

**IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DENGAN METODE PCC
DAN FAILOVER PADA SUKU DINAS KOMINFOTIK
WALIKOTA JAKARTA TIMUR**



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana

MUHAMMAD FAIZAL

12210559

**Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Nusa Mandiri
Jakarta
2025**

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Dari Abu Hurairah radhiyallahu ‘anhu, Rasulullah ﷺ bersabda:

“Barangsiapa yang memudahkan urusan yang sulit bagi orang yang dalam kesulitan, Allah akan memudahkan urusannya di dunia dan di akhirat. Barangsiapa yang meringankan beban orang yang dalam kesempitan, Allah akan meringankan baginya di dunia dan akhirat. Barangsiapa yang menutupi aib (meminta bantuan tersembunyi), Allah akan menutupi aibnya di dunia dan di akhirat.” (HR. Muslim)”

Dengan mengucapkan alhamdulillahillobbil’alamiin.. Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:

1. Allah ﷻ Yang Satu dan Tidak Ada Duanya.
2. Baginda Nabi Besar Muhammad ﷺ.
3. Semua orang tua yang menyayangi anak-anaknya.
4. Semua orang yang sedang berjuang dengan seluruh masalahnya.
5. Semua orang yang mendoakan kebaikan untuk orang lain.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Faizal
NIM : 12210559
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Perguruan tinggi : Universitas Nusa Mandiri

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul: **“Implementasi Load Balancing dengan metode PCC dan Failover pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur”**, adalah asli (orsinil) atau tidak plagiat (menjiplak) dan belum pernah diterbitkan/dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun juga. Apabila di kemudian hari ternyata saya memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa Tugas Akhir yang telah saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik secara pidana maupun perdata dan kelulusan saya di **Universitas Nusa Mandiri** dicabut/dibatalkan.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 09 Januari 2026

Yang menyatakan,


Muhammad Faizal

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Muhammad Faizal
NIM : 12210559
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Perguruan tinggi : Universitas Nusa Mandiri

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Universitas Nusa Mandiri, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non- exclusive Royalti-Free Right) atas karya ilmiah kami yang berjudul: **“Implementasi Load Balancing dengan metode PCC dan Failover pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur”**, beserta perangkat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini kepada pihak Universitas Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih-media atau format-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (database), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 09 Januari 2026

Yang menyatakan,


Muhammad Faizal

PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh:


Nama : Muhammad Faizal
NIM : 12210559
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenjang : Sarjana (S1)
Judul Tugas Akhir : IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DENGAN
METODE PCC DAN FAILOVER PADA SUKU DINAS
KOMINFOTIK WALIKOTA JAKARTA TIMUR

Telah dipertahankan pada periode 2025-2 dihadapan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi di Universitas Nusa Mandiri.

Jakarta, 02 Februari 2026


PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Dosen Pembimbing : Anton, M.Kom.


.....

DEWAN PENGUJI

Penguji I : Frisma Handayanna, M.Kom


.....

Penguji II : Muhammad Faisal, M.Kom.


.....

PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA

Tugas Akhir yang berjudul “**Implementasi Load Balancing dengan metode PCC dan Failover pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur**” adalah hasil karya tulis asli Muhammad Faizal dan bukan hasil terbitan sehingga peredaran karya tulis hanya berlaku di lingkungan akademik saja, serta memiliki hak cipta. Oleh karena itu, dilarang keras untuk menggandakan baik sebagian maupun seluruhnya karya tulis ini, tanpa seizin penulis.

Referensi kepustakaan diperkenankan untuk dicatat tetapi pengutipan atau peringkasan isi tulisan hanya dapat dilakukan dengan seizin penulis dan disertai ketentuan pengutipan secara ilmiah dengan menyebutkan sumbernya.

Untuk keperluan perizinan pada pemilik dapat menghubungi informasi yang tertera dibawah ini:

Nama : Muhammad Faizal
Alamat : Jl. Kebantenan V, Cilincing. Jakarta Utara 14130
E-mail : mhmmdfaizal26@gmail.com

KATA PENGANTAR

Segala puji-pujian yang sangat agung kepada **Allah *subhanahu wata'ala*** yang telah memberikan penulis umur, kesehatan, rizki, kesempatan yang tidak dapat dihitung jumlahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul **“Implementasi Load Balancing dengan metode PCC dan Failover pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Informatika.

Tugas Akhir ini disusun dengan tujuan untuk menjawab berbagai permasalahan yang khususnya ditemukan dalam dunia infrastruktur jaringan internet terutama masalah-masalah yang kerap dihadapi oleh para staff yang berada di ruang lingkup pemerintahan Suku Dinas KOMINFOTIK Kota Administrasi Jakarta Timur.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Rektor Universitas Nusa Mandiri Prof. Dr. Ir. Dwiza Riana, S.Si, MM, M.Kom, IPU, ASEAN Eng.
2. Yth. Wakil Rektor 1 Bidang Akademik Universitas Nusa Mandiri Nita Merlina, M.Kom
3. Yth. Dekan fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri Anton, M.Kom
4. Yth. Ketua Program Studi Informatika Universitas Nusa Mandiri Arfhan Prasetyo, M.Kom

5. Yth. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Saya Bapak Anton, M.Kom yang dengan penuh kesabaran meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Yth. Bapak/Ibu Dosen Universitas Nusa Mandiri yang telah mengajar dan membimbing penulis sejak awal hingga menyelesaikan pendidikan
7. Yth. Staff/Karyawan Universitas Nusa Mandiri
8. Terima kasih kepada Kedua Orang Tua saya yang sangat saya sayangi dan cintai dan telah membantu mendukung saya dalam segi apapun untuk mendapatkan Gelar Sarjana
9. Kepada teman-teman seperjuangan penulis selama masa perkuliahan berjalan, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak
10. Kepada Staff dan Teknisi Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak karena telah membantu memberikan informasi data untuk riset kepada penulis dalam melengkapi tugas akhir ini

Terima kasih atas bantuan dan bimbingan semua pihak yang sungguh amat tidak ternilai, semoga Tuhan Yang Maha Esa membalasnya dengan yang lebih baik.

Terima Kasih

Jakarta, 9 Januari 2026



Muhammad Faizal

ABSTRAK

Muhammad Faizal (12210559), **IMPLEMENTASI LOAD BALANCING DENGAN METODE PCC DAN FAILOVER PADA SUKU DINAS KOMINFOTIK WALIKOTA JAKARTA TIMUR.**

Performa jaringan yang stabil sangat mempengaruhi nilai efisiensi kinerja para staff pelayanan di Suku Dinas Kominfo Walikota Jakarta Timur. Penggunaan satu jalur koneksi jaringan yang berjalan saat ini memiliki banyak tantangan termasuk menghadapi kondisi terburuk yaitu kegalatan utama jalur koneksi (downtime). Penelitian ini memberikan jawaban dengan mengintegrasikan dua jalur ISP menjadi satu jalur jaringan yang terintegrasi dengan teknik Load Balancing menggunakan metode Per Connection Classifier (PCC), dibantu dengan adanya mekanisme perpindahan otomatis jalur koneksi (Failover). PCC berperan mendistribusikan beban lalu lintas data secara merata ke kedua jalur ISP yang ada berdasarkan sistem algoritma hasing dengan membagi data 32bit ke dalam kategori nilai denominator. Sementara itu Failover berfungsi sebagai proteksi otomatis yang mengalihkan lalu lintas data ke jalur alternatif ketika koneksi utama mengalami kegagalan sambungan, agar akses internet tetap terus berjalan dengan meminimalisir waktu gangguan. Hasil dari penerapan teknik Load Balancing dengan metode PCC ini menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengoptimalkan pemanfaatan bandwidth, memberikan redundansi jaringan, dan mengurangi frekuensi downtime. Dengan pengujian pada nilai parameter delay pada latency dan jitter, juga nilai packet loss dan throughput. Implementasi ini terbukti meningkatkan keandalan infrastruktur jaringan untuk mendukung kegiatan di lingkungan Walikota Jakarta Timur.

Kata Kunci : Load Balancing, Metode PCC, Failover, Downtime

ABSTRACT

Muhammad Faizal (12210559), **IMPLEMENTATION OF LOAD BALANCING USING PCC METHOD AND FAILOVER AT THE COMMUNICATION AND INFORMATION TECHNOLOGY SUB-DEPARTMENT OF THE EAST JAKARTA MAYORAL OFFICE.**

Stable network performance significantly influences the work efficiency of service staff at the Suku Dinas Kominfotik, East Jakarta Mayor's Office. The current reliance on a single network connection poses various challenges, including the risk of total connection failure (downtime). This research provides a solution by integrating two ISP lines into a unified network through Load Balancing using the Per Connection Classifier (PCC) method, supported by an automatic Failover mechanism. PCC distributes data traffic loads evenly across both available ISP lines based on a hashing algorithm that categorizes 32-bit data into denominator values. Meanwhile, Failover acts as an automated protection system that reroutes data traffic to an alternative path if the primary connection fails, ensuring continuous internet access and minimizing disruption time. The implementation results of the Load Balancing PCC method demonstrate that the system optimizes bandwidth utilization, provides network redundancy, and reduces downtime frequency. Based on testing of parameters such as latency (delay), jitter, packet loss, and throughput, this implementation is proven to enhance network infrastructure reliability in supporting operational activities within the East Jakarta Mayor's Office.











Keywords: Load Balancing, PCC Method, Failover, Downtime.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI	iv
PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	v
PEDOMAN PENGGUNAAN HAK CIPTA	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Metode Penelitian.....	4
1.3.1 Metode Pengumpulan Data	4
1.3.2 Analisa Penelitian	5
1.4 Ruang Lingkup.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Jurnal	7
2.2. Konsep Dasar Jaringan.....	10
2.2.1. Pengertian Jaringan Komputer	10
2.2.2. Jenis-Jenis Jaringan Komputer	11
2.2.3. Perangkat Keras Jaringan Komputer	13
2.3. Manajemen Jaringan	18
2.3.1. Topologi Jaringan	19
2.4. Konsep Penunjang Usulan	27
BAB III ANALISA JARINGAN BERJALAN.....	28
3.1. Tinjauan Perusahaan.....	28
3.1.1. Sejarah Perusahaan.....	28
3.1.2. Struktur Organisasi dan Fungsi	29
3.2. Skema Jaringan Berjalan	31
3.2.1. Topologi Jaringan	31
3.2.2. Arsitektur Jaringan	31
3.2.3. Skema Jaringan.....	32
3.2.4. Keamanan Jaringan	34

3.2.5. Spesifikasi Hardware dan Software Jaringan	34
3.3. Permasalahan.....	37
3.4. Alternatif Pemecahan Masalah.....	37
BAB IV RANCANGAN JARINGAN USULAN	39
4.1. Jaringan Usulan	39
4.1.1. Topologi Jaringan	39
4.1.2. Skema Jaringan.....	40
4.1.3. Keamanan Jaringan	41
4.1.4. Rancangan Aplikasi	41
4.1.5. Manajemen Jaringan.....	50
4.2. Pengujian Jaringan	50
4.2.1. Pengujian Jaringan Awal	51
4.2.2. Pengujian Jaringan Akhir	55
BAB V PENUTUP	61
5.1. Kesimpulan.....	61
5.2. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....	63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	66
LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR	67
SURAT KETERANGAN RISET	68
LAMPIRAN.....	69

DAFTAR SIMBOL

	<i>Server</i>
	<i>Router</i>
	<i>Switch</i>
	<i>Communication Link</i>
	<i>Wireless Access Point</i>
	<i>Firewall</i>
	<i>Personal Computer</i>
	Laptop
	<i>Printer</i>
	Mesin Absensi

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Local Area Network (LAN)</i>	11
Gambar II.2 <i>Metropolitan Area Network (MAN)</i>	12
Gambar II.3 <i>Wide Area Network (WAN)</i>	13
Gambar II.4 <i>Server</i>	14
Gambar II.5 <i>Network Interface Card (NIC)</i>	15
Gambar II.6 <i>Router</i>	15
Gambar II.7 Konektor RJ-45.....	16
Gambar II.8 Kabel <i>Unshielded Twisted Pair (UTP)</i>	17
Gambar II.9 Kabel <i>Shielded Twisted Pair (STP)</i>	17
Gambar II.10 <i>Switch</i>	18
Gambar II.11 Topologi <i>Bus</i>	19
Gambar II.12 Topologi <i>Ring</i>	21
Gambar II.13 Topologi <i>Star</i>	22
Gambar II.14 Topologi <i>Tree</i>	24
Gambar II.15 Topologi <i>Mesh</i>	26
Gambar III.1 Struktur Organisasi Suku Dinas Kominfo Jakarta Timur	29
Gambar III.2 Topologi <i>Star</i> (Ruang Infra/Kiri dan Ruang Pimpinan/Kanan)	31
Gambar III.3 Skema Jaringan Suku Dinas Kominfo Jakarta Timur	32
Gambar IV.1 Topologi <i>Star</i> Usulan.....	40
Gambar IV.2 Skema Jaringan Usulan	40
Gambar IV.3 Menu <i>Login Winbox</i>	41

Gambar IV.4 Menu <i>DHCP Client</i>	42
Gambar IV.5 Menu <i>Alamat IP</i>	43
Gambar IV.6 Menu <i>Domain Name System (DNS)</i>	43
Gambar IV.7 Menu <i>DHCP Server</i>	44
Gambar IV.8 Menu <i>Network Address Translation (NAT)</i>	45
Gambar IV.9 Menu <i>Mangle Prerouting Action Accept</i>	45
Gambar IV.10 Menu <i>Mangle Prerouting Action Mark Connection</i>	46
Gambar IV.11 Menu <i>Per Connection Classifier (PCC)</i>	47
Gambar IV.12 Menu <i>Mangle Prerouting Action Mark Routing</i>	48
Gambar IV.13 Menu <i>Mangle Chain Output Action Mark Routing</i>	48
Gambar IV.14 Menu <i>Routes</i>	49
Gambar IV.15 <i>Ping Test Awal</i>	52
Gambar IV.16 <i>Trace Route Test Awal</i>	52
Gambar IV.17 <i>Interface List Awal</i>	53
Gambar IV.18 <i>Speedtest Remala Awal</i>	53
Gambar IV.19 <i>Speedtest Hypernet Awal</i>	54
Gambar IV.20 <i>Streaming Test Awal</i>	55
Gambar IV.21 <i>Ping Test Akhir</i>	56
Gambar IV.22 <i>Trace Route Test Akhir</i>	57
Gambar IV.23 <i>Interface List Akhir</i>	58
Gambar IV.24 <i>Speedtest ISP Utama</i>	59
Gambar IV.25 <i>Speedtest ISP Backup</i>	59
Gambar IV.26 <i>Streaming Test Akhir</i>	60

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Tinjauan Jurnal Penelitian	10
Tabel III.1 <i>IP Address Internet Service Provider (ISP)</i>	33
Tabel III.2 <i>IP Address Pengguna</i>	33
Tabel III.3 Spesifikasi Komputer <i>Server</i>	35
Tabel III.4 Spesifikasi Komputer Pengguna	35
Tabel III.5 Spesifikasi Laptop Pengguna	35
Tabel III.6 Spesifikasi Pendukung Jaringan.....	36
Tabel III.7 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer <i>Server</i>	36
Tabel III.8 Spesifikasi Perangkat Lunak Admin Jaringan.....	36
Tabel III.9 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer Pengguna	36
Tabel IV.1 <i>Latency</i>	50
Tabel IV.2 <i>Jitter</i>	50
Tabel IV.3 <i>Packet Loss</i>	51
Tabel IV.4 <i>Throughput</i>	51
Tabel IV.5 <i>Ping Test Awal</i>	52
Tabel IV.6 <i>Trace Route Test Awal</i>	53
Tabel IV.7 <i>Interface List Awal</i>	53
Tabel IV.8 <i>Speedtest Awal</i>	54
Tabel IV.9 <i>Streaming Test Awal</i>	55
Tabel IV.10 <i>Ping Test Akhir</i>	56
Tabel IV.11 <i>Trace Route Test Akhir</i>	57

Tabel IV.12 <i>Interface List</i> Akhir	58
Tabel IV.13 <i>Speedtest</i> Akhir.....	59
Tabel IV.14 <i>Streaming Test</i> Akhir	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Bukti Hasil Pengecekan Plagiarisme	69
Lampiran B Bukti Submit/Publish Artikel Ilmiah	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) telah menjadi elemen strategis dalam proses modernisasi tata kelola pemerintahan di Indonesia. Sejalan dengan regulasi nasional yang mendorong implementasi e-government, pemerintah daerah diwajibkan mengoptimalkan pemanfaatan teknologi sebagai upaya meningkatkan efisiensi administratif, akuntabilitas, serta kualitas pelayanan kepada masyarakat. Ketentuan dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik serta Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2008 mengenai Keterbukaan Informasi Publik menguatkan keharusan tersebut. Dalam konteks pemerintahan kota menurut [1], TIK berperan bukan sekadar sebagai perangkat pendukung, melainkan sebagai infrastruktur fundamental yang memfasilitasi integrasi sistem informasi, komunikasi antarorganisasi, dan interaksi layanan publik secara lebih efektif.

Walaupun penerapan *e-government* terus digencarkan, implementasinya pada tingkat pemerintah daerah termasuk di lingkungan Suku Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik (KOMINFOTIK) Walikota Jakarta Timur masih menghadapi berbagai kendala. Menurut [2] hasil studi menunjukkan bahwa kendala utama berkaitan dengan aspek infrastruktur teknologi, terutama dalam menjaga stabilitas akses internet, menghadapi keterbatasan kapasitas bandwidth, serta risiko terhentinya layanan (*downtime*) apabila hanya mengandalkan penyedia jasa *Internet Service Provider (ISP)*. Keterbatasan tersebut berpengaruh langsung terhadap mutu

layanan *e-government*, karena gangguan jaringan sekecil apa pun dapat menghambat proses operasional dan menurunkan efektivitas pelayanan publik pemerintah daerah.

Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur memiliki peran strategis sebagai unit yang bertanggung jawab dalam pengelolaan, pemeliharaan, dan optimalisasi jaringan internet di seluruh lingkungan pemerintahan setempat. Dalam pelaksanaannya, Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur kerap menghadapi berbagai kendala teknis yang bersifat kritis, seperti potensi terjadinya gangguan downtime akibat putusnya koneksi jalur utama ISP, tingginya lalu lintas data dari permintaan akses pengguna internet karena tidak adanya pengelolaan bandwidth dengan tepat. Beberapa penelitian sebelumnya [2], [3] menyebutkan kegagalan jalur utama, tidak stabilnya jaringan akibat pengelolaan bandwidth yang tidak seimbang merupakan faktor fundamental yang sering menjadi akar masalah terkait penerapan load balancing dan failover. Dampak dari kendala tersebut mengakibatkan gangguan akses ke sistem layanan penting, seperti Sistem Informasi Pengelolaan Keuangan Daerah (SIPKD), e-Persediaan Barang Milik Daerah (e-BMD), sistem monitoring digital (e-Sysmon), serta aplikasi internal pemerintahan daerah yang biasa digunakan untuk penyusunan laporan berkala. Situasi ini menimbulkan potensi yang menghambat kinerja aparatur pemerintahan daerah dan menurunkan tingkat aksesibilitas terhadap sistem informasi yang ada.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan solusi rancangan jaringan komputer yang tepat guna meningkatkan ketersediaan serta keandalan layanan jaringan. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif menurut [4] adalah penerapan teknologi *load balancing* dengan metode *Per Connection Classifier (PCC)* dan *Failover*. *Load balancing* merupakan mekanisme pembagian lalu lintas data secara proporsional ke beberapa jalur ISP sehingga pemanfaatan kapasitas bandwidth dapat

dioptimalkan dan risiko penumpukan beban pada satu jalur dapat diminimalkan. Penerapan metode *PCC* sebagai dasar pengelolaan distribusi koneksi. Sementara itu, *failover* berfungsi sebagai mekanisme pengalihan otomatis ke jalur cadangan apabila jalur utama mengalami gangguan, sehingga kontinuitas layanan tetap terjaga. Implementasi *failover* menjadi aspek krusial untuk memastikan ketersediaan layanan yang tinggi dan mencegah terjadinya gangguan total (*downtime*).

Penelitian ini menerapkan metode *PCC* sebagai dasar dalam implementasi *load balancing* dan memilih perangkat *MikroTik* sebagai komponen utama pada temuan studi sebelumnya [5]. Pemilihan *MikroTik* menurut [6] didasarkan pada pertimbangan bahwa perangkat tersebut memiliki fitur *routing* dan *firewall* yang kuat, ramah pengguna, dan harga yang relatif murah, sehingga sesuai dengan kebutuhan pengelolaan jaringan pada tingkat pemerintahan daerah yang membutuhkan keamanan jaringan yang kuat dan hemat biaya perawatan. Penerapan *load balancing* dan *failover* berbasis *MikroTik* diharapkan mampu meningkatkan kestabilan dan keandalan koneksi internet disaat *downtime*, sekaligus mengoptimalkan kualitas layanan jaringan pemerintahan daerah secara menyeluruh.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penulis mengajukan tugas akhir berupa rancangan jaringan komputer yang berjudul implementasi *load balancing* dengan metode *PCC* dan *failover* pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian yang dilakukan di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur dimaksudkan untuk menjawab berbagai permasalahan dari ketidakstabilan koneksi internet dilokasi tersebut dan memberikan solusi berupa rancangan jaringan

sistem *load balancing*, *PCC*, dan *failover* agar dapat meningkatkan kestabilan jaringan, mengoptimalkan penggunaan dua jalur ISP secara bersamaan, serta mendukung kelancaran akses untuk pelayanan, dan kinerja bagi para pengguna. Sedangkan tujuan dari penulisan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Strata Satu (S1) Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri.

1.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian dibagi menjadi dua metode, yaitu metode pengumpulan data dan analisa penelitian.

1.3.1 Metode Pengumpulan Data

1. Observasi

Pengumpulan data dengan metode observasi merupakan kegiatan pengamatan langsung dilokasi penelitian di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur.

2. Wawancara

Pengumpulan data dengan metode wawancara merupakan kegiatan melakukan wawancara langsung dengan tim *Information Technology (IT)* dari Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur.

3. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan metode studi literatur merupakan kegiatan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan penelitian melalui internet, buku, dan jurnal-jurnal sebagai referensi terkait *load balancing*, *PCC*, dan *failover*.

1.3.2 Analisa Penelitian

1. Analisa Kebutuhan

Pada tahap ini, penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi kebutuhan pengguna, memahami permasalahan yang sering terjadi, serta mengkaji topologi jaringan yang digunakan. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam merancang desain jaringan komputer baru yang akan menerapkan *load balancing* menggunakan metode *PCC* serta mekanisme *failover* pada perangkat *MikroTik*.

2. Desain

Pada tahap ini, penelitian dilakukan dengan membuat sistem rancangan jaringan komputer yang baru agar lebih efisien. Desain baru tersebut disusun agar mampu menerapkan *load balancing*, metode *PCC*, serta mekanisme *failover* pada perangkat *MikroTik* sehingga permasalahan jaringan di lokasi penelitian dapat terselesaikan.

3. Testing

Pada tahap ini, penelitian dilakukan dengan menguji kinerja jaringan sebelum dan sesudah penerapan konfigurasi *load balancing* dan *failover* pada perangkat *MikroTik*. Pengujian tersebut bertujuan menilai efektivitas distribusi *bandwidth* menggunakan metode *PCC* serta mengamati kemampuan sistem dalam mengalihkan koneksi ketika jalur utama mengalami gangguan, agar waktu *downtime* dapat diminimalkan.

4. Implementasi

Pada tahap ini, penelitian dilakukan dengan mengimplementasikan *load balancing* dan mekanisme *failover* pada perangkat *MikroTik*. Proses dimulai dengan menghubungkan kabel dari *MikroTik* ke masing-masing *gateway ISP*, kemudian dilanjutkan dengan konfigurasi metode *PCC* dan mekanisme *failover* untuk mencegah gangguan akibat kegagalan jalur utama secara otomatis.

1.4 Ruang Lingkup

Untuk menjaga agar pembahasan dalam laporan ini tetap fokus pada inti permasalahan, ruang lingkup penelitian dibatasi sebagai berikut:

- 1) Perancangan dan penerapan sistem *load balancing* dengan metode *PCC* pada *MikroTik* melalui antarmuka *Winbox* guna membagi lalu lintas jaringan pada dua koneksi *ISP* yang digunakan.
- 2) Penerapan serta pengujian mekanisme *failover* sebagai upaya meningkatkan ketersediaan jaringan, yaitu dengan mengalihkan trafik secara otomatis ke *ISP* cadangan ketika koneksi utama mengalami gangguan.
- 3) Penilaian kinerja sistem *load balancing* dan *failover* berdasarkan parameter distribusi *bandwidth*, *latensi*, *packet loss*, serta waktu pemulihan (*failover time*) ketika salah satu jalur *ISP* mengalami putus koneksi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Jurnal

Penelitian [7] berjudul “Implementasi Jaringan dengan *Load balancing* dengan Metode *PCC* dan *Recursive Route Failover MikroTik*” dilaksanakan di Kantor Cabang PT Pelayaran Nasional Indonesia yang berlokasi di Jl. Palmas No. 2, Tanjung Priok, Jakarta Utara. Penelitian ini berawal dari kurangnya manajemen jaringan yang efektif, sehingga sering terjadi lonjakan trafik pada jam sibuk pelayanan dan menyebabkan *downtime* mendadak. Kondisi tersebut menghambat proses penyusunan laporan serta pelayanan kepada masyarakat, terutama untuk kebutuhan transportasi antar pulau. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan *load balancing* menggunakan metode *PCC* dan *failover* pada perangkat *MikroTik*. Metode *PCC* berfungsi membagi beban trafik secara merata pada dua jalur *ISP*, sementara *failover* memungkinkan perpindahan otomatis ke *ISP* cadangan ketika koneksi utama mengalami gangguan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan dua *ISP* yang dikombinasikan dengan *load balancing*, *PCC*, dan *failover* mampu meningkatkan stabilitas dan kinerja jaringan. Dengan demikian, layanan internet tetap berjalan meskipun salah satu koneksi mengalami gangguan, sehingga aktivitas operasional kantor tetap berlangsung dengan lancar.

Penelitian [8] berjudul “Analisis *Load balancing* Menggunakan Metode *PCC* pada Badan Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah (BPKAD)” dilakukan pada jaringan *LAN* yang menggunakan dua *ISP*, yaitu Ramawima Nusantara sebagai koneksi utama dan Diskominfo Kabupaten Bogor sebagai cadangan. Permasalahan muncul karena distribusi trafik belum diatur dengan baik, sehingga tidak ada

pembagian atau penyeimbangan *bandwidth* antara kedua *ISP*. Ketika *ISP* utama mengalami gangguan, koneksi internet menjadi tidak stabil dan perpindahan ke *ISP* cadangan harus dilakukan secara manual, yang berdampak pada terganggunya aktivitas pegawai, terutama saat kegiatan yang membutuhkan banyak akses internet pada saat rapat online. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan *load balancing* dengan metode *PCC*, yang memungkinkan *router* membagi lalu lintas data internet secara merata pada kedua *ISP*. Penerapan metode ini membuat koneksi lebih stabil dan pemanfaatan *bandwidth* menjadi lebih efisien. Secara keseluruhan, penggunaan *load balancing PCC* di BPKAD Kabupaten Bogor mampu meningkatkan kestabilan jaringan, mengoptimalkan penggunaan kedua *ISP*, serta mendukung kelancaran pekerjaan pegawai dengan mengurangi gangguan koneksi internet.

Penelitian [4] berjudul “Implementasi *Load balance MikroTik Dual ISP* dengan *PCC* dan Metode *Failover* pada PT. Wahana Ciptasinatria” membahas penggunaan dua *ISP* sebagai sumber koneksi internet perusahaan yang tidak dikelola secara maksimal. Permasalahan utama yang dihadapi adalah ketidakstabilan jaringan, terutama ketika salah satu *ISP* mengalami gangguan dan tidak tersedia mekanisme pergantian jalur koneksi secara otomatis untuk menjaga koneksi tetap aktif. Untuk mengatasinya, diterapkan *load balancing* metode *PCC* dan *failover* pada perangkat *MikroTik*. Metode *PCC* membagi lalu lintas data secara merata antara kedua *ISP* sehingga akses internet menjadi lebih cepat dan risiko koneksi tidak stabil dapat diminimalkan. Sementara itu, mekanisme *failover* memungkinkan perpindahan otomatis ke *ISP* cadangan ketika jalur utama mengalami kegagalan. Hasil penerapan kedua metode ini menunjukkan peningkatan pada ketersediaan, keandalan, serta kinerja jaringan. Sistem menjadi lebih stabil, akses internet lebih cepat, dan

operasional perusahaan dapat berjalan tanpa terganggu meskipun terjadi gangguan pada salah satu *ISP*.

Penelitian [9] berjudul “Optimalisasi Jaringan Internet dengan *Load balancing* pada *High Traffic Network*” dilakukan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Sidoarjo. Penelitian dilatarbelakangi oleh akses internet yang tidak stabil dan sering mengalami *downtime* saat terjadi lonjakan trafik data pengguna pada jam sibuk sekolah. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan *load balancing* dengan metode *PCC*. Metode tersebut membagi distribusi *bandwidth* secara merata ke masing-masing *gateway* dari kedua *ISP* sehingga lonjakan trafik pengguna dapat ditangani dengan baik. Pengujian kualitas layanan (*QoS*) dilakukan dengan mengukur *throughput*, *jitter*, *delay*, dan *packet loss*, baik pada kondisi jaringan sepi maupun ramai, serta ditambah pengujian skala kecil dengan penyaringan konten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *PCC* tidak meningkatkan *bandwidth*, tetapi dapat menyeimbangkan beban trafik pada kedua jalur *ISP* sehingga mengurangi gangguan dan membuat koneksi internet tetap stabil meskipun pada jam sibuk sekolah.

Tabel II.1 Tinjauan Jurnal Penelitian

No	Nama Penulis	Latar Belakang Masalah	Penyelesaian	Kesimpulan
1.	Lian Kristanto, Mugi Raharjo [2024]	Kurangnya manajemen jaringan yang efektif, sehingga sering terjadi lonjakan trafik di jam sibuk pelayanan dan menyebabkan <i>downtime</i> mendadak.	1. Menerapkan mekanisme <i>failover</i> untuk mencegah <i>downtime</i> secara mendadak. 2. Pemanfaatan <i>load balancing PCC</i> agar beban trafik terbagi merata di kedua <i>ISP</i> .	1. Layanan internet tetap berjalan meskipun salah satu koneksi mengalami kegagalan. 2. <i>Load balancing PCC</i> terbukti jadi solusi disaat salah satu <i>ISP</i> mengalami lonjakan data dijam sibuk.

2.	Sujiliani Heristian, Septiyan Dwi Cahyo [2023]	1. Pengaturan trafik jaringan di BPKAD belum optimal karena belum ada penyeimbangan <i>bandwidth</i> di kedua ISP. 2. Perpindahan ke jalur koneksi cadangan harus dikonfigurasi secara manual.	Pemanfaatan <i>load balancing PCC</i> , dan mekanisme otomatis dari <i>failover</i> .	1. Penerapan <i>load balancing PCC</i> berhasil menjaga kestabilan jaringan terutama saat rapat online. 2. Mekanisme <i>failover</i> berjalan ketika ISP utama <i>down</i> , jalur internet otomatis berpindah ke ISP cadangan.
3.	Adinugraha Irman, Anton [2024]	PT. Wahana Ciptasinatria belum menerapkan mekanisme otomatis untuk menjaga ketersediaan koneksi disaat terjadi kegagalan koneksi utama.	1. Menerapkan <i>failover</i> untuk mencegah kendala <i>downtime</i> pada kedua ISP. 2. Memanfaatkan teknik <i>load balancing</i> metode <i>PCC</i> agar beban trafik terbagi merata di kedua ISP.	Sistem menjadi lebih stabil, akses internet lebih cepat, dan operasional perusahaan dapat berjalan tanpa terganggu meskipun terjadi gangguan pada salah satu <i>ISP</i> .
4.	Tania Octavriana, Koko Joni, Achmad Fiqhi Ibadillah [2021]	Akses internet yang tidak stabil dan rawan <i>downtime</i> saat terjadi lonjakan trafik data pengguna di jam sibuk kegiatan sekolah.	Pemanfaatan <i>load balancing PCC</i> agar beban trafik terbagi merata di kedua <i>ISP</i> .	Penerapan <i>load balancing</i> dengan metode <i>PCC</i> dapat menjaga kestabilan koneksi meskipun jaringan digunakan pada waktu aktivitas sekolah sedang tinggi.

2.2. Konsep Dasar Jaringan

2.2.1. Pengertian Jaringan Komputer

Menurut [10] jaringan komputer adalah sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat keras dan perangkat lunak melalui media komunikasi berkabel

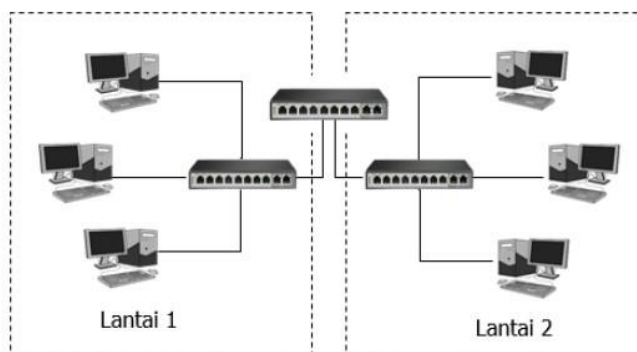
maupun nirkabel, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran dan pemanfaatan sumber daya, seperti data teks, audio, dan video, secara bersamaan.

2.2.2. Jenis-Jenis Jaringan Komputer

Jaringan komputer berdasarkan jangkauan wilayah terbagi menjadi 3 jenis diantaranya adalah :

1. *Local Area Network (LAN)*

Jaringan *Local Area Network (LAN)* menurut [11] merupakan jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan sejumlah komputer dalam suatu wilayah terbatas, seperti rumah, gedung, perkantoran, kawasan industri, maupun lingkungan perguruan tinggi. Jaringan ini dikelola oleh satu pihak administratif dan memiliki kecepatan transmisi data yang relatif tinggi, yaitu hingga 100 *Mbps*, dengan jangkauan area antara 10 hingga 5.000 meter. *LAN* dapat diintegrasikan dengan jaringan lain, seperti *LAN*, *MAN*, dan *WAN*, melalui perangkat *router*. Adapun keunggulan *LAN* meliputi kemudahan dan kecepatan dalam pertukaran data antar komputer, kemampuan menghubungkan banyak perangkat, kemudahan pencadangan data, serta dukungan terhadap akses internet.

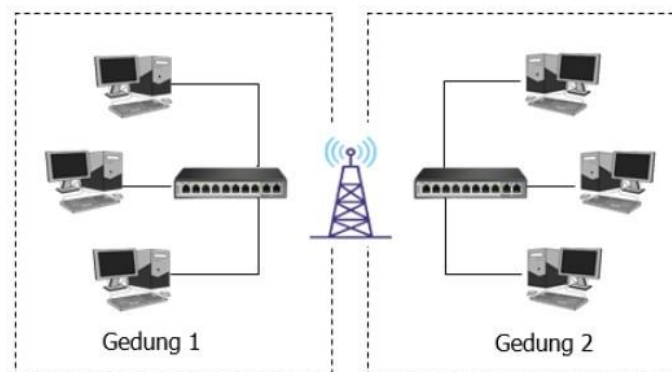


Sumber [12]

Gambar II.1 *Local Area Network (LAN)*

2. *Metropolitan Area Network (MAN)*

Jaringan *Metropolitan Area Network (MAN)* menurut [11] merupakan jaringan komputer yang menghubungkan beberapa jaringan dalam cakupan wilayah yang lebih luas, seperti antar kampus dalam satu universitas, jaringan perkotaan, atau infrastruktur yang dikelola oleh penyedia layanan internet (*ISP*). *MAN* memiliki jangkauan menengah, yaitu sekitar 5 hingga 50 kilometer, yang berada di antara jaringan *LAN* dan *WAN*. Jaringan ini mendukung kecepatan transmisi data yang tinggi sehingga memungkinkan pertukaran data dalam skala area yang luas. Oleh karena itu, *MAN* umumnya menggunakan media transmisi yang andal dan berkapasitas besar, seperti serat optik. *MAN* juga dapat diintegrasikan dengan jaringan *MAN* lainnya untuk membentuk jaringan yang lebih luas, yaitu *Wide Area Network (WAN)*.



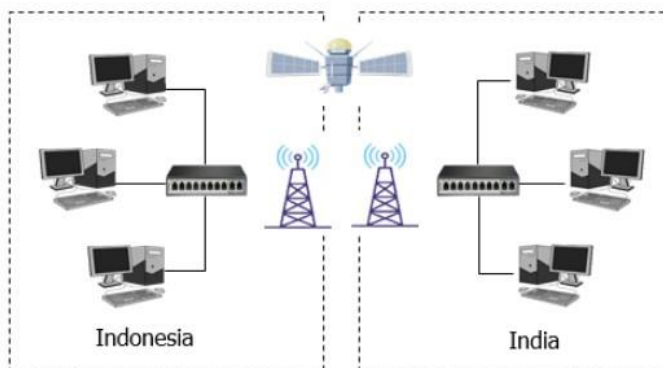
Sumber [12]

Gambar II.2 *Metropolitan Area Network (MAN)*

3. *Wide Area Network (WAN)*

Wide Area Network (WAN) menurut [11] adalah bentuk jaringan komputer yang dirancang untuk menghubungkan berbagai jaringan dengan cakupan geografis yang sangat luas, melampaui batas wilayah kota hingga antarnegara. Jaringan ini

memanfaatkan infrastruktur komunikasi jarak jauh, seperti serat optik dan teknologi satelit, guna mendukung pertukaran data dalam skala besar. Implementasi WAN banyak dijumpai pada berbagai sektor, termasuk layanan keuangan, sistem bisnis daring, organisasi berskala nasional maupun internasional, serta bidang pertahanan. Operasional jaringan WAN berbasis Protokol Internet didukung oleh penyedia layanan jaringan atau *Network Service Provider (NSP)*, yang memungkinkan keterhubungan antarjaringan secara global sehingga membentuk internet. Keunggulan utama WAN terletak pada kemampuannya menyediakan akses komunikasi data jarak jauh dengan jangkauan luas serta mendukung pengiriman berkas secara efisien melalui layanan seperti surat elektronik dan *File Transfer Protocol (FTP)*.



Sumber: [12]

Gambar II.3 *Wide Area Network (WAN)*

2.2.3. Perangkat Keras Jaringan Komputer

Untuk membangun sebuah jaringan komputer, diperlukan beberapa perangkat keras yang dapat membantu proses modifikasi data di dalam suatu jaringan. Perangkat-perangkat tersebut diantaranya adalah :

1. *Server*

Server menurut [13] adalah sebuah sistem komputer yang berfungsi menyediakan layanan atau sumber daya bagi perangkat lain (client) dalam suatu jaringan. Server menyediakan berbagai layanan secara terpusat, seperti pengelolaan dan penyimpanan data, aplikasi, berkas, serta fungsi jaringan lainnya, sehingga mendukung pertukaran informasi dan pemanfaatan sumber daya secara efisien. Dalam jaringan komputer modern, server menjadi komponen utama yang menghubungkan klien dengan sumber daya jaringan dan menjamin kelangsungan operasional layanan aplikasi secara optimal.



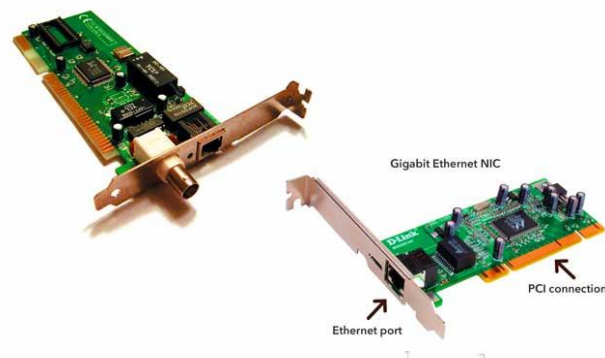
Sumber : [14]

Gambar II.4 *Server*

2. *Network Interface Card (NIC)*

Kartu LAN, yang dikenal juga sebagai *Network Interface Card (NIC)* menurut [15] adalah komponen perangkat keras yang dipasang pada komputer atau perangkat jaringan untuk memungkinkan koneksi dan pertukaran data melalui jaringan komputer. NIC berfungsi sebagai penghubung antara sistem komputer dan media transmisi jaringan sehingga paket data dapat dikirim dan diterima sesuai dengan aturan protokol jaringan. Selain itu, kartu ini juga memiliki alamat unik (Media Access Control/MAC address) yang menunjang identifikasi perangkat

dalam jaringan serta mendukung pelaksanaan komunikasi data yang efisien di lingkungan jaringan lokal maupun jaringan yang lebih luas.



Sumber : [10]

Gambar II.5 *Network Interface Card (NIC)*

3. Router

Router menurut [16] adalah perangkat keras jaringan yang menghubungkan dua atau lebih jaringan berbeda, baik LAN maupun WAN, untuk memastikan komunikasi data antarperangkat berlangsung efisien. Router bekerja pada lapisan jaringan (network layer) model OSI dengan memanfaatkan tabel routing untuk menentukan jalur terbaik paket data ke alamat tujuan (IP address). Perangkat ini juga mendukung berbagai protokol routing dan dilengkapi fitur tambahan, seperti Network Address Translation (NAT) dan layanan keamanan, guna meningkatkan kinerja dan stabilitas jaringan.



Sumber : [14]

Gambar II.6 *Router*

4. Konektor *RJ-45*

Konektor RJ-45 menurut [10] adalah antarmuka fisik yang menjadi standar pada jaringan komputer untuk menghubungkan kabel Ethernet jenis twisted-pair, seperti UTP dan STP, dengan perangkat jaringan seperti komputer, router, dan switch. Konektor ini memiliki delapan posisi serta delapan kontak listrik (8P8C) yang tersusun menjadi empat pasang kabel tembaga, yang berperan dalam proses pengiriman data. Susunan pin pada konektor disesuaikan menurut skema penataan kabel seperti T568A atau T568B. Istilah “RJ-45” berasal dari sistem penomoran Registered Jack, dan konektor ini banyak digunakan karena kemampuannya menyediakan jalur transmisi data yang andal pada jaringan area lokal (LAN).



Sumber : [10]

Gambar II.7 Konektor *RJ-45*

5. Kabel UTP

Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) menurut [12] merupakan media transmisi yang umum digunakan dalam instalasi jaringan komputer. Kabel ini terdiri atas empat pasang kabel tembaga yang dipilin tanpa lapisan pelindung tambahan. Struktur tersebut menjadikan kabel UTP mudah dipasang, berukuran kecil, dan memiliki biaya yang relatif rendah. Karena tidak adanya pelindung

menyebabkan kabel ini lebih rentan terhadap gangguan elektromagnetik dari lingkungan sekitarnya.



Sumber : [10]

Gambar II.8 Kabel *UTP*

6. *Kabel STP*

Kabel STP (*Shielded Twisted Pair*) menurut [12] merupakan jenis kabel jaringan yang digunakan dalam sistem komunikasi data pada jaringan komputer. Kabel ini tersusun atas pasangan kabel tembaga yang dipilin dan dilengkapi dengan pelindung (*shielding*) untuk mengurangi gangguan elektromagnetik. Struktur tersebut membuat kabel STP lebih tahan terhadap gangguan eksternal dan crosstalk, terutama pada kondisi pemasangan yang kompleks atau frekuensi transmisi yang tinggi.



Sumber : [10]

Gambar II.9 Kabel *STP*

7. *Switch*

Switch menurut [17] merupakan perangkat jaringan yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa komputer dan memiliki kemampuan yang lebih unggul dibandingkan hub karena dapat menganalisis paket data, mengenali alamat sumber dan tujuan, serta meneruskan paket secara tepat. Berdasarkan lapisan kerja pada model OSI, switch dibedakan menjadi switch layer-2 dan switch layer-3. Switch layer-2 beroperasi pada lapisan data link dengan membangun koneksi logis antarport berdasarkan alamat MAC, sedangkan switch layer-3 bekerja pada lapisan jaringan dengan menerapkan konsep routing sehingga mampu menghubungkan jaringan yang berbeda dalam suatu internetwork dan sering disebut sebagai switch multilayer.



Sumber : [14]

Gambar II.10 *Switch*

2.3. **Manajemen Jaringan**

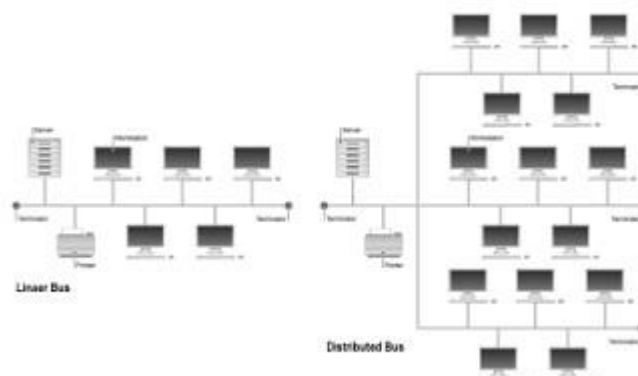
Manajemen jaringan [11] adalah kemampuan untuk memantau dan mengendalikan kinerja jaringan serta merencanakan pemanfaatan sumber daya dan komponen sistem jaringan komputer dan komunikasi, dengan tujuan memastikan operasional yang efektif dan layanan yang handal.

2.3.1. Topologi Jaringan

Topologi jaringan menurut [17] merupakan tampilan dari susunan fisik jaringan yang menunjukkan posisi setiap perangkat pada jaringan komputer serta pola pengkabelan yang digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat tersebut. Dengan kata lain, topologi jaringan tidak hanya menggambarkan tata letak perangkat dalam suatu jaringan, tetapi juga memberikan informasi mengenai cara perangkat-perangkat tersebut saling terhubung melalui media transmisi.

1. Topologi *Bus*

Topologi *bus* menurut [18] merupakan salah satu struktur topologi jaringan komputer yang menghubungkan semua perangkat jaringan (node) melalui satu kabel utama yang berfungsi sebagai backbone. Dalam konfigurasi ini, setiap node terhubung pada jalur kabel yang sama, sehingga data yang dikirim oleh satu node akan melewati kabel utama tersebut dan dapat diterima oleh seluruh node dalam jaringan. Mekanisme transmisi data mengikuti prinsip bahwa hanya node yang dituju yang akan memproses data tersebut, sedangkan node lainnya mengabaikannya jika alamat tujuan tidak sesuai. Topologi bus umumnya digunakan pada jaringan berskala kecil dan memiliki ketergantungan terhadap kabel backbone.



Sumber : [12]

Gambar II.11 Topologi *Bus*

A. Kelebihan

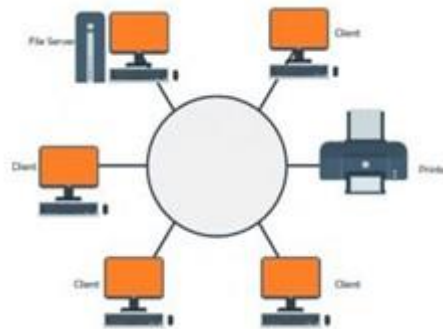
- 1) Biaya implementasi rendah karena jumlah kabel yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan topologi yang lain.
- 2) Kemudahan instalasi dan perawatan karena struktur jaringan sederhana.
- 3) Skalabilitas dalam jaringan kecil sehingga penambahan perangkat baru dapat dilakukan secara langsung dengan menghubungkannya ke kabel utama tanpa perlu mengubah keseluruhan jaringan dalam skala besar.

B. Kekurangan

1. Penurunan kinerja pada jaringan sangat besar karena jika penambahan perangkat makin banyak, maka risiko tabrakan data (collision) juga meningkat karena semua node berbagi media transmisi yang sama.
2. Potensi titik kegagalan tunggal (single point of failure) yang artinya jika kabel utama mengalami kerusakan, seluruh komunikasi jaringan akan terhenti.
3. Tingkat keandalan yang rendah dimana topologi bus tidak mempunyai jalur cadangan.

2. Topologi *Ring*

Topologi *ring* menurut [19] merupakan salah satu jenis struktur jaringan komputer di mana setiap perangkat saling terhubung dalam sebuah jalur melingkar tertutup sehingga membentuk pola komunikasi seperti cincin. Dalam konfigurasi tersebut, paket data yang dikirim dari satu node akan melewati setiap node lain secara berurutan sampai mencapai tujuan.



Sumber : [12]

Gambar II.12 Topologi *Ring*

A. Kelebihan

- 1) Minimnya tabrakan data karena paket data bergerak secara berurutan menyusuri lingkaran, risiko tabrakan data dapat diminimalkan dibandingkan dengan topologi bus.
- 2) Struktur yang sederhana dan teratur karena konfigurasi jaringan berbentuk lingkaran sehingga mudah digambarkan dan diimplementasikan secara fisik untuk jaringan dengan jumlah perangkat yang terkontrol.
- 3) Setiap perangkat memiliki peran dan transmisi karena semua node turut serta dalam penerimaan dan penerusan data, sehingga distribusi kerja bersifat merata diantara semua perangkat.
- 4) Tidak memerlukan perangkat pusat pengendali.

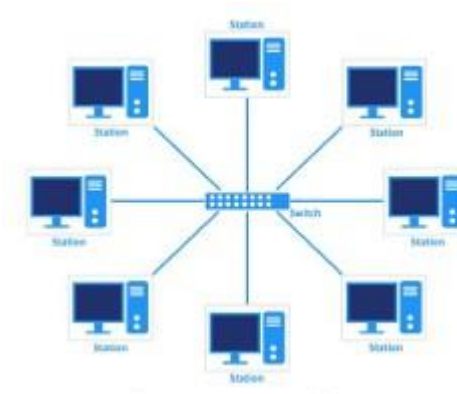
B. Kekurangan

- 1) Ketergantungan pada semua node sehingga jika satu perangkat atau sambungan mengalami gangguan maka akan menyebabkan terputusnya komunikasi seluruh jaringan karena jalur lingkaran menjadi tidak lengkap.

- 2) Penambahan atau pengurangan perangkat menjadi sulit karena jaringan harus dimatikan sementara untuk dikonfigurasi ulang sehingga mempengaruhi operasi jaringan secara keseluruhan.
- 3) Potensi latensi meningkat karena paket data harus melewati seluruh node secara berurutan sebelum mencapai tujuan, sehingga dapat meningkatkan waktu transmisi apabila node mempunyai jumlah yang banyak.
- 4) Pemecahan masalah menjadi kompleks karena menentukan hubungan berantai antara setiap node.

3. Topologi *Star*

Topologi *star* menurut [20] adalah salah satu bentuk struktur jaringan komputer yang menghubungkan setiap perangkat melalui kabel langsung ke perangkat pusat seperti hub atau switch. Struktur ini menyerupai bentuk bintang karena semua node terhubung ke satu titik pusat yang mengatur lalu lintas data.



Sumber : [12]

Gambar II.13 Topologi *Star*

A. Kelebihan

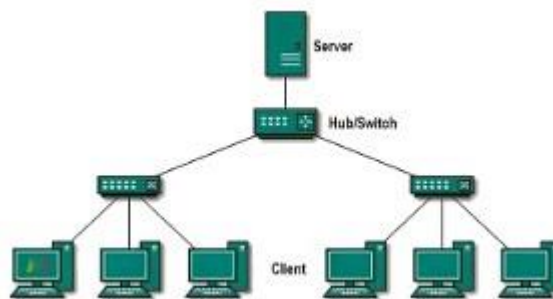
- 1) Kemudahan dalam pengelolaan dan manajemen jaringan karena setiap perangkat terhubung langsung ke perangkat pusat, administrator dapat lebih mudah memantau dan mengatur lalu lintas data.
- 2) Skalabilitas tinggi karena penambahan atau pengurangan perangkat dapat dilakukan tanpa mempengaruhi operasi perangkat lain di dalam jaringan.
- 3) Isolasi masalah menjadi lebih mudah karena jika satu koneksi atau perangkat mengalami gangguan, hanya perangkat tersebut yang terganggu, sehingga jaringan secara keseluruhan tetap berjalan normal.
- 4) Performa menjadi stabil dengan switching karena penggunaan switch memungkinkan aliran data lebih efisien. Setiap jalur koneksinya bersifat point-to-point, sehingga tabrakan data relatif lebih rendah dibandingkan topologi seperti bus.

B. Kekurangan

1. Ketergantungan pada perangkat pusat seperti hub atau switch yang menjadi titik kegagalan utama. Jika perangkat switch ini rusak, seluruh jaringan dapat mengalami gangguan.
2. Biaya implementasi mahal karena membutuhkan banyak kabel dan perangkat pusat yang berkualitas. Biaya awal pemasangan jaringan star bisa lebih besar dibandingkan topologi sederhana lainnya.
3. Ketergantungan akan infrastruktur yang jadi perangkat pusat akan menjadi nilai utama dalam kualitas performa kinerja jaringan. Apabila perangkat tersebut tidak memadai, kestabilan dan efisiensi jaringan akan menurun.

4. Topologi *Tree*

Topologi *tree* menurut [21] merupakan struktur jaringan komputer yang tersusun secara hierarkis mirip dengan bentuk pohon, di mana terdapat sebuah simpul induk (root node) yang bercabang menjadi beberapa simpul anak (branch nodes). Konfigurasi ini merupakan perpaduan elemen dari topologi star dan bus yang menghasilkan jaringan dengan hierarki jelas dan skalabilitas tinggi.



Sumber : [12]

Gambar II.14 Topologi *Tree*

A. Kelebihan

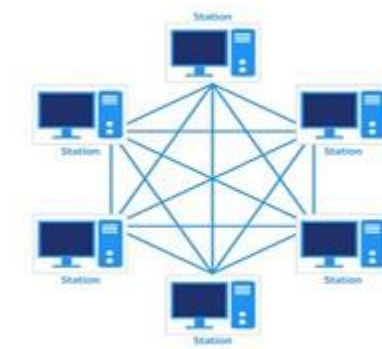
- 1) Struktur hierarkis yang jelas karena dibangun berdasarkan hierarki root node yang bercabang, struktur jaringan mudah dipahami dan dikelola.
- 2) Skalabilitas tinggi karena penambahan simpul baru dapat dilakukan dengan menambahkan cabang ke suatu node tanpa mengganggu jalannya jaringan yang lain.
- 3) Kemudahan monitoring dan pemeliharaan karena hierarki yang terstruktur sehingga setiap lapisan mempunyai fungsi yang spesifik dan terpisah.
- 4) Integrasi multi-LAN karena topologi tree efektif digunakan untuk menggabungkan beberapa LAN dalam satu struktur jaringan yang lebih besar dan terkoordinasi.

B. Kekurangan

- 1) Ketergantungan pada root node karena jika simpul induk (root node) mengalami kerusakan, bagian jaringan yang berada di cabang bawahnya juga bisa terganggu karena dependensi struktural.
- 2) Biaya implementasi relatif tinggi karena membutuhkan perangkat tambahan seperti switch pada setiap level dan penggunaan kabel yang lebih banyak. Biaya instalasi awal bisa lebih tinggi dibandingkan dengan topologi sederhana seperti bus atau star.
- 3) Struktur yang kompleks karena semakin tinggi tingkat hierarki, maka kompleksitas dalam hal pengelolaan konfigurasi serta pengaturan alamat IP maupun pemecahan masalah jaringan akan meningkat.
- 4) Risiko kinerja pada tingkat lebih rendah karena jika jumlah simpul pada lapisan bawah terlalu banyak, kinerja jaringan dapat menurun karena latensi transmisi meningkat akibat jalur yang panjang dan banyak titik perantara.

5. Topologi Mesh

Topologi *mesh* menurut [22] merupakan struktur jaringan komputer yang menghubungkan setiap node secara langsung dengan node lainnya, sehingga menyediakan lebih dari satu jalur komunikasi dalam jaringan. Konfigurasi ini memungkinkan data tetap dapat dikirim meskipun salah satu jalur mengalami gangguan, sehingga topologi mesh dikenal memiliki tingkat keandalan dan keamanan yang tinggi.



Sumber : [12]

Gambar II.15 Topologi *Mesh*

A. Kelebihan

- 1) Keandalan jaringan tinggi karena setiap node memiliki lebih dari satu jalur komunikasi, sehingga kegagalan satu jalur tidak langsung mempengaruhi keseluruhan jaringan.
- 2) Tingkat keamanan yang lebih baik karena data dapat dikirim melalui jalur khusus antar node, sehingga risiko penyadapan lebih kecil dibandingkan topologi berbagi media transmisi.
- 3) Mudah melakukan isolasi gangguan karena kerusakan pada satu koneksi dapat dengan mudah diidentifikasi tanpa mengganggu node lainnya.
- 4) Performa stabil karena setiap koneksi bersifat point-to-point sehingga tidak menyebabkan tabrakan data.

B. Kekurangan

- 1) Biaya implementasi tinggi karena banyaknya koneksi antar node yang menyebabkan kebutuhan kabel dan perangkat menjadi lebih besar.
- 2) Instalasi dan konfigurasi yang kompleks karena seiring bertambahnya jumlah node, pengaturan alamat jaringan dan manajemen koneksi menjadi lebih rumit.

- 3) Kurang efisien untuk jaringan kecil dibandingkan dengan topologi star atau bus.

2.4. Konsep Penunjang Usulan

A. Mikrotik

MikroTik menurut [23] merupakan perangkat jaringan komputer yang berfungsi sebagai router dan sistem pengelolaan jaringan dengan menggunakan sistem operasi RouterOS. Perangkat ini menyediakan berbagai fitur seperti manajemen bandwidth, firewall, routing dinamis, Quality of Service (QoS), serta load balancing yang dapat dioptimalkan sesuai kebutuhan jaringan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan MikroTik dalam jaringan internet dapat meningkatkan efisiensi distribusi trafik dan kinerja jaringan secara keseluruhan.

B. Winbox

Winbox menurut [24] merupakan aplikasi konfigurasi berbasis antarmuka grafis *Graphical User Interface (GUI)* yang dikembangkan untuk sistem operasi *MikroTik RouterOS*. *Winbox* memungkinkan administrator jaringan untuk melakukan konfigurasi layanan seperti *IP address*, *routing*, *firewall*, serta manajemen *bandwidth* dengan lebih mudah dibandingkan dengan penggunaan baris perintah *Command Line Interface (CLI)*. Dalam beberapa penelitian implementasi jaringan, penggunaan *Winbox* terbukti efektif dalam menyederhanakan proses manajemen jaringan, terutama dalam pengaturan manajemen *bandwidth* dan mekanisme *failover* serta memungkinkan pemantauan jaringan secara real-time melalui tampilan visual yang baik.

BAB III

ANALISA JARINGAN BERJALAN

3.1. Tinjauan Perusahaan

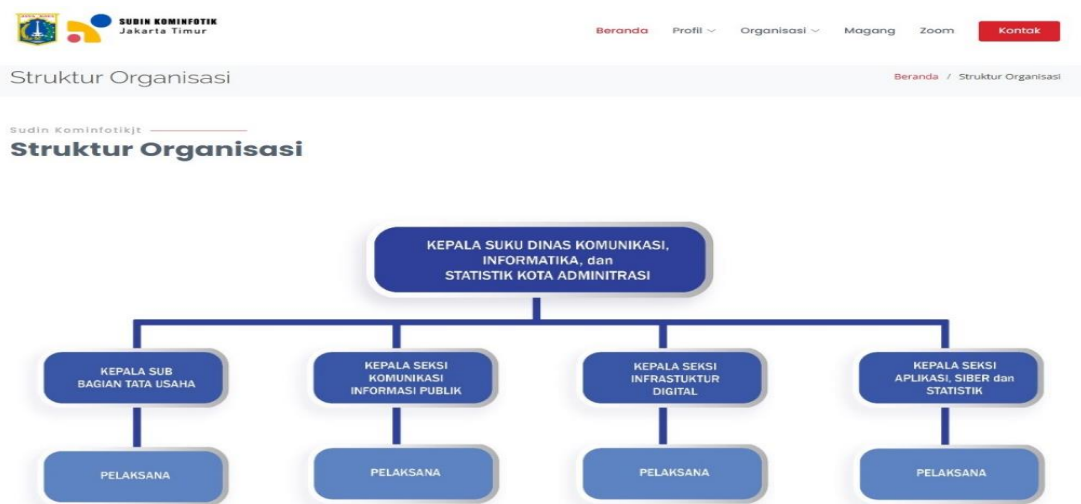
3.1.1. Sejarah Perusahaan

Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur merupakan unit pelaksana teknis di lingkungan pemerintah provinsi DKI Jakarta yang dibentuk sebagai bagian dari penataan organisasi perangkat daerah guna mendukung penyelenggaraan urusan pemerintahan di bidang komunikasi, informatika, dan statistik, serta persandian pada tingkat kota administrasi. Berdasarkan Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 57 Tahun 2022 tentang organisasi dan tata kerja perangkat daerah [25].

Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur berada di bawah koordinasi Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik (DISKOMINFOTIK) provinsi DKI Jakarta dan berfungsi sebagai perpanjangan tangan pemerintah provinsi dalam mengimplementasikan kebijakan teknis sesuai kebutuhan wilayah kota administrasi Jakarta Timur. Pembentukan Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur sejalan dengan pelaksanaan otonomi daerah di provinsi DKI Jakarta serta bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pelayanan, koordinasi, dan pengelolaan informasi publik di tingkat kota administrasi, dengan kedudukan yang setara dengan suku dinas sejenis di wilayah administrasi lainnya.

3.1.2. Struktur Organisasi dan Fungsi

Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur mempunyai tugas melaksanakan pembinaan, pengawasan dan pengendalian urusan pemerintahan bidang komunikasi dan informatika, urusan pemerintahan bidang statistik dan urusan pemerintahan bidang persandian pada wilayah kota administrasi. Bentuk struktur organisasi di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur sebagai berikut :



Sumber : [14]

Gambar III.1 Struktur Organisasi Suku Dinas Kominfotik Jakarta Timur

Berikut ini mengenai fungsi dari masing-masing bagian, yaitu sebagai berikut:

- 1) Kepala Suku Dinas KOMINFOTIK berkedudukan di atas dan bertugas memimpin, melaksanakan, membina, mengelola, mengendalikan, serta mengawasi pelaksanaan tugas dan fungsi sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur [25] pada wilayah pemerintahan daerah kota administrasi. Dalam melaksanakan tugasnya, Kepala Suku Dinas KOMINFOTIK bertanggung jawab kepada Kepala Dinas KOMINFOTIK provinsi DKI Jakarta.

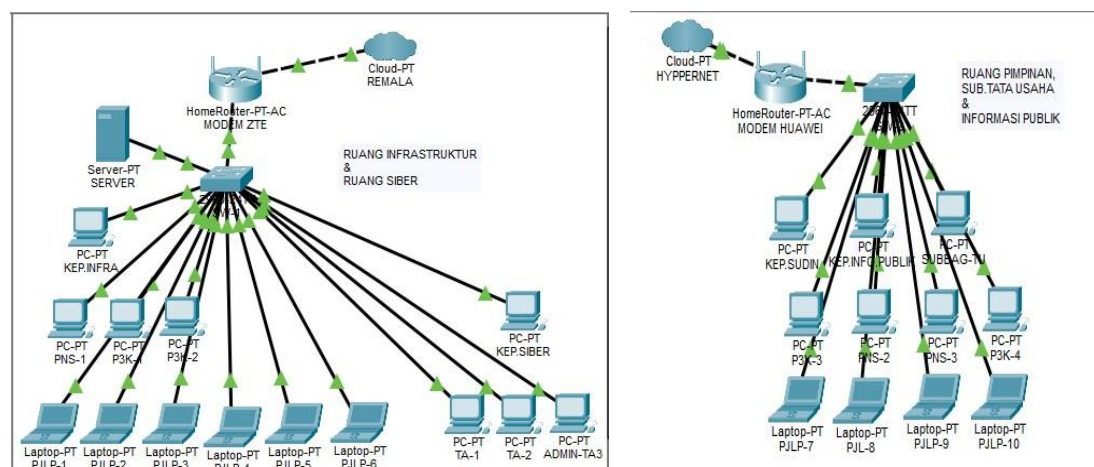
- 2) Kepala Subbagian Tata Usaha berkedudukan di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Suku Dinas. Pejabat ini memiliki tugas melaksanakan pengelolaan administrasi yang meliputi urusan kepegawaian, pengelolaan keuangan, pengelolaan barang milik daerah, kerumahtanggaan, ketatalaksanaan, ketatausahaan, kearsipan, kehumasan, serta pengelolaan data dan sistem informasi di lingkungan Suku Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik kota administrasi.
- 3) Kepala Seksi Komunikasi dan Informasi Publik berkedudukan di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Suku Dinas. Pejabat ini memiliki tugas melaksanakan pembinaan, pengawasan, dan pengendalian di bidang komunikasi dan informasi publik, serta mengoordinasikan pengelolaan opini dan penyaluran aspirasi masyarakat di wilayah kota administrasi.
- 4) Kepala Seksi Infrastruktur Digital berkedudukan di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Suku Dinas. Pejabat ini mempunyai tugas melaksanakan pembinaan, pengawasan, dan pengendalian terhadap penyelenggaraan infrastruktur digital, yang meliputi layanan pusat data, infrastruktur informatika, serta sarana telekomunikasi di wilayah kota administrasi.
- 5) Kepala Seksi Aplikasi, Siber, dan Statistik berkedudukan di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Suku Dinas. Pejabat ini memiliki tugas melaksanakan pengelolaan dan pengoordinasian pengembangan aplikasi, penyelenggaraan keamanan informasi, keamanan siber dan persandian, serta pengelolaan kegiatan statistik pada wilayah kota administrasi.
- 6) Pelaksana berkedudukan paling bawah. Terdiri dari Pegawai Negeri Sipil (PNS) golongan menengah ke bawah yaitu golongan III/b atau Penata Muda Tingkat I ke golongan I/a atau Juru Muda, Pegawai Pemerintah dengan

Perjanjian Kerja (P3K), P3K Paruh Waktu, Tenaga Ahli (honorar), Penyedia Jasa Lainnya Perorangan (PJLP), dan anak-anak Praktik Kerja Lapangan (PKL). Semua elemen ini bersinergi untuk melaksanakan semua tugas

3.2. Skema Jaringan Berjalan

3.2.1. Topologi Jaringan

Topologi jaringan komputer yang diterapkan pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur menggunakan topologi star. Infrastruktur jaringan tersebut terdiri atas dua unit access point, dua unit switch, serta satu unit komputer yang berfungsi sebagai server. Sistem jaringan komputer ini menghubungkan dua ruangan kerja yang terpisah agar saling terintegrasi dalam satu jaringan internal.



Sumber : [14]

Gambar III.2 Topologi Star (Ruang Infra/Kiri dan Ruang Pimpinan/Kanan)

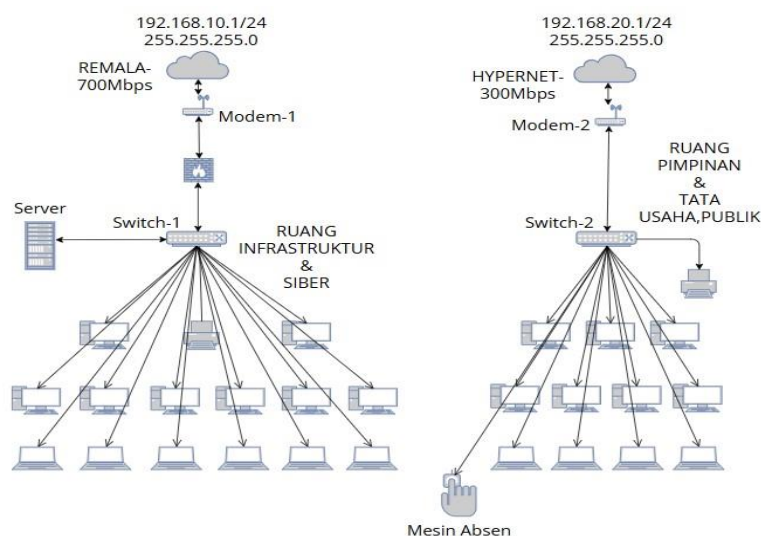
3.2.2. Arsitektur Jaringan

Penyedia layanan internet *ISP* yang digunakan pada Ruang Kepala Seksi Infrastruktur Digital adalah Remala dengan kapasitas *bandwidth* sebesar 700 Mbps. Sementara itu, Ruang Kepala Suku Dinas KOMINFOTIK menggunakan layanan

internet dari ISP Hypernet dengan *bandwidth* sebesar 300 Mbps. Perangkat *access point* yang digunakan berupa modem *wireless access point* yang terhubung melalui kabel *LAN* serta mendukung akses jaringan nirkabel (*Wi-Fi*). Jaringan *Wi-Fi* tersebut dimanfaatkan oleh pegawai yang telah memperoleh izin akses, baik melalui perangkat laptop maupun telepon seluler, guna mendukung aktivitas kerja sehari-hari.

3.2.3. Skema Jaringan

Gambar III.3 mengilustrasikan skema jaringan yang diterapkan pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur.



Sumber : [14]

Gambar III.3 Skema Jaringan Suku Dinas Kominfotik Jakarta Timur

A. Manajemen IP Jaringan

Berdasarkan hasil wawancara dengan administrator jaringan, menganalisis topologi jaringan dan memahami skema jaringan yang sedang berjalan di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur, penulis ingin menjelaskan

bagaimana pengelolaan IP pada tiap-tiap perangkat yang ada di lokasi tersebut melalui beberapa tabel, diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel III.1 *IP Address (ISP)*

Ruangan	ISP	Bandwidth	Network
Ruang Infrastruktur Digital dan Siber	Remala	700 Mbps	192.168.10.0/24
Ruang Kepala Sudin, Tata Usaha dan Informasi Publik	Hypernet	300 Mbps	192.168.20.0/24

Sumber : [14]

Tabel III.2 IP Address Pengguna

Perangkat	IP Address	Static Pool	DHCP Pool	Network	Gateway	Keterangan
AP 1	192.168.10.1	3 -79	80 – 200	0/24	10.1	Remala
AP 2	192.168.20.1	3-79	80 – 200	0/24	20.1	Hypernet
SW 1	192.168.10.2	-	-	0/24	10.1	R.Infra & Siber
SW 2	192.168.20.2	-	-	0/24	20.1	R.Pimpinan
Web & DB Server	192.168.10.12	-	-	0/24	10.1	Cloudflare WAF
PC Admin-TA 3	192.168.10.11	-	DNS (1.1.1.1, 8.8.8.8)	0/24	10.1	Allow port: 80,443,22 dan filter konten.
Printer 1	192.168.10.10	-	-	0/24	10.1	R.Infra
Printer 2	192.168.20.20	-	-	0/24	20.1	R.Pimpinan
Absensi	192.168.20.21	-	-	0/24	20.1	Pintu Masuk
PC 1	192.168.20.30	-	-	0/24	20.1	Kep.Suku Dinas
PC 2	192.168.20.31	-	-	0/24	20.1	Kep.TU
PC 3	192.168.20.32	-	-	0/24	20.1	Kep.Info Publik
PC 4	192.168.10.30	-	-	0/24	10.1	Kep.Siber
PC 5	192.168.10.31	-	-	0/24	10.1	Kep.Infra
PC 6	192.168.10.40	-	-	0/24	10.1	PNS Infra
PC 7	192.168.20.40	-	-	0/24	20.1	PNS TU
PC 8	192.168.20.41	-	-	0/24	20.1	PNS Info Publik
PC 9	192.168.10.50	-	-	0/24	10.1	TA 1 Siber
PC 10	192.168.10.51	-	-	0/24	10.1	TA 2 Siber
PC 11	192.168.10.60	-	-	0/24	10.1	P3K Infra 1
PC 12	192.168.10.61	-	-	0/24	10.1	P3K Infra 2
PC 13	192.168.20.60	-	-	0/24	20.1	P3K TU
PC 14	192.168.20.61	-	-	0/24	20.1	P3K Info Publik
Laptop 1	192.168.10.70	-	-	0/24	10.1	PJLP 1 – Infra
Laptop 2	192.168.10.71	-	-	0/24	10.1	PJLP 2 – Infra
Laptop 3	192.168.10.72	-	-	0/24	10.1	PJLP 3 – Infra
Laptop 4	192.168.10.73	-	-	0/24	10.1	PJLP 4 – Infra
Laptop 5	192.168.10.74	-	-	0/24	10.1	PJLP 5 – Infra

Laptop 6	192.168.10.75	-	-	0/24	10.1	PJLP 6 – Infra
Laptop 7	192.168.20.70	-	-	0/24	20.1	PJLP 7 – TU
Laptop 8	192.168.20.71	-	-	0/24	20.1	PJLP 8 – TU
Laptop 9	192.168.20.72	-	-	0/24	20.1	PJLP 9 – Info Publik
Laptop 10	192.168.20.73	-	-	0/24	20.1	PJLP 10 – Info Publik

Sumber : [14]

3.2.4. Keamanan Jaringan

Keamanan jaringan yang digunakan di lokasi Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur sebagai berikut :

- 1) Penggunaan metode filtering konten di MikroTik dengan memanajemen penggunaan medsos pada saat jam kerja.
- 2) Penggunaan antivirus Smadav, windows defender pada tiap komputer dan laptop client.
- 3) Penggunaan firewall untuk jaringan menggunakan MikroTik dengan menerapkan aturan akses (rule access) pada gateway seperti : mengizinkan akses dari port 80 (HTTP) dan port 443 (HTTPS), port 22 dibatasi hanya dari IP administrator jaringan, dan menolak port-port lainnya (*deny access*).
- 4) Penggunaan firewall server berbasis cloud untuk melindungi aplikasi web <https://kominfotikjt.jakarta.go.id/> dengan menggunakan cloudflare WAF untuk mencegah SQL injection, cross-site scripting (XSS), file inclusion, brute force login, bot dan DDOS ringan.

3.2.5. Spesifikasi Hardware dan Software Jaringan

Kebutuhan perangkat jaringan merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan sistem jaringan terstruktur. Untuk merumuskan permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian, penulis melakukan pengumpulan data perangkat secara rinci berdasarkan spesifikasinya. Data yang dikumpulkan meliputi spesifikasi

komputer *server* dan komputer *client*, perangkat pendukung jaringan, serta perangkat lunak yang digunakan.

1. Spesifikasi Komputer *Server* dan Komputer Pengguna

Tabel III.3 Spesifikasi Komputer *Server*

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Motherboard</i>	ASUS PRIME B560M-A, Micro-ATX, socket LGA 1200
<i>Processor</i>	Core i5-10400 CPU@ 2.9 GHz–4.3 GHz, 2666 Mhz, 6 core
<i>HDD</i>	2 TB Seagate (SATA III, 7200 RPM)
<i>SSD</i>	512 GB NVMe M.2 KYO Kaizen
<i>RAM</i>	16 GB (2 x 8 GB Crucial)
<i>Keyboard Mouse</i>	Logitech K120 - Logitech B100 optical USB-Type
<i>Monitor</i>	Dell E2020H 19"
<i>Casing</i>	Cooler Master Elite 110
<i>Power Supply</i>	500 Watt Silverstone

Sumber : [14]

Tabel III.4 Spesifikasi Komputer Pengguna

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Motherboard</i>	ASUS PRIME B460M-A, Micro-ATX
<i>Processor</i>	Core i3-10100 CPU@ 3.6 GHz, 2666 MHz, 4 core
<i>RAM</i>	16 GB (2 x 8 GB Hynix) DDR4 Long SODIM
<i>Hardisk</i>	256 GB - SSD SATA KYO Kaizen
<i>Monitor</i>	LG 19"
<i>Casing</i>	Mini Tower ATX

Sumber : [14]

Tabel III.5 Spesifikasi Laptop Pengguna

Nama Komponen	Spesifikasi
<i>Motherboard</i>	NM-D271 - ThinkPad L14 Gen 2
<i>Processor</i>	core i5-1135G7 CPU @ 2.4GHz , 3200 MHz, 4 core
<i>RAM</i>	8 GB onboard + 8 GB slot DDR4 (16 GB)
<i>Hardisk</i>	512 GB - SSD NVMe M.2
<i>Monitor</i>	14" FHD IPS 250

Sumber : [14]

2. Spesifikasi Pendukung Jaringan

Tabel III.6 Spesifikasi Pendukung Jaringan

No.	Nama Perangkat	Merk	Tipe	Kuantiti
1.	Kabel <i>UTP</i>	Belden	<i>UTP</i>	1 rol
2.	Modem	Remala/ZTE	ZXHN I468N	1 set
		Hypernet/Huawei	HG 8415V5	1 set
3.	<i>Switch</i>	Ruijie	RG-S5000-24GT4MS-E 24 <i>Port</i>	2 set
4.	<i>Router</i>	<i>MikroTik</i>	RB941-2ND	1 set
5.	Konektor <i>LAN</i>	AMP	RJ-45	1 set

Sumber : [14]

3. Spesifikasi Perangkat Lunak

Table III.7 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer Server

Kegunaan	Software
<i>Operating System</i>	<i>Windows Server 2019</i>
<i>Web Server</i>	<i>XAMPP, MySQL, phpMyAdmin</i>
<i>Database</i>	<i>Web kominfotikjt.jakarta.go.id</i>
<i>Firewall (WAF)</i>	<i>Cloudfare</i>
<i>Monitoring</i>	<i>Zabbix, Remote Server</i>
<i>Antivirus</i>	Smadav

Sumber : [14]

Tabel III.8 Spesifikasi Perangkat Lunak Admin Jaringan

Kegunaan	Software
<i>Operating System</i>	<i>Windows 11</i>
<i>Firewall dan Monitoring</i>	<i>Winbox, SSH, SNMP Monitoring, Remote Server</i>
<i>Browser</i>	<i>Mozilla firefox, Google Chrome dan Microsoft Edge</i>
<i>Antivirus</i>	Smadav

Sumber : [14]

Tabel III.9 Spesifikasi Perangkat Lunak Komputer Pengguna

Kegunaan	Software
Operating System	Windows 11
Browser	Mozilla firefox, Google Chrome dan Microsoft.Edge
Antivirus	Smadav

Sumber : [14]

3.3. Permasalahan

Berdasarkan wawancara, observasi topologi, dan analisis perangkat jaringan di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur, penelitian ini mengidentifikasi tiga permasalahan utama.

- 1) Jaringan yang ada belum mengintegrasikan dua koneksi internet dari penyedia berbeda ke dalam satu sistem yang terpadu. Akibatnya, hanya satu jalur yang beroperasi aktif, sementara jalur cadangan harus diaktifkan secara manual saat terjadi gangguan. Kondisi ini menyebabkan pemanfaatan kapasitas bandwidth secara keseluruhan belum mencapai titik optimal.
- 2) Ketiadaan mekanisme load balancing mengakibatkan pembebanan lalu lintas yang tidak merata, dimana salah satu jalur ISP menanggung beban berlebihan terutama pada puncak jam operasional (08.00 hingga 12.00 WIB). Dampaknya, kualitas layanan jaringan menurun yang ditandai dengan latency pada rapat daring dan melambatnya akses ke aplikasi internal pemerintah, seperti SIPKD, e-Persediaan BMD, dan e-Sysmon.
- 3) Sistem juga belum dilengkapi mekanisme failover otomatis, sehingga berpotensi menimbulkan downtime yang signifikan jika koneksi ISP utama terganggu. Proses pengalihan manual yang berlaku saat ini tidak hanya menghambat aktivitas administratif, tetapi juga berpotensi mengganggu kontinuitas pelayanan publik.

3.4. Alternatif Pemecahan Masalah

Penelitian ini nantinya akan menerapkan teknik *load balancing* menggunakan metode *Per Connection Classifier (PCC)* untuk mendistribusikan lalu lintas jaringan secara proporsional ke dua penyedia layanan internet (*ISP*). Penerapan metode tersebut bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan total *bandwidth* yang tersedia serta

mencegah terjadinya penumpukan beban pada salah satu jalur koneksi. Dengan distribusi lalu lintas yang seimbang, kinerja jaringan diharapkan dapat berjalan lebih stabil dan efisien.

Selain itu, sistem juga akan mengimplementasikan mekanisme *failover* otomatis dengan memanfaatkan fitur *Netwatch* dan skrip pemantauan berbasis *ping* terhadap *gateway* masing-masing *ISP*. Mekanisme ini memungkinkan sistem mendeteksi gangguan koneksi pada *ISP* utama dan secara otomatis mengalihkan lalu lintas jaringan ke *ISP* cadangan apabila terjadi kegagalan koneksi. Implementasi dilakukan pada perangkat *MikroTik* melalui antarmuka *Winbox*.

Selanjutnya, pengujian kinerja jaringan akan dilaksanakan dengan mengacu pada parameter *Quality of Service (QoS)*, meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, serta pengujian skenario *downtime* untuk memastikan efektivitas dan keandalan mekanisme *failover* yang diterapkan.

BAB IV

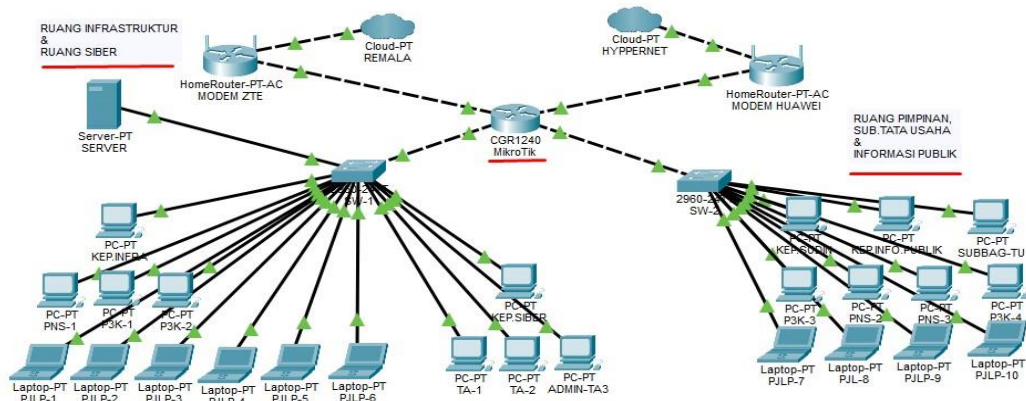
RANCANGAN JARINGAN USULAN

4.1. Jaringan Usulan

Setelah melakukan analisis terhadap sistem jaringan yang berjalan di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur, penulis mengusulkan penggunaan sistem *Load Balancing* dengan metode *Per Connection Classifier* dan mekanisme *Failover*. Usulan ini bertujuan untuk memungkinkan perpindahan jalur jaringan internet secara otomatis dengan mekanisme *Failover* ketika terjadi *downtime* pada salah satu jalur *ISP* akibat penumpukan beban lalu lintas data dari pendistribusian *bandwidth* yang tidak merata. Dengan penerapan sistem *Load Balancing* dengan metode *PCC* ini, pemanfaatan *total bandwidth* pada kedua koneksi *ISP* yang akan diintegrasikan nanti bisa didistribusikan secara merata pada kedua jalur koneksi sehingga kinerja jaringan diharapkan menjadi lebih stabil dan efisien. Sistem *Load Balancing* dengan metode *PCC* dan mekanisme *Failover* ini akan dikonfigurasi ke dalam *MikroTik* yang akan menghubungkan kedua jalur koneksi pada dua ruangan yang berbeda agar terintegrasi menjadi satu koneksi.

4.1.1. Topologi Jaringan

Penulis memanfaatkan semua infrastruktur yang telah ada sebelumnya dan tidak merubah bentuk topologi yang sudah ada yaitu topologi *star*. Penulis hanya menambah *MikroTik* untuk menerapkan sistem *Load Balancing* dengan metode *PCC* dan mekanisme *Failover* seperti pada gambar IV.1

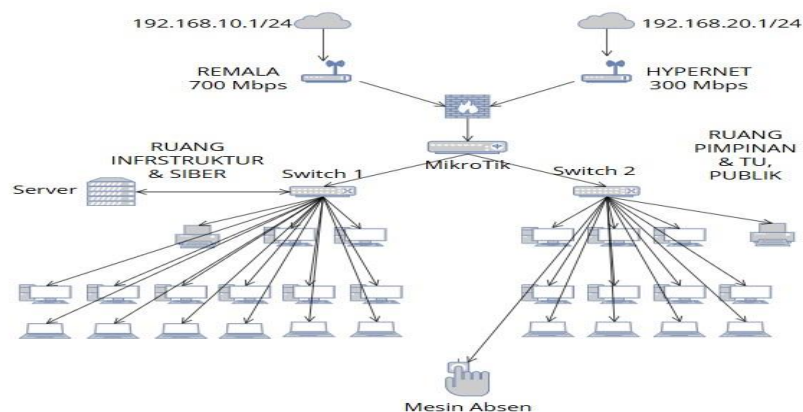


Sumber : [14]

Gambar IV.1 Topologi Star Usulan (Ruang.Infra/Kiri dan Ruang Pimpinan/Kanan)

4.1.2. Skema Jaringan

Pada Gambar IV.2 dapat dilihat bahwa 2 modem access point dari kedua ISP terintegrasi menjadi satu jaringan melalui *MikroTik* yang sudah dikonfigurasi dengan sistem *Load Balancing* dengan metode *PCC* dan mekanisme *Failover* yang nantinya akan mendistribusikan keseluruhan bandwidth secara merata pada kedua *switch* untuk kebutuhan para pengguna.



Sumber : [14]

Gambar IV.2 Skema Jaringan Usulan Suku Dinas Kominfo Jakarta Timur

4.1.3. Keamanan Jaringan

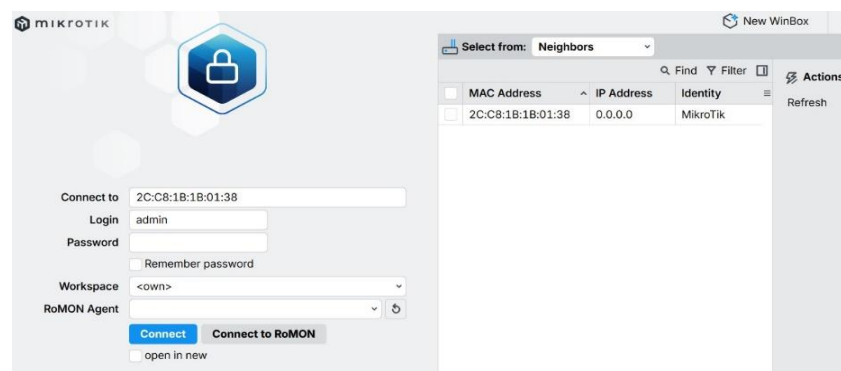
Dalam segi keamanan jaringan usulan, penulis juga mengusulkan untuk tetap memanfaatkan semua infrastruktur yang ada dan tidak merubah sedikitpun keamanan jaringan yang sudah berjalan sebelumnya.

4.1.4. Rancangan Aplikasi

Dalam rancangan sistem *Load Balancing* menggunakan metode *Per Connection Classifier* dan mekanisme *Failover*, penulis menerapkan semua rancangan tersebut menggunakan perangkat *MikroTik* untuk menghindari segala aktifitas gangguan jaringan yang tidak diinginkan. Berikut adalah tahapan-tahapan konfigurasi yang dilakukan :

1. Login Aplikasi *Winbox*

Tahap awal dimulai dengan menghubungkan kabel *LAN* dari dua penyedia layanan internet (*ISP*) ke *port 1* dan *port 2* pada router *MikroTik*. Untuk distribusi jaringan lokal, kabel dihubungkan melalui *port 3* menuju perangkat laptop guna mengakses antarmuka konfigurasi. Setelah koneksi fisik terpasang, perangkat *MikroTik* akan terdeteksi pada perangkat lunak *WinBox* melalui *MAC Address* dengan alamat *IP* standar 0.0.0.0, yang menandakan perangkat siap untuk dikonfigurasi lebih lanjut.

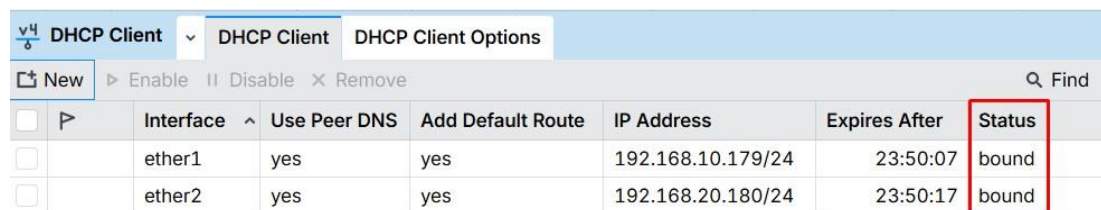


Sumber : [8]

Gambar IV.3 Menu *Login Winbox*

2. Menambahkan *IP Address Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Client*

Setelah akses ke perangkat *MikroTik* melalui *WinBox* berhasil dilakukan, langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi alamat IP secara dinamis. Hal ini dilakukan dengan mengakses menu *IP > DHCP Client*, kemudian menambahkan konfigurasi baru melalui opsi *Add New*. Pada jendela konfigurasi, *interface* diarahkan ke *ether1* dan *ether2* yang terhubung dengan masing-masing jalur *ISP*. Proses ini dilakukan secara bertahap untuk memastikan kedua jalur penyedia layanan internet terintegrasi ke dalam sistem *router* dan mendapatkan status *bound* (terhubung).



	Interface	Use Peer DNS	Add Default Route	IP Address	Expires After	Status
<input type="checkbox"/>	ether1	yes	yes	192.168.10.179/24	23:50:07	bound
<input type="checkbox"/>	ether2	yes	yes	192.168.20.180/24	23:50:17	bound

Sumber : [8]

Gambar IV.4 Menu *DHCP Client*

3. Konfigurasi IP Address LAN

Tahap ini bertujuan untuk mengintegrasikan seluruh perangkat pengguna ke dalam satu infrastruktur jaringan lokal (*Local Area Network*) guna memastikan distribusi alamat *IP* dilakukan secara dinamis melalui protokol *DHCP*. Konfigurasi dilakukan dengan mengakses menu *IP > Address* pada *MikroTik*, kemudian menambahkan parameter alamat *IP* baru. Dalam proses ini, antarmuka *ether3* ditetapkan sebagai jalur distribusi ke jaringan internal dengan pemberian alamat *gateway* lokal 10.10.10.1/24. Langkah ini menjadi landasan utama agar segmen

jaringan lokal dapat saling berkomunikasi dan terhubung dengan infrastruktur jaringan yang lebih luas.

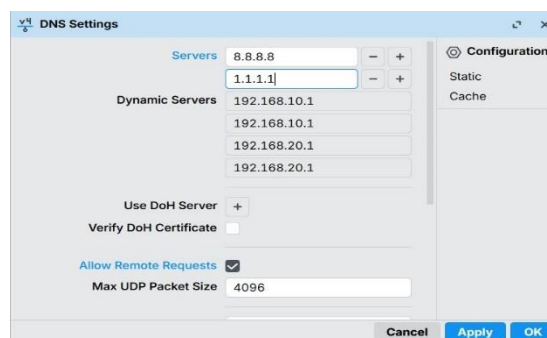
	Address	Network	Interface
<input type="checkbox"/> D	192.168.20.180/24	192.168.20.0	ether2
<input type="checkbox"/> D	192.168.10.179/24	192.168.10.0	ether1
<input type="checkbox"/>	10.10.10.1/24	10.10.10.0	ether3

Sumber : [8]

Gambar IV.5 Menu Alamat *IP*

4. Konfigurasi *Domain Name System (DNS)*

Konfigurasi *DNS (Domain Name System)* dilakukan untuk memastikan proses resolusi nama domain menjadi alamat *IP* berjalan dengan baik, sehingga perangkat pengguna dapat mengakses situs *web* secara langsung. Pengaturan ini melibatkan aktivasi fitur *Allow Remote Requests* pada menu *IP > DNS* untuk mengizinkan *router* melayani permintaan kueri *DNS* dari jaringan lokal. Sebagai penyedia resolusi tingkat lanjut, alamat *IP DNS* publik dari *Google* (8.8.8.8) dan *Cloudflare* (1.1.1.1) ditambahkan sebagai pelayan *DNS* utama (*Primary* dan *Secondary DNS*). Langkah ini krusial untuk menjamin kecepatan serta stabilitas akses informasi bagi seluruh pengguna di jaringan Suku Dinas KOMINFOTIK Jakarta Timur.



Sumber : [8]

Gambar IV.6 Menu *Domain Name System (DNS)*

5. Konfigurasi *DHCP Server*

Tahap ini mencakup pengaturan *DHCP Server* yang berfungsi untuk mendistribusikan alamat *IP* secara otomatis kepada seluruh perangkat klien yang terhubung ke jaringan. Proses konfigurasi dilakukan melalui menu *IP > DHCP Server* dengan memanfaatkan fitur *DHCP Setup* untuk mempermudah parameterisasi. Dalam pengaturan ini, antarmuka *ether3* ditetapkan sebagai jalur distribusi utama menuju jaringan lokal. Melalui serangkaian tahapan validasi pada wizard konfigurasi, sistem akan menentukan rentang alamat *IP (IP Pool)*, *gateway*, dan durasi sewa alamat (*lease time*) hingga status layanan aktif secara fungsional.

	Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add ARP
<input type="checkbox"/>	dhcp1	ether3		01:00:00	dhcp_pool1	no

Sumber : [8]

Gambar IV.7 Menu *DHCP Server*

6. Konfigurasi *Network Address Translation (NAT)*

Tahapan konfigurasi *Firewall NAT (Network Address Translation)* bertujuan untuk mentranslasikan alamat *IP* privat dari jaringan lokal agar dapat berkomunikasi dengan jaringan publik (internet). Proses ini dilakukan pada menu *IP > Firewall > NAT* dengan mendefinisikan *chain* sebagai *srcnat*. *Parameter out-interface* diarahkan secara spesifik pada *ether1* dan *ether2* yang berfungsi sebagai gerbang keluar menuju masing-masing *ISP*. Selanjutnya, diterapkan instruksi *masquerade* pada tab *action* sebagai metode untuk menyamarkan alamat *IP* lokal menjadi alamat *IP* publik yang valid. Pengaturan ini sangat krusial agar akses data dari seluruh perangkat internal dapat diteruskan secara efektif ke jaringan luar melalui kedua jalur koneksi yang tersedia.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. In
0	masquerade	srcnat						
1	masquerade	srcnat						

Sumber : [8]

Gambar IV.8 Menu *Network Address Translation (NAT)*

7. Konfigurasi *Mangle Prerouting Action Accept*

Tahap ini dilakukan untuk mengonfigurasi aturan pengecualian agar lalu lintas data internal tidak diproses oleh algoritma *PCC*. Hal ini sangat penting untuk memastikan komunikasi antarperangkat di jaringan lokal tetap berlangsung secara langsung (*point-to-point*) tanpa melalui jalur *gateway ISP*. Dengan cara masuk menu *IP*, lalu ke menu *Firewall*, Pilih menu *Mangle*, klik *New*, Pada kolom *chain* pilih *prerouting*, lalu pada kolom *Dst.Address* masukkan semua *IP Network* yang ada di *MikroTik* yaitu (*192.168.10.0/24 – ether1*, *192.168.20.0/24 – ether2*, *10.10.10.0/24 – ether3*), lalu ke menu *action*, pada kolom *action* pilih *accept*, klik *apply*, lalu klik *ok*.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address
0	pass...	prerouting		
1	pass...	forward		
2	pass...	postrouting		
3	acc...	prerouting		192.168.10.0/24
4	acc...	prerouting		192.168.20.0/24
5	acc...	prerouting		10.10.10.0/24

Sumber : [8]

Gambar IV.9 Menu *Mangle Prerouting Action Accept*

8. Konfigurasi *Mangle Prerouting Action Mark Connection*

Konfigurasi ini untuk melabeli masing-masing jalur koneksi ke arah jalur *ISP* dengan *action mark connection*. Tujuannya agar lalu lintas paket data, konsisten keluar masuk pada kedua jalur koneksi *ISP* tersebut. Caranya pada menu *mangle*, klik *New*, pada menu *general* pilih *chain prerouting*, dan pada kolom *in.interface* masukkan *ether1* sebagai jalur koneksi *ISP* utama. Kemudian ke menu *action*, pada kolom menu *action*, pilih *mark connection*. Selanjutnya pada kolom *New connection mark*, beri nama jalur *ISP* utama, klik *apply* lalu klik *ok*. Lakukan konfigurasi yang sama untuk *ISP* backup.

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...
0	pass...	prerouting						
1	pass...	forward						
2	pass...	postrouting						
3	acc...	prerouting		192.168.10.0/24				
4	acc...	prerouting		192.168.20.0/24				
5	acc...	prerouting		10.10.10.0/24				
6	mar...	prerouting						ether1
7	mar...	prerouting						ether2

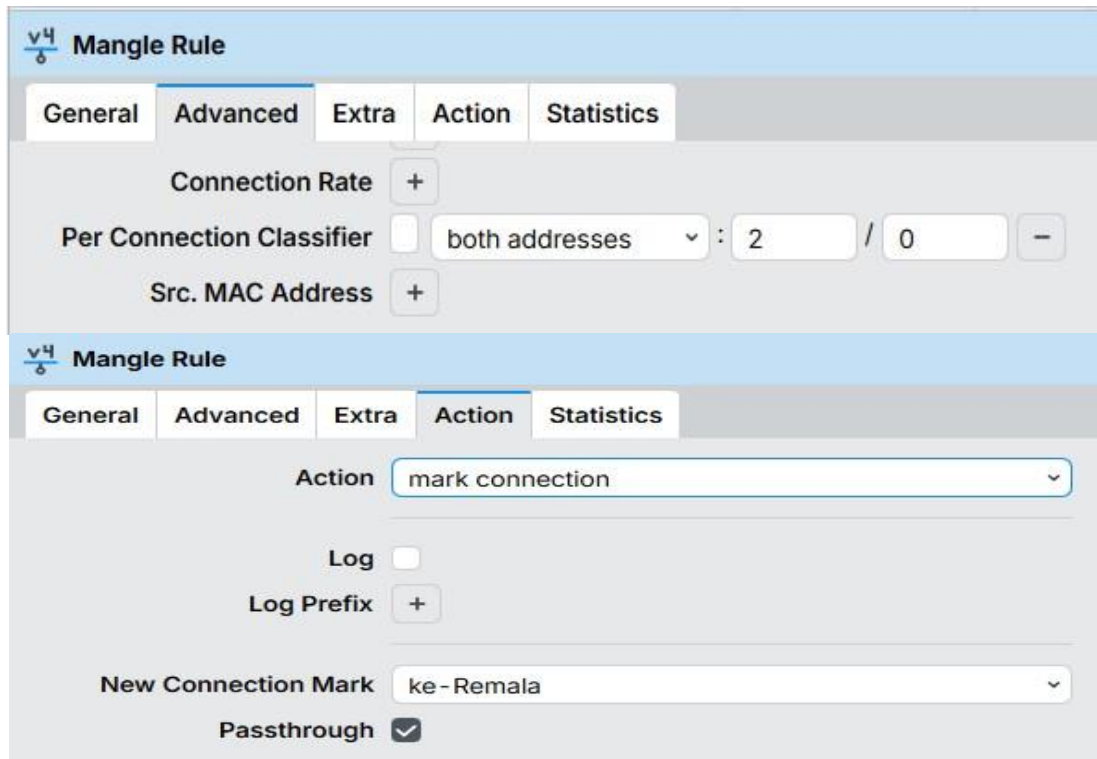
Sumber : [8]

Gambar IV.10 Menu *Mangle Prerouting Action Mark Connection*

9. Konfigurasi *Per Connection Classifier (PCC)*

Konfigurasi ini untuk membagi kepadatan lalu lintas data ke arah dua koneksi *ISP*. Untuk membaginya dengan cara klik *New*, pada menu *general* pilih *chain prerouting*, lalu pada kolom *in.interface* pilih *ether3* ke arah jaringan lokal. Lalu ke menu *advanced*, pilih menu *Per Connection Classifier*. Di kolom *PCC*, terdapat 3 kolom berbeda. Kolom pertama yaitu kolom *classifier* pilih *both address*, kolom kedua untuk membagi jalur sesuai dengan jumlah *ISP* yang ada, isi dengan nilai 2. Lalu kolom ketiga adalah kolom *denominator* yang nilai awalnya dimulai dari

angka 0. Beri nilai 0 untuk koneksi ke arah ISP utama. Lakukan konfigurasi yang sama ke arah koneksi ISP backup.

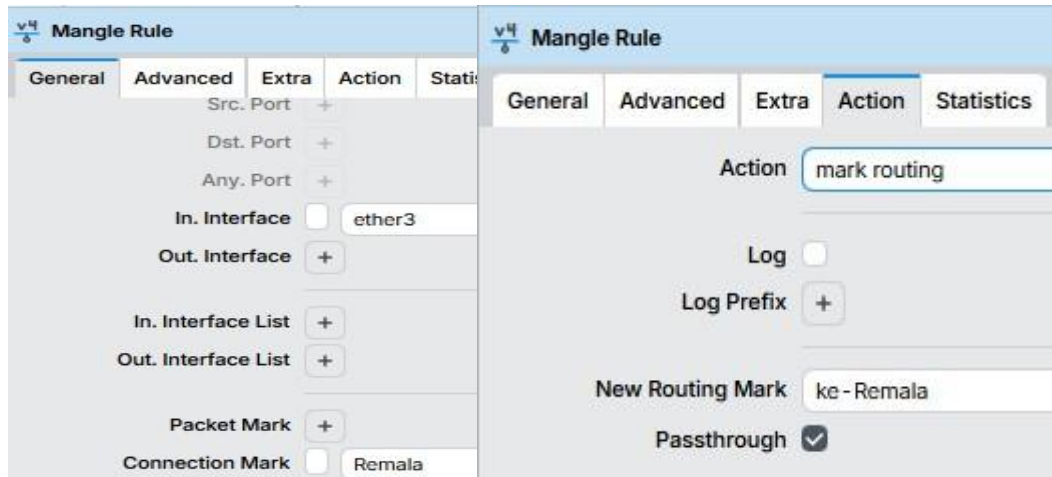


Sumber : [8]

Gambar IV.11 Menu *Per Connection Classifier (PCC)*

10. Konfigurasi *Mangle Prerouting Action Mark Routing*

Selanjutnya pada tahap ini, konfigurasi dilakukan cara klik *New* pada menu *mangle*, lalu isi kolom *in.interface* dengan *ether3* yaitu koneksi yang mengarah ke jaringan lokal. Lalu pada kolom *connection mark*, pilih koneksi *ISP* utama. Setelah itu ke menu *action*, dan pada kolom *action* pilih *mark routing*. Kemudian pada kolom *mark routing*, tambahkan identitas koneksi yang mengarah ke koneksi *ISP* utama yaitu *Remala*. Ulangi konfigurasi ini untuk koneksi *ISP backup*.

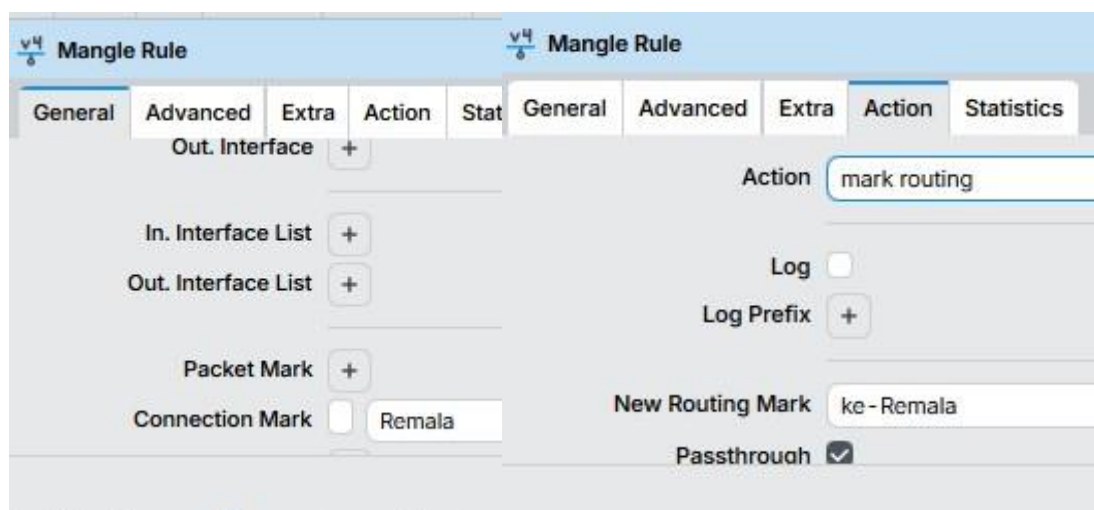


Sumber : [8]

Gambar IV.12 Menu *Mangle Prerouting Action Mark Routing*

11. Konfigurasi *Mangle Chain Output Action Mark Routing*

Masih di menu mangle dan menambahkan *rule* baru dengan klik *New*, pada kolom *connection mark* pilih koneksi yang menuju *ISP* utama. Selanjutnya pada menu *action* di kolom *action*, pilih *mark routing*, dan pada kolom *New routing mark* pilih identitas koneksi yang telah dibuat sebelumnya dan sesuaikan dengan jalur *ISP* nya. Kemudian klik *apply* lalu klik *ok*. Lakukan konfigurasi yang sama pada koneksi yang mengarah ke *ISP backup*.



Sumber : [8]

Gambar IV.13 Menu *Mangle Chain Output Action Mark Routing*

12. Konfigurasi *Route*

Tujuan implementasi mekanis Failover pada konfigurasi ini. Caranya pilih menu IP, lalu pilih menu Routes dan klik New. Langkah selanjutnya adalah sebagai berikut :

- 1) Pada kolom *gateway* masukkan *IP gateway ISP* utama (192.168.10.1).
- 2) Klik tanda tambah pada *check gateway*-nya.
- 3) Pada kolom *routing mark*, arahkan ke *ISP* koneksi *ISP* utama, klik *apply* lalu klik *ok* dan lakukan konfigurasi yang sama pada *ISP backup*.
- 4) Langkah selanjutnya yaitu pembuatan koneksi *Failover* dengan cara klik *new* pada menu *Routes*. Kemudian masukan *IP gateway ISP backup* (192.168.20.1).
- 5) Selanjutnya isi kolom *distance*, ubah nilai 1 menjadi 2 karena ingin menerapkan *rule backup*.
- 6) Arahkan *routing mark*nya ke *ISP* utama, klik *apply* lalu klik *ok*. Lakukan konfigurasi yang sama pada *ISP* utama dan arahkan ke *routing mark*nya ke koneksi *ISP backup*.



	Dst. Address	Gateway	Distance	Routing Mark	Pref. Source
<input type="checkbox"/> DAS	0.0.0.0/0	192.168.20.1 reachable ether2	1		
<input type="checkbox"/> S	0.0.0.0/0	192.168.10.1 unreachable	2	ke-Hyprnet	
<input type="checkbox"/> AS	0.0.0.0/0	192.168.20.1 reachable ether2	2	ke-Remala	
<input type="checkbox"/> AS	0.0.0.0/0	192.168.20.1 reachable ether2	1	ke-Hyprnet	
<input type="checkbox"/> S	0.0.0.0/0	192.168.10.1 unreachable	1	ke-Remala	
<input type="checkbox"/> DAC	10.10.10.0/24	ether3 reachable	0		10.10.10.1
<input type="checkbox"/> DAC	192.168.20.0/24	ether2 reachable	0		192.168.20.180

Sumber : [8]

Gambar IV.14 Menu *Routes*

4.1.5. Manajemen Jaringan

Pada tahap ini, penulis mengusulkan untuk memanfaatkan dua koneksi *ISP* internet yang ada serta membagi beban lalu lintas data secara seimbang agar koneksi internet menjadi lebih stabil dan efisien. Dan menambahkan mekanisme pergantian jalur otomatis ketika salah satu jalur koneksi mengalami *Downtime*.

4.2. Pengujian Jaringan

Pengujian jaringan dilakukan untuk memperoleh kinerja sistem sebelum dan sesudah penerapan teknik *Load Balancing* dan mekanisme perpindahan jalur otomatis ketika adanya downtime pada salah satu jalur koneksi. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengidentifikasi perbedaan performa jaringan serta mengukur tingkat efisiensi dalam meminimalkan waktu gangguan jaringan. Konfigurasi diterapkan di dalam perangkat bernama *MikroTik*. Menurut [26] parameter yang merujuk pada standarisasi internasional *TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks)* yang mencakup nilai performa pada parameter *latency*, *jitter*, *throughput*, dan *packet loss* dikategorikan sebagai berikut :

Tabel IV.1 *Latency*

<i>Latency</i>	<i>Besar Delay (ms)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	< 150ms	4
Bagus	150ms – 300ms	3
Cukup	300ms – 450ms	2
Buruk	> 450ms	1

Sumber : [26]

Tabel IV.2 *Jitter*

<i>Jitter</i>	<i>Besar Delay (ms)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	0ms	4
Bagus	0ms -75ms	3
Cukup	75ms – 125ms	2
Buruk	> 125ms	1

Sumber : [26]

Tabel IV.3 *Packet Loss*

<i>Loss</i>	<i>Besar Loss (%)</i>	<i>Indeks</i>
Sangat Bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Cukup	15%	2
Buruk	25%	1

Sumber : [26]

Tabel IV.4 *Throughput*

<i>Throughput</i>	<i>Besar Throughput</i>	<i>Indeks</i>	<i>Keterangan</i>
Sangat Bagus	> 2,1 Mbps	4	Untuk <i>streaming</i> 4K/HD
Bagus	1201 kbps – 2,1 Mbps	3	<i>Video conference</i>
Cukup	701 kbps – 1200 kbps	2	<i>Browsing standard</i>
Kurang	338 kbps – 700 kbps	1	<i>Buffering</i> cukup lama
Buruk	0 kbps – 338 kbps	0	Sangat lambat berakibat <i>Downtime</i>

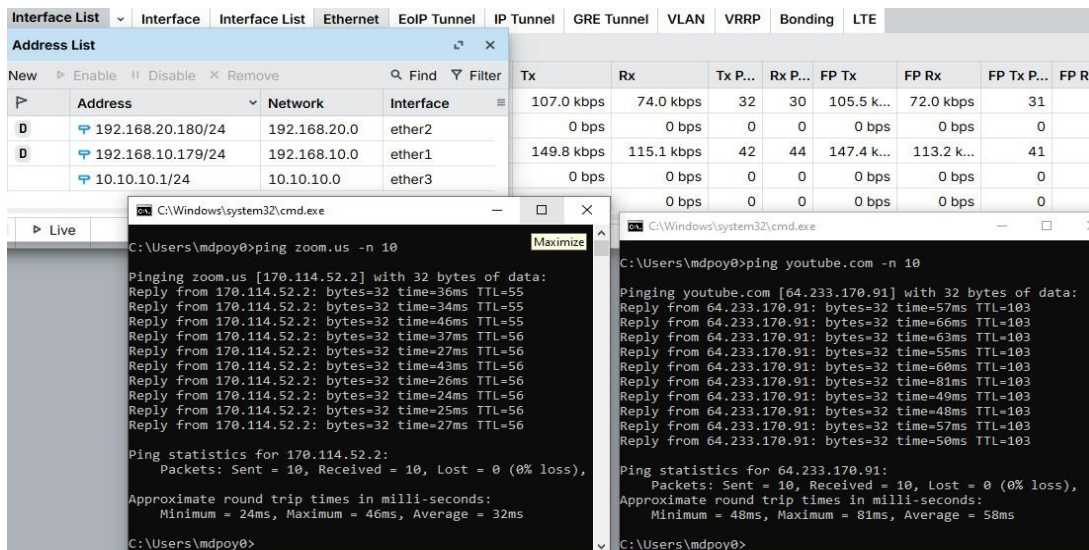
Sumber : [26]

4.2.1. Pengujian Jaringan Awal

Tahap awal pengujian jaringan ini dilakukan sebelum penerapan teknik *Load Balancing* dengan metode *PCC* dan mekanisme *Failover*. Pengujian jaringan awal hanya menggunakan satu jalur ISP secara manual dan tidak memiliki manajemen beban koneksi ataupun mekanisme perpindahan jalur otomatis. Pengujian dilakukan melalui *command prompt*, melihat *interface list MikroTik*, dan *speedtest* menggunakan aplikasi berbasis *web*.

1. Command Prompt

1) Ping Test



Sumber : [14]

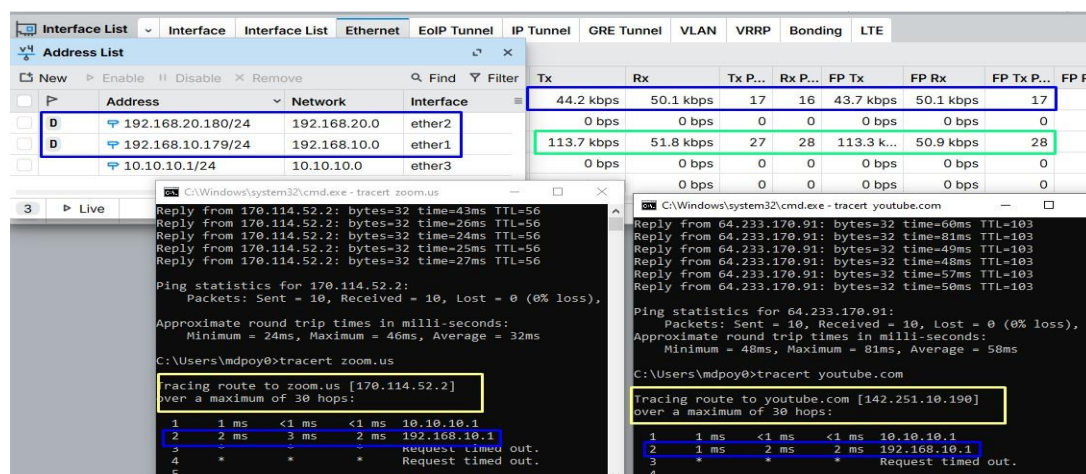
Gambar IV.15 Ping Test Awal

Tabel IV.5 Ping Test Awal

No.	Ke arah	Latency (ms)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)
1.	Ping zoom.us -n 10	32ms	0%	27ms – 43ms
2.	Ping youtube.com -n 10	58ms	0%	60ms – 81ms

Sumber : [26]

2) Trace Route Test



Sumber : [14]

Gambar IV.16 Trace Route Test Awal

Tabel IV.6 Trace Route Test Awal

No.	Ke arah	Hop 1	Hop 2	Keterangan
1.	zoom.us	10.10.10.1	192.168.10.1	ISP Remala
2.	youtube.com	10.10.10.1	192.168.10.1	Tidak Ada <i>Failover</i>

Sumber : [26]

2. Interface List

Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx P...	Rx P...	FP Tx	FP Rx	FP Tx P...	FP Rx Pak
R ether1	Ethernet	1500	1500	1598	78.4 kbps	164.6 kbps	26	36	47.6 kbps	121.0 k...		18
R ether2	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps		0
R ether3	Ethernet	1500	1500	1598	224.3 kbps	85.5 kbps	46	36	180.4 k...	54.3 kbps		33

Address	Network	Interface
D 192.168.20.180/24	192.168.20.0	ether2
D 192.168.10.179/24	192.168.10.0	ether1
10.10.10.1/24	10.10.10.0	ether3

Sumber : [14]

Gambar IV.17 Interface List Awal

Tabel IV.7 Interface List Awal

ISP	Interface	IP Address	Tx/Upload	Rx/Download	Keterangan
Remala	Ether 1	192.168.10.2/24	78.4 kbps	164.6 kbps	Aktif/Terkoneksi
Hypernet	Ether 2	192.168.20.2/24	0 bps	0 bps	Aktif/Tidak konek
Lokal	Ether 3	10.10.10.1/24	224.3 kbps	85.5 kbps	Terdistribusi

Sumber : [26]

3. Speedtest



Sumber : [14]

Gambar IV.18 Speedtest Remala Awal



Sumber : [14]

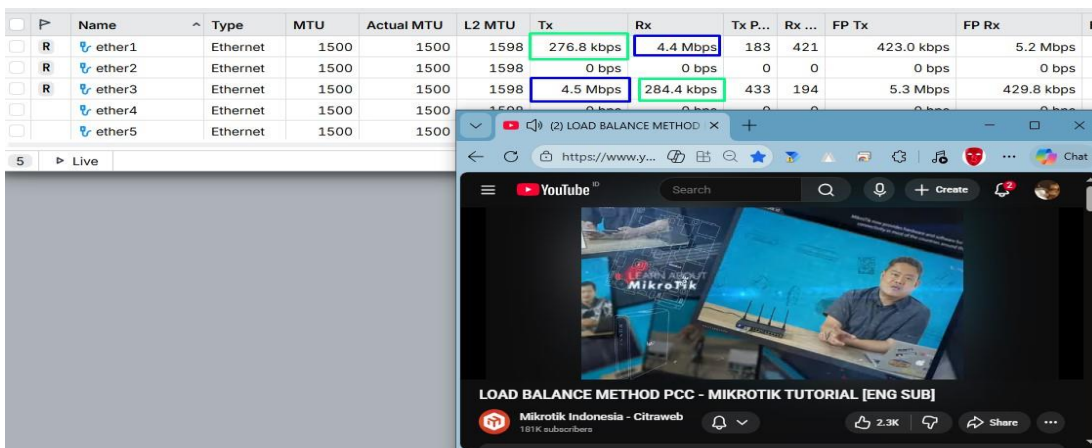
Gambar IV.19 Speedtest Hypernet Awal

Tabel IV.8 Speedtest Awal

No.	ISP	Download/Upload	Idle Speed	Download Latency	Upload Latency
1.	Remala	548.72 Mbps / 371.78 Mbps	112ms	125ms	93ms
2.	Hypernet	215.33 Mbps / 175.80 Mbps	113ms	110ms	87ms

Sumber : [26]

4. Streaming Test



Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx P...	Rx ...	FP Tx	FP Rx
ether1	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
R ether2	Ethernet	1500	1500	1598	288.1 kbps	7.9 Mbps	252	712	42.4 kbps	87.7 kbps
R ether3	Ethernet	1500	1500	1598	7.9 Mbps	294.6 kbps	721	261	147.7 kbps	48.6 kbps
ether4	Ethernet	1500	1500							
ether5	Ethernet	1500	1500							

Address	Network	Interface
D 192.168.20.180/24	192.168.20.0	ether2
10.10.10.1/24	10.10.10.0	ether3

MAQOM KURDI MERDU SURAH ABASA | Shidqi Abu Usamah

Sumber : [14]

Gambar IV.20 Streaming Test Awal

Tabel IV.9 Streaming Test Awal

No.	ISP	Download/Upload	Index	Keterangan
1.	Remala	4.5 Mbps / 284.4 kbps	4	Sangat bagus, jaringan tidak terbackup
2.	Hypernet	7.9 Mbps / 294.6 kbps	4	Sangat bagus, jaringan tidak terbackup

Sumber : [26]

4.2.2. Pengujian Jaringan Akhir

Pengujian jaringan akhir dilakukan untuk mengetahui apakah *bandwidth* berhasil dipisah atau tidak setelah menerapkan sistem *Load Balancing* dengan metode *PCC* dan mekanisme *Failover*. Pengujian ini dilakukan menggunakan *command prompt* dan aplikasi *speedtest* berbasis *web* dan bisa dilihat dari *interface list* pada *winbox*.

1. Command Prompt

1) Ping Test

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\mdpoy0>ping zoom.us -n 15

Pinging zoom.us [170.114.52.2] with 32 bytes of data:
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=29ms TTL=52
Request timed out.
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=3619ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=39ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=26ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=52ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=44ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=48ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=45ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=46ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=38ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=44ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=38ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=46ms TTL=52
Reply from 170.114.52.2: bytes=32 time=45ms TTL=52

Ping statistics for 170.114.52.2:
    Packets: Sent = 15, Received = 14, Lost = 1 (6% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 26ms, Maximum = 3619ms, Average = 297ms

C:\Users\mdpoy0>

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 10.0.19045.6466]
(c) Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\mdpoy0>ping youtube.com -n 15

Pinging youtube.com [142.250.4.136] with 32 bytes of data:
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=44ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=36ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=40ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=46ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=40ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=53ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=49ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=40ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=39ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=43ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=61ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=68ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=49ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=35ms TTL=104
Reply from 142.250.4.136: bytes=32 time=59ms TTL=104

Ping statistics for 142.250.4.136:
    Packets: Sent = 15, Received = 15, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 35ms, Maximum = 68ms, Average = 46ms

C:\Users\mdpoy0>

```

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\mdpoy0>ping instagram.com -n 15

Pinging instagram.com [31.13.95.174] with 32 bytes of data:
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=26ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=21ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=19ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=48ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=32ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=30ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=22ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=48ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=26ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=30ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=40ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=26ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=38ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=33ms TTL=53
Reply from 31.13.95.174: bytes=32 time=37ms TTL=53

Ping statistics for 31.13.95.174:
    Packets: Sent = 15, Received = 15, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 19ms, Maximum = 48ms, Average = 31ms

C:\Users\mdpoy0>

C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\mdpoy0>ping google.com -n 15

Pinging google.com [74.125.24.102] with 32 bytes of data:
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=55ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=38ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=69ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=79ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=54ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=38ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=41ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=61ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=47ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=27ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=35ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=35ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=56ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=41ms TTL=105
Reply from 74.125.24.102: bytes=32 time=31ms TTL=105

Ping statistics for 74.125.24.102:
    Packets: Sent = 15, Received = 15, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 27ms, Maximum = 79ms, Average = 47ms

C:\Users\mdpoy0>

```

Sumber : [14]

Gambar IV.21 Ping Test Akhir

Tabel IV.10 Ping Test Akhir

No.	Ke arah	Latency (ms)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)
1.	Ping zoom.us -n 15	297ms	6%	3619ms – 39ms
2.	Ping youtube.com -n 15	46ms	0%	43ms – 61ms
3.	Ping instagram.com -n 15	31ms	0%	19ms – 48ms
4.	Ping google.com -n 15	47ms	0%	41ms – 61ms

Sumber : [26]

2) Trace Route Test

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface. At the top, the 'Interface List' window shows a table of network interfaces. Below it, the 'DHCP Client' window shows configuration for ether1 and ether2. Three terminal windows show the results of 'tracert' commands for zoom.us, google.com, and youtube.com. The zoom.us and google.com results show a path through 192.168.10.1 and 192.168.10.19. The youtube.com result shows a path through 192.168.20.1. A table at the bottom summarizes the final interface statistics for each test.

Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx P...	Rx ...	FP Tx	FP Rx
ether1	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
ether2	Ethernet	1500	1500	1598	51.1 kbps	560 bps	8	1	11.3 kbps	0 bps
ether3	Ethernet	1500	1500	1598	5.0 kbps	53.0 kbps	3	10	59.3 kbps	18.0 kbps
ether4	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
ether5	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps

Sumber : [14]

Gambar IV.22 Trace Route Test Akhir

Tabel IV.11 Trace Route Test Akhir

No.	Ke arah	Hop 1	Hop 2	Keterangan
1.	zoom.us	masking	192.168.10.1	2 ISP aktif
2.	google.com	masking	192.168.10.1	2 ISP aktif
3.	youtube.com	masking	192.168.20.1	Failover ISP

Sumber : [14]

2. Interface List

The image displays two screenshots of the 'Interface List' configuration page. The top screenshot shows the following data:

Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx P...	Rx ...	FP Tx	FP Rx
ether1	Ethernet	1500	1500	1598	88.6 kbps	3.2 Mbps	101	291	560 bps	560 bps
ether2	Ethernet	1500	1500	1598	1024 bps	0 bps	2	0	9.3 kbps	528 bps
ether3	Ethernet	1500	1500	1598	3.3 Mbps	94.8 kbps	299	111	58.1 kbps	15.5 kbps
ether4	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
ether5	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps

The bottom screenshot shows the following data:

Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx P...	Rx ...	FP Tx	FP Rx
ether1	Ethernet	1500	1500	1598	78.0 kbps	2.1 Mbps	73	198	12.0 kbps	669.6 kbps
ether2	Ethernet	1500	1500	1598	254.1 kbps	3.3 kbps	41	6	120.7 kbps	528 bps
ether3	Ethernet	1500	1500	1598	2.2 Mbps	338.6 kbps	213	123	742.5 kbps	142.6 kbps
ether4	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps
ether5	Ethernet	1500	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	0 bps	0 bps

Sumber : [14]

Gambar IV.23 Interface List Akhir

Tabel IV.12 Interface List Akhir

ISP	Interface	IP Address	Tx/Transmit	Rx/Receive	Keterangan
Remala	Ether 1	192.168.10.2/24	88.6 kbps	3.2 Mbps	Terbackup dan mengcover aktifitas jalur download
Hypernet	Ether 2	192.168.20.2/24	254 kbps	3.3 kbps	Terbackup dan mengcover aktifitas jalur upload
Lokal	Ether 3	10.10.10.1/24	3.3 Mbps dan 2.2 Mbps	94.8 kbps dan 338.6 kbps	Load Balancing berjalan

Sumber : [26]

3. Speedtest



Sumber : [14]

Gambar IV.24 Speedtest ISP Utama



Sumber : [14]

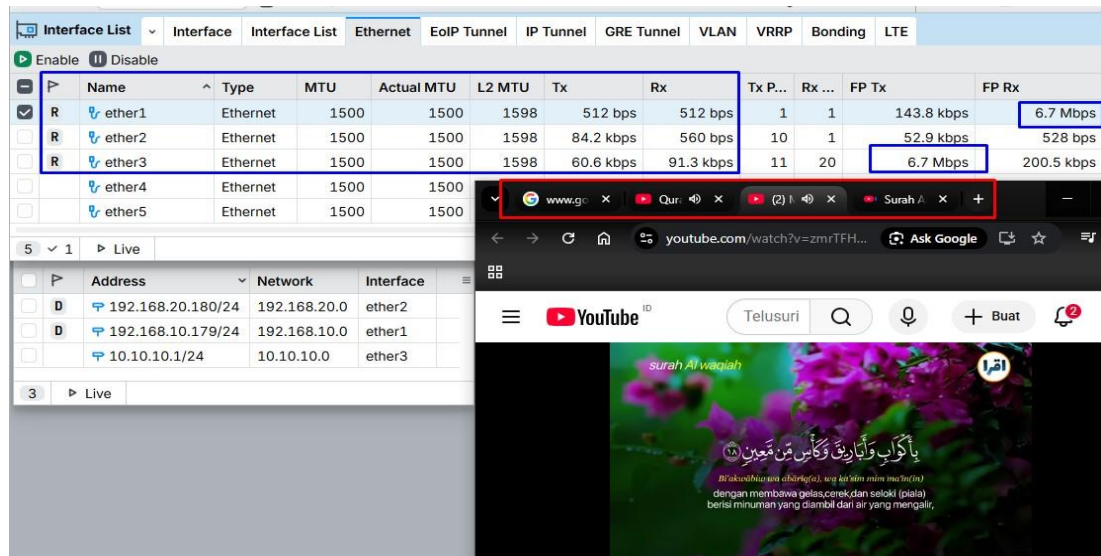
Gambar IV.25 Speedtest ISP Backup

Tabel IV.13 Speedtest Akhir

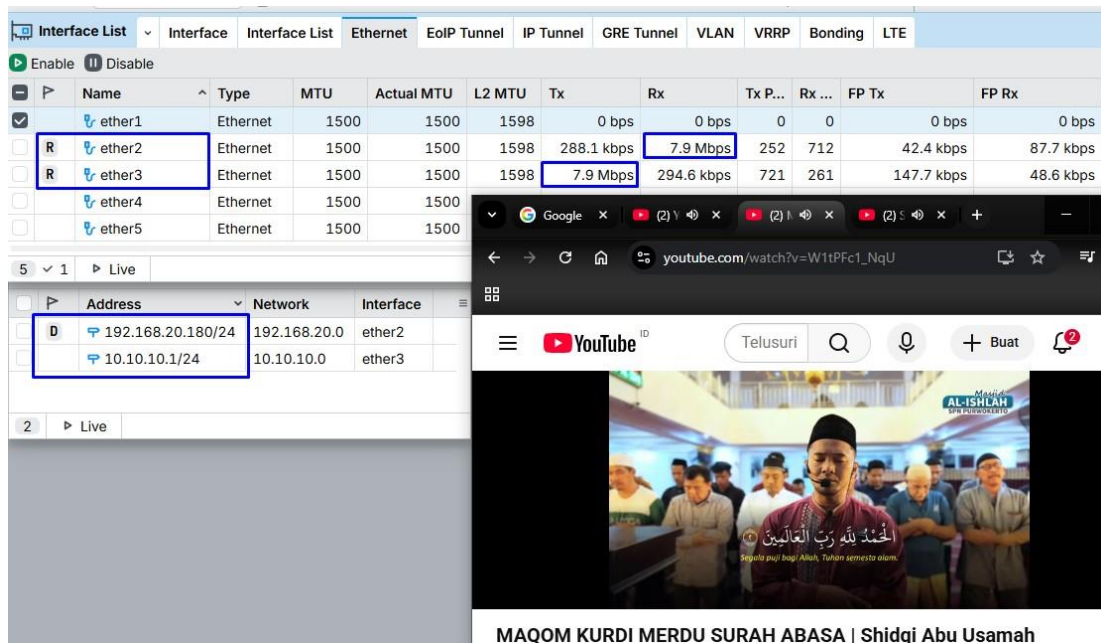
No.	ISP	Download/Upload	Idle Speed	Download Latency	Upload Latency
1.	Remala	978.66Mb/817.34Mb	38ms	26ms	45ms
2.	Hypernet	288.32Mb/268.21Mb	52ms	30ms	41ms

Sumber : [26]

4. Streaming Test



Sumber : [14]



Gambar IV.26 Streaming Test Akhir

Tabel IV.14 Streaming Test Akhir

No.	ISP	Download/Upload	Index	Keterangan
1.	Remala	6.7 Mbps / 200.5 kbps	4	Sangat bagus, lebih cepat, koneksi terbackup
2.	Hypernet	7.9 Mbps / 294.6 kbps	4	Sangat bagus, lebih cepat, koneksi terbackup

Sumber : [26]

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur, penulis menyimpulkan beberapa poin sebagai berikut :

1. Sebelum menerapkan *Load Balancing* karena ketidaktahuan terhadap sistem *Load Balancing* tersebut, maka pemanfaatan *bandwidth* keseluruhan dari kedua koneksi *ISP* tidak maksimal sehingga menyebabkan beban lalu lintas data tidak terdistribusi secara merata pada kedua koneksi tersebut.
2. Telah tercapainya distribusi lalu lintas data secara merata setelah menerapkan *Load Balancing* dengan metode *Per Connection Classifier* untuk membagi lalu lintas data dari kedua koneksi agar dapat digunakan secara seimbang dan stabil dalam akses jaringan internetnya.
3. Dengan menerapkan perancangan sistem *Load Balancing* menggunakan metode *PCC*, beban lalu lintas data dari tiap-tiap pengguna menjadi seimbang sehingga pemakaian *bandwidth* menjadi lebih efisien.
4. Mekanisme *Failover* berjalan sukses ketika salah satu jalur koneksi terputus, jalur otomatis berpindah ke koneksi *ISP* lain sehingga gangguan akan akses internet tidak memakan waktu yang lama mengingat pemindahan jalur sebelumnya dilakukan secara manual ketika terjadi kegagalan koneksi.

5.2. Saran

Dari temuan penelitian yang telah penulis ujikan, terdapat beberapa rekomendasi yang perlu dipertimbangkan oleh beberapa pihak guna meningkatkan penelitian di masa mendatang. Beberapa saran tersebut adalah :

1. Melakukan pemeliharaan infrastruktur secara berkala pada perangkat keras dan perangkat lunak yang ada.
2. Merapihkan kabel-kabel instalasi jaringan internet di beberapa titik yang masih terlihat tidak rapi dan rawan akan gangguan hewan seperti tikus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. M. Rizky, M. P. Pratiwi, A. Chairunnisa, I. A. Aiko, and A. Ariesmansyah, "E-Government: Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas Pelayanan Publik di Indonesia," *Andre Ariesmansyah Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 1, pp. 2070–2089, 2025, [Online]. Available: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative%0AE-Government>:
- [2] O. Setiawan, M. Syahroni, and P. Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Lhokseumawe, "Implementasi Failover Dengan Metode Recursive Gateway Pada Jaringan Local Area Network (Lan) Berbasis Router Mikrotik Rb951Ui," *J. Tektro*, vol. 05, no. 02, pp. 153–157, 2021.
- [3] A. Perdana and A. Wibowo, "Implementasi Load Balancing Dan Link Redundancy Network Dengan 2 Isp Menggunakan Routing Di Mikrotik Router," *Sienna*, vol. 3, no. 2, pp. 37–47, 2022, doi: 10.47637/sienna.v3i2.679.
- [4] A. Anton and A. Irman, "Implementasi Load Balance Mikrotik Dual ISP Dengan PCC dan Metode Failover Pada PT. Wahana Ciptasinatria," *J. Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 9–16, 2024, doi: 10.52643/jti.v10i1.4318.
- [5] A. Frihadi, S. Windasari, B. Bagaskoro, M. Dama, and A. A. Rotib, "Analisis Performa Load Balancing Menggunakan PCC Method pada MikroTik Router," *J. Ekselenta*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2025.
- [6] T. Rahman, S. Sumarna, and H. Nurdin, "Analisis Performa RouterOS MikroTik pada Jaringan Internet," *INOVTEK Polbeng - Seri Inform.*, vol. 5, no. 1, p. 178, 2020, doi: 10.35314/isi.v5i1.1308.
- [7] L. Kristanto and M. Raharjo, "Implementasi Jaringan Dengan Load Balancing Dengan Metode Pcc Dan Recursive Route Failover Mikrotik," *Media J. Inform.*, vol. 16, no. 2, p. 226, 2024, doi: 10.35194/mji.v16i2.4520.
- [8] S. H. Sujiliani and S. D. Cahyo, "Analisis Load Balancing Menggunakan Metode Pcc (Per Connection Classifier) Pada Badan Pengelolaan Keuangan Dan Aset Daerah (Bpkad) Kabupaten Bogor," *Comput. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2023, [Online]. Available: <http://jurnal.bsi.ac.id/index.php/con-science/article/view/1734%0Ahttps://jurnal.bsi.ac.id/index.php/con-science/article/download/1734/1147>
- [9] J. JUTIS, "Jurnal Teknik Informatika Universitas Islam Negeri," *J. Tek. Inform. Unis*, vol. 7, no. 1, 2020, doi: 10.33592/jutis.vol7.iss1.161.
- [10] D. Putra, P. Ahmad, B. Setiawan, and R. A. Ramadhani, *Jaringan Komputer Dasar. Kediri*. 2018.
- [11] Syamsu Muhajir, Terisia Vany, and Masduki Uki, "Buku Ajar Jaringan Komputer Praktid dan mudah Disertai Studi Kasus," *Eureka Media Aksara*, pp. 1–26, 2023, [Online]. Available:

- <https://repository.penerbiteureka.com/publications/564522/buku-ajar-jaringan-komputer-praktis-mudah-disertai-studi-kasus>
- [12] S. H. Wibowo *et al.*, *Teknologi Jaringan Nirkabel*. 2022.
- [13] F. Teknik, S. Tinggi, T. Wastukencana, and J. Barat, “Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana Jl. Cikopak No.53, Sadang, Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia,” vol. 2, pp. 215–228, 2024.
- [14] S. K. J. Timur, “website sudin kominfotik jakarta timur,” <https://kominfotikjt.jakarta.go.id/struktur>. [Online]. Available: <https://kominfotikjt.jakarta.go.id/>
- [15] T. Mahmud, S. Ibtisum, and S. M. S. Hossain, “A Comprehensive Survey on SmartNIC,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 187, no. 13, pp. 28–32, 2025, doi: 10.5120/ijca2025925183.
- [16] J. I. Teknik *et al.*, “Perancangan Jaringan Lan Di Sekolah Menggunakan Cisco Packet Tracer Dan Protocol Routing Ospf,” vol. 3, no. 4, pp. 242–248, 2024.
- [17] R. Nur Afif, *Teknologi Dan Manajemen Jaringan Komputer*, I., vol. 32, no. 3. Gowa: Alauddin University Press, 2021. [Online]. Available: <https://ebooks.uin-alauddin.ac.id/>
- [18] B. Putri, M. N. Makarim, and M. R. Ridho, “Analisis Arsitektur Jaringan Pada Topologi Bus Analisis dan Pembahasan,” *J. Tek. Inform. dan Terap.*, vol. 2, no. 2, pp. 33–37, 2024.
- [19] Elpi Purnamasari, Dafairro Abbil Gunawan, Sandi Rahyadi, Bryant Reza Pahlevi, and Didik Aribowo, “TCP-IP Menggunakan Topologi Ring,” *Jupiter Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 3, pp. 34–40, 2024, doi: 10.61132/jupiter.v2i3.276.
- [20] A. M. Saprizal, G. Amori, Syarifuddin, Zaid, and N. Anisa, “ANALISIS IMPLEMENTASI TOPOLOGI STAR DAN HYBRID STUDI KASUS JARINGAN MULTIMEDIA SARI MULIA ANALYSIS OF STAR AND HYBRID TOPOLOGY IMPLEMENTATION CASE STUDY OF SARI Pendahuluan Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah mengadopsi infrastru,” *J. Komputer, Jar. dan Internet*, vol. 3, no. 1, pp. 116–120, 2024.
- [21] N. Mei *et al.*, “Arsitektur Jaringan Menggunakan Topologi Tree Cisco Packet Tracer jaringan secara simulasi . Pada dasarnya Cisco Packet Tracer ini digunakan sebagai media Jaringan Komputer satu dengan yang lainnya . Perangkat yang dapat dihubungkan tidak terbatas pada ko,” *J. Ris. Sist. Inf. dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 3, 2024.
- [22] M. Naufal Musyafa, A. Human Sukma, S. Auzi, and D. Kiswanto, “Analisis Performa Routing Ospf Pada Topologi Hybrid Star-Mesh Dan Topologi Tree Menggunakan Gns3,” vol. 11, no. 2, pp. 186–195, 2025.
- [23] M. F. Asnawi, “Aplikasi Konfigurasi Mikrotik Sebagai Manajemen,” *Ppkm I*,

- vol. 42–48, no. ISSN 2614-3763, pp. 42–48, 2018.
- [24] A. Izzaturrahmah, M. Tahir, N. Hariri, and H. U. A. Putra, “Implementasi dan Evaluasi Monitoring pada Jaringan Lokal Berbasis Mikrotik Menggunakan Visualisasi Graphing dan Graph,” *Digit. Transform. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 143–149, 2025, doi: 10.47709/digitech.v5i1.5883.
- [25] Sekretariat Daerah Provinsi DKI Jakarta, “Lampiran XIX Pergub No 57 Tahun 2022,” 2022.
- [26] S. Surono, G. Setiarso, and S. Hadi, “Implementation of Failover Recursive Gateway and Load Balancing PCC Method on Internet Networks at Universitas Semarang,” *J. Artif. Intell. Softw. Eng.*, vol. 5, no. 1, p. 36, 2025, doi: 10.30811/jaise.v5i1.6337.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

I. Biodata Mahasiswa

Nama : Muhammad Faizal
Nim : 12210559
Tempat & Tanggal Lahir : Jakarta, 26 Maret 1990
Alamat Lengkap : Jl. Kebantenan V, Cilincing, Jakarta Utara 14130
No. Hp : 081281935526
E-Mail : mhmmdfaizal26@gmail.com
Kewarganegaraan : Indonesia

II. Pendidikan Formal

- 1) SDN 02 Semper Timur Jakarta Utara (1996 – 2002)
- 2) SMPN 266 Jakarta Utara (2002 – 2005)
- 3) SMAN 73 Jakarta Utara (2005-2008)

Pendidikan Non Formal

- 1) BLK Las Condet, Jakarta Timur (2013 – 2015)

III. Riwayat pengalaman berorganisasi/pekerjaan


- 1) Engineer on site (EOS) di Dinas Komunikasi, Informatika, dan Statistik
Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (April 2024 – Oktober 2025)



Jakarta, 9 Januari 2026



Muhammad Faizal

	LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR
	UNIVERSITAS NUSA MANDIRI

NIM : 12210559
 Nama Lengkap : Muhammad Faizal
 Dosen Pembimbing : Anton, M.Kom
 Judul Tugas Akhir : Implementasi Load Balancing dengan metode PCC dan Failover pada Suku Dinas KOMINFOTIK Walikota Jakarta Timur

No	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1	29-10-2025	Bimbingan Perdana	
2	29-10-2025	Pengajuan Bab I	
3	30-10-2025	Revisi Bab I	
4	25-11-2026	Acc Bab I dan Pengajuan Bab II	
5	25-11-2025	Acc Bab II dan Pengajuan Bab III	
6	27-11-2025	Revisi Bab III	
7	07-01-2026	Acc Bab III dan Pengajuan Bab IV	
8	09-01-2026	Revisi Bab IV	
9	09-01-2026	Acc Bab IV dan Pengajuan Bab V	
10	09-01-2026	Acc Keseluruhan	

Catatan untuk Dosen Pembimbing.

Bimbingan Tugas Akhir

- Dimulai pada tanggal : 29 Oktober 2025
- Diakhiri pada tanggal : 09 Januari 2026
- Jumlah pertemuan bimbingan : 10 Kali Pertemuan

Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


(Anton, M.Kom)

SURAT KETERANGAN RISET



PEMERINTAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA
DINAS KOMUNIKASI, INFORMATIKA DAN STATISTIK
SUKU DINAS KOMUNIKASI, INFORMATIKA DAN STATISTIK
KOTA ADMINISTRASI JAKARTA TIMUR

Jalan Dr. Sumarno Pulogebang Gedung Blok B1 Lt. 1 dan Lt. 3 Telp/Fax (021) 4800509
Website : timur.jakarta.go.id email : kominfotikjt@jakarta.go.id
J A K A R T A

Kode Pos : 13950

SURAT KETERANGAN RISET/PKL

Nomor : 1339/K1.03.01 Jakarta, 28 November 2025
Sifat : Penting
Lampiran : 1 (satu) lembar
Hal : Surat Keterangan Selesai Riset/PKL
a.n Muhammad Faizal

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hadi R. Soemarto
NIP : 197802142011011004
Jabatan : Kepala Seksi Infrastruktur Digital
Perusahaan/Instansi : Suku Dinas Komunikasi Informatika dan Statistik Kota Adm.
Jakarta Timur

Dengan ini menerangkan bahwa, yang tersebut di bawah ini :

Nama : Muhammad Faizal
NIM : 12210559
Prodi : Informatika (S1)
Perusahaan/Instansi : Universitas Nusa Mandiri

Adalah benar telah melakukan *Riset/PKL* pada **Suku Dinas Komunikasi, Informatika dan Statistik Kota Administrasi Jakarta Timur** terhitung sejak 10 November 2025 sampai dengan 28 November 2025, dan yang bersangkutan telah melaksanakan tugasnya dengan baik dan penuh tanggung jawab.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan benar, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kepala Seksi Infrastruktur Digital
Suku Dinas Komunikasi, Informatika dan
Statistik Kota Administrasi Jakarta Timur



Hadi R. Soemarto

NIP : 197802142011011004

LAMPIRAN

Lampiran C Bukti Hasil Pengecekan Plagiarisme

turnitin Page 2 of 79 - Integrity Overview Submission ID: trmsid::9618:106909702

18% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 16% Internet sources
- 5% Publications
- 15% Submitted works (Student Papers)

Lampiran D Bukti Submit/Publish Artikel Ilmiah

PKP Serahkan Artikel × Pernyataan Privasi | JITK (Jurnal Ilmiah) × | +

izard/2?submissionId=8161#step-2

Serahkan Artikel

1. Mulai 2. Unggah Naskah 3. Masukkan Metadata 4. Konfirmasi 5. Langkah Berikutnya

File Naskah [Q. Cari](#) [Unggah File](#)

30072-1	muhammad-faizal-12210559, Jurnal-Tugas-Akhir.docx	Januari 15, 2026	File Utama Naskah
---------	---	------------------	-------------------

[Simpan dan lanjutkan](#) [Batal](#)

Platform & workflow by OJS / PKP