS standards of TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network). This study aims to conduct testing and discussion that focuses more on how routing failover using BGP can work properly to backup internet connections automatically and QoS analysis as a result of the research that BGP routing works well and has an internet connection that is optimal for operational use. SMKN 1 Cimahi.

Keywords : *Network, Routing, BGP, QoS, Failover*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan zaman dan pesatnya kemajuan teknologi ini semakin luas penerapannya termasuk dalam dunia *networking*. Banyak instansi pemerintah, perusahaan swasta atau rumahan yang mulai membutuhkan jaringan internet yang stabil, minim *downtime* untuk menunjang kinerja yang efektif dalam hal cepatnya arus informasi.

Dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, semakin bertambah pula kebutuhan manusia mengenai informasi. Diantaranya suatu sekolah yang membutuhkan jaringan internet yang stabil, minim *downtime*, minim *maintenance effort*. Namun kondisi jaringan *existing* tidak memungkinkan untuk mendapatkan keinginan tersebut, mulai dari jaringan yang masih single route, ketika *link* tersebut *down* maka internet sekolah sebagian besar tidak berfungsi dan membutuhkan waktu yang tidak sebentar juga sampai *link* internet bisa digunakan kembali.

Guru – guru dan siswa/siswi SMKN 1 Cimahi banyak yang merasa kecewa dengan kondisi internet existing yang ketika mengalami gangguan sama sekali tidak bisa diunakan, mengganggu proses administrasi dan pembelajaran.

Saya selaku penulis memiliki analisa kritis terhadap persoalan tersebut yang perlu ditindak lanjuti dan perlu dicari solusinya. Dalam kesempatan inilah penulis akan merancang sebuah internet *route* minim *downtime* dan bersifat *otomatis* menggunakan Failover BGP Berbasis Mikrotik

2. LANDASAN TEORI

2.1 Komputer dan Jaringan Komputer

Menurut Sofana (2013) jaringan komputer adalah suatu himpunan interkoneksi sejumlah komputer, dalam bahasa populer dapat di jelaskan bahwa jaringan komputer adalah kumpulan beberapa komputer, dan perangkat lain seperti router, switch dan sebagainya.

Menurut Mahyuddin K. M. Nasution (2019) jaringan komputer (computer network) adalah sistem komunikasi yang memungkinkan antar komputer untuk saling berkomunikasi dengan bertukar data. Entitas (alat) seperti komputer merupakan komponen utama dari sistem ini, yang biasanya digunakan oleh pengguna (user) untuk dapat mengirimkan dan/atau menerima informasi dari orang lain sebagai pengguna pada komputer yang berbeda.

2.2 Konsep Dasar *Routing*

Menurut Suryadi Syamsu (2013) routing adalah suatu protokol yang digunakan untuk mendapatkan rute dari satu jaringan ke jaringan yang lain. Rute ini, disebut dengan route dan informasi route secara dinamis dapat diberikan ke router yang lain ataupun dapat diberikan secara statis ke router lain. Menurut Maulana Mujahidin (2012) routing IP adalah proses pengiriman data dari satu host dalam satu network ke host dalam network yang lain melalui suatu router.

2.3 *Border Gateway Protocol*

Menurut Klarisa Anugrah “*BGP (Border Gateway Protocol)* adalah sebuah protokol routing *inter-Autonomous System* dan salah satu jenis routing protokol yang banyak digunakan di *ISP* besar (Telkomsel) ataupun perbankan, Fungsi utama sistem *BGP* adalah untuk bertukar informasi network yang dapat dijangkau (reachability) oleh sistem *BGP* lain,

termasuk di dalamnya informasi-informasi yang terdapat dalam list *autonomous system (AS)*.” (Klarisa,2019,5).

Menurut Akhmad Syarifudin “*BGP* adalah sebuah protokol routing untuk pertukaran informasi antar *autonomous system*. *autonomous system* merupakan sebuah jaringan atau kelompok jaringan berada pada satu administrasi jaringan .” (A. Syarifudin, 2019, 5).

2.4 *Failover Route*

Menurut Nurul Fadilah Z. “Definisi *failover* dalam istilah *computer internetworking* adalah kemampuan sebuah sistem untuk dapat berpindah secara manual maupun otomatis jika salah satu sistem mengalami kegagalan sehingga menjadi *backup* untuk sistem yang mengalami kegagalan.” (N. F. Zamzami, 2012, 2).

sebagai cadangan dan hanya akan digunakan bila *link* utama terputus.” (Darmawan dan T. Imanto, 2017, 12)

2.5 *QoS (Quality of Service)*

Menurut Rika Wulandari (2016) *Quality of Service (QoS)* merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu servis.

Salah satu standard *Quality of Service (QoS)* salah satunya adalah *TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network)* yang dikeluarkan oleh *ETSI (European Telecommunications Standards Institute)* nilai *Quality of Service (QoS)* secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel *Quality of Service* Berdasarkan TIPHON

Persentase	Indeks	Nilai
95% - 100%	Sangat Bagus	3,8 - 4
75% - 94,75%	Bagus	3 - 3,79
50% - 74,75%	Sedang	2 - 2,99
25% - 49,75%	Buruk	1.- 1,99

2.6 Parameter *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) memiliki parameter – paramter untuk mengukur performa dari koneksi jaringan *TCP/IP* internet atau intranet berdasarkan standarisai *TIPHON*, yang diantaranya :

2.6.1 *Throughput*

Menurut Wiliam, dkk (2014) *Throughput* adalah bandwidth sebenarnya (aktual) yang di ukur dengan satuan waktu tertentu yang digunakan untuk melakukan transfer data dengan ukuran tertentu. Parameter penilaian *throughput* berdasarkan *TIPHON* seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel performasi *Throughput* berdasarkan *TIPHON*

Kategori <i>Throughput</i>	Besar <i>Throughput</i>	Nilai
Sangat Bagus	100%	4
Bagus	75%	3
Sedang	50%	2
Jelek	25%	1

2.6.2 *Delay*

Delay secara umum adalah periode waktu proses yang dibutuhkan oleh komponen dalam sistem untuk menunggu proses lain dalam waktu yang sama. Berdasarkan standarisasi *TIPHON* untuk penilaian *delay* seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel performasi *Delay* berdasarkan *TIPHON*

Kategori <i>Latency</i>	Besar <i>Delay</i>	Nilai
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 ms s/d 300ms	3
Sedang	300 ms s/d 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

2.6.3 Jitter

Jadi untuk *jitter* sendiri masih ada hubungannya dengan *delay* yang dimana *jitter* merupakan variasi atau selisih antara *delay* yang pertama dengan *delay* selanjutnya. Berdasarkan standarisasi *TIPHON* untuk penilaian *jitter* seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Tabel performasi *Jitter* berdasarkan *TIPHON*

Kategori <i>Jitter</i>	Besar <i>Jitter</i>	Nilai
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	0 ms s/d 75 ms	3
Sedang	76 ms s/d 125 ms	2
Jelek	125 s/d 225 ms	1

2.6.4 Packet loss

Packet loss didefinisikan sebagai bagian dari segmentasi paket data yang hilang dari keseluruhan paket data yang dikirim selama proses pengiriman data terjadi. *Packet loss* diekspresikan sebagai persentase dari semua paket-paket data yang dikirim dalam rentang waktu tertentu. Berdasarkan standarisasi *TIPHON* untuk penilaian *jitter* seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Tabel performasi *Packet loss* berdasarkan *TIPHON*

Kategori <i>Packet loss</i>	Besar <i>Packet loss</i>	Nilai
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Jaringan

Selama penulis menganalisis jaringan yang sedang berjalan diantaranya route internet yang ada di SMKN 1 Cimahi, dalam proses tersebut penulis menemukan beberapa masalah antara lain:

1. Jaringan internet SMKN 1 Cimahi hanya mempunyai satu gateway atau *single link*.

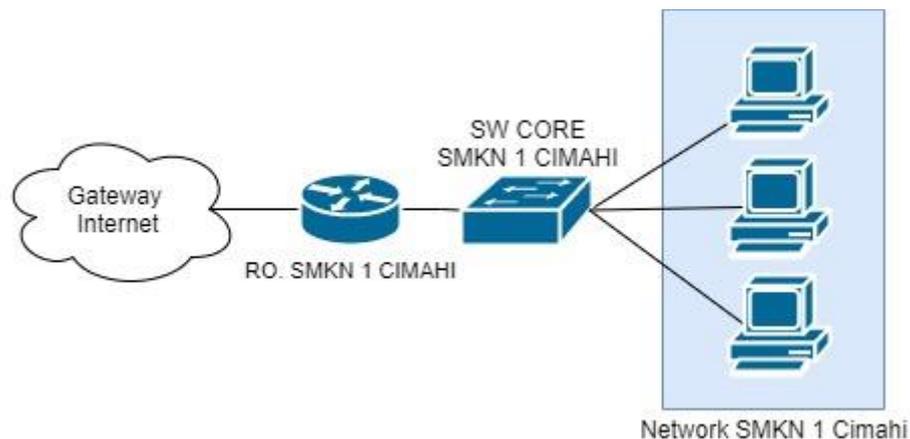
2. *Downtime* yang tidak pasti ketika terjadi gangguan tergantung dari penanganan ISP.

3. Proses administrasi karyawan dan pembelajaran siswa terganggu ketika *downtime*.

Hal ini disebabkan jaringan internet SMKN 1 Cimahi masih menggunakan *single link* saja menggunakan *fiber optic* tanpa ada *backup link* yang sepadan, sehingga menimbulkan *downtime* yang mengganggu operasional sekolah

3.5 Topologi Jaringan yang Sedang Berjalan

Topologi adalah sebuah struktur atau desain dari sebuah jaringan komputer, topologi jaringan yang sedang berjalan di SMKN 1 Cimahi seperti diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1. Topologi SMKN 1 Cimahi yang sedang berjalan.

3.6 Rancangan Jaringan yang Diusulkan

Usulan perancangan yang dilakukan adalah merubah jaringan internet SMKN 1 Cimahi yang sedang berjalan yang tadinya hanya memiliki satu default route, menjadi dua default route. Berikut beberapa rancangan jaringan yang diusulkan :

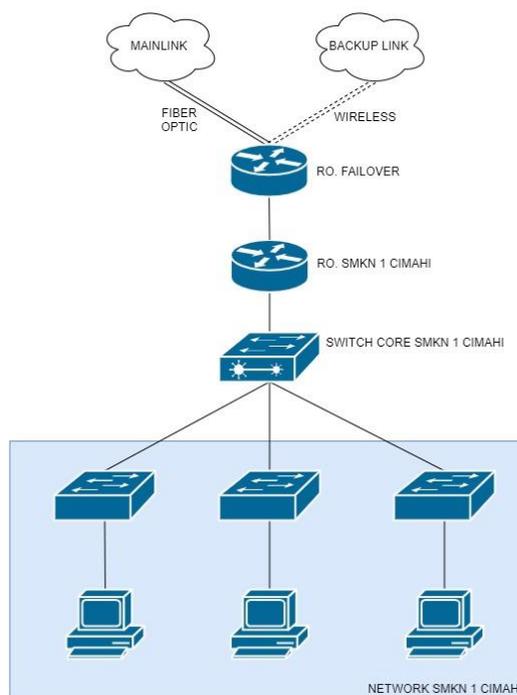
1. Jaringan internet SMKN 1 Cimahi akan memiliki dua *default route* untuk mengurangi *downtime*.
2. Akan ada penambahan perangkat yang digunakan khusus untuk *Failover*.
3. Perpindahan dari *main link* ke *down link* akan dilakukan secara otomatis menggunakan *BGP route*.
4. *Main link* akan menggunakan *fiber optic* sebagai media data nya, dan *backup link* akan menggunakan *Wireless* sebagai media data nya.

5. Penerapan *routing filter* untuk melakukan filter *IP address* supaya IP yang diperlukan saja yang di terima dan di *advertise*.

Dengan usulan ini diharapkan bisa membuat jaringan SMKN 1 Cimahi menjadi lebih optimal untuk digunakan operational administrasi dan pembelajaran.

3.7 Topologi Jaringan yang Diusulkan

Dari uraian usulan sebelumnya dapat digambarkan dalam bentuk topologi yang terdapat pada gambar 2



Gambar 2. Rancangan topologi SMKN 1 Cimahi yang di usulkan.

3.8 Perancangan *IP Address*

Perancangan *IP address* disini meliputi *IP Address* yang akan di pergunakan dalam implementasi *Failover* diantaranya seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Tabel *IP Address* dan Fungsinya

IP Address	Netmask	Fungsi
10.242.252.26	255.255.255.252	<i>IP Point to Point Gateway Mainlink</i>
10.242.252.30	255.255.255.252	<i>IP Point to Point Gateway Backup Link</i>
10.255.254.155		<i>IP Loopback</i>
<i>IP Public</i> SMKN 1 Cimahi	255.255.255.248	<i>IP Public</i> untuk kebutuhan internet dan <i>server</i> SMKN 1 Cimahi
192.168.100.1	255.255.255.0	<i>IP Private</i> untuk DHCP bypass router

3.9 Perancangan *Failover* menggunakan *BGP*

Untuk membangun sebuah jaringan internet *failover* menggunakan *BGP* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya *Routing Filter*, *BGP Instance* dan *BGP Peer* yang akan dirancang pada Jaringan SMKN 1 Cimahi, dapat dilihat pada tabel – tabel dibawah ini :

3.9.1 *Routing Filter*

Rancangan *routing filter* yang akan diterapkan pada *router failover* SMKN 1 Cimahi seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel Rancangan *Routing Filter*

Rule Number	Chain	Prefix	Actions
0	<i>Default Only</i>	0.0.0.0/0	<i>Accept</i>
1	<i>Default Only</i>		<i>Reject</i>
2	<i>Default Only</i> 99	0.0.0.0/0	<i>Accept</i>
3	<i>Default Only</i> 99		<i>Reject</i>
4	<i>Discard Own</i> <i>Prefix</i>	192.168.100.0/24	<i>Discard</i>

<i>Rule Number</i>	<i>Chain</i>	<i>Prefix</i>	<i>Actions</i>
5	<i>Discard Own Prefix</i>		<i>Return</i>
6	Distribusi		<i>Jump to Discard Own Prefix</i>
7	Distribusi		<i>Accept</i>
8	Distribusi 99		<i>Jump to Discard Own Prefix</i>
9	Distribusi 99		<i>Accept</i>

List *routing filter* pada tabel 7 akan diterapkan pada *router failover* yang berfungsi untuk melakukan filter terhadap IP yang akan diterima dan IP yang akan di *advertise* ke *router PoP*, dan IP atau prefix mana yang tidak akan di *advertise* ke *router PoP*

3.9.2 BGP Instance

Tabel 8 memperlihatkan rancangan untuk BGP Instance pada Router *Failover* SMKN 1 Cimahi.

Tabel 8. Tabel Routing Instance Router *Failover*

Name	AS	Router ID	Checked
FAOV	65155	10.255.254.155	<i>Redistribute Connected</i>

Rancangan *BGP Instance* pada tabel 8 digunakan untuk memberikan identitas pada *router failover* SMKN 1 Cimahi.

3.9.3 BGP Peer

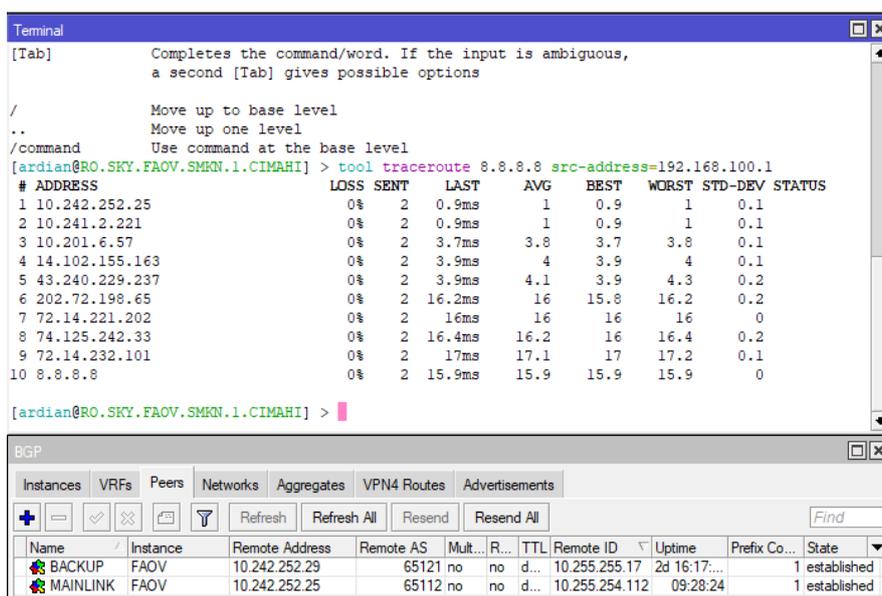
Pada tabel 3.4 adalah rancangan BGP Peer yang nantinya berfungsi untuk menentukan jalur untuk *main link* dan *backup link*. Adapun parameter lain pada *BGP peer* di *set default* selain dari yang ada pada tabel 9

Tabel 9. Tabel BGP Peer Router *Failover*

Name	Instance	Remote Address	Remote AS	In Filter	Out Filter	Def. Originate
MAINLINK	FAOV	10.242.252.25	65112	Default Only	Distribusi	Never
BACKUP	FAOV	10.242.252.29	65121	Default Only 99	Distribusi 99	Never

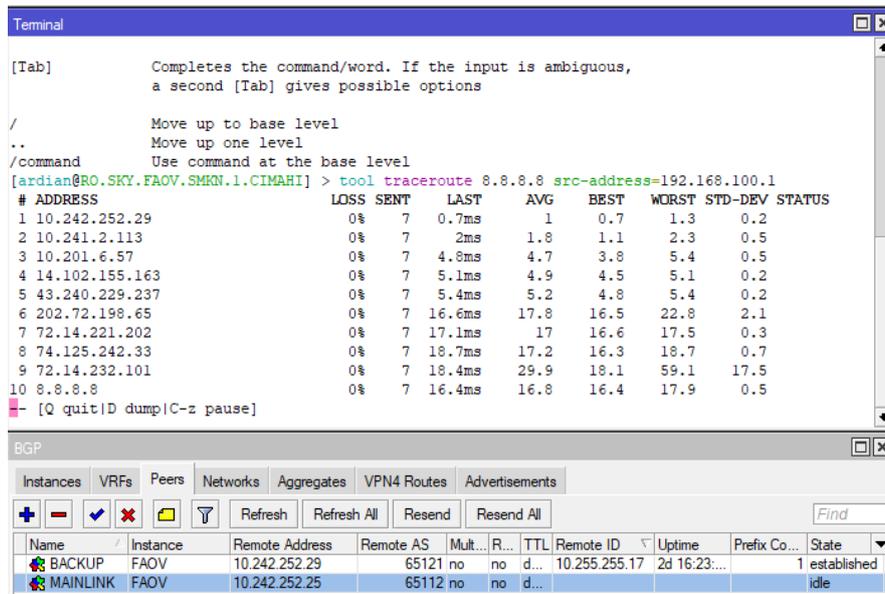
3.9.4 Pengujian Fungsi BGP dan *Failover*

Dalam pengujian fungsi *BGP* dan *failover* ini ada dua tahap yaitu pengujian *hop routing* dengan menggunakan *traceroute* apakah sudah sesuai dengan harapan dan pengujian fungsi *failover* dengan pengetesan *BGP peer backup* yang diharapkan dapat berfungsi ketika *main link* sedang dalam keadaan tidak *established*, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil *traceroute* via *main link*

Ketika *BGP Peer main link* masih dalam keadaan *established*, ketika dilakukan *traceroute* ke 8.8.8.8 hop pertama melewati *ip* 10.242.252.25 yang dimana *ip* tersebut merupakan *remote address* dari *main link*



Gambar 4. Hasil Traceroute via *Backup Link*

Ketika *BGP Peer main link* dalam keadaan *idle* atau tidak aktif, *route* berpindah dengan sendirinya melalui *backup link*, yang terlihat dari *hop* pertama ketika dicoba *traceroute* ke *ip* 8.8.8.8 yang *hop* pertama nya adalah 10.242.252.29 *ip* tersebut merupakan *ip remote address* dari *BGP peer backup link* seperti pada gambar 4

3.10 Nilai *Quality of Service* Kedua Jalur *Failover*

Dari semua hasil pengujian selama 3 hari, dimulai dari Minggu, 10 Januari 2021 sampai dengan Selasa, 12 Januari 2021 didapatkan data *Quality of Service* dari masing – masing parameter yaitu *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*, pada masing – masing jalur *gateway failover*, didapatkan hasil seperti pada tabel 10 untuk kualitas dari *Main Link*.

Tabel 10. Tabel Keseluruhan Pengujian *QoS Main Link*

Parameter <i>QoS</i>	Parameter pengukuran <i>QoS</i>	Indeks Hasil Pengukuran		
		Minggu, 10 Januari 2021	Senin, 11 Januari 2021	Selasa, 12 Januari 2012
<i>Throughput</i>	<i>Upload</i>	4	4	4
	<i>Download</i>	4	4	4
<i>Delay</i>	Lokal	4	4	4
	Internasional	4	4	4
<i>Jitter</i>	Lokal	3	3	3
	Internasional	3	3	3
<i>Packet loss</i>	Lokal	4	3	4
	Internasional	4	3	3
Rata - Rata		3,75	3,5	3,6
Kategori Rata - Rata		Bagus	Bagus	Bagus

Dari tabel 10 dapat disimpulkan untuk kualitas *main link* SMKN 1 Cimahi dari masing – masing parameter berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang dilakukan pengujian pada hari minggu 10 januari 2021 sampai selasa 12 januari 2012 memiliki kualitas yang bagus, dan sudah cukup optimal untuk digunakan SMKN 1 Cimahi dalam kegiatan belajar mengajar dan administrasi.

Untuk hasil pengujian *Quality of Service* dari masing – masing parameter yaitu *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss*, didapatkan hasil seperti pada tabel 4.12 untuk kualitas dari *backup link*.

Tabel 11. Tabel keseluruhan pengujian *QoS Backup Link*

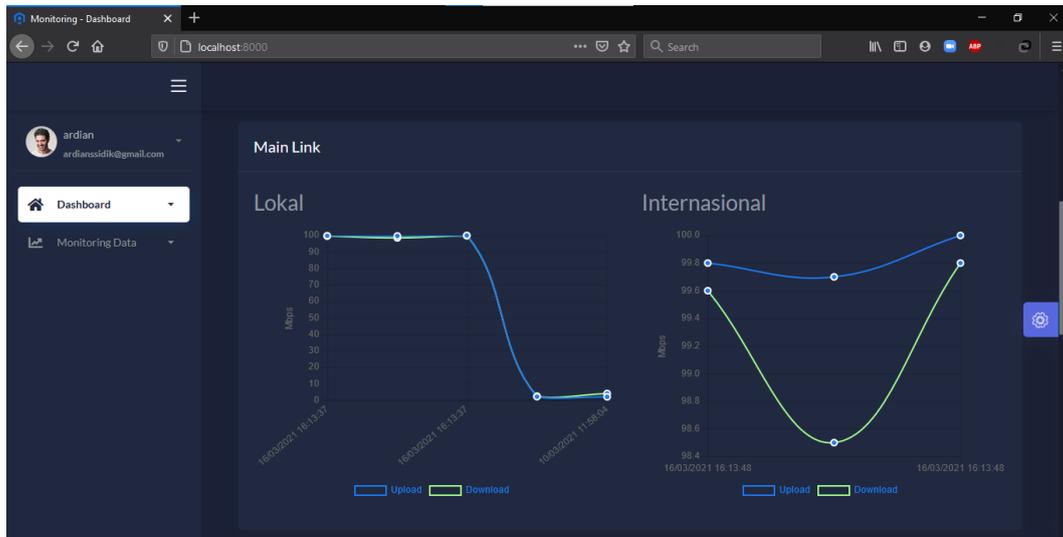
Parameter <i>QoS</i>	Parameter pengukuran <i>QoS</i>	Indeks Hasil Pengukuran		
		Minggu, 10 Januari 2021	Senin, 11 Januari 2021	Selasa, 12 Januari 2012
<i>Throughput</i>	<i>Upload</i>	4	4	4
	<i>Download</i>	4	4	4
<i>Delay</i>	Lokal	4	4	4
	Internasional	4	4	4
<i>Jitter</i>	Lokal	3	3	3
	Internasional	1	1	1
<i>Packet loss</i>	Lokal	3	3	3
	Internasional	3	3	3
Rata - Rata		3,25	3,25	3,25
Kategori Rata - Rata		Bagus	Bagus	Bagus

Dari tabel 11 dapat disimpulkan untuk kualitas *backup link* SMKN 1 Cimahi dari masing – masing parameter berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* yang dilakukan pengujian pada hari minggu 10 januari 2021 sampai selasa 12 januari 2012 memiliki kualitas yang bagus, dan sudah cukup optimal untuk digunakan SMKN 1 Cimahi dalam kegiatan belajar mengajar dan administrasi.

3.11 Monitoring Evaluasi *QoS (Quality of Service)*

Berdasarkan hasil evaluasi *QoS (Quality of Service)* yang sudah didapatkan, data yang sudah di dapat lalu diolah dan di monitoring melalui website aplikasi internal dimana data data parameter *QoS* seperti *Throughput*, *Delay*, *Jitter* dan *Packet Loss* di inputkan datanya dan hasil input tersebut akan muncul dalam bentuk grafik.

Dalam website monitoring ini terdapat grafik yang bisa menampilkan hasil input data dari parameter QoS Main link dan Backup link, pada gambar 5 contoh grafik main link.



Gambar 5. Gambar tampilan grafik pada main link

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap jaringan internet SMKN 1 Cimahi menggunakan BGP route dengan metode *failover* dan pengukuran kualitas dari masing – masing *gateway failover* nya, dengan dibangunnya jaringan internet menggunakan BGP Route dan *Failover* mengurangi downtime internet di SMKN 1 Cimahi, dikarenakan *gateway* internet sudah berpidah otomatis dengan BGP Route dan *Failover*, sedikitnya mengurangi *maintenance effort* admin jaringan SMKN 1 Cimahi untuk memonitoring jaringan.. Kedua *link failover* memiliki kualitas yang bagus dan sudah cukup optimal untuk digunakan dalam proses belajar mengajar dan administrasi di SMKN 1 Cimahi

5. DAFTAR PUSTAKA

Awi Bonawi, F. W. (2020). Implementasi Routing BGP untuk Meningkatkan Performasi Jaringan *Main* dan *Backup*, 25-33.

Mohammad Badrul, A. (2019). Implementasi Automatic *Failover* Menggunakan Router Mikrotik Untuk Optimalisasi Jaringan, 82-87.

Nasution, M. K. (2019). Jaringan Komputer, 13 Halaman.

Riadi, M. D. (2014). Analisis dan Optimalisasi Jaringan Menggunakan Teknik Load Balancing, 1370-1378.

Rusdan, M. (2017). Analisis *Quality of Service (QoS)* Pada Jaringan Wireless (Studi Kasus: Universitas Widyatama), 8 Halaman.

Sumbogo Wisnu Pamungkas, K. E. (2018). Analisis *Quality of Service (QoS)* Pada Jaringan Hotspot SMA Negeri XYZ, 142-152.

TIPHON. (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspect of *Quality of Service (QoS)*, 37 Halaman.