



**Perancangan dan Implementasi Redundansi Link Serta Failover
Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy
Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan**

TUGAS AKHIR

Muhamad Hamid Ibrahim
41518010127

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2022



Perancangan dan Implementasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan

Tugas Akhir

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:
Muhamad Hamid Ibrahim
41518010127

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2022

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NIM : 41518010127

Nama : Muhamad Hamid Ibrahim

Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta
Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router
Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang
Perbankan

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya adalah hasil karya sendiri dan bukan plagiat. Apabila ternyata ditemukan didalam laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap untuk mendapatkan sanksi akademik yang terkait dengan hal tersebut.

Jakarta, 14 Februari 2022



Muhamad Hamid Ibrahim
Muhamad Hamid Ibrahim

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhamad Hamid Ibrahim
NIM : 41518010127
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan

Dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul diatas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan di lingkungan Universitas Mercu Buana, saya memberikan izin kepada Peneliti di Lab Riset Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana untuk menggunakan dan mengembangkan hasil riset yang ada dalam tugas akhir untuk kepentingan riset dan publikasi selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 14 Februari 2022


UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Muhamad Hamid Ibrahim

...

SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhamad Hamid Ibrahim
NIM : 41518010127
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan

Menyatakan bahwa :

1. Luaran Tugas Akhir saya adalah sebagai berikut :

No	Luaran	Jenis	Status
1	Publikasi Ilmiah	Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi	Diajukan
		Jurnal Nasional Terakreditasi	
		Jurnal International Tidak Bereputasi	Diterima
		Jurnal International Bereputasi	
Disubmit/dipublikasikan di :	Nama Jurnal	Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan	
	ISSN	:	
	Link Jurnal	https://teknosi.fti.unand.ac.id/	
	Link File Jurnal Jika Sudah di Publish	:	

2. Bersedia untuk menyelesaikan seluruh proses publikasi artikel mulai dari submit, revisi artikel sampai dengan dinyatakan dapat diterbitkan pada jurnal yang dituju.
3. Diminta untuk melampirkan scan KTP dan Surat Pernyataan (Lihat Lampiran Dokumen HKI), untuk kepentingan pendaftaran HKI apabila diperlukan

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Mengetahui
Dosen Pembimbing TA

Dr. Harwikarya , MT

Jakarta, 14 Februari 2022



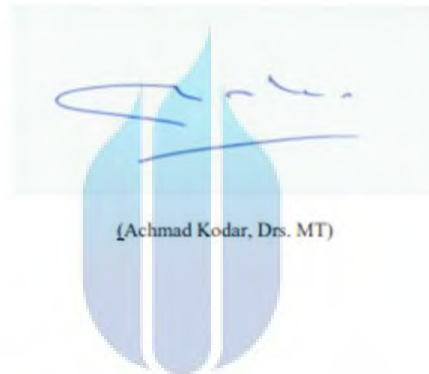
Muhamad Hamid Ibrahim

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41518010127
Nama : Muhamad Hamid Ibrahim
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Redundansi Link
Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol
Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada
Perusahaan Di Bidang Perbankan

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 23 Februari 2022



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41518010127
Nama : Muhamad Hamid Ibrahim
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) pada Perusahaan di Bidang Perbankan

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 24 Maret 2022


UNIVERSITAS
MERCU BUANA
(Dr. Leonard Goeirmanto)

LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41518010127
Nama : Muhamad Hamid Ibrahim
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link
Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol
Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada
Perusahaan Di Bidang Perbankan

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 23 Februari 2022


(Eliyani, Dr. Ir.)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

LEMBAR PENGESAHAN

NIM : 41518010127
Nama : Muhamad Hamid Ibrahim
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, Jakarta, 23 Februari 2022


Menyetujui,




UNIVERSITAS
MERCUBUANA

(Dr. Harwikarya, MT)
Dosen Pembimbing

Mengetahui,



(Wawan Gunawan, S.Kom, MT)
Koord. Tugas Akhir Teknik Informatika



(Emil R. Kaburuan, Ph.D.)
Ka. Prodi Teknik Informatika

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehinggalah pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Adapun judul tugas akhir yang penulis buat adalah **“Perancangan dan Implementasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan”**.

Penulisan laporan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam memperoleh gelar Strata 1 (satu) pada Universitas Mercu Buana. Dalam penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari hambatan dan kesulitan, namun berkat bimbingan, bantuan, nasihat dan saran serta kerjasama dari berbagai pihak, khususnya pembimbing, segala hambatan tersebut dapat diatasi dengan baik.

Dalam penulisan ini tentunya tidak lepas dari kekurangan, baik aspek kualitas maupun aspek kuantitas dari materi penelitian yang disajikan. Semua ini didasarkan dari keterbatasan yang dimiliki penulis. Selanjutnya dalam penulisan tugas akhir ini penulis banyak diberi bantuan oleh berbagai pihak. Dengan tidak mengurangi apresiasi kepada semua pihak yang telah membantu penulis secara khusus, baik langsung maupun tidak langsung penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua yang telah banyak memberikan dukungan baik secara moril maupun materi dan masukan dalam pembuatan tugas akhir ini.
2. Emil R. Kaburuan, Ph.D. selaku kepala program studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
3. Wawan Gunawan, S.Kom, M.Kom. selaku Koordinator Tugas Akhir program studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana,
4. Dr. Harwikarya, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan saran, bimbingan, dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini,
5. Sahabat – sahabat saya yang telah memberi dukungan dan nasihat selama pengerjaan proyek akhir ini,

6. Rekan kerja IT Operation di P.T. Bank Tabungan Negara yang telah memberi saran dan membantu penulis dalam perancangan serta konfigurasi jaringan,
7. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak bisa saya sebut satu persatu.

Tiada kata lain yang dapat penulis ungkapkan untuk mengucapkan terima kasih terhadap semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan laporan ini dan semoga Allah selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, Amin. Harapan Penulis yaitu semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dengan baik dan berguna bagi orang lain.

Jakarta, 14 Februari 2022
Penulis,

(Muhamad Hamid Ibrahim)



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	viii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
NASKAH JURNAL.....	1
Kertas Kerja.....	9
BAB 1. PENDAHULUAN	10
BAB 2. LANDASAN TEORI.....	14
BAB 3. METODE PENELITIAN	53
BAB 4. SIMULASI DAN EKSPERIMEN.....	67
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN	74
BAB 6. KESIMPULAN.....	95
DAFTAR PUSTAKA	96
LAMPIRAN DOKUMEN HAKI.....	99
LAMPIRAN KORESPONDENSI	102

Terbit online pada laman : <http://teknosi.fti.unand.ac.id/>

Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi

| ISSN (Print) 2460-3465 | ISSN (Online) 2476-8812 |



Studi Kasus

Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan

Muhamad Hamid Ibrahim ^{a,*}, Dr. Harwikarya, MT ^b,

Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana, Kampus Meruya, Jakarta, 11650, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 00 Februari 0000

Revisi Akhir: 00 Maret 0000

Diterbitkan Online: 00 April 0000

KATA KUNCI

VRRP

Redundansi Link

Quality of Service

Failover Gateway

KORESPONDENSI

E-mail: penulis_korespondensi@afiliasi.xx.xx *

A B S T R A C T

Perkembangan telekomunikasi pada era globalisasi saat ini khususnya pada jaringan komputer telah menjadi salah satu hal yang paling mendasar pada kehidupan saat ini. Kebutuhan akan komunikasi data yang terintegrasi dan ketersediaan jaringan internet yang stabil tentu menjadi salah satu aspek penting dalam kegiatan operasional sebuah instansi maupun perusahaan. Pada saat ini PT.Bank XYZ memiliki koneksi jaringan yang berfungsi untuk komunikasi antar karyawan pada kantor tersebut atau kantor cabang dan untuk operasional perbankan menggunakan tiga perusahaan Internet Service Provider (ISP). Dengan menerapkan three tier network architecture yang memiliki fungsi untuk melakukan pembagian beban kerja. Namun dari topologi yang berjalan pada PT.Bank XYZ tidak terdapat sistem yang bisa membuat jaringan tetap terhubung apabila salah satu link atau router mengalami kegagalan atau mati. Sehingga ketika terjadi kegagalan maka aktivitas akan terhenti dan membutuhkan waktu yang lama untuk melakukan perbaikan terhadap kegagalan tersebut. Berdasarkan permasalahan tersebut penulis membuat perancangan dan implementasi redundansi link serta failover gateway dengan protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP). Dari hasil pengukuran throughput, jitter, packet loss dan downtime diperoleh rata-rata selisih kurang dari 98Kbps untuk throughput. Dan packet loss dimana skema VRRP normal dan skema VRRP master shutdown rata-rata memiliki selisih kurang dari 2%, sehingga semua proses pengiriman data tetap berjalan sebagaimana mestinya, serta VRRP dapat menjadi solusi dari perancangan jaringan telekomunikasi yang membutuhkan keandalan jaringan dari terputusnya link.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan telekomunikasi pada era globalisasi saat ini khususnya pada jaringan komputer telah menjadi salah satu hal yang paling mendasar pada kehidupan saat ini. Seperti pada PT Bank XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang perbankan yang memiliki kantor cabang di seluruh Indonesia, kebutuhan akan komunikasi data yang terintegrasi dan ketersediaan jaringan internet yang stabil tentu menjadi salah satu aspek penting dalam kegiatan operasional perusahaan tersebut.

Melalui komunikasi data yang terintegrasi setiap karyawan dapat saling bertukar data dan mengirimkan informasi

ke komputer lainnya dalam perusahaan tersebut. Dan juga ketersediaan jaringan internet yang stabil dapat melindungi proses bisnis yang berjalan dari kerusakan atau kegagalan system. Oleh karena itu diperlukan suatu skema jaringan yang berkualitas yang memiliki availability dan reliability yang tinggi dalam implementasinya [1].

Ketersediaan jaringan redundant link oleh berbagai organisasi khususnya perbankan untuk menghindari terjadinya kegagalan, kerusakan sistem dan kehilangan/kerusakan data. Maka redundansi pada jaringan komputer menjadi salah satu aspek penting demi menjaga proses berjalannya bisnis dalam suatu organisasi khususnya perbankan. Redundansi Link berfungsi untuk menghindari terjadinya kegagalan. Penerapan redundansi

link dapat dilakukan dengan cara menginstalasi perangkat ataupun jalur secara ganda pada area-area yang diperlukan [2].

Pada penelitian ini membahas perancangan dan implementasi redundansi link serta failover gateway dengan protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP). Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) merupakan protokol yang bertanggung jawab untuk menjalankan fungsi router backup saat kondisi router master mengalami kegagalan atau mati di jaringan LAN [3]. Harapannya dengan menerapkan protokol VRRP dapat menjaga ketersediaan jaringan ketika terjadi kegagalan link pada jaringan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP)

VRRP adalah standar terbuka yang dapat digunakan oleh berbagai macam merk perangkat jaringan yang ada. Pengoperasiannya hampir sama dengan HSRP tetapi berbeda dalam beberapa hal. Dalam VRRP, seperti halnya HSRP, sekelompok router dikonfigurasi di mana teknisi jaringan memilih satu router master dan router lainnya menjadi backup. Alamat IP fisik dari router master digunakan oleh klien sebagai default gateway. Anggota backup dari grup VRRP akan berkomunikasi dengan gateway master melalui pesan hello dan mengambil alih tugas router master saat router tersebut mati atau terjadi kesalahan. Alamat IP yang digunakan selalu milik router master yang disebut sebagai pemilik alamat IP. Ketika router master pulih, ia akan mengambil kembali tanggung jawabnya dan akan meneruskan lalu lintas jaringan itu sendiri[4].

2.2. Failover

Failover adalah protokol yang menerapkan beberapa jalur 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 bila link utama terputus [5].

2.3. Open Shortest Path First

OSPF (Open Shortest Path First) merupakan sebuah routing protokol berjenis IGP (interior gateway routing protocol) yang hanya dapat bekerja dalam jaringan internal suatu organisasi atau perusahaan, jaringan internal maksudnya adalah jaringan di mana Anda masih memiliki hak untuk menggunakan, mengatur, dan memodifikasinya. Atau dengan kata lain, Anda masih memiliki hak administrasi terhadap jaringan tersebut. Jika Anda sudah tidak memiliki hak untuk menggunakan dan mengaturnya, maka jaringan tersebut dapat dikategorikan sebagai jaringan eksternal. Selain itu, OSPF juga merupakan routing protokol yang berstandar terbuka. Maksudnya adalah routing protokol ini bukan ciptaan dari vendor manapun. Oleh karena itu, dapat digunakan oleh siapa saja, kompatibel dengan perangkat apa pun, dan dapat digunakan di mana pun protokol perutean ini dapat diimplementasikan. OSPF merupakan protokol routing yang menggunakan konsep routing layer, dimana Open Shortest Path First (OSPF) membagi jaringan menjadi beberapa layer. Tingkatan ini dilaksanakan dengan menggunakan sistem pengelompokan regional[6].

2.4. Redundancy link

Redundancy link ialah suatu jalur jaringan alternatif yang digunakan untuk meningkatkan ketersediaan jaringan, sehingga saat suatu jaringan memiliki jalur (link) yang terputus, maka terdapat jalur lain yang bisa dilewati untuk pengiriman data tanpa mempengaruhi konektivitas jaringan tersebut[2]. Pendekatan yang biasanya dilakukan untuk mendapatkan ketersediaan yang tinggi adalah membangun sistem backup yang tetap akan berfungsi bila terjadi kegagalan pada sistem utama [7].

2.5. Quality of Service

Quality of Service (QoS) atau kualitas layanan adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik data tertentu pada berbagai jenis platform teknologi. QoS tidak diperoleh langsung dari infrastruktur yang ada, melainkan diperoleh dengan mengimplementasikannya pada jaringan yang bersangkutan [3].

2.6. Parameter Quality of Service

Parameter adalah penilaian dari hasil pengukuran suatu objek. Ukuran parameter kualitas jaringan personal komputer dimulai menurut data sampel atau menurut populasi, dimana beberapa parameter performansi menurut suatu jaringan LAN yaitu bandwidth, troughput, packet loss, delay & jitter[8]. Parameter *Quality of Service* Yang Digunakan :

2.6.1. Troughput

Throughput adalah jumlah total kedatangan paket yang berhasil diamati di tujuan selama interval waktu tertentu dibagi dengan durasi interval waktu tersebut. Throughput adalah kemampuan aktual jaringan untuk mentransfer data. Secara tradisional, throughput selalu dikaitkan dengan bandwidth. Ini karena dalam kehidupan nyata throughput sebenarnya bisa disebut bandwidth. Bandwidth tetap, tetapi throughput dinamis tergantung pada lalu lintas saat ini[9].

Tabel 1. Kategori throughput

Kategori Throughput	Indeks	Throughput
Sangat Bagus	>2,1 Mbps	4
Bagus	700 – 1200 Kbps	3
Sedang	338 – 700 Kbps	2
Buruk	0-338 Kbps	1

2.6.2. Packet Loss

Packet loss didefinisikan sebagai transmisi paket IP yang tidak mencapai tujuannya.[9]. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan, diantaranya yaitu:

- Tabrakan (congestion) dalam jaringan.
- Error yang terjadi pada media fisik.
- Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena overflow yang terjadi pada buffer.

Di dalam implementasi jaringan, nilai paket loss ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Secara umum terdapat empat kategori penurunan performansi jaringan

berdasarkan nilai packet loss yaitu seperti tampak pada tabel berikut :

Tabel 2. Kategori Packet loss

Kategori Degradasi	Packet loss	Indeks
Sangat Bagus	0% – 2%	4
Bagus	3% – 14%	3
Sedang	15% – 24%	2
Buruk	>25%	1

2.6.3. Delay

Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya [9]. Delay di dalam jaringan dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Packetization delay
Delay yang disebabkan oleh waktu yang diperlukan untuk proses pembentukan paket IP dari informasi user. Delay ini hanya terjadi sekali saja, yaitu di sumber informasi.
2. Queuing delay
Delay ini disebabkan oleh waktu proses yang diperlukan oleh router dalam menangani transmisi paket di jaringan. Umumnya delay ini sangat kecil, kurang lebih sekitar 100 micro second.
3. Delay propagasi
Proses perjalanan informasi selama di dalam media transmisi, misalnya kabel SDH, coax atau tembaga, menyebabkan delay yang disebut dengan delay propagasi.

Tabel 3. Kategori Delay

Kategori Latensi	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 s/d 300 ms	3
Sedang	300 s/d 450 ms	2
Buruk	> 450 ms	1

2.6.4. Jitter

Jitter merupakan variasi delay antar paket yang terjadi pada jaringan IP. Besarnya nilai jitter akan sangat dipengaruhi oleh variasi beban trafik dan besarnya tumbukan antar paket (congestion) yang ada dalam jaringan IP. Semakin besar beban trafik di dalam jaringan akan menyebabkan semakin besar pula peluang terjadinya congestion dengan demikian nilai jitter akan semakin besar. Semakin besar nilai jitter akan mengakibatkan nilai QoS akan semakin turun. Untuk mendapatkan nilai QoS jaringan yang baik, nilai jitter harus dijaga seminimum mungkin[9].

Tabel 4. Kategori Jitter

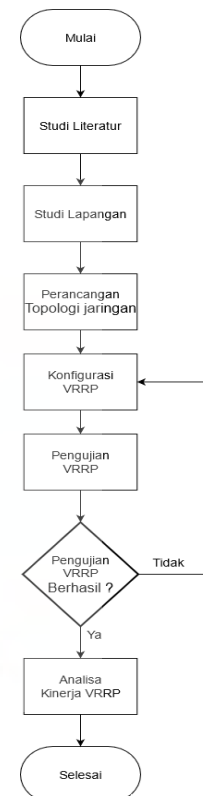
Kategori Degradasi	Peak Jitter	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	1 s/d 75 ms	3
Sedang	76 s/d 125 ms	2
Buruk	> 225 ms	1

3. METODOLOGI

3.1. Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi yaitu melakukan analisa terhadap kinerja jaringan ketika terjadi downtime sebelum implementasi VRRP berdasarkan topologi yang sedang berjalan, implementasi redundansi link dengan merancang ulang topologi jaringan, implementasi failover gateway menggunakan protocol VRRP, pengujian terhadap rancangan topologi yang baru apakah sudah berjalan dengan baik, serta melakukan analisa terhadap protocol VRRP.

3.2. Tahap Penelitian

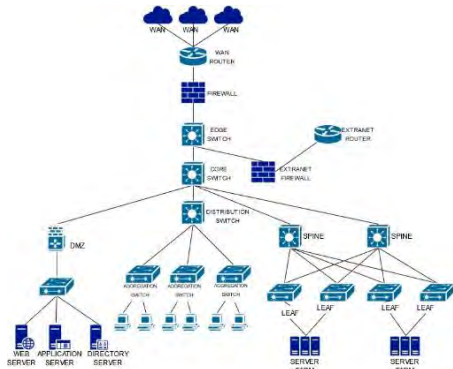


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Dapat dilihat pada Gambar 1 diagram alur dari penelitian yang dilaksanakan, pertama penulis melakukan studi literatur dengan mencari dan membaca jurnal – jurnal terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan. Selanjutnya penulis melakukan studi lapangan yaitu mempelajari dan melakukan pengecekan kondisi existing jaringan, layanan yang berjalan serta masalah yang ada pada existing jaringan tersebut yang kemudian akan dilakukan perancangan dan pengujian. Tahap selanjutnya melakukan perancangan ulang atau modifikasi pada topologi jaringan yang berjalan, perancangan tersebut berdasarkan masalah yang ditemukan pada saat melakukan studi lapangan. Setelah perancangan topologi jaringan selesai maka tahap selanjutnya melakukan konfigurasi failover menggunakan protocol VRRP agar dapat mengatasi masalah kegagalan link. Setelah konfigurasi selesai akan dilakukan pengujian apakah switch dapat melakukan failover trafik ke backup link sesuai dengan konfigurasi yang telah dilakukan. Jika

pengujian VRRP berhasil maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui kinerja VRRP yang diterapkan pada jaringan.

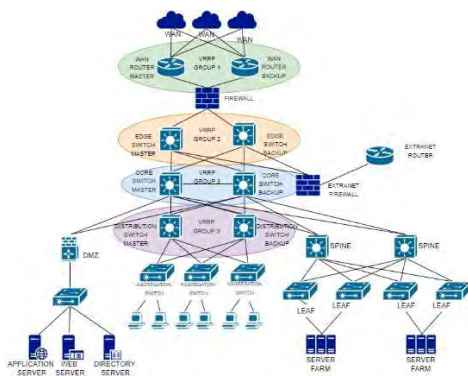
3.3. **Analisa Sistem Berjalan**



Gambar 2. Topologi Jaringan Berjalan

Seperti yang terlihat pada gambar 2 sistem jaringan berjalan pada studi kasus ini masih menggunakan satu jalur koneksi atau single link, interkoneksi yang terhubung antar rak dari edge switch, core switch dan disitribution switch masih menggunakan jalur satu kabel. Hal ini bisa menyebabkan operasional perbankan terganggu jika terjadi kegagalan link pada salah satu perangkat tersebut. Ketika terjadi Downtime pergantian link masih dilakukan secara manual yang tentunya akan memakan waktu yang cukup lama. Sehingga hal tersebut dapat menjadikan operasional perusahaan terganggu karena proses pergantian tersebut yang akan memberikan dampak kerugian pada perusahaan tersebut. Jika dipoinkan permasalahan yang terdapat pada jaringan berjalan sebagai berikut : 1) Sistem jaringan yang sedang berjalan masih menggunakan satu jalur koneksi atau single link serta tidak terdapat perangkat backup pada setiap layernya. 2) Semua trafik dibebankan pada satu perangkat jaringan sehingga memiliki kemungkinan terjadinya downtime. 3) Ketika terjadi downtime proses perpindahan link atau perangkat dilakukan secara manual yang tentunya akan memakan waktu yang cukup lama.

3.4. **Perancangan Topologi Jaringan Baru**



Gambar 3. Rancangan Topologi Jaringan Baru

Berdasarkan hasil analisa masalah yang ada pada sistem jaringan berjalan, maka diberikan solusi sebagai berikut :

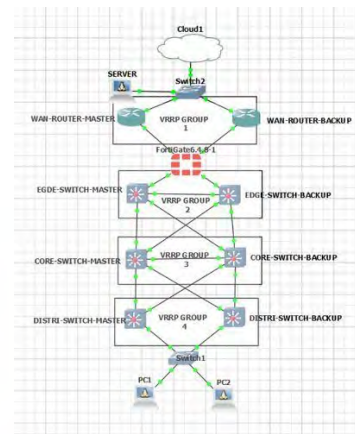
- 1) Menambahkan masing – masing satu unit router dan switch pada setiap layernya yang akan difungsikan sebagai perangkat *backup*.

- 2) Menghubungkan link interkoneksi pada setiap layernya dengan perangkat yang terhubung masing – masing 2 kabel sebagai *backup link*.
- 3) Membuat grup vrrp berdasarkan layer jaringan pada topologi rancangan.

3.5. **Formulasi Masalah**

Protokol VRRP dibutuhkan pada jaringan jaringan dengan skala kecil ataupun besar yang memiliki dua atau lebih gateway untuk menjamin stabilitas dan ketersediaan jaringan yang tinggi agar komunikasi tetap terhubung meskipun terjadi gangguan. Pada jaringan tersebut harus dapat meminimalisir ketika terjadi gangguan koneksi pada jaringan utama, sehingga sistem dapat terus – menerus melakukan pertukaran data dan informasi. Untuk mengetahui kinerja dari protokol VRRP maka penulis melakukan evaluasi kinerja dengan menggunakan kriteria : throughput, packet loss, jitter dan downtime.

3.6. **Model Konseptual**



Gambar 4. Rancangan Topologi Simulasi

Pada tahap ini dilakukan perancangan model konseptual dengan menggambarkan topologi jaringan yang sudah dirancang pada bab sebelumnya yang sudah disesuaikan dengan konsep VRRP. Perancangan model jaringan menggunakan 2 unit router 1 unit firewall dan 6 unit switch layer 3. Untuk merancang topologi akan menggunakan GNS3 yang nanti juga akan digunakan sebagai alat untuk melakukan simulasi. Perangkat yang digunakan pada sistem ini adalah :

- 1. 2 unit router IOS Cisco 3600 series.
- 2. 1 unit firewall fortigate.
- 3. 6 unit switch layer 3 IOS Cisco.
- 4. 2 unit switch.
- 5. 3 unit PC.

3.7. **Modelling**

Pada tahap ini dalam melakukan evaluasi akan dijalankan beberapa macam skenario pengujian yang berbeda-beda, skenario yang dibuat antara lain:

3.7.1. **Skenario Simulasi VRRP Normal**

Tabel 5. Skenario simulasi VRRP normal

Parameter	Variabel
Banyak Node	5
Waktu Simulasi	20,30,40,50,60 sec
Ukuran Window	2,4,8,16,32 KB

Dapat dilihat pada gambar 6, menunjukkan bahwa konfigurasi VRRP telah berjalan pada WAN-Backup.

3.7.2. Skenario Simulasi VRRP Master Shutdown

Tabel 6. Skenario simulasi VRRP master shutdown

Parameter	Variabel
Banyak Node	5
Waktu Simulasi	20,30,40,50,60 sec
Ukuran Window	2,4,8,16,32 KB

3.8. Simulation

Dalam tahap simulasi penulis menggunakan Graphical Network Simulator 3 (GNS3) versi 2.2.29 sebagai aplikasi simulasi jaringan, dan VMWare versi 16.0.0 yang berjalan pada system operasi Windows 10. Router yang digunakan adalah Cisco 3600 Series dengan system operasi IOS yang berjalan di dalam GNS3, dan sistem operasi Debian 8 Jessie yang berjalan di dalam GNS3 sebagai PC. Untuk mengetahui kinerja jaringan, penulis menggunakan aplikasi Iperf versi 3 dan Wireshark versi 3.4.8 yang berjalan di dalam PC.

3.9. Verifikasi dan Validasi Konfigurasi

Pada tahapan ini pengujian konfigurasi router dilakukan untuk memeriksa kembali apakah telah sesuai dengan rancangan yang telah direncanakan sebelumnya. Pengujian konfigurasi dilakukan pada setiap router di setiap skenario. Pengujian konfigurasi dengan cara melakukan perintah “show ip route” di salah satu router di setiap skenario, perintah ini dilakukan untuk menampilkan routing table. Berikut adalah contoh dari perintah “show ip route” dari konfigurasi pada WAN-Master :

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
        I - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
        Ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
        o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

1.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
  1.1.1.0 is directly connected, Loopback1
C       202.182.17.0/29 is subnetted, 1 subnets
C       202.182.17.0 is directly connected, FastEthernet0/1
0       10.0.0/29 is subnetted, 4 subnets
O       10.4.4.0 [10/1] via 10.1.1.2, 00:00:26, FastEthernet0/0
O       10.3.3.0 [10/21] via 10.1.1.2, 00:00:26, FastEthernet0/0
C       10.2.2.0 is directly connected, FastEthernet1/0
C       10.1.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
0       11.0.0/29 is subnetted, 2 subnets
O       11.2.0.0 [10/20] via 10.1.1.2, 00:00:27, FastEthernet0/0
O       11.1.0.0 [10/20] via 10.1.1.2, 00:00:27, FastEthernet0/0
```

Gambar 5. Show ip route router WAN-Master

Sedangkan untuk melakukan pengujian konfigurasi selanjutnya dilakukan dengan perintah “show run”. Setiap konfigurasi yang telah dilakukan pada router akan ditampilkan kembali supaya dapat diperiksa. Jika ada rute yang tidak terdaftar di routing table, maka ada kemungkinan konfigurasi yang salah. Jika hal tersebut terjadi, maka penulis harus melakukan perbaikan konfigurasi di bagian yang salah.

```
interface FastEthernet0/1
 ip address 172.16.10.3 255.255.255.240
 duplex auto
 speed auto
 vrrp 1 ip 172.16.10.14
 vrrp 1 priority 75
 vrrp 1 authentication md5 key-string areal timeout 10
!
interface FastEthernet1/0
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
!
interface FastEthernet2/0
 no ip address
 shutdown
 duplex auto
 speed auto
```

Gambar 6. Show running-config router WAN-Backup

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1. Pengujian Skenario VRRP

Hasil percobaan skenario pada kondisi jaringan VRRP normal tanpa gangguan dengan routing protocol OSPF melalui jalur master router dapat dilihat pada poin di bawah ini:

1. Test Ping

Pengujian pertama yang dilakukan adalah melakukan tes ping dari Client pada PC1 Ke PC Server.

```
root@ipterm-0:~# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr fe:ae:19:fc:67:f4
          inet addr:192.168.18.10  Bcast:0.0.0.0  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::fcae:19ff:fc62:464 Scope:link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:12  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:12  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0  txqueuelen:1000
          RX bytes:936 (936.0 B)  TX bytes:936 (936.0 B)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:0  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:0  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0  txqueuelen:1000
          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)
```

Gambar 7. Ifconfig PC1

```
root@ipterm-0:~# ping 202.182.17.11
PING 202.182.17.11 (202.182.17.11) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=2 ttl=59 time=110 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=3 ttl=59 time=86.8 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=4 ttl=59 time=92.3 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=5 ttl=59 time=88.4 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=6 ttl=59 time=92.1 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=7 ttl=59 time=67.0 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=8 ttl=59 time=93.4 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=9 ttl=59 time=70.0 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=10 ttl=59 time=86.9 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=11 ttl=59 time=92.4 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=12 ttl=59 time=80.7 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=13 ttl=59 time=96.8 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=14 ttl=59 time=103 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=15 ttl=59 time=88.9 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=16 ttl=59 time=95.3 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=17 ttl=59 time=130 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=18 ttl=59 time=87.1 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=19 ttl=59 time=103 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=20 ttl=59 time=92.0 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=21 ttl=59 time=66.1 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=22 ttl=59 time=99.0 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=23 ttl=59 time=95.2 ms
64 bytes from 202.182.17.11: icmp_seq=24 ttl=59 time=100 ms
```

Gambar 8. Test ping PC1

Berdasarkan gambar 8 tes ping yang dilakukan dari client PC1 ke PC Server berhasil, berarti konfigurasi yang digunakan berhasil dan juga dilakukan traceroute dari client PC1 ke PC Server hasilnya seperti pada gambar 9.

```
root@ipterm-0:~# traceroute 202.182.17.11
traceroute to 202.182.17.11 (202.182.17.11), 30 hops max, 60 byte packets
 1  192.168.18.1 (192.168.18.1) 11.167 ms 11.756 ms 11.859 ms
 2  11.1.1.1 (11.1.1.1) 32.067 ms 32.358 ms 32.480 ms
 3  10.1.1.1 (10.1.1.1) 32.597 ms 32.799 ms 32.981 ms
 4  172.16.1.1 (172.16.1.1) 53.118 ms 53.431 ms 53.563 ms
 5  172.16.10.2 (172.16.10.2) 53.699 ms 53.988 ms 54.002 ms
 6  202.182.17.11 (202.182.17.11) 63.670 ms 73.062 ms 73.140 ms
```

Gambar 9. Traceroute PC1

Traceroute yang dilakukan pada gambar tersebut diketahui bahwa VRRP yang disimulasikan melewati jalur DISTRIBUTION-SWITCH MASTER (192.168.18.1), CORE-SWITCH-MASTER (11.1.1.1), EDGE-SWITCH-MASTER (10.1.1.1), FIREWALL PORT 2 (172.16.1.1) DAN WAN-ROUTER-MASTER (172.16.10.2) maka dapat disimpulkan konfigurasi VRRP berjalan dengan normal tanpa ada kesalahan konfigurasi.

4.2. Pengujian Throughput

Pengujian Throughput menggunakan Iperf3 yang dijalankan pada 3 perangkat virtual PC. 1 PC akan dijadikan sebagai server, PC2 dan PC3 akan dijadikan sebagai client 1 dan client 2 yang akan dilakukan pengujian secara bergantian dari setiap PC Client ke PC Server. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan rentang waktu selama 60 detik dengan windows size 2, 4, 8, 16, dan 32 Kbytes.

```

root@ipterm-5:~# iperf3 -c 202.182.17.11 -f k -l 1k -t 60 -i 60 -R -w 16k
Connecting to host 202.182.17.11, port 5201
Reverse mode, remote host 202.182.17.11 is sending
[ 4] local 192.168.18.22 port 52268 connected to 202.182.17.11 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth
[ 4] 0.00-60.00 sec 10.9 MBytes 1519 Kbits/sec
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth    Retr
[ 4] 0.00-60.00 sec 10.9 MBytes 1520 Kbits/sec  0
[ 4] 0.00-60.00 sec 10.9 MBytes 1520 Kbits/sec
iperf Done.
    
```

Gambar 10. Command iperf3 troughput

Tabel 7. Troughput VRRP Normal

Window Size	PC Client	Percobaan Troughput (Kb/s)					Rata - rata
		1	2	3	4	5	
2	1	184	175	175	159	184	175
	2	180	166	171	178	176	174
4	1	301	335	328	288	343	319
	2	326	300	326	318	324	318
8	1	624	661	613	666	693	651
	2	652	723	666	654	666	672
16	1	1424	1393	1346	1345	1288	1359
	2	1484	1427	1519	1517	1342	1457
32	1	2998	2849	2822	2877	3057	2920
	2	2956	2942	3056	3026	3126	3021
Total Rata-Rata						1106	

Berdasarkan pengujian troughput pada skenario VRRP normal yang melalui master router, rata – rata troughput keseluruhan sebesar 1106 Kbits/secs.

Tabel 8. Troughput VRRP Master Shutdown

Window Size	PC Client	Percobaan Troughput (Kb/s)					Rata - rata
		1	2	3	4	5	
2	1	158	157	163	148	145	154
	2	167	143	155	148	168	156
4	1	315	255	307	271	252	280
	2	299	310	305	294	290	299
8	1	547	496	511	574	527	531
	2	577	578	573	581	592	580
16	1	1123	1133	1240	1204	1332	1206
	2	1455	1372	1293	1291	1287	1339
32	1	2564	2512	2965	3019	2797	2771
	2	2583	2973	2605	2838	2848	2769
Total Rata-Rata						1008	

Berdasarkan hasil pengujian pada skenario VRRP Master Shutdown, terjadi penurunan nilai troughput dikarenakan router

master dalam keadaan mati atau shutdown, dan jalur yang dilalu packet berubah dari skenario awal, yaitu melalui router backup.

4.2.1. Perbandingan Troughput VRRP Master&Backup



Gambar 11. Perbandingan Troughput VRRP

4.2.2. Pengujian Jitter dan Packet Loss

Pengujian jitter dan packet loss dilakukan menggunakan Iperf3 yang dijalankan pada 3 perangkat virtual PC. 1 PC akan dijadikan sebagai server, PC2 dan PC3 akan dijadikan sebagai client 1 dan client 2 yang akan dilakukan pengujian secara bergantian dari setiap PC Client ke PC Server. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali dengan rentang selama 60 detik dan bandwidth 1Mbps serta buffer length sebesar 1k.

```

root@ipterm-3:~# iperf3 -c 202.182.17.11 -f k -l 1k -R -t 60 -i 60 -u
Connecting to host 202.182.17.11, port 5201
Reverse mode, remote host 202.182.17.11 is sending
[ 4] local 192.168.18.22 port 52233 connected to 202.182.17.11 port 5201
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth    Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 4] 0.00-60.00 sec 6.77 MBytes 946 Kbits/sec 1.771 ms  738/7668 (9.6%)
-----
[ ID] Interval      Transfer    Bandwidth    Jitter    Lost/Total Datagrams
[ 4] 0.00-60.00 sec 7.51 MBytes 1058 Kbits/sec 3.434 ms  738/7681 (9.6%)
[ 4] Sent 7681 datagrams
iperf Done.
    
```

Gambar 11. Command iper3 jitter dan packet loss

Tabel 9. Jitter dan Packet Loss VRRP Normal

Hasil Test	PC Client	Percobaan					Rata – rata
		1	2	3	4	5	
UDP	PC1	1.876	1.227	1.057	1.151	1.518	1.360
	PC2	1.391	1.526	1.118	1.050	1.683	
Packet Loss(%)	PC1	11	9.3	10	9.1	9.9	10
	PC2	8.8	9.7	9	9.7	8.5	

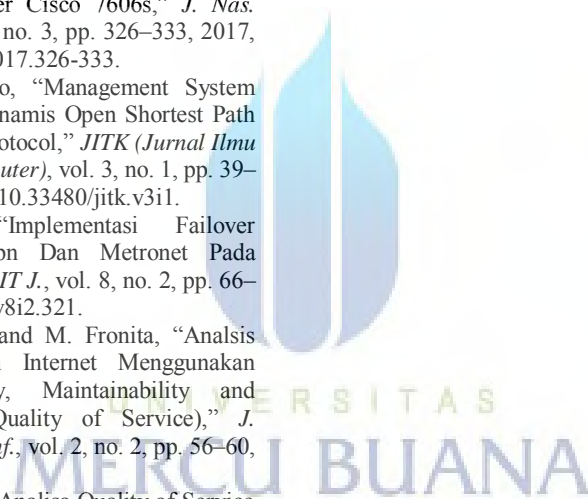
Berdasarkan pengujian jitter&packet loss pada skenario VRRP Normal, rata – rata jitter yang dihasilkan sebesar 1,360 ms dengan rata – rata packet loss sebesar 10%.

Tabel 10. Jitter dan Packet Loss VRRP Master Shutdown

Hasil Test	PC Client	Percobaan					Rata – rata
		1	2	3	4	5	
UDP	PC1	1.278	0.557	1.570	1.121	0.746	1.428
	PC2	1.771	1.575	0.810	1.254	1.752	
Jitter (ms)	PC1	9.6	9.3	11	13	11	11
	PC2	9.6	9.3	11	13	11	

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Alimi, "Bandwidth Management and Loop Prevention in Redundant Networks," *Am. J. Mob. Syst. Appl. Serv.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–12, 2016.
- [2] A. Isador and B. Sarana, "Implementasi Failover Menggunakan Jaringan Vpn Dan Metronet Pada," *Implementasi Fail. Menggunakan Jar. Vpn Dan Metronet Pada Astrindo Indones.*, vol. 8, no. January 2015, p. 13, 2016.
- [3] M. Y. Choirullah, M. Anif, and A. Rochadi, "Analisis Kualitas Layanan Virtual Router Redundancy Protocol Menggunakan Mikrotik pada Jaringan VLAN," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 4, pp. 278–285, 2016, doi: 10.22146/jnteti.v5i4.275.
- [4] U. R. Zia *et al.*, "Performance evaluation of first hop redundancy protocols," *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, vol. 177, no. August, pp. 330–337, 2017, doi: 10.1016/j.procs.2020.10.044.
- [5] D. Darmawan and T. Imanto, "Analisa Link Balancing dan Failover 2 Provider Menggunakan Border Gateway Protocol (BGP) Pada Router Cisco 7606s," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 3, pp. 326–333, 2017, doi: 10.25077/teknosi.v3i3.2017.326-333.
- [6] B. Rifai and E. Supriyanto, "Management System Failover Dengan Routing Dinamis Open Shortest Path First Dan Border Gateway Protocol," *JITK (Jurnal Ilmu Pengetah. Dan Teknol. Komputer)*, vol. 3, no. 1, pp. 39–46, 2017, doi: <https://doi.org/10.33480/jitk.v3i1>.
- [7] A. I. Harsapranata, "Implementasi Failover Menggunakan Jaringan Vpn Dan Metronet Pada Astridogroup Indonesia," *CCIT J.*, vol. 8, no. 2, pp. 66–77, 2015, doi: 10.33050/ccit.v8i2.321.
- [8] H. Ramadhan, E. Saputra, and M. Fronita, "Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet Menggunakan Metode Rma (Realibility, Maintainability and Availability) Dan QoS (Quality of Service)," *J. Rekayasa Dan Manaj. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 56–60, 2016.
- [9] I. Iskandar and A. Hidayat, "Analisa Quality of Service (QoS) Jaringan Internet Kampus (Studi Kasus: UIN Suska Riau)," *J. CoreIT*, vol. 1, no. 2, pp. 67–76, 2015.



KERTAS KERJA

Kertas kerja ini berisi tentang kelengkapan material dari artikel jurnal dengan judul “Perancangan dan Implmentasi Redundansi Link Serta Failover Gateway Menggunakan Protokol Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) Pada Perusahaan Di Bidang Perbankan”. Seluruh hasil penelitian Tugas Akhir yang tidak dimasukkan kedalam artikel jurnal. Pada kertas kerja ini disajikan: Pendahuluan, Landasan Teori, Metode Penelitian, Simulasi dan Eksperimen, Hasil dan Pembahasan dan Kesimpulan.

- Bagian 1: Pada bagian ini berisi tentang latar belakang pembuatan tugas akhir, rumusan masalah, pembatasan masalah, maksud dan tujuan pembuatan tugas akhir, metodologi penulisan, serta sistematika yang digunakan dalam penulisan laporan tugas akhir.
- Bagian 2: Pada bagian ini berisi tentang penjelasan teoritis dan berbagai aspek yang akan mendukung kearah analisa tugas akhir ini.
- Bagian 3: Pada bagian ini memuat penjelasan tentang kondisi saat ini berdasarkan hasil pengumpulan data di lapangan secara dokumentasi, pada bab ini juga membahas metode penelitian yang dilakukan dan flowchart dari sistem penelitian.
- Bagian 4: Pada bagian ini, akan menjelaskan mengenai tahapan – tahapan analisis, perancangan, sampai pada simulasi kinerja protokol VRRP.
- Bagian 5: Menjelaskan dan menjabarkan pengujian yang ada di bab sebelumnya serta menjabarkan hasil pengujiannya.
- Bagian 6: Mengemukakan kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian dan penulisan skripsi ini, serta saran-saran untuk pengembangan selanjutnya, agar dapat dilakukan perbaikan-perbaikan di masa yang akan datang.