

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN 2 ISP
MENGUNAKAN METODE PCC SERTA FAILOVER
DI SMP NEGERI 4 SINGARAJA**



OLEH

Joseph Extrada Neno

NIM 2015051094

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2025

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN 2 ISP
MENGUNAKAN METODE PCC SERTA FAILOVER
DI SMP NEGERI 4 SINGARAJA**

SKRIPSI

**Diajukan kepada
Universitas Pendidikan Ganesha
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Pendidikan Teknik Informatika**

OLEH

Joseph Extrada Neno

NIM 2015051094

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK INFORMATIKA

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN

UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA

SINGARAJA

2025

SKRIPSI

**DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN
MEMENUHI SYARAT – SYARAT UNTUK MENCAPAI
GELAR SARJANA PENDIDIKAN**

Menyetujui,

Pembimbing 1,



Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T.,M.T
NIP. 199105152020121003

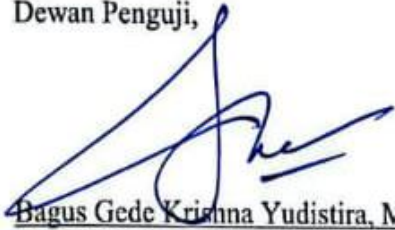
Pembimbing 2,



Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.
NIP. 198307252008011008

Skripsi oleh Joseph Extrada Neno
telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal 11 Februari 2025

Dewan Penguji,



Bagus Gede Kristina Yudistira, M.Kom.

(Ketua)

199208122024061003



I Ketut Purnanawan, S.Kom., M.Kom.

(Anggota)

197905112006041004



Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T., M.T

(Anggota)

199105152020121003



Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.

(Anggota)

198307252008011008

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
Guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar sarjana Pendidikan

Pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 25 MAR 2025



Mengetahui,

Ketua Ujian,

Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 1982111200812 001

Sekretaris Ujian,

Dr. phil., Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng.
NIP 198502152008122007

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan



Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T.
NIP. 197912012006041001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“OPTIMALISASI PENGGUNAAN 2 ISP MENGGUNAKAN METODE PCC SERTA FAILOVER DI SMP NEGERI 4 SINGARAJA”** beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam Masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko sanksi yang dijatukan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Singaraja, 07. Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



Joseph Extrada Neno

NIM. 2015051094

KATA PERSEMBAHAN

Dengan penuh syukur kepada Allah Bapa yang Maha Kasih, yang telah menganugerahkan hikmat dan kekuatan-Nya, sehingga penelitian skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Semoga damai sejahtera Allah yang melampaui segala akal senantiasa menyertai kita semua, penelitian skripsi ini saya dedikasikan kepada :

ORANG TUA TERCINTA (JERALDO NENO & ANI MARIATI)

Yang telah memberikan kasih sayang yang tulus, membimbing, dan mendukung penulis dengan penuh moral maupun material. Terima kasih atas semangat, motivasi, dukungan, dan doa yang telah diberikan dalam setiap Langkah yang penulis ambil. Terima kasih sudah menjadi api penyemangat penulis dalam menyelesaikan studi S1 ini.

SAUDARA TERSAYANG (YOHAN BINTARI NENO & ABRAHAM ANTON APRILIO NENO)

Yang selalu mendukung, menghibur, dan menyemangati penulis dalam menyelesaikan studi S1.

DOSEN PEMBIMBING DAN STAF DOSEN PTI (Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T.,M.T dan Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs.)

Yang telah membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi ini

REKAN-REKAN SEPERJUANGAN

Rena Wati , Kadek Dedi Krisma Prayudi, Yang selalu mendukung, menemani, mendengarkan semua keluh kesah, memotivasi dengan penuh kasih sayang ketika saya mengalami kesusahan saat mengerjakan skripsi ini.

MOTTO

“

**From dreams, to plans,
then to reality**

”



PRAKATA

Puji syukur penyusun panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat Nya-lah, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **”OPTIMALISASI PENGGUNAAN 2 ISP MENGGUNAKAN METODE PCC SERTA FAILOVER DI SMP NEGERI 4 SINGARAJA”**. Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana dalam bidang Pendidikan Teknik Informatika di Universitas Pendidikan Ganesha.. Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan baik berupa moral maupun material dari berbagai pihak. Untuk itu, dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan sarana dan prasarana selama peneliti mengikuti proses perkuliahan.
2. Dr. Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan motivasi yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. Putu Hendra Suputra, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika atas motivasi yang diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. phil., Dessy Seri Wahyuni, S.Kom., M.Eng. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Informatika yang telah memberikan dukungan, arahan, saran serta motivasi kepada peneliti dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Gede Arna Jude Saskara, S.T., M.T, selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk dan motivasi penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Dr. Ir. I Made Gede Sunarya, S.Kom., M.Cs., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Bagus Gede Krishna Yudistira, M.Kom., selaku Penguji I yang telah memberikan bimbingan yang sangat membantu penulis dalam memahami dan menyelesaikan penelitian skripsi ini.
8. I Ketut Purnamawan, S.Kom., M.Kom., selaku Penguji II yang telah memberikan bimbingan yang sangat membantu penulis dalam memahami dan menyelesaikan penelitian skripsi ini.
9. Kepala Sekolah beserta jajaran Guru dan Pegawai SMP Negeri 4 Singaraja yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di sekolah tersebut
10. Rekan – rekan mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Informatika angkatan 2020 yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada peneliti dalam penyusunan skripsi ini.
11. Keluarga saya yang selalu memberikan motivasi, dukungan, serta doa dalam penyusunan skripsi ini..
12. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang tersaji dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan kemampuan yang penulis miliki. Untuk itu demi kesempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan segala kritik maupun saran yang sifatnya membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua khususnya bagi pengembangan dunia pendidikan.

Singaraja, 20 Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	HALAMAN
PRAKATA	vii
ABSTRAK	xii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Manfaat	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kajian Pustaka	8
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Jaringan Komputer	12
2.2.2 Topologi Jaringan Komputer	12
2.2.3 Internet Service Provider (ISP)	14
2.2.4 Menejemen Bandwith	14
2.2.5 <i>Load Balancing</i>	14
2.2.6 Per Connection Classifier (PCC)	15
2.2.7 Failover	17

2.2.8 Router MikroTik	17
2.2.9 Simple Queue	17
2.2.10 Quality of Service.....	18
2.2.11 Traceroute	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Metodologi PPDIOO.....	23
3.1.1 Fase <i>Prepare</i> (Persiapan)	24
3.1.2 Fase <i>Plan</i> (Perencanaan)	25
3.1.3 Fase <i>Design</i> (Desain)	25
3.1.4 Fase <i>Implement</i> (Implementasi)	25
3.1.5 Fase <i>Operate</i> (Operasional)	26
3.1.6 Fase <i>Optimize</i> (Optimalisasi)	27
3.2 Sumber Data dan Metode Pengumpulan Data	27
3.2.1 Sumber Data.....	27
3.2.2 Metode Pengumpulan Data	27
3.3 Instrumen Perancangan dan Pembuatan Sistem.....	28
3.3.1 Perangkat keras	28
3.4 Skema pengujian <i>Failover</i> , QOS, dan <i>Tracerout</i>	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 HASIL	31
4.1.1 Fase <i>Prepare</i> (Persiapan)	31
4.1.2 Fase <i>Plan</i> (Perencanaan)	34
4.1.3 Fase <i>Design</i> (Desain)	37
4.1.4 Fase <i>Implement</i> (Implementasi)	39
4.1.4.1 Konfigurasi Dasar Hotspot MikroTik	40

4.1.4.2 Konfigurasi PCC (Per Connection Classifier).....	48
4.1.4.3 Konfigurasi Manajemen Bandwidth Metode Simple Queue.....	58
4.1.4.4 Konfigurasi Failover.....	59
4.1.5 Fase <i>Operate</i> (Operasional)	62
4.1.5.1 Speed Test Sebelum Implementasi Optimalisasi Jaringan	62
4.1.5.2 Traffic Setelah Implementasi Load Balancing PCC (Per Connection Classifier)	63
4.1.5.3 Trafik Setelah Implementasi Manajemen Bandwidth Metode Simple Queue	69
4.1.5.4 Tracerout Test.....	72
4.1.5.5 Failover Test.....	73
4.1.5.6 Analisa Kualitas Jaringan Menggunakan Parameter Quality of Service	77
4.1.5.7 Perbandingan Metode PCC Dan ECMP.....	93
4.2 PEMBAHASAN	95
BAB V PENUTUP.....	102
5.1 Kesimpulan.....	102
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA	104
Lampiran	109

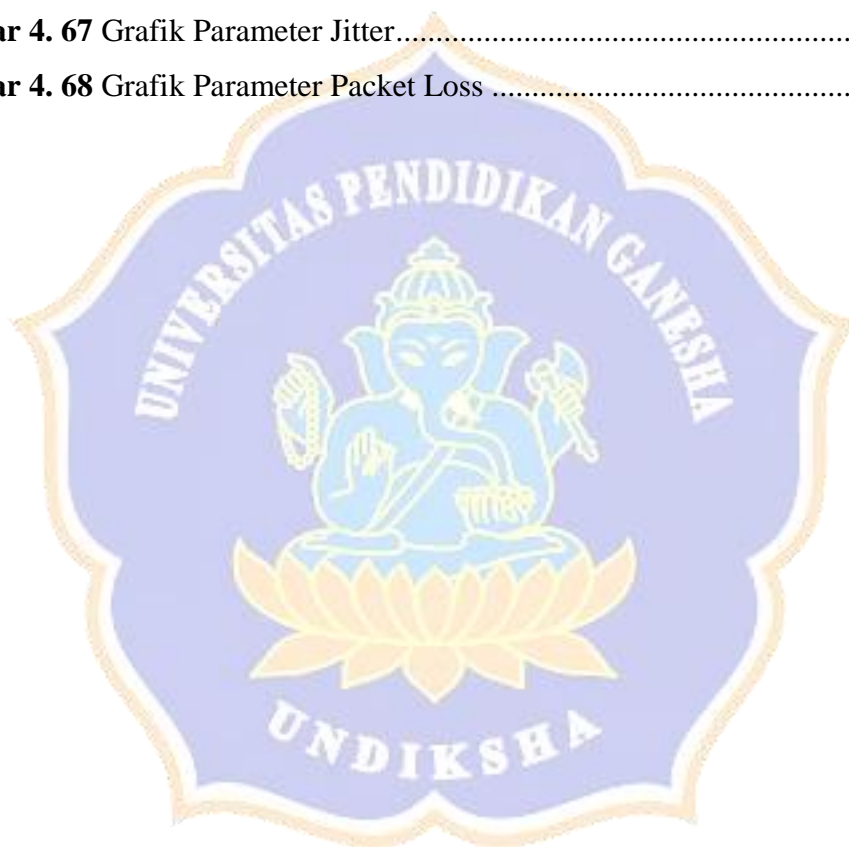
DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 3. 1 Metodologi PPDIOO	23
Gambar 3. 2 Skema pengujian Failover, QOS, dan Tracerout	29
Gambar 4. 1 Topologi Jaringan SMP NEGERI 4 SINGARAJA	32
Gambar 4. 2 TOPOLOGI PCC	34
Gambar 4. 3 Topologi jaringan PCC dan Failover	37
Gambar 4. 4 Ilustrasi Penempatan Perangkat Jaringan	38
Gambar 4. 5 Penempatan Mikrotik pada LAB TIK1	39
Gambar 4. 6 Setting IP ISP2	40
Gambar 4. 7 Login WINBOX	41
Gambar 4. 8 Konfigurasi IP Address	41
Gambar 4. 9 Konfigurasi Gateway	42
Gambar 4. 10 Konfigurasi DNS	43
Gambar 4. 11 IP Pool	43
Gambar 4. 12 IP DHCP Network	44
Gambar 4. 13 Konfigurasi DHCP Server	45
Gambar 4. 14 Konfigurasi NAT Rule	46
Gambar 4. 15 Konfigurasi Hotspot Server Profiles	46
Gambar 4. 16 Konfigurasi Hotspot Server	47
Gambar 4. 17 Tampilan Login Hotspot Mobile Dan Desktop	48
Gambar 4. 18 Konfigurasi User Profile Guru Dan Siswa	48
Gambar 4. 19 Konfigurasi User Guru Dan Siswa	49
Gambar 4. 20 Konfigurasi Address Lists Client Hotspot	50
Gambar 4. 21 Konfigurasi Address Lists Konten	50
Gambar 4. 22 Konfigurasi Firewall Mangel Mark Routing	52
Gambar 4. 23 Konfigurasi Firewall Mangle Mark Connection Upload	53
Gambar 4. 24 Konfigurasi Firewall Mangle Mark Packet Upload	54
Gambar 4. 25 Konfigurasi Firewall Mangle Mark Connection Download	55
Gambar 4. 26 Konfigurasi Firewall Mangle Mark Packet Download	55
Gambar 4. 27 Memetakan Jalur dengan Route Rules Pada ISP Konten	56

Gambar 4. 28 Konfigurasi Perent Queue.....	57
Gambar 4. 29 Menambahkan Peren Queues pada User Profil	58
Gambar 4. 30 Konfigurasi Limitasi Bandwidth Simple Queue.....	58
Gambar 4. 31 Pembuatan Route IP Backup ISP2-DEFAULT	59
Gambar 4. 32 Pembuatan Route IP Backup ISP1-KONTEN.....	60
Gambar 4. 33 Pembuatan Script Netwatch ISP1 Default.....	60
Gambar 4. 34 Pembuatan Script Netwatch ISP2 Konten	61
Gambar 4. 35 Trafik Akses Default GURU Dapodik	64
Gambar 4. 36 Trafik Akses Default GURU Zoom.....	64
Gambar 4. 37 Trafik Akses Default SISWA Dapodik	65
Gambar 4. 38 Trafik Akses Default SISWA Zoom.....	65
Gambar 4. 39 Trafik Akses Facebook GURU.....	66
Gambar 4. 40 Trafik Akses Instagram GURU	66
Gambar 4. 41 Trafik Akses Telegram GURU	67
Gambar 4. 42 Trafik Akses TikTok GURU	67
Gambar 4. 43 Trafik Akses Youtube GURU	67
Gambar 4. 44 Trafik Akses Facebook SISWA.....	68
Gambar 4. 45 Trafik Akses Instagram SISWA	68
Gambar 4. 46 Trafik Akses Telegram SISWA.....	68
Gambar 4. 47 Trafik Akses TikTok SISWA	69
Gambar 4. 48 Trafik Akses Youtube SISWA	69
Gambar 4. 49 Trafik Limit Bandwidth Konten Guru.....	70
Gambar 4. 50 Trafik Limit Bandwidth Konten Siswa	70
Gambar 4. 51 Trafik Limit Bandwidth Default Guru.....	71
Gambar 4. 52 Trafik Limit Bandwidth Default Siswa	71
Gambar 4. 53 Traceroute Test Google.com dan Youtube.com	72
Gambar 4. 54 Uji Failover ISP1 Dan ISP2 ON.....	73
Gambar 4. 55 Uji Failover ISP1 OFF Dan ISP2 ON.....	73
Gambar 4. 56 Uji Failover ISP1 ON Dan ISP2 OFF	74
Gambar 4. 57 Transmisi ketika ISP 1 Mati	75
Gambar 4. 58 Transmisi ketika ISP 1 Aktif Kembali.....	75

Gambar 4. 59 Transmisi ketika ISP 2 Mati	76
Gambar 4. 60 Transmisi ketika ISP 2 Aktif Kembali.....	76
Gambar 4. 61 Pengujian menggunakan 20 User Aktif.....	77
Gambar 4. 62 Full Load PCC	93
Gambar 4. 63 Full Load ECMP	94
Gambar 4. 64 Trafik ISP1 Dan ISP2	98
Gambar 4. 65 Grafik Parameter Troughput.....	99
Gambar 4. 66 Grafik Parameter Delay	100
Gambar 4. 67 Grafik Parameter Jitter.....	100
Gambar 4. 68 Grafik Parameter Packet Loss	100



DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Table 2. 1 Keterangan Throughput (Sumber: TIPHON).....	19
Table 2. 2 Keterangan Delay (Sumber: TIPHON)	19
Table 2. 3 Keterangan Jitter (Sumber: TIPHON).....	20
Table 2. 4 Keterangan Packet Loss (Sumber: TIPHON)	21
Tabel 3. 1 Perangkat Keras.....	28
Tabel 4. 1 IP Local	33
Tabel 4. 2 Data Website LOAD BALANCING PCC	34
Tabel 4. 3 Limitasi Bandwidth ketika mengakses konten.....	35
Tabel 4. 4 Hasil SpeedTest Pada Line ISP1 Dan ISP2	62
Tabel 4. 5 Manajemen Bandwidth ISP1	63
Tabel 4. 6 Test QOS ISP1	78
Tabel 4. 7 Test QOS ISP2	80
Tabel 4. 8 Test QOS User Hotspot Guru.....	82
Tabel 4. 9 Test QOS User Hotspot Siswa	84
Tabel 4. 10 Pengujian akses default ISP 1 dengan Destination address	87
Tabel 4. 11 Perbandingan Hasil Quality of Service	88
Tabel 4. 12 Rata-Rata Troughput.....	90
Tabel 4. 13 Rata-Rata Delay	91
Tabel 4. 14 Rata-Rata Jitter	92
Tabel 4. 15 Rata-Rata Packet Loss.....	92
Tabel 4. 16 Perbandingan Trafik Bandwidth PCC Dan ECMP	94

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
Lampiran 1. Riwayat Hidup.....	110
Lampiran 2. Surat Izin Observasi.....	111
Lampiran 3. Disposisi Izin Penelitian Pada SMP Negeri 4 Singaraja	112
Lampiran 4. Pedoman Wawancara.....	113
Lampiran 5. Pedoman Observasi.....	114
Lampiran 6. Transkrip Hasil Wawancara.....	115
Lampiran 7. Transkrip Hasil Wawancara.....	117
Lampiran 8. Transkrip Hasil Wawancara.....	118
Lampiran 9. Transkrip Hasil Wawancara Perbandingan PCC Dan ECMP	120
Lampiran 10. Dokumentasi	123
Lampiran 11. Winbox Konfiguration File.....	126

