BUKU TUGAS AKHIR
CAPSTONE DESIGN

PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL RT/RW NET DI DESA GIRIMUKTI JAWA BARAT

Oleh

Iqbal Afriadi / 1101213009

Reza Aditya / 1101210430

Geovani Prihanda Mahkdagasta / 1101213102

PRODI S1 TEKNIK TELEKOMUNIKASI

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS TELKOM

BANDUNG

2025

LEMBAR PENGESAHAN
BUKU CAPSTONE DESIGN

PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL RT/RW NET DI DESA GIRIMUKTI JAWA BARAT

DESIGN AND REALIZATION OF RT/RW NET MODEL IN GIRIMUKTI VILLAGE WEST JAVA

Telah disetujui dan disahkan sebagai bagian dari Capstone Design
Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung

Disusun oleh

Iqbal Afriadi / 1101213009
Reza Aditya / 1101210430
Geovani Prihanda Mahkdagasta / 1101213102

Bandung, 09 Juni 2025
Menyetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Assoc. Prof. Dr. Nachwan Mufti Adriansyah, S.T., M.T.	Ir. Akhmad Hambali, M.T.
NIP. 99730017	NIP. 93670027

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	:	Iqbal Afriadi
NIM	:	101213009
Alamat	:	Jl. Sukabirus Jl. H. Umar No.2, Citeureup, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat
No. Telepon	:	082269906959
Email	:	iqbalafriadi2002@gmail.com

Menyatakan bahwa Buku Capstone Design ini merupakan karya orisinal saya sendiri bersama dengan kelompok Capstone Design saya, dengan judul:

PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL RT/RW NET DI DESA GIRIMUKTI JAWA BARAT

DESIGN AND REALIZATION OF RT/RW NET MODEL IN GIRIMUKTI VILLAGE WEST JAVA

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.

Bandung, 06 Juni 2025

Iqbal Afriadi

1101213009

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	:	Reza Aditya
NIM	:	101210430
Alamat	:	Kp.Cangkuang Kel.Muara Sanding Kec.Garut Kota, Jawa Barat
No. Telepon	:	082119725950
Email	:	ra2479900@gmail.com

Menyatakan bahwa Buku Capstone Design ini merupakan karya orisinal saya sendiri bersama dengan kelompok Capstone Design saya, dengan judul:

PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL RT/RW NET DI DESA GIRIMUKTI JAWA BARAT

DESIGN AND REALIZATION OF RT/RW NET MODEL IN GIRIMUKTI VILLAGE WEST JAVA

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.

Bandung, 06 Juni 2025

Reza Aditya

1101210430

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini

Nama	:	Geovani Prihanda Mahkdagasta
NIM	:	1101213102
Alamat	:	Jl. Sukabirus No.A54, Citeureup, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40257
No. Telepon	:	081368303511
Email	:	geovaniprihanda09@gmail.com

Menyatakan bahwa Buku Capstone Design ini merupakan karya orisinal saya sendiri bersama dengan kelompok Capstone Design saya, dengan judul:

PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL RT/RW NET DI DESA GIRIMUKTI JAWA BARAT

DESIGN AND REALIZATION OF RT/RW NET MODEL IN GIRIMUKTI VILLAGE WEST JAVA

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap kejujuran akademik atau etika keilmuan dalam karya ini atau ditemukan bukti yang menunjukkan ketidakaslian karya ini.

Bandung, 06 Juni 2025

Geovani Prihanda Mahkdagasta

1101213102

ABSTRAK

Akses internet yang stabil dan terjangkau merupakan kebutuhan fundamental bagi masyarakat, khususnya di daerah pedesaan yang sering menghadapi keterbatasan infrastruktur telekomunikasi. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan realisasi model RT/RW Net di Desa Girimukti, Jawa Barat, dengan tujuan menyediakan jaringan internet yang andal dan efisien. Proses perancangan meliputi survei lapangan, analisis kebutuhan, pemilihan topologi, implementasi perangkat keras dan lunak, serta perhitungan kapasitas *bandwidth* untuk memastikan distribusi layanan yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Model RT/RW Net yang diimplementasikan memanfaatkan RouterOS dan Mikrotik Hotspot Monitor (MIKHMON) untuk manajemen *bandwidth*, didukung oleh perangkat pendukung yang dirancang untuk menjangkau wilayah sulit. Solusi ini diharapkan dapat memperluas cakupan internet, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa jaringan ini mampu mendistribusikan *bandwidth* sebesar 1 Mbps per pengguna, mencakup dua rumah secara optimal. Pengujian daya optik menunjukkan kualitas sinyal yang baik dan stabil (rata-rata sebesar -6,82 dBm pada rumah pertama dan -8,17 dBm pada rumah kedua), perhitungan *Link Power Budget* (LPB) mengonfirmasi bahwa sistem tetap berfungsi dengan baik. Evaluasi *Quality of Service* (QoS) berdasarkan standar TIPHON untuk *throughput* (652–940 kbps), *delay* ($<$15 ms), *jitter* ($<$0,01 ms), dan *packet loss* ($\leq$0,1) secara keseluruhan dikategorikan dalam tingkat “Sangat Bagus” dan “Bagus”. Implementasi ini diharapkan dapat mendorong inklusi digital dan meningkatkan aksesibilitas internet di wilayah pedesaan.

Kata kunci : *Access Point*, *Bandwidth*, Internet, RT/RW Net

ABSTRACT

Stable and affordable internet access is a fundamental need for society, especially in rural areas that often face limited telecommunication infrastructure. This research focuses on the design and implementation of an RT/RW Net model in Girimukti Village, West Java, aiming to provide a reliable and efficient internet network. The design process includes field surveys, needs analysis, topology selection, hardware and software implementation, and bandwidth capacity calculation to ensure optimal service distribution tailored to user needs.

The implemented RT/RW Net model utilizes RouterOS and Mikrotik Hotspot Monitor (MIKHMON) for bandwidth management, supported by supplementary devices designed to reach remote areas. This solution is expected to expand internet coverage, improve residents' quality of life, and stimulate local economic development.

Testing results show that the network can distribute 1 Mbps bandwidth per user, covering two households optimally. Optical power measurements indicate good and stable signal quality (averaging -6.82 dBm at the first house and -8.17 dBm at the second house), and Link Power Budget (LPB) calculations confirm the system remains fully functional. Quality of Service (QoS) evaluation based on TIPHON standards—throughput (652–940 kbps), delay (<15 ms), jitter (<0.01 ms), and packet loss (≤0.1)—falls under the "Excellent" and "Good" categories. This implementation is expected to promote digital inclusion and improve internet accessibility in rural areas.

Keywords: Access Point, Bandwidth, Internet, RT/RW Net

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ”PERANCANGAN DAN REALISASI MODEL RT/RW NET DI DESA GIRIMUKTI JAWA BARAT”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, Bandung.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat berbagai kekurangan, baik dalam segi isi maupun penyajiannya. Hal ini tidak terlepas dari keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan atau kekhilafan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, pembaca, serta seluruh pihak yang berkecimpung di dunia pendidikan dan teknologi informasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan semangat, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih khusus penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kesehatan, dan rezeki, sehingga kami dapat menyelesaikan kewajibannya sebagai mahasiswa Strata-1.
2. Nedi Afriadi dan Elesmawat, selaku orang tua dari Iqbal Afriadi selaku penulis, yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi tanpa henti dalam setiap langkah perjalanan pendidikan kami.
3. Andy Miza dan Dwi Juli Astutik. Selaku orang tua, serta adik-adik dari Geovani Prihanda mahkdagasta selaku penulis, yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi tanpa henti dalam setiap langkah perjalanan pendidikan kami.
4. Agus Toni dan Eem Nurjanah, selaku orang tua dari saudara Reza Aditya selaku penulis, yang selalu memberikan doa, semangat, dan motivasi tanpa henti dalam setiap langkah perjalanan pendidikan kami.
5. Assoc. Prof. Dr. Nachwan Mufti Adriansyah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 yang dengan sabar dan tulus membimbing serta memberikan masukan kepada penulis selama proses penulisan.
6. Ir. Akhmad Hambali, M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta waktu yang sangat berarti dalam proses kami dalam menyusun Tugas Akhir ini.
7. Dr. Rustam, S.Si, M.Si, selaku Wali Dosen TT-45-05 yang telah memberikan perhatian dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan.
8. Inda Hidayatullah yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada Geovani Prihanda Mahkdagasta, salah satu dari kami, dalam suka maupun duka selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.

9. Seluruh anggota pemerintahan dan anggota masyarakat Desa Girimukti yang telah bersedia membantu dan memberikan informasi selama proses penelitian berlangsung.

10. Kepada teman-teman seperjuangan AdhyaksaBoys telah menjadi tempat keluh-kesah dan selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

11. Kepada teman-teman seperjuangan yang telah membagi ilmu, keluh-kesah dan tenaga dalam proses perkuliahan serta motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

12. Rekan-rekan di Laboratorium Cyber Physical System atas kerja sama, bantuan teknis, serta lingkungan yang kondusif untuk belajar dan berkembang.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN **i**

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS **ii**

ABSTRAK **v**

ABSTRACT **vi**

KATA PENGANTAR **vii**

UCAPAN TERIMA KASIH **viii**

DAFTAR ISI **x**

DAFTAR GAMBAR **xiv**

DAFTAR TABEL **xvi**

DAFTAR SIMBOL **xvii**

DAFTAR SINGKATAN **xviii**

I USULAN GAGASAN **1**

1.1 Deskripsi Umum Masalah 1

1.1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Analisis Masalah 4

1.2.1 Aspek Pendidikan 5

1.2.2 Aspek Ekonomi 5

1.2.3 Aspek Digitalisasi 5

1.3 Analisis Solusi yang Ada 6

1.4 Tujuan Tugas Akhir 7

1.5 Batasan Tugas Akhir 7

II Tinjauan Pustaka **8**

2.1 Jaringan Internet 8
2.1.1 Cara Kerja Jaringan Internet 8
2.1.1.1 Transmisi Kabel 8
2.1.1.2 *Backbone Network* 9
2.2 Serat Optik 9
2.2.1 Jenis-jenis Kabel Fiber Optik 10
2.2.1.1 *Single-mode Fiber* 10
2.2.1.2 *Multi-mode Fiber* 11
2.2.2 Topologi Jaringan Optik 11
2.2.2.1 *Fiber to the Node* 12
2.2.2.2 *Fiber to the Curb* 13
2.2.2.3 *Fiber to the Building* 13
2.2.2.4 *Fiber to the Home* 13
2.3 Jaringan RT/RW Net 14
2.3.1 Komponen Jaringan RT/RW Net 14
2.3.1.1 ONT Utama/Router ISP 15
2.3.1.2 Router OS 15
2.3.1.3 Kabel LAN 15
2.3.1.4 Kabel Fiber 16
2.3.1.5 Media Konverter 16
2.3.1.6 *Access Point* 16
2.3.2 Perangkat Lunak Pendukung 16
2.3.2.1 Optisystem 7.0 17
2.3.2.2 Google Earth Pro 17
2.3.2.3 Wireshark 18
2.3.2.4 MIKHMON 19
2.3.3 Parameter Kelayakan Jaringan RT/RW Net 20
2.3.3.1 *Link Power Budget* 20
2.3.3.2 *Quality of Service* 21
2.3.4 Penentuan Spesifikasi Jaringan RT/RW Net 23
2.3.4.1 Legalitas dan Aspek Regulasi RT/RW Net 24

III SPESIFIKASI DAN DESAIN SISTEM 26
3.1 Spesifikasi Dan Batasan Sistem 26
3.1.1 Spesifikasi RT/RW Net 26
3.1.1.1 Spesifikasi Sistem RT/RT Net 26
3.1.1.2 Spesifikasi Perangkat Keras RT/RW Net 27
3.1.2 Batasan Sistem RT/RT Net 28

3.2 Desain Sistem 29
3.2.1 Deksripsi Umum Desain 31
3.2.2 Detil Desain 31
3.2.2.1 Komponen Arsitektur Jaringan RT/RW Net 32
3.2.2.2 *Flowchart* Sistem 35
3.2.2.3 Proyeksi Keuangan 36
3.3 Metode Pengukuran yang Sesuai dengan Solusi Terpilih 39
3.3.1 Penentuan Spesifikasi Keandalan Jaringan 40
3.3.1.1 Jangkauan Sinyal 41
3.3.1.2 Daya Sinyal 41
3.3.1.3 *Quality of Service* 42

IV IMPLEMENTASI **43**
4.1 Deskripsi umum implementasi 43
4.1.1 Topologi Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH) 43
4.1.2 Perancangan Jaringan RT/RW Net 44
4.2 Detil Implementasi 46
4.2.1 ONT Utama 47
4.2.2 Router OS 47
4.2.3 HTB A 47
4.2.4 *Drop Core* 47
4.2.5 HTB B 48
4.2.6 *Access Point* 48
4.3 Prosedur Pengoperasian 48
4.3.1 Integrasi Komponen RT/RW Net 48
4.3.2 Pengoprasian Sistem 51
4.3.2.1 Konfigurasi Router OS Dengan Winbox 51
4.3.2.2 Konfigurasi MIKHMON 60
4.3.2.3 Konfigurasi *Access Point* 63

V PENGUJIAN **65**
5.1 Skema Pengujian Sistem 65
5.1.1 *Throughput* 66
5.1.2 *Delay* 67
5.1.3 *Jitter* 67
5.1.4 *Packet Loss* 67
5.2 Detil Pengujian 67
5.2.1 Detil Pengujian Rancangan RT/RW Net 67

5.2.1.1 Detil Pengujian Jaringan Fisik 70
5.2.1.2 Detil Pengujian MIKHMON 72
5.2.1.3 Detil Pengujian Jaringan RT/RW Net 74
5.3 Analisa Hasil Pengujian. 82
5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Perancangan RT/RW Net 82
5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Implementasi RT/RW Net 83
5.3.2.1 Analisis Hasil Pengujian Fisik 83
5.3.2.2 Analisis Hasil Pengujian MIKHMON 83
5.3.2.3 Analisis Hasil Pengujian Jaringan 83
5.3.3 Analisis Minat Pasar RT/RW NET 85
5.4 Rangkuman Hasil Pengujian 88

VI Kesimpulan dan Saran **90**
6.1 Kelebihan dan Kekurangan 90
6.1.1 Kelebihan 90
6.1.2 Kekurangan 90
6.2 Kesimpulan 91
6.3 Saran 92

DAFTAR PUSTAKA **94**

LAMPIRAN **97**

DAFTAR GAMBAR

1.1 Letak geografis Desa Girimukti. 2
1.2 Jumlah pengguna internet di Indonesia 2018 sampai 2024. 3

2.1 Struktur kabel serat optik. 10
2.2 *Single mode fiber*. 11
2.3 *Multi mode fiber*. 11
2.4 Topologi serat optik. 12
2.5 Illustrasi dari Optisystem. 17
2.6 Illustrasi dari Google Earth Pro. 18
2.7 Illustrasi dari Wireshark. 19
2.8 Illustrasi dari Mikhmon. 20

3.1 Alur pengerjaan jaringan RT/RW Net. 30
3.2 Desain sistem RT/RW Net. 31
3.3 Flowchart sistem jaringan RT/RW Net. 35
3.4 Diagram LPB. 40

4.1 Jaringan dan topologi FTTX. 43
4.2 Konfigurasi arsitektur jaringan FTTH. 44
4.3 Perancangan jaringan RT/RW Net. 44
4.4 Blok diagram RT/RW Net. 45
4.5 Perancangan RT/RW Net pada Optisystem. 46
4.6 ONT di kantor desa. 49
4.7 Port pada perangkat Router OS. 49
4.8 Port Integrasi HTB A. 50
4.9 *Drop core* optik. 50
4.10 Integrasi HTB B dengan *access point*. 51
4.11 Koneksi MAC *address*. 52
4.12 Ilustrasi *dashboard* Winbox. 52
4.13 Konfigurasi *user login*. 53
4.14 Gambar *login* ulang. 53

4.15 Pengubahan nama pada perangkat. 53
4.16 Penamaan port ethernet. 54
4.17 Konfigurasi *bridge* pada Mikrotik. 54
4.18 Menambahkan ethernet ke *bridge*. 55
4.19 Penambahan DHCP *client*. 55
4.20 Konfigurasi DNS. 56
4.21 Pengujian konektivitas. 56
4.22 Pemberian IP di bridge. 57
4.23 Konfigurasi NAT. 58
4.24 Konfigurasi hotspot pada MIKHMON. 58
4.25 Penamaan pada DNS. 59
4.26 Konfigurasi SNTP *Client*. 59
4.27 Pembuatan *user login* untuk MIKHMON. 60
4.28 Monitor aktifitas internet melalui Winbox. 60
4.29 Integrasi Router OS pada MIKHMON. 61
4.30 Pengaturan *bandwidth* pada MIKHMON. 62
4.31 *Generate user* pada MIKHMON. 62
4.32 Monitoring penggunaan jaringan. 63
4.33 Tampilan salah satu SSID pada *access point*. 63

5.1 Diagram distribusi jaringan. 65
5.2 Hasil rancangan dengan komponen pengujian. 68
5.3 Hasil pengujian nilai daya pada ONT Utama. 68
5.4 Hasil pengujian nilai daya *drop core* pertama. 69
5.5 Hasil pengujian nilai daya *drop core* kedua. 69
5.6 Rangkaian pada Implementasi Sistem. 70
5.7 Hasil pengujian output HTB A pada rumah pertama. 71
5.8 Hasil pengujian output HTB A pada rumah kedua. 71
5.9 Tampilan *management user*. 72
5.10 Voucher RT/RW Net. 73
5.11 Log aktivitas pada MIKHMON. 73
5.12 Hasil pengujian *throughput*. 76
5.13 Hasil pengujian *delay*. 77
5.14 Hasil pengujian *jitter*. 79
5.15 Hasil pengujian *packet loss*. 81
5.16 *Speed test* jaringan RT/RW Net. 82

DAFTAR TABEL

1.1 Perbandingan Solusi Internet Satelit dan BTS 4G/5G. 6

3.1 Spesifikasi pada sistem RT/RW Net. 27
3.2 Spesifikasi Komponen Jaringan RT/RW Net. 28
3.3 Batasan perancangan RT/RW Net. 29
3.4 Perbandingan *Downstream* dan *Upstream*. 32
3.5 Spesifikasi router OS yang dibutuhkan. 32
3.6 Spesifikasi *copper cable*. 33
3.7 Spesifikasi kabel fiber. 33
3.8 Spesifikasi media *converter*. 34
3.9 Spesifikasi *access point*. 34
3.10 Perhitungan *Bill of Quantity*. 36
3.11 Estimasi Penjualan Voucher Satu RT Per Bulan 37
3.12 Proyeksi Rekap Keuangan 12 Bulanan dan Sisa Investasi Modal Awal 38
3.13 Rekap Saldo Akhir Setelah Pembagian Hasil dengan ISP 39
3.14 Parameter LPB pada perancangan Optisystem. 41

4.1 Jarak antar komponen RT/RW Net. 46

5.1 Standar TIPHON 66
5.2 Tipe data pengujian. 74
5.3 Tabel Analisis Segmentasi Pasar RT/RW Net Desa Girimukti 87

DAFTAR SIMBOL

α_c : Redaman konektor [dB/buah]
α_f : Konstanta redaman serat [dB/km]
α_{total} : Redaman total [dB]
L : Panjang link [km]
n : Jumlah konektor
N_m : Jumlah molekul
P_{rx} : Daya diterima detektor [dBm]
P_{tx} : Daya optik yang dipancarkan dari sumber ujung serat [dBm]
SM : Margin sistem [dB]

DAFTAR SINGKATAN

AP	:	*Access Point*
APJII	:	Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia
BoQ	:	*Bill of Quantity*
CSV	:	*Comma Separated Values*
EPM	:	*Electrical Power Meter*
FTTH	:	*Fiber to the Home*
FTTX	:	*Fiber to the X*
HTB	:	*Hierarchical Token Bucket*
IMD	:	*Institute for Management Development*
IPTV	:	*Internet Protocol Television*
ISP	:	*Internet Service Provider*
ITU	:	*International Telecommunication Union*
LAN	:	*Local Area Network*
LPB	:	*Link Power Budget*
MIKHMON	:	*Mikrotik Hotspot Monitor*
ONT	:	*Optical Network Terminal*
OPM	:	*Optical Power Meter*
QoS	:	*Quality of Service*
RT/RW Net	:	Rukun Tetangga/Rukun Warga *Network*
SNTP	:	*Simple Network Time Protocol*
STO	:	*Sentral Telepon Otomat*
TB	:	*Terminal Blok*
TIPHON	:	*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks*
UMKM	:	Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah
VPN	:	*Virtual Private Network*
VoIP	:	*Voice over Internet Protocol*
WCR	:	*World Competitiveness Ranking*
Wi-Fi	:	*Wireless Fidelity*

BAB I
USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Indonesia memiliki potensi ekonomi digital yang besar. Potensi ini tercermin dari hasil riset *Institute for Management Development* (IMD) dalam laporan *World Competitiveness Ranking* (WCR) tahun 2024, yang menempatkan Indonesia pada peringkat ke-27 dari 67 negara secara global. Peringkat tersebut mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2023, di mana Indonesia berada pada posisi ke-34. Selain itu, daya saing digital Indonesia di kawasan Asia Tenggara berhasil menempati tiga besar setelah Singapura dan Thailand [1]. Data ini menunjukkan bahwa dalam kurun waktu satu tahun, Indonesia mengalami peningkatan signifikan dalam hal daya saing digital secara global.

Meskipun Indonesia memiliki daya saing digital yang cukup kompetitif di tingkat global, infrastruktur telekomunikasi di Indonesia masih belum merata dan belum mampu menjangkau seluruh wilayah. Berdasarkan data dari *International Telecommunication Union* (ITU), tercatat sebanyak 2,6 miliar penduduk dunia masih belum terhubung dengan internet [2]. Secara lebih spesifik, hingga awal tahun 2023, sebanyak 63,51 juta penduduk Indonesia juga belum memiliki akses internet [3]. Salah satu wilayah yang belum sepenuhnya terkoneksi dengan internet adalah Desa Girimukti yang terletak di Provinsi Jawa Barat.

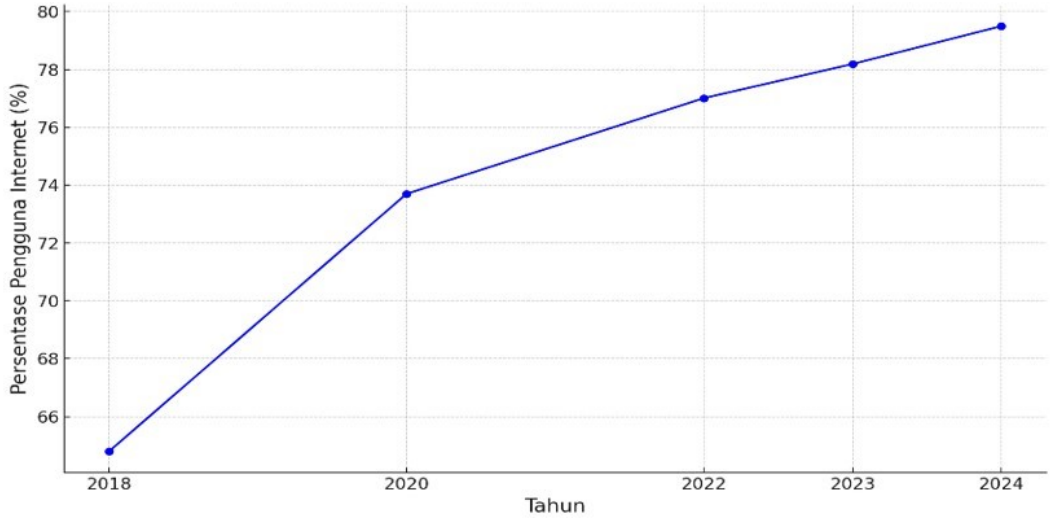
1.1.1 Latar Belakang Masalah

Desa Girimukti, yang berjarak kurang lebih empat jam dari Kota Bandung, terletak di Kecamatan Singajaya, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan data bulan Oktober 2024, desa ini memiliki populasi sekitar 4.707 jiwa dengan luas wilayah mencapai 54,69 km^2 [4]. Beberapa wilayah di desa ini masih menghadapi tantangan dalam penerapan teknologi, sehingga tergolong sebagai desa yang terdampak kesenjangan digital di Indonesia. Peningkatan kepadatan penduduk dari waktu ke waktu menjadi salah satu alasan mengapa kesenjangan digital di wilayah ini perlu segera diatasi, agar masyarakat dapat memperoleh akses terhadap informasi, pendidikan, dan peluang ekonomi yang lebih baik. Melalui pemerataan infrastruktur digital, diharapkan kualitas hidup masyarakat dapat meningkat, perkembangan UMKM lokal dapat didukung, serta peluang kerja yang

lebih luas.

Gambar 1.1 Letak geografis Desa Girimukti.

Berdasarkan Gambar 1.1, terlihat bahwa Desa Girimukti memiliki wilayah geografis yang terletak di daerah pegunungan dengan kondisi hutan yang masih terjaga. Kondisi ini menyebabkan keterbatasan infrastruktur menjadi salah satu faktor utama terhambatnya pemerataan teknologi di wilayah tersebut. Perkembangan teknologi komunikasi dan jaringan, khususnya internet, telah menyediakan berbagai sarana yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas bisnis dan keberlangsungan hidup masyarakat. Teknologi memiliki peran penting dalam mempermudah aktivitas kerja manusia [5]. Selain itu, karena teknologi berkembang seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan, saat ini teknologi sangat dibutuhkan untuk menyebarkan informasi secara luas tanpa batasan geografis [6]. Penggunaan layanan internet melalui jaringan broadband juga menunjukkan peningkatan yang signifikan. Berdasarkan data dari Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII), jumlah pengguna internet di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 221.563.479 dari total populasi sebesar 278.696.200 pada tahun 2023. Hasil Survei Penetrasi Internet Indonesia 2024 yang dirilis oleh APJII menunjukkan bahwa tingkat penetrasi internet di Indonesia meningkat menjadi 79,5%, mengalami kenaikan sebesar 1,4% dibandingkan dengan periode sebelumnya [7].



Gambar 1.2 Jumlah pengguna internet di Indonesia 2018 sampai 2024.

Meskipun Gambar 1.2 menunjukkan peningkatan jumlah pengguna internet yang signifikan di Indonesia setiap tahun, pemerataan akses internet belum tercapai di beberapa wilayah. Hal ini mengindikasikan bahwa kemajuan pesat teknologi komunikasi belum sepenuhnya didukung oleh distribusi infrastruktur jaringan yang merata, sehingga menimbulkan kesenjangan digital antarwilayah

Masyarakat Desa Girimukti, khususnya, belum merasakan akses internet yang merata. Hasil survei menunjukkan bahwa meskipun beberapa wilayah di Kabupaten Garut sudah memiliki penyedia layanan internet (ISP), daftar wilayah layanan aktif ISP per Juli 2023 tidak secara eksplisit menyebutkan Desa Girimukti sebagai area yang terliput penuh [8]. Ini menunjukkan bahwa pemerataan infrastruktur internet belum sepenuhnya mencakup Desa Girimukti. Data dari Kemendikbud juga mendukung hal ini, dengan menyatakan bahwa sekitar lima sekolah di Desa Girimukti, termasuk SD Negeri 04 Girimukti, belum memiliki akses internet sama sekali [9]. Kondisi ini tentu memengaruhi proses belajar mengajar di desa tersebut.

Seperti diketahui, di era digitalisasi saat ini, masyarakat sangat membutuhkan akses internet yang cepat. Agar masyarakat dapat mengakses internet. Layanan internet dapat diperoleh melalui *Internet Service Provider* (ISP). ISP merupakan lembaga atau perusahaan yang menyediakan layanan koneksi internet kepada pengguna, baik individu, bisnis, maupun organisasi. ISP berfungsi sebagai perantara yang memungkinkan pengguna untuk terhubung ke jaringan global internet dengan menyediakan akses melalui berbagai teknologi, seperti broadband, kabel optik, atau layanan lainnya. Oleh karena itu, diperlukan teknologi jaringan yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut.

1.2 Analisis Masalah

Ketersediaan infrastruktur telekomunikasi yang memadai merupakan fondasi utama dalam upaya pengembangan akses internet di daerah terpencil [10]. Hal ini penting untuk mempercepat proses digitalisasi serta meningkatkan efisiensi dan kapasitas layanan internet di tingkat lokal [11]. Sesuai dengan kebutuhan tersebut, permasalahan kesenjangan digital yang masih banyak ditemukan di Indonesia perlu segera diatasi, kesenjangan digital ini dapat meliputi akses internet yang tidak merata, seperti pada daerah pedesaan yang belum merasakan dampak baik dari teknologi. Dampak serius dapat ditimbulkan melalui permasalahan kesenjangan ini, salah satu dampaknya adalah terbatasnya kesempatan masyarakat untuk berkembang secara sosial dan ekonomi. Upaya pengembangan akses internet bertujuan untuk mengurangi kesenjangan digital antara wilayah perkotaan dan pedesaan, sehingga diharapkan dapat mewujudkan inklusi digital yang menyeluruh. Lebih lanjut, ketersediaan akses internet yang merata diyakini mampu meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui kemudahan dalam memperoleh informasi, pendidikan, layanan kesehatan, serta peluang ekonomi [12].

Hal ini sejalan dengan tujuan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi lokal melalui pemanfaatan teknologi digital dalam berbagai sektor, seperti pertanian, UMKM, dan industri kreatif [13]. Tujuan lainnya meliputi pengoptimalan penggunaan jaringan komunitas sebagai solusi alternatif penyediaan internet, serta peningkatan partisipasi aktif masyarakat dalam era digital, baik dalam konteks sosial, ekonomi, maupun pemerintahan [14].Untuk mengatasi masalah ini, kebijakan yang direkomendasikan adalah memprioritaskan investasi dan subsidi untuk infrastruktur digital, dengan fokus khusus pada masyarakat berpenghasilan rendah [15], meskipun ada inisiatif kebijakan yang dibuat pemerintah, biaya penyebaran pita lebar di daerah pedesaan tetap lebih mahal daripada di daerah perkotaan [16].

Salah satu bentuk konkret pemanfaatan teknologi digital yang dapat langsung dirasakan oleh masyarakat adalah melalui pengembangan infrastruktur internet berbasis komunitas atau teknologi lokal. Dengan adanya jaringan lokal, diharapkan masyarakat dapat memperoleh akses internet yang lebih terjangkau dan andal, sehingga mampu memperluas peluang ekonomi, meningkatkan literasi digital, serta memperkuat konektivitas antarwarga di tingkat lokal. Sehingga dalam bagian analisis masalah ini terdapat aspek-aspek yang dipertimbangkan dalam penerapan jaringan, yaitu meliputi:

1.2.1 Aspek Pendidikan

Kemampuan individu dalam mengoperasikan perangkat teknologi menjadi aspek krusial untuk memastikan pemanfaatan internet secara optimal. Rendahnya tingkat literasi digital umumnya berkaitan erat dengan rendahnya tingkat pendidikan di suatu wilayah. Di daerah terpencil, para pendidik sering kali mengalami keterbatasan akses terhadap pelatihan dan pengembangan profesional, yang berdampak langsung pada kualitas proses pembelajaran. Akibatnya, peserta didik di wilayah tersebut berpotensi tidak memperoleh pengalaman belajar yang setara dengan peserta didik di daerah lain. Ketimpangan ini pada akhirnya dapat memengaruhi capaian pendidikan serta menghambat peluang karier mereka di masa depan [17].

1.2.2 Aspek Ekonomi

Kesenjangan digital dapat berdampak serius pada aspek ekonomi, hal ini akan memengaruhi kesejahteraan masyarakat dalam memperoleh informasi dan ilmu pengetahuan. Keterbatasan dalam mengakses informasi ini dapat memutus peluang ekonomi bagi individu atau wilayah yang mengalami kesenjangan digital [18]. Individu yang kurang memiliki kemampuan digital akan kesulitan untuk mengakses pekerjaan dengan penghasilan yang lebih baik, pada akhirnya berdampak pada laju pembangunan di suatu wilayah [19].

1.2.3 Aspek Digitalisasi

Ketidakmerataan infrastruktur telekomunikasi di Indonesia memperburuk kesenjangan digital antara perkotaan dan pedesaan. Keterbatasan akses internet ini memberikan dampak yang krusial dalam mendorong ekonomi berbasis digital [20], hal ini dapat menghambat masyarakat di daerah terpencil untuk menikmati manfaat digitalisasi, seperti layanan *e-government*, *e-commerce*, pendidikan daring, dan ekonomi berbasis internet. Selain itu, kurangnya infrastruktur menghalangi pengembangan sektor-sektor penting seperti pendidikan dan kesehatan. Keterbatasan literasi digital dan keterampilan teknologi di wilayah tersebut juga memperlambat adopsi teknologi, sehingga keterbatasan infrastruktur mengakibatkan rendahnya literasi dan keterampilan digital.

1.3 Analisis Solusi yang Ada

Dalam upaya mengatasi kesenjangan digital di wilayah pedesaan, berbagai solusi telah dikembangkan untuk mendukung pemerataan akses internet. Pemilihan solusi ini tidak hanya didasarkan pada aspek teknis, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi biaya, kemudahan implementasi, serta keberlanjutan sistem dalam jangka panjang. Umumnya, solusi yang tersedia memerlukan perancangan dan penyesuaian terhadap kebutuhan lokal, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Setiap pendekatan solusi memiliki kelebihan dan keterbatasan; sebagai contoh, beberapa solusi mungkin cocok untuk wilayah yang sulit diakses, namun memiliki biaya relatif tinggi dan membutuhkan pengelolaan teknis yang lebih kompleks. Oleh karena itu, pemilihan solusi perlu dilakukan secara komprehensif agar sesuai dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat setempat. Hal ini penting untuk menjamin bahwa solusi yang diterapkan tidak hanya mampu menghadirkan akses internet, tetapi juga dapat berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup masyarakat melalui akses informasi, pendidikan, dan peluang ekonomi yang lebih merata. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai karakteristik masing-masing solusi, Tabel 1.1 menyajikan perbandingan solusi yang tersedia berdasarkan aspek teknis dan operasional.

Tabel 1.1 Perbandingan Solusi Internet Satelit dan BTS 4G/5G.

Aspek Solusi	Internet Satelit	BTS 4G/5G
Infrastruktur	Butuh satelit dan terminal di bumi, biasanya antena parabola.	Butuh menara BTS dan jaringan kabel ke pusat.
Keandalan Sistem	Rentan cuaca buruk seperti hujan dan badai.	Stabil di kota, menurun di area terpencil atau padat.
Biaya	Lebih mahal untuk pemasangan dan langganan.	Umumnya lebih murah dengan paket data fleksibel.
Coverage	Menjangkau daerah terpencil tanpa infrastruktur.	Terbatas pada area dengan menara BTS.
Manajemen	Dikelola pusat, pengguna hanya pasang perangkat.	Perlu pengelolaan infrastruktur lokal oleh operator.
Perawatan	Perawatan mahal di sisi satelit, minim di pengguna.	Perlu pemeliharaan rutin oleh operator.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi jaringan RT/RW Net yang efisien dan terjangkau di wilayah pedesaan, dengan studi kasus di Desa Girimukti. Tujuan utama dari inisiatif ini adalah untuk menghadirkan akses internet yang merata sebagai solusi terhadap kesenjangan digital yang masih terjadi di daerah terpencil. Diharapkan, penerapan jaringan ini tidak hanya mempercepat proses digitalisasi, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas hidup, akses informasi, serta mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat lokal yang terdampak secara langsung.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Perancangan tugas akhir ini memiliki beberapa batasan signifikan yang perlu diperhatikan. Cakupan wilayah jaringan RT/RW Net terbatas hanya pada area Desa Girimukti, dengan penyesuaian terhadap kebutuhan spesifik masyarakat setempat. Dari sisi anggaran, perencanaan dilakukan secara efisien dengan mempertimbangkan spesifikasi perangkat yang relevan dan sesuai dengan anggaran yang tersedia. Alokasi bandwidth dibatasi berdasarkan kapasitas awal yang tersedia dari access point yang digunakan dalam lingkungan RT/RW Net. Selain itu, pemilihan perangkat menjadi batasan karena kualitas dan model perangkat yang dipilih dapat memengaruhi performa jaringan secara keseluruhan. Terakhir, faktor eksternal, seperti kondisi cuaca ekstrem, menjadi batasan penting karena dapat menimbulkan interferensi yang berdampak pada stabilitas koneksi jaringan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jaringan Internet

Internet secara harfiah berarti *interconnected network*, yaitu sistem jaringan komputer yang saling terhubung secara global dengan menggunakan protokol standar seperti *Transmission Control Protocol/Internet Protocol* (TCP/IP). Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia, internet adalah "jaringan komunikasi elektronik yang menghubungkan jaringan komputer dan fasilitas komputer yang terorganisasi di seluruh dunia melalui telepon atau satelit". Dengan demikian, jaringan internet mencakup berbagai jenis jaringan seperti privat, publik, akademik, bisnis, dan pemerintahan yang terintegrasi dalam satu sistem komunikasi global.

2.1.1 Cara Kerja Jaringan Internet

Jaringan internet beroperasi dengan mentransmisikan data dalam bentuk paket menggunakan protokol TCP/IP. Data dikemas menjadi unit-unit kecil dan dikirimkan melalui perangkat jaringan seperti router, switch, dan media transmisi hingga mencapai tujuan. Komponen fisik utama dalam jaringan ini dijelaskan sebagai berikut.

2.1.1.1 Transmisi Kabel

Kabel merupakan komponen penting dalam jaringan internet karena berfungsi sebagai media transmisi untuk mengirimkan data antarperangkat. Terdapat tiga jenis kabel yang umum digunakan.

- Kabel *twisted pair* adalah kabel yang terdiri atas dua konduktor yang dipilin secara bersamaan untuk mengurangi gangguan elektromagnetik. Kabel ini banyak digunakan pada jaringan lokal *Local Area Network* (LAN), terutama pada kategori UTP (*Unshielded Twisted Pair*) seperti Cat5e dan Cat6.
- Kabel koaksial memiliki inti tembaga yang dilapisi oleh isolator, pelindung logam, dan lapisan luar. Jenis kabel ini digunakan dalam distribusi televisi kabel dan pernah menjadi media transmisi utama dalam jaringan internet awal.

- Kabel serat optik (*fiber optic*) merupakan media transmisi berkecepatan tinggi yang menggunakan cahaya sebagai pembawa sinyal. Kabel ini memiliki kapasitas lebar pita yang sangat besar dan tahan terhadap interferensi, sehingga umum digunakan dalam jaringan berskala besar seperti pusat distribusi dan jaringan milik penyedia layanan internet.

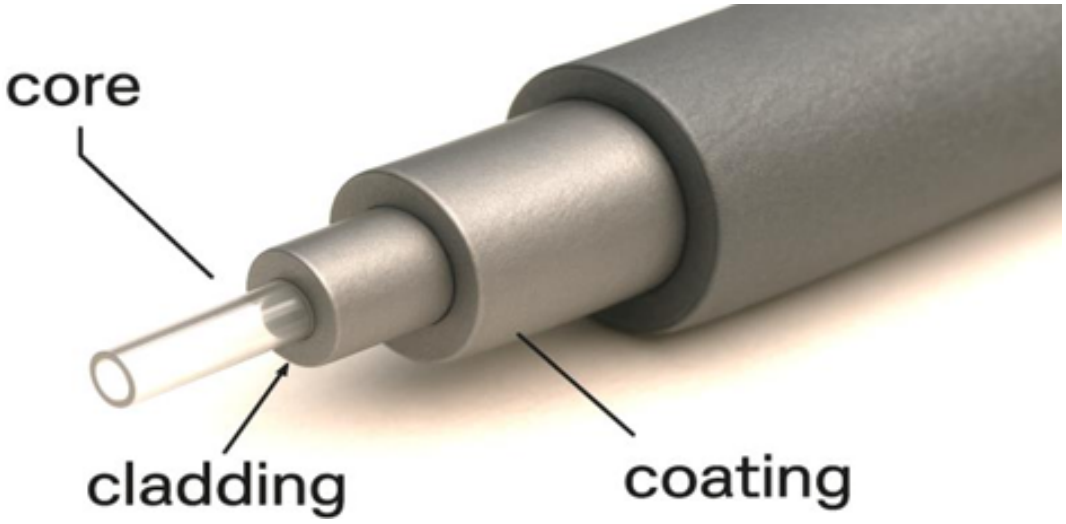
2.1.1.2 *Backbone Network*

Backbone network adalah infrastruktur utama yang menjadi tulang punggung dalam sistem jaringan internet. Jaringan ini menghubungkan berbagai jaringan lokal *Local Area Network* (LAN) dan jaringan area luas *Wide Area Network* (WAN) dalam skala nasional maupun internasional. Karakteristik utama dari jaringan ini adalah kapasitas transmisi data yang sangat besar dan tingkat keandalan yang tinggi.

Infrastruktur *backbone* biasanya dibangun dengan menggunakan kabel serat optik berkapasitas tinggi yang menghubungkan pusat data, penyedia layanan internet *Internet Service Provider* (ISP), dan titik pertukaran data seperti *Internet Exchange Point* (IXP).

2.2 Serat Optik

Serat optik merupakan media transmisi canggih yang terbuat dari untaian kaca atau plastik, yang memanfaatkan prinsip pantulan cahaya internal untuk mentransmisikan data secara efisien. Struktur fundamental serat optik terdiri dari tiga lapisan utama: inti (*core*), selubung, dan lapisan pelindung. Inti serat, yang merupakan bagian terdalam berupa serat kaca tipis, berfungsi sebagai jalur utama tempat cahaya berpropagasi, memungkinkan transmisi sinyal optik. Selubung (*cladding*) adalah lapisan luar yang mengelilingi inti, dengan fungsi krusial memantulkan kembali cahaya yang terpancar agar tetap berada di dalam inti, sehingga meminimalkan kehilangan sinyal. Sementara itu, lapisan pelindung (*buffer coating*) adalah selubung plastik eksternal yang dirancang untuk melindungi serat optik dari kerusakan fisik, seperti lengkungan berlebihan, serta gangguan lingkungan eksternal, termasuk kelembaban. Pada gambar 2.1 mengilustrasikan struktur dari serat optik



Gambar 2.1 Struktur kabel serat optik.

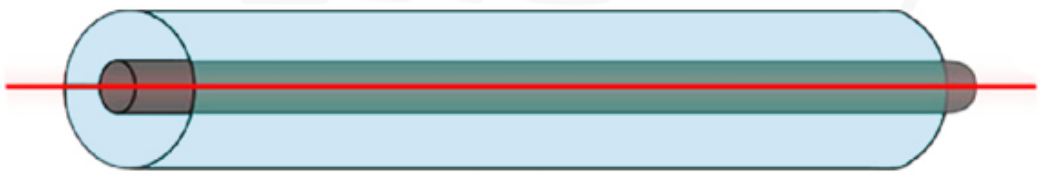
2.2.1 Jenis-jenis Kabel Fiber Optik

Serat optik dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah mode cahaya yang dapat merambat di dalam inti serat. Berdasarkan hal tersebut, fiber optik dibedakan menjadi dua jenis utama.

2.2.1.1 *Single-mode Fiber*

Serat optik *single-mode* merupakan salah satu jenis media transmisi optik yang dirancang untuk mentransmisikan cahaya melalui satu jalur propagasi atau dengan mode tunggal. Teknologi ini menggunakan inti serat dengan diameter yang sangat kecil, umumnya berkisar antara 8 hingga 10 mikrometer, sehingga hanya memungkinkan satu mode cahaya untuk merambat di sepanjang serat. Karakteristik tersebut mampu mengeliminasi efek dispersi antar-mode, yang memungkinkan transmisi data dengan lebar pita (*bandwidth*) yang lebih tinggi serta jangkauan transmisi yang lebih jauh dibandingkan dengan serat optik *multi-mode*. Meskipun demikian, serat *single-mode* memiliki lebar spektral yang sempit, sehingga membutuhkan sumber cahaya dengan tingkat koherensi tinggi, seperti *laser diode*, yang secara teknologi lebih kompleks dan memiliki biaya yang lebih mahal.

Umumnya, serat *single-mode* digunakan untuk mentransmisikan cahaya inframerah dengan panjang gelombang antara 1300 hingga 1550 nanometer. Diameter inti yang sangat kecil, sekitar 9 mikrometer atau setara dengan 0,00035 inci, menjadi faktor utama dalam memastikan transmisi mode tunggal yang efisien dan stabil. Gambar 2.2 menampilkan serat optik berjenis *single mode*.

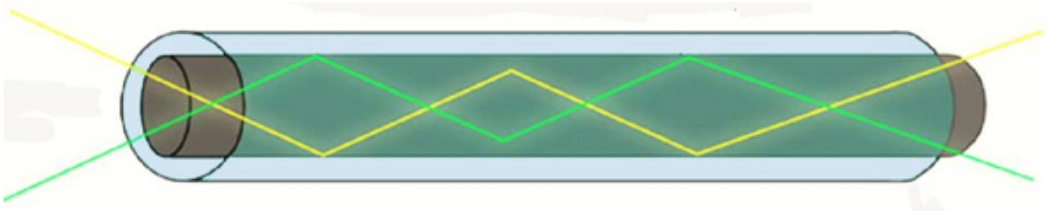


Gambar 2.2 *Single mode fiber*.

2.2.1.2 *Multi-mode Fiber*

Serat optik *multi-mode* merupakan salah satu jenis media transmisi cahaya dalam sistem komunikasi optik yang memungkinkan propagasi cahaya melalui berbagai jalur atau mode secara simultan. Pada serat ini, cahaya mengalami pemantulan secara berulang di sepanjang inti serat hingga mencapai ujung penerima. Teknologi ini memungkinkan terbentuknya hingga ratusan mode cahaya yang berbeda, tergantung pada diameter inti serta nilai *Numerical Aperture* (NA), yang merepresentasikan kemampuan serat dalam menerima cahaya dari sumber. Secara struktural, serat optik *multi-mode* memiliki inti dengan ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan serat *single-mode*, yaitu berkisar antara 50 hingga 100 mikrometer.

Ukuran inti yang lebih besar ini memberikan kemudahan dalam proses penyambungan (*splicing*) maupun penyelarasan (*alignment*), serta memungkinkan penggunaan sumber cahaya yang lebih ekonomis seperti *Light Emitting Diode* (LED). Meskipun demikian, keberadaan banyak mode propagasi dapat menyebabkan dispersi antar-mode, yang pada akhirnya membatasi jarak dan kecepatan transmisi jika dibandingkan dengan serat optik *single-mode*. Gambar 2.3 menampilkan serat optik berjenis *multi mode*.



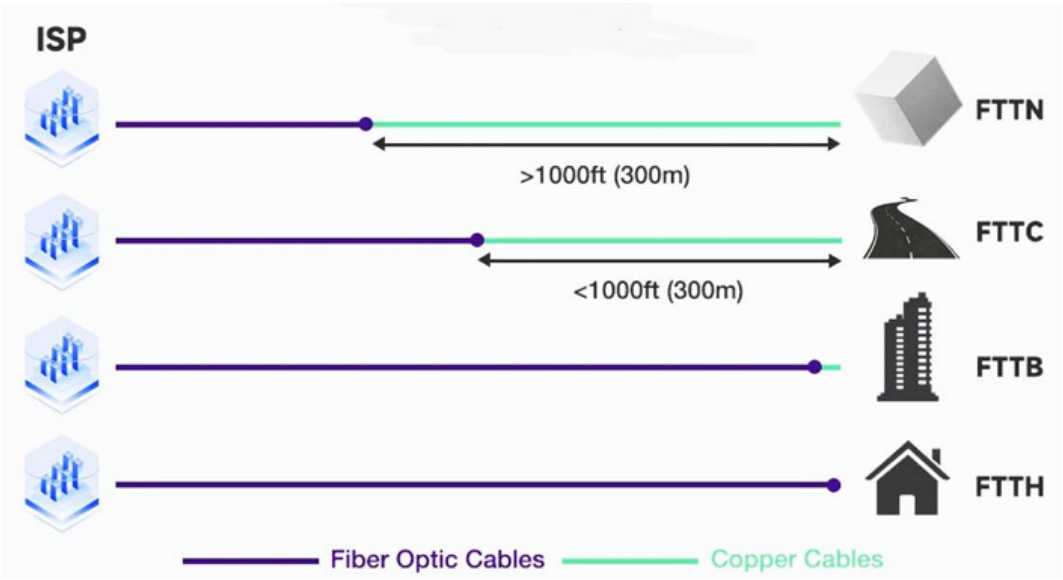
Gambar 2.3 *Multi mode fiber*.

2.2.2 Topologi Jaringan Optik

Topologi jaringan optik, yang sering disebut dengan *Fiber to the X* (FTTx), merupakan arsitektur jaringan berbasis serat optik yang dirancang untuk

menghubungkan pusat layanan dengan pelanggan akhir. Arsitektur ini menggunakan infrastruktur optik yang melibatkan lebih dari satu perangkat aktif. Perangkat aktif utama umumnya ditempatkan di sisi pusat layanan dan berfungsi untuk mengubah sinyal listrik menjadi sinyal optik, yang kemudian ditransmisikan melalui media serat optik menuju perangkat distribusi di sisi pelanggan.

Implementasi FTTx memiliki berbagai variasi tergantung pada titik akhir serat optik tersebut, seperti *Fiber to the Home* (FTTH), *Fiber to the Building* (FTTB), dan *Fiber to the Curb* (FTTC). Masing-masing jenis implementasi memiliki karakteristik teknis serta jangkauan transmisi yang spesifik, yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, kondisi geografis, dan pertimbangan efisiensi biaya. berikut diilustrasikan pada gambar 2.4 adalah gambaran dari macam-macam topologi serat optik.



Gambar 2.4 Topologi serat optik.

2.2.2.1 *Fiber to the Node*

Fiber to the Node (FTTN) merupakan salah satu pendekatan dalam pengembangan jaringan serat optik, di mana infrastruktur serat ditarik hingga ke titik distribusi (*node*) yang berada di dekat kawasan pelanggan. Titik ini berfungsi sebagai pusat distribusi sinyal menuju beberapa pelanggan sekaligus. Jumlah pelanggan yang dapat dijangkau dalam satu *node* umumnya lebih banyak, menjadikan arsitektur ini efisien untuk penyebaran layanan dalam skala yang luas dengan biaya implementasi yang lebih rendah dibandingkan dengan pendekatan *end-to-end fiber*.

2.2.2.2 *Fiber to the Curb*

Fiber to the Curb (FTTC) merupakan gabungan antara jaringan serat optik dan jaringan tembaga. Dalam implementasinya, kabel serat hanya ditarik hingga titik distribusi yang berada dekat dengan trotoar atau tepi jalan (*curb*). Selanjutnya, distribusi ke rumah pelanggan dilakukan menggunakan kabel tembaga. Arsitektur ini cocok diterapkan di lingkungan yang padat atau kawasan pelanggan yang terkonsentrasi dalam satu area terbatas.

FTTC biasanya menggunakan perangkat yang disebut *Multi-Service Access Node* (MSAN), yang berfungsi untuk melayani pelanggan eksisting yang masih menggunakan media transmisi tembaga. Perangkat MSAN ini umumnya ditempatkan tidak jauh dari *Optical Distribution Cabinet* (ODC) untuk memastikan efisiensi dan kestabilan sinyal.

2.2.2.3 *Fiber to the Building*

Fiber to the Building (FTTB) merupakan salah satu bentuk arsitektur jaringan serat optik di mana kabel serat ditarik hingga ke ruang distribusi internal sebuah bangunan, seperti gedung perkantoran, kompleks apartemen, atau fasilitas komersial lainnya. Implementasi arsitektur ini didorong oleh tingginya permintaan terhadap layanan konvergensi digital yang dikenal sebagai *triple play services*, yaitu layanan akses internet berkecepatan tinggi, komunikasi suara melalui jaringan telepon tetap (PSTN), serta siaran video atau televisi kabel, yang semuanya disalurkan melalui satu infrastruktur jaringan dalam cakupan gedung.

2.2.2.4 *Fiber to the Home*

Fiber to the Home (FTTH) adalah arsitektur jaringan komunikasi berbasis serat optik di mana media transmisi ditarik langsung hingga ke dalam rumah pelanggan. Titik konversi sinyal optik terletak di dalam rumah, kemudian disambungkan dengan terminal pelanggan melalui kabel tembaga *indoor* dalam jarak pendek, biasanya hanya beberapa puluh meter.

FTTH dapat dianggap sebagai pengganti dari *terminal blok* (TB) pada jaringan tradisional. Jenis jaringan lokal akses berbasis serat ini banyak digunakan di lingkungan permukiman atau residensial. Sementara itu, pada lingkungan bisnis dan komersial, arsitektur FTTB dan FTTC lebih sering digunakan karena sesuai dengan kebutuhan infrastruktur gedung dan kepadatan pengguna.

2.3 Jaringan RT/RW Net

RT/RW Net merupakan bentuk jaringan komunitas yang dirancang untuk menyediakan akses internet dengan biaya rendah melalui kerja sama antarwarga di lingkungan tingkat Rukun Tetangga (RT) atau Rukun Warga (RW). Konsep ini muncul sebagai respons atas keterbatasan infrastruktur internet di wilayah perdesaan atau terpencil, di mana operator besar belum menjangkau secara optimal [21]. Umumnya, RT/RW Net menggunakan perangkat jaringan seperti router, *access point*, dan switch yang dikelola secara mandiri oleh masyarakat atau pengelola lokal. Keunggulan utama dari konsep ini terletak pada efisiensi biaya, fleksibilitas pengelolaan, serta kemampuan adaptasi terhadap kebutuhan lokal. Namun demikian, tantangan seperti keterbatasan kapasitas *bandwidth*, pengelolaan kualitas layanan (*Quality of Service*), serta pemeliharaan teknis masih menjadi isu utama yang perlu diperhatikan demi keberlanjutan jaringan [22], [21].

Keberadaan RT/RW Net menjadi semakin relevan ketika dihadapkan pada realitas kesenjangan digital, yakni kondisi ketimpangan akses terhadap teknologi informasi dan komunikasi antara kelompok masyarakat. Permasalahan utama yang muncul dari kondisi ini adalah keterbatasan dalam memanfaatkan potensi kemajuan digital secara optimal, baik oleh individu maupun komunitas. Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi komunikasi dalam beberapa tahun terakhir, serta evolusi yang terus berlanjut pada internet dan jaringan komputer, kebutuhan akan koneksi internet yang stabil dan terjangkau menjadi semakin mendesak. Internet telah berkembang menjadi sarana utama dalam memperoleh informasi, pengetahuan, serta menjalankan aktivitas sosial dan ekonomi [23]. Oleh karena itu, peningkatan kualitas dan keandalan layanan internet merupakan hal yang krusial untuk mengakomodasi ketergantungan masyarakat yang semakin tinggi terhadap internet sebagai media utama dalam kehidupan sehari-hari [24].

2.3.1 Komponen Jaringan RT/RW Net

Komponen-komponen ini memiliki peran penting dalam menyalurkan koneksi dari titik pusat layanan ke perangkat pengguna akhir atau pelanggan. Selain itu, komponen ini juga berfungsi untuk menjangkau berbagai titik jaringan secara efisien dan stabil. Adapun komponen-komponen yang digunakan dalam sistem distribusi akan dijelaskan pada bagian berikut.

2.3.1.1 ONT Utama/Router ISP

Komponen krusial dalam perancangan jaringan RT/RW Net karena berperan sebagai gerbang utama yang menghubungkan jaringan lokal ke jaringan global. Perangkat ini berfungsi sebagai penyedia akses internet utama yang diperoleh dari ISP dan memainkan peran penting dalam menjaga kestabilan koneksi. Melalui penerapan pengaturan *Quality of Service* (QoS), router ISP memungkinkan pembagian *bandwidth* secara efisien di antara pengguna. Oleh karena itu, dalam perancangannya, pemilihan router harus mempertimbangkan kapasitas dan spesifikasi teknis yang sesuai dengan jumlah pengguna serta kebutuhan *bandwidth*, guna menjamin kinerja jaringan tetap optimal dan andal.

2.3.1.2 Router OS

Router OS merupakan sistem operasi berbasis Linux yang diinstal pada perangkat router MikroTik maupun perangkat berbasis x86 lainnya. Sistem ini menyediakan berbagai fitur jaringan yang mendukung pengelolaan dan pengaturan koneksi secara efisien, seperti manajemen *bandwidth*, firewall, routing, dan VPN. Dalam konteks perancangan jaringan RT/RW Net, Router OS berperan sebagai komponen inti yang memastikan distribusi *bandwidth* dilakukan secara adil dan sesuai kebutuhan tiap pengguna. Melalui fitur *Queue Management*, sistem ini mampu mengatur alokasi *bandwidth* secara efektif, sementara fitur *Monitoring* memungkinkan pemantauan lalu lintas jaringan secara *real-time*. Untuk menjaga keamanan jaringan, Router OS juga dilengkapi dengan sistem firewall yang dapat menangkal potensi ancaman eksternal. Selain itu, ketersediaan fitur VPN memungkinkan koneksi aman bagi pengguna yang mengakses jaringan dari lokasi berbeda. Dengan fleksibilitas dan fungsionalitas yang dimiliki, Router OS menjadi solusi andal dalam mewujudkan performa jaringan yang stabil dan terjaga.

2.3.1.3 Kabel LAN

Kabel LAN digunakan untuk menghubungkan perangkat jaringan dalam jarak yang relatif dekat. Kabel ini mendukung protokol komunikasi yang digunakan oleh sistem *Router OS* dan umumnya diaplikasikan dalam jaringan lokal berskala kecil. Dari segi biaya, kabel LAN lebih ekonomis dibandingkan dengan kabel serat optik, sehingga menjadi pilihan yang efisien dalam perancangan jaringan dengan kebutuhan jangkauan terbatas.

2.3.1.4 Kabel Fiber

Serat fiber menjadi media transmisi utama yang digunakan dalam pengimplementasian jaringan RT/RW Net, mentransmisikan data dalam bentuk cahaya dengan kecepatan tinggi dan dalam jarak yang jauh, kabel ini terdiri dari serat kaca halus yang dirancang untuk memantulkan cahaya secara internal, sehingga memungkinkan data berpindah tanpa gangguan elektromagnetik.

2.3.1.5 Media Konverter

Media konverter merupakan perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan dua jenis media transmisi jaringan yang berbeda, khususnya dalam proses konversi sinyal elektrik menjadi sinyal optik. Keberadaan perangkat ini sangat penting dalam integrasi sistem jaringan yang menggunakan media berbeda, karena memungkinkan konektivitas antar perangkat dengan karakteristik dan standar yang tidak seragam. Dengan demikian, media konverter memberikan fleksibilitas dalam pengembangan dan perluasan infrastruktur jaringan.

2.3.1.6 *Access Point*

Access Point (AP) adalah perangkat yang berfungsi sebagai jembatan antara jaringan kabel dan perangkat nirkabel dalam infrastruktur RT/RW Net. AP memungkinkan perangkat seperti laptop, smartphone, dan tablet untuk terhubung ke jaringan tanpa perlu menggunakan kabel fisik. Dalam implementasi ini, pemilihan *Access Point* yang tepat menjadi krusial untuk memastikan cakupan sinyal yang luas serta kecepatan koneksi yang stabil bagi pengguna. AP yang digunakan harus mendukung standar Wi-Fi terbaru agar dapat memberikan kecepatan tinggi serta mengurangi latensi dalam jaringan. Selain itu, fitur seperti *Multiple* SSID dan pengaturan VLAN dapat digunakan untuk memisahkan segmen jaringan, sehingga meningkatkan keamanan serta efektivitas manajemen jaringan. Beberapa AP juga dilengkapi dengan fitur *Power over Ethernet* (PoE), yang memungkinkan perangkat mendapatkan daya langsung dari kabel jaringan tanpa memerlukan sumber listrik tambahan, sehingga mempermudah proses instalasi di berbagai lokasi.

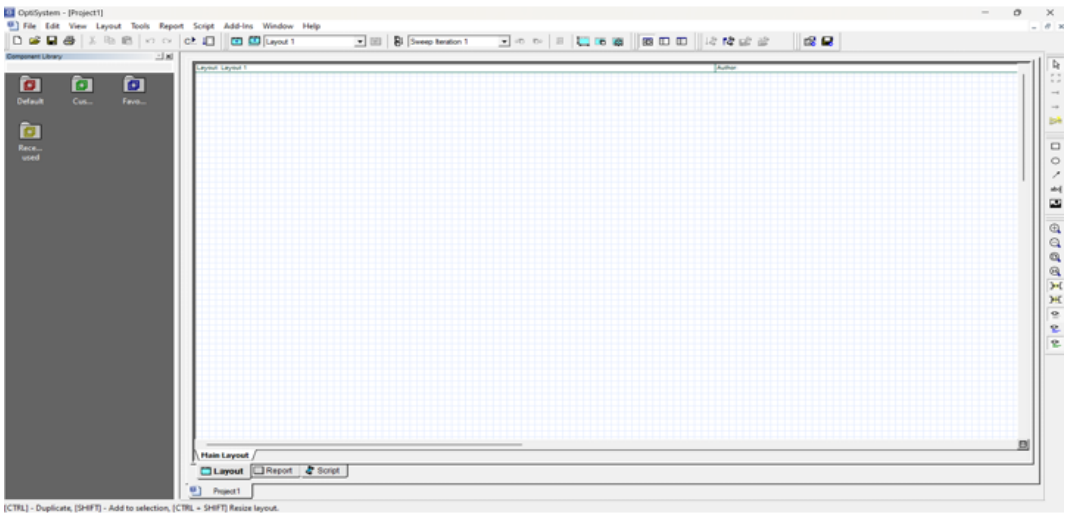
2.3.2 Perangkat Lunak Pendukung

Menggunakan serta memanfaatkan berbagai perangkat lunak untuk mendukung proses analisis, simulasi, visualisasi data, dan pemantauan jaringan. Penggunaan perangkat lunak ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi hasil, efisiensi

kerja, serta memperdalam analisis terhadap aspek-aspek teknis yang dikaji dalam perancangan jaringan RT/RW Net.

2.3.2.1 Optisystem 7.0

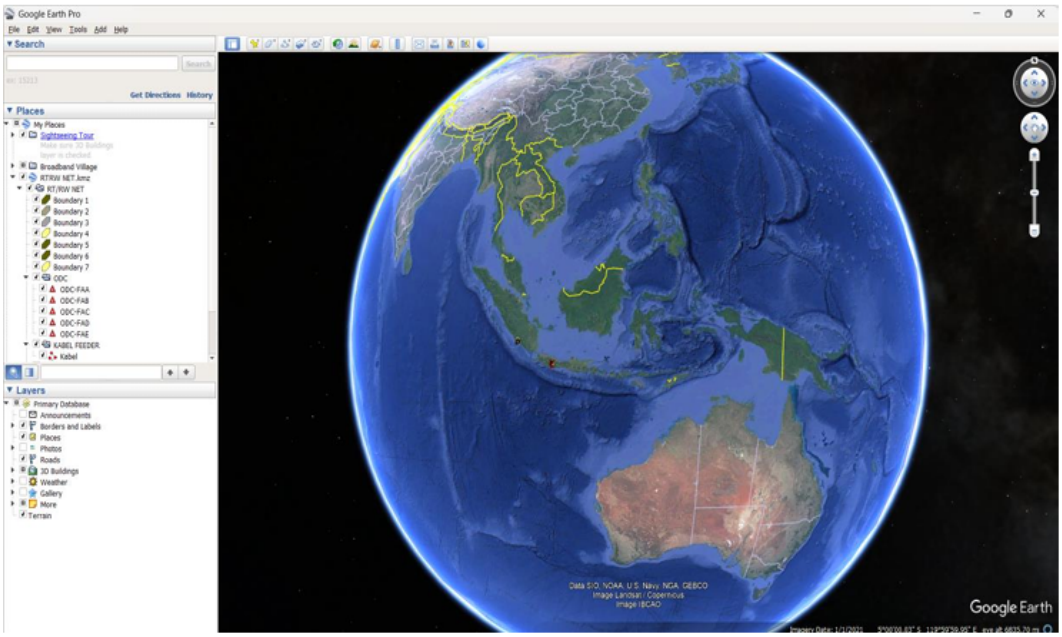
OptiSystem merupakan perangkat lunak desain komprehensif yang difungsikan untuk perancangan, pengujian, dan simulasi tautan optik, dengan penekanan utama pada lapisan transmisi jaringan optik modern. Instrumen ini memungkinkan dilakukannya analisis terperinci terhadap beragam parameter krusial dalam sistem komunikasi optik, yang esensial untuk evaluasi performa dan optimalisasi desain [25]. Pada gambar 2.5 mengilustrasikan tampilan dari perangkat lunak Optisystem.



Gambar 2.5 Illustrasi dari Optisystem.

2.3.2.2 Google Earth Pro

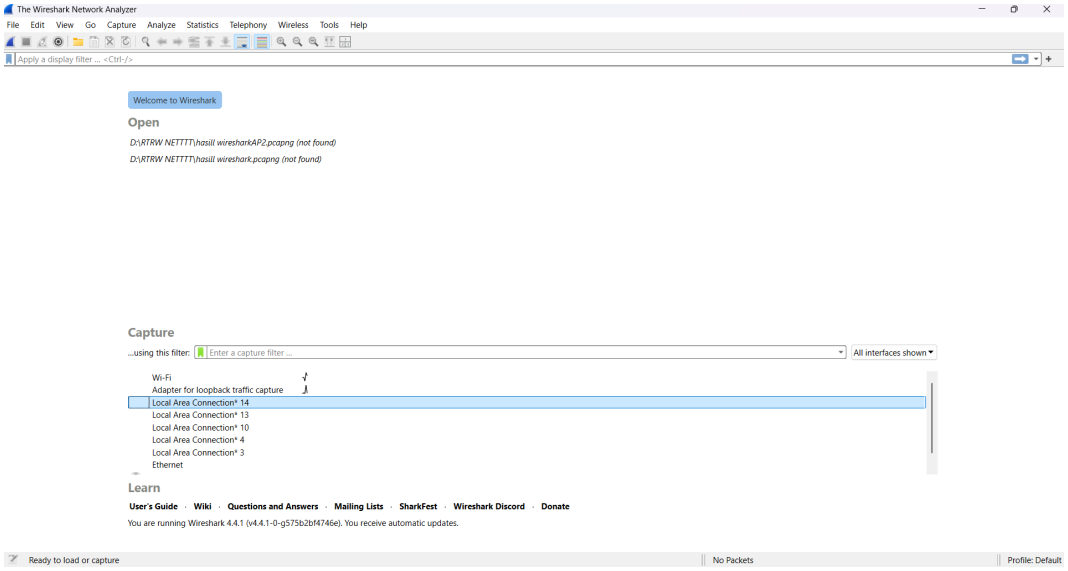
Google Earth menyediakan platform interaktif untuk visualisasi data geospasial, memungkinkan pengguna untuk menjelajahi citra satelit, peta, medan, dan bangunan 3D di seluruh dunia, yang sangat berguna dalam tahap awal pengumpulan data spasial dan pemahaman konteks geografis suatu area studi. Aplikasi ini dapat digunakan untuk eksplorasi struktur alam dan buatan manusia secara detail melalui citra satelit dan tampilan tiga dimensi, bahkan hingga tingkat jalanan untuk perencanaan dan asesmen dampak lingkungan [26]. Pada gambar 2.6 mengilustrasikan tampilan dari perangkat lunak Google Earth Pro.



Gambar 2.6 Illustrasi dari Google Earth Pro.

2.3.2.3 Wireshark

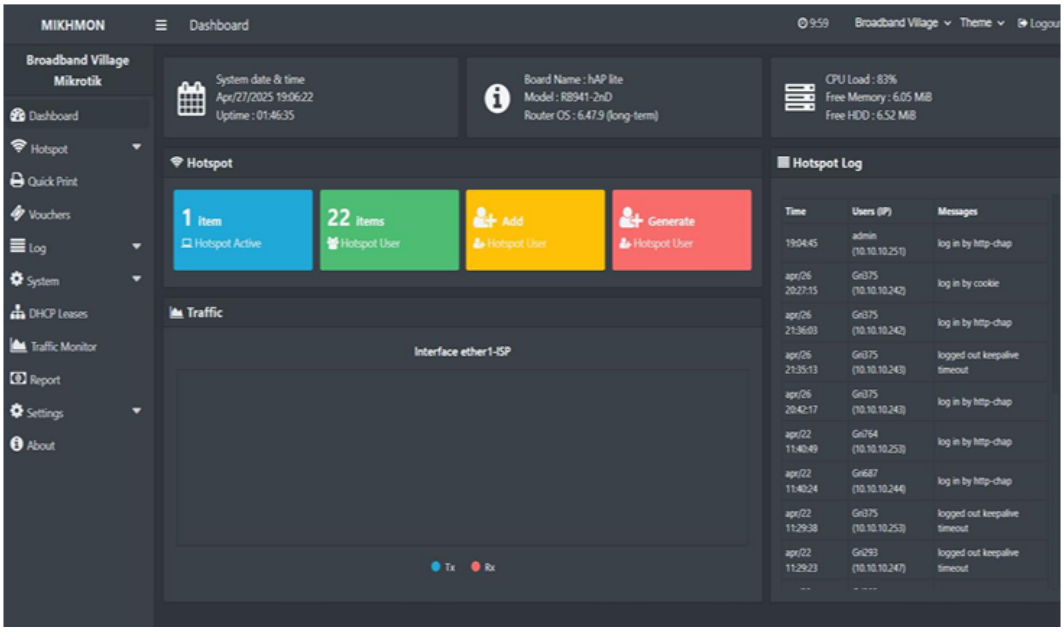
Merupakan perangkat lunak analisis protokol jaringan yang bersifat open-source dan banyak digunakan untuk memantau serta menganalisis lalu lintas data dalam suatu jaringan komputer. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk menangkap paket data secara real-time, kemudian menganalisis isi paket tersebut secara mendetail guna keperluan troubleshooting, pengembangan jaringan, serta pembelajaran protokol komunikasi [27]. Pada gambar 2.7 mengilustrasikan tampilan dari perangkat lunak Wireshark.



Gambar 2.7 Illustrasi dari Wireshark.

2.3.2.4 MIKHMON

Mikrotik Hotspot Monitor (MIKHMON) adalah aplikasi manajemen perangkat Routerboard seperti Router OS, yang dapat diakses melalui PC, smartphone, atau browser. Aplikasi ini memungkinkan pengelolaan hotspot dari jaringan lokal maupun internet secara praktis. Sebagai alternatif dari Router OS atau WinBox, MIKHMON menawarkan antarmuka yang lebih sederhana dan dapat disesuaikan, sehingga memudahkan admin dalam mengatur hotspot Router OS dari berbagai perangkat [28]. Pada gambar 2.8 mengilustrasikan tampilan dari perangkat lunak MIKHMON yang terintegrasi dengan ROuter OS.



Gambar 2.8 Illustrasi dari Mikhmon.

2.3.3 Parameter Kelayakan Jaringan RT/RW Net

Dalam perancangan jaringan RT/RW Net berbasis serat optik, terdapat beberapa parameter teknis yang perlu diperhitungkan guna memastikan kinerja sistem dapat berjalan secara optimal. Salah satu parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan transmisi optik adalah perhitungan *Link Power Budget* (LPB) serta *Quality of Service* (QoS) yang akan dijelaskan pada bagian berikut.

2.3.3.1 *Link Power Budget*

Link Power Budget (LPB) merupakan perhitungan total rugi daya (*loss*) dalam sebuah sistem komunikasi serat optik dari pemancar (*transmitter*) ke penerima (*receiver*). Ini digunakan untuk memastikan bahwa sinyal optik yang ditransmisikan masih berada dalam batas sensitivitas penerima agar sistem dapat berfungsi dengan baik [29]. Persamaan yang dapat digunakan dalam menghitung LPB adalah sebagai berikut [26]:

$$\alpha_{\text{tot}} = P_{\text{tx}} - P_{\text{rx}} \tag{2.1}$$

$$\alpha_{\text{tot}} = (N_c \cdot \alpha_c) + (\alpha_L \cdot L) + M \tag{2.2}$$

2.3.3.2 *Quality of Service*

Quality of Service (QoS) merupakan seperangkat mekanisme yang digunakan untuk mengelola lalu lintas jaringan dan menjamin performa layanan yang konsisten, terutama dalam kondisi jaringan dengan keterbatasan sumber daya seperti *bandwidth*. Dalam konteks jaringan RT/RW Net, QoS berperan penting untuk mengatur prioritas aliran data, mengurangi latensi, serta mencegah terjadinya kemacetan jaringan (*congestion*) yang dapat mengganggu kualitas layanan.

Penerapan QoS mencakup beberapa aspek, di antaranya adalah pengaturan prioritas trafik berdasarkan jenis layanan (seperti data, suara, dan video), pengalokasian *bandwidth* secara dinamis. Dengan pengaturan tersebut, pengguna yang mengakses layanan kritikal, seperti panggilan suara atau konferensi video, tetap memperoleh kualitas layanan yang optimal meskipun terdapat trafik tinggi di jaringan.

a. *Throughput*

Throughput merupakan indikator penting dalam evaluasi kinerja jaringan yang menggambarkan jumlah data aktual yang berhasil ditransmisikan melalui jaringan dalam satu satuan waktu. Berbeda dengan bandwidth yang menunjukkan kapasitas maksimum jaringan, *throughput* merepresentasikan seberapa besar kapasitas tersebut yang benar-benar dimanfaatkan secara efektif untuk pengiriman data. Nilai *throughput* dihitung berdasarkan rasio antara data yang berhasil diterima dengan waktu transmisi, dan biasanya dinyatakan dalam satuan bit per second (bps), kilobit per second (kbps), atau megabit per second (Mbps).

Semakin tinggi nilai *throughput*, semakin efisien jaringan dalam menangani lalu lintas data, yang menunjukkan minimnya kehilangan paket, latensi rendah, dan manajemen trafik yang optimal. Dalam konteks jaringan RT/RW Net, *throughput* menjadi parameter penting dalam menilai sejauh mana sistem mampu memenuhi kebutuhan layanan pengguna, khususnya pada kondisi beban trafik tinggi. Pengukuran *throughput* dapat dilakukan melalui perangkat lunak pemantauan jaringan atau simulasi menggunakan alat bantu seperti Wireshark. Persamaan untuk mendapatkan nilai *throughput* adalah sebagai berikut:

$$Throughput = \frac{Number\ of\ Bytes}{Time\ span} \times 8 \tag{2.3}$$

b. *Delay*

Delay merupakan parameter penting dalam sistem komunikasi data yang mengukur waktu yang dibutuhkan oleh suatu paket data untuk berpindah dari sumber ke tujuan akhir dalam jaringan. Parameter ini erat kaitannya dengan *latency*, dan sering kali digunakan secara bergantian. Nilai *delay* dinyatakan dalam satuan milidetik (ms), dan terdiri dari beberapa komponen seperti waktu transmisi, propagasi, pemrosesan, dan antrean (*queuing delay*).

Semakin kecil nilai *delay* yang tercatat, maka semakin cepat respon jaringan dalam mentransmisikan data, yang sangat penting untuk layanan yang bersifat real-time seperti *video conferencing*, *VoIP*, dan *online gaming*. Dalam konteks jaringan RT/RW Net, pengelolaan *delay* menjadi penting untuk menjaga kualitas layanan yang diberikan kepada pengguna, terutama saat trafik jaringan padat. Pengukuran *delay* biasanya dilakukan menggunakan perangkat lunak analisis jaringan seperti Wireshark. Persamaan untuk mendapatkan nilai *delay* adalah sebagai berikut:

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket}} \times 1000 \tag{2.4}$$

c. *Jitter*

Jitter merujuk pada tingkat variasi waktu kedatangan antar paket data selama proses transmisi dalam jaringan. Variasi ini merupakan hasil dari ketidakkonsistenan *delay* antar paket, yang menyebabkan fluktuasi dalam waktu pengantaran data dari titik sumber ke titik tujuan. *Jitter* dinyatakan dalam satuan milidetik (ms), dan merupakan indikator penting untuk menilai kestabilan jaringan, khususnya dalam layanan yang bersifat waktu nyata seperti panggilan suara melalui internet (*VoIP*), konferensi video, dan layanan streaming.

Nilai *jitter* yang tinggi dapat menyebabkan gangguan seperti suara yang terputus-putus atau tampilan video yang tidak mulus, karena perangkat penerima mengalami kesulitan dalam menyusun ulang paket secara berurutan dan tepat waktu. Oleh karena itu, dalam perancangan jaringan RT/RW Net, pengendalian *jitter* menjadi aspek krusial guna memastikan pengalaman pengguna yang optimal. Pengukuran *jitter* dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak pemantauan jaringan atau alat uji performa seperti Wireshark. Persamaan untuk mendapatkan nilai *jitter* adalah sebagai berikut:

$$Jitter = \frac{\text{Total Jitter}}{\text{Total Paket}} \times 1000 \tag{2.5}$$

d. *Packet Loss*

Packet loss merujuk pada kondisi di mana sebagian paket data yang dikirimkan melalui jaringan tidak berhasil mencapai tujuan akhirnya. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kemacetan jaringan, gangguan perangkat keras, gangguan sinyal, atau kesalahan konfigurasi. Nilai *packet loss* biasanya dinyatakan dalam bentuk persentase terhadap total paket yang dikirimkan.

Tingkat *packet loss* yang tinggi menunjukkan adanya penurunan kualitas jaringan secara signifikan dan dapat berdampak serius pada layanan berbasis waktu nyata seperti *VoIP*, video streaming, maupun aplikasi interaktif lainnya. Hilangnya paket dapat mengakibatkan distorsi suara, gambar terputus-putus, atau bahkan kegagalan koneksi. Oleh karena itu, dalam perancangan dan evaluasi kinerja jaringan RT/RW Net, minimisasi *packet loss* menjadi salah satu indikator utama untuk menjamin kualitas layanan (*Quality of Service*) yang baik. Pengukuran *packet loss* dapat dilakukan dengan alat bantu seperti Wireshark. Persamaan untuk mendapatkan nilai *packet loss* adalah sebagai berikut:

$$\textit{Packet Loss} = \frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}} \times 100 \tag{2.6}$$

2.3.4 Penentuan Spesifikasi Jaringan RT/RW Net

Penentuan spesifikasi jaringan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil analisis menyeluruh terhadap kebutuhan masyarakat di Desa Girimukti, kondisi geografis wilayah, topologi jaringan, serta estimasi anggaran yang tersedia. Perumusan spesifikasi tersebut bertujuan untuk mengurangi kesenjangan digital di Indonesia dan mendorong pemerataan akses informasi. Infrastruktur yang dibangun oleh negara seyogianya dapat diakses dan dimanfaatkan oleh seluruh masyarakat tanpa terkecuali. Hal ini sejalan dengan ketentuan pada Bab 2 Pasal 13 Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi, yang menyatakan bahwa "Telekomunikasi diselenggarakan dengan tujuan untuk mendukung persatuan dan kesatuan bangsa, meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat secara adil dan merata, mendukung kehidupan ekonomi dan kegiatan pemerintahan, serta meningkatkan hubungan antarbangsa" [30]. Akan tetapi, pada tataran implementasi, manfaat dari ketentuan tersebut belum sepenuhnya dirasakan oleh masyarakat Desa Girimukti. Penentuan spesifikasi teknis saja tidaklah cukup dalam membangun sistem RT/RW Net yang berkelanjutan. Keberhasilan implementasi jaringan ini juga sangat dipengaruhi oleh aspek hukum dan regulasi yang mengatur operasionalnya.

2.3.4.1 Legalitas dan Aspek Regulasi RT/RW Net

Dalam mewujudkan operasional bisnis RT/RW Net yang legal dan sesuai dengan ketentuan peraturan hukum yang berlaku di Indonesia, pelaku usaha perlu terlebih dahulu mengurus aspek legalitas usaha sebagai fondasi utama dari kegiatan bisnis tersebut. Skala usaha yang direncanakan masih berada dalam lingkup terbatas dan berbasis komunitas lokal, maka bentuk usaha yang dipilih adalah badan usaha perorangan. Pilihan ini dinilai tepat karena proses pendirian badan usaha perorangan relatif sederhana dan dapat dilakukan secara mandiri tanpa memerlukan struktur organisasi yang kompleks seperti pada Perseroan Terbatas (PT) maupun *Commanditaire Vennootschap* (CV).

a. Perizinan Usaha

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah mendaftarkan usaha melalui sistem *Online Single Submission* (OSS) yang dikelola oleh pemerintah pusat. Melalui OSS, pelaku usaha wajib mengajukan permohonan untuk memperoleh *Nomor Induk Berusaha* (NIB), yang berfungsi sebagai identitas resmi dari kegiatan usaha serta menjadi dasar untuk memperoleh izin-izin usaha lanjutan. Selain NIB, pelaku usaha juga perlu mengurus *Izin Usaha Mikro dan Kecil* (IUMK), yang memberikan legitimasi bagi pelaku usaha perorangan dalam menjalankan kegiatan bisnisnya secara legal dan diakui secara administratif.

b. Perizinan Telekomunikasi

Karena bisnis RT/RW Net termasuk dalam kategori usaha yang menyediakan akses jaringan dan layanan internet kepada masyarakat, maka pelaku usaha perlu memperhatikan ketentuan perizinan di bidang telekomunikasi yang berada di bawah kewenangan Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. Secara prinsip, penyelenggara layanan RT/RW Net diwajibkan untuk memiliki izin penyelenggaraan jaringan dan/atau jasa telekomunikasi.

Namun demikian, untuk skala kecil yang tidak membangun infrastruktur sendiri dan hanya mendistribusikan layanan internet dari penyedia utama, pelaku RT/RW Net dapat menjalankan bisnisnya melalui skema kerja sama resmi dengan *Internet Service Provider* (ISP) yang telah memiliki izin operasional penuh dari pemerintah. Dalam hal ini, pelaku usaha harus memastikan bahwa terdapat perjanjian kerja sama (*Perjanjian Kerja Sama*/PKS) atau *nota kesepahaman* (MoU) dengan ISP yang bersangkutan sebagai dasar hukum atas distribusi layanan internet kepada pelanggan akhir [31].

c. Pendaftaran Penyelenggara Sistem Elektronik (PSE)

Karena sistem RT/RW Net mengelola data pribadi pengguna melalui *login portal*, *billing system*, maupun *dashboard digital* lainnya, maka pelaku usaha juga perlu melakukan pendaftaran sebagai *Penyelenggara Sistem Elektronik* (PSE) Lingkup Privat melalui laman resmi Kementerian Kominfo. Pendaftaran ini menjadi penting seiring dengan diberlakukannya regulasi yang mewajibkan setiap entitas pengelola sistem elektronik untuk tunduk pada prinsip-prinsip perlindungan data pribadi dan keamanan informasi.

d. Persetujuan Lingkungan

Pelaku usaha juga perlu memperoleh persetujuan lingkungan yang ditandai dengan adanya surat keterangan dari RT, RW, dan kelurahan setempat. Hal ini menjadi penting untuk memastikan bahwa operasional bisnis tidak menimbulkan gangguan terhadap masyarakat sekitar, terutama apabila dalam pengelolaannya terdapat perangkat jaringan seperti *router* atau jaringan kabel udara yang melewati area permukiman.

BAB III
SPESIFIKASI DAN DESAIN SISTEM

3.1 Spesifikasi Dan Batasan Sistem

Perancangan sistem dalam pengembangan model jaringan RT/RW Net memerlukan penetapan spesifikasi dan batasan yang jelas. Penetapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang memadai dan layak untuk diimplementasikan.

3.1.1 Spesifikasi RT/RW Net

Penentuan spesifikasi merupakan landasan utama dalam perancangan jaringan agar sistem yang dibangun sesuai dengan kebutuhan pengguna dan kondisi lapangan. Penjabaran spesifikasi ini mencakup performa jaringan dalam sistem RT/RW Net serta perangkat keras yang digunakan dalam perancangan jaringan, spesifikasi ini harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan secara optimal dan efisien.

3.1.1.1 Spesifikasi Sistem RT/RT Net

Perancangan RT/RW Net di Desa Girimukti menggunakan sebuah komponen ONT utama yang berfungsi sebagai sumber utama distribusi jaringan internet. Jaringan ini kemudian disalurkan ke berbagai titik yang berperan sebagai *client* dengan memanfaatkan infrastruktur jaringan dan topologi yang telah tersedia sebelumnya. Sistem ini menggabungkan perangkat distribusi jaringan lokal. Untuk menjamin kinerja optimal sistem jaringan, dilakukan analisis terhadap dua aspek teknis penting, yaitu *Link Power Budget* (LPB) dan *Quality of Service* (QoS). Tabel 3.1 menjelaskan spesifikasi pada masing-masing parameter.

Tabel 3.1 Spesifikasi pada sistem RT/RW Net.

Parameter	Spesifikasi
Link Power Budget (LPB)	Perhitungan LPB dilakukan untuk memastikan bahwa sinyal optik yang dikirimkan dari *Optical Line Terminal* (OLT) melalui *Optical Network Terminal* (ONT) utama masih dapat diterima dengan daya di atas ambang sensitivitas perangkat penerima yaitu sebesar - 27 dBm untuk FTTH skala kecil-menengah.
Quality of Service (QoS)	Evaluasi QoS digunakan untuk menilai performa jaringan dengan berdasarkan standar TIPHON untuk QoS yang berlaku pada jaringan lokal. Pada kategori kualitas sedang, nilai *throughput* ideal berada dalam kisaran 25–50% dari kapasitas maksimal, *delay* berkisar antara 300–400 ms, *jitter* berada di rentang 76–125 ms, dan *packet loss* tidak melebihi 5%. Nilai-nilai ini mencerminkan performa jaringan yang masih dapat diterima untuk kebutuhan akses umum.

3.1.1.2 Spesifikasi Perangkat Keras RT/RW Net

Penentuan spesifikasi perangkat keras juga merupakan langkah krusial dalam perencanaan jaringan RT/RW Net, karena akan memengaruhi kinerja, keandalan, dan biaya operasional jaringan secara keseluruhan. Spesifikasi perangkat keras yang dimaksud dijelaskan pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Spesifikasi Komponen Jaringan RT/RW Net.

Komponen	Spesifikasi
Access Point	Memiliki kecepatan *downstream* dan *upstream* yang mampu menampung lebih dari 100 pengguna secara bersamaan.
Router OS	Router dengan sistem operasi yang memiliki dukungan terhadap port input *single-mode* dan port output *ethernet*, serta dilengkapi dengan lisensi minimal level 4.
Kabel Optik	Berdiameter inti sekitar 8–10 µm untuk *single-mode* dan 50–62,5 µm untuk *multi-mode*. Mampu mentransmisikan data hingga puluhan kilometer dengan kecepatan gigabit per detik, bandwidth besar, kecepatan tinggi, serta tahan terhadap interferensi elektromagnetik.
Kabel LAN	Kabel jaringan lokal dengan konduktor sekitar 0,5 mm (24 AWG), mendukung kecepatan hingga 1 Gbps (Cat5e) dan hingga 10 Gbps (Cat6a), serta memiliki panjang efektif hingga 100 meter.

3.1.2 Batasan Sistem RT/RT Net

Batasan yang perlu diperhatikan dalam perancangan dan pembuatan model jaringan RT/RW Net sangat penting untuk memastikan keberhasilan implementasi dan pemeliharaan jaringan. Berikut adalah pengembangan dari beberapa batasan yang umumnya perlu diperhatikan. Rincian batasan yang sudah disusun dalam bagian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

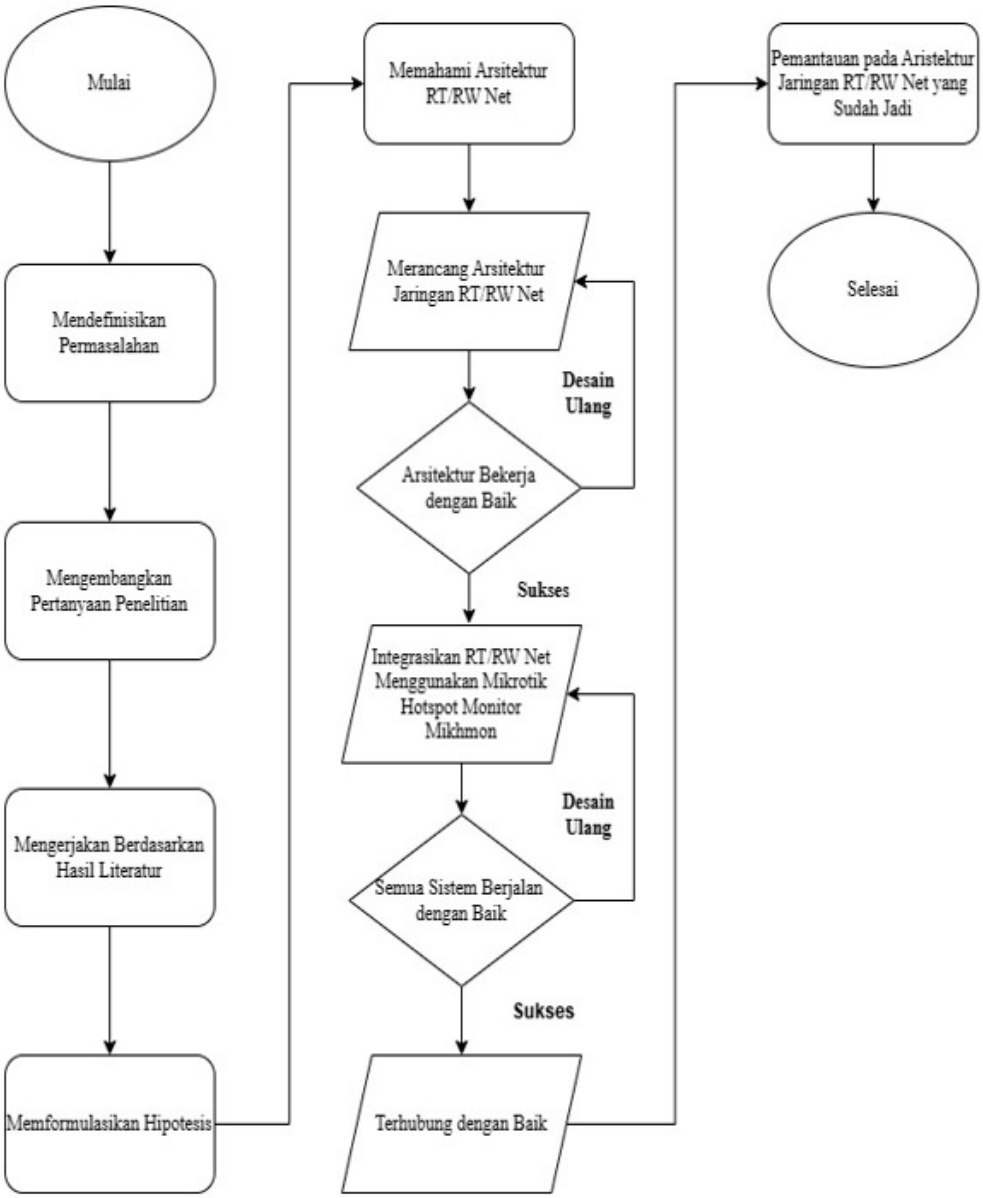
Tabel 3.3 Batasan perancangan RT/RW Net.

Aspek	Rincian
Coverage	Batasan wilayah jaringan RT/RW Net hanya mencakup area daerah Desa Girimukti dengan menyesuaikan kebutuhan masyarakatnya.
Anggaran	Anggaran digunakan secara efisien dengan mempertimbangkan spesifikasi alat yang sesuai dengan kebutuhan.
Bandwidth	Kapasitas *bandwidth* yang dialokasikan dibatasi pada besarnya *bandwidth* awal yang berasal dari *access point* di lingkungan RT/RW Net.
Perangkat	Perangkat dapat menjadi batasan karena didasarkan pada tingkat kualitas atau model yang dipilih.
Interferensi	Faktor interferensi berasal dari kondisi cuaca ekstrem yang dapat memengaruhi kestabilan jaringan.

3.2 Desain Sistem

Desain sistem RT/RW Net yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan masyarakat di Desa Girimukti. Desain ini mencakup penentuan jarak layanan dari *access point* ke pengguna, alokasi *bandwidth* minimum untuk setiap pengguna, serta pengaturan redaman sinyal sesuai standar lapangan. Sistem juga dirancang untuk memastikan kualitas layanan tetap stabil dan dapat diandalkan dalam mendukung aktivitas internet sehari-hari masyarakat.

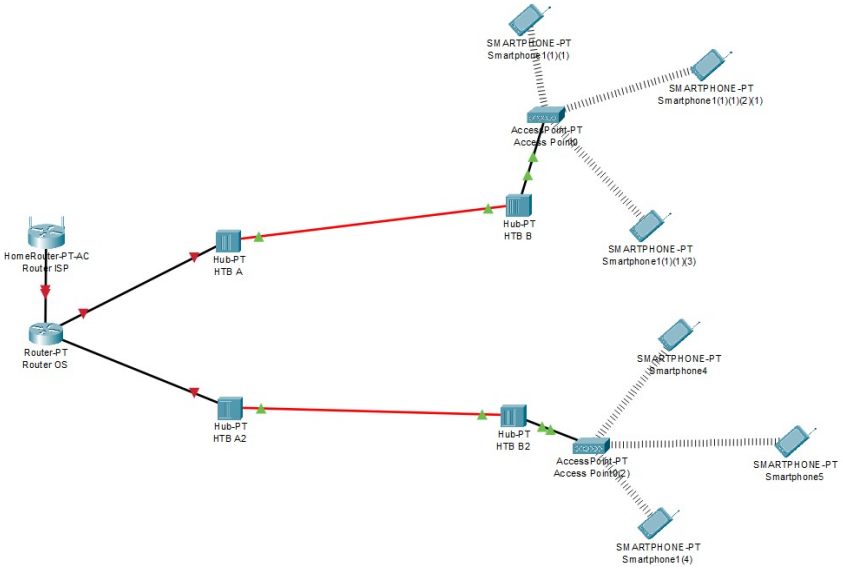
Bentuk tindak lanjut dari perancangan ini, solusi yang diterapkan menggunakan Router OS dengan aplikasi *MikroTik Hotspot Monitor* (MIKHMON) sebagai sistem pembagian *bandwidth*. MIKHMON merupakan aplikasi berbasis web yang dirancang untuk mempermudah pengelolaan hotspot router OS secara daring, terutama pada perangkat router OS yang tidak mendukung *user manager*. Sebagai alat bantu dalam memanajemen sistem, MIKHMON bukan berasal dari jenis server RADIUS, sehingga tidak memperlukan status aktif secara terus-menerus. Aplikasi ini dapat diaktifkan sesuai kebutuhan atau hanya pada saat diperlukan. Selain itu, MIKHMON menyediakan berbagai fasilitas dan alat yang mudah digunakan, termasuk fitur untuk mengatur kecepatan pelanggan, memberikan kuota, serta mengelola batasan koneksi pengguna. Agar solusi ini dapat diimplementasikan dengan baik, diperlukan perencanaan alur pengerjaan desain dan arsitektur sistem yang sistematis. berikut alur pengerjaan sistem diilustrasikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur pengerjaan jaringan RT/RW Net.

Gambar 3.1 menggambarkan tahapan perancangan dan implementasi arsitektur RT/RW Net dari awal hingga akhir. Proses dimulai dengan mendefinisikan. Langkah berikutnya melibatkan penyusunan pertanyaan riset dan pengembangan hipotesis terkait permasalahan yang telah diidentifikasi. Setelah hipotesis dirumuskan, dilakukan studi komprehensif untuk mengevaluasi solusi yang diusulkan. Selanjutnya, arsitektur jaringan RT/RW Net dirancang untuk kemudian diimplementasikan pada wilayah yang telah ditentukan.

3.2.1 Deksripsi Umum Desain



Gambar 3.2 Desain sistem RT/RW Net.

Berdasarkan Gambar 3.2 mengambarkan desain dari perancangan jaringan RT/RW Net, arsitektur jaringan yang handal dapat membuat sistem komunikasi data lebih efisien, stabil, dan aman. Dengan desain yang tepat, dalam desain arsitektur pada proyek Capstone ini, perancangan desain arsitektur terhubung langsung secara *peer-to-peer* menuju perangkat dengan menggunakan topologi *hybrid*, dengan gabungan antara topologi *star* dan *tree*, tanpa melalui server pusat, dengan demikian, potensi delay yang disebabkan karena antrian trafik yang mengarah ke server akan dapat diminimalisir. Hal ini memungkinkan kecepatan transmisi data menjadi lebih stabil dan responsif, mengoptimalkan kinerja jaringan, serta mengurangi ketergantungan pada server.

3.2.2 Detil Desain

Solusi yang diusulkan memiliki beberapa keunggulan, antara lain pemanfaatan perangkat yang ekonomis namun memiliki keandalan tinggi, perancangan jaringan yang disesuaikan dengan kondisi geografis Desa Girimukti, serta alokasi *bandwidth* minimum yang mencukupi untuk memenuhi kebutuhan akses internet dasar masyarakat. Sistem ini juga dirancang untuk mendukung kemudahan instalasi dan pemeliharaan, sehingga dapat diimplementasikan secara berkelanjutan oleh komunitas lokal.

3.2.2.1 Komponen Arsitektur Jaringan RT/RW Net

Sumber jaringan utama berasal dari router ISP lalu kemudian disebarkan ke area tujuan penerima jaringan RT/RW Net. Berikut deskripsinya:

a. Router ISP

Perangkat router modern kini telah dilengkapi dengan berbagai fitur canggih untuk menunjang layanan seperti internet berkecepatan tinggi, Voice over Internet Protocol (VoIP), serta *Internet Protocol Television* (IPTV). Kemampuan ini memungkinkan router memenuhi kebutuhan konektivitas digital masyarakat di era teknologi yang terus berkembang. Umumnya, ISP menyediakan router dengan standar tertentu; salah satu spesifikasi yang umum digunakan adalah router dengan standar WiFi 5 (802.11ac). Spesifikasi teknis router yang digunakan oleh ISP dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Perbandingan *Downstream* dan *Upstream*.

Downstream	*Upstream*
867 Mbps	300 – 600 Mbps

b. Router OS

Router OS yang terhubung pada router ISP akan membagi *bandwidth*, namun tidak hanya membagi *bandwidth*, tetapi juga mampu menawarkan pengelolaan jaringan seperti *firewall*, dan VPN. Dengan menggunakan tambahan fitur MIKHMON, admin dapat memantau jaringan serta mengukur pembagian *bandwidth* sesuai kebutuhan penggunaan. Pada umumnya, router OS saat ini sudah mendukung *port input single mode* dan *output* yang sudah mendukung *port ethernet* (RJ45) dengan kecepatan transmisi sebesar 1/100 Mbps, spesifikasi minimal dari router OS yang dapat digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Spesifikasi router OS yang dibutuhkan.

Parameter	Spesifikasi
Lisensi Route rOS	Level 4
Minimal *Processor*	650 MHz
Main Storage	16 MB
RAM	32 MB

c. Kabel LAN

Digunakan untuk menghubungkan perangkat dengan jangkauan penghubungan yang relatif dekat, kabel ini dapat mendukung protokol router OS *ethernet* dalam penerapan dalam jangkauan kecil, kabel ini lebih ekonomis jika dibandingkan kabel optik, berikut spesifikasi yang dibutuhkan dalam proyek Tugas Akhir ini terlihat pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Spesifikasi *copper cable*.

Parameter	Spesifikasi
Diameter	6–7 mm
Datarate	10 Gbps
Bandwidth Support	250 MHz
Insertion Loss	1 dB/m

d. Kabel Fiber

Penggunaan kabel fiber sangat berpengaruh pada perancangan RT/RW Net, mendukung pentransmisian data yang cepat serta stabil, spesifikasi dari kabel optik yang digunakan disesuaikan dengan standar ITU-T G.652D. Rincian spesifikasi dari kabel optik dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Spesifikasi kabel fiber.

Wavelength	*Insertion Loss*
260-1360 nm	0,47 dB/km
1550 nm	0,27 dB/km
1565-1625 nm	0,35 dB/km

e. Media Konverter

Menghubungkan antara dua media yang berbeda serta sebagai pengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik, membantu dalam integrasi perangkat dengan media penghubung yang berbeda, meningkatkan fleksibilitas jaringan dengan mendukung koneksi antar teknologi yang berbeda spesifikasi dari *media converter* disesuaikan dengan standar penggunaan keperluan RT/RW Net, spesifikasi yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Spesifikasi media *converter*.

Parameter		Spesifikasi
Jarak	UTP	100 m
	Fiber	90 km
Slots	Daya Tampung	16 Slots
Insertion Loss	*Loss*	2 dB
Datarate	UTP	RJ-45 10/100 Mbps
	Fiber	SC 100 Mbps

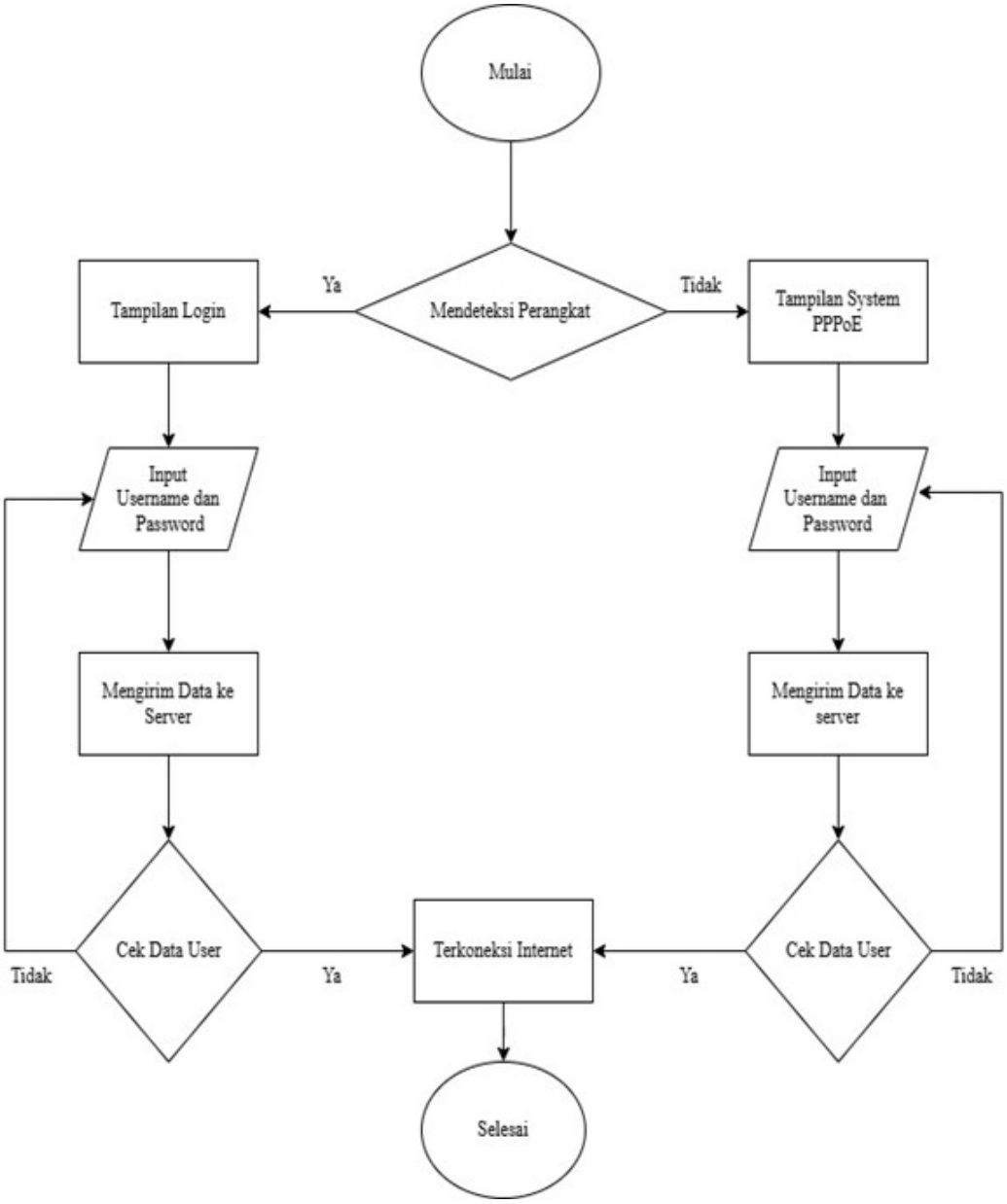
f. *Access Point*

Media penghubung antara pengguna dengan jaringan yang telah diproses oleh perangkat sebelumnya. Sehingga memperluas jangkauan koneksi pengguna di berbagai lokasi. Rincian dari spesifikasi *access point* yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.9 Spesifikasi *access point*.

Parameter	Parameter
Datarate	3,6 Gbps

3.2.2.2 *Flowchart* Sistem



Gambar 3.3 Flowchart sistem jaringan RT/RW Net.

Berdasarkan Gambar 3.3, dijelaskan bagaimana sistem bekerja dalam implementasi solusi terpilih. Proses dimulai ketika pengguna terdeteksi oleh sistem melalui perangkat mereka yang mencoba mengakses jaringan. Setelah terdeteksi, sistem secara otomatis akan mengarahkan pengguna ke halaman autentikasi yang mengharuskan mereka untuk memasukkan data berupa username dan password yang telah terdaftar dalam sistem. Jika data autentikasi yang dimasukkan oleh pengguna valid dan sesuai dengan data yang tersimpan di server, maka sistem akan mem-

berikan izin akses. Pengguna selanjutnya akan diarahkan untuk terhubung dengan jaringan internet dan dapat menggunakan layanan yang disediakan. Sebaliknya, jika data yang dimasukkan tidak valid, pengguna akan mendapatkan notifikasi kesalahan dan diminta untuk memverifikasi atau memasukkan ulang data autentikasi yang benar. Proses ini memastikan bahwa hanya pengguna yang berwenang dan telah terdaftar yang dapat mengakses jaringan internet, sehingga keamanan sistem tetap terjaga.

3.2.2.3 Proyeksi Keuangan

Tabel 3.10 Perhitungan *Bill of Quantity*.

No	Komponen	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga Material	Harga Jasa	Vol	Total Material	Total Jasa	Total
1	ONT	Perangkat dari ISP untuk mengubah sinyal FO menjadi LAN	Unit	400.000,00	100.000,00	1	400.000,00	100.000,00	500.000,00
2	Router OS HTB	Router utama pengelola *bandwidth*	Unit	450.000,00	25.000,00	1	450.000,00	25.000,00	475.000,00
3	Media *Converter* 1 FO 1 LAN	Perangkat konversi FO ke LAN untuk distribusi sinyal	Unit	150.000,00	25.000,00	25	3.750.000,00	625.000,00	4.375.000,00
4	Media *Converter* HTB 6 FO 2 LAN	Perangkat konversi LAN ke FO (HTB *multipoint*)	Set	450.000,00	50.000,00	3	1.350.000,00	150.000,00	1.500.000,00
5	Kabel FO *Patch Cord*	Kabel penghubung media *converter* antar titik HTB A ke B	Meter	1.746,00	2.500,00	400	698.400,00	1.000.000,00	1.698.400,00
6	*Access Point*	Pemasangan perangkat AP untuk distribusi jaringan lokal	Unit	200.000,00	50.000,00	25	5.000.000,00	1.250.000,00	6.250.000,00
7	Splicer	Alat penyambung kabel fiber optik dengan metode *fusion splice*	Unit	12.000.000,00	100.000,00	1	12.000.000,00	100.000,00	12.100.000,00
8	Kabel LAN	Instalasi kabel LAN dari media *converter* ke *Access Point*	Meter	3.000,00	1.500,00	75	225.000,00	112.500,00	337.500,00
9	Izin Usaha	Kontrak Kerja sama dengan ISP, Legalitas Usaha	Set	500.000,00	0,00	3	1.500.000,00	0,00	1.500.000,00
TOTAL							**25.373.400,00**	**3.362.500,00**	**28.735.900,00**

Dapat dilihat pada Tabel 3.10 merupakan BoQ dari desain yang sesuai dengan perhitungan jumlah perangkat yang dibutuhkan. Dan juga keseluruhan total material beserta jasa dari yang dibutuhkan. Dengan total harga material Rp.25.373.400, jasa Rp 3.362.500 dan hasil total keseluruhan sebesar Rp. 28.735.000. Kemudian pendapatan yang dihasilkan diestimasikan dalam Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3.11 Estimasi Penjualan Voucher Satu RT Per Bulan

Tanggal	Uraian	Jumlah	Harga	Pemasukan	Saldo
01-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp500.000,00
02-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp1.000.000,00
03-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp1.500.000,00
04-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp2.000.000,00
05-01-2026	Voucher	99	Rp5.000,00	Rp495.000,00	Rp2.495.000,00
06-01-2026	Voucher	98	Rp5.000,00	Rp490.000,00	Rp2.985.000,00
07-01-2026	Voucher	99	Rp5.000,00	Rp495.000,00	Rp3.480.000,00
08-01-2026	Voucher	99	Rp5.000,00	Rp495.000,00	Rp3.975.000,00
09-01-2026	Voucher	99	Rp5.000,00	Rp495.000,00	Rp4.470.000,00
10-01-2026	Voucher	99	Rp5.000,00	Rp495.000,00	Rp4.965.000,00
11-01-2026	Voucher	95	Rp5.000,00	Rp475.000,00	Rp5.440.000,00
12-01-2026	Voucher	95	Rp5.000,00	Rp475.000,00	Rp5.915.000,00
13-01-2026	Voucher	96	Rp5.000,00	Rp480.000,00	Rp6.395.000,00
14-01-2026	Voucher	94	Rp5.000,00	Rp470.000,00	Rp6.865.000,00
15-01-2026	Voucher	94	Rp5.000,00	Rp470.000,00	Rp7.335.000,00
16-01-2026	Voucher	93	Rp5.000,00	Rp465.000,00	Rp7.800.000,00
17-01-2026	Voucher	93	Rp5.000,00	Rp465.000,00	Rp8.265.000,00
18-01-2026	Voucher	95	Rp5.000,00	Rp475.000,00	Rp8.740.000,00
19-01-2026	Voucher	96	Rp5.000,00	Rp480.000,00	Rp9.220.000,00
20-01-2026	Voucher	97	Rp5.000,00	Rp485.000,00	Rp9.705.000,00
21-01-2026	Voucher	98	Rp5.000,00	Rp490.000,00	Rp10.195.000,00
22-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp10.695.000,00
23-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp11.195.000,00
24-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp11.695.000,00
25-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp12.195.000,00
26-01-2026	Voucher	93	Rp5.000,00	Rp465.000,00	Rp12.660.000,00
27-01-2026	Voucher	97	Rp5.000,00	Rp485.000,00	Rp13.145.000,00
28-01-2026	Voucher	99	Rp5.000,00	Rp495.000,00	Rp13.640.000,00
29-01-2026	Voucher	100	Rp5.000,00	Rp500.000,00	Rp14.140.000,00
30-01-2026	Voucher	98	Rp5.000,00	Rp490.000,00	Rp14.630.000,00
Total Pendapatan Setiap Bulan					**Rp14.610.000,00**

Tabel 3.11 menampilkan data rekapitulasi penjualan voucher internet selama 30 hari pertama. Setiap entri mencakup tanggal transaksi, jumlah voucher yang terjual, harga satuan voucher sebesar Rp5.000, total pemasukan harian, dan akumulasi saldo. Penjualan bersifat konsisten dan mengalami tren peningkatan, yang menunjukkan penerimaan positif dari masyarakat terhadap layanan RT/RW Net. Total pemasukan selama bulan pertama mencapai Rp14.610.000, yang berkontribusi signifikan terhadap pengembalian modal awal investasi.

Tabel 3.12 Proyeksi Rekap Keuangan 12 Bulanan dan Sisa Investasi Modal Awal

Bulan	Pemasukkan	Pengeluaran	Saldo
Sisa Investasi Modal Awal	-	-	Rp1.264.000,00
Januari	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp13.874.000,00
Februari	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp26.484.000,00
Maret	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp39.094.000,00
April	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp51.704.000,00
Mei	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp64.314.000,00
Juni	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp76.924.000,00
Juli	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp89.534.000,00
Agustus	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp102.144.000,00
September	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp114.754.000,00
Oktober	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp127.364.000,00
November	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp139.974.000,00
Desember	Rp14.610.000,00	Rp2.000.000,00	Rp152.584.000,00

Tabel 3.12 menampilkan arus kas bulanan dari bisnis RT/RW Net selama satu tahun berjalan. Pada awal usaha, terdapat sisa investasi sebesar Rp1.264.000 setelah pengeluaran modal awal. Setiap bulan, bisnis menghasilkan pemasukan tetap sebesar Rp14.610.000 dari penjualan voucher, dengan pengeluaran rutin sebesar Rp2.000.000 untuk biaya operasional. Saldo bulanan dihitung dari akumulasi sisa dana setiap bulan, sehingga nilai saldo terus meningkat. Pada bulan pertama, saldo mencapai Rp13.874.000 dan terus bertambah hingga mencapai Rp152.584.000 pada akhir tahun.

Data ini menunjukkan bahwa bisnis RT/RW Net mampu menghasilkan keuntungan rutin dan stabil setiap bulan, serta memiliki potensi untuk mengembalikan modal awal dalam waktu singkat. Arus kas yang positif menandakan bahwa usaha ini layak secara finansial dan dapat dikembangkan lebih lanjut.

Tabel 3.13 Rekap Saldo Akhir Setelah Pembagian Hasil dengan ISP

Uraian	Pemasukkan	Pengeluaran	Saldo
Saldo 12 Bulan	-	-	Rp152.584.000,00
Pembagian Hasil Dengan ISP 10%	-	Rp15.258.400,00	Rp137.325.600,00
Saldo Akhir 12 Bulan	-	-	Rp137.325.600,00

Tabel 3.13 menyajikan perhitungan akhir dari akumulasi saldo hasil operasional bisnis RT/RW Net selama periode satu tahun, setelah dilakukan pembagian hasil dengan penyedia layanan internet (ISP). Pada akhir bulan ke-12, saldo total yang berhasil dikumpulkan mencapai Rp152.584.000. Nilai tersebut merupakan hasil dari selisih antara pemasukan tetap bulanan dan pengeluaran operasional rutin selama satu tahun penuh.

Dalam skema kerja sama dengan ISP, pelaku usaha RT/RW Net diwajibkan untuk memberikan bagian keuntungan sebesar 10 persen dari total saldo akhir sebagai bentuk kompensasi atas penyediaan layanan internet utama. Berdasarkan perhitungan, nilai pembagian hasil tersebut sebesar Rp15.258.400.

Setelah dikurangi dengan nilai pembagian hasil tersebut, saldo bersih yang diterima oleh pelaku usaha sebagai laba akhir tahun adalah sebesar Rp137.325.600. Nilai ini mencerminkan keuntungan kotor setelah operasional dan kerja sama, serta menjadi indikasi bahwa model bisnis RT/RW Net tidak hanya layak dijalankan, tetapi juga menjanjikan dari sisi finansial. Saldo akhir ini juga dapat dimanfaatkan sebagai modal untuk pengembangan jaringan, peningkatan kapasitas layanan, atau diversifikasi produk ke depan.

3.3 Metode Pengukuran yang Sesuai dengan Solusi Terpilih

Dalam mengupayakan solusi yang dapat memenuhi standar yang ditetapkan, penulis telah memberikan spesifikasi mengenai pengukuran keandalan jaringan yang diperlukan pendekatan teliti dalam pengukuran dan verifikasi spesifikasi. Dengan menerapkan pendekatan ini, alternatif solusi yang diajukan dapat sesuai dengan standar yang berlaku. Spesifikasi pengukuran dan verifikasi yang diperlukan untuk memastikan bahwa setiap komponen perancangan jaringan RT/RW Net di Desa Girimukti dapat memenuhi kriteria dan standar teknis yang telah ditetapkan, Adalah sebagai berikut:

3.3.1 Penentuan Spesifikasi Keandalan Jaringan

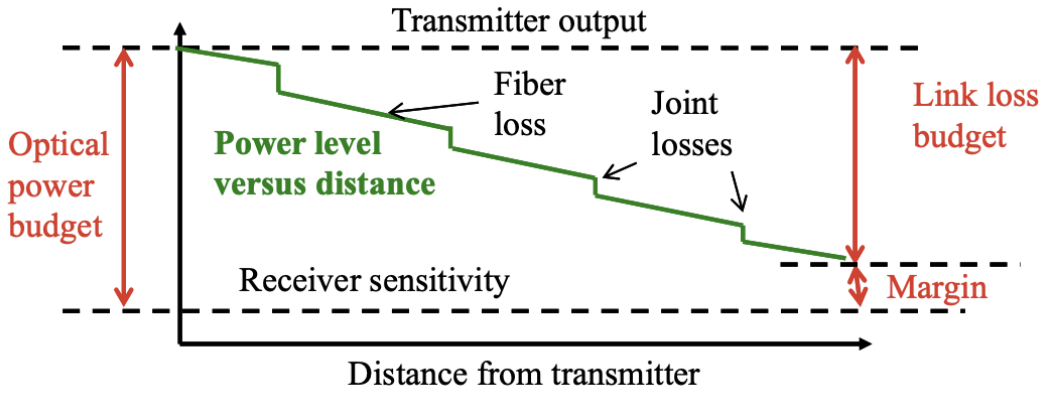
Keandalan jaringan memiliki keterkaitan erat dengan besarnya redaman pada sistem. Untuk mengetahui nilai redaman tersebut, dilakukan perhitungan dengan *Link Power Budget* (LPB). Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut [29]:

$$\alpha_{\text{tot}} = P_{\text{tx}} - P_{\text{rx}} \tag{3.1}$$

$$\alpha_{\text{tot}} = (N_c \cdot \alpha_c) + (\alpha_L \cdot L) + M \tag{3.2}$$

Persamaan ini menggambarkan Link Power Budget (LPB) secara langsung, yang merupakan batas maksimum redaman total yang masih dapat ditoleransi sistem tanpa mengganggu kualitas transmisi. Dengan kata lain, nilai α_{tot} dari perhitungan komponen sistem (konektor, kabel, dan margin sistem) tidak boleh melebihi nilai yang diperoleh dari persamaan (3.1). Hal ini juga berlaku sama untuk persamaan (3.2) dimana N_{c} adalah jumlah konektor, α_{c} adalah rugi-rugi konektor per unit (dB), α_{L} adalah redaman kabel, L adalah panjang total kabel optik (km), dan M adalah margin sistem (dB).Jika nilai redaman aktual melebihi LPB, maka sinyal akan melemah melebihi batas sensitivitas penerima dan menyebabkan kegagalan transmisi.

Gambar 3.4 menggambarkan penurunan daya optik secara bertahap dari pemancar melalui media transmisi dan konektor hingga mendekati ambang sensitivitas penerima. Selama total redaman sistem, termasuk margin sistem, masih berada dalam batas LPB, maka transmisi data tetap berjalan secara andal.



Gambar 3.4 Diagram LPB.

Selanjutnya nilai LPB dapat dihitung berdasarkan detil nilai dari setiap parameter-parameter yang ditampilkan pada Tabel 3.14 berikut.

Tabel 3.14 Parameter LPB pada perancangan Optisystem.

Parameter	Nilai
Power Transmitter (P_{tx})	3 dBm
Panjang Total Kabel Optik Rumah 1 (L_1)	0,05 km
Panjang Total Kabel Optik Rumah 2 (L_2)	0,04 km
Redaman Serat Optik (α_f)	0,47 dB/km
Redaman Konektor (α_c)	0,25 dB/buah
Jumlah Konektor Rumah 1 (n_1)	6 buah
Jumlah Konektor Rumah 2 (n_2)	6 buah

Berdasarkan Tabel 3.8, nilai ideal dapat dihitung sebagai berikut.

Perhitungan LPB pada rumah pertama.

$$\alpha_{\text{tot}} = (L \cdot \alpha_f) + (n \cdot \alpha_c) + M$$
$$\alpha_{\text{tot}} = (0{,}05 \cdot 0{,}47) + (6 \cdot 0{,}25) + 3$$
$$\alpha_{\text{tot}} = 4{,}5235 \text{ dB}$$

Perhitungan LPB pada rumah kedua.

$$\alpha_{\text{tot}} = (L \cdot \alpha_f) + (n \cdot \alpha_c) + M$$
$$\alpha_{\text{tot}} = (0{,}04 \cdot 0{,}47) + (6 \cdot 0{,}25) + 3$$
$$\alpha_{\text{tot}} = 4{,}5188 \text{ dB}$$

Selain itu, terdapat beberapa hal yang dapat memengaruhi keandalan jaringan, yakni seperti berikut:

3.3.1.1 Jangkauan Sinyal

Jarak antara *access point* dengan pengguna diperkirakan berada dalam rentang 25 meter hingga 1 kilometer, disesuaikan dengan kondisi geografis dan persebaran permukiman di wilayah Desa Girimukti.

3.3.1.2 Daya Sinyal

Setiap pengguna jaringan dialokasikan *bandwidth* minimum sebesar 1 Mbps guna memastikan kualitas layanan dasar yang memadai dalam mengakses internet, seperti *browsing*, komunikasi daring, dan penggunaan aplikasi ringan lainnya.

3.3.1.3 *Quality of Service*

Kualitas layanan (*Quality of Service* atau QoS) dinyatakan berjalan dengan baik apabila ketersambungan antara pengguna dan jaringan berlangsung lancar tanpa gangguan yang signifikan. Evaluasi QoS dilakukan dengan mengukur beberapa parameter utama yang mencerminkan kinerja jaringan dalam menyampaikan data secara efisien dan andal, di antaranya:

- *Throughput*: Merupakan ukuran jumlah data yang berhasil ditransmisikan dari satu titik ke titik lainnya dalam satuan waktu tertentu (bps). Nilai throughput yang tinggi menunjukkan bahwa kapasitas transmisi jaringan optimal dan tidak terjadi kemacetan data.

- *Delay* (latensi): Menunjukkan waktu tunda dalam pengiriman paket data dari sumber ke tujuan. Nilai delay yang rendah mengindikasikan waktu respons jaringan yang baik, terutama penting pada layanan waktu nyata seperti video call dan *VoIP*.

- *Jitter*: Variasi waktu delay antar paket data yang diterima. Jitter tinggi dapat menyebabkan gangguan kualitas pada layanan multimedia seperti video streaming dan konferensi daring.

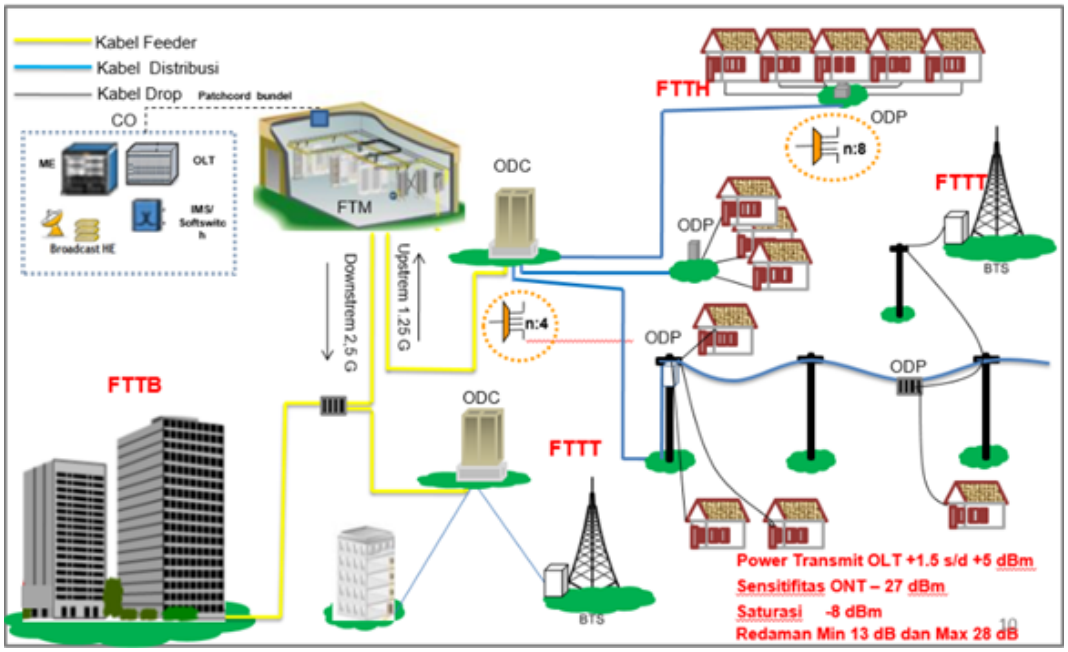
- *Packet Loss*: Persentase paket data yang hilang selama transmisi. Kehilangan paket dapat mengganggu kualitas layanan secara signifikan, khususnya pada aplikasi real-time.

Keempat parameter tersebut menjadi indikator utama dalam menilai apakah jaringan mampu memenuhi kebutuhan konektivitas pengguna secara andal dan konsisten.

BAB IV
IMPLEMENTASI

4.1 Deskripsi umum implementasi

Infrastruktur RT/RW Net dirancang berbasis jaringan *Fiber to the X* (FTTX), yang menghubungkan STO ke sisi akses [30]. Jaringan kabel lokal fiber Optik paling sedikitnya terdapat 2 perangkat aktif berupa *Opto Elektrik* yang dipasang di *Central Office* dan yang satu lagi dipasang di dekat lokasi pelanggan. Topologi FTTX memiliki beberapa jenis arsitektur dan topologi jaringan. Arsitektur dan topologi jaringan FTTX seperti diilustrasikan Gambar 4.1 berikut.

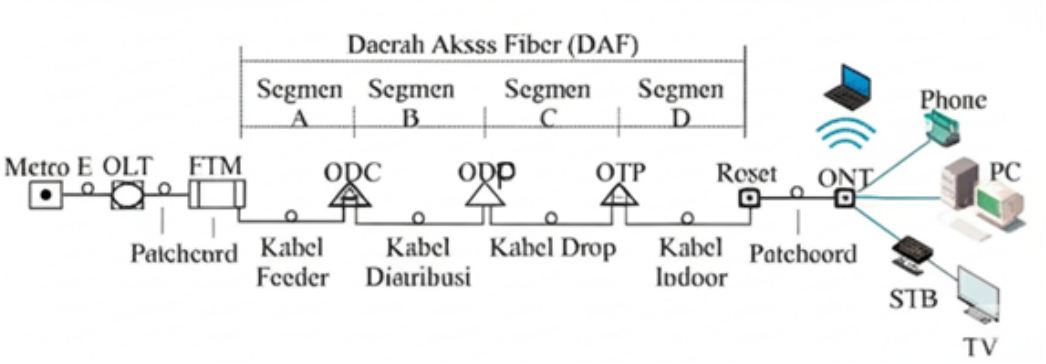


Gambar 4.1 Jaringan dan topologi FTTX.

4.1.1 Topologi Jaringan *Fiber to the Home* (FTTH)

FTTH merupakan sebuah arsitektur dalam bidang jaringan komunikasi yang berbasis serat optik sebagai media transmisi utama, dimana titik konversi sinyal optik terletak di dalam rumah pelanggan [32]. Terminal pelanggan dihubungkan dengan titik konversi sinyal optik melalui kabel tembaga *indoor* hingga beberapa puluh meter. FTTH dapat dianalogikan sebagai pengganti *Terminal Blok* (TB). Jaringan lokal akses fiber yang banyak digunakan pada daerah bisnis

adalah FTTB dan FTTC. Sedangkan pada daerah perumahan yang banyak digunakan adalah FTTH. Arsitektur jaringan FTTH ditampilkan seperti pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Konfigurasi arsitektur jaringan FTTH.

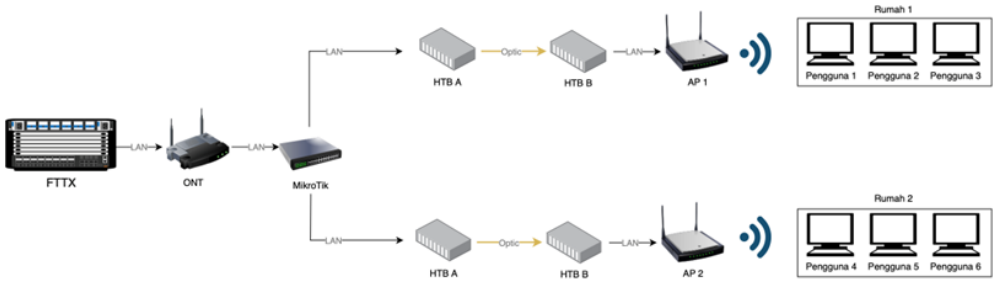
4.1.2 Perancangan Jaringan RT/RW Net

Penerapan RT/RW Net yang dirancang untuk mendistribusikan layanan internet dari ONT yang terletak di kantor Desa Girimukti dengan kekuatan *bandwidth* 10 Mbps. Perancangan jaringan ini bertujuan untuk menyediakan konektivitas yang merata dengan memanfaatkan infrastruktur yang telah tersedia. Hasil perancangan jaringan yang dikembangkan menggunakan perangkat lunak pemodelan jaringan yang ditampilkan pada Gambar 4.3 berikut.

Gambar 4.3 Perancangan jaringan RT/RW Net.

Berdasarkan pemodelan pada Gambar 4.3, jaringan dari ONT didistribusikan ke dua rumah warga dimana pada masing-masing rumah terdapat *access*

point. Kemudian, rancangan ini dijabarkan lebih lanjut melalui struktur topologi logis yang menggambarkan hubungan antar perangkat dan alur komunikasi data secara konseptual sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Blok diagram RT/RW Net.

Gambar 4.4 menunjukkan blok diagram topologi logis jaringan RT/RW Net berbasis FTTX yang mendistribusikan koneksi internet ke dua lokasi pengguna akhir. Koneksi dari ONT diarahkan ke Router OS yang berfungsi sebagai pengatur lalu lintas jaringan, alokasi *bandwidth*, dan IP *address*.

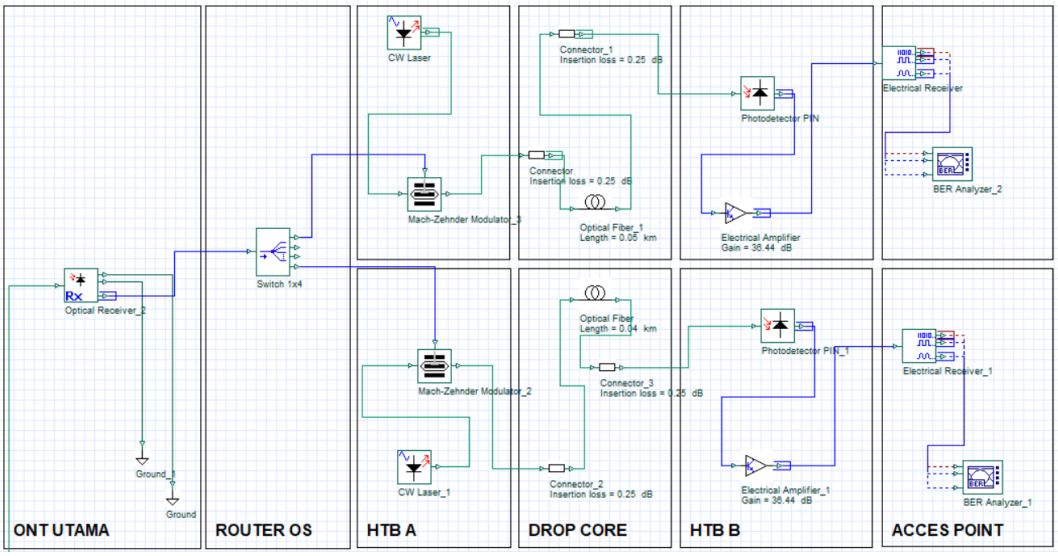
Kemudian dari Router OS, jaringan dibagi ke dua jalur melalui perangkat HTB A dan HTB B menuju *access point* masing-masing di dua rumah. Setiap *access point* (AP1 dan AP2) menyediakan *bandwidth* maksimum 3 Mbps karena hanya melayani tiga pengguna supaya menjaga kualitas layanan. Rumah pertama melayani 1 sampai 3 pengguna, sementara rumah kedua melayani 4 sampai 6 pengguna. Topologi jaringan ini membentuk struktur *tree topology*. Adapun jarak antar perangkat dari ONT hingga ke AP1 dan AP 2, didetilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jarak antar komponen RT/RW Net.

Segmen	Sumber	Tujuan	Kabel	Panjang (m)	Keterangan Lokasi
ONT ke Router OS	ONT	Router OS	LAN	0,5	Kantor Desa
Jalur ke Rumah 1	Router OS (Port 2)	HTB A1	LAN	0,5	Kantor Desa
Kabel Optik ke Rumah 1	HTB A1	HTB B1	Optik	50	Menuju Rumah 1
Akhir Jalur Rumah 1	HTB B1	AP1	LAN	0,5	Rumah 1
Jalur ke Rumah 2	Router OS (Port 3)	HTB A2	LAN	0,5	Kantor Desa
Kabel Optik ke Rumah 2	HTB A2	HTB B2	Optik	40	Menuju Rumah 2
Akhir Jalur Rumah 2	HTB B2	AP2	LAN	0,5	Rumah 2

4.2 Detil Implementasi

Mengacu pada gambar blok diagram RT/RW Net dibuatlah model simulasi jaringan dengan menggunakan software Optisystem. Hal ini dijabarkan seperti pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Perancangan RT/RW Net pada Optisystem.

Gambar 4.5 memperlihatkan perancangan dengan software simulator yang

terdiri dari ONT Utama, Router OS, HTB A, *Drop Core*, HTB B, dan *Access Point*. Berikut adalah penjelasan detil mengenai perancangan pada Optisystem.

4.2.1 ONT Utama

Bagian ONT utama berfungsi sebagai titik awal distribusi jaringan RT/RW Net yang terletak di kantor desa Girimukti. Pada bagian ini, data sinyal yang berupa sinyal optik yang didapatkan dari pihak ISP dikonversi menjadi sinyal listrik melalui komponen *Optical Receiver*. Sinyal listrik yang dihasilkan kemudian diproses dengan *Switch* sebagai pemodelan dari komponen Router OS.

4.2.2 Router OS

Router OS memegang peran penting sebagai pendistribusi data serta pembagian *bandwidth* pada simulasi ini. Komponen Router OS dimodelkan dengan *Switch*, menerima *input* dari ONT utama berupa sinyal listrik yang kemudian didistribusikan ke model HTB A.

4.2.3 HTB A

Hierarchical Token Bucket (HTB) terbagi menjadi dua bagian, yaitu HTB A dan HTB B, yang masing-masing memiliki peran krusial sebagai konverter sinyal dalam distribusi jaringan optik. Sebagai konverter, HTB A bekerja dengan cara yang ditunjukkan dalam ilustrasi model HTB yang telah dirancang, yaitu menerima sinyal data *output* dari Router OS, kemudian mengirimkannya ke *Mach-Zehnder Modulator*. Pada tahap ini, sinyal optik dari CW Laser juga telah dimasukkan. *Output* dari proses ini berupa sinyal optik yang telah dimodulasi, dimana data listrik diubah menjadi variasi intensitas sinyal optik yang sesuai. Inilah awal dari proses transmisi informasi secara optik.

4.2.4 *Drop Core*

Drop core bagian utama dari jaringan distribusi optik yang menghubungkan HTB A dan HTB B dengan *access point*. Dalam simulasi ini, sinyal yang berasal dari kedua HTB ditransmisikan melalui dua jalur kabel optik dengan panjang masing-masing 0,05 km dan 0,04 km. Panjang kabel *drop core* pada simulasi sama dengan yang diimplementasikan langsung di Desa Girimukti.

4.2.5 HTB B

HTB B memproses sinyal optik yang telah ditransmisikan dan mengubahnya kembali menjadi sinyal listrik. Proses ini dimodelkan menggunakan *Photodetector PIN* sebagai komponen konversi sinyal optik ke sinyal listrik. Output berupa sinyal listrik tersebut kemudian diperkuat oleh *Electrical Amplifier* sebelum didistribusikan lebih lanjut ke perangkat tujuan, seperti *Access Point*.

4.2.6 *Access Point*

Access Point merupakan titik akhir dari jaringan RT/RW Net yang berada di rumah warga. Pada bagian ini, sinyal listrik yang telah diperoleh dari HTB B dan diperkuat oleh Electrical Amplifier kemudian dikonversi menjadi sinyal nirkabel (Wi-Fi), sehingga dapat diakses oleh perangkat pengguna seperti *smartphone*, laptop, atau *smart* TV. Dengan demikian, *Access Point* berperan sebagai penghubung antara jaringan kabel dan jaringan nirkabel di lingkungan pelanggan akhir.

4.3 Prosedur Pengoperasian

Pentingnya prosedur pengoperasian pada perancangan ini adalah untuk memastikan sistem berjalan dengan optimal serta meminimalkan risiko kesalahan selama proses operasional. Proses pengoperasian terbagi menjadi beberapa bagian antara lain.

4.3.1 Integrasi Komponen RT/RW Net

Integrasi komponen merupakan salah satu aspek krusial dalam prosedur pengoperasian sistem jaringan RT/RW Net. Proses ini mencakup penggabungan dan pengaturan perangkat-perangkat utama agar dapat bekerja secara terpadu dan optimal.

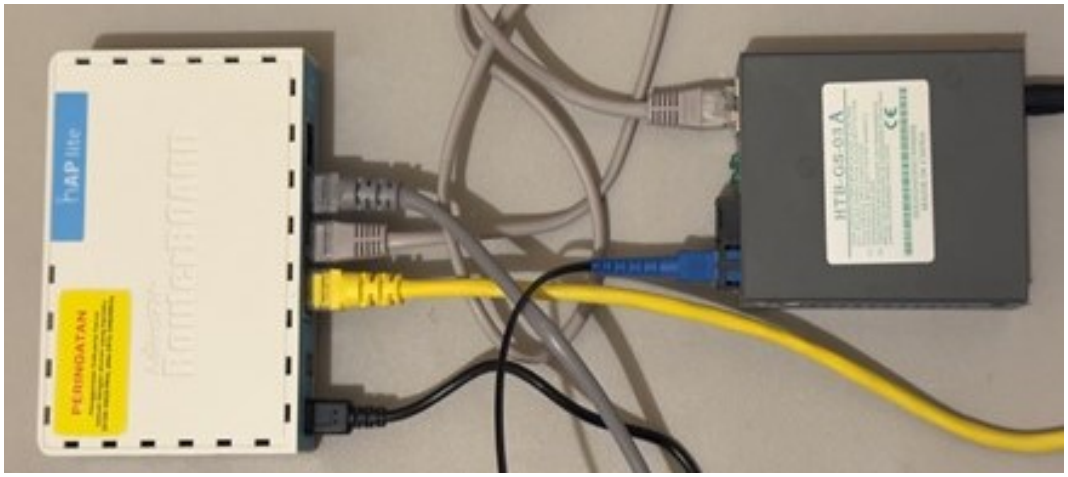
Gambar 4.6 ONT di kantor desa.

Berdasarkan Gambar 4.6, ONT di kantor desa menjadi komponen utama yang berfungsi sebagai titik awal dari koneksi fiber optik. ONT menerima sinyal optik dari ISP dan mengubahnya menjadi sinyal listrik untuk kemudian didistribusikan ke perangkat jaringan lokal. Integrasi ONT sangat penting untuk memastikan konektivitas internet dapat diteruskan dengan stabil dan efisien ke seluruh jaringan internal pengguna.

Gambar 4.7 Port pada perangkat Router OS.

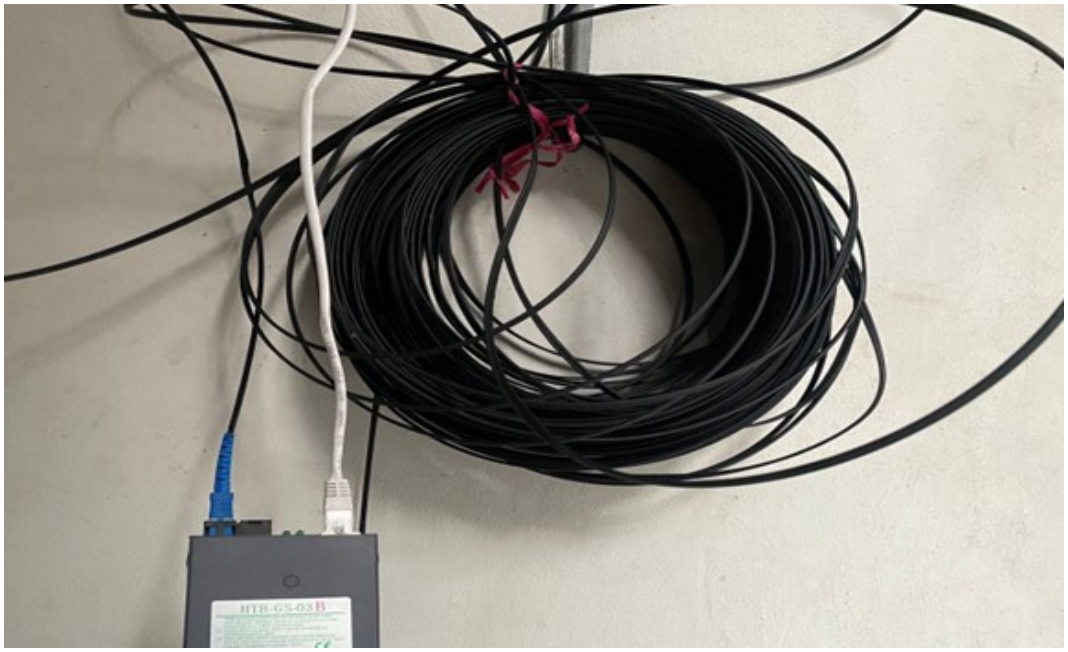
Berdasarkan Gambar 4.7, kabel LAN pada port 1 Router OS merupakan *input* jaringan dari perangkat ONT. Selanjutnya port 2 pada Router OS digunakan sebagai jalur distribusi menuju *access point* (AP) 1 yang terletak di rumah 1, sedangkan port 3 digunakan untuk distribusi ke AP 2 di rumah 2. Mengingat jarak distribusi yang cukup jauh, koneksi dari Router OS tidak langsung ke pengguna, na-

mun melalui media konverter HTB untuk mengubah sinyal dari listrik ke optik dan sebaliknya, guna memastikan transmisi data dapat berlangsung dengan baik hingga ke masing-masing AP.



Gambar 4.8 Port Integrasi HTB A.

Kemudian, seperti pada Gambar 4.8, port 2 dihubungkan ke HTB A1 dengan kabel LAN dan pada port 3 dihubungkan ke HTB A2 juga dengan kabel LAN, lalu dari masing-masing HTB A akan mendistribusikan sinyal optik melalui kabel optik.



Gambar 4.9 *Drop core* optik.

Kemudian, berdasarkan Gambar 4.9 sinyal optik yang didistribusikan dari HTB A1 dan HTB A2 melalui kabel optik diterima oleh HTB B1 dan HTB B2 untuk

selanjutnya dikonversi menjadi sinyal listrik agar selanjutnya dapat dihubungkan ke AP 1 dan AP 2.

Gambar 4.10 Integrasi HTB B dengan *access point*.

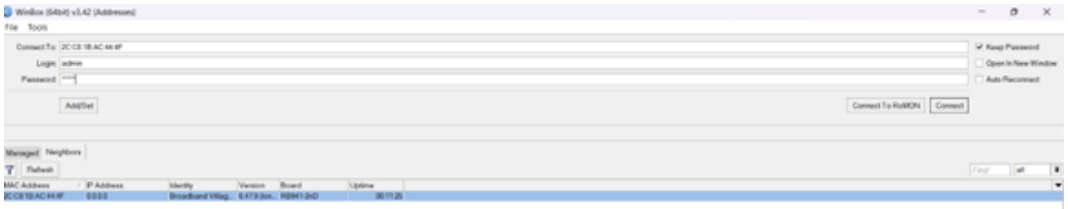
Langkah terakhir sesuai Gambar 4.10 adalah penarikan kabel LAN dari HTB B1 ke AP 1 di rumah 1 dan penarikan kabel LAN dari HTB B2 ke AP 2 di rumah 2.

4.3.2 Pengoprasian Sistem

Implementasi jaringan RT/RW Net yang handal diperlukan serangkaian konfigurasi pada perangkat-perangkat utama untuk sistem jaringan. Tahap ini mencakup konfigurasi pada setiap komponen hardware dan software yang digunakan dalam implementasi.

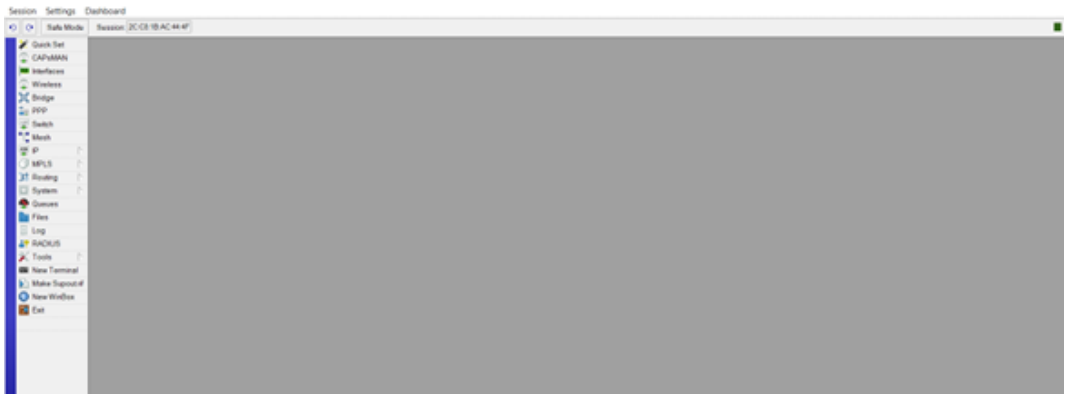
4.3.2.1 Konfigurasi Router OS Dengan Winbox

Winbox adalah perangkat lunak dengan interface grafis yang dirancang oleh MikroTik untuk memfasilitasi pengelolaan dan konfigurasi perangkat berbasis Router OS. Aplikasi ini memungkinkan pengguna melakukan pengaturan secara visual terhadap berbagai fitur yang tersedia, sehingga tidak bergantung pada penggunaan baris perintah [33]. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan koneksi ke perangkat melalui MAC *Address* seperti pada gambar 4.11.



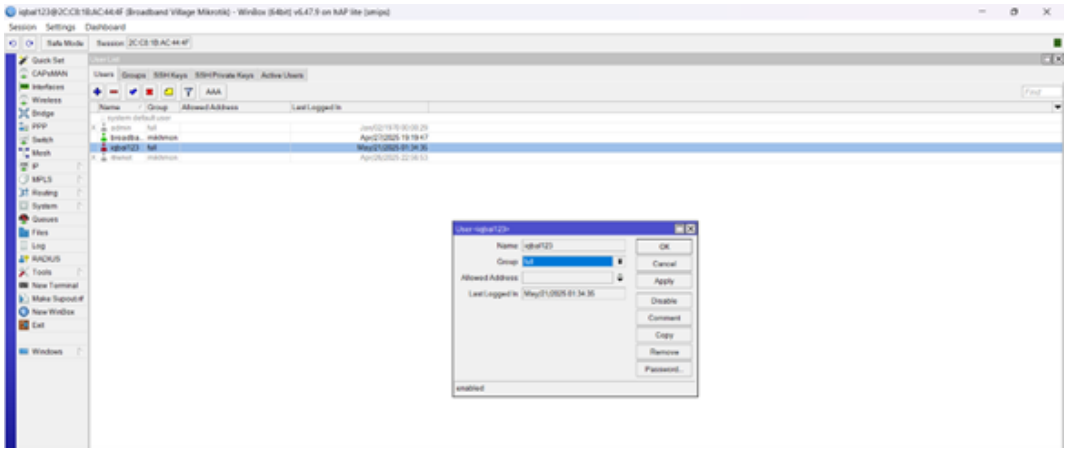
Gambar 4.11 Koneksi MAC *address*.

Setelah berhasil terkoneksi, dilakukan *login* untuk mengakses antarmuka manajemen perangkat menggunakan software Winbox. Gambar 4.12 menunjukan tampilan jika telah berhasil login.



Gambar 4.12 Ilustrasi *dashboard* Winbox.

Setelah berhasil masuk ke dalam Winbox, tahap selanjutnya adalah mengatur sistem keamanan dengan menetapkan kata sandi agar akses terhadap perangkat lebih terkontrol dan lebih privat. Proses ini dilakukan dengan masuk ke menu *System*, kemudian memilih submenu *Users* untuk membuat akun baru. Pada tahap ini, ditentukan *username* dan *password* yang akan digunakan untuk masuk ke perangkat, sehingga hanya pihak yang berwenang yang dapat melakukan pengaturan atau perubahan konfigurasi, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.13.

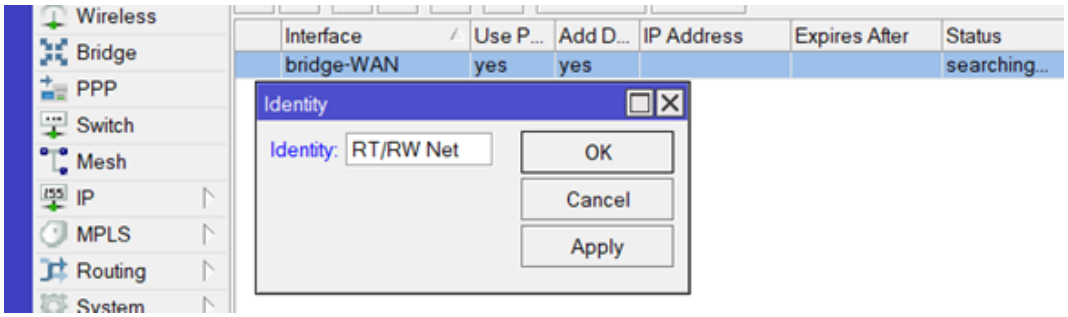


Gambar 4.13 Konfigurasi *user login*.

Berikutnya dalam proses konfigurasi sistem perangkat Router OS melalui software Winbox adalah melakukan pengaturan akun *login* dengan hak akses penuh. Hal ini dilakukan dengan memilih group bertipe *full*, sehingga akun yang dibuat memiliki izin penuh untuk melakukan seluruh pengaturan sistem, seperti tampak pada Gambar 4.14.

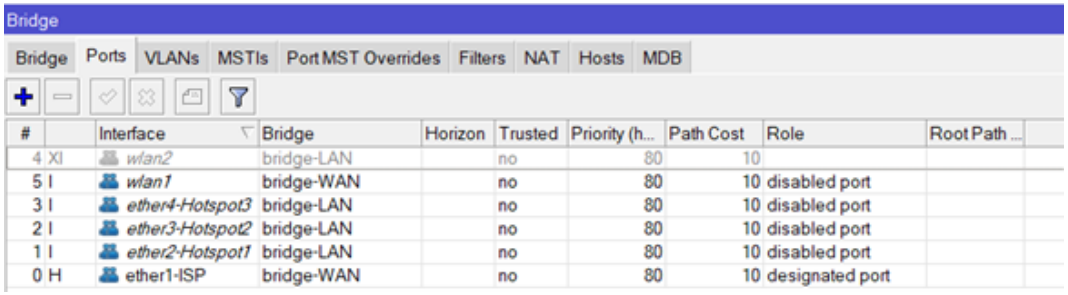
Gambar 4.14 Gambar *login* ulang.

Proses login berhasil, tahapan berikutnya adalah memberikan identitas pada Router OS untuk mempermudah pengelolaan jaringan. Proses ini dilakukan dengan masuk ke menu *System*, kemudian memilih submenu *Identity*, lalu mengganti nama perangkat menjadi “RT/RW Net”, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.15.



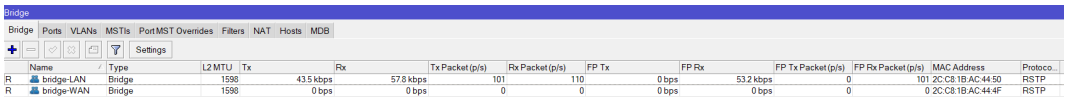
Gambar 4.15 Pengubahan nama pada perangkat.

Selanjutnya, dilakukan penamaan terhadap masing-masing port Ethernet pada perangkat Router OS yang berjumlah empat port. Langkah ini dilakukan dengan membuka menu *Interface*, kemudian mengganti nama setiap port, contoh penamaan pada Gambar 4.16.



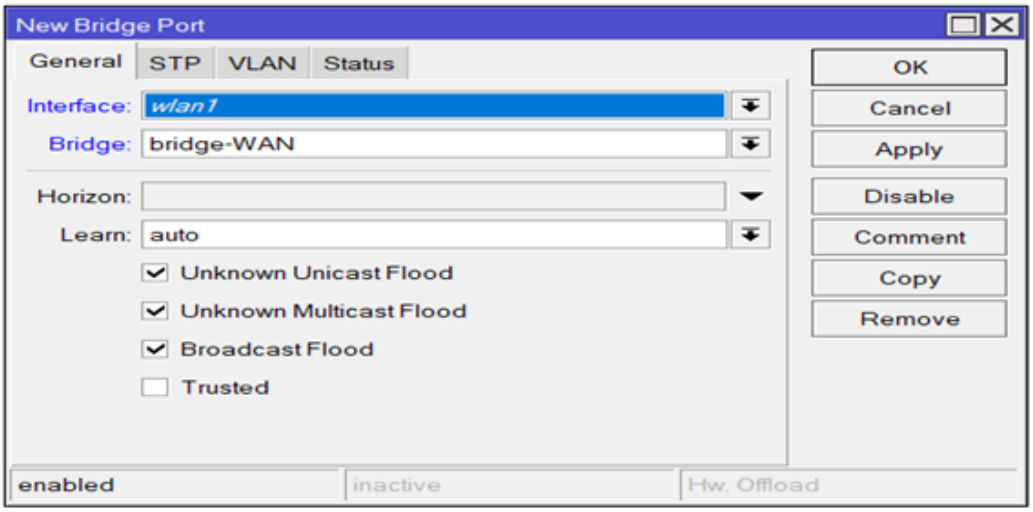
Gambar 4.16 Penamaan port ethernet.

Konfigurasi berikutnya adalah membuat *bridge*, yaitu *Bridge* WAN dan *Bridge* LAN. Proses ini dilakukan dengan membuka menu *Bridge*, lalu masuk ke bagian *Bridge*, kemudian menambahkan kedua *bridge*, seperti ditampilkan pada Gambar 4.17.



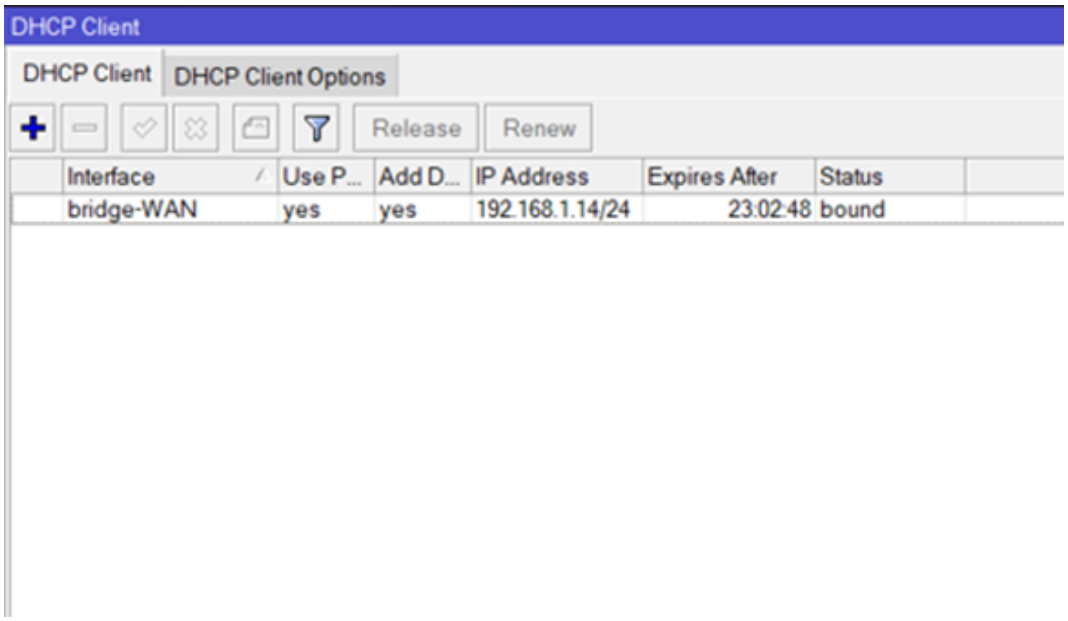
Gambar 4.17 Konfigurasi *bridge* pada Mikrotik.

Bridge WAN untuk menghubungkan port yang terkoneksi dengan ISP, dan *Bridge* LAN untuk menghubungkan port yang mengarah ke jaringan lokal atau pengguna. Setelah *Bridge* dibuat, masuk ke tab Port untuk menambahkan port ke masing-masing *bridge*. Port ether1 (ISP) ditambahkan ke dalam *bridge* WAN, sedangkan port ether2 dan ether3 dimasukkan ke dalam *bridge* LAN, seperti diilustrasikan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Menambahkan ethernet ke *bridge*.

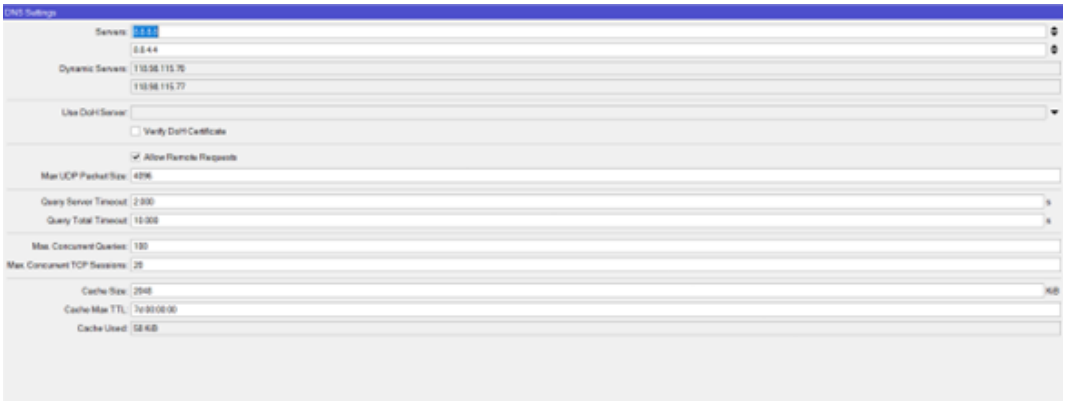
Untuk menghubungkan perangkat Router OS dengan jaringan internet, dilakukan pengaturan agar perangkat dapat memperoleh alamat IP secara otomatis dari ISP melal ui port ether1. Langkah ini dilakukan dengan masuk ke menu IP, kemudian memilih DHCP *Client*, lalu menambahkan *client* baru dengan memilih interface Bridge WAN seperti ditampilakan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Penambahan DHCP *client*.

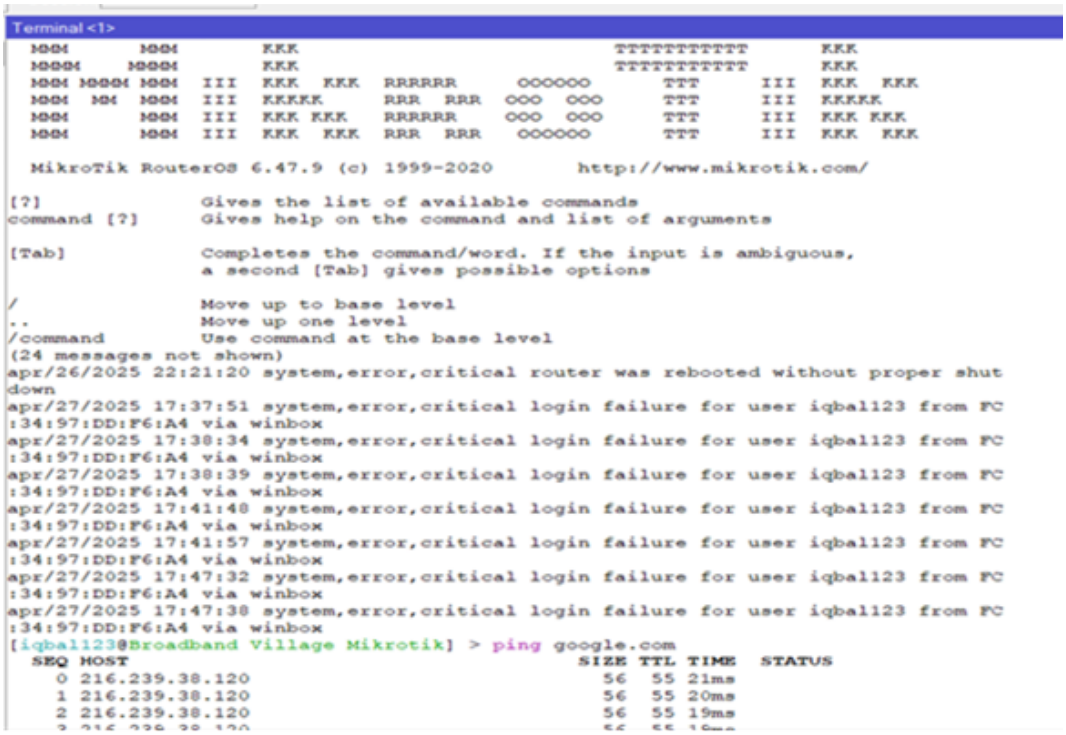
Konfigurasi DNS dilakukan melalui menu IP, kemudian memilih sub menu DNS *settings*. Pada bagian ini, memasukkan alamat server DNS Google, yaitu 8.8.8.8 dan 8.8.4.4, serta mengaaktifkan opsi *Allow Remote Requests* untuk

mengizinkan perangkat lain menggunakan DNS dari Router OS seperti pada Gambar 4.25.



Gambar 4.20 Konfigurasi DNS.

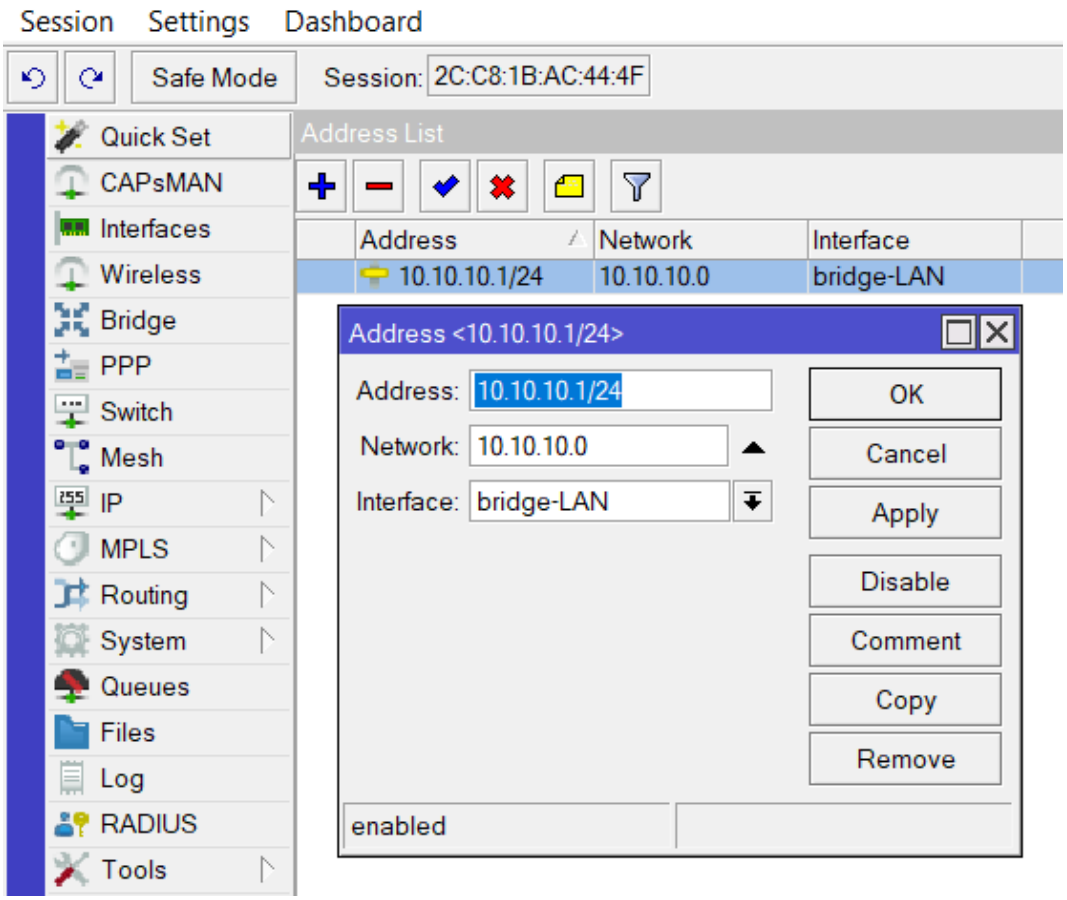
Pengujian konektivitas dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat Router OS telah terhubung dengan internet. Pengujian dilakukan melalui terminal pada software Winbox dengan perintah dengan *ping* google.com. Apabila hasilnya menunjukkan respon, maka konfigurasi jaringan berhasil dijalankan dengan baik, contoh pada gambar 4.21.



Gambar 4.21 Pengujian konektivitas.

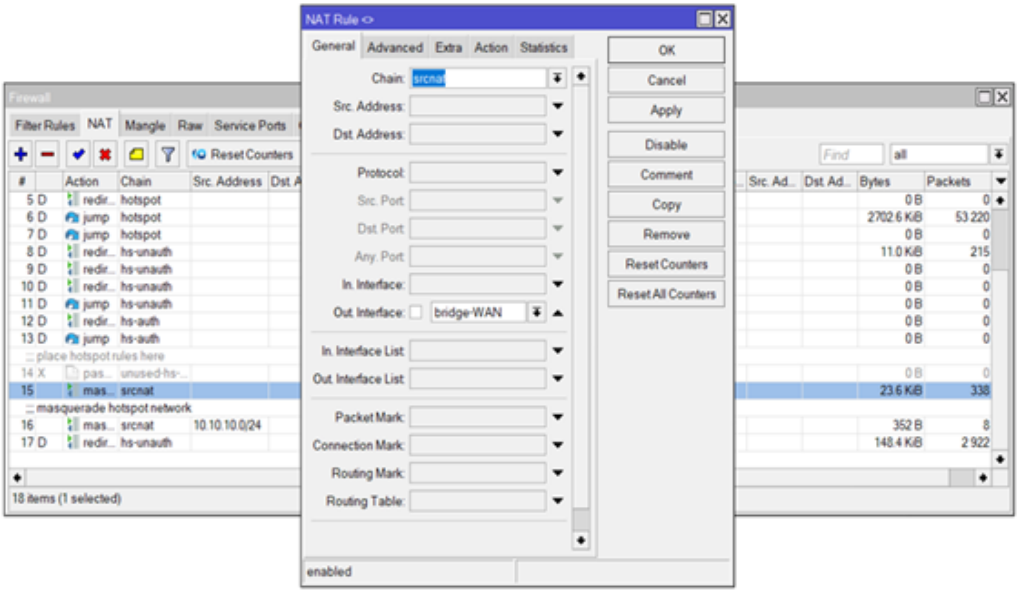
Proses selanjutnya memberikan Alamat IP pada *Bridge* LAN. Pengaturan ini dilakukan dengan membuka menu IP, kemudian memilih submenu *IP Adrress*,

dan menambahkan Alamat IP baru yaitu 10.10.10.1/24 dengan memilih *interface Bridge* LAN, Pada Gambar 4.22 diberikan ilustrasi pemberian IP.



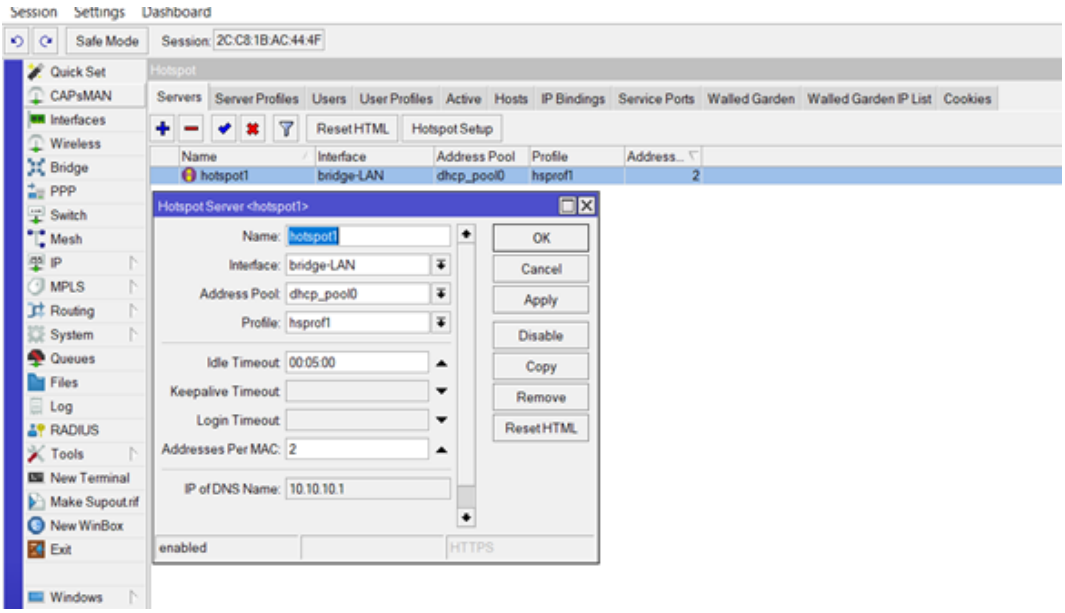
Gambar 4.22 Pemberian IP di bridge.

Melakukan konfigurasi *Network Address Translation* (NAT) agar jaringan lokal dapat terhubung ke internet melalui Alamat IP publik dari ISP. Proses ini dilakukan dengan membuka menu IP, lalu memilih submenu *Firewall*, kemudian masuk ke tab NAT dan menambahkan aturan baru. Pada bagian *Out Interface*, pilih *Bridge* WAN dan pada bagian *Action*, pilih opsi *Masquearede*. Pengaturan NAT ini memungkinkan perangkat jaringan lokal mengakses internet menggunakan satu Alamat IP publik dari ISP. Setelah konfigurasi NAT, maka port Ether2 dan Ether3 yang tergabung dalam *Bridge* LAN sudah dapat mendistribusikan koneksi internet kepada perangkat yang terhubung, seperti pada Gambar 4.23.



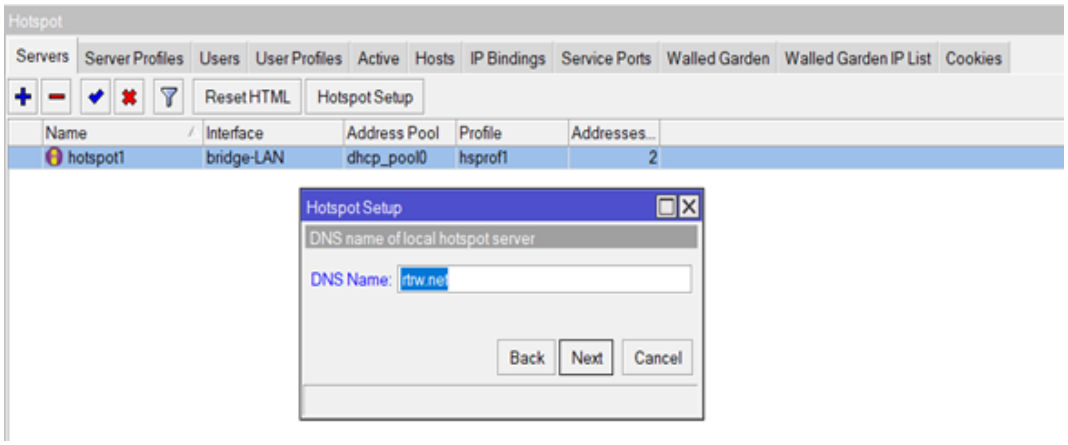
Gambar 4.23 Konfigurasi NAT.

Langkah selanjutnya adalah mengaktifkan fitur Hotspot dan membuat voucher *login* untuk pengguna akhir. Proses ini dilakukan dengan membuka menu IP, lalu memilih submenu Hotspot, kemudian menjalankan Hotspot Setup pada *interface Bridge* LAN, seperti pada Gambar 4.24.



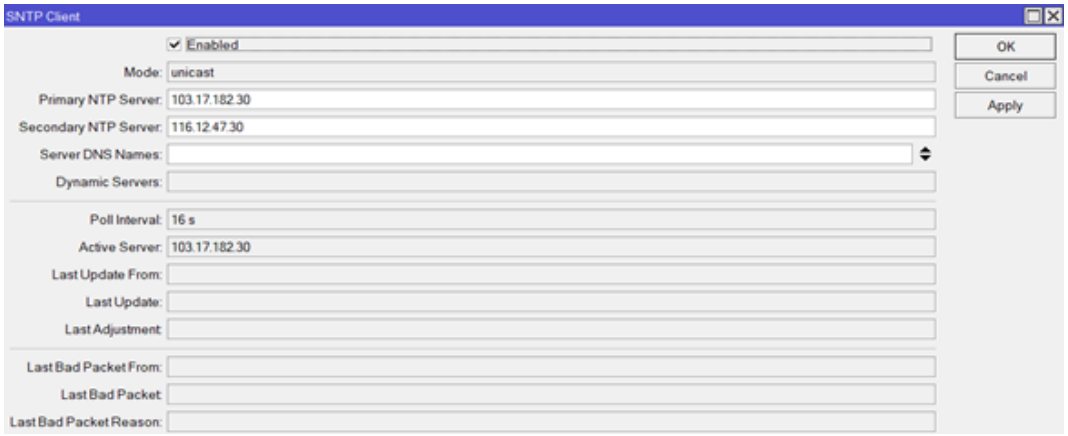
Gambar 4.24 Konfigurasi hotspot pada MIKHMON.

Pada bagian DNS *Name* masukkan nama domain internal, misalnya "rtrw.net", yang akan digunakan pengguna untuk login melalui browser, contoh pemberian nama pada Gambar 4.25.



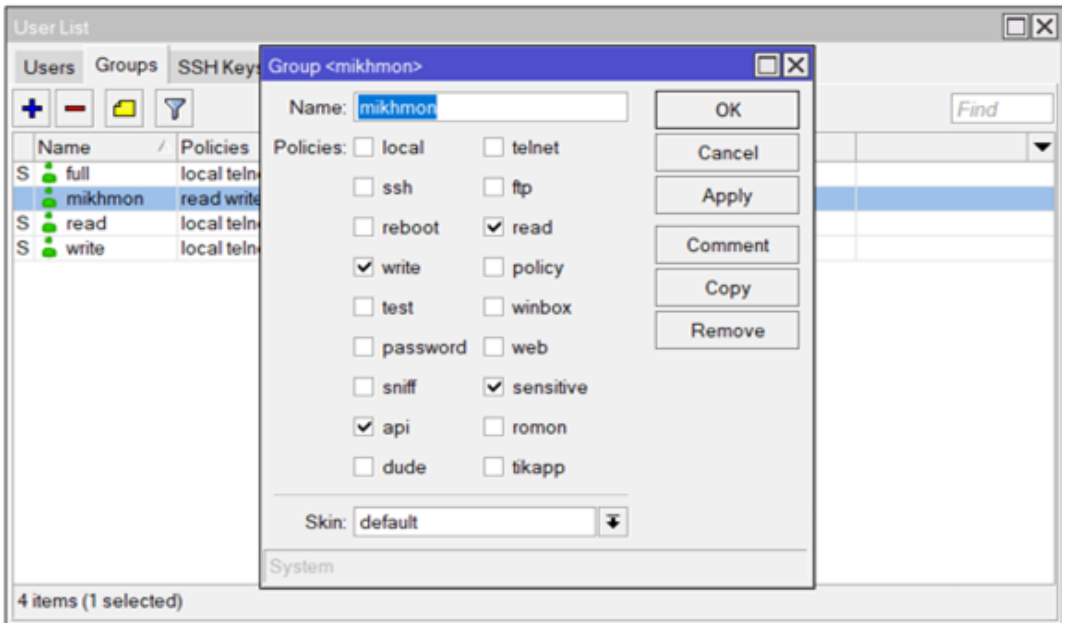
Gambar 4.25 Penamaan pada DNS.

Sebagai langkah tambahan untuk memastikan sinkronisasi waktu yang akurat pada perangkat Router OS, dilakukan pengaturan *Simple Network Time Protocol* (SNTP) *Client*. Masuk ke menu *System*, kemudian pilih SNTP *Client*, lalu masukkan alamat NTP Server seperti pada Gambar 4.26 berikut.



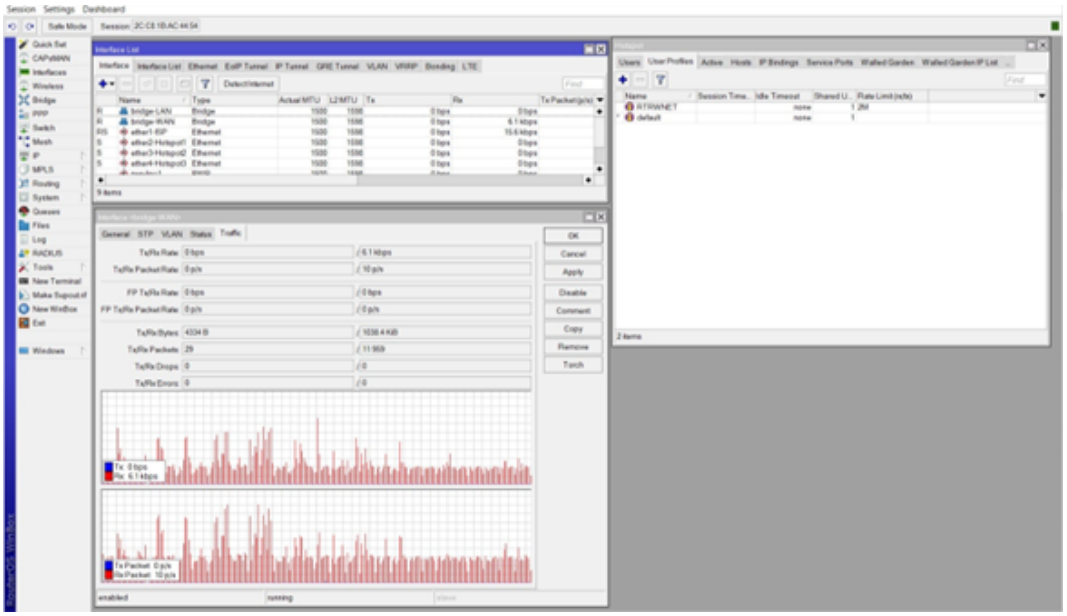
Gambar 4.26 Konfigurasi SNTP *Client*.

Tahap akhir adalah melakukan integrasi dengan MIKHMON menggunakan *User Login* khusus untuk MIKHMON, agar pengelolaan akun voucher dapat dilakukan secara lebih praktis melalui antarmuka web. Pertama, masuk ke menu *System*, kemudian pilih *User* dan masuk ke menu *Groups*. Buat grup baru dengan nama ”MIKHMON” dan centang hak akses atau *policies* yang terdiri *read*, *write*, *api*, dan *sensitive*. seperti pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Pembuatan *user login* untuk MIKHMON.

Apabila konfigurasi berhasil, perangkat klien dapat terhubung dengan jaringan dan indikator kecepatan koneksi menunjukkan bahwa aliran data berjalan normal, seperti di ilustrasikan pada Gambar 4.28.



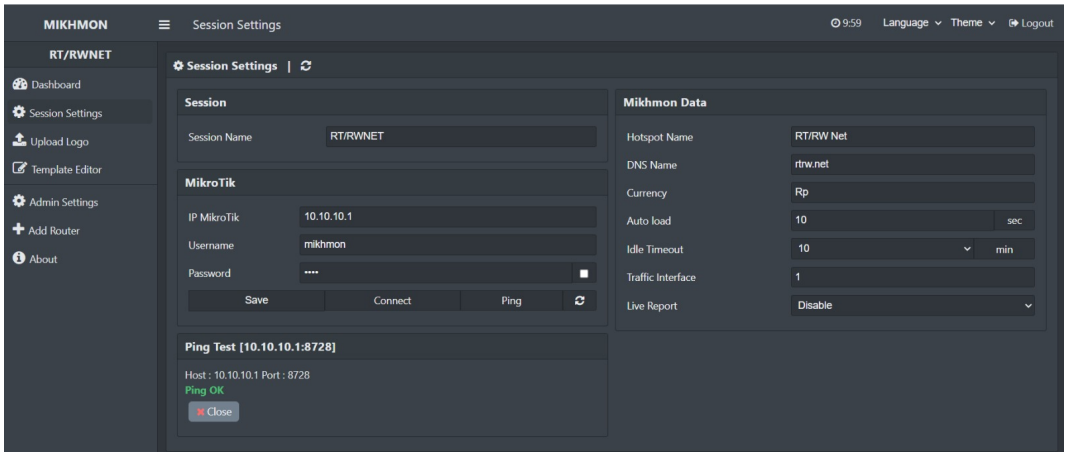
Gambar 4.28 Monitor aktifitas internet melalui Winbox.

4.3.2.2 Konfigurasi MIKHMON

Setelah proses konfigurasi serta pembuatan *user login* khusu untuk MIKHMON pada Router OS berhasil dilakukan, langkah selanjutnya adalah

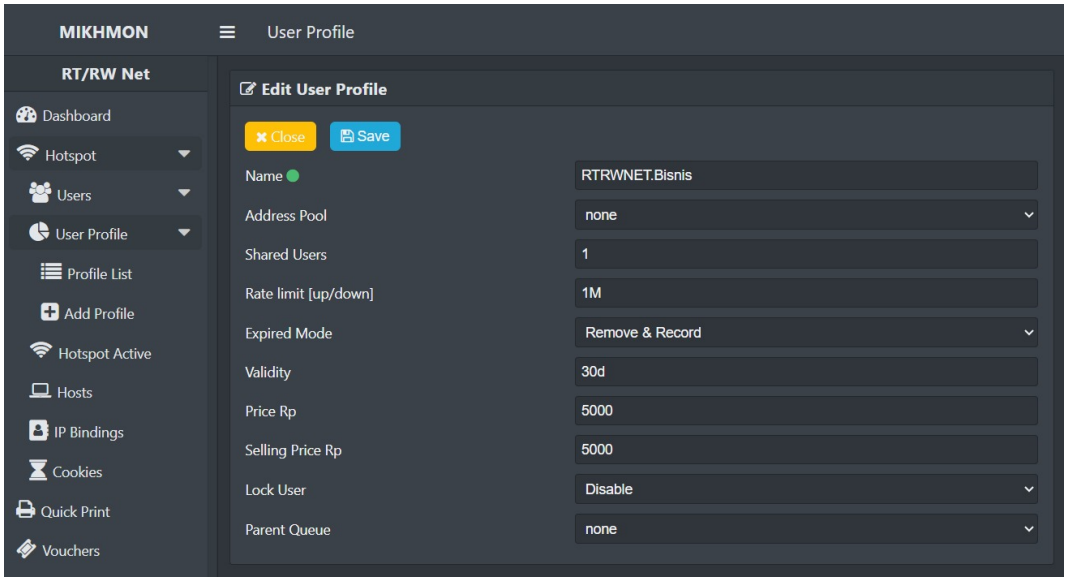
mengintegrasikan Router OS dengan MIKHMON dan melakukan konfigurasi MIKHMON. MIKHMON merupakan aplikasi manajemen yang dirancang untuk mengelola perangkat Routerboard, seperti Router OS, baik melalui jaringan lokal yang sama maupun melalui koneksi internet yang berbeda [34]. Integrasi ini penting untuk memastikan manajemen dan monitoring pengguna jaringan Router OS berjalan dengan baik. Berikut ini merupakan proses konfigurasi MIKHMON dalam implementasi jaringan RT/RW Net.

Proses utama yang perlu dilakukan dalam konfigurasi MIKHMON adalah menginstalasi software MIKHMON. Pada implementasi jaringan RT/RW Net ini, digunakan MIKHMON versi tiga yang kemudian diintegrasikan dengan Router OS menggunakan *user login* khusus untuk MIKHMON yang telah dibuat sebelumnya. Selanjutnya Gambar 4.29 berikut mengilustrasikan apabila MIKHMON sudah berhasil terhubung dan terintegrasi dengan Router OS.



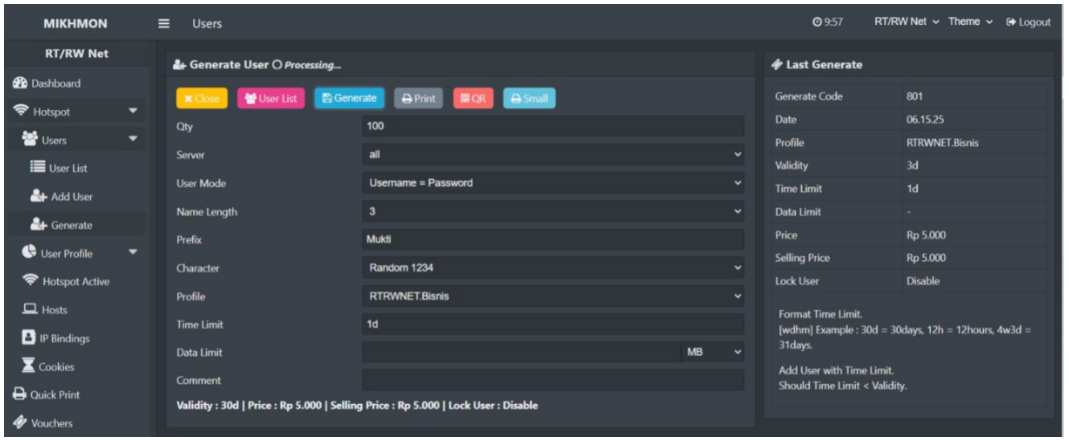
Gambar 4.29 Integrasi Router OS pada MIKHMON.

Autentikasi dilakukan menggunakan alamat IP, serta nama pengguna dan kata sandi yang telah dikonfigurasi pada Router OS. Jika integrasi antara MIKHMON dan Router OS berhasil, indikator status *Ping Test* akan berubah menjadi warna hijau, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.29. Konfigurasi dapat dilanjutkan ke pengaturan *bandwidth*. Ilustrasi konfigurasi penambahan *bandwidth* ditampilkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Pengaturan *bandwidth* pada MIKHMON.

Seperti ilustrasi pada Gambar 4.30, penambahan *bandwidth* dapat dilakukan pada bagian *User Profile*. Konfigurasi ini mencakup pembagian *bandwidth*, pengaturan mode dan waktu penggunaan layanan, serta opsi untuk menetapkan biaya penggunaan layanan. Selain itu, terdapat fitur serupa pada Router OS, yaitu pembuatan voucher internet. Namun, fitur ini lebih mudah dipahami dan digunakan melalui MIKHMON dibandingkan langsung pada Router OS, dalam implementasi jaringan RT/RW Net satu voucher hanya dapat digunakan oleh satu pengguna. Gambar 4.31 mengilustrasikan tampilan antarmuka *Generate User* pada MIKHMON.

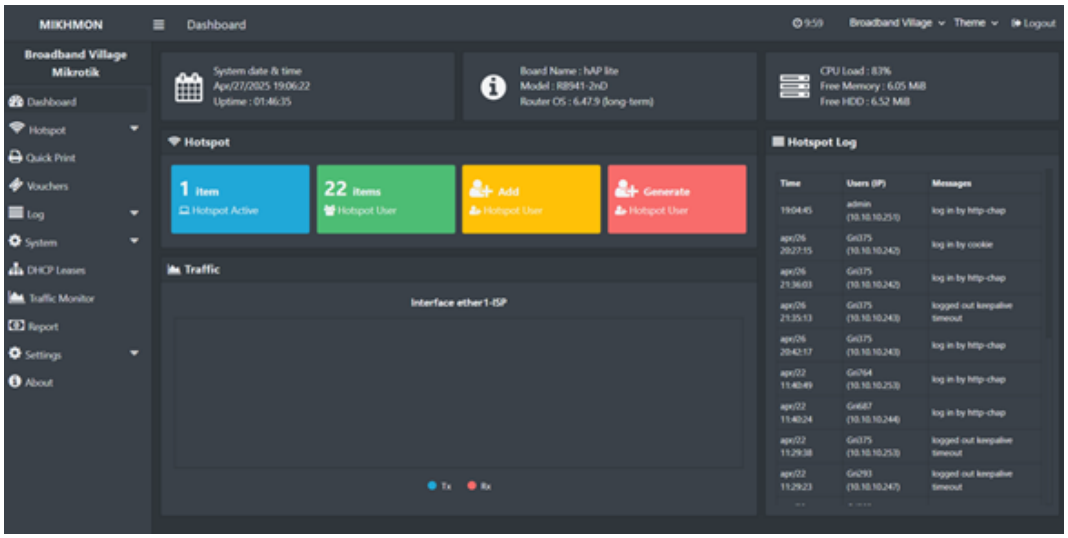


Gambar 4.31 *Generate user* pada MIKHMON.

Pembuatan voucher pada MIKHMON mencakup berbagai pengaturan seperti jumlah voucher, server tujuan, *user mode*, panjang nama pengguna, *prefix*, karakter acak untuk *username* dan *password*, profil pengguna, *time limit*, *data*

limit, serta kolom komentar untuk keterangan tambahan. Semua parameter ini dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan sebelum voucher dibuat.

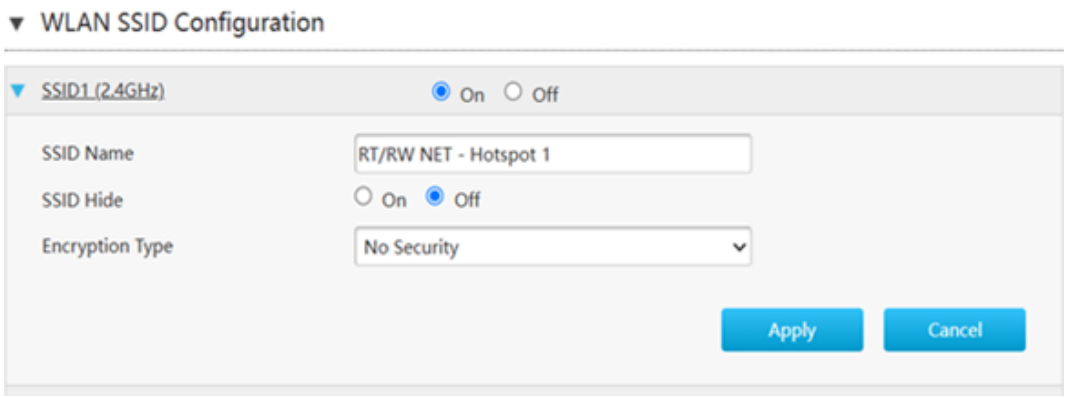
Setelah seluruh proses sebelumnya berhasil dikonfigurasi, penggunaan MIKHMON dapat dimonitor dan dikelola dengan mudah. Secara keseluruhan, proses monitoring dan manajemen ini dapat dipantau melalui bagian *Dashboard* pada MIKHMON, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.32.



Gambar 4.32 Monitoring penggunaan jaringan.

4.3.2.3 Konfigurasi *Access Point*

Pada implementasi jaringan di Desa Girimukti, digunakan dua unit *access point*. Masing-masing *access point* dikonfigurasi terkait SSID, jangkauan frekuensi, serta perannya dalam distribusi jaringan dari sumber utama, yaitu perangkat ONT. seperti contoh pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Tampilan salah satu SSID pada *access point*.

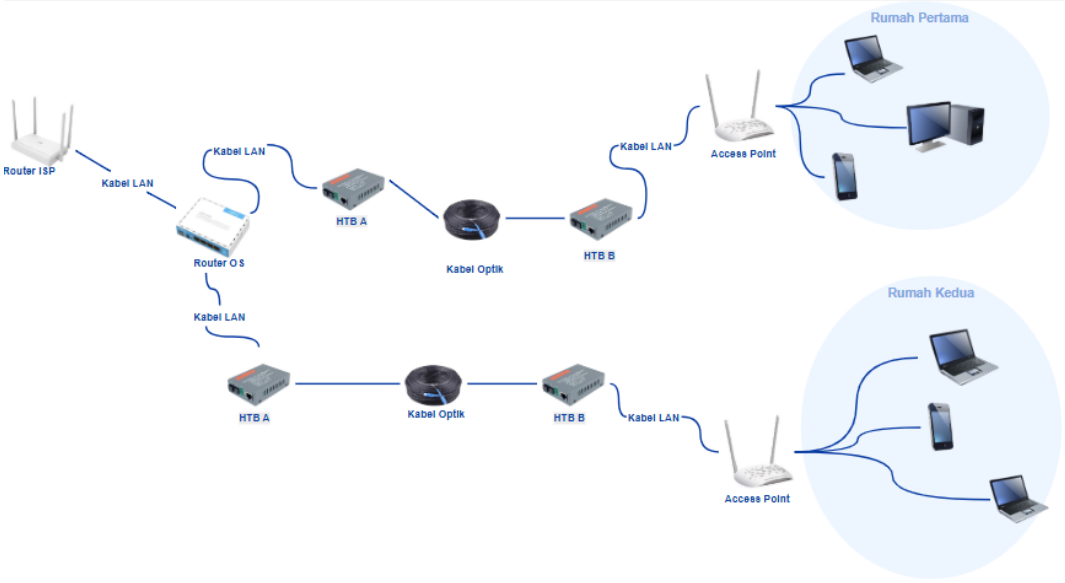
Access point pertama dikonfigurasi melalui IP 192.168.0.1. Perangkat ini

diatur untuk berfungsi sebagai *access point* sekaligus sebagai router lokal yang menerima aliran jaringan dari Router OS yang terhubung langsung dengan ONT. Konfigurasi tambahan mencakup pengaturan kanal frekuensi sebesar 20 MHz dan penetapan SSID menjadi "RTRW NET – Hotspot 1". Hal serupa diterapkan pada *access point* kedua yang dapat diakses melalui IP 192.168.1.1. Perangkat ini dikonfigurasi untuk menjalankan peran sebagai *access point* sekaligus router lokal untuk area cakupan berbeda, dengan kanal frekuensi 20 MHz dan SSID "RTRW NET – Hotspot 2".

BAB V
PENGUJIAN

5.1 Skema Pengujian Sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang ditawarkan, yaitu implementasi RT/RW Net. Evaluasi dimulai dari titik awal distribusi jaringan hingga titik terakhir distribusi yaitu pengguna jaringan, pengujian dan evaluasi ini ditinjau melalui hasil perancangan sistem dan implementasi sistem. Pada Gambar 5.1 mengilustrasikan proses distribusi dari jaringan RT/RW Net yang mendasari pengujian ini.



Gambar 5.1 Diagram distribusi jaringan.

Berdasarkan Gambar 5.1 pengujian mempertimbangkan sejauh mana metode ini mampu mendistribusikan *bandwidth* secara optimal kepada pengguna, serta kemampuan sistem dalam mengelola jumlah pengguna, dan menilai kualitas layanan yang dihasilkan, apakah telah memenuhi standar yang layak untuk digunakan oleh masyarakat di Desa Girimukti.

Pengujian parameter QoS pada hasil implementasi dievaluasi berdasarkan standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON). Detil klasifikasi dan kategorisasi parameter yang diilustrasikan pada Tabel 5.1 berikut mengacu pada penelitian [35].

Tabel 5.1 Standar TIPHON

Parameter				Indeks	Kategori
Throughput	**Delay**	**Jitter**	**Packet Loss**		
75–100%	$<$ 150 ms	0 ms	0%	4	Sangat Bagus
50–75%	150–300 ms	0–75 ms	3%	3	Bagus
25–50%	300–400 ms	76–125 ms	5%	2	Sedang
$>$ 25%	$>$ 450 ms	126–255 ms	25%	1	Buruk

Tabel di atas menunjukkan klasifikasi kualitas layanan (QoS) berdasarkan standar TIPHON dengan empat parameter utama, yaitu *throughput, delay, jitter,* dan *packet loss*. Setiap parameter memiliki ambang batas tertentu yang digunakan untuk menentukan indeks kualitas, yang kemudian dikategorikan ke dalam empat tingkat performa: Sangat Bagus, Bagus, Sedang, dan Buruk.

5.1.1 *Throughput*

Throughput merupakan salah satu parameter utama untuk mengukur efisiensi transmisi data dalam jaringan. Parameter ini dihitung berdasarkan persentase dari kapasitas maksimum jaringan yang berhasil digunakan untuk mentransmisikan data aktual. Nilai throughput yang tinggi menunjukkan kinerja jaringan yang baik dalam mentransfer data secara efektif. Dalam penelitian ini, digunakan standar TIPHON untuk mengklasifikasikan nilai throughput berdasarkan persentase terhadap total bandwidth yang tersedia. Bandwidth yang digunakan sebesar 1 Mbps, sehingga throughput yang berada pada kisaran 75–100% ($\geq$ 750 kbps) dikategorikan sebagai sangat bagus (indeks TIPHON 4). Sementara itu, throughput sebesar 50–74% masuk dalam kategori bagus (indeks 3), 25–49% sebagai cukup (indeks 2), dan kurang dari 25% dianggap buruk (indeks 1). Standar TIPHON ini memberikan acuan yang objektif dan konsisten dalam mengevaluasi kualitas layanan jaringan, serta memungkinkan perbandingan performa antar jaringan secara lebih sistematis.

5.1.2 *Delay*

Delay mengacu pada *latency* yang dibutuhkan oleh paket data untuk berpindah dari titik sumber ke titik tujuan. *Delay* dinyatakan dalam satuan milidetik (ms). Semakin kecil nilai *delay*, maka semakin cepat waktu respon jaringan. *Delay* dengan nilai di bawah 150 ms dianggap memiliki kualitas Sangat Bagus, sedangkan delay di atas 450 ms termasuk dalam kategori Buruk.

5.1.3 *Jitter*

Jitter merupakan variasi atau fluktuasi waktu *delay* antar paket data dalam proses transmisi. Nilai *jitter* yang tinggi dapat menyebabkan ketidakstabilan transmisi data, khususnya pada aplikasi *realtime* seperti video daring atau panggilan suara. Sama halnya dengan *delay*, jitter dinyatakan dalam milidetik (ms), dan nilai yang lebih kecil menunjukkan performa yang lebih stabil.

5.1.4 *Packet Loss*

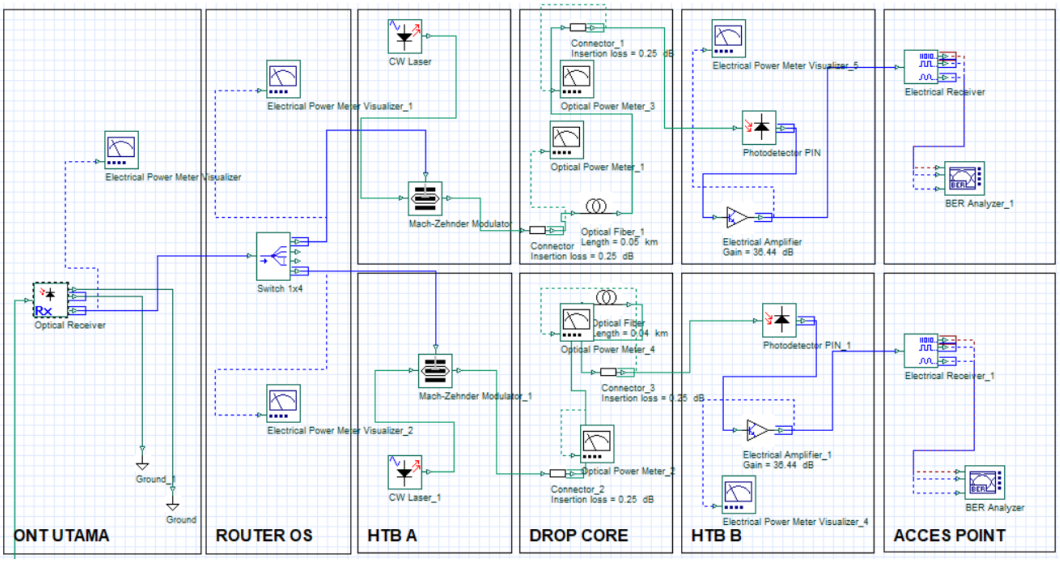
Packet loss adalah persentase paket data yang hilang atau gagal mencapai tujuan dalam proses transmisi. Nilai *packet loss* yang tinggi mengindikasikan penurunan kualitas layanan jaringan secara signifikan. Dalam klasifikasi TIPHON, nilai *packet loss* sebesar 0% dikategorikan sebagai Sangat Bagus, sedangkan nilai $\geq 25\%$ dikategorikan buruk.

5.2 Detil Pengujian

Pengujian diperlukan dalam mengevaluasi kualitas transmisi sinyal pada jaringan RT/RW Net yang telah dirancang dan diimplementasikan di Desa Girimukti.

5.2.1 Detil Pengujian Rancangan RT/RW Net

Pengujian perancangan jaringan RT/RW Net didasarkan pada hasil simulasi yang telah dilakukan, pengujian dimulai dengan menambahkan komponen-komponen pengujian yang terdapat pada Optisystem adalah *Optical Power Meter* (OPM) dan *Electrical Power Meter* (EPM) yang digunakan dalam pengujian daya optik dan listrik, pada Gambar 5.2 menunjukan hasil rancangan yang sudah dilengkapi komponen-komponen pengujian.

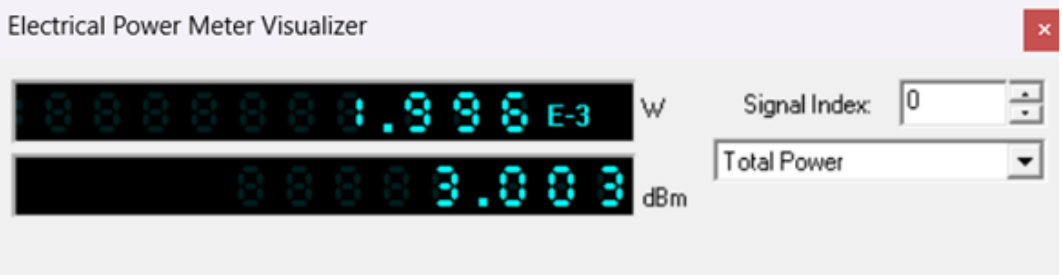


Gambar 5.2 Hasil rancangan dengan komponen pengujian.

Setiap model yang digunakan dalam perancangan jaringan RT/RW Net juga diuji untuk mengevaluasi kinerja dan kualitas transmisinya. Hasil pengujian didapatkan dari pengecekan daya yang dipancarkan dari ONT Utama serta daya yang diterima oleh HTB B dari kabel *drop core*. Ditinjau berdasarkan dengan pengujian pada implementasi.

a. Pengujian Model ONT Utama

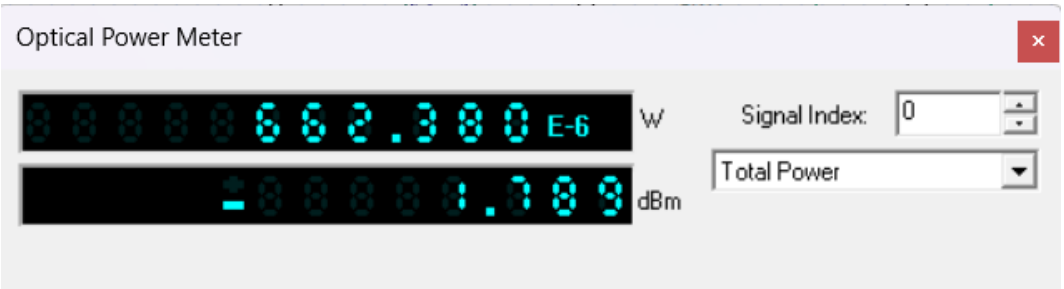
Pengujian model ONT dilakukan untuk mengevaluasi performa penerima sinyal optik dalam jaringan RT/RW Net serta performa ONT sebagai titik utama dalam distribusi jaringan RT/RW Net. Pengujian ini mengunakan OPM dalam Optisystem, berdasarkan pengujian hasil daya yang diterima oleh ONT adalah sebesar 3,003 dBm. Seperti yang dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Hasil pengujian nilai daya pada ONT Utama.

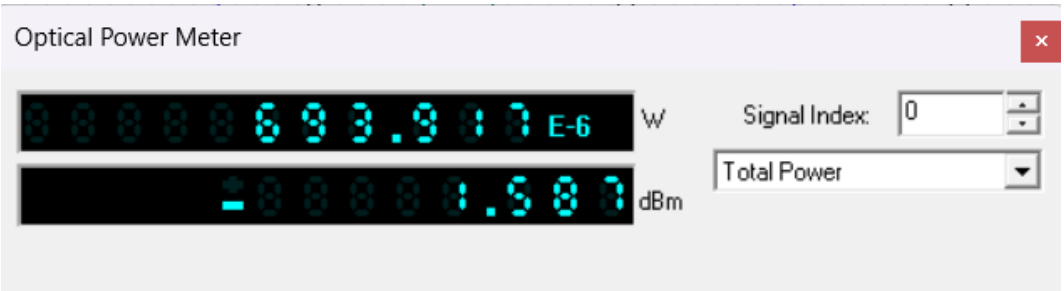
b. Pengujian Model ONT Utama

Drop core merupakan bagian dari distribusi optik yang menghubungkan HTB A menuju ke perangkat pengguna. Pengujian dilakukan pada dua titik *drop core* untuk menilai konsistensi kualitas sinyal. Hasil pengukuran *drop core* pertama menunjukkan daya optik sebesar -1,789 dBm seperti pada gambar 5.4 dibawah.



Gambar 5.4 Hasil pengujian nilai daya *drop core* pertama.

Nilai *drop core* kedua tercatat sebesar -1,587 dBm, menunjukkan bahwa daya sinyal masih dalam batas wajar sesuai standar jaringan, yakni di atas -28 dBm.



Gambar 5.5 Hasil pengujian nilai daya *drop core* kedua.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan, nilai dari LPB dapat diperoleh. Pengujian nilai LPB dilakukan untuk mengevaluasi seberapa besar daya optik yang hilang selama proses transmisi dari *transmitter* hingga ke *receiver* dalam jaringan RT/RW Net. LPB dihitung dengan mengurangkan total redaman pada jalur transmisi terhadap daya keluaran dari laser *transmitter*. Hasil perhitungan nilai LPB dalam perancangan jaringan RT/RW Net sebagai berikut.

Perhitungan nilai LPB pada rumah pertama.

$\alpha_{tot} = P_{tx} - P_{rx}$

$\alpha_{tot} = 3 - (-1{,}789)$

$\alpha_{tot} = 4{,}789$ dB

Perhitungan nilai LPB pada rumah kedua.

$\alpha_{tot} = P_{tx} - P_{rx}$

$\alpha_{tot} = 3 - (-1{,}587)$
$\alpha_{tot} = 4{,}587$ dB

Nilai LPB yang didapatkan dari pengujian memiliki perbedaan dengan nilai LPB ideal yang sudah didapatkan secara teoritis, perbedaan ini dapat disebabkan dari faktor redaman tetap yang terdapat pada komponen yang digunakan dalam perancangan menggunakan OptiSystem.

5.2.1.1 Detil Pengujian Jaringan Fisik

Pengujian pada jaringan fisik meliputi pengujian daya perangkat RT/RW Net, termasuk pengukuran daya yang sudah diterima *access point*, sebagai titik terakhir distribusi jaringan pada jaringan RT/RW Net. Selain itu, dilakukan pula evaluasi kestabilan daya selama operasional jaringan untuk memastikan perangkat berfungsi secara optimal dalam kondisi lingkungan yang ada. Kegiatan pengujian dilaksanakan di Desa Girimukti, berdasarkan hasil implemetasi sistem di lapangan, implementasi sistem dapat diilustrasikan pada Gambar 5.6 berikut.

Gambar 5.6 Rangkaian pada Implementasi Sistem.

Nilai pengujian didapatkan dengan menggunakan perangkat OPM, pengujian ini menggunakan *output* dari HTB A sebelum sampai pada *access point*. Proses pengujian ini dilakukan pada masing-masing rumah yang menjadi titik alokasi jaringan, Berdasarkan implementasi jarak antara titik awal dan titik akhir tidak lebih dari 1 Km sehingga dengan pertimbangan jarak pengujian dilakukan menggunankan panjang gelombang sebesar 1310 nm, panjang gelombang ini cocok digu-

nakan dalam pengujian jaringan *short link* seperti jaringan RT/RW Net yang memiliki jarak 40 m dan 50 m. Gambar 5.7 ditampilkan hasil pengujian daya pada rumah pertama.

Gambar 5.7 Hasil pengujian output HTB A pada rumah pertama.

Gambar 5.7 menunjukan hasil perolehan nilai daya dari OPM yang diujikan pada *output* yang dikeluarkan oleh HTB A, nilai sebesar -1.23 dBm. Total daya ini masih berada dalam batas yang dapat diterima oleh sistem, pengujian juga dilakukan pada distribusi ke rumah kedua, hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.

Gambar 5.8 Hasil pengujian output HTB A pada rumah kedua.

Gambar 5.8 menunjukkan hasil pengujian daya optik pada *output* HTB A. Hasil pengukuran sebesar -3,50 dBm menunjukkan bahwa daya optik yang diterima masih berada dalam batas toleransi yang aman dan bahkan relatif kuat. Hal ini mngindikasikan bahwa jalur transmisi optik telah berfungsi secara optimal dan memiliki daya yang kuat.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan OPM, hasil daya pada pancaran yang diterima sebesar -1.23 dBm pada rumah pertama dan -3,50 dBm pada rumah kedua, nilai LPB dapat dihitung menggunakan langkah-langkah berikut.
Perhitungan nilai LBP rumah pertama.

$\alpha_{tot} = P_{tx} - P_{rx}$

$\alpha_{tot} = 3 - (-1{,}23)$

$\alpha_{tot} = 4{,}23$ dB

Perhitungan nilai LBP rumah kedua.

$\alpha_{tot} = P_{tx} - P_{rx}$

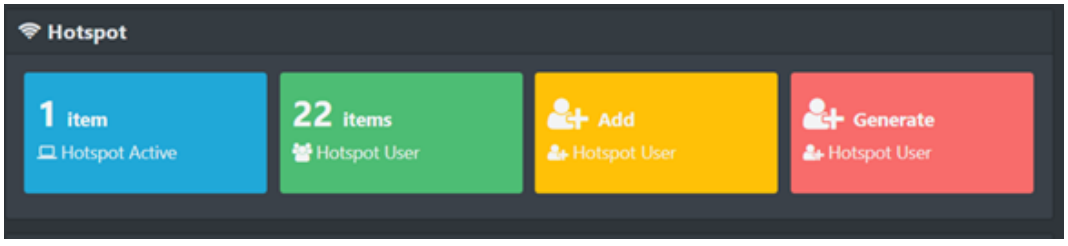
$\alpha_{tot} = 3 - (-3{,}50)$

$\alpha_{tot} = 6{,}50$ dB

5.2.1.2 Detil Pengujian MIKHMON

Pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi fungsi manajemen pengguna pada MIKHMON, khususnya dalam hal pembuatan dan penggunaan voucher internet. Proses pengujian mencakup pembuatan voucher serta pengaturan parameter pengguna, seperti batas *bandwidth*, batas waktu penggunaan, dan maksimal user pada setiap voucher.

Voucher internet siap pakai dengan kode yang berbeda telah berhasil dibuat menggunakan MIKHMON. Kode-kode yang berhasil di buat dapat dilihat pada MIKHMON, seperti pada Gambar 5.9.

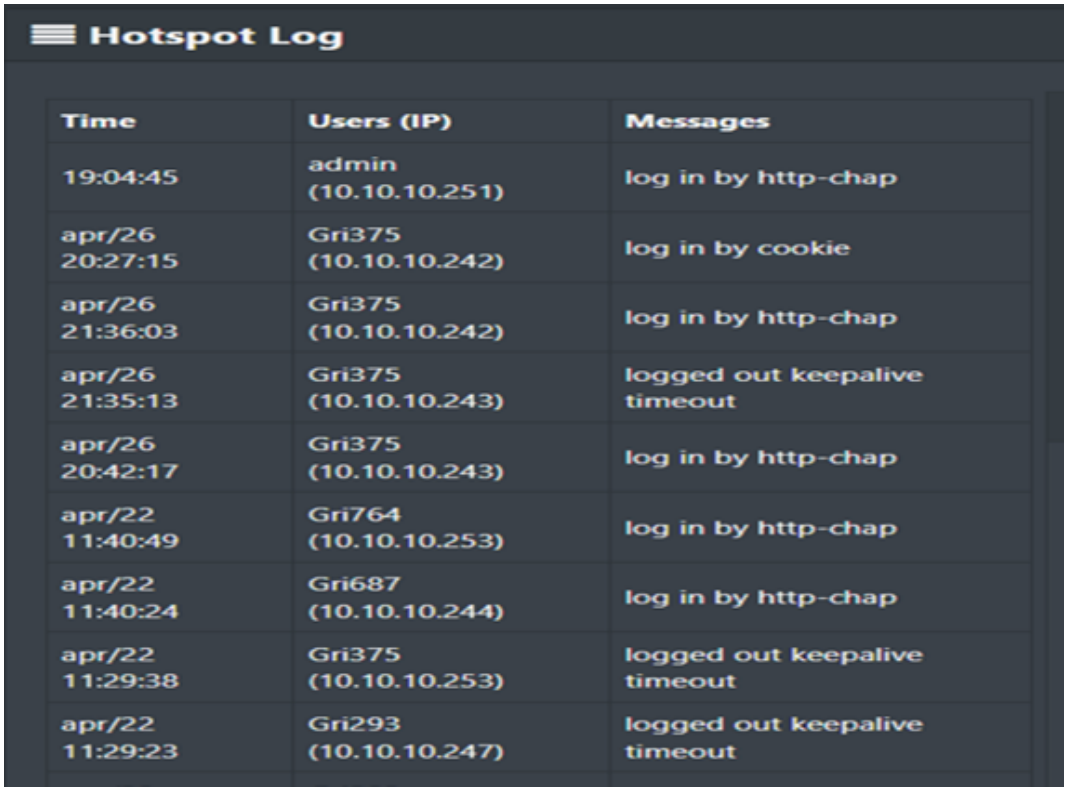


Gambar 5.9 Tampilan *management user*.

Berdasarkan Gambar 5.9, terdapat sebanyak 22 voucher siap pakai berhasil dibuat oleh sistem. Voucher tersebut ditampilkan pada Gambar 5.10.

Gambar 5.10 Voucher RT/RW Net.

Voucher dengan kode "Gri375" telah berhasil digunakan oleh satu perangkat. Keberhasilan penggunaan voucher ini dapat diverifikasi melalui *hotspot log* yang tersedia pada dashboard MIKHMON. Gambar 5.11 menampilkan log aktivitas yang menunjukkan bahwa voucher tersebut telah digunakan.



Gambar 5.11 Log aktivitas pada MIKHMON.

5.2.1.3 Detil Pengujian Jaringan RT/RW Net

Pengujian dilakukan menggunakan aplikasi Wireshark, yang mampu menangkap serta menganalisis paket data secara detail. Penangkapan data dilakukan sebanyak 10.000 paket untuk ketiga jenis data yang diuji. Jenis data tersebut mencakup *document* (menggunakan Google Document), *video streaming* (menggunakan YouTube), serta *video conference* (menggunakan Zoom). Pengujian dilakukan secara simultan oleh enam user pada setiap skenario. Misalnya, saat pengujian untuk tipe data *document*, seluruh user mengakses *document* secara bersamaan. Pendekatan serupa juga diterapkan pada pengujian *video streaming* dan *video conference* untuk memastikan hasil yang lebih representatif terhadap kondisi penggunaan nyata. Rincian pengujian ini disajikan pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Tipe data pengujian.

Tipe Data	Aplikasi	Jumlah Data	Parameter Pengujian
Dokumen	Google Document	10000	*Throughput, Delay, Jitter, Packet Loss*
Media Video Daring	Youtube	10000	*Throughput, Delay, Jitter, Packet Loss*
Konferensi Video Daring	Zoom	10000	*Throughput, Delay, Jitter, Packet Loss*

Hasil tangkapan data dianalisis berdasarkan hasil pengujian setiap aspek RT/RW Net empat parameter QoS, yaitu *throughput, delay, jitter, dan packet loss*. Setiap parameter dihitung menggunakan rumus yang merujuk pada penelitian sebelumnya [27], guna memastikan akurasi dan relevansi metode yang digunakan. Penjelasan mendetil mengenai proses pengolahan dan perhitungan data untuk masing-masing parameter disampaikan pada bagian berikut, sebagai dasar evaluasi performa jaringan yang telah dirancang.

a. *Throughput*

Pengolahan data hasil tangkapan terkait parameter *throughput* pada aplikasi Wireshark dilakukan melalui menu *Statistics*, khususnya melalui submenu *Capture File Properties*. Data yang diambil meliputi jumlah *Bytes* yang ditransmisikan dan *Time Span* sebagai durasi transmisi. Kedua data ini menjadi dasar dalam menghitung nilai *throughput*.

Detil perhitungan untuk masing-masing jenis data disajikan sebagai berikut:

Perhitungan *throughput* untuk tipe data *Document*.

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah } Bytes}{Time\ span} \times 8$$

$$Throughput = \frac{7.884.714}{86.932} \times 8$$

$$Throughput = 725,5983$$

$$Throughput = 725 \text{ kbps}$$

Perhitungan *throughput* untuk tipe data *Video Streaming*.

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah } Bytes}{Time\ span} \times 8$$

$$Throughput = \frac{9.184.724}{78.109} \times 8$$

$$Throughput = 940,7083$$

$$Throughput = 940 \text{ kbps}$$

Perhitungan *throughput* untuk tipe *Video Conference*.

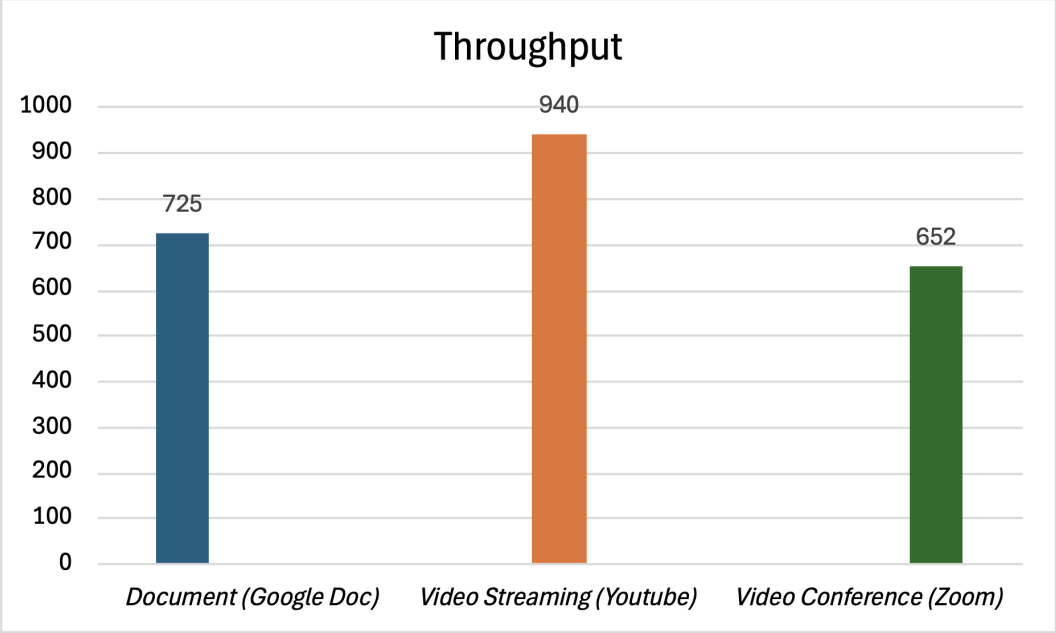
$$Throughput = \frac{\text{Jumlah } Bytes}{Time\ span} \times 8$$

$$Throughput = \frac{4.335.210}{53.158} \times 8$$

$$Throughput = 652,4263$$

$$Throughput = 652 \text{ kbps}$$

Setelah didapatkan hasil perhitungan *throughput* pada ketiga tipe data tersebut, selanjutnya hasil tersebut divisualisasikan pada Gambar 5.12 berikut.



Gambar 5.12 Hasil pengujian *throughput*.

Berdasarkan hasil pengujian parameter *throughput* terhadap tiga tipe data, diperoleh variasi performa yang dianalisis menggunakan standar TIPHON. Pada pengujian tipe data *document*, diperoleh *throughput* sebesar 725 kbps yang masuk dalam kategori bagus dengan indeks TIPHON 3. Untuk tipe data *video streaming*, *throughput* mencapai 940 kbps dan dikategorikan sangat bagus dengan indeks TIPHON 4. Sedangkan pada tipe data *video conference*, *throughput* yang dicapai adalah 652 kbps dan masuk dalam kategori bagus dengan indeks TIPHON 3. Penilaian ini berlaku konsisten untuk ketiga jenis data yang diuji.

b. *Delay*

Pengolahan data pada parameter *delay* dilakukan dengan mengekspor hasil tangkapan Wireshark ke dalam format Excel, kemudian mengambil nilai *Time* dari 10.000 paket. Untuk menghitung total *delay*, dibuat dua kolom: kolom pertama berisi *Time* 1, yang diambil dari baris pertama hingga baris ke-10.000; sedangkan kolom kedua berisi *Time* 2, yang diambil dari baris kedua hingga baris ke-10.000. Selanjutnya, nilai *delay* dihitung dengan mengurangkan *Time* 2 dengan *Time* 1 secara mendatar untuk setiap baris. Sebagai ilustrasi, apabila *Time* 1 berada di kolom A dan *Time* 2 di kolom B, maka formula yang digunakan adalah B2 – A2. Analisis dilakukan terhadap tiga jenis layanan data, yaitu *document*, *video streaming*, dan *video conference*.

Detil perhitungan untuk masing-masing jenis data disajikan sebagai berikut:

Perhitungan *delay* untuk tipe data *Document*.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket}} \times 1000$$

$$Delay = \frac{124{,}1631}{10.000} \times 1000$$

$$Delay = 12{,}4163 \text{ ms}$$

Perhitungan *delay* untuk tipe data *Video Streaming*.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket}} \times 1000$$

$$Delay = \frac{85{,}72043}{10.000} \times 1000$$

$$Delay = 8{,}5720 \text{ ms}$$

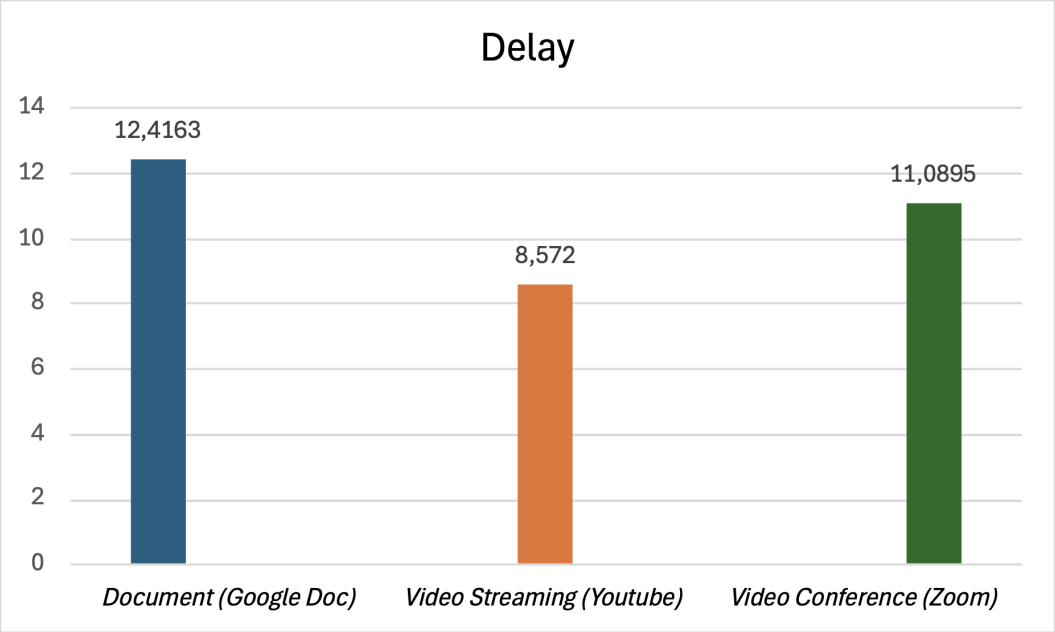
Perhitungan *delay* untuk tipe data *Video Conference*.

$$Delay = \frac{\text{Total Delay}}{\text{Total Paket}} \times 1000$$

$$Delay = \frac{51{,}04957}{10.000} \times 1000$$

$$Delay = 5{,}1049 \text{ ms}$$

Setelah diperoleh hasil perhitungan untuk tiga tipe data pengujian untuk parameter *delay*, selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 5.13 berikut.



Gambar 5.13 Hasil pengujian *delay*.

Berdasarkan Gambar 5.13 didapatkan data hasil pengujian parameter *delay* untuk tiga tipe data. Hasil perhitungan untuk tipe data *Document* diperoleh hasil *delay* sebesar 12,4163 ms dengan indeks TIPHON adalah 4 dikategorikan sangat bagus. Lalu hasil perhitungan untuk tipe data *Video Streaming* diperoleh hasil *delay* sebesar 8,572 ms dengan indeks TIPHON adalah 4 dikategorikan sangat bagus. Selanjutnya hasil perhitungan untuk tipe data *Video Conference* diperoleh hasil *delay* sebesar 11,0895 ms dengan indeks TIPHON 4 dikategorikan sangat bagus.

c. *Jitter*

Perhitungan total *jitter* dilakukan berdasarkan data *delay* yang telah diperoleh sebelumnya. Nilai *delay* diolah kembali dengan membentuk dua kolom tambahan. Kolom *Delay* 1 berisi selisih dari total *delay* yang didapatkan sebelumnya dengan cara mengurangi data setelahnya dengan data sebelumnya, misal data baris kedua dikurangi baris pertama dan seterusnya hingga baris ke-10.000 secara berurutan. Selanjutnya, kolom *Delay* 2 diisi dengan data dari baris kedua hingga ke-10.000 dari kolom *Delay* 1.

Nilai jitter diperoleh dengan menghitung selisih antara kolom *Delay* 2 dan *Delay* 1 secara mendatar. Sebagai contoh, apabila *Delay* 1 berada pada kolom E dan *Delay* 2 pada kolom F, maka formula Excel yang digunakan adalah F2 – E2, diterapkan hingga seluruh baris data.

Perhitungan *jitter* untuk tipe data *Document*.

$$Jitter = \frac{\text{Total } Jitter}{\text{Total Paket}} \times 1000$$

$$Jitter = \frac{0{,}076002}{10.000} \times 1000$$

$$Jitter = 0,0076 \text{ ms}$$

Perhitungan *jitter* untuk tipe data *Video Streaming.*

$$Jitter = \frac{\text{Total } Jitter}{\text{Total Paket}} \times 1000$$

$$Jitter = \frac{0{,}002625}{10.000} \times 1000$$

$$Jitter = 0,000262 \text{ ms}$$

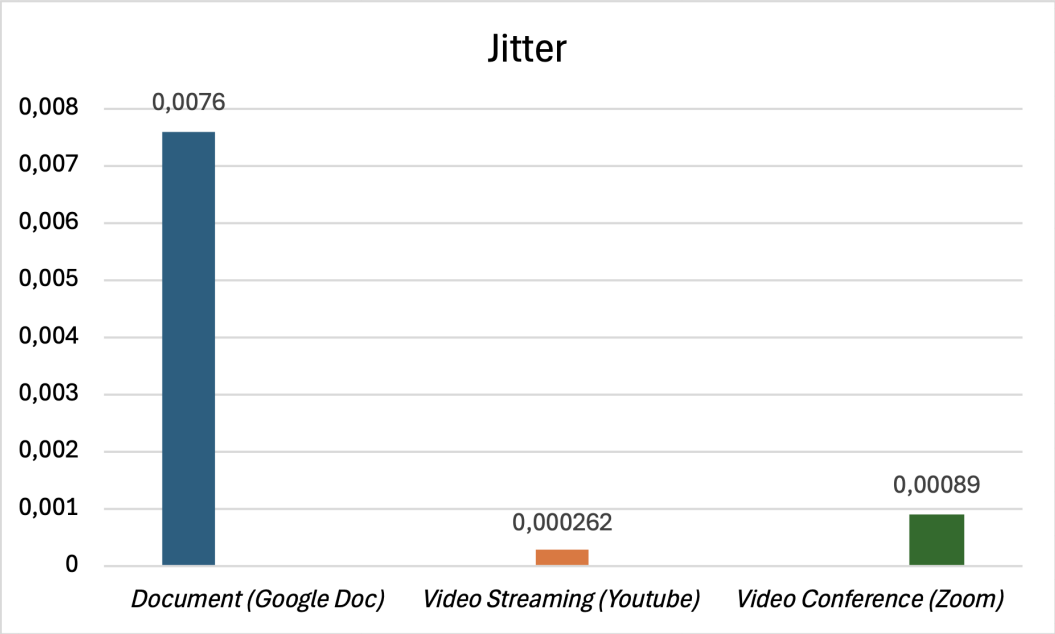
Perhitungan *jitter* untuk tipe data *Video Conference*.

$$Jitter = \frac{\text{Total } Jitter}{\text{Total Paket}} \times 1000$$

$$Jitter = \frac{0{,}0089}{10.000} \times 1000$$

$$Jitter = 0,00089 \text{ ms}$$

Setelah diperoleh hasil perhitungan untuk tiga tipe data pengujian untuk parameter *Jitter*, selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 5.14 berikut.



Gambar 5.14 Hasil pengujian *jitter*.

Berdasarkan Gambar 5.14 didapatkan data hasil pengujian parameter *Jitter* untuk tiga tipe data. Hasil perhitungan untuk tipe data *Document* diperoleh hasil *Jitter* sebesar 0,0076 ms dengan indeks TIPHON adalah 4 dikategorikan sangat bagus. Lalu hasil perhitungan untuk tipe data *Video Streaming* diperoleh hasil *Jitter* sebesar 0,000262 ms dengan indeks TIPHON adalah 4 dikategorikan sangat bagus. Selanjutnya hasil perhitungan untuk tipe data *Video Conference* diperoleh hasil *Jitter* sebesar 0,00089 ms dengan indeks TIPHON 4 dikategorikan sangat bagus.

d. *Packet Loss*

Pengolahan data pada parameter *packet loss* dilakukan melalui menu Statistics pada aplikasi Wireshark. Data yang diambil difokuskan pada jumlah total paket yang dikirim (Packets) dan jumlah paket yang berhasil diterima. Nilai *packet loss* dihitung berdasarkan selisih antara paket yang dikirim dan paket yang diterima, kemudian dibagi dengan jumlah paket yang dikirim untuk mendapatkan persentase kehilangan.

Analisis ini diterapkan pada masing-masing jenis layanan data, yaitu dokumen, video streaming, dan video conference, guna mengevaluasi tingkat keandalan transmisi data dalam jaringan.

Perhitungan *packet loss* untuk tipe data *Document*.

$$Packet\ Loss = \frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}} \times 100$$

$$Packet\ Loss = \frac{10000 - 9998}{10000} \times 100$$

$$Packet\ Loss = 0{,}02$$

$$Packet\ Loss = 0\%$$

Perhitungan *packet loss* untuk tipe data *Video Streaming*.

$$Packet\ Loss = \frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}} \times 100$$

$$Packet\ Loss = \frac{10000 - 9996}{10000} \times 100$$

$$Packet\ Loss = 0{,}04$$

$$Packet\ Loss = 0\%$$

Perhitungan *packet loss* untuk tipe data *Video Conference*.

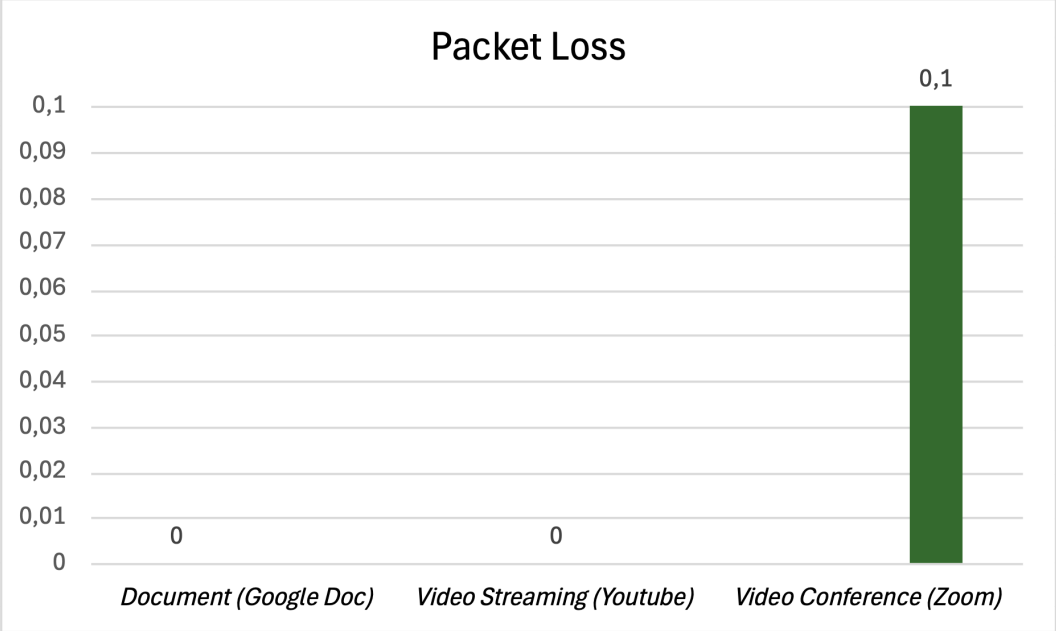
$$Packet\ Loss = \frac{\text{Paket Dikirim} - \text{Paket Diterima}}{\text{Paket Dikirim}} \times 100$$

$$Packet\ Loss = \frac{10000 - 9991}{10000} \times 100$$

$$Packet\ Loss = 0{,}09$$

$$Packet\ Loss = 0{,}1\%$$

Setelah diperoleh hasil perhitungan untuk tiga tipe data pengujian untuk parameter jitter, selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Hasil pengujian *packet loss*.

Berdasarkan Gambar 5.15, didapatkan data hasil pengujian parameter packet loss untuk tiga tipe data. Hasil perhitungan untuk tipe data *Document* dengan total ada 2 paket yang gagal terkirim sehingga diperoleh hasil pehitungan sebesar 0,02%, lalu hasil ini dibulatkan menjadi 0% dengan indeks TIPHON adalah 4 dikategorikan sangat bagus. Lalu hasil perhitungan untuk tipe *Video Streaming* dengan total ada 4 paket yang gagal terkirim sehingga diperoleh hasil pehitungan sebesar 0,04%, lalu hasil ini dibulatkan menjadi 0% dengan indeks TIPHON adalah 4 dikategorikan sangat bagus. Selanjutnya hasil perhitungan untuk tipe data *Video Conference* dengan total ada 9 paket yang gagal terkirim sehingga diperoleh hasil pehitungan sebesar 0,09%, lalu hasil ini dibulatkan menjadi 0,1% dengan indeks TIPHON adalah 3 dikategorikan bagus.

Pengujian untuk mengetahui performa jaringan RT/RW Net juga dilakukan menggunakan software *speed test* yang bertujuan untuk mengukur kecepatan unduh dan unggah dari koneksi yang diterima oleh *user*. Pada gambar 5.16 menunjukan hasil dari pengujian *speed test*.

Gambar 5.16 *Speed test* jaringan RT/RW Net.

Berdasarkan Gambar 5.16, hasil pengujian jaringan menggunakan *speed test* menunjukan nilai yang cukup baik, dan linier dengan nilai *bandwidth* yang ditetapkan pada MIKHMON yaitu sebesar 1 Mbps.

5.3 Analisa Hasil Pengujian.

Bagian ini menyajikan analisis terhadap hasil pengujian yang telah dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas sistem RT/RW Net. Analisis berdasarkan tingkat keberhasilan solusi, faktor pendukung dan penghambat, keterbatasan implementasi serta rencana pengembangan berkelanjutan.

5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Perancangan RT/RW Net

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh dari setiap tahapan pengujian komponen perancangan dalam simulasi menunjukkan bahwa seluruh nilai masih berada dalam batas standar yang telah ditentukan. Ini membuktikan bahwa perancanngan jaringan sudah sesuai dan mampu mendukung kinerja layanan RT/RW Net dengan baik.

Perhitungan Link Power Budget (LPB) menunjukkan adanya selisih nilai antara hasil simulasi dan nilai teoritis ideal. Perbedaan ini muncul akibat perbedaan pendekatan dalam memodelkan komponen jaringan. Dalam simulasi menggunakan OptiSystem, komponen jaringan memiliki karakteristik redaman tetap, se-

dangkan perhitungan teoritis mempertimbangkan nilai redaman secara umum dan dapat bervariasi. Oleh karena itu, perbedaan nilai LPB merupakan konsekuensi logis dari model dan metode penghitungan yang digunakan.

5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Implementasi RT/RW Net

Hasil pengujian implementasi dianalisis berdasarkan tingkat keberhasilan perancangan, serta sistem yang sudah di implementasikan pada Desa Girimukti, dengan mengacu pada batasan sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

5.3.2.1 Analisis Hasil Pengujian Fisik

Pengujian jaringan fisik menunjukkan bahwa distribusi daya optik ke setiap titik layanan berlangsung dengan efisien. Berdasarkan pengukuran menggunakan Optical Power Meter (OPM), daya optik yang diterima pada rumah pertama tercatat sebesar -4,23 dBm, sedangkan pada rumah kedua sebesar -6,50 dBm. Nilai ini mengindikasikan bahwa penggunaan panjang gelombang 1310 nm pada jarak kurang dari satu kilometer mampu mempertahankan performa transmisi tanpa mengalami redaman yang signifikan. Selisih antara hasil pengukuran di lapangan dan perhitungan teoritis dapat disebabkan oleh sejumlah faktor eksternal, seperti interferensi fisik maupun lingkungan. Beberapa di antaranya termasuk redaman pada sambungan antar perangkat, pembengkokan kabel optik yang tidak memenuhi standar instalasi, serta kondisi geografis seperti kontur permukaan tanah dan tingkat kelembapan udara yang turut memengaruhi performa transmisi sinyal optik.

5.3.2.2 Analisis Hasil Pengujian MIKHMON

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem manajemen pengguna berbasis MIKHMON berfungsi dengan baik dalam konteks jaringan RT/RW Net. Keberhasilan ditunjukkan melalui beberapa indikator utama. Pertama, sistem berhasil mencetak sebanyak 22 voucher yang siap digunakan tanpa kendala.

Kedua, validasi dan otentikasi pengguna saat voucher digunakan berjalan dengan lancar, yang menandakan bahwa mekanisme kontrol akses berfungsi dengan tepat. Ketiga, sistem mampu memantau aktivitas pengguna, termasuk konsumsi *bandwidth* dan durasi penggunaan voucher, secara real-time.

5.3.2.3 Analisis Hasil Pengujian Jaringan

Perhitungan simulasi aktivitas digital yang mencerminkan kebutuhan rill pengguna, seperti pengolahan dokumen daring (Google Docs), *streaming* video

(Youtube), dan konferensi video (Zoom), dengan pendekatan pengukuran empat parameter utama kualitas layanan QoS yaitu *troughput, delay, jitter*, dan *packet loss* berdasarkan TIPHON.

Nilai *throughput* yang diperoleh dari ketiga jenis aktivitas berada pada rentang 652–940 kbps. Variasi ini menggambarkan adaptabilitas sistem terhadap jenis layanan yang berbeda. Media video daring mencatat *throughput* tertinggi sebesar 940 kbps, yang masuk kategori ”sangat baik” berdasarkan indeks TIPHON, mengindikasikan bahwa jaringan mampu menangani trafik dengan intensitas tinggi secara optimal. Sebaliknya, konferensi video daring menunjukkan *throughput* terendah, yaitu 652 kbps, namun masih dalam kategori ”baik”, yang menunjukkan bahwa kapasitas jaringan tetap dapat menjamin kualitas layanan real-time meskipun pada trafik yang lebih kompleks secara simultan.

Selanjutnya hasil pengukuran *delay* untuk ketiga layanan menunjukkan performa sangat baik, dengan seluruh nilai berada dibawah 150 ms. Nilai terendah tercatat pada media video daring, yaitu 8,57 ms, sedangkan yang tertinggi pada data dokumen sebesar 12,42 ms. Ketiga nilai ini berada dalam kategori ”sangat baik” menurut standar TIPHON, yang menunjukkan latensi jaringan sangat rendah dan mendukung komunikasi interaktif tanpa jeda signifikan. Konsistensi nilai ini menandakan bahwa sistem jaringan mampu menjaga waktu tunda tetap minim, bahkan dalam kondisi trafik yang berbeda-beda.

Lalu, nilai *jitter* berada dalam rentang sangat kecil, dari 0,00026 ms hingga 0,0076 ms, yang menunjukkan kestabilan transmisi data antarpaket. Rendahnya *jitter* ini mengindikasikan bahwa perbedaan waktu antar kedatangan paket sangat kecil, sehingga kualitas layanan untuk aplikasi real-time seperti konferensi video tetap terjaga. Seluruh nilai *jitter* berada dalam kategori ”sangat baik” (indeks TIPHON 4), yang mencerminkan konsistensi dan minimnya fluktuasi dalam pengiriman data selama pengujian.

Kemudian, Tingkat *packet loss* menunjukkan performa yang sangat tinggi, dengan nilai mendekati nol untuk seluruh layanan. Data dokumen dan video daring mengalami *packet loss* sebesar 0,02% dan 0,04%, yang dibulatkan menjadi 0% dan dikategorikan ”sangat baik”. Untuk konferensi video daring, *packet loss* sebesar 0,09% (dibulatkan menjadi 0,1%) tetap masuk kategori ”baik”. Hasil ini mencerminkan keandalan jaringan dalam mengirimkan paket secara utuh, dan menunjukkan bahwa hampir tidak ada gangguan berarti selama proses transmisi data berlangsung.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem jaringan yang diuji mampu memenuhi standar kualitas layanan tinggi untuk berbagai jenis

aktivitas digital, sesuai dengan klasifikasi TIPHON.

5.3.3 Analisis Minat Pasar RT/RW NET

Pembangunan infrastruktur jaringan internet berbasis komunitas, seperti RT RW Net, tidak dapat dilakukan secara sepihak tanpa mempertimbangkan minat dan kebutuhan masyarakat setempat. Dalam konteks pengembangan jaringan internet di wilayah pedesaan, keberadaan permintaan nyata dari warga desa menjadi aspek esensial yang harus dipenuhi sebelum memulai proses pembangunan. Hal ini sejalan dengan prinsip dasar dalam perencanaan bisnis berbasis komunitas, di mana partisipasi dan dukungan masyarakat memegang peran sentral dalam menentukan keberhasilan suatu inisiatif usaha.

Pelaku usaha wajib melakukan studi awal mengenai tingkat kebutuhan serta minat warga terhadap layanan internet. Proses ini bertujuan untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai seberapa besar potensi penggunaan internet di lingkungan tersebut. Pengumpulan data dapat dilakukan melalui berbagai metode, antara lain penyebaran kuesioner, wawancara langsung, serta forum diskusi bersama tokoh masyarakat dan aparat pemerintahan desa. Informasi yang diperoleh dari hasil kajian ini akan menjadi dasar dalam menyusun strategi pembangunan, termasuk estimasi jumlah pelanggan potensial, kapasitas jaringan yang diperlukan, serta penentuan skema harga layanan yang sesuai dengan kondisi sosial ekonomi masyarakat.

Minat masyarakat terhadap layanan internet juga berkaitan erat dengan aspek sosial, budaya, dan tingkat literasi digital warga. Pada wilayah yang memiliki mayoritas penduduk usia produktif, pelajar, maupun pekerja informal, kebutuhan terhadap akses internet umumnya cenderung tinggi karena mendukung aktivitas belajar, bekerja, dan interaksi sosial secara daring. Namun demikian, pada wilayah dengan tingkat literasi digital yang masih rendah, diperlukan pendekatan edukatif yang bertujuan meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap manfaat akses internet dalam berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan, ekonomi, dan pelayanan publik.

Pemetaan kebutuhan dan preferensi masyarakat tidak hanya berfungsi sebagai dasar perencanaan teknis, tetapi juga menjadi indikator kelayakan bisnis dari sisi permintaan pasar. Pembangunan jaringan RT RW Net yang tidak didasarkan pada analisis kebutuhan masyarakat berisiko menimbulkan investasi yang tidak efisien dan berdampak pada keberlanjutan operasional jaringan. Sebaliknya, dengan melibatkan masyarakat sejak tahap perencanaan, inisiatif pembangunan akan memperoleh legitimasi sosial serta mendorong terciptanya rasa memiliki dari warga

terhadap keberadaan layanan tersebut.

Identifikasi minat dan kebutuhan masyarakat merupakan langkah strategis dalam perencanaan pembangunan RT RW Net. Pendekatan ini tidak hanya memastikan bahwa layanan yang dibangun benar-benar dibutuhkan, tetapi juga mencerminkan prinsip inklusivitas dan partisipasi dalam pembangunan berbasis komunitas.

Tabel 5.3 Tabel Analisis Segmentasi Pasar RT/RW Net Desa Girimukti

Segmen Masyarakat	Karakteristik	Estimasi Jumlah	Kebutuhan Internet	Potensi Berlanggan
Pelajar (SD–SMA)	Usia dibawah 18 tahun, membutuhkan akses untuk pembelajaran daring, tugas sekolah, dan hiburan edukatif.	200–300 siswa	Kecepatan stabil 2–5 Mbps, penggunaan ringan–sedang.	Tinggi (akses pendidikan)
Mahasiswa	Usia 18–24 tahun, kuliah daring, kebutuhan upload/download file besar, video call.	1–20 orang	Minimal 5 Mbps, kebutuhan stabil siang hingga malam.	Tinggi
Pekerja (Formal/Non Formal)	Usia 25–50 tahun, buruh lokal atau UMKM.	300–400 orang	Kebutuhan sedang, untuk komunikasi dan transaksi.	Tinggi
Ibu Rumah Tangga	Usia 25–50 tahun, menggunakan sosial media dan edukasi anak.	250–300 orang	Penggunaan ringan (1–3 Mbps).	Sedang
UMKM Lokal	Pelaku usaha kecil (warung, penjual kerajinan, kuliner lokal).	10–50 pelaku usaha	Stabil dan cepat untuk transaksi digital.	Tinggi
Tokoh Masyarakat & Pemerintah	Perangkat desa, guru, kesehatan, pelaku usaha RT/RW Net.	20–30 orang	Stabil dan aman, prioritas jaringan tinggi.	Sangat Tinggi

Tabel 5.3 hasil analisis segmentasi pasar potensial untuk layanan RT/RW Net di Desa Girimukti. Segmentasi dilakukan berdasarkan enam kelompok masyarakat, yaitu pelajar, mahasiswa, pekerja, ibu rumah tangga, pelaku UMKM lokal, serta tokoh masyarakat dan pemerintah.

Setiap segmen memiliki karakteristik, kebutuhan internet, estimasi jumlah pengguna, dan potensi berlangganan yang berbeda. Pelajar dan mahasiswa menunjukkan potensi berlangganan yang tinggi karena kebutuhan akses pendidikan daring. Pekerja dan ibu rumah tangga cenderung membutuhkan koneksi stabil untuk komunikasi dan hiburan, dengan potensi berlangganan sedang hingga tinggi. UMKM lokal memerlukan jaringan stabil untuk mendukung transaksi digital, sedangkan tokoh masyarakat dan pemerintah merupakan segmen prioritas dengan kebutuhan koneksi yang aman dan berkualitas tinggi.

5.4 Rangkuman Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi jaringan RT/RW Net, sistem yang dibangun terbukti mampu memenuhi kebutuhan konektivitas masyarakat di Desa Girimukti. Pencapaian ini menunjukkan bahwa sistem telah berhasil menjawab target-target teknis yang telah ditetapkan dalam bagian spesifikasi sistem, serta pengujian terhadap daya optik pada jaringan fisik menghasilkan nilai sebesar -4,32 dBm dan -6,50 dBm. Nilai tersebut mencerminkan kualitas sinyal yang baik dan stabil, sehingga mendukung kelancaran transmisi data antar perangkat dalam jaringan.

Perbandingan antara hasil perhitungan *Link Power Budget* (LPB) secara teoritis dengan hasil implementasi menunjukkan adanya selisih nilai. Perbedaan ini dapat diatribusikan pada sejumlah faktor teknis di lapangan, seperti kondisi konektor, kualitas penyambungan kabel optik, serta kemungkinan adanya degradasi sinyal akibat faktor lingkungan, serta pengujian *Quality of Service* (QoS), dilakukan simulasi terhadap tiga jenis aktivitas digital, yaitu pengolahan dokumen, pemutaran video daring, dan konferensi video daring. Hasil pengujian menunjukkan nilai *throughput* berkisar antara 652 hingga 940 kbps, *delay* kurang dari 15 ms, *jitter* di bawah 0,01 ms, dan *packet loss* di bawah 0,1%. Seluruh parameter tersebut berada dalam kategori “Sangat Baik” hingga “Baik” menurut standar TIPHON. Hal ini mengindikasikan bahwa jaringan yang dirancang memiliki performa yang andal dan stabil dalam mendukung kebutuhan digital masyarakat secara menyeluruh.

Keberhasilan pengujian teknis tersebut turut memberikan dampak positif terhadap minat pasar terhadap layanan RT/RW Net. Kualitas sinyal yang stabil serta

performa jaringan yang dinilai sangat baik mendorong kepercayaan masyarakat terhadap sistem, sehingga meningkatkan potensi adopsi layanan oleh calon pelanggan di wilayah sekitar. Dengan demikian, aspek teknis dan performa jaringan yang unggul menjadi faktor penting dalam membentuk persepsi dan keputusan masyarakat dalam menggunakan layanan RT/RW Net.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kelebihan dan Kekurangan

Perancangan dan realisasi model RT/RW Net di Desa Girimukti, Jawa Barat, telah berhasil diimplementasikan dan menunjukkan kinerja yang optimal dalam menyediakan akses internet. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

6.1.1 Kelebihan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kelebihan anatara lain:

1. Sistem RT/RW Net yang dibangun terbukti mampu memenuhi kebutuhan konektivitas masyarakat di Desa Girimukti.
2. Pengujian terhadap daya optik pada jaringan fisik menghasilkan kualitas sinyal yang baik dan stabil, sehingga mendukung kelancaran transmisi data antar perangkat dalam jaringan.
3. Pengujian kualitas layanan (QoS) untuk tiga jenis aktivitas digital (dokumen, media video daring, dan konferensi video daring) menunjukkan hasil yang memuaskan sesuai standar TIPHON.
4. Implementasi sistem manajemen pengguna berbasis MIKHMON berfungsi dengan baik, ditunjukkan oleh keberhasilan pembuatan dan otentikasi voucher, serta kemampuan pemantauan aktivitas pengguna secara *real-time*.
5. Model bisnis ini memiliki prospek pertumbuhan yang positif dan dapat memberikan pengembalian investasi yang relatif cepat jika dikelola secara berkelanjutan.

6.1.2 Kekurangan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan:

1. Terdapat perbedaan antara nilai teoritis pada spesifikasi sistem, simulasi, dan implementasi untuk *Link Power Budget* (LPB).

2. Cakupan wilayah jaringan RT/RW Net terbatas hanya pada area Desa Girimukti, dengan penyesuaian terhadap kebutuhan spesifik masyarakat setempat.

3. Kualitas dan model perangkat yang dipilih dapat memengaruhi performa jaringan secara keseluruhan.

4. Faktor eksternal, seperti kondisi cuaca ekstrem, dapat menimbulkan interferensi yang berdampak pada stabilitas koneksi jaringan.

6.2 Kesimpulan

Dalam mendukung pemerataan akses internet, khususnya di wilayah yang masih mengalami kesenjangan digital dan tergolong sebagai daerah *blank spot* seperti Desa Girimukti, diperlukan implementasi jaringan lokal yang efektif sebagai solusi atas permasalahan konektivitas tersebut. Perancangan dan realisasi model RT/RW Net di Desa Girimukti, Jawa Barat, telah berhasil diimplementasikan dan menunjukkan kinerja yang optimal dalam menyediakan akses internet. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Link Power Budget* (LPB): Terdapat perbedaan antara nilai teoritis, simulasi, dan implementasi. Nilai teoritis LPB tercatat -1,5235 dB pada rumah satu dan -1,5188 dB pada rumah dua, sedangkan hasil simulasi menunjukkan 4,789 dB pada rumah satu dan 4,587 dB pada rumah dua. Implementasi aktual menghasilkan LPB sebesar 4,32 dB pada rumah satu dan 6,50 dB pada rumah dua. Perbedaan ini disebabkan oleh asumsi ideal pada perhitungan teoritis, toleransi perangkat, serta kondisi aktual instalasi di lapangan.

2. Pengujian kualitas layanan (QoS) untuk tiga jenis aktivitas digital (dokumen, media video daring, dan konferensi video daring) menunjukkan hasil yang memuaskan sesuai standar TIPHON:

    - *Throughput* berada dalam kisaran 652–940 kbps, menunjukkan efisiensi pemanfaatan bandwidth yang baik.
    - *Delay* mencatatkan nilai sangat rendah, yaitu < 15 ms (misalnya, 12,4163 ms untuk dokumen, 8,5720 ms untuk media video daring, dan 5,1049 ms untuk konferensi video daring).

- *Jitter* menunjukkan nilai sangat rendah, yaitu $< 0{,}01$ ms (misalnya, 0,0076 ms untuk dokumen, 0,000262 ms untuk media video daring, dan 0,00089 ms untuk konferensi video daring).
- *Packet Loss* rata-rata adalah $\leq 0{,}1\%$ (0% untuk dokumen dan media video daring, 0,1% untuk konferensi video daring).

Secara keseluruhan, parameter QoS ini dikategorikan ”Sangat Bagus” dan ”Bagus” menurut standar TIPHON.

3. Implementasi sistem manajemen pengguna berbasis MIKHMON berfungsi dengan baik, ditunjukkan oleh keberhasilan pembuatan dan otentikasi voucher, serta kemampuan pemantauan aktivitas pengguna secara *real-time*.

4. Proyeksi pendapatan bulanan yang konsisten, pengeluaran operasional yang minimal, serta sistem pembagian hasil dengan ISP yang transparan menjadikan model ini layak secara finansial. Segmentasi pasar yang jelas dan strategi harga yang terjangkau mendukung keberlanjutan usaha dalam jangka panjang.

6.3 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi model RT/RW Net ini, beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan implementasi dan pengukuran kinerja jaringan pada tahap selanjutnya dengan skenario yang lebih kompleks, seperti kondisi lingkungan yang bervariasi (misalnya, cuaca ekstrem) dan jumlah pengguna yang lebih besar, untuk mengevaluasi efektivitas sistem secara lebih mendalam.

2. Menganalisis strategi dan teknologi yang lebih lanjut untuk memperluas *coverage* internet di area pedesaan yang lebih luas atau sulit dijangkau, serta meningkatkan aksesibilitas dan keberlanjutan layanan.

3. Melakukan analisis yang lebih rinci terkait faktor-faktor lingkungan dan instalasi spesifik yang menyebabkan redaman tambahan pada implementasi di lapangan, serta mengidentifikasi solusi teknis untuk meminimalkan dampaknya.

4. Menjajaki kemungkinan penyesuaian dan pengembangan model RT/RW Net untuk mendukung lebih dari 10 pengguna atau menjangkau lebih dari

dua rumah secara optimal, sesuai dengan potensi pertumbuhan kebutuhan masyarakat.

5. Melakukan penelitian lanjutan untuk mengukur dampak sosial dan ekonomi dari ketersediaan akses internet di Desa Girimukti, termasuk peningkatan literasi digital, pertumbuhan UMKM lokal, dan kemudahan akses informasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] "Lampaui jepang hingga inggris, peringkat daya saing ri naik ke posisi 27," 6 2024. [Online]. Available: https://ekon.go.id/publikasi/detail/5827/lampaui-jepang-hingga-inggris-peringkat-daya-saing-ri-naik-ke-posisi-27

[2] ITU, "Statistics," 2024. [Online]. Available: https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx

[3] C. M. Annur, "Pengguna internet di indonesia tembus 213 juta orang hingga awal 2023," 9 2023. [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/teknologi-telekomunikasi/statistik/d109a45f4409c34/pengguna-internet-di-indonesia-tembus-213-juta-orang-hingga-awal-2023

[4] "Girimukti, cibatu, garut," 9 2023. [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Girimukti,_Cibatu,_Garut

[5] N. Dasopang, "E-commerce bisnis dan internet," *Manajemen dan Syariah JIEMAS*, vol. 3, 4 2024.

[6] N. Mamuriyah, S. E. Prasetyo, and A. O. Sijabat, "Rancangan sistem keamanan jaringan dari serangan ddos menggunakan metode pengujian penetrasi," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, pp. 162–167, 1 2024.

[7] "Jumlah pengguna internet indonesia tembus 221 juta orang," 2 2024. [Online]. Available: https://apjii.or.id/berita/d/apjii-jumlah-pengguna-internet-indonesia-tembus-221-juta-orang

[8] MinICON, "Panduan lengkap iconnet area layanan jawa barat," 5 2025. [Online]. Available: https://iconnetjabar.com/panduan-lengkap-iconnet-area-layanan-jawa-barat-cakupan-paket-cara-daftar/

[9] Pusdatin, "Data pendidikan kemendikbudristek," 2025. [Online]. Available: https://referensi.data.kemdikbud.go.id/pendidikan/npsn/20226046

[10] K. K. dan Informatika RI, "Rencana strategis kementerian komunikasi dan informatika tahun 2020-2024."

[11] E. S. Mulyanta, "Jaringan internet rt/rw-net sebagai solusi permasalahan akses internet di pedesaan." pp. 29–38, 2019.

[12] OECD, "How's life in the digital age? opportunities and risks of the digital transformation for people's well-being," 2019.

[13] K. P. P. Nasional/Bappenas., "Rencana pembagunan jangka menengah nasional 2020-2024," 2020.

[14] H. Galperin and B. Girard, "The impact of community networks on digital inclusion and local development. information technologies & international development," vol. 17, pp. 32–45, 2022.

[15] E. El-Baraka, "Socioeconomic status and access to quality education," *International Journal Of Creativity And Innovation In Humanities And Education*, vol. 6, pp. 59–67, 2023.

[16] A. Natassia, E. Bravo, E. Mildred, and Warner, "Innovative state strategies for rural broadband: Case studies from colorado, minnesota and maine." Tech. Rep., 7 2024.

[17] S. M. Sinambela, J. N. Y. Lumbantobing, M. D. Saragih, A. F. Mangunsong, C. Nisa, J. P. Simanjuntak, and J. Jamaludin, "Kesenjangan digital dalam dunia pendidikan masa kini dan masa yang akan datang," *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, vol. 2, pp. 15–24, 5 2024.

[18] IEEE, "Impact of the digital divide: Economic, social, and educational consequences," 2024. [Online]. Available: https://ctu.ieee.org/impact-of-the-digital-divide-economic-social-and-educational-consequences/

[19] R. D. Nasution, "Pengaruh kesenjangan digital terhadap pembangunan pedesaan (rural development) effect of digital divide on rural development (rural development)."

[20] T. A. P. Suseno, A. L. M. Abdillah, R. A. S. Prayoga, and D. B. Bagaskara, "Prosiding semnas inotek (seminar nasional inovasi teknologi) 9 pemerataan infrastruktur telekomunikasi untuk kesejahteraan digital," pp. 2549–7952, 2023.

[21] A. A. Putra, R. Dewi, and H. Setiawan, "Implementation and performance analysis of internet networks for rt/rw using mikrotik and openwrt in simalidu koto salak dhamasraya," *Brilliance: Research of Artificial*

Intelligence, vol. 4, pp. 821–828, 12 2024. [Online]. Available: https://jurnal.itscience.org/index.php/brilliance/article/view/4940

[22] Cisco, "Ipv6-software-defined network (cisco sd-access, sd-wan, and firepower) integration guide," Cisco Catalyst Center, Tech. Rep., 12 2024.

[23] Y. K. Ningsih, Y. S. Rochman, and D. N. Kurniawati, "Implementasi rt/rw-net menggunakan metode user dan bandwidth management," *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, vol. 19, pp. 120–129, 2020. [Online]. Available: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

[24] W. Triwibowo, "Menuju indonesia 4.0: pentingnya memperkuat infrastruktur dan kecakapan memakai internet." 3 2019. [Online]. Available: https://theconversation.com/menuju-indonesia-4-0-pentingnya-memperkuat-infrastruktur-dan-kecakapan/memakai-internet-112870

[25] H. J. Hasan, "Analysis an optical communications system by using optisystem program to transfer data over various distances," *Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology*, vol. 15, pp. 75–86, 10 2023.

[26] H. Fadillah, "Perancangan jaringan fiber to the home dengan teknologi 10-gigabit-capable passive optical network di perumahan angkasa indah permai banda aceh," 8 2022.

[27] M. N. Hamidah, R. F. Tias, and R. F. Zainal, "Quality of service (qos) analysis using wireshark on the lan network at an najiyah high school surabaya," vol. 12, pp. 222–228, 2024. [Online]. Available: www.ejournal.isha.or.id/index.php/Mandiri

[28] R. A. Dalimunthe, S. Sahren, and I. Irianto, "Mikhmon: Pelatihan manajemen hotspot mikrotik dan pembuatan voucher," *Jurnal IPTEK Bagi Masyarakat (J-IbM)*, vol. 3, pp. 8–15, 8 2023.

[29] G. Keiser, *Fiber Optic Communications*. Springer Singapore, 1 2021.

[30] R. Indonesia, "Undang-undang republik indonesia nomor 36 tahun 1999 tentang telekomunikasi," 1999.

[31] B. W. Mojasa, "Pertanggungjawaban Pidana Bagi Penyalahgunaan Rt / Rw Net Dengan Menggunakan Internet Broadband Yang Dijual Kembali CRIMINAL RESPONSIBILITY FOR MISUSE OF RT / RW NET USING," vol. 9, no. 2, 2024.

[32] A. Munir, A. Ali, and A. Latif, "Statistical model and forecasting of bandwidth requirements on aggregating nodes of FTTX network using Monte Carlo computations for different demographic segments," *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 41, no. 3, pp. 85–93, 2022.

[33] M. Asgarirad and M. N. Jahromi, "A taxonomy-based comparison of FTTH network implementation costs," pp. 71–80, 2020.

[34] D. W. Ilahi and A. Samad, "Configurasi Setting Hotspot dan Pppoe Dengan," vol. 2, no. 3, pp. 195–207, 2025.

[35] Subektiningsih, Renaldi, and P. Ferdiansyah, "Analisis perbandingan parameter qos standar tiphon pada jaringan nirkabel dalam penerapan metode pcq," vol. 12, 2022.

LAMPIRAN

Morfologi daerah Desa Girimukti yang berbukit dan memiliki hutan yang rimbun tampak melalui Google Earth.

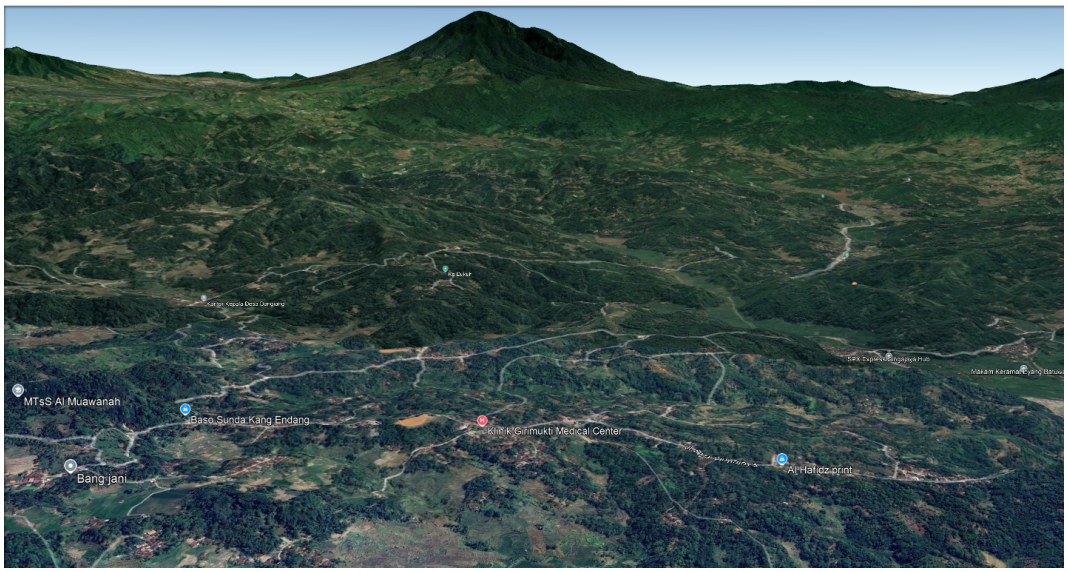


Foto dari kantor desa di Desa Girimukti.

Diskusi terkait implementasi jaringan RT/RW Net di Desa Girimukti.

Dokumentasi bersama pemerintahan Desa Girimukti.

Pengecekan perangkat yang tersedia di Kantor Desa Girimukti, Garut.

Konfigurasi alat di Kantor Desa Girimukti, Garut.

Penarikan dan pemasangan kabel *drop core*.

Pemasangan perangkat RT/RW Net pada rumah user.

Hasil pengujian jaringan menggunakan *speed test*.

Proses pembuatan miniatur alat.

Ilustrasi miniatur rangkaian yang diimplementasikan di Desa Girimukti.