



ANALISIS KINERJA SISTEM *NETWORK ATTACHED STORAGE* (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ

SKRIPSI

**Reishafa Armelia Armando
2207421037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN
JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2026**



ANALISIS KINERJA SISTEM *NETWORK ATTACHED STORAGE* (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan untuk
Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

**Reishafa Armelia Armando
2207421037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN
JARINGAN
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN
KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
TAHUN 2026**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reishafa Armelia Armando

NIM : 2207421037

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / T. Multimedia dan Jaringan

Judul skripsi : ANALISIS KINERJA SISTEM *NETWORK ATTACHED STORAGE* (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 03 Juli 2026

Yang membuat pernyataan



(Reishafa Armelia Armando)

NIM. 2207421037



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Reishafa Armelia Armando

NIM : 2207421037

Program Studi : TMJ

Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SISTEM *NETWORK ATTACHED STORAGE* (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Jumat, Tanggal 19, Bulan Juni, Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Disahkan oleh:

Pembimbing I : Dr. Defiana Arnaldy, S.Tp., M.Si

Penguji I : Ayu Rosyida Zain, S.ST, M.T.

Penguji II : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom.

Penguji III : Andika Riyadi Jasril, M.Pd.T.

Mengetahui:
Jurusan Teknik Informatika dan Komputer
Ketua



Dr. Anita Midayati, S.Kom., M.Kom.
NIP. 197908032003122003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS KINERJA SISTEM NETWORK ATTACHED STORAGE (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Defiana Arnaldy, S.Tp., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Iik Muhamad Malik Matin, S.Kom., M.T., selaku Kepala Laboratorium TIK, atas bantuan dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian, khususnya dalam penyediaan fasilitas, peminjaman peralatan, dan penggunaan ruangan.
3. Papa dan Mama tercinta, yang senantiasa memberikan doa yang tiada henti, kasih sayang, serta dukungan moril dan materil yang menjadi kekuatan bagi penulis untuk terus melangkah.
4. Adik penulis, yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dan semangat selama penyusunan skripsi ini.
5. Rekan-rekan PBL (Abian, Azzuri, Chris, Pratama, Ayu, Caca, Izza), yang selalu memberikan dukungan, bantuan, serta semangat selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Multimedia dan Jaringan angkatan 2022 atas kebersamaan, bantuan, dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Jakarta, 03 Juli 2026

Penulis





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Reishafa Armelia Armando

NIM : 2207421037

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / T. Multimedia dan Jaringan
Demi pengembangan ilmu pengetahuan , menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS KINERJA SISTEM *NETWORK ATTACHED STORAGE* (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta Berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 03 Juli 2026
Yang menyatakan



(Reishafa Armelia Armando)
NIM. 2207421037



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS KINERJA SISTEM *NETWORK ATTACHED STORAGE* (NAS) BERBASIS LINUX SEBAGAI INFRASTRUKTUR PENYIMPANAN TERPUSAT DI LINGKUNGAN JURUSAN TIK PNJ

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan penyimpanan data digital di lingkungan akademik mendorong kebutuhan akan solusi penyimpanan mandiri yang efisien serta memberikan kontrol terhadap pengelolaan data. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengevaluasi kinerja *Network Attached Storage* (NAS) berbasis Linux dengan memanfaatkan kembali komputer lama sebagai media penyimpanan terpusat di Jurusan TIK PNJ. Evaluasi sistem dilakukan melalui pengujian fungsionalitas layanan, *throughput* pada skenario *single-client* dan *multi-client* (5–30 PC), utilisasi CPU dan RAM, serta *uptime* selama tujuh hari. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi layanan berjalan dengan tingkat keberhasilan 100%. Berdasarkan standar TIPHON, nilai *throughput* pada seluruh skenario pengujian termasuk dalam kategori Sangat Baik (Indeks 4). Pada pengujian *multi-client* dengan file berukuran 500 MB, *throughput* agregat tertinggi mencapai 189,40 MB/s untuk unggah (25 PC) dan 226,53 MB/s untuk unduh (20 PC). Pada pengujian *multi-client*, sistem menunjukkan rata-rata utilisasi CPU tertinggi sebesar 46,33% (maksimum 59,20%) serta utilisasi RAM yang stabil pada kisaran 25,44% hingga 27,90%. Selama masa pengujian, sistem mempertahankan *uptime* sebesar 100% tanpa mengalami *crash* maupun *reboot*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi NAS berbasis Linux dengan memanfaatkan kembali komputer lama merupakan solusi penyimpanan terpusat yang layak diterapkan di lingkungan Jurusan TIK PNJ.

Kata Kunci : Kinerja Sistem, Linux, *Network Attached Storage*, Pemanfaatan Kembali, Penyimpanan Terpusat

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
Abstrak.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.2 Kinerja Sistem.....	6
2.3 Network Attached Storage (NAS).....	6
2.4 Sistem Operasi Linux.....	7
2.4.1 Ubuntu Server.....	7
2.5 Infrastruktur Penyimpanan Terpusat.....	7
2.6 Layanan Berbagi File pada NAS.....	7
2.6.1 Samba (SMB/CIFS).....	7
2.7 Konsep Quality of Service (QoS).....	7
2.7.1 Throughput pada Transfer File.....	8
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Rancangan Penelitian.....	9
3.2 Tahapan Penelitian.....	10
3.3 Objek Penelitian.....	11
A. Perangkat Keras (Hardware).....	11
B. Perangkat Lunak (Software).....	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	12
4.1 Analisis Kebutuhan.....	12
4.1.1 Kebutuhan Fungsional.....	12
4.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional.....	12



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1.3 Kebutuhan Perangkat Keras (Hardware).....	13
4.1.4 Kebutuhan Perangkat Lunak (Software).....	13
4.2 Perancangan Sistem.....	14
4.2.1 Topologi Jaringan.....	14
4.3 Implementasi Sistem.....	15
A. Implementasi Hardware.....	16
B. Instalasi dan Konfigurasi Software.....	18
4.4 Pengujian.....	20
4.4.1 Deskripsi Pengujian.....	20
A. Uji Fungsionalitas.....	20
B. Uji Transfer File Single-Client.....	21
C. Uji Transfer File Multi-Client.....	21
D. Uji CPU dan RAM.....	21
4.4.2 Prosedur Pengujian.....	21
A. Pengujian Fungsionalitas.....	21
B. Pengujian Transfer File Single-Client.....	22
C. Pengujian Transfer File Multi-Client.....	23
D. Pengujian CPU dan RAM, dan Stabilitas Layanan.....	23
4.4.3 Data Hasil Pengujian.....	24
A. Pengujian Fungsionalitas Sistem NAS.....	24
B. Pengujian Kecepatan Transfer File.....	25
C. Pengujian CPU dan RAM.....	28
D. Pengujian Stabilitas dan Ketersediaan Layanan.....	34
4.4.4 Analisis Data dan Evaluasi Pengujian.....	34
A. Analisis Fungsionalitas Sistem NAS.....	35
B. Analisis Kecepatan Transfer File.....	35
C. Analisis Kinerja CPU dan RAM.....	38
D. Analisis Stabilitas dan Ketersediaan Layanan.....	44
BAB V PENUTUP.....	46
5.1 Simpulan.....	46
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	51
LAMPIRAN.....	52



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian.....	10
Gambar 4.1 Topologi Jaringan NAS.....	14
Gambar 4.2 List IP <i>Multi-Client</i> yang terhubung ke NAS.....	14
Gambar 4.3 Melakukan Verifikasi Kesehatan HDD.....	16
Gambar 4.4 Penempatan <i>Hardware</i> di Ruang Server.....	17
Gambar 4.5 Instalasi dan Konfigurasi Ubuntu Server.....	18
Gambar 4.6 Instalasi dan Konfigurasi Samba.....	18
Gambar 4.7 Instalasi dan Konfigurasi Tailscale.....	19
Gambar 4.8 Halaman <i>Login Cockpit</i>	20
Gambar 4.9 Kinerja Kecepatan Transfer <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	35
Gambar 4.10 Kinerja <i>Throughput Agregat</i> pada <i>Multi-Client</i>	36
Gambar 4.11 Kinerja <i>Throughput Multi-Client</i> saat Unggah.....	37
Gambar 4.12 Kinerja <i>Throughput Multi-Client</i> saat Unduh.....	37
Gambar 4.13 Kondisi Sistem saat <i>Idle</i>	38
Gambar 4.14 Penggunaan CPU saat Unggah <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	39
Gambar 4.15 Penggunaan CPU saat Unduh <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	40
Gambar 4.16 Penggunaan RAM saat Unggah <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	41
Gambar 4.17 Penggunaan RAM saat Unduh <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	41
Gambar 4.18 Penggunaan CPU saat Unggah <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	42
Gambar 4.19 Penggunaan CPU saat Unduh <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	43
Gambar 4.20 Penggunaan RAM saat Unggah <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	43
Gambar 4.21 Penggunaan RAM saat Unduh <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	44
Gambar 4.22 Sistem NAS saat Gangguan Koneksi Internet <i>via Tailscale</i>	45



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sejenis.....	5
Tabel 2.2 Kategori <i>Throughput</i>	8
Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras.....	13
Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	13
Tabel 4.3 Pengujian Fungsional Sistem NAS.....	24
Tabel 4.4 Kecepatan Unggah <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	25
Tabel 4.5 Kecepatan Unduh <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	26
Tabel 4.6. Kecepatan Unggah <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	27
Tabel 4.7 Kecepatan Unduh <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	27
Tabel 4.8 Penggunaan CPU dan RAM saat <i>Idle</i>	28
Tabel 4.9 Penggunaan CPU saat Unggah <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	29
Tabel 4.10 Penggunaan CPU saat Unduh <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	29
Tabel 4.11 Penggunaan RAM saat Unggah <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	30
Tabel 4.12 Penggunaan RAM saat Unduh <i>File</i> pada <i>Single-Client</i>	31
Tabel 4.13 Penggunaan CPU saat Unggah <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	31
Tabel 4.14 Pencatatan CPU saat Unduh <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	32
Tabel 4.15 Pencatatan RAM saat Unggah <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	33
Tabel 4.16 Pencatatan RAM saat Unduh <i>File</i> pada <i>Multi-Client</i>	33
Tabel 4.17 Pengujian Stabilitas Sistem.....	34

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kebutuhan penyimpanan data digital terus meningkat seiring dengan penggunaan perangkat teknologi seperti laptop, komputer, dan perangkat *mobile*. Berbagai aktivitas sehari-hari menghasilkan data dalam jumlah yang semakin besar dan beragam, mulai dari keperluan pekerjaan, akademik, hingga pribadi. Kondisi ini mendorong kebutuhan akan sistem penyimpanan yang mampu menampung data secara terpusat serta mudah diakses dari berbagai perangkat.

Layanan *cloud storage* saat ini menjadi pilihan utama karena kemudahan akses dan pengelolaannya. Namun, layanan ini memiliki keterbatasan, seperti kapasitas gratis yang terbatas dan biaya berlangganan untuk kebutuhan penyimpanan yang lebih besar (Haris, Salim dan Kristianto 2024). Selain itu, penggunaan layanan pihak ketiga juga membatasi kontrol pengguna terhadap pengelolaan data secara langsung. Penyimpanan data pada infrastruktur publik menimbulkan risiko terkait kontrol data dan keamanan siber, mengingat data pengguna berada di bawah kendali penuh penyedia layanan (Wasserbauer, 2023; Suryawanshi et al., 2023). Kondisi tersebut mendorong kebutuhan akan solusi penyimpanan mandiri yang lebih efisien dan memberikan kendali penuh terhadap data (Suharyadi dan Tedyana, 2025).

Solusi alternatif yang relevan adalah implementasi *Network Attached Storage* (NAS), yaitu sistem penyimpanan berbasis jaringan yang memungkinkan sentralisasi data dalam jaringan lokal. Meskipun NAS komersial tersedia di pasaran, pemanfaatan kembali perangkat elektronik lama (*repurposing*) seperti *Personal Computer* (PC) atau laptop bekas menawarkan nilai tambah tersendiri. Pendekatan ini tidak hanya berpotensi menekan biaya implementasi, tetapi juga berkontribusi dalam mengurangi limbah elektronik (*e-waste*) dengan memperpanjang masa pakai perangkat yang masih layak secara fungsional (Carranza et al., 2025). Konteks ini menjadi semakin relevan mengingat tingginya volume limbah elektronik di Indonesia yang belum dikelola secara optimal (Paminto et al., 2024).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Meskipun demikian, penggunaan perangkat komputasi sebagai sistem NAS tetap memerlukan pengujian dan evaluasi, khususnya terkait kinerja sistem. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja sistem NAS berbasis Linux dengan memanfaatkan perangkat komputer lama tidak terpakai yang tersedia di lingkungan Jurusan TIK PNJ. Analisis kinerja dilakukan dengan mengukur kecepatan transfer *file* (*throughput*), penggunaan CPU, penggunaan memori (RAM), serta melakukan pemantauan terhadap stabilitas dan ketersediaan layanan selama sistem beroperasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kinerja sistem NAS dalam konteks implementasi di lingkungan Jurusan TIK PNJ.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi sistem NAS berbasis Linux pada perangkat komputer yang digunakan di lingkungan Jurusan TIK PNJ?
2. Bagaimana kinerja sistem NAS ditinjau dari kecepatan transfer *file* (*throughput*), penggunaan CPU, dan memori (RAM) pada skenario pengujian *single-client* dan *multi-client*?
3. Bagaimana stabilitas dan ketersediaan layanan sistem NAS selama periode pengujian?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem NAS diimplementasikan pada PC dengan spesifikasi Intel Core i5-4460, RAM 8GB, SSD 240GB, dan HDD 3x1TB.
2. Analisis difokuskan pada kinerja sistem meliputi kecepatan transfer *file* (*throughput*), penggunaan CPU, dan penggunaan memori (RAM), dengan ketentuan pengujian *single-client* menggunakan variasi ukuran *file* (100MB hingga 10GB) dan pengujian *multi-client* menggunakan variasi jumlah klien (5 hingga 30 PC) dengan ukuran *file* representatif sebesar 500MB.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Pengujian sistem dilakukan dalam periode tertentu dengan sistem dioperasikan secara kontinu untuk mengamati stabilitas dan ketersediaan layanan.
4. Sistem digunakan untuk penyimpanan dan berbagi *file*, tanpa membahas layanan tambahan lainnya.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja sistem *Network Attached Storage* (NAS) berbasis Linux sebagai infrastruktur penyimpanan terpusat di lingkungan Jurusan TIK PNJ.
2. Mengukur performa sistem NAS berdasarkan parameter kecepatan transfer *file* (*throughput*), penggunaan CPU, dan penggunaan memori (RAM) pada kondisi pengujian *single-client* maupun *multi-client*.
3. Mengevaluasi stabilitas serta ketersediaan layanan sistem NAS selama periode pengujian.

1.4.2 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan gambaran teknis mengenai implementasi dan kinerja sistem NAS berbasis Linux sebagai infrastruktur penyimpanan terpusat di lingkungan Jurusan TIK PNJ.
2. Menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan solusi penyimpanan data terpusat sesuai dengan kebutuhan lingkungan lab atau akademik.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan implementasi, evaluasi, optimasi, atau pengembangan sistem NAS berbasis Linux.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi ini disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab I menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II membahas teori-teori pendukung dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *Network Attached Storage* (NAS), sistem operasi Linux, dan konsep penyimpanan terpusat.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab III menjelaskan tahapan penelitian, perancangan sistem NAS, spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta metode pengujian kinerja.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB IV menyajikan hasil implementasi sistem NAS dan analisis kinerja berdasarkan parameter pengujian yang telah ditentukan.

5. BAB V PENUTUP

BAB V berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sejenis

No.	Judul Penelitian	Perbedaan
1	Reducing E-Waste: <i>Repurposing</i> Old PCs and Laptops into Sustainable NAS Systems (Carranza et al., 2025)	- Penelitian ini membandingkan beberapa OS NAS siap pakai seperti TrueNAS, Unraid, dan Proxmox. Skripsi ini tidak membandingkan OS, melainkan fokus pada analisis kinerja satu OS Linux. - Penelitian ini bersifat studi komparatif dan eksploratif mengenai fitur dan dukungan <i>hardware</i> dari berbagai OS tersebut.
2	Rancang Bangun <i>Network Attached Storage</i> Menggunakan Set Top Box Sebagai Penyimpanan Terpusat (Suharyadi dan Tedyana, 2025)	- Penelitian ini menggunakan STB HG680P (arsitektur ARM) sebagai basis <i>server</i>. - Mengintegrasikan VPN ZeroTier dan VPS untuk akses jarak jauh (<i>remote</i>). - Fokus pada pengujian akses <i>multi-user</i> dan keamanan <i>login</i> jarak jauh. Skripsi ini lebih memprioritaskan analisis beban kerja sistem (CPU dan Memory Usage) saat terjadi transfer <i>file</i>.
3	Optimizing Samba <i>File Sharing Performance</i> on Raspberry Pi Devices for Efficient and Lightweight <i>Network Storage Solutions</i> (Chatterjee, 2024)	- Penelitian ini menggunakan Raspberry Pi sebagai basis <i>server</i>. - Melakukan <i>Tuning</i> (Optimasi) konfigurasi Samba secara mendalam untuk mengatasi <i>bottleneck</i>. - Mencari konfigurasi terbaik untuk perangkat berdaya rendah. Berbeda dengan skripsi ini yang berfokus pada analisis kinerja sistem dan melakukan implementasi tanpa modifikasi konfigurasi yang rumit.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4	Rancang Bangun NAS dengan SBC Raspberry Pi Sebagai Alternatif Penyimpanan Cloud Dengan Koneksi Internet (Haris, Salim dan Kristianto 2024)	- Penelitian ini menggunakan Raspberry Pi 4 Model B. - Implementasi menggunakan Cloudflare Tunnel agar NAS bisa diakses <i>via</i> internet (publik). Hal ini berbeda dengan skripsi yang berfokus pada kinerja transfer <i>file</i> dan sistem.
5	Implementasi <i>Network Attached Storage</i> (NAS) dengan <i>Open Media Vault</i> (OMV) di Universitas Potensi Utama (Nasution dan Soeheri, 2025)	- Penelitian ini menggunakan <i>Open Media Vault</i> (OMV) sebagai sistem operasi. - Fokus pada penyelesaian masalah struktur pengaturan storage sharing antar departemen di dalam kampus. Skripsi ini melakukan analisis kecepatan transfer <i>file</i> serta kinerja sistem dalam penggunaan CPU dan RAM selama pengujian.

2.2 Kinerja Sistem

Kinerja sistem adalah ukuran efektivitas dan efisiensi keseluruhan dari suatu sistem komputer, yang mencakup berbagai aspek seperti kecepatan pemrosesan data, kapasitas penyimpanan, keandalan sistem, serta efisiensi energi (Sakti, 2024).

2.3 Network Attached Storage (NAS)

Network Attached Storage (NAS) merupakan salah satu jenis *server* sistem penyimpanan data berbasis jaringan yang dirancang untuk menyediakan layanan penyimpanan dan pengelolaan data secara terpusat agar *file* dapat diakses secara efisien (Suharyadi dan Tedyyana, 2025). NAS didedikasikan khusus untuk layanan berbagi *file* atau *file sharing*, sehingga beban penyimpanan data dapat dipisahkan dari proses komputasi pada *server* utama (Kusuma et al., 2022). Selain itu, karena fokus kerjanya spesifik pada layanan berbagi *file*, NAS beroperasi secara efisien tanpa menuntut spesifikasi perangkat keras yang tinggi maupun biaya lisensi yang mahal (Pramasmawari et al., 2021; Kusuma et al., 2022).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4 Sistem Operasi Linux

Linux didefinisikan sebagai sistem operasi yang sangat populer di lingkungan *client-server* karena sifatnya yang *open-source* dan fleksibel. Karakteristik ini memungkinkan *administrator* sistem untuk memodifikasi dan mengoptimalkan sistem sesuai dengan kebutuhan spesifik *server* tanpa terkendala lisensi berbayar (Nasrulah et al., 2025).

2.4.1 Ubuntu Server

Ubuntu Server adalah distribusi Linux berbasis Debian yang dirancang khusus untuk pengelolaan infrastruktur jaringan dan data. Sistem operasi ini menawarkan stabilitas tinggi dan kinerja yang andal untuk implementasi *server* penyimpanan, serta efisiensi dalam pengelolaan sumber daya sistem (Hidayatullah et al., 2024).

2.5 Infrastruktur Penyimpanan Terpusat

Infrastruktur penyimpanan terpusat dapat diwujudkan melalui pemanfaatan teknologi *Network Attached Storage* (NAS). Sistem ini secara *fundamental* berfungsi sebagai sebuah media penyimpanan yang terhubung langsung ke dalam suatu jaringan, sehingga memberikan kemampuan kepada banyak pengguna untuk mengakses dan mengelola data secara bersamaan dari berbagai titik perangkat yang berbeda (Khoir et al., 2026).

2.6 Layanan Berbagi File pada NAS

2.6.1 Samba (SMB/CIFS)

Samba merupakan paket perangkat lunak *open-source* yang mengimplementasikan protokol *Server Message Block* (SMB), standar industri untuk layanan berbagi *file* dan printer dalam jaringan. Fungsi utama Samba adalah menjembatani interoperabilitas antara sistem operasi berbasis Unix/Linux dengan sistem operasi Windows, sehingga memungkinkan *server* berbasis Linux untuk menyediakan layanan penyimpanan yang dapat diakses secara transparan oleh klien Windows (Chatterjee, 2024).

2.7 Konsep *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan konsep yang digunakan untuk mengukur dan mengevaluasi kualitas layanan yang diberikan oleh suatu sistem atau jaringan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dalam jaringan komputer, QoS menunjukkan kemampuan jaringan dalam menyediakan layanan sesuai dengan kebutuhan pengguna sehingga komunikasi data dapat berlangsung dengan baik. Secara umum, parameter yang digunakan dalam pengukuran QoS meliputi *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* (Ardiansyah and Pamuji, 2025). Pada penelitian ini, evaluasi QoS difokuskan pada parameter *throughput* karena penelitian bertujuan menganalisis kinerja sistem *Network Attached Storage* (NAS) berdasarkan kecepatan transfer data.

2.7.1 Throughput pada Transfer File

Throughput merupakan jumlah total data yang berhasil ditransmisikan dari satu titik ke titik lain dalam jaringan selama periode waktu tertentu dan umumnya dinyatakan dalam satuan bit per detik (bps) (Ardiansyah dan Pamuji, 2025). Pada penelitian ini, *throughput* digunakan sebagai metrik untuk menggambarkan kinerja transfer *file* pada sistem NAS. Pengukuran *throughput* memberikan gambaran mengenai kecepatan transfer *file* sekaligus kemampuan sistem NAS dalam menangani proses transfer *file*. Kategori penilaian *throughput* berdasarkan standar TIPHON dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput</i> (Kbps-Mbps)	Indeks
Sangat Baik	>2,1Mbps	4
Baik	1200Kbps-2,1Mbps	3
Sedang	700-1200	2
Buruk	338 - 700	1
Sangat Buruk	0 - 338	0

Rumus untuk menghitung *Throughput* adalah

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Jumlah data yang diterima}}{\text{Waktu pengiriman data}}$$



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode gabungan yang mengadopsi *Network Development Life Cycle* (NDLC) sebagai kerangka kerja pengembangan sistem dan eksperimental untuk analisis kinerja. NDLC dipilih karena menyediakan tahapan terstruktur mulai dari analisis kebutuhan hingga manajemen sistem yang berkelanjutan (Imawan dan Dwiasnati, 2025). Dalam pelaksanaannya, siklus NDLC digunakan untuk membangun infrastruktur *Network Attached Storage* (NAS) pada PC hingga siap beroperasi.

Setelah sistem berhasil diimplementasikan, penelitian dilanjutkan dengan metode eksperimental. Pada tahap ini, sistem NAS dioperasikan dalam kondisi aktif (*uptime*) selama periode pengujian tertentu untuk mengamati stabilitas dan ketersediaan layanan. Pengujian beban kerja dilakukan melalui dua skenario utama, yaitu:

1. Pengujian *Single-Client*

Melakukan aktivitas transfer *file* (unggah dan unduh) dengan variasi ukuran *file* mulai dari 100MB, 500MB, 1GB, 5GB, hingga 10GB untuk mengukur kecepatan transfer *file* (*throughput*).

2. Pengujian *Multi-Client*

Melakukan aktivitas transfer *file* secara serentak menggunakan variasi jumlah *client* mulai dari 5, 10, 15, 20, 25, hingga 30 PC dengan menggunakan satu ukuran *file* representatif sebesar 500MB untuk menguji kinerja sistem saat menangani beban akses *concurrent*

Selama kedua proses pengujian tersebut berlangsung, data kinerja berupa kecepatan transfer *file* (*throughput*), penggunaan CPU, serta memori (RAM) dimonitor secara langsung (*real-time*) melalui Cockpit dan dicatat log metrik sistemnya menggunakan *Performance Co-Pilot* (PCP).

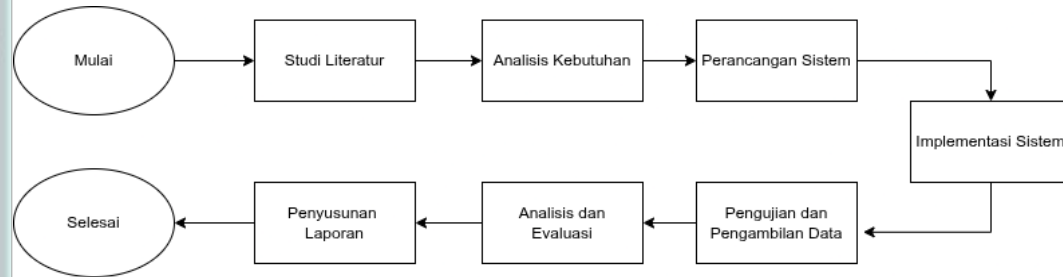


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian disusun untuk menggambarkan proses penelitian secara terstruktur, sebagai berikut:



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mempelajari literatur terkait konsep *Network Attached Storage* (NAS), sistem operasi Linux, serta penelitian terdahulu yang membahas implementasi NAS. Hasil studi literatur digunakan sebagai dasar dalam penentuan kebutuhan sistem dan parameter pengujian.

2. Analisis Kebutuhan

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan dalam membangun sistem NAS. Analisis dilakukan terhadap keterbatasan spesifikasi perangkat, kebutuhan layanan NAS, serta lingkungan jaringan yang digunakan.

3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur sistem NAS, meliputi struktur jaringan, konfigurasi sistem operasi Linux, serta layanan berbagi *file* yang digunakan. Hasil perancangan dituangkan dalam bentuk diagram blok atau skema sistem.

4. Implementasi Sistem

Tahap implementasi meliputi instalasi dan konfigurasi sistem operasi Linux, pengaturan media penyimpanan, serta pengujian fungsional dasar untuk memastikan sistem dapat berjalan dengan baik.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Pengujian dan Pengambilan Data

Pengujian dilakukan dengan skenario transfer *file* untuk mensimulasikan penggunaan sistem dalam lingkungan Jurusan TIK PNJ. Selama pengujian, data kinerja sistem dicatat seperti kecepatan transfer *file* (*throughput*), penggunaan CPU, dan memori (RAM), serta stabilitas dan ketersediaan layanan.

6. Analisis dan Evaluasi

Data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui tingkat kinerja dan keterbatasan sistem NAS. Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan sistem saat menangani beban kerja.

7. Penyusunan Laporan

Tahap ini dilakukan dengan menyusun hasil penelitian ke dalam bentuk laporan berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sistem NAS berbasis Linux menggunakan perangkat komputer milik kampus yang difungsikan sebagai media uji untuk menjalankan konfigurasi sistem operasi dan layanan NAS selama pengambilan data penelitian. Rincian spesifikasi lingkungan pengembangan adalah sebagai berikut:

A. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan sebagai NAS adalah PC dengan spesifikasi:

- a. Prosesor: Intel Core i5-4460
- b. Memori Utama: RAM 8GB
- c. Media Penyimpanan: 240GB SATA SSD (sistem operasi) dan 3x1TB SATA HDD (penyimpanan data)

B. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan untuk membangun dan memantau sistem NAS meliputi:

- a. Sistem Operasi: Ubuntu Server 26.04 LTS.
- b. Layanan Berbagi *File*: Samba (SMB/CIFS).
- c. Monitor dan Log Sistem: Cockpit dan *Performance Co-Pilot* (PCP).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kebutuhan

Tahapan analisis kebutuhan bertujuan untuk mendefinisikan seluruh prasyarat dasar yang harus dipenuhi sebelum sistem *Network Attached Storage* (NAS) dibangun. Analisis ini dipecah ke dalam empat bagian untuk memudahkan proses perancangan, serta memastikan sistem dapat berjalan secara optimal di lingkungan Jurusan TIK PNJ.

4.1.1 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mendefinisikan kemampuan atau proses utama yang wajib dieksekusi oleh sistem agar tujuan penyimpanan data terpusat dapat tercapai. Rincian kebutuhan fungsional pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem menyediakan direktori penyimpanan terpusat yang dapat diakses dan digunakan oleh klien melalui konektivitas dalam satu jaringan.
2. Sistem memiliki kemampuan untuk melayani operasi pengunggahan dan pengunduhan *file* dengan variasi ukuran mulai dari 100 MB hingga 10 GB pada *single-client*, serta mampu menangani transfer *file* representatif berukuran 500 MB secara serentak dari 5 hingga 30 perangkat klien sekaligus (*multi-client*).
3. Sistem memiliki kemampuan untuk melayani operasi pengelolaan *file* dasar dari perangkat klien, seperti pembuatan *folder* baru dan penghapusan *file*.

4.1.2 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan non-fungsional berfokus pada kualitas layanan dan keandalan operasional dari sistem yang dibangun. Adapun kriteria yang ditetapkan meliputi:

1. Layanan NAS memiliki tingkat ketersediaan layanan (*uptime*) untuk beroperasi secara terus-menerus selama dua puluh empat jam penuh.
2. Sistem dilengkapi dengan fitur pencatatan log dan metrik pemantauan sumber daya secara *real-time* untuk mempermudah evaluasi kinerja sistem.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Sistem dapat diimplementasikan dan beroperasi dengan memanfaatkan ulang (*repurposing*) perangkat keras komputer lama.

4.1.3 Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Sistem NAS dibangun dengan memanfaatkan ulang perangkat PC yang tersedia di kampus. Spesifikasi yang digunakan meliputi:

Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras

No.	Perangkat Keras	Keterangan
1	PC <i>Network Attached Storage</i> (NAS)	Intel Core i5-4460 RAM 8GB 240GB SATA SSD (sistem operasi) 3x1TB SATA HDD (penyimpanan data)
2	<i>Switch</i>	TP-LINK 48 Port
3	Kabel Ethernet	Menghubungkan PC ke <i>Switch</i>
4	<i>Client</i>	Menyesuaikan

4.1.4 Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Operasional sistem NAS didukung oleh serangkaian perangkat lunak *open-source* yang dirancang untuk lingkungan jaringan. Rincian perangkat lunak yang digunakan adalah:

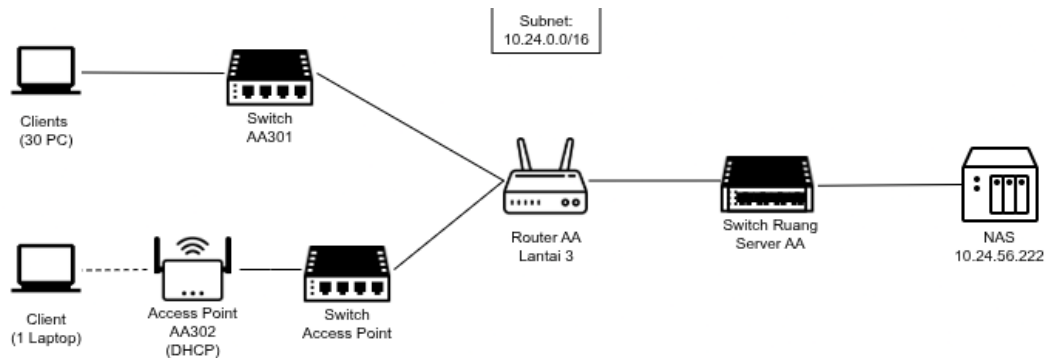
Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

No.	Perangkat Lunak	Keterangan
1	Ubuntu Server 26.04 LTS	Sistem Operasi PC
2	Samba	Layanan berbagi <i>file</i>
3	OpenSSH	Enkripsi komunikasi di jaringan
4	Tailscale	Akses monitor dan konfigurasi jarak jauh
5	Cockpit	Web-based GUI untuk monitoring
6	<i>Performance Co-Pilot</i> (pcp)	Mencatat log metrik sistem



4.2 Perancangan Sistem

4.2.1 Topologi Jaringan



Gambar 4.1 Topologi Jaringan NAS

Gambar 4.1 menunjukkan topologi jaringan NAS di Gedung AA Lantai 3. Visualisasi tersebut menggambarkan jalur koneksi jaringan yang menghubungkan *client* dengan NAS. Seluruh perangkat yang terhubung di Gedung AA berada dalam satu jaringan dengan *subnet* 10.24.0.0/16.

Pada jaringan tersebut, sistem NAS berperan sebagai pusat penyimpanan data terpusat dan terhubung langsung ke *switch* Ruang Server melalui kabel ethernet menggunakan alamat IP statis. Sementara itu, *client* mengakses jaringan melalui koneksi kabel pada *switch* AA301 dan nirkabel yang disediakan oleh *Access Point* AA302. Perbedaan media koneksi antara sistem NAS dan *client* tidak memengaruhi mekanisme komunikasi data karena seluruh perangkat menggunakan *subnet* yang sama dan mengakses *gateway* utama yang sama.

```

Registered/Online Clients: 30
[1] User: Lab1      IP: 10.24.186.105
[2] User: Lab2      IP: 10.24.185.159
[3] User: Lab03     IP: 10.24.25.186
[4] User: Lab3      IP: 10.24.40.163
[5] User: Lab5      IP: 10.24.186.94
[6] User: Lab6      IP: 10.24.186.102
[7] User: Lab7      IP: 10.24.186.88
[8] User: Lab8      IP: 10.24.186.89
[9] User: Lab9      IP: 10.24.186.93
[10] User: Lab10     IP: 10.24.40.205
[11] User: Lab11     IP: 10.24.188.179
[12] User: Lab12     IP: 10.24.186.99
[13] User: Lab13     IP: 10.24.186.106
[14] User: Lab16     IP: 10.24.186.101
[15] User: Lab17     IP: 10.24.186.91
[16] User: Lab18     IP: 10.24.186.104
[17] User: Lab19     IP: 10.24.186.96
[18] User: Lab20     IP: 10.24.186.90
[19] User: Lab21     IP: 10.24.186.100
[20] User: Lab22     IP: 10.24.186.103
[21] User: Lab23     IP: 10.24.186.92
[22] User: Lab24     IP: 10.24.186.98
[23] User: Lab25     IP: 10.24.186.97
[24] User: Lab26     IP: 10.24.186.95
[25] User: Lab27     IP: 10.24.185.154
[26] User: Lab28     IP: 10.24.40.160
[27] User: Lab29     IP: 10.24.186.110
[28] User: Lab30     IP: 10.24.82.212
[29] User: Lab31     IP: 10.24.29.236
[30] User: Lab32     IP: 10.24.185.149
  
```

Gambar 4.2 List IP *Multi-Client* yang terhubung ke NAS



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.2 memperlihatkan topologi fisik dan skema IP *addressing* pada pengujian *multi-client* di lingkungan Gedung AA Lantai 3. Berdasarkan skema tersebut, infrastruktur jaringan beroperasi di dalam *subnet* 10.24.0.0/16 dengan *subnet* mask 255.255.0.0, yang memungkinkan integrasi puluhan komputer laboratorium ke dalam satu segmen jaringan lokal.

Pada sisi NAS, perangkat dikonfigurasi menggunakan alamat IP statis (*Static IP Address*) yaitu 10.24.56.222 yang terhubung langsung menggunakan antarmuka Gigabit Ethernet ke *Switch* Ruang Server AA. Penetapan alamat IP statis ini sangat krusial agar alamat sistem NAS tidak berubah saat terjadi *reboot*, sehingga koneksi dari seluruh PC klien tetap stabil.

Pada sisi klien, skema pengalamatan IP dan jalur transmisi dikelompokkan berdasarkan fokus pengujian sebagai berikut:

1. Skema *Multi-Client* (Kabel/LAN)

Sebanyak 30 unit PC laboratorium terhubung secara fisik menggunakan kabel Ethernet menuju *Switch* AA301. Seluruh PC *multi-client* ini berada pada segmen IP jaringan kabel yang terhubung langsung melalui *Router* AA Lantai 3. Jalur kabel ini memastikan ketiga puluh PC mendapatkan pengalamatan IP yang stabil saat melakukan akses transfer *file* secara serentak ke alamat IP NAS 10.24.56.222.

2. Skema *Single-Client* (Nirkabel)

Pengujian transfer tunggal menggunakan 1 unit laptop yang terhubung secara terpisah melalui *Access Point*. Perangkat ini mendapatkan pengalamatan IP secara dinamis (DHCP) pada antarmuka nirkabel.

4.3 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi, desain yang sebelumnya sudah dirancang mulai diterapkan secara langsung agar menjadi sistem yang siap digunakan. Langkah-langkah implementasi sistem ini dilakukan melalui tahapan berikut:



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

A. Implementasi *Hardware*

Implementasi perangkat keras meliputi tahap inspeksi komponen, verifikasi kesehatan media penyimpanan, pemformatan *file system*, hingga perakitan fisik PC NAS. Sebelum media penyimpanan dipasang ke dalam PC NAS, tahap pertama yang wajib dilakukan adalah memeriksa status data lama, melakukan backup jika diperlukan, dan memformat ulang HDD. Langkah ini dilakukan pada tiga unit HDD SATA 1TB menggunakan konektor SATA-to-USB eksternal sebelum dipartisi sebagai *folder* berbagi di NAS.



Gambar 4.3 Melakukan Verifikasi Kesehatan HDD

Gambar 4.3 menunjukkan proses verifikasi dan persiapan tiga unit media penyimpanan HDD SATA berkapasitas masing-masing 1TB sebelum diintegrasikan ke dalam sistem NAS. Proses ini dilakukan menggunakan adaptor *SATA-to-USB* untuk mendeteksi partisi lama dan memformat piringan disk secara steril. Pemformatan ini bertujuan untuk memastikan seluruh blok penyimpanan bebas dari struktur sistem *file* sebelumnya serta siap dikonfigurasi sebagai media penyimpanan terpusat yang bersih.

Dalam proses pemeriksaan kondisi perangkat keras bekas pakai, verifikasi keandalan disk tidak cukup hanya dengan format biasa. Oleh karena itu, dilakukan diagnosis tingkat rendah menggunakan alat bantu *smartmontools* melalui perintah terminal *smartctl* dan *lsblk* untuk membaca metrik



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Self-Monitoring, Analysis, and Reporting Technology (S.M.A.R.T.) pada setiap HDD.

Implementasi perangkat keras diawali dengan tahap inspeksi dan perakitan ulang (*repurposing*) komponen PC Intel Core i5-4460 yang tersedia di laboratorium Jurusan TIK PNJ. Proses perakitan meliputi pemasangan satu unit SSD SATA 240GB sebagai media penyimpanan utama untuk sistem operasi Ubuntu Server, serta tiga unit HDD SATA berkapasitas masing-masing 1TB yang didedikasikan khusus untuk direktori penyimpanan *file* bersama.



Gambar 4.4 Penempatan *Hardware* di Ruang Server

Gambar 4.4 memperlihatkan hasil akhir perakitan perangkat keras PC NAS berprosesor Intel Core i5-4460 yang telah ditempatkan di Ruang Server Gedung AA. Tiga unit HDD 1TB dipasang pada rak di atas casing PC karena ruang penyimpanan di dalam casing tidak mencukupi untuk memasang seluruh HDD secara aman. Penempatan menggunakan rak dipilih agar setiap HDD memiliki posisi yang stabil, tidak saling bertumpuk secara langsung, serta memudahkan proses pemasangan dan pemeliharaan perangkat. Seluruh kabel daya SATA dari PSU serta kabel data SATA terhubung secara langsung ke *motherboard* tanpa konektor perantara guna meminimalisir latensi. Perangkat ini selanjutnya dihubungkan ke *Switch* utama Ruang Server menggunakan kabel ethernet agar siap memasuki tahap instalasi sistem operasi.



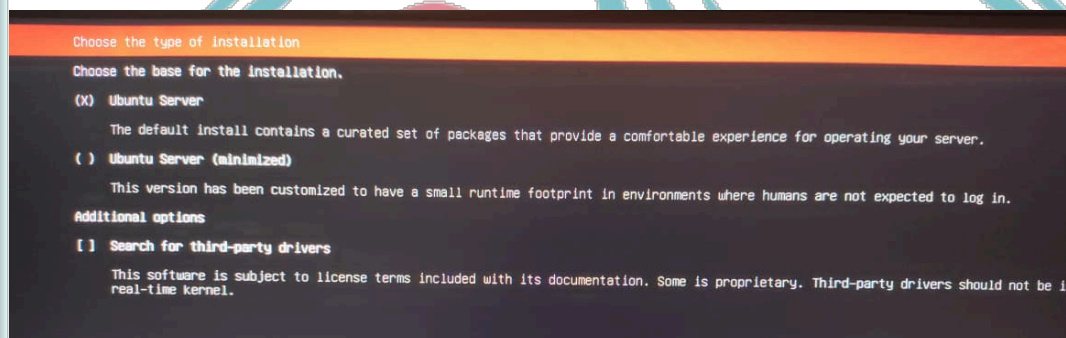
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

B. Instalasi dan Konfigurasi *Software*

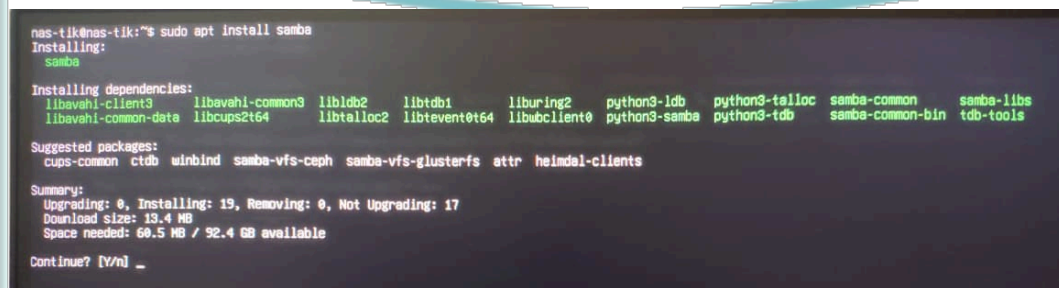
Implementasi perangkat lunak dilakukan melalui *Command Line Interface* (CLI) untuk memastikan penggunaan sumber daya sistem NAS berjalan efisien tanpa beban grafis yang tidak diperlukan.

Langkah pertama pada implementasi perangkat lunak adalah menginstal sistem operasi pada SSD berkapasitas 240 GB. Pemisahan media penyimpanan sistem operasi dan data dilakukan agar aktivitas sistem tidak bercampur dengan proses akses data pada NAS, sehingga pengelolaan penyimpanan menjadi lebih efisien.



Gambar 4.5 Instalasi dan Konfigurasi Ubuntu Server

Gambar 4.5 menunjukkan antarmuka instalasi sistem operasi Ubuntu Server 26.04 LTS. Pada tahap penentuan basis instalasi, dipilih opsi default Ubuntu Server untuk mendapatkan serangkaian paket standar pengelolaan *server* jaringan. Setelah sistem operasi berhasil terpasang dan diperbarui, langkah inti berikutnya adalah memasang layanan protokol *Server Message Block* (SMB) melalui paket perangkat lunak Samba. Layanan ini berfungsi sebagai jembatan komunikasi agar *folder* penyimpanan pada *file system* Linux dapat diakses secara transparan oleh komputer klien berbasis Windows maupun OS lainnya.



Gambar 4.6 Instalasi dan Konfigurasi Samba



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.6 menampilkan tangkapan layar terminal saat proses instalasi paket layanan Samba. Proses instalasi tersebut secara otomatis mengunduh dan menyusun berbagai pustaka ketergantungan (*dependencies*) seperti *samba-common*, *libsmbclient*, dan *python3-samba* dengan total ukuran unduhan sebesar 13,4 MB. Setelah paket terpasang, konfigurasi lanjutan dilakukan pada file */etc/samba/smb.conf* untuk menentukan path *shared folder* pada mount point HDD 1TB serta menetapkan parameter hak akses pengguna (*user permissions*).

Setelah konfigurasi layanan Samba selesai dilakukan, tahap berikutnya adalah mengimplementasikan layanan *Virtual Private Network* (VPN) berbasis Tailscale. Layanan ini digunakan untuk memudahkan proses administrasi dan pemantauan NAS secara jarak jauh tanpa harus terhubung langsung ke *switch* atau *access point* di Gedung AA.

```
nas-tik@nas-tik:~$ curl -fsSL https://tailscale.com/install.sh | sh
Installing Tailscale for ubuntu resolute, using method apt
+ sudo mkdir -p --mode=0755 /usr/share/keyrings
[sudo: authenticate] Password:
+ curl -fsSL https://pkgs.tailscale.com/stable/ubuntu/resolute.noarmor.gpg
+ sudo tee /usr/share/keyrings/tailscale-archive-keyring.gpg
+ sudo chmod 0644 /usr/share/keyrings/tailscale-archive-keyring.gpg
+ curl -fsSL https://pkgs.tailscale.com/stable/ubuntu/resolute.tailscale-keyring.list
+ sudo tee /etc/apt/sources.list.d/tailscale.list
# Tailscale packages for ubuntu resolute
deb [signed-by=/usr/share/keyrings/tailscale-archive-keyring.gpg] https://pkgs.tailscale.com/stable/ubuntu resolute main
+ sudo chmod 0644 /etc/apt/sources.list.d/tailscale.list
+ sudo apt-get update
Get:1 http://security.ubuntu.com/ubuntu resolute-security InRelease [136 kB]
Hit:2 http://archive.ubuntu.com/ubuntu resolute InRelease
```

Gambar 4.7 Instalasi dan Konfigurasi Tailscale

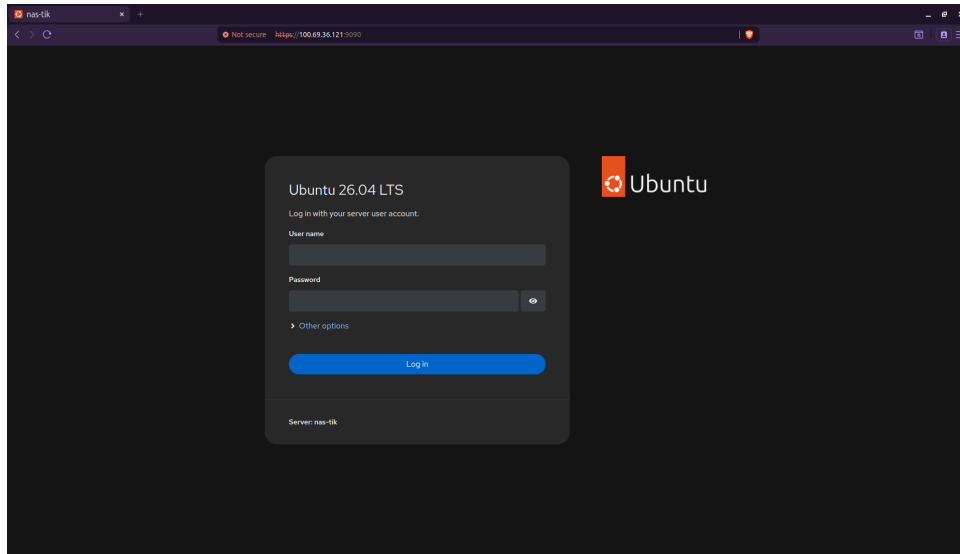
Gambar 4.7 menunjukkan proses instalasi Tailscale melalui terminal menggunakan skrip instalasi yang disediakan pada situs resmi Tailscale. Setelah proses instalasi selesai, Tailscale digunakan untuk mendukung akses jarak jauh ke sistem NAS sehingga *administrator* dapat melakukan konfigurasi, pemeliharaan, dan pemantauan sistem melalui SSH tanpa harus terhubung langsung ke jaringan lokal kampus.

Tahap akhir dari implementasi perangkat lunak adalah pemasangan alat pemantauan berbasis web antarmuka *visual*, yaitu Cockpit, beserta layanan latar belakang *Performance Co-Pilot* (PCP). Kedua paket ini bertugas mencatat dan merekam log utilisasi sistem secara *real-time* setiap satu detik selama masa pengujian berlangsung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.8 Halaman *Login* Cockpit

Gambar 4.8 memperlihatkan antarmuka berbasis web dari layanan Cockpit yang diakses melalui klien pada *port* 9090. Halaman *login* ini merupakan *portal* administrasi *visual* tempat *administrator* dapat memantau grafik beban CPU, alokasi penggunaan RAM, penggunaan *Disk I/O* dan *Network I/O*, serta log sistem Linux secara langsung (*real-time*). Melalui integrasi Cockpit dan *Performance Co-Pilot* (PCP), seluruh fluktuasi metrik selama skenario pengujian transfer *file* direkam secara otomatis ke dalam arsip log *pmlogger* untuk kemudian diekstraksi menjadi data penelitian.

4.4 Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan implementasi sistem yang sudah dibangun bisa bekerja saat menerima beban tugas dari klien.

4.4.1 Deskripsi Pengujian

Pengujian sistem dirancang untuk memvalidasi performa NAS dalam skenario penggunaan nyata di lingkungan akademik. Pengujian dibagi menjadi empat skenario utama:

A. Uji Fungsionalitas

Bertujuan memverifikasi bahwa seluruh fitur dasar layanan berbagi *file* (*file sharing*), kontrol akses direktori, serta operasi manajemen *file* (unggah, unduh, hapus, dan buat direktori baru) dapat berjalan dengan baik pada komputer klien.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

B. Uji Transfer *File Single-Client*

Bertujuan mengukur kecepatan transfer dasar (*throughput*) serta waktu transmisi saat sistem melayani satu perangkat klien yang melakukan transfer *file* dengan variasi ukuran mulai dari 100MB, 500MB, 1GB, 5GB, hingga 10GB.

C. Uji Transfer *File Multi-Client*

Bertujuan mengukur kemampuan sistem saat melayani akses secara serentak dari banyak komputer klien sekaligus dengan variasi jumlah 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 PC. Pada skenario ini, ukuran *file* ditetapkan sebesar 500MB sebagai ukuran berkas yang representatif untuk mengevaluasi kinerja transfer data pada sistem NAS.

D. Uji CPU dan RAM

Bertujuan memantau keandalan operasional sistem (*uptime*) serta konsumsi sumber daya komputasi (CPU dan RAM) secara kontinu baik dalam kondisi diam (*idle*), transfer *single-client*, maupun transfer *multi-client*.

4.4.2 Prosedur Pengujian

Pengujian kinerja dan keandalan sistem *Network Attached Storage* (NAS) dilakukan secara terstruktur melalui serangkaian tahapan pengujian. Sebelum skenario pengujian dieksekusi, penguji memastikan seluruh perangkat keras NAS, perangkat klien, dan infrastruktur jaringan di Gedung AA Lantai 3 telah tersinkronisasi waktunya (*Network Time Protocol*) serta terhubung dengan baik pada *subnet* 10.24.0.0/16.

A. Pengujian Fungsionalitas

Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memverifikasi apakah seluruh layanan dasar NAS berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan yang telah dirancang. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan enam skenario pengujian fungsional yang mencakup konektivitas jaringan, akses *folder* bersama (*shared folder*), unggah dan unduh *file*, pembuatan direktori baru, dan penghapusan *file*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Mengakses alamat IP statis NAS (10.24.56.222) dari komputer klien melalui protokol SMB/CIFS di *File Explorer/Manager*.
3. Mengeksekusi setiap skenario pengujian secara berurutan dan mengamati respons sistem terhadap setiap instruksi yang diberikan.
4. Mencatat status akhir setiap skenario ke dalam tabel pengujian dengan parameter "Berhasil" apabila sistem menghasilkan keluaran sesuai rancangan, atau "Gagal" apabila terjadi kesalahan (*error*).
5. Menghitung persentase efektivitas dan keberhasilan fungsi sistem secara keseluruhan menggunakan rumus pengujian fungsional yang mengacu pada Hardika et al. (2024):

$$\text{Persentase Keberhasilan} = \frac{\text{Jumlah Pengujian Berhasil}}{\text{Total Skenario Pengujian}} \times 100\%$$

B. Pengujian Transfer *File Single-Client*

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur *throughput* dasar serta waktu pemrosesan pemindahan *file* saat sistem NAS melayani satu perangkat klien secara tunggal. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. menghubungkan 1 unit laptop klien ke jaringan lokal menggunakan koneksi nirkabel *via Access Point*.
2. Menyiapkan lima *file* uji dengan variasi ukuran bertingkat, yaitu 100 MB, 500 MB, 1 GB, 5 GB, dan 10 GB.
3. Mengeksekusi skenario Unggah *File* dengan memindahkan *file* dari media penyimpanan laptop ke direktori *shared folder* NAS satu per satu, sambil mencatat durasi waktu transfer (detik) hingga proses selesai 100%.
4. Mengeksekusi skenario Unduh *File* dengan menyalin kembali *file* dari direktori NAS ke penyimpanan lokal laptop satu per satu, dan mencatat durasi waktu penyelesaiannya.
5. Menghitung nilai kecepatan transfer data (*throughput*) untuk setiap ukuran *file* dengan membagi ukuran *file* (MB) terhadap durasi waktu transfer (detik) untuk mendapatkan satuan MB/s.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

C. Pengujian Transfer *File Multi-Client*

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan konkurensi (*concurrency*) sistem NAS saat menangani akses transfer *file* secara serentak dari banyak perangkat klien sekaligus. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan komputer laboratorium Jurusan TIK PNJ yang terhubung ke *Switch* AA301 *via* kabel Ethernet, dengan membaginya ke dalam enam tahapan variasi beban klien: 5 PC, 10 PC, 15 PC, 20 PC, 25 PC, dan 30 PC.
2. Menetapkan satu *file* uji representatif berukuran 500 MB pada setiap PC klien sebagai ukuran berkas yang representatif untuk mengevaluasi kinerja transfer data.
3. Mengeksekusi skrip otomatisasi (*batch script*) pada seluruh PC klien yang masuk dalam kelompok pengujian untuk memulai perintah Unggah *file* serentak ke sistem NAS tepat pada detik yang sama.
4. Mencatat waktu transfer agregat serta menghitung *throughput* rata-rata per klien dan *throughput* agregat total sistem.
5. Langkah ke-3 dan ke-4 diulangi untuk skenario Unduh *file* serentak dari sistem NAS ke seluruh PC klien yang diuji.

D. Pengujian CPU dan RAM, dan Stabilitas Layanan

Pengujian ini bertujuan untuk merekam utilisasi sumber daya perangkat keras sistem NAS (prosesor dan memori) serta mengevaluasi keandalan waktu menyala (*uptime*) sistem. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Mengaktifkan layanan monitoring pada sistem NAS, yaitu antarmuka grafis Cockpit dan layanan latar belakang *Performance Co-Pilot* (PCP) melalui daemon *pmlogger* untuk merekam metrik sistem setiap 1 detik.
2. Untuk pengujian kondisi *idle*, sistem NAS dibiarkan menyala tanpa menerima permintaan transfer *file* dari klien selama 15 menit awal untuk merekam parameter baseline konsumsi CPU dan RAM sistem operasi Ubuntu Server.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3. Layanan monitoring merekam fluktuasi CPU dan RAM secara otomatis selama skenario transfer *Single-Client* dan *Multi-Client* berlangsung.
4. Mengoperasikan sistem NAS secara terus-menerus (kontinu) selama 7 hari sambil memantau status aktif layanan melalui Cockpit dengan *remote access* Tailscale.
5. Setelah seluruh rangkaian pengujian selesai, penguji mengekstraksi log metrik mentah dari terminal sistem NAS menggunakan perintah baris `pmrep` dengan memvalidasi filter waktu pengujian ke dalam *file* berformat `.csv`
6. Penguji memproses *file* CSV tersebut menggunakan skrip Python di dalam Jupyter *Notebook* untuk mengkalkulasi persentase rata-rata (*mean*) dan titik tertinggi (*max*) penggunaan CPU dan RAM, serta menghasilkan diagram garis analisis kinerja sistem.

4.4.3 Data Hasil Pengujian

A. Pengujian Fungsionalitas Sistem NAS

Pengujian fungsionalitas dilakukan untuk memvalidasi seluruh fitur dasar pada sistem NAS telah beroperasi sesuai dengan rancangan. Tabel 4.3 berikut menyajikan hasil pengujian fungsional untuk layanan penyimpanan dan pengelolaan *file*:

Tabel 4.3 Pengujian Fungsional Sistem NAS

No.	Komponen/ Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status	Bukti
1	Konektivitas NAS dalam jaringan	Dapat mengakses NAS dari jaringan yang sama	NAS dapat diakses dari jaringan yang sama	Berhasil	Lampiran 3
2	Akses <i>folder</i> bersama (<i>shared folder</i>)	Mengakses <i>shared folder</i>	<i>Folder</i> dapat diakses	Berhasil	Lampiran 3
3	Unggah <i>file</i> ke NAS	Mengunggah <i>file</i> ke <i>shared folder</i>	<i>File</i> berhasil diunggah	Berhasil	Lampiran 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.	Komponen/ Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status	Bukti
4	Unduh <i>file</i> dari NAS	Mengunduh <i>file</i> dari <i>shared</i> <i>folder</i>	<i>File</i> berhasil diunduh	Berhasil	Lampiran 3
5	Penghapusan <i>file</i>	Menghapus <i>file</i> yang terdapat di <i>shared folder</i>	<i>File</i> berhasil dihapus	Berhasil	Lampiran 3
6	Membuat <i>folder</i> baru	Pengguna membuat <i>folder</i> baru	<i>Folder</i> baru berhasil dibuat	Berhasil	Lampiran 3

Tabel 4.3 menyajikan data hasil pengujian fungsionalitas sistem NAS berdasarkan enam indikator pengujian utama. Hasil pencatatan menunjukkan bahwa seluruh skenario pengujian yang meliputi konektivitas jaringan, akses direktori *shared folder*, aktivitas unggah dan unduh *file*, penghapusan *file*, dan pembuatan direktori baru memberikan keluaran dengan status "Berhasil".

B. Pengujian Kecepatan Transfer *File*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan transfer data saat proses unggah dan unduh berlangsung.

1. Pengujian Kecepatan Transfer *File* (*Single-Client*)

a. Pengujian Unggah *File*

Tabel 4.4 berikut menyajikan hasil waktu unggah dan kecepatan transfer saat unggah *file* untuk berbagai variasi ukuran *file* pada *single-client*.

Tabel 4.4 Kecepatan Unggah *File* pada *Single-Client*

No.	Ukuran <i>File</i>	Media Transmisi	Waktu Unggah (s)	Kecepatan Transfer (MB/s)	Bukti
1	100 MB	Wi-Fi	15	6,67	Lampiran 3
2	500 MB	Wi-Fi	75	6,67	Lampiran 3
3	1 GB	Wi-Fi	145	6,90	Lampiran 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.	Ukuran File	Media Transmisi	Waktu Unggah (s)	Kecepatan Transfer (MB/s)	Bukti
4	5 GB	Wi-Fi	780	6,41	Lampiran 3
5	10 GB	Wi-Fi	1210	8,26	Lampiran 3

Tabel 4.4 menampilkan hasil pencatatan waktu dan kecepatan transfer dari satu perangkat klien saat melakukan pengunggahan *file*. Pada variasi ukuran *file* 100 MB hingga 5 GB, kecepatan transfer berada pada rentang 6,41 MB/s hingga 6,90 MB/s. Pada *file* berukuran 10 GB, proses transfer tercatat terputus pada detik ke-1210 dengan kecepatan rata-rata sementara sebesar 8,26 MB/s.

b. Pengujian Unduh File

Tabel 4.5 berikut menyajikan hasil waktu unduh dan kecepatan saat unduh *file* untuk berbagai variasi ukuran *file* pada *single-client*.

Tabel 4.5 Kecepatan Unduh File pada *Single-Client*

No.	Ukuran File	Media Transmisi	Waktu Unduh (s)	Kecepatan Transfer (MB/s)	Bukti
1	100 MB	Wi-Fi	14	7,14	Lampiran 3
2	500 MB	Wi-Fi	63	7,94	Lampiran 3
3	1 GB	Wi-Fi	128	7,81	Lampiran 3
4	5 GB	Wi-Fi	768	6,51	Lampiran 3
5	10 GB	Wi-Fi	1760	5,68	Lampiran 3

Tabel 4.5 menunjukkan data waktu dan kecepatan transfer dari satu perangkat klien saat melakukan pengunduhan *file*. Kecepatan transfer tertinggi tercatat pada *file* berukuran 500 MB dengan kecepatan 7,94 MB/s (waktu unduh 63 detik), sedangkan kecepatan terendah tercatat pada *file* berukuran 10 GB sebesar 5,68 MB/s (waktu unduh 1760 detik). Seluruh *file* pada skenario unduh ini berhasil ditransfer hingga selesai 100%.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Kecepatan Transfer *File* (*Multi-Client*)

a. Pengujian Unggah *File*

Tabel 4.6 berikut menyajikan hasil waktu unggah, rata-rata, dan agregat berbagai variasi jumlah PC:

Tabel 4.6. Kecepatan Unggah *File* pada *Multi-Client*

No.	Jumlah PC	Media Transmisi	Waktu Unggah (s)	Rata-rata (MB/s)	Agregat (MB/s)	Bukti
1	5 PC	Ethernet	23	21,39	106,97	Lampiran 3
2	10 PC	Ethernet	44	11,40	114,03	Lampiran 3
3	15 PC	Ethernet	57	12,37	185,57	Lampiran 3
4	20 PC	Ethernet	79	9,25	185,10	Lampiran 3
5	25 PC	Ethernet	100	7,58	189,40	Lampiran 3
6	30 PC	Ethernet	123	5,19	155,72	Lampiran 3

Tabel 4.6 menyajikan data kecepatan pengunggahan *file* berukuran 500 MB yang dilakukan secara serentak oleh 5 hingga 30 PC klien. Rata-rata kecepatan transfer per klien tertinggi tercatat pada pengujian 5 PC sebesar 21,39 MB/s dan terendah pada pengujian 30 PC sebesar 5,19 MB/s. Sementara itu, *throughput* agregat total sistem tertinggi tercatat pada skenario pengujian 25 PC dengan akumulasi kecepatan mencapai 189,40 MB/s.

b. Pengujian Unduh *File*

Tabel 4.7 berikut menyajikan hasil waktu unduh, rata-rata, dan agregat berbagai variasi jumlah PC:

Tabel 4.7 Kecepatan Unduh *File* pada *Multi-Client*

No.	Jumlah PC	Media Transmisi	Waktu Unduh (s)	Rata-rata (MB/s)	Agregat (MB/s)	Bukti
1	5 PC	Ethernet	19	26,48	132,41	Lampiran 3
2	10 PC	Ethernet	38	14,17	141,74	Lampiran 3
3	15 PC	Ethernet	54	12,38	185,63	Lampiran 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.	Jumlah PC	Media Transmisi	Waktu Unduh (s)	Rata-rata (MB/s)	Agregat (MB/s)	Bukti
4	20 PC	Ethernet	78	11,33	226,53	Lampiran 3
5	25 PC	Ethernet	96	6,79	169,67	Lampiran 3
6	30 PC	Ethernet	119	7,55	226,49	Lampiran 3

Tabel 4.7 mencatat hasil pengujian pengunduhan *file* 500 MB secara serentak dari sistem NAS oleh 5 hingga 30 PC klien. Rata-rata kecepatan transfer per klien tertinggi tercatat pada beban 5 PC sebesar 26,48 MB/s, sedangkan kecepatan transfer agregat total sistem tertinggi tercatat pada pengujian 20 PC dengan akumulasi sebesar 226,53 MB/s.

C. Pengujian CPU dan RAM

Pengujian ini bertujuan untuk mengukur penggunaan CPU dan RAM pada sistem NAS selama kondisi *idle* maupun saat proses transfer berlangsung.

1. Pengujian CPU dan RAM saat *Idle*

Tabel 4.8 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan CPU dan RAM selama sistem saat *idle*:

Tabel 4.8 Penggunaan CPU dan RAM saat *Idle*

No.	Kondisi Sistem	CPU (%)		RAM (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	Rata-rata	Tertinggi	
1	<i>Idle</i>	4,44	5	16,46	17,09	Lampiran 3

Tabel 4.8 menyajikan persentase penggunaan prosesor (CPU) dan memori utama (RAM) saat sistem NAS dalam kondisi diam (*idle*). Selama pemantauan, rata-rata penggunaan CPU tercatat sebesar 4,44% dengan titik tertinggi 5%. Pada penggunaan RAM, persentase rata-rata tercatat sebesar 16,46% dengan nilai tertinggi mencapai 17,09%.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Pengujian CPU dan RAM *Single-Client*

a. Pengujian CPU saat Unggah *File*

Tabel 4.9 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan CPU selama proses pengujian unggah berlangsung.

Tabel 4.9 Penggunaan CPU saat Unggah *File* pada *Single-Client*

No.	Kondisi Sistem	CPU (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	Unggah <i>File</i> 100MB	7,15	7,2	Lampiran 3
2	Unggah <i>File</i> 500MB	16,74	18,3	Lampiran 3
3	Unggah <i>File</i> 1GB	17,33	18	Lampiran 3
4	Unggah <i>File</i> 5GB	17,16	19,2	Lampiran 3
5	Unggah <i>File</i> 10GB	16,62	19,3	Lampiran 3

Tabel 4.9 menampilkan pencatatan persentase penggunaan CPU selama proses pengunggahan *file* oleh klien tunggal. Penggunaan CPU terendah tercatat pada proses unggah *file* 100 MB dengan rata-rata 7,15% (tertinggi 7,2%), sedangkan rata-rata penggunaan CPU tertinggi terjadi pada pengujian *file* 1 GB sebesar 17,33% dengan titik lonjakan maksimal sebesar 19,3% pada *file* 10 GB.

b. Pengujian CPU saat Unggah *File*

Tabel 4.10 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan CPU selama proses pengujian unduh berlangsung.

Tabel 4.10 Penggunaan CPU saat Unduh *File* pada *Single-Client*

No.	Kondisi Sistem	CPU (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	Unduh <i>File</i> 100MB	5,63	5,7	Lampiran 3
2	Unduh <i>File</i> 500MB	5,59	5,7	Lampiran 3
3	Unduh <i>File</i> 1GB	5,08	6,2	Lampiran 3
4	Unduh <i>File</i> 5GB	5,83	6,3	Lampiran 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

No.	Kondisi Sistem	CPU (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
5	Unduh <i>File</i> 10GB	5,69	7,1	Lampiran 3

Tabel 4.10 merekam data persentase penggunaan CPU selama proses pengunduhan *file* oleh klien tunggal. Secara keseluruhan, persentase rata-rata pemakaian CPU berada pada rentang 5,08% hingga 5,83%. Nilai penggunaan CPU tertinggi selama proses unduh tercatat pada skenario *file* 10 GB yaitu sebesar 7,1%.

c. Pengujian RAM saat Unggah *File*

Tabel 4.11 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan RAM selama proses pengujian unggah berlangsung.

Tabel 4.11 Penggunaan RAM saat Unggah *File* pada *Single-Client*

No.	Kondisi Sistem	RAM (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	Unggah <i>File</i> 100MB	16,03	16,03	Lampiran 3
2	Unggah <i>File</i> 500MB	16,03	16,03	Lampiran 3
3	Unggah <i>File</i> 1GB	15,96	15,99	Lampiran 3
4	Unggah <i>File</i> 5GB	15,99	16,27	Lampiran 3
5	Unggah <i>File</i> 10GB	15,83	16,05	Lampiran 3

Tabel 4.11 menampilkan konsumsi memori (RAM) selama proses pengunggahan *file* oleh klien tunggal. Data menunjukkan bahwa penggunaan RAM sangat konstan dan stabil pada kisaran rata-rata 15,83% hingga 16,05% (titik tertinggi 16,27%) untuk seluruh ukuran *file* dari 100 MB hingga 10 GB.

d. Pengujian RAM saat Unduh *File*

Tabel 4.12 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan RAM selama proses pengujian unduh berlangsung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.12 Penggunaan RAM saat Unduh *File* pada *Single-Client*

No.	Kondisi Sistem	RAM (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	Unduh <i>File</i> 100MB	28,08	28,08	Lampiran 3
2	Unduh <i>File</i> 500MB	26,80	28,08	Lampiran 3
3	Unduh <i>File</i> 1GB	26,76	26,80	Lampiran 3
4	Unduh <i>File</i> 5GB	26,56	26,87	Lampiran 3
5	Unduh <i>File</i> 10GB	26,67	26,94	Lampiran 3

Tabel 4.12 menampilkan persentase penggunaan RAM saat klien tunggal mengunduh *file* dari NAS. Pemakaian RAM tertinggi tercatat pada proses unduh *file* 100 MB dengan nilai rata-rata dan tertinggi sebesar 28,08%. Pada *file* berukuran 500 MB hingga 10 GB, penggunaan RAM berada pada rentang rata-rata 26,56% hingga 26,7% dengan lonjakan tertinggi 26,94%.

3. Pengujian CPU dan RAM *Multi-Client*

a. Pengujian CPU saat Unggah *File*

Tabel 4.13 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan CPU selama proses pengujian unggah berlangsung.

Tabel 4.13 Penggunaan CPU saat Unggah *File* pada *Multi-Client*

No.	Jumlah PC	CPU (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	5 PC	12,91	14,5	Lampiran 3
2	10 PC	11,85	22,2	Lampiran 3
3	15 PC	25,82	39	Lampiran 3
4	20 PC	46,33	59,2	Lampiran 3
5	25 PC	22,92	32,3	Lampiran 3
6	30 PC	42,22	57,4	Lampiran 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.13 menyajikan data pencatatan utilisasi CPU saat 5 hingga 30 PC klien mengunggah *file* 500 MB secara serentak. Rata-rata penggunaan CPU terendah terjadi pada pengujian 10 PC sebesar 11,85% (tertinggi 22,2%), sedangkan rata-rata penggunaan CPU tertinggi terjadi pada beban 20 PC sebesar 46,33% dengan titik lonjakan puncak menyentuh 59,20%.

b. Pengujian CPU saat Unduh *File*

Tabel 4.14 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan CPU selama proses pengujian unduh berlangsung.

Tabel 4.14 Pencatatan CPU saat Unduh *File* pada *Multi-Client*

No.	Jumlah PC	CPU (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	5 PC	13,70	13,8	Lampiran 3
2	10 PC	18,17	22,8	Lampiran 3
3	15 PC	20,39	30,8	Lampiran 3
4	20 PC	22,23	42,1	Lampiran 3
5	25 PC	22,92	28	Lampiran 3
6	30 PC	23,46	28	Lampiran 3

Tabel 4.14 merekam persentase penggunaan CPU saat sistem melayani pengunduhan *file* 500 MB secara serentak dari 5 hingga 30 PC klien. Pemakaian CPU rata-rata bergerak dari angka terendah 13,70% pada beban 5 PC hingga tertinggi 23,46% pada beban 30 PC. Lonjakan penggunaan CPU tertinggi tercatat sebesar 42,1% yang terjadi pada skenario pengujian 20 PC.

c. Pengujian RAM saat Unggah *File*

Tabel 4.15 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan CPU selama proses pengujian unggah berlangsung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.15 Pencatatan RAM saat Unggah *File* pada *Multi-Client*

No.	Jumlah PC	RAM (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	5 PC	25,44	25,44	Lampiran 3
2	10 PC	25,70	25,80	Lampiran 3
3	15 PC	25,49	26,19	Lampiran 3
4	20 PC	25,53	25,56	Lampiran 3
5	25 PC	25,50	25,53	Lampiran 3
6	30 PC	25,84	26,20	Lampiran 3

Tabel 4.15 mencatat persentase penggunaan RAM selama proses pengunggahan *file* serentak oleh 5 hingga 30 PC klien. Selama pengujian berlangsung, konsumsi RAM tercatat sangat konstan dengan rata-rata berada pada rentang 25,44% hingga 25,84%. Persentase lonjakan RAM maksimal tertinggi tercatat sebesar 26,19% pada beban pengujian 15 PC klien.

d. Pengujian RAM saat Unduh *File*

Tabel 4.16 berikut menyajikan persentase rata-rata dan nilai tertinggi dari penggunaan RAM selama proses pengujian unduh berlangsung.

Tabel 4.16 Pencatatan RAM saat Unduh *File* pada *Multi-Client*

No.	Jumlah PC	RAM (%)		Bukti
		Rata-rata	Tertinggi	
1	5 PC	26,01	26,01	Lampiran 3
2	10 PC	25,92	25,92	Lampiran 3
3	15 PC	27,90	28,27	Lampiran 3
4	20 PC	26,34	26,36	Lampiran 3
5	25 PC	26,35	26,80	Lampiran 3
6	30 PC	27,22	27,71	Lampiran 3



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.16 menunjukkan data utilisasi RAM saat 5 hingga 30 PC klien mengunduh *file* secara serentak. Rata-rata pemakaian RAM terendah tercatat pada pengujian 10 PC sebesar 25,92%, sedangkan pemakaian RAM tertinggi tercatat pada pengujian 15 PC dengan angka rata-rata 27,90% dan lonjakan tertinggi mencapai 28,27%.

D. Pengujian Stabilitas dan Ketersediaan Layanan

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi keandalan dan stabilitas sistem NAS selama beroperasi secara kontinu pada 19–26 Mei 2026. Tabel 4.17 berikut menyajikan hasil *uptime* beserta catatan sistem selama periode pengujian.

Tabel 4.17 Pengujian Stabilitas Sistem

No.	Hari	Uptime	Keterangan/Catatan Sistem
1	Hari 1	24 Jam	Tidak Ada
2	Hari 2	24 Jam	Tidak Ada
3	Hari 3	24 Jam	Akses monitoring jarak jauh Tailscale terputus akibat gangguan internet, tapi NAS tetap menyala
4	Hari 4	24 Jam	Tidak Ada
5	Hari 5	24 Jam	Tidak Ada
6	Hari 6	24 Jam	Tidak Ada
7	Hari 7	24 Jam	Tidak Ada

Tabel 4.17 menyajikan rekapitulasi data pemantauan waktu menyala sistem NAS selama periode 7 hari. Sistem NAS berhasil mencatatkan waktu operasional 24 jam penuh per hari (100%). Pada pencatatan Hari ke-3, terdapat keterangan mengenai terputusnya koneksi pemantauan jarak jauh melalui antarmuka Tailscale akibat gangguan jaringan internet, sementara sistem NAS tetap beroperasi tanpa terjadi *reboot* atau mati total.

4.4.4 Analisis Data dan Evaluasi Pengujian

Berdasarkan data yang telah disajikan pada subbab sebelumnya, evaluasi kinerja sistem NAS dilakukan melalui analisis visualisasi grafik untuk setiap parameter



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang diuji. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi respons sistem terhadap berbagai skenario beban kerja.

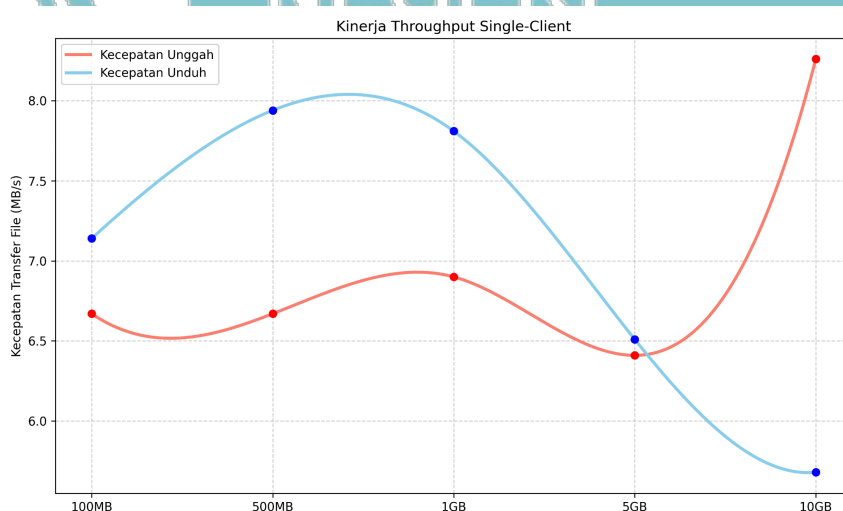
A. Analisis Fungsionalitas Sistem NAS

Berdasarkan data pada Tabel 4.3, pengujian fungsional dilakukan untuk memverifikasi bahwa seluruh fitur utama pada infrastruktur penyimpanan terpusat dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan sistem yang telah dirancang. Pengujian mencakup tujuh skenario yang merepresentasikan aktivitas pengguna, meliputi verifikasi konektivitas klien ke sistem NAS dalam satu jaringan, akses ke *shared folder*, proses unggah dan unduh *file*, pembuatan direktori baru, serta penghapusan data.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario berhasil dijalankan dengan status "Berhasil" tanpa ditemukan kegagalan fungsi pada sistem. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi Samba (SMB/CIFS) beserta pengaturan hak akses pengguna telah diterapkan dengan benar. Secara keseluruhan, pengujian ini mengonfirmasi bahwa sistem NAS telah memenuhi kebutuhan fungsional dan siap digunakan untuk mendukung aktivitas penyimpanan serta berbagi *file* di lingkungan Jurusan TIK PNJ.

B. Analisis Kecepatan Transfer File

1. Analisis Kecepatan Transfer File Single-Client



Gambar 4.9 Kinerja Kecepatan Transfer File pada Single-Client

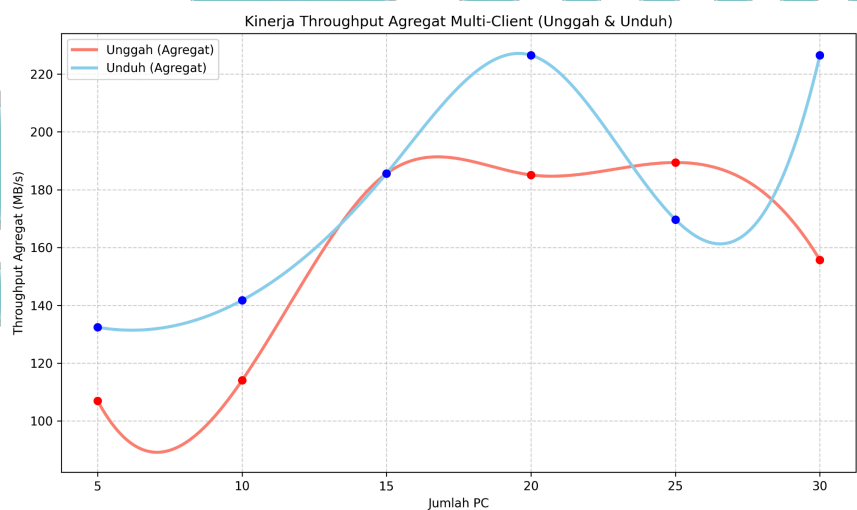


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Berdasarkan Gambar 4.9, *throughput* unggah pada ukuran *file* 100 MB hingga 5 GB relatif konsisten pada rentang 6,41–6,90 MB/s. Pada *file* berukuran 10 GB, *throughput* tercatat sebesar 8,26 MB/s, namun proses transfer tidak berhasil diselesaikan sehingga nilai tersebut perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan kegagalan transfer yang terjadi. Sementara itu, *throughput* unduh mencapai nilai tertinggi sebesar 7,94 MB/s pada *file* 500 MB, kemudian menurun secara bertahap hingga 5,68 MB/s pada *file* 10 GB, yang berhasil ditransfer secara utuh. Berdasarkan standar TIPHON, seluruh nilai *throughput* berada di atas ambang batas kategori Sangat Baik (Indeks 4). Meskipun demikian, kegagalan pada proses unggah *file* 10 GB menunjukkan bahwa sistem masih memiliki keterbatasan dalam menangani transfer berkas berukuran sangat besar.

2. Analisis Kecepatan Transfer File Multi-Client



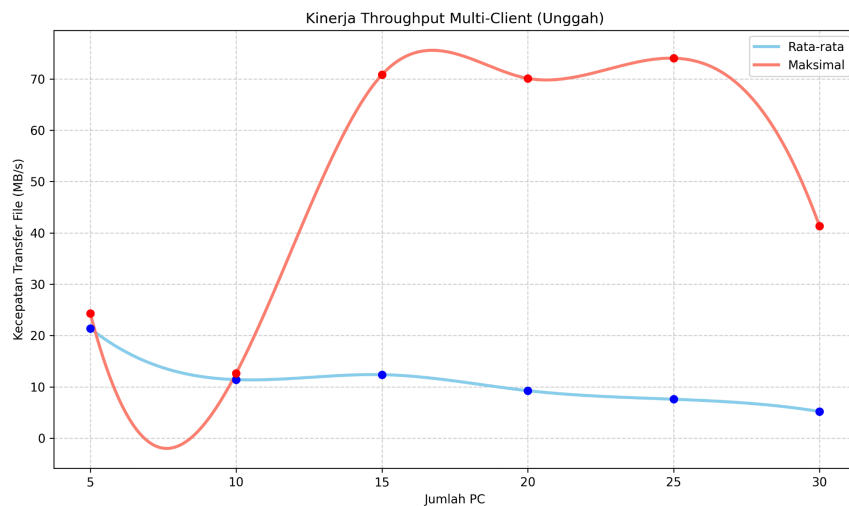
Gambar 4.10 Kinerja *Throughput* Agregat pada *Multi-Client*

Gambar 4.10 menunjukkan *throughput* agregat saat sistem NAS melayani transfer data secara bersamaan dari 5 hingga 30 PC klien. Pada proses unggah, *throughput* meningkat dari 106,97 MB/s pada beban 5 PC menjadi 189,40 MB/s pada beban 25 PC. Sementara itu, *throughput* unduh mencapai nilai tertinggi sebesar 226,53 MB/s pada beban 20 PC dan tetap berada pada kisaran 226,49 MB/s saat melayani 30 PC. Secara keseluruhan, sistem berhasil melayani proses transfer data pada seluruh skenario pengujian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.11 Kinerja *Throughput Multi-Client* saat Unggah

Gambar 4.11 menunjukkan perbandingan kecepatan transfer rata-rata per klien (*mean*) dengan kecepatan maksimal individual (*max*) pada skenario unggah serentak *multi-client*. Garis kecepatan rata-rata per klien menurun secara bertahap dari 21,39 MB/s pada beban 5 PC menjadi 5,19 MB/s pada beban 30 PC. Sementara itu, kecepatan maksimal individual mencapai nilai tertinggi sebesar 73,40 MB/s pada pengujian 25 PC sebelum menurun menjadi 41,20 MB/s pada pengujian 30 PC.



Gambar 4.12 Kinerja *Throughput Multi-Client* saat Unduh

Gambar 4.12 menampilkan perbandingan kecepatan transfer rata-rata per klien (*mean*) dan kecepatan maksimal individual (*max*) pada skenario unduh serentak



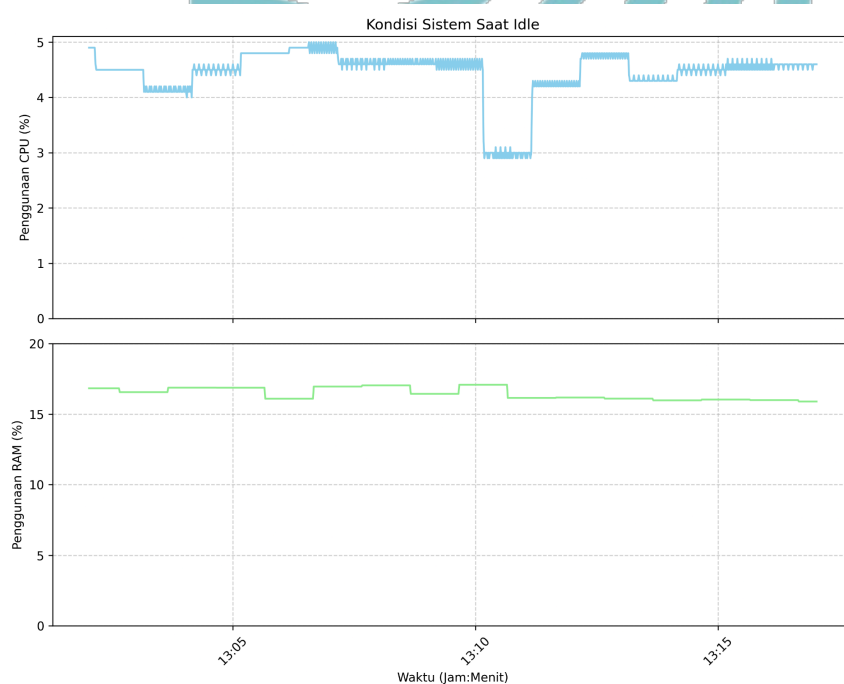
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

multi-client. Kecepatan rata-rata per klien menurun dari 26,48 MB/s pada beban 5 PC menjadi 7,55 MB/s pada beban 30 PC. Sementara itu, kecepatan maksimal individual mencapai nilai tertinggi sebesar 110,40 MB/s pada beban 20 PC dan 108,20 MB/s pada beban 30 PC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan transfer pada proses unduh cenderung lebih tinggi dibandingkan proses unggah.

Berdasarkan standar TIPHON, seluruh nilai *throughput* pada skenario *multi-client* juga termasuk dalam kategori Sangat Baik (Indeks 4) karena berada di atas ambang batas 2,1 Mbps. Baik pada proses unggah maupun unduh, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan kinerja transfer data yang baik pada seluruh variasi jumlah klien yang diuji, meskipun kecepatan rata-rata per klien mengalami penurunan seiring bertambahnya jumlah klien.

C. Analisis Kinerja CPU dan RAM



Gambar 4.13 Kondisi Sistem saat *Idle*

Berdasarkan data pada Tabel 4.6 saat sistem NAS berada dalam kondisi *idle*, penggunaan sumber daya tergolong rendah dan stabil. Penggunaan CPU tercatat memiliki rata-rata sebesar 4,44% dari total kapasitas yang tersedia dengan nilai tertinggi mencapai 5%. Sementara itu, penggunaan memori (RAM) berada pada rata-rata 16,46% dengan nilai puncak sebesar 17,09%. Hasil tersebut



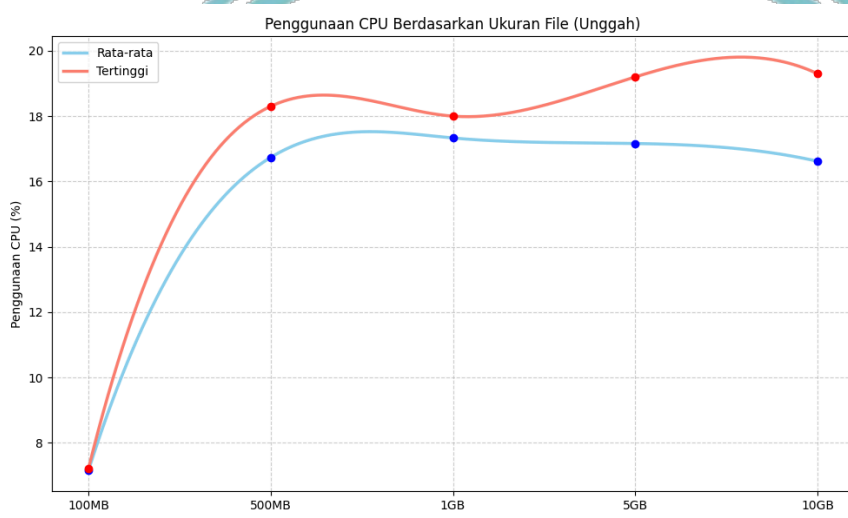
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menunjukkan bahwa sistem operasi Ubuntu Server beserta layanan sistem yang mendukung fungsi NAS dapat beroperasi dengan kebutuhan sumber daya yang relatif rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa perangkat keras PC lama masih mampu menjalankan sistem NAS tanpa membebani sumber daya secara signifikan ketika tidak melayani permintaan dari klien.

1. Analisis Kinerja CPU dan RAM *Single-Client*

a. Analisis Kinerja CPU *Single-Client*



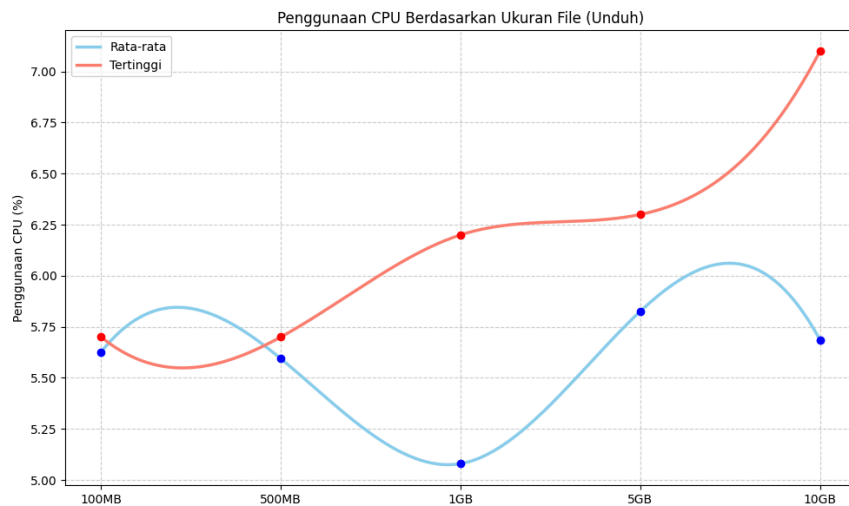
Gambar 4.14 Penggunaan CPU saat Unggah *File* pada *Single-Client*

Berdasarkan Gambar 4.14, penggunaan CPU selama proses unggah menunjukkan tren peningkatan seiring bertambahnya ukuran *file* yang ditransfer. Pada pengujian menggunakan *file* berukuran 100 MB, rata-rata penggunaan CPU tercatat sebesar 7,1% dan meningkat secara bertahap pada ukuran *file* yang lebih besar. Rata-rata penggunaan CPU keseluruhan mencapai 16,6% dengan nilai maksimum sebesar 19,3%, meskipun metrik pada ukuran *file* 10 GB mengalami anomali akibat proses transfer yang terputus. Secara keseluruhan, hasil pengujian pada ukuran *file* 100 MB hingga 5 GB menunjukkan pola peningkatan yang konsisten, sementara penggunaan CPU tetap berada pada tingkat yang relatif rendah dengan nilai maksimum di bawah 20%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa prosesor masih mampu menangani proses unggah *file* pada sistem NAS selama pengujian.



Hak Cipta :

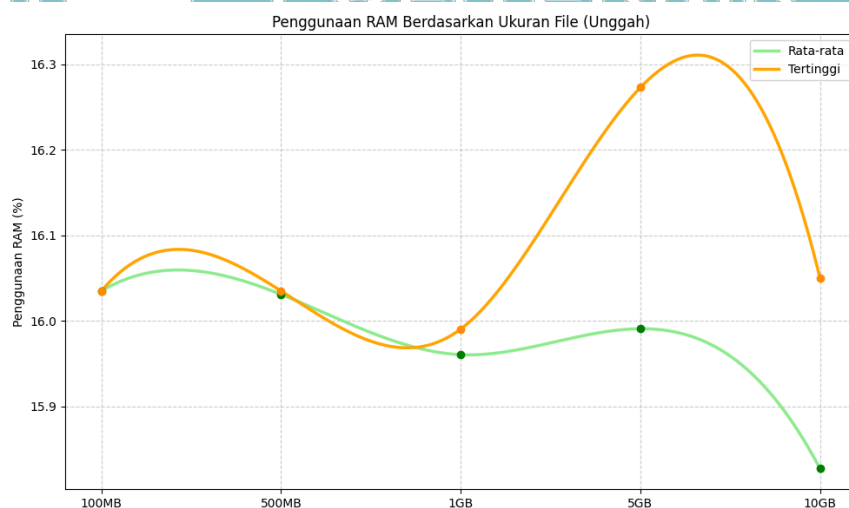
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.15 Penggunaan CPU saat Unduh *File* pada *Single-Client*

Berbeda dengan proses unggah, Gambar 4.15 menunjukkan penggunaan CPU selama proses unduh. Penggunaan CPU cenderung lebih rendah dan stabil, dengan rata-rata berada pada kisaran 5,0% hingga 5,8% untuk seluruh ukuran *file* yang diuji (100 MB–10 GB). Penggunaan CPU tertinggi tercatat sebesar 7,1% pada *file* berukuran 10 GB. Secara keseluruhan, penggunaan CPU selama proses unduh tetap rendah pada seluruh skenario pengujian.

b. Analisis Kinerja RAM *Single-Client*



Gambar 4.16 Penggunaan RAM saat Unggah *File* pada *Single-Client*

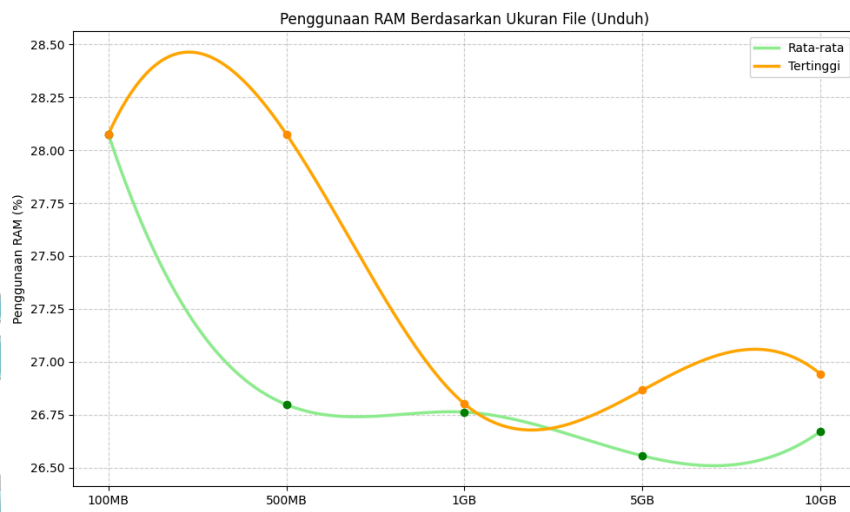
Gambar 4.16 menunjukkan penggunaan memori (RAM) selama proses unggah data ke sistem NAS. Pada sebagian besar skenario pengujian, yaitu untuk ukuran



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

file 100 MB hingga 5 GB, penggunaan RAM relatif stabil dengan nilai rata-rata berada pada rentang 15,9% hingga 16,2%, termasuk pada fase pencatatan data sebelum proses transfer file 10 GB yang mengalami anomali. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas unggah file tidak memerlukan peningkatan alokasi memori yang signifikan selama pengujian.



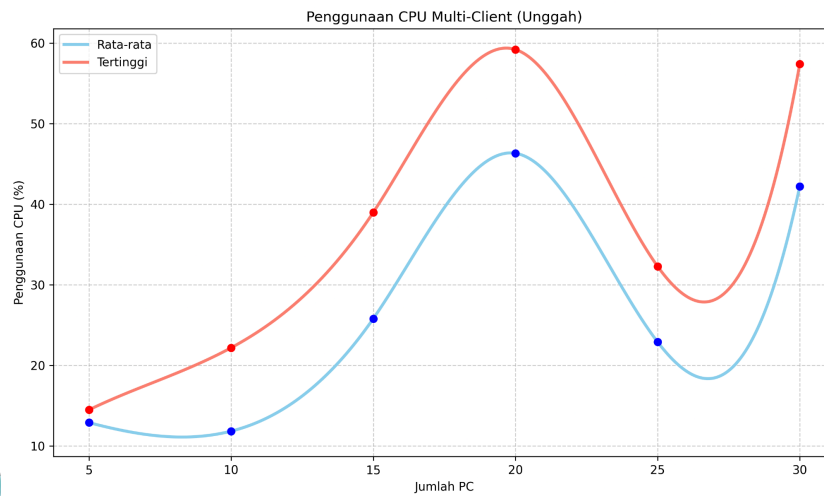
Gambar 4.17 Penggunaan RAM saat Unduh *File* pada *Single-Client*

Terakhir, Gambar 4.17 menunjukkan penggunaan RAM selama proses unduh data dari sistem NAS ke klien. Penggunaan RAM tercatat sebesar 28% pada *file* berukuran 100 MB, kemudian relatif stabil pada kisaran 26,5% hingga 26,9% untuk ukuran *file* 500 MB hingga 10 GB. Selisih yang kecil antara nilai rata-rata dan nilai maksimum menunjukkan bahwa penggunaan RAM berlangsung secara konsisten dengan fluktuasi yang relatif rendah pada setiap skenario pengujian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa variasi ukuran *file* tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan memori selama proses unduh. Selain itu, tidak terlihat adanya peningkatan penggunaan RAM yang bersifat terus-menerus selama pengujian berlangsung, sehingga pemanfaatan memori tetap berada pada tingkat yang relatif konstan. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas RAM sebesar 8 GB masih memadai untuk mendukung operasional sistem NAS selama proses transfer *file* pada seluruh variasi ukuran *file* yang diuji.



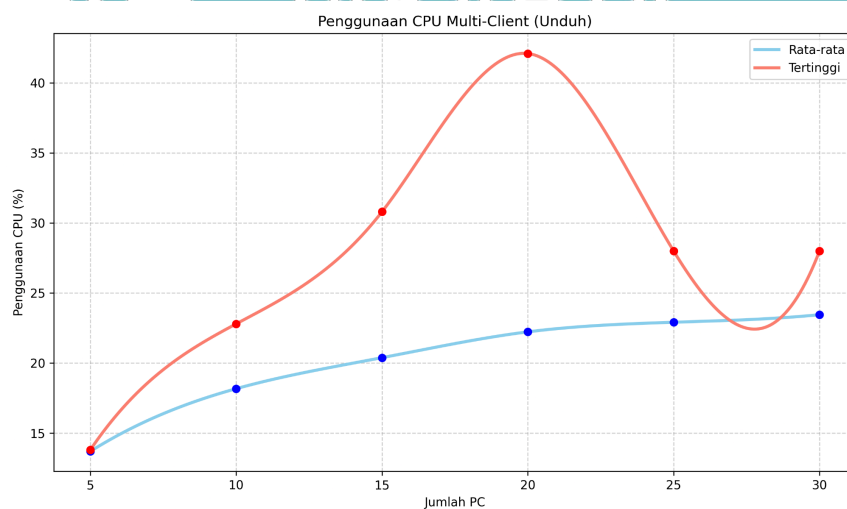
2. Analisis Kinerja CPU dan RAM *Multi-Client*

a. Analisis Kinerja CPU *Multi-Client*



Gambar 4.18 Penggunaan CPU saat Unggah *File* pada *Multi-Client*

Gambar 4.18 menunjukkan perubahan utilisasi CPU selama proses unggah *file* secara bersamaan dari 5 hingga 30 PC klien. Rata-rata utilisasi CPU meningkat dari 12,91% pada beban 5 PC hingga mencapai 46,33% dengan utilisasi maksimum 59,20% pada beban 20 PC. Pada beban 25 PC, rata-rata utilisasi CPU menurun menjadi 22,92%, kemudian kembali meningkat menjadi 42,22% dengan utilisasi maksimum 57,40% pada beban 30 PC. Secara keseluruhan, utilisasi CPU bervariasi pada setiap tingkat beban, namun sistem NAS masih mampu melayani proses unggah *file* hingga 30 PC klien selama pengujian.



Gambar 4.19 Penggunaan CPU saat Unduh *File* pada *Multi-Client*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

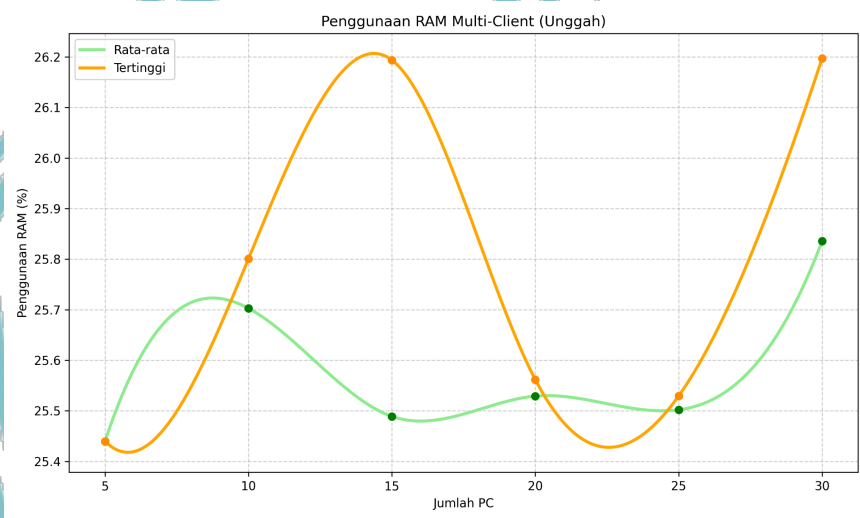


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.19 menunjukkan perubahan utilisasi CPU saat sistem NAS melayani proses unduh *file* secara bersamaan dari 5 hingga 30 PC klien. Rata-rata penggunaan CPU meningkat secara bertahap dari 13,70% pada beban 5 PC menjadi 23,46% pada beban 30 PC. Nilai utilisasi maksimum tertinggi tercatat sebesar 42,10% pada pengujian dengan 20 PC klien. Secara keseluruhan, penggunaan CPU selama proses unduh cenderung lebih rendah dibandingkan proses unggah.

b. Analisis Kinerja RAM *Multi-Client*



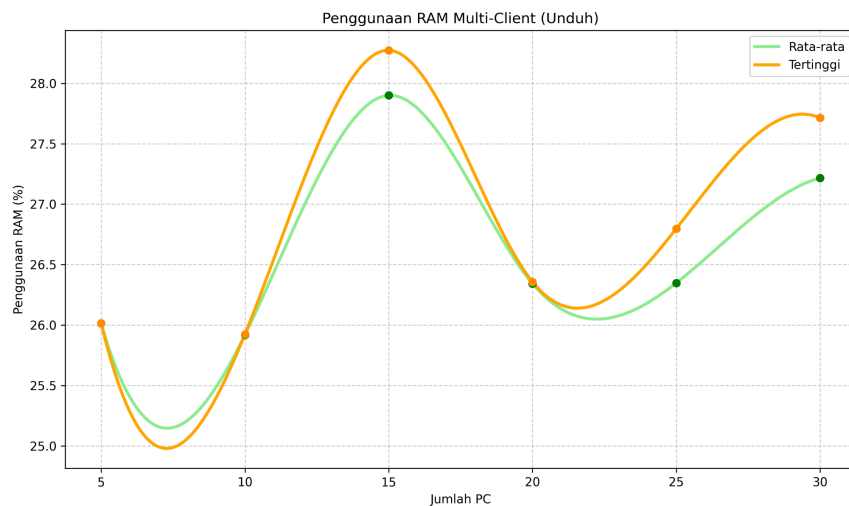
Gambar 4.20 Penggunaan RAM saat Unggah *File* pada *Multi-Client*

Gambar 4.20 menunjukkan utilisasi RAM saat proses unggah *file* secara bersamaan oleh 5 hingga 30 PC klien. Berbeda dengan CPU, penggunaan RAM relatif stabil pada kisaran rata-rata 25,44% hingga 25,84%, dengan nilai maksimum sebesar 26,19% pada beban 15 PC. Selisih antara nilai rata-rata dan nilai maksimum pada setiap skenario relatif kecil sehingga tidak terlihat adanya fluktuasi penggunaan memori yang signifikan selama pengujian. Meskipun jumlah klien terus bertambah dari 5 hingga 30 PC, penggunaan RAM tetap berada pada kisaran yang hampir sama. Hal ini menunjukkan bahwa proses unggah *file* tidak memberikan perubahan yang berarti terhadap penggunaan memori pada sistem NAS selama skenario pengujian.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4.21 Penggunaan RAM saat Unduh *File* pada *Multi-Client*

Gambar 4.21 menunjukkan utilisasi RAM selama proses unduh *file* secara bersamaan oleh 5 hingga 30 PC klien. Rata-rata penggunaan RAM berkisar antara 25,92% hingga 27,90%, dengan nilai maksimum sebesar 28,27% pada pengujian 15 PC. Pada beban 20 hingga 30 PC, penggunaan RAM kembali stabil pada rentang 26,34% hingga 27,22%. Selisih antara nilai rata-rata dan nilai maksimum pada setiap skenario relatif kecil, sehingga penggunaan RAM selama proses unduh terlihat konsisten. Secara keseluruhan, kapasitas RAM 8 GB masih memadai untuk mendukung proses pengujian pada seluruh skenario.

D. Analisis Stabilitas dan Ketersediaan Layanan

Dalam pengoperasian infrastruktur jaringan, pemantauan sistem berbasis Linux dilakukan untuk mengetahui kondisi layanan yang berjalan secara *real-time*, termasuk memastikan apakah layanan berada dalam status aktif (*up*) atau tidak aktif (*down*) (Rasyiidin dan Murad, 2021). Berdasarkan hasil pemantauan pada Tabel 4.11 yang dilakukan selama tujuh hari, sistem NAS menunjukkan tingkat ketersediaan layanan yang baik. Data yang diperoleh melalui antarmuka Cockpit tidak menunjukkan adanya kejadian sistem NAS berhenti beroperasi secara keseluruhan selama periode pengujian.

Pada hari ketiga pengujian, terjadi gangguan koneksi internet yang menyebabkan sistem tidak dapat dipantau secara jarak jauh melalui Tailscale. Namun, gangguan tersebut tidak memengaruhi operasional sistem NAS karena perangkat tetap



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dalam kondisi menyala dan dapat kembali diakses setelah koneksi internet berhasil dipulihkan.

```
reish@LAPTOP-REI:~$ ping 100.69.36.121
PING 100.69.36.121 (100.69.36.121) 56(84) bytes of data.
^C
--- 100.69.36.121 ping statistics ---
23 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 22520ms
```

Gambar 4.22 Sistem NAS saat Gangguan Koneksi Internet *via* Tailscale

Gambar 4.22 menampilkan keluaran terminal pengujian konektivitas antarmuka *Virtual Private Network* (Tailscale) menggunakan perintah ping menuju alamat IP *virtual* sistem NAS (100.69.36.121). Hasil 100% *packet loss* membuktikan terputusnya jalur pemantauan jarak jauh akibat gangguan jaringan internet kampus pada pemantauan Hari ke-3.





BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil rancang bangun, implementasi, serta serangkaian pengujian dan analisis kinerja sistem *Network Attached Storage* (NAS) yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama. Implementasi sistem NAS menggunakan komputer bekas pakai (*repurposing*) berprosesor Intel Core i5-4460 dan sistem operasi Ubuntu Server 26.04 LTS yang dipadukan dengan layanan Samba (SMB/CIFS) telah berhasil menyediakan layanan penyimpanan terpusat. Berdasarkan pengujian fungsional, seluruh fitur dasar meliputi konektivitas jaringan, akses direktori bersama (*shared folder*), unggah dan unduh *file*, pembuatan direktori baru, serta penghapusan *file* mencatatkan tingkat keberhasilan 100%.

Ditinjau dari standar indeks kualitas layanan TIPHON, kinerja transfer *file* sistem NAS pada skenario *single-client* maupun *multi-client* masuk ke dalam klasifikasi Sangat Baik atau Indeks 4 karena menghasilkan *throughput* jauh di atas ambang batas 2,1 Mbps. Pada skenario *single-client*, kecepatan transfer dasar stabil di kisaran 6,41 MB/s hingga 7,94 MB/s. Pada skenario *multi-client* dengan *file* 500 MB, meskipun kecepatan rata-rata per klien mengalami penurunan seiring bertambahnya jumlah PC klien, *throughput* agregat sistem meningkat hingga mencapai 189,40 MB/s pada proses unggah (25 PC) dan 226,53 MB/s pada proses unduh (20 PC). Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem NAS mampu melayani proses transfer data secara bersamaan pada seluruh skenario pengujian.

Pemanfaatan sistem operasi berbasis baris perintah (CLI) membuat konsumsi daya komputasi menjadi efisien, dengan utilisasi saat diam (*idle*) hanya sebesar 4,44% untuk CPU dan 16,46% untuk RAM. Pada kondisi beban kerja ekstrem *multi-client* hingga 30 PC, utilisasi prosesor bekerja paling berat di angka rata-rata 46,33% dengan lonjakan maksimal 59,20%, yang menunjukkan bahwa penggunaan CPU selama pengujian masih berada di bawah 60%. Sementara itu, penggunaan RAM tetap stabil pada kisaran rata-rata 25,44% hingga 27,90%

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

selama seluruh skenario pengujian, sehingga kapasitas memori 8 GB masih memadai untuk mendukung operasional sistem NAS.

Selama masa pengujian operasional tujuh hari terus-menerus atau 168 jam, sistem NAS berhasil mencatatkan tingkat ketersediaan layanan sebesar 100% tanpa pernah mengalami mati daya mendadak atau *reboot* sistem. Sistem NAS masih tetap menyala meskipun terjadi kendala pemutusan akses pemantauan jarak jauh *via* Tailscale pada hari ke-3 yang terjadi akibat gangguan koneksi jaringan internet kampus.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem maupun penelitian selanjutnya. Pertama, pengujian kecepatan transfer *file* dapat dilakukan dari luar jaringan kampus dengan memanfaatkan layanan *Virtual Private Network* (VPN) seperti Tailscale. Pengujian tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh latensi dan kondisi jaringan internet terhadap performa transfer data ketika sistem NAS diakses secara jarak jauh.

Kedua, aspek keamanan sistem perlu ditingkatkan mengingat NAS digunakan sebagai media penyimpanan bersama yang dapat diakses oleh banyak pengguna. Penambahan mekanisme keamanan, seperti perangkat lunak antimalware, dapat diterapkan untuk membantu mendeteksi dan mencegah penyimpanan berkas yang berpotensi membahayakan sistem maupun data yang tersimpan pada NAS.

Ketiga, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan konfigurasi penyimpanan dengan menerapkan *Redundant Array of Independent Disks* (RAID) serta *SSD caching*. Penerapan teknologi tersebut berpotensi meningkatkan performa baca dan tulis data, terutama pada kondisi akses secara bersamaan oleh banyak pengguna, sekaligus menyediakan toleransi terhadap kegagalan media penyimpanan sehingga keandalan sistem dapat ditingkatkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, A. and Pamuji, F.Y. (2025). PENERAPAN STANDAR TIPHON UNTUK KINERJA QUALITY OF SERVICE JARINGAN INTERNET. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 9(5), pp.8530–8537. doi:10.36040/jati.v9i5.15112.
- Carranza, H., Caranza, A., Bustamante, M. and Guerrero, I. (2025). Reducing E-Waste: Repurposing Old PCs and Laptops into Sustainable NAS Systems. *World Congress on Electrical Engineering and Computer Systems and Science*. doi:10.11159/cist25.151.
- Chatterjee, U. (2024). Optimizing Samba File Sharing Performance on Raspberry Pi Devices for Efficient and Lightweight Network Storage Solutions. *International Journal for Novel Research in Economics*, 2(6), pp.1–4. https://ijnrefm.com/wp-content/uploads/IJNREFM_V2_issue6_122.pdf.
- Chen, Y., Li, Y., Lu, Y., Pan, Z., Ji, Y.C.S., Chen, Y., Li, Y. and Shen, Y. (2025). Understanding the Security Risks of Websites Using Cloud Storage for Direct User File Uploads. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, pp.1–1. doi:10.1109/tifs.2025.3544082.
- Hardika, B., Kurniawan, M.D., Adzka, M., Prastowiyono, D., Banyubasa, A., Wicaksono, A. and Nasir, M. (2024). Pengujian Blackbox Testing Website Garuda Farm Menggunakan Teknik Equivalence Partitioning. *JURNAL KRIDATAMA SAINS DAN TEKNOLOGI*, 6(2). <https://jurnal.umnu.ac.id/index.php/kst/article/view/1420>.
- Haris, D., Salim, H. and Kristianto, J. (2024). Rancang Bangun NAS dengan SBC Raspberry Pi sebagai Alternatif Penyimpanan Cloud dengan Koneksi Internet. *R2J*, 6(5). doi:10.38035/rj.v6i5.
- Khoir, H.N.F., Nama, G.F., Pradipta, R.A. and Haidi, F. (2026). PERANCANGAN DAN KONFIGURASI INFRASTRUKTUR NAS BERBASIS TRUENAS SEBAGAI PENYIMPANAN TERPUSAT PADA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

SISTEM ARSIP BBWS MESUJI SEKAMPUNG. *KAINAN: Jurnal Pengabdian Teknik Informatika*, 1(1).
<https://kainan.eng.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/5>.

Kusuma, I.N.S.J., Sastrawangsa, G. and ADH, I.P.W. (2022). *SEMINAR NASIONAL CORISINDO Rancang Bangun Server Network Attached Storage (NAS) Sebagai Penyimpanan Data Terpusat Studi Kasus SMAN 1 Denpasar*. pp.645–650.

<https://corisindo.stikom-bali.ac.id/penelitian/index.php/semnas/article/view/140>.

Liu, K., Tan, Q., Yu, J. and Wang, M. (2023). A global perspective on e-waste recycling. *Circular Economy*, 2(1), p.100028. doi:10.1016/j.cec.2023.100028.

Nasution, M.I.A. and Soeheri (2025). Implementasi Network Attached Storage (NAS) dengan Open Media Vault (OMV) di Universitas Potensi Utama. *IT Journal*, 13(2), pp.85–97.
<https://upu-journal.potensi-utama.org/index.php/itjournal/article/view/17>.

Paminto, A.K., Lautetu, L.M., Prayoga, M.B.R., R., C.M. and Debora, D.D. (2024). Evaluasi Pengelolaan Limbah Elektronik di Indonesia. *Waste, Society and Sustainability*, 1(1). doi:10.61511/wass.v1i1.2024.462.

Pramasmawari, D., Susana, H., Martanto, Anwar, S. and Rohmat, C.L. (2021). KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer Analisis Kehandalan Network Attached Storage Berbasis Raspberry Pi Menggunakan Metode Client-Server. *KOPERTIP Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer*, 5(1), pp.2549–211. doi:<https://doi.org/10.32485/kopertip.v5i1.134>.

Rifqi, M.Z., Azinar, A.W., Indahyanti, U. and Busono, S. (2025). Optimasi Penggunaan STB Bekas sebagai NAS Server dengan Casa OS. *semanTIK*, 11(1), pp.1–9. doi:<https://doi.org/10.55679/semantik.v11i1.83>.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Suharyadi, T.N. and Tedyyana, A. (2025). Rancang Bangun Network Attached Storage Menggunakan Set Top Box Sebagai Penyimpanan Terpusat. *Techno.Com*, 24(2), pp.306–319. doi:10.62411/tc.v24i2.12545.

Suryawanshi, R., Amancha, R., Sambulkhani, S., Shinde, V. and Vyavahare, P. (2023). Personal Cloud Storage using Raspberry PI. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT) International Open-Access, Double-Blind, Peer-Reviewed, Refereed, Multidisciplinary Online Journal*, 3(7), pp.2581–9429. doi:10.48175/IJARSCT-9465.

Wahyudi, D., Mujiono, M. and Fu'ad, M.N. (2024). Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan Nirkabel di Akademi Komunitas Negeri Putra Sang Fajar Blitar Berdasarkan Standar Parameter TIPHON: Studi Kasus Program Studi Administrasi Server dan Jaringan Komputer. *JAMI Jurnal Ahli Muda Indonesia*, 5(2), pp.164–171. doi:10.46510/jami.v5i2.343.

Wasserbauer, M. (2023). Determination of Cloud Storage and IT Infrastructure on File Security. *DIJDBM: Dinasti International Journal of Digital Business Management*, 4(2), pp.411–421. doi:10.31933/dijdbm.v4i2.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Reishafa Armelia Armando, lahir di Jakarta, Januari 2005. lulus dari SMA IAS Al-Jannah dengan keahlian di Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan pada tahun 2022. Saat ini sedang menempuh pendidikan Diploma IV sebagai mahasiswa di Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan (TMJ), Jurusan Teknik Informatika dan Komputer (TIK), Politeknik Negeri Jakarta (PNJ).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

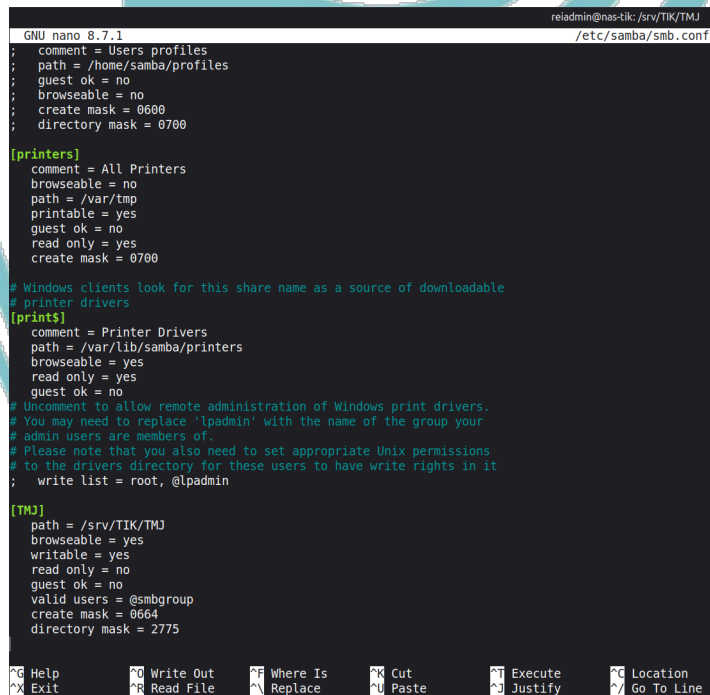
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 1: Implementasi Sistem

- https://drive.google.com/drive/folders/18cdAPICjkPSWhuP58M7p_4b6YUxbRG0B?usp=drive_link



```
reiadmin@nas-tik:/$ cd /srv/TIK/TMJ
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo groupadd smbgroup
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo usermod -aG smbgroup reiadmin
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo chown -R reiadmin:smbgroup /srv/TIK/TMJ
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo chmod -R 2775 /srv/TIK/TMJ
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo smbpasswd -a reiadmin
New SMB password:
Retype new SMB password:
Added user reiadmin.
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo nano /etc/samba/smb.conf
```

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
reiadmin@nas-tik:/home$ sudo fdisk /dev/sdb

Welcome to fdisk (util-linux 2.41.3).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Command (m for help):

Command (m for help): p

Disk /dev/sdb: 931.51 GiB, 1000204886016 bytes, 1953525168 sectors
Disk model: ST1000DM010-2EP1
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 4096 bytes
I/O size (minimum/optimal): 4096 bytes / 4096 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 8C136148-F928-4371-9440-B6703888376D

Device      Start      End      Sectors  Size Type
/dev/sdb1   2048      34815    32768    16M Microsoft reserved
/dev/sdb2   34816 1953521663 1953486848 931.5G Microsoft basic data

Command (m for help): d
Partition number (1,2, default 2): n
Value out of range.
Partition number (1,2, default 2): 1

Partition 1 has been deleted.

Command (m for help): d
Selected partition 2
Partition 2 has been deleted.
```

```
Command (m for help): n
Partition number (1-128, default 1):
First sector (34-1953525134, default 2048):
Last sector, +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-1953525134, default 1953523711):

Created a new partition 1 of type 'Linux filesystem' and of size 931.5 GiB.
Partition #1 contains a ext4 signature.

Do you want to remove the signature? [Y]es/[N]o: y

The signature will be removed by a write command.

Command (m for help): p
Disk /dev/sdb: 931.51 GiB, 1000204886016 bytes, 1953525168 sectors
Disk model: ST1000DM010-2EP1
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 4096 bytes
I/O size (minimum/optimal): 4096 bytes / 4096 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 8C136148-F928-4371-9440-B6703888376D

Device      Start      End      Sectors  Size Type
/dev/sdb1   2048 1953523711 1953521664 931.5G Linux filesystem

Filesystem/RAID signature on partition 1 will be wiped.

Command (m for help):

Command (m for help): w

The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.
```




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

```
reish@LAPTOP-REI:~$ lsblk
NAME        MAJ:MIN RM   SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda          8:0    0 476,9G  0 disk
├─sda1       8:1    0   512M  0 part /boot/efi
├─sda2       8:2    0 476,4G  0 part /
sdb          8:16    0 931,5G  0 disk
└─sdb1       8:17    0 931,5G  0 part
reish@LAPTOP-REI:~$ sudo smartctl --scan-open
[sudo] password for reish:
/dev/sda -d sat # /dev/sda [SAT], ATA device
reish@LAPTOP-REI:~$ sudo smartctl -H -d sat /dev/sdb
smartctl 7.4 2023-08-01 r5530 [x86_64-linux-6.8.0-124-generic] (local build)
Copyright (C) 2002-23, Bruce Allen, Christian Franke, www.smartmontools.org

=== START OF READ SMART DATA SECTION ===
SMART Status not supported: Incomplete response, ATA output registers missing
SMART overall-health self-assessment test result: FAILED!
Drive failure expected in less than 24 hours. SAVE ALL DATA.
Warning: This result is based on an Attribute check.
Failed Attributes:
ID# ATTRIBUTE NAME          FLAG        VALUE  WORST  THRESH  TYPE    UPDATED  WHEN FAILED  RAW VALUE
 5 Reallocated_Sector_Ct     0x0033      133    133    140     Pre-fail Always      FAILING_NOW 2829
```

```
reidadmin@nas-tik:/home$ lsblk
NAME        MAJ:MIN RM   SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
loop0        7:0    0    4K  1 loop /snap/bare/5
loop1        7:1    0 66.8M  1 loop /snap/core24/1587
loop2        7:2    0 246.6M  1 loop /snap/firefox/8274
loop3        7:3    0 91.7M  1 loop /snap/gtk-common-themes/1535
loop4        7:4    0 606.1M  1 loop /snap/gnome-46-2404/153
loop5        7:5    0 395M  1 loop /snap/mesa-2404/1165
loop6        7:6    0 49.3M  1 loop /snap/snapd/26865
loop7        7:7    0 246.6M  1 loop /snap/firefox/8306
sda          8:0    0 223.6G  0 disk
├─sda1       8:1    0    1M  0 part
├─sda2       8:2    0    2G  0 part /boot
├─sda3       8:3    0 221.6G  0 part
└─ubuntu--vg-ubuntu--lv 252:0    0 100G  0 lvm /
sdb          8:16    0 931.5G  0 disk
└─sdb1       8:17    0 931.5G  0 part
```

```
reidadmin@nas-tik:/home$ sudo mkfs.ext4 /dev/sdb1
mke2fs 1.47.2 (1-Jan-2025)
Creating filesystem with 244190208 4k blocks and 61054976 inodes
Filesystem UUID: bfa191b4-93dc-4655-ba6b-abc21ce9fab9
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632, 2654208,
    4096000, 7962624, 11239424, 20480000, 23887872, 71663616, 78675968,
    102400000, 214990848

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (262144 blocks):
done
Writing superblocks and filesystem accounting information:
done
```

(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
reiadmin@nas-tik:/home$ sudo mount /dev/sdb1 /srv/TIK/TMJ
reiadmin@nas-tik:/home$ lsblk
NAME                                MAJ:MIN RM   SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
loop0                               7:0      0    4K  1 loop /snap/bare/5
loop1                               7:1      0  66.8M  1 loop /snap/core24/1587
loop2                               7:2      0 246.6M  1 loop /snap/firefox/8274
loop3                               7:3      0  91.7M  1 loop /snap/gtk-common-themes/1535
loop4                               7:4      0  606.1M  1 loop /snap/gnome-46-2404/153
loop5                               7:5      0  395M   1 loop /snap/mesa-2404/1165
loop6                               7:6      0  49.3M  1 loop /snap/snapd/26865
loop7                               7:7      0 246.6M  1 loop /snap/firefox/8306
sda                                 8:0      0 223.6G  0 disk
├─sda1                              8:1      0    1M   0 part
├─sda2                              8:2      0    2G   0 part /boot
├─sda3                              8:3      0 221.6G  0 part
│   └─ubuntu--vg-ubuntu--lv 252:0    0 100G   0 lvm  /
sdb                                 8:16     0 931.5G  0 disk
└─sdb1                             8:17     0 931.5G  0 part /srv/TIK/TMJ
```

```
reiadmin@nas-tik:/mnt/checkhdd$ sudo blkid /dev/sdb1
/dev/sdb1: UUID="bfa191b4-93dc-4655-ba6b-abc21ce9fab9" BLOCK_SIZE="4096" TYPE="ext4" PARTUUID="ee06f994-6af7-4366-976c-03e60e2192ef"
```

```
reiadmin@nas-tik:/mnt/checkhdd
GNU nano 8.7.1 /etc/fstab *
# /etc/fstab: static file system information.
#
# Use 'blkid' to print the universally unique identifier for a
# device; this may be used with UUID= as a more robust way to name devices
# that works even if disks are added and removed. See fstab(5).
#
# <file system> <mount point> <type> <options> <dump> <pass>
# / was on /dev/ubuntu-vg/ubuntu-lv during curtin installation
/dev/disk/by-id/dm-uuid-LVM-HeQumyTJAKXL0oUXFFiEeamMI8YytZbcUG88r9li2cyKptllW7Ue4bN0fYx6mLId / ext4 defaults 0 1
# /boot was on /dev/sda2 during curtin installation
/dev/disk/by-uuid/38fce20b-95ba-4275-89a2-85cfd2abd079 /boot ext4 defaults 0 1
/swap.img none swap sw 0 0

UUID=bfa191b4-93dc-4655-ba6b-abc21ce9fab9 /srv/TIK/TMJ ext4 defaults,nofail 0 2
```

```
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo systemctl restart smbd
Warning: The unit file, source configuration file or drop-ins of smbd.service changed on disk. Run 'systemctl daemon-reload' to reload units.
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo systemctl enable smbd
Synchronizing state of smbd.service with SysV service script with /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install.
Executing: /usr/lib/systemd/systemd-sysv-install enable smbd
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo systemctl status smbd
● smbd.service - Samba SMB Daemon
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/smbd.service; enabled; preset: enabled)
   Active: active (running) since Thu 2026-05-14 08:02:09 UTC; 19s ago
  Invocation: 111bc8a94ed14e0b873e11a4b1427f37
    Docs: man:smbd(8)
          man:samba(7)
          man:smb.conf(5)
  Main PID: 9157 (smbd)
  Status: "smbd: ready to serve connections..."
    Tasks: 3 (Limit: 6102)
  Memory: 7.0M (peak: 8.5M)
    CPU: 160ms
  CGroup: /system.slice/smbd.service
          └─9157 /usr/sbin/smbd --foreground --no-process-group
             └─9161 "smbd: notifyd"
                └─9162 "smbd: cleanupd"

May 14 08:02:09 nas-tik systemd[1]: Starting smbd.service - Samba SMB Daemon...
May 14 08:02:09 nas-tik systemd[1]: Started smbd.service - Samba SMB Daemon.
```



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

```
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo adduser userTMJ
New password:
Retype new password:
passwd: password updated successfully
Changing the user information for userTMJ
Enter the new value, or press ENTER for the default
  Full Name []:
   Room Number []:
   Work Phone []:
   Home Phone []:
    Other []:
Is the information correct? [Y/n] y
```

```
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo usermod -aG smbgroup userTMJ
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo smbpasswd -a userTMJ
New SMB password:
Retype new SMB password:
Added user userTMJ.
```

```
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo smbpasswd -e userTMJ
Enabled user userTMJ.
```

```
reiadmin@nas-tik:/srv/TIK/TMJ$ sudo pdbedit -L
reiadmin:1001:Rei
userTMJ:1003:
```

```
reiadmin@nas-tik:~$ sudo apt install cockpit -y
Installing:
cockpit

Installing dependencies:
cockpit-bridge      dns-root-data      libpwquality-common  ppp
cockpit-networkmanager  dnsmasq-base      libpwquality-tools  pptp-linux
cockpit-packagekit  libbluetooth3     libpwquality1       wamerican
cockpit-storaged    libcrack2          libteamctl0         wpasupplicant
cockpit-system      libndp0            network-manager
cockpit-ws          libnm0             network-manager-l10n
cracklib-runtime    libpcsc-lite1     network-manager-pptp

Suggested packages:
cockpit-doc          udisks2-btrfs      sssd-dbus           libteam-utils
cockpit-sosreport    udisks2-lvm2       pcscd              wpagui
python3-pcp          lastlog2           avahi-autoipd      libengine-pkcs11-openssl

Summary:
Upgrading: 0, Installing: 26, Removing: 0, Not Upgrading: 4
1 not fully installed or removed.
Download size: 13.2 MB
Space needed: 27.5 MB / 88.3 GB available
```



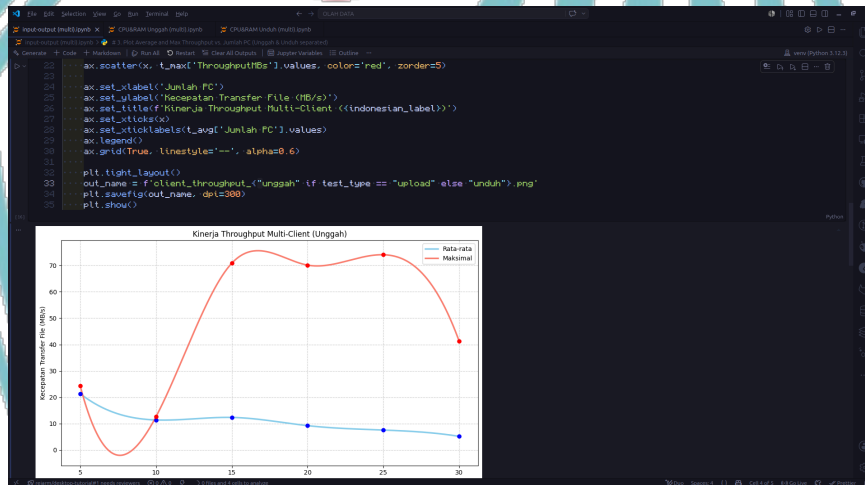

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 2: Prosedur Pengujian

1. Link semua *file* CSV dan *bash script* untuk log
https://drive.google.com/drive/folders/1ASKjhpby3DB2IdMDTBGrCnOjqAY6P-IT?usp=drive_link
 - a. Contoh *screenshot* ekspor log pengujian menjadi *file* CSV
2. Link semua *file* Jupyter Notebook
https://drive.google.com/drive/folders/1ukV_bSyT5j0LJCWBgZyxyvE27kCysU1O?usp=drive_link
 - a. Contoh *screenshot* notebook

```
reidadmin@nas-tik:~$ pmrep -a /var/log/pcp/pmlogger/nas-tik/20260529 -S "2026-05-29 12:00:00" -T "2026-05-29 16:00:00" -o csv kernel.all.cpu.nice kernel.all.cpu.user kernel.all.cpu.sys kernel.all.load mem.physmem mem.util.available swap.pagesout disk.all.total_bytes network.interface.total.bytes > /srv/TIK/TMJ/29-mei.csv
```



3. Link semua *script* pengujian
https://drive.google.com/drive/folders/12XgGLE0MxCaFARqQOFKnBGWB6epOTNDF?usp=drive_link
 - a. Contoh *screenshot* *script* pengujian

```
(venv) reish@LAPTOP-REI:~/Documents/Rei/kuliah/Senester 8/Skripsi/Sidang/Pengujian$ python3 orchestrate_throughput.py
Detected Samba share mount path: /run/user/1000/gvfs/smb-share:server=10.24.36.222,share=tnj,user=userTNU

Registered/Online Clients: 1
(1) User: Lab23 IP: 10.24.186.92

Options:
0:- Run Full Automated Test Sequence (5, 10, 15, 20, 25, 30 PCs - Upload & Download)
1:- Run Sanity Check (1 PC)
2:- Run Specific Load Test Phase (Manual Setup)
3:- Reset registered clients list
4:- Exit
Enter choice (1-5):
```

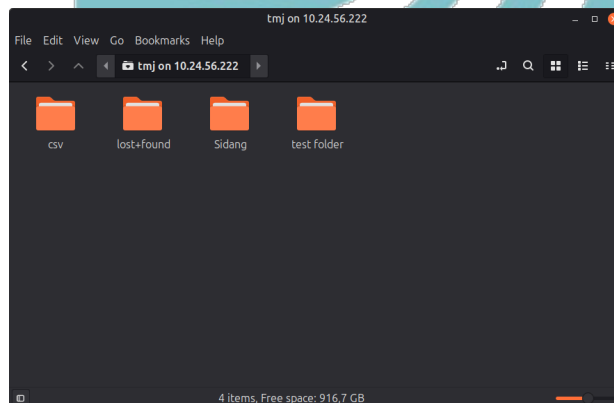
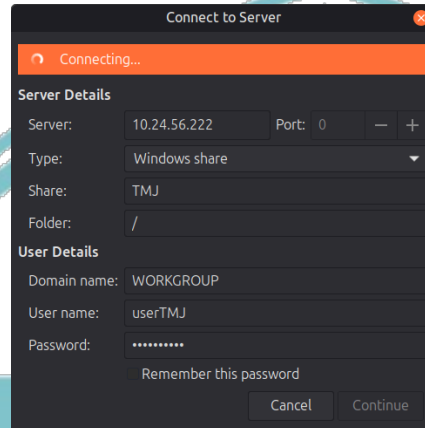


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 3: Hasil Pengujian

1. Link Dokumentasi Pengujian Fungsional
https://drive.google.com/drive/folders/1TXwgd3aNPhgYKxMj_A4kYOemlMIC-KXT?usp=drive_link
2. Konektivitas dan tambah *folder* dari *single* dan *multi-client*



```
reish@LAPTOP-REI:~/Documents/Rei/kuliah/Semester 8/Skripsi/Sidang/Pengujian$ python3 orchestrate throughput.py
Detected Samba share mount path: /run/user/1000/gvfs/smb-share:server=10.24.56.222,share=tmj,user=userTMJ

=====
Registered/Online Clients: 30
[1] User: Lab1      IP: 10.24.186.185
[2] User: Lab2      IP: 10.24.185.150
[3] User: Lab03     IP: 10.24.25.186
[4] User: Lab3      IP: 10.24.40.163
[5] User: Lab5      IP: 10.24.186.94
[6] User: Lab6      IP: 10.24.186.182
[7] User: Lab7      IP: 10.24.186.88
[8] User: Lab8      IP: 10.24.186.89
[9] User: Lab9      IP: 10.24.186.93
[10] User: Lab10     IP: 10.24.40.205
[11] User: Lab11     IP: 10.24.188.179
[12] User: Lab12     IP: 10.24.186.99
[13] User: Lab13     IP: 10.24.186.106
[14] User: Lab16     IP: 10.24.186.101
[15] User: Lab17     IP: 10.24.188.91
[16] User: Lab18     IP: 10.24.186.104
[17] User: Lab19     IP: 10.24.186.96
[18] User: Lab20     IP: 10.24.186.90
[19] User: Lab21     IP: 10.24.186.100
[20] User: Lab22     IP: 10.24.186.103
[21] User: Lab23     IP: 10.24.186.92
[22] User: Lab24     IP: 10.24.186.98
[23] User: Lab25     IP: 10.24.186.97
[24] User: Lab26     IP: 10.24.186.95
[25] User: Lab27     IP: 10.24.185.154
[26] User: Lab28     IP: 10.24.40.160
[27] User: Lab29     IP: 10.24.186.110
[28] User: Lab30     IP: 10.24.82.212
[29] User: Lab31     IP: 10.24.29.230
[30] User: Lab32     IP: 10.24.185.149

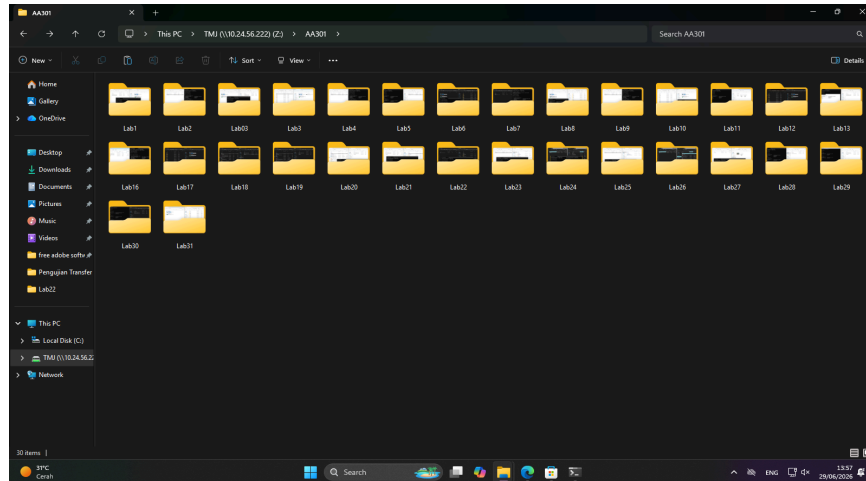
=====
Options:
1. Run Full Automated Test Sequence (5, 10, 15, 20, 25, 30 PCs - Upload & Download)
2. Run Sanity Check (1 PC)
3. Run Specific Load Test Phase (Manual Setup)
4. Reset registered clients list
5. Exit
Enter choice (1-5): 1
```



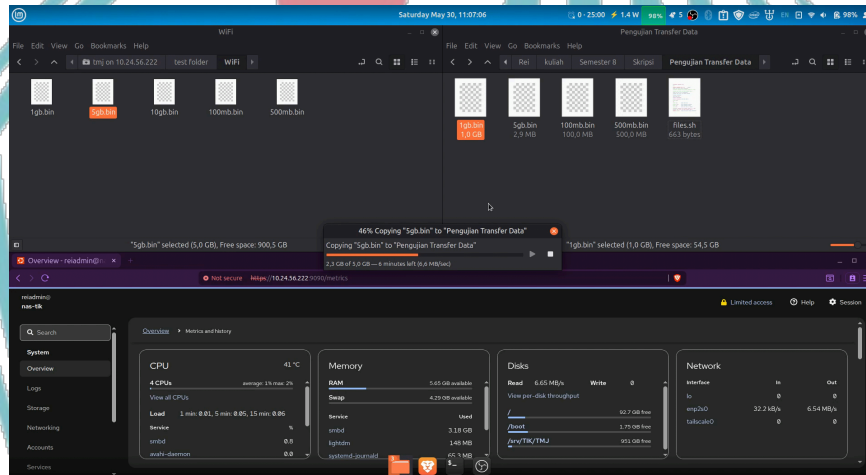
Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta:

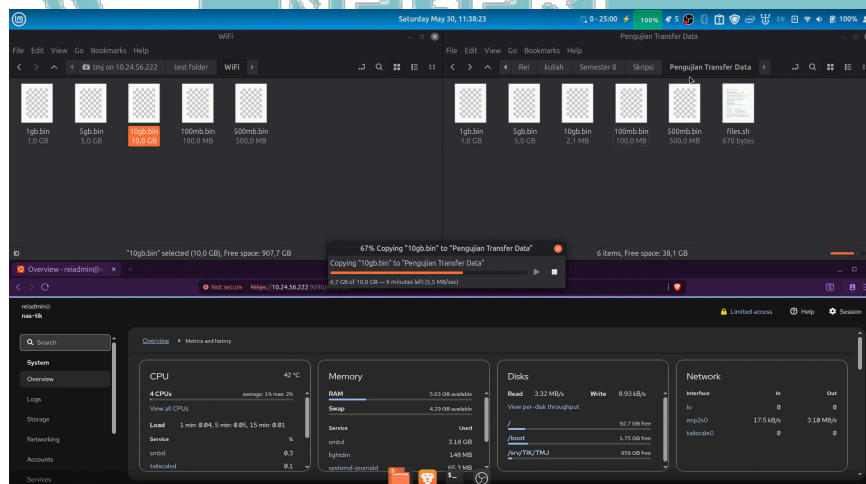
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



3. Contoh unggah file (*single-client*)



4. Contoh unduh (*single-client*)





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5. Contoh unggah (multi-client)

```

orchestrate_throughput.py
import json
import time
import csv
from datetime import datetime

#Cooldown configuration (seconds) between test phases/runs
COOLDOWN_SECONDS = 180

def run_cooldown(seconds):
    """Wait for network/HMS to settle with a live countdown display"""
    if seconds <= 0:
        return
    print(f'Relaxing {seconds} seconds for network and HMS to settle...')
    for i in range(seconds, 0, -1):
        print(f'Time remaining: {i:02d} seconds...', end='\r')
        sys.stdout.flush()
        time.sleep(1)
    print(f'Ready for the next test run! ..... \n')

def main():
    """Main function to orchestrate the test sequence"""
    #Get registered clients list
    clients = get_registered_clients()

    #Get test type (upload/download)
    test_type = get_test_type()

    #Run the test sequence
    run_test_sequence(test_type, clients)

if __name__ == '__main__':
    main()

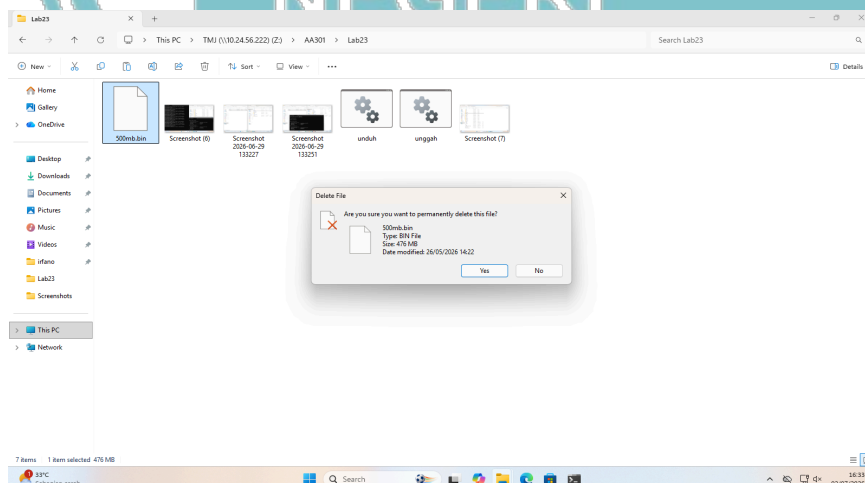
```

```

Windows PowerShell
Command received! Jumlah PC: 25, Test: upload, Target Time: 1782963357
Start trigger received. Executing test...
Uploading 500MB file to NAS...
Test finished in 98.9189935 seconds. Throughput: 5.054609977372 MB/s
Command received! Jumlah PC: 25, Test: download, Target Time: 1782963493
Preparing download source file on NAS...
Start trigger received. Executing test...
Test finished in 101.7171182 seconds. Throughput: 4.91559345022812 MB/s
Command received! Jumlah PC: 30, Test: upload, Target Time: 1782963736
Start trigger received. Executing test...
Uploading 500MB file to NAS...
Test finished in 120.0728607 seconds. Throughput: 3.8558579208526 MB/s
Command received! Jumlah PC: 30, Test: download, Target Time: 1782963986
Preparing download source file on NAS...
Start trigger received. Executing test...
Test finished in 122.8508166 seconds. Throughput: 4.06997781633511 MB/s
Command received! Jumlah PC: 25, Test: upload, Target Time: 1782966204
Start trigger received. Executing test...
Uploading 500MB file to NAS...
Test finished in 99.8883790 seconds. Throughput: 5.00558726654044 MB/s
Command received! Jumlah PC: 25, Test: download, Target Time: 1782967195
Preparing download source file on NAS...
Start trigger received. Executing test...
Test finished in 91.5080022 seconds. Throughput: 5.46161224682908 MB/s
Command received! Jumlah PC: 30, Test: upload, Target Time: 1782967612
Start trigger received. Executing test...
Uploading 500MB file to NAS...
Test finished in 127.6649257 seconds. Throughput: 3.91659240478837 MB/s
Command received! Jumlah PC: 30, Test: download, Target Time: 1782967956
Preparing download source file on NAS...
Start trigger received. Executing test...
Test finished in 124.8511836 seconds. Throughput: 4.00476780181586 MB/s

```

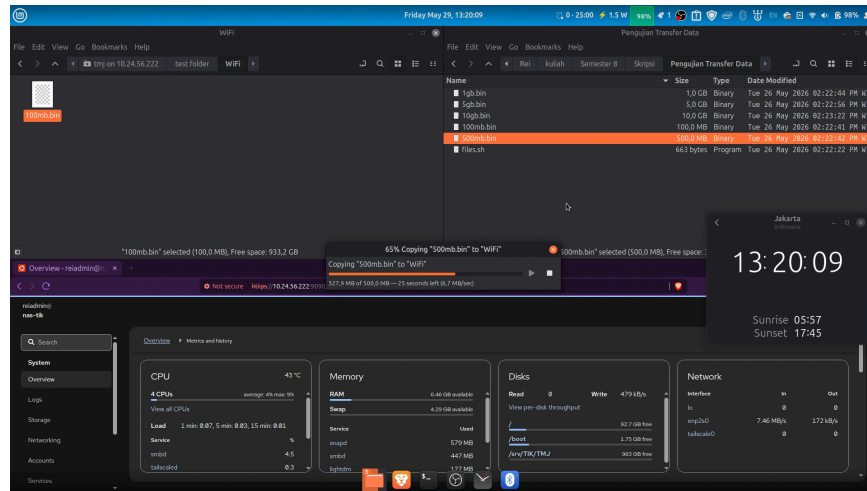
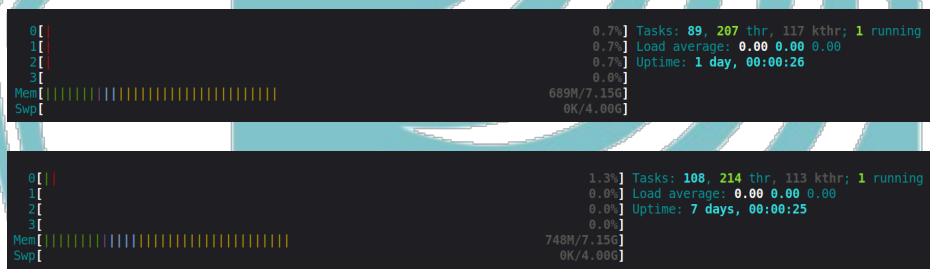
6. Contoh hapus file



7. Link Dokumentasi Pengujian I/O, CPU, dan RAM

https://drive.google.com/drive/folders/1VQ8UU9zVBj1ETLTbsf7nxB7gm1D2zLer?usp=drive_link

(Lanjutan)

8. Contoh dokumentasi pengujian saat unduh *single-client*9. Pengujian ketersediaan layanan (*uptime*)

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



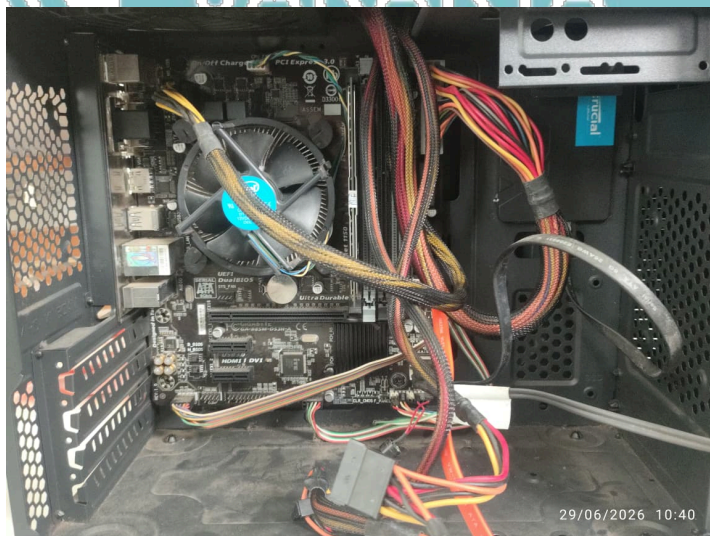
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 4: Dokumentasi lainnya

1. Link lengkap Dokumentasi lainnya

https://drive.google.com/drive/folders/1Rdnou7ZKGQCyd4255qSiWvU_RqpJxhkx?usp=drive_link



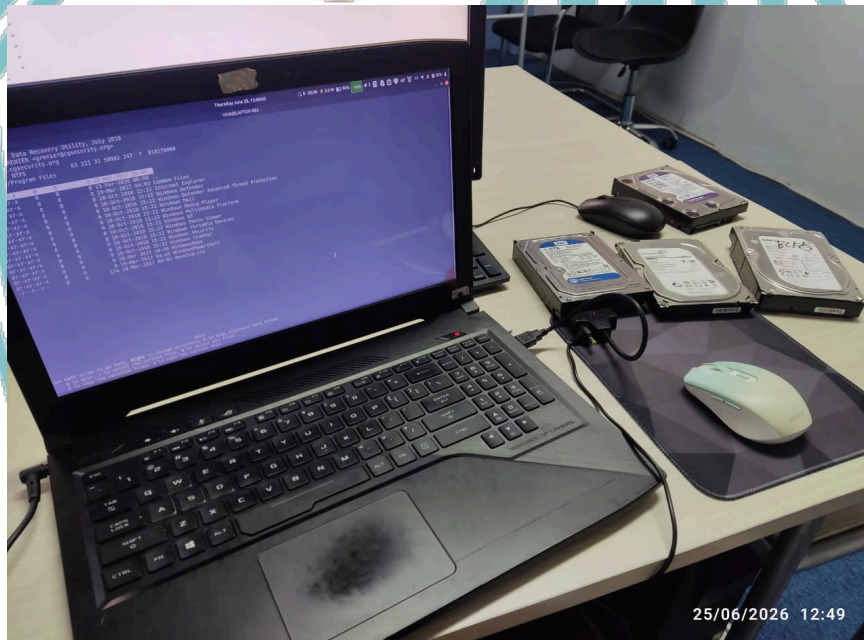
(Lanjutan)



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)

