



**ANALISIS PERBANDINGAN *QUALITY OF SERVICE*
ROUTEROS MIKROTIK DENGAN OPENWRT
MENGUNAKAN METODE *LOAD BALANCING***

LAPORAN SKRIPSI

Bayu Prasetyo 1807421017

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

2022



**ANALISIS PERBANDINGAN *QUALITY OF SERVICE*
ROUTEROS MIKROTIK DENGAN OPENWRT
MENGUNAKAN METODE *LOAD BALANCING***

LAPORAN SKRIPSI

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

BAYU PRASETYO

1807421017

PROGRAM STUDI TEKNIK MULTIMEDIA DAN JARINGAN

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2022



© 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 BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Prasetyo
NIM : 1807421017
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik
Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan *Quality Of Service*
RouterOS MikroTik dengan OpenWrt
Menggunakan Metode Load Balancing

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, 26 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



(Bayu Prasetyo)

1807421017



© 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

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Bayu Prasetyo
NIM : 1807421017
Program Studi : Teknik Multimedia dan Jaringan
Judul Skripsi : Analisis Perbandingan *Quality Of Service RouterOS*
MikroTik dengan OpenWrt Menggunakan Metode *Load Balancing*

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari *Selasa*,
Tanggal *26*, Bulan *Juli*, Tahun *2022*, dan dinyatakan
LULUS.

Disahkan oleh

Pembimbing 1 : Fachroni Arbi Murad, S.Kom., M.Kom. (FAS)
Penguji 1 : Maria Agustin, S.Kom., M.Kom. (Mafar)
Penguji 2 : Ayu Rosyida Zain, S.ST., M.T.
Penguji 3 : Asep Kurniawan, S.Pd., M.Kom.

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer

Ketua

Mauldy Laya, S.Kom., M.Kom.

NIP. 197802112009121003



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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berupa kesehatan dan kesempatan sehingga mampu menyelesaikan laporan Skripsi ini. Laporan Skripsi ini berjudul Analisis Perbandingan *Quality Of Service RouterOS* MikroTik dengan OpenWrt Menggunakan Metode *Load Balancing*, penulisan laporan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memnuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar diploma Politeknik. Dengan menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan skripsi, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, ucapan terima kasih kepada :

1. Ketua Jurusan Teknik Informatika dan Komputer Bapak Mauldy Laya, S.Kom., M.Kom.
2. Ketua Program Studi Teknik Multimedia dan Jaringan Bapak Defiana Arnaldy, S.Tp., M.Si.
3. Bapak Fachroni Arbi Murad, S.Kom., M.Kom. Selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing penyusunan laporan Skripsi ini.
4. Teman-teman seperjuangan program studi Teknik Multimedia dan Jaringan yang telah membantu, mendukung dan menemani hingga penelitian ini selesai
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan bantuan dukungan moral dan material.

Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 10 Juli 2022

Bayu Prasetyo



© 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

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Bayu Prasetyo
NIM : 1807421017
Jurusan/Program Studi : Teknik Informatika dan Komputer / Teknik 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 PERBANDINGAN *QUALITY OF SERVICE* ROUTEROS MIKROTIK DENGAN OPENWRT MENGGUNAKAN METODE *LOAD BALANCING*

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, 26 Juli 2012.....

Yang Menyatakan



Bayu Prasetyo

NIM. 1807421017



ANALISIS PERBANDINGAN *QUALITY OF SERVICE* *ROUTEROS* MIKROTIK DENGAN OPENWRT MENGUNAKAN METODE *LOAD BALANCING*

Abstrak

Kebutuhan bandwidth setiap hari semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah pengguna internet, pengguna internet di seluruh dunia telah bertumbuh secara signifikan. Dengan meningkatnya jumlah pengguna internet, lalu lintas internet menjadi padat. Sehingga perlu diadakan penyeimbangan beban, salah satu mekanisme untuk mengoptimalkan bandwidth yang ada adalah dengan menggunakan load balancing yang akan menyeimbangkan beban bandwidth yang digunakan. Penelitian ini menerapkan load balancing metode PCC, ECMP dan Nth pada MikroTik dan load balancing metode PCC pada OpenWrt. Penelitian ini dimulai dengan analisis kebutuhan, perancangan, realisasi, pengujian dan diakhiri dengan analisis hasil pengujian sebagai hasil penelitian. Hasil penelitian semua metode load balancing pada MikroTik maupun OpenWrt berfungsi dengan baik. Kinerja load balancing pada metode PCC, ECMP dan Nth pada MikroTik maupun load balancing metode PCC pada OpenWrt memiliki nilai packet loss dan delay berkategori “sangat bagus” dengan indeks 4. Load balancing metode Nth pada MikroTik memiliki nilai throughput berkategori “sangat bagus” dengan indeks 4 dan load balancing pada metode PCC dan ECMP pada MikroTik maupun load balancing metode PCC pada OpenWrt memiliki nilai throughput berkategori “bagus” dengan indeks 3.

Kata Kunci : ECMP, Load Balancing, MikroTik, Nth, OpenWrt, PCC, QoS

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



Daftar Isi

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
<i>Abstrak</i>	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait	5
2.2 <i>Load Balancing</i>	6
2.3 <i>Quality of Service</i>	6
2.3.1 <i>Throughput</i>	7
2.3.2 <i>Delay</i>	7
2.3.3 <i>Packetloss</i>	8
2.4 <i>Router</i>	8
2.4.1 MikroTik.....	8
2.4.2 Asus RT-AC51U.....	9
2.5 Winbox	9
2.6 OpenWrt	9

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7 Kabel <i>Unshielded Twisted Pair</i> (UTP)	9
2.8 <i>Internet Service Provider</i>	10
2.9 Wireshark	10
2.10 WinSCP	11
BAB III	12
METODE PENELITIAN	12
3.1 Rancangan Penelitian	12
3.2 Tahapan Penelitian	12
3.2.1 <i>Analysis</i>	12
3.2.2 <i>Design</i>	12
3.2.3 <i>Simulation Prototyping</i>	13
3.2.4 <i>Implementation</i>	13
3.2.5 <i>Monitoring</i>	13
3.3 Objek Penelitian	13
BAB IV	14
HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Analisis Kebutuhan	14
4.2 Perancangan Sistem	14
4.2.1 <i>Load Balancing</i> pada MikroTik dan OpenWrt	14
4.2.2 Diagram Blok Sistem	16
4.2.3 Cara Kerja Sistem	18
4.3 Implementasi Sistem	22
4.3.1 Realisasi <i>Load Balancing</i> Metode PCC pada MikroTik	22
4.3.2 Realisasi <i>Load Balancing</i> Metode ECMP pada MikroTik	29
4.3.3 Realisasi <i>Load Balancing</i> Metode Nth pada MikroTik	35
4.3.4 Realisasi <i>Load Balancing</i> Metode PCC pada OpenWrt	41
4.4 Pengujian	47
4.4.1 Deskripsi Pengujian	47
4.4.2 Prosedur Pengujian	48
4.4.3 Data Hasil Pengujian	51
4.4.4 Analisis Data / Evaluasi Pengujian	70
BAB V	79
PENUTUP	79
5.1 Simpulan	79
5.2 Saran	79



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Pustaka	80
Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup.....	83
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS	83
Lampiran 2. Hasil Pengujian Skenario Pertama	84
HASIL PENGUJIAN SKENARIO PERTAMA	84
Lampiran 3. Hasil Pengujian Skenario Kedua	92
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KEDUA	92
Lampiran 4. Hasil Pengujian Skenario Ketiga	100
HASIL PENGUJIAN SKENARIO KETIGA	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait	5
Tabel 2. 2 Kategori Standard Nilai QoS	7
Tabel 2. 3 Standarisasi Throughput	7
Tabel 2. 4 Standarisasi Delay	7
Tabel 4. 1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras.....	14
Tabel 4. 2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak.....	14
Tabel 4. 3 Konfigurasi Mangle	27
Tabel 4. 4 Konfigurasi Mangle	34
Tabel 4. 5 Konfigurasi Mangle	39
Tabel 4. 6 Perencanaan Skenario Pertama	49
Tabel 4. 7 Perencanaan Skenario Kedua.....	50
Tabel 4. 8 Perencanaan Skenario Ketiga.....	51
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Tahap Pertama metode PCC MikroTik	52
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Tahap Kedua metode ECMP MikroTik.....	53
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Tahap Ketiga metode Nth MikroTik	54
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Tahap Keempat metode PCC OpenWrt.....	55
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Skenario Pertama	56
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Tahap Pertama dengan Download Video	58
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Tahap Kedua dengan Download Video.....	59
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Tahap Ketiga dengan Download Video.....	61
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Tahap Keempat dengan Download Video.....	62
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Skenario Kedua.....	63
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Tahap Pertama dengan Streaming Video	65
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Tahap Kedua dengan Streaming Video	66
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Tahap Ketiga dengan Streaming Video	68
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Tahap Keempat dengan Streaming Video	69
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Skenario Ketiga	70
Tabel 4. 24 Kategori dan Indeks TIPHON Skenario Kedua.....	74
Tabel 4. 25 Kategori dan Indeks TIPHON Skenario Ketiga.....	77

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 4. 1 Topologi <i>Load Balancing</i> pada MikroTik	15
Gambar 4. 2 Topologi <i>Load Balancing</i> pada OpenWrt	16
Gambar 4. 3 Diagram Blok <i>Load Balancing</i> pada MikroTik	17
Gambar 4. 4 Diagram Blok <i>Load Balancing</i> pada OpenWrt	17
Gambar 4. 5 Cara kerja <i>Load Balancing</i> metode PCC MikroTik.....	18
Gambar 4. 6 Cara kerja <i>Load Balancing</i> metode ECMP MikroTik	19
Gambar 4. 7 Cara kerja <i>Load Balancing</i> metode Nth MikroTik	20
Gambar 4. 8 Cara kerja <i>Load Balancing</i> metode PCC OpenWrt	21
Gambar 4. 9 Interface pada MikroTik.....	23
Gambar 4. 10 DHCP Client pada MikroTik	24
Gambar 4. 11 IP Address pada MikroTik	24
Gambar 4. 12 DHCP Server pada MikroTik.....	25
Gambar 4. 13 DNS pada MikroTik.....	25
Gambar 4. 14 Firewall NAT pada MikroTik	26
Gambar 4. 15 Konfigurasi Mangle pada MikroTik	26
Gambar 4. 16 Konfigurasi Routing pada MikroTik.....	29
Gambar 4. 17 Interface pada MikroTik.....	30
Gambar 4. 18 DHCP Client pada MikroTik	31
Gambar 4. 19 IP Address pada MikroTik	31
Gambar 4. 20 DHCP Server pada MikroTik.....	32
Gambar 4. 21 DNS pada MikroTik.....	32
Gambar 4. 22 Firewall NAT pada MikroTik	33
Gambar 4. 23 Konfigurasi Mangle pada ECMP	33
Gambar 4. 24 Konfigurasi Routing pada MikroTik.....	34
Gambar 4. 25 Interface pada MikroTik.....	35
Gambar 4. 26 DHCP Client pada MikroTik	36
Gambar 4. 27 IP Address pada MikroTik	36
Gambar 4. 28 DHCP Server pada MikroTik.....	37
Gambar 4. 29 DNS pada MikroTik.....	37
Gambar 4. 30 Firewall NAT pada MikroTik	38
Gambar 4. 31 Address List pada MikroTik	38
Gambar 4. 32 Konfigurasi Mangle pada Nth.....	39
Gambar 4. 33 Konfigurasi Routing pada MikroTik.....	40
Gambar 4. 34 Konfigurasi VLAN pada OpenWrt	41
Gambar 4. 35 Konfigurasi Interface pada OpenWrt	42
Gambar 4. 36 Konfigurasi Firewall pada OpenWrt.....	43
Gambar 4. 37 Package pada OpenWrt	44
Gambar 4. 38 Login OpenWrt menggunakan Winscp.....	44
Gambar 4. 39 Lokasi File mwan3 OpenWrt	45
Gambar 4. 40 Isi File mwan3	46

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 41 Members dari MWAN	46
Gambar 4. 42 Perintah Restart mwan3	47
Gambar 4. 43 Hasil Pengujian Tahap Pertama dengan speedtest.cbn.id	52
Gambar 4. 44 Hasil Pengujian Tahap Kedua dengan speedtest.cbn.id	53
Gambar 4. 45 Hasil Pengujian Tahap Ketiga dengan speedtest.cbn.id.....	54
Gambar 4. 46 Hasil Pengujian Tahap Keempat dengan speedtest.cbn.id	55
Gambar 4. 47 Capturing Packets Tahap Pertama dengan Download Video.....	57
Gambar 4. 48 Capturing Packets Tahap Kedua dengan Download Video	58
Gambar 4. 49 Capturing Packets Tahap Ketiga dengan Download Video	60
Gambar 4. 50 Capturing Packets Tahap Keempat dengan Download Video	61
Gambar 4. 51 Capturing Packets Tahap Pertama dengan Streaming Video.....	64
Gambar 4. 52 Capturing Packets Tahap Kedua dengan Streaming Video	65
Gambar 4. 53 Capturing Packets Tahap Ketiga dengan Streaming Video	67
Gambar 4. 54 Capturing Packets Tahap Keempat dengan Streaming Video	68
Gambar 4. 55 Perbandingan Throughput Pengujian dengan Speedtest.cbn.id	71
Gambar 4. 56 Perbandingan Throughput Pengujian Skenario Kedua	72
Gambar 4. 57 Perbandingan Delay Pengujian Skenario Kedua.....	73
Gambar 4. 58 Perbandingan Throughput Pengujian Skenario Ketiga.....	75
Gambar 4. 59 Perbandingan Delay Pengujian Skenario Ketiga	76

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Internet bukan lagi hal yang mewah, sebagian besar orang saat ini membutuhkan koneksi internet untuk dapat melakukan aktivitas dan pekerjaan sehari-hari (Abdallah & Adel, 2020). Untuk dapat menggunakan internet dibutuhkan sebuah *Internet Service Provider* (ISP) sebagai penyedia layanan internet. *Internet Service Provider* (ISP) menjadi sangat populer dan berkembang dengan pesat seiring dengan kemajuan teknologi yang mempengaruhi hampir setiap aspek seperti hiburan, pendidikan, bisnis dan lain-lain dalam kehidupan masyarakat di seluruh dunia (MADUSHANKA, et al., 2020).

Dalam menjalankan pekerjaan tidak terlepas dari teknologi internet untuk pencarian data atau informasi tertentu yang dibutuhkan, oleh karena itu melalui jaringan internet dibutuhkan sebuah *bandwith* yang merupakan bagian yang tidak bisa dipisahkan untuk menjalankan sebuah kegiatan operasional (Sidqi, et al., 2021). Kebutuhan *bandwith* setiap hari semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah pengguna internet, pengguna internet di seluruh dunia telah bertumbuh secara signifikan, pengguna internet meningkat dari 2267 juta di tahun 2011 dengan pangsa 32,7% populasi di dunia menjadi 5053 juta pada tahun 2020 dengan 65,6% dari total jumlah penduduk di dunia (Shankaraiah & Mahipal, 2021). Dengan meningkatnya jumlah pengguna internet, lalu lintas internet menjadi padat yang menyebabkan pengguna internet menjadi frustrasi karena koneksi internet yang cenderung menjadi lambat (Hui, et al., 2020). Sehingga perlu diadakan penyeimbangan beban, salah satu mekanisme untuk mengoptimalkan *bandwith* yang ada adalah dengan menggunakan *load balancing* yang akan menyeimbangkan beban *bandwith* yang digunakan (Septandy & Fauzi, 2020).

Load balancing adalah teknik untuk mendistribusikan beban trafik pada dua atau lebih jalur koneksi secara seimbang, agar trafik dapat berjalan optimal, memaksimalkan *throughput*, memperkecil waktu tanggap dan menghindari *overload* pada salah satu jalur koneksi. (Ardianto, et al., 2018).



© 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

Penerapan *load balancing* memerlukan *routerOS* diantaranya adalah MikroTik dan OpenWrt. Penelitian mengenai *load balancing* sudah cukup banyak dilakukan, seperti penelitian mengenai penerapan metode Per Connection Classifier (PCC) pada perancangan *load balancing* dengan router MikroTik (Dartono, et al., 2021), implementasi *load balancing* dengan metode Nth menggunakan MikroTik di SMKN 2 Kuripan (Tantoni, et al., 2021), Teknik *load balancing* menggunakan metode Equal Cost Multi Path (ECMP) untuk mengukur beban *traffic* di diskominfo Tenggara (Husni, et al., 2018)

Penelitian-penelitian tersebut membahas tentang penerapan dan implemenasi *load balancing*. Penelitian mengenai analisis kinerja perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil perbandingan kinerja pada suatu sistem yang akan diimplementasikan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbandingan kinerja *routerOS* MikroTik dengan OpenWrt menggunakan teknik *load balancing*, untuk perbandingan kinerja, dilakukan analisis *Quality of Service* (QoS) dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay* yang kemudian akan di tentukan kategori layanan dengan standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON), menggunakan TIPHON karena merupakan standar penilaian parameter QoS yang dikeluarkan oleh badan standar ETSI (*European Telecommunications Standards Institue*) kemudian dianalisis bagaimana kriteria jaringan yang diuji dan diambil kesimpulan dari hasil parameter-parameter tersebut. Untuk metode *load balancing* pada *routerOS* MikroTik, menggunakan metode *Per Connection Classifier* (PCC), *Equal Cost Multi Path* (ECMP), Nth dan juga menggunakan metode *load balancing Per Connection Classifier* (PCC) pada *routerOS* OpenWrt.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang menjadi dasar pemikiran dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana teknik *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC) pada *routerOS* MikroTik.?
2. Bagaimana teknik *load balancing* metode *Equal Cost Multi Path* (ECMP) pada *routerOS* MikroTik.?
3. Bagaimana teknik *load balancing* metode Nth pada *routerOS* MikroTik.?



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. Bagaimana teknik *load balancing* metode *Per Connection Classifier* (PCC) pada *routerOS* OpenWrt.?
5. Bagaimana perbandingan kinerja *load balancing* pada MikroTik metode PCC, ECMP dan Nth dengan *load balancing* pada OpenWrt berdasarkan parameter QoS.?
6. Bagaimana kategori masing-masing parameter QoS berdasarkan standar TIPHON.?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditentukan dalam penelitian ini adalah:

1. Modem yang digunakan sebagai ISP adalah Modem Telkomsel Orbit A1 dan XL Home
2. Perbandingan QoS *load balancing* pada kedua *routerOS* menggunakan Parameter *throughput*, *packet loss* dan *delay*.
3. Standar QoS yang digunakan untuk menentukan kategori parameter QoS adalah TIPHON.
4. Pengujian sistem *load balancing* dilakukan dengan *internet speed tester*, *download* video dan dengan *streaming* video.
5. Pengujian *load balancing* dengan *download* video dilakukan dengan melakukan *download* satu buah video yang berukuran 29 MB serta pengujian dengan *streaming* video dilakukan dengan melakukan *streaming* satu buah video youtube.
6. Pengujian dilakukan dirumah yang berlokasi di Jl. Pancoran Rt. 02, Rw. 05, No. 136, Kel. Ratujaya, Kec. Cipayung, Kota Depok, Jawa Barat.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, membangun, dan menganalisis perbandingan QoS *routerOS* MikroTik dengan OpenWrt menggunakan metode *load balancing*.

1.4.2 Manfaat

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah:



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

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan bagi pengguna internet dalam pembuatan sistem *load balancing* untuk meningkatkan dan menjaga koneksi internet tetap terhubung saat terjadi gangguan pada salah satu jalur koneksi.
2. Memberikan hasil perbandingan kinerja *routerOS* MikroTik dengan OpenWrt yang dapat dijadikan sebagai referensi dalam pemilihan *routerOS* yang digunakan untuk sistem *load balancing*.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut ini merupakan sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian.

1. BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode penyelesaian masalah dan sistematika penulisan.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi dasar-dasar teori mengenai permasalahan yang digunakan dalam penulisan skripsi.

3. BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi rancangan penelitian, tahap penelitian dan objek penelitian dari sistem yang akan dibuat.

4. BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi mengenai pembahasan dari hasil uji coba sistem yang telah di implementasikan.

5. BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang di peroleh dari hasil uji coba implementasi sistem yang telah dilakukan.



BAB V PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Teknik *load balancing* dengan metode PCC, ECMP dan Nth pada MikroTik maupun metode PCC pada OpenWrt dapat berfungsi dengan baik
2. Kinerja *load balancing* metode Nth pada MikroTik lebih baik dari kinerja *load balancing* metode PCC dan ECMP pada MikroTik maupun *load balancing* metode PCC pada OpenWrt berdasarkan perhitungan *throughput*, *packet loss* dan *delay*.
3. Berdasarkan standar TIPHON, *load balancing* pada metode PCC, ECMP dan Nth pada MikroTik maupun *load balancing* metode PCC pada OpenWrt memiliki nilai *packet loss* dan *delay* berkategori “sangat bagus” dengan indeks 4. *Load balancing* metode Nth pada MikroTik memiliki nilai *throughput* berkategori “sangat bagus” dengan indeks 4 dan *load balancing* pada metode PCC dan ECMP pada MikroTik maupun *load balancing* metode PCC pada OpenWrt memiliki nilai *throughput* berkategori “bagus” dengan indeks 3

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dilakukan beberapa peningkatan yang bisa diimplementasikan, berikut di antaranya:

1. Kinerja *load balancing* metode PCC, ECMP dan Nth pada routerOS MikroTik dan *load balancing* metode PCC pada routerOS OpenWrt dalam pengaksesan internet dapat ditingkatkan dengan menggunakan modem atau sumber internet yang memiliki kecepatan akses internet yang lebih besar.
2. Menambahkan skenario pengujian berupa pengujian *video conference* melalui aplikasi zoom atau google meet untuk melihat nilai parameter dari *video conference* yang telah diuji.

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



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

Daftar Pustaka

- Abdallah, K. S. & Adel, Y., 2020. ASSESSING THE INTERNET SERVICE PROVIDERS IN EGYPT. *The Journal of Management and Engineering Integration*, Volume Vol. 13, pp. 63-70.
- Adnyana, I. M. D. M., 2021. *METODE PENELITIAN PENDEKATAN KUANTITATIF*. 5th ed. Bandung: CV. MEDIA SAINS INDONESIA.
- Amarudin & Ulum, F., 2018. DESAIN KEAMANAN JARINGAN PADA MIKROTIK ROUTER OS MENGGUNAKAN METODE PORT KNOCKING. *Jurnal TEKNOINFO*, Volume Vol. 12, pp. 72-75.
- Ardianto, F., Alfaresi, B. & Darmadi, A., 2018. RANCANG BANGUN LOAD BALANCING DUA INTERNET SERVICE PROVIDER (ISP) BERBASIS MIKROTIK. *Jurnal Surya Energy*, Volume Vol. 3, pp. 198-202.
- ASUSTeK Computer, i., 2014. <https://www.asus.com/>. [Online] Available at: <https://www.asus.com/id/Networking-IoT-Servers/WiFi-Routers/ASUS-WiFi-Routers/RTAC51U/> [Accessed Kamis Juli 2022].
- Bharata, H. K. & HS, S., 2019. PEMANFAATAN JARINGAN LAN UNTUK INTEGRASI SCADA DENGAN APLIKASI HUMAN MACHINE INTERFACE PADA SISTEM MONITORING PRODUKSI. *JURNAL GERBANG*, Volume Vol. 09, pp. 5-14.
- Dartono, S, U. & Irawan, D., 2021. PENERAPAN METODE PER CONNECTION CLASSIFIER (PCC) PADA PERANCANGAN LOAD BALANCING DENGAN ROUTER MIKROTIK. *JURNAL ELEKTRO & INFORMATIKA SWADHARMA (JEIS)*, Volume Vol .1, pp. 14-20.
- Fadhilah, M. R., Tulloh, R. & Novianto, H., 2018. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI DATABASE SERVER DENGAN MARIADB DAN LINUX CENTOS (STUDI KASUS: PT. INFOMEDIA NUSANTARA). *e-Proceeding of Applied Science*, Volume Vol. 4, pp. 2601-2611.



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

- Hui, L. K., Machap, K. & Arun, K. C., 2020. Bandwidth Management System to Monitor the Internet Connection. *Journal of Applied Technology and Innovation*, Volume Vol. 4, pp. 1-4.
- Husni, A., Budiman, E., Taruk, M. & Setyadi, H. J., 2018. Teknik Load Balancing Menggunakan Metode Equal Cost Multi Path (Ecmp) Untuk Mengukur Beban Traffic Di Diskominfo Tenggara. *Prosiding Seminar Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi*, Volume Vol. 3, pp. 103-109.
- Kurniawan, Kukuh, N. & Ahmad, 2017. Uji Performansi Jaringan menggunakan Kabel UTP dan STP. *Jurnal Elkomika*.
- MADUSHANKA, D., WIJEKUMARA, J., KURUPPU, K. & SUGATHAPALA, S., 2020. Evaluation of Factors Affecting for Select Internet Service Providers. *IRE Journals*, Volume Vol. 4, pp. 18-27.
- Mustofa, T. A., Sutanta, E. & Triyono, J., 2019. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM MONITORING JARINGAN WI-FI MENGGUNAKAN MIKHMON ONLINE DI WISMA MUSLIM KLITREN GONDOKUSUMAN YOGYAKARTA. *Jurnal JARKOM*, Volume Vol. 7, pp. 65-76.
- Novita, R. T. et al., 2021. Analisis Keamanan Wifi Menggunakan Wireshark. *JES (Jurnal Elektro Smart)*, Volume Vol. 1, pp. 7-9.
- Pamungkas, S. W., Kusriani & Pramono, E., 2018. Analisis Quality of Service (QoS) Pada Jaringan Hotspot SMA Negeri XYZ. *JURNAL SISTEM INFORMASI DAN TEKNOLOGI INFORMASI*, Volume Vol. 7, pp. 142-152.
- Septandy, A. N. & Fauzi, F. A., 2020. *www.researchgate.net*. [Online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/338372395_REVISI_Implementasi_Load_Balancing_Menggunakan_Apache_Load_Balancer [Accessed 15 Maret 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Shankaraiah, P. K. & Mahipal, D., 2021. GLOBAL INTERNET USERS' GROWTH AND TOP E-COMMERCE MARKETS. *Research Corner*, pp. 129-134.

Sidqi, T. O., Fitri, I. & Nathashia, N. D., 2021. IMPLEMENTASI MANAJEMEN BANDWITH MENGGUNAKAN METODE HTB (HIERARCHICAL TOKEN BUCKET) PADA JARINGAN MIKROTIK. *JUPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, Volume Vol. 6, pp. 132-138.

Tantoni, A., Fadli, S. & Hargianto, A., 2021. Implementasi Load Balancing dengan Metode NTH Menggunakan Mikrotik di SMKN 2 Kuripan. *JACIS : Journal Automation Computer Information System*, Volume Vol. 1, pp. 141-152.





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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Bayu Prasetyo



Lahir di Karanganyar, Solo, Jawa Tengah pada tanggal 28 April 2000 merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Berdomisili di Depok, Jawa Barat. Menyelesaikan Pendidikan dasar di SDN Pancoranmas 4 Depok pada tahun 2012. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Depok dan lulus pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan pendidikan menengah kejuruan di SMK Al-Muhajirin Depok dan lulus pada tahun 2018. Kemudian melanjutkan Pendidikan sebagai mahasiswa Diploma Empat Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) dengan jurusan Teknik Informatika dan Komputer dengan program studi Teknik Multimedia dan Jaringan.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

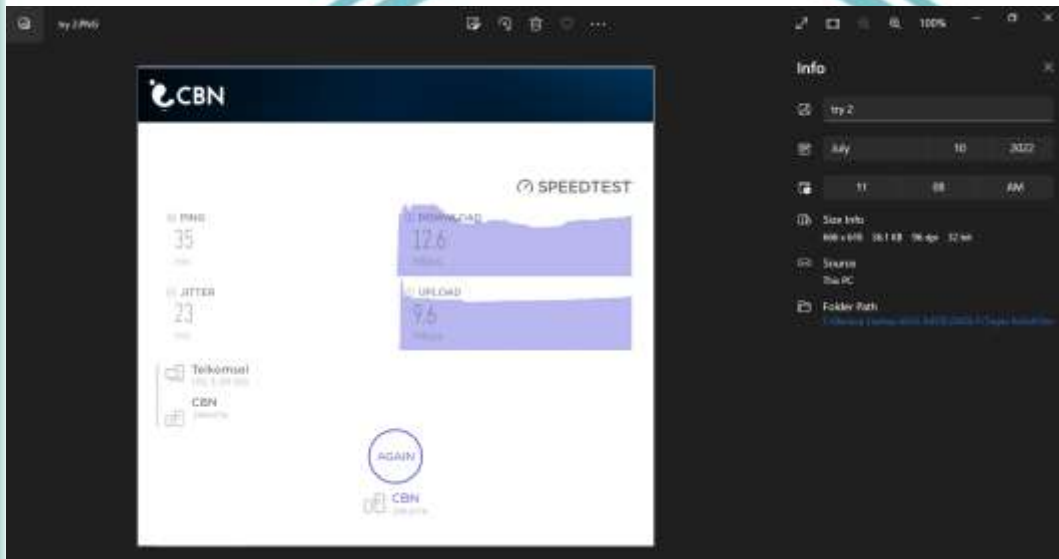


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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

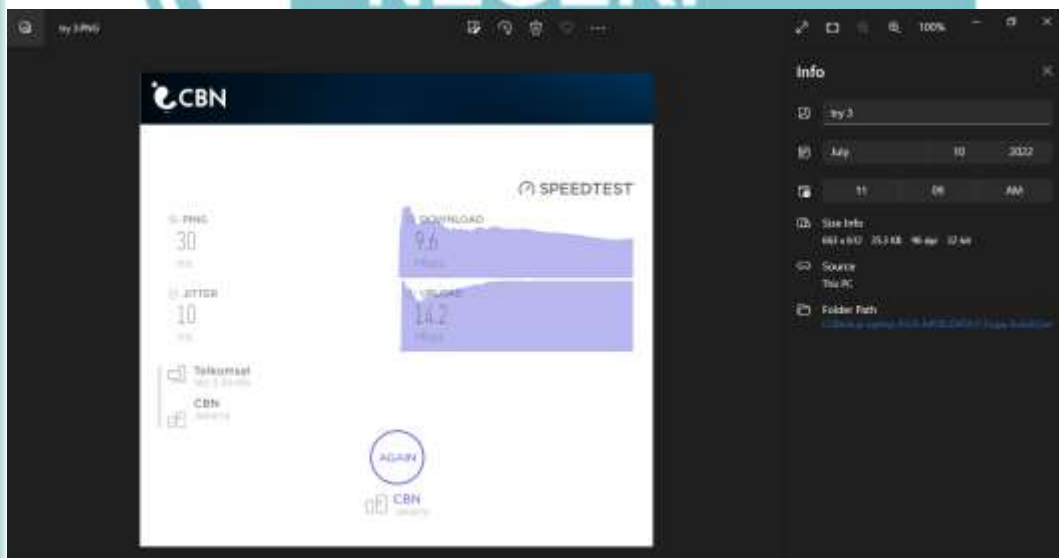
Lampiran 2. Hasil Pengujian Skenario Pertama HASIL PENGUJIAN SKENARIO PERTAMA

Pengujian *Internet Speed Tester*

Hasil pengujian tahap pertama, *load balancing* metode PCC pada MikroTik menggunakan speedtest.cbn.id

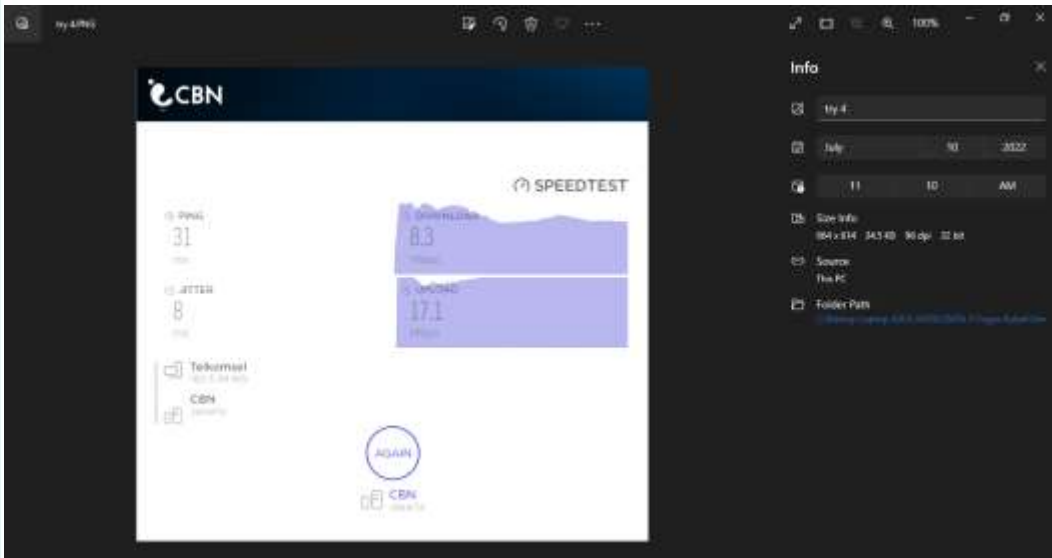


Gambar 1. Hasil pengujian kedua

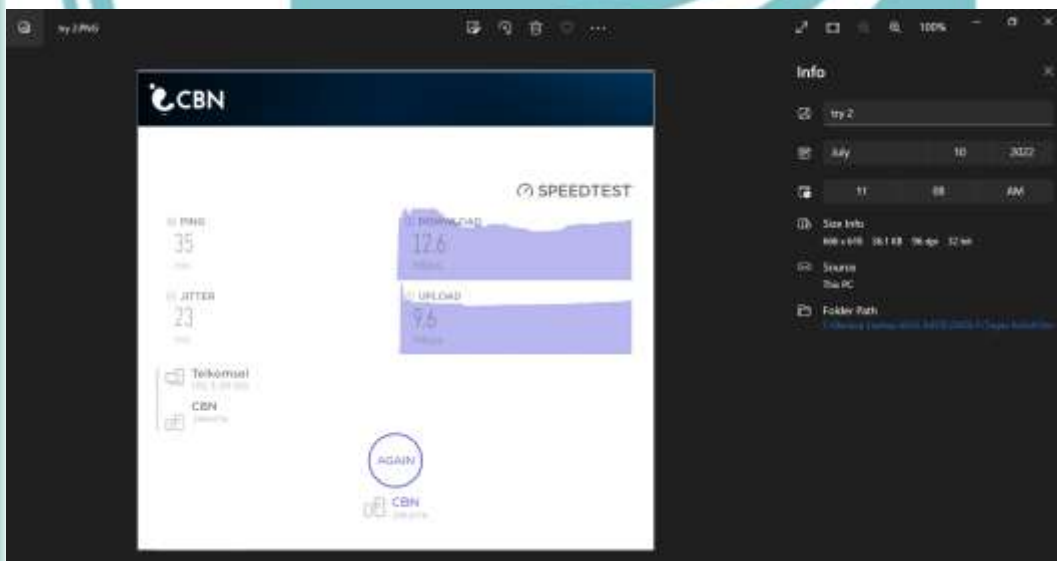


Gambar 2. Hasil pengujian ketiga

(Lanjutan)



Gambar 3. Hasil pengujian keempat



Gambar 4. Hasil pengujian kelima

© 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

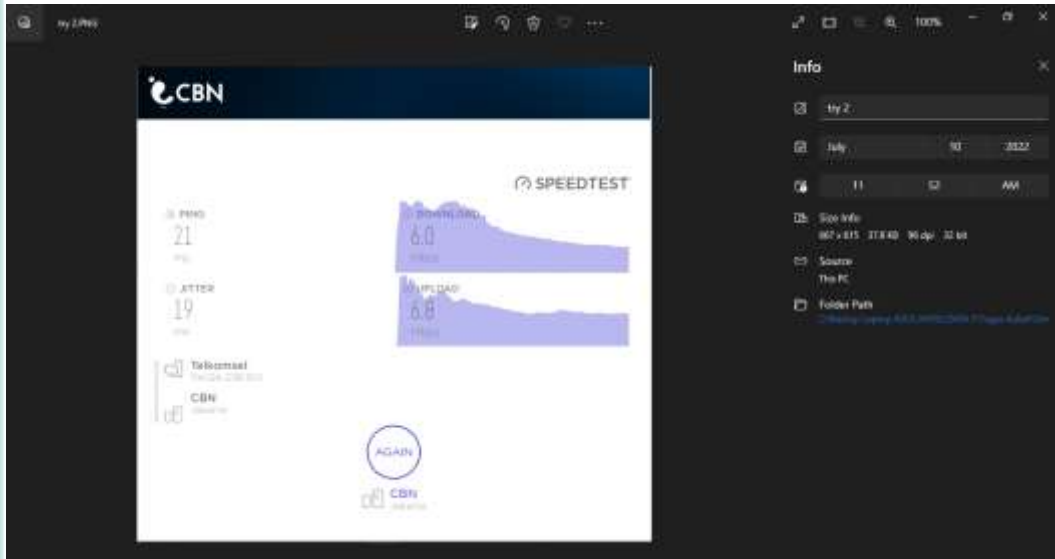




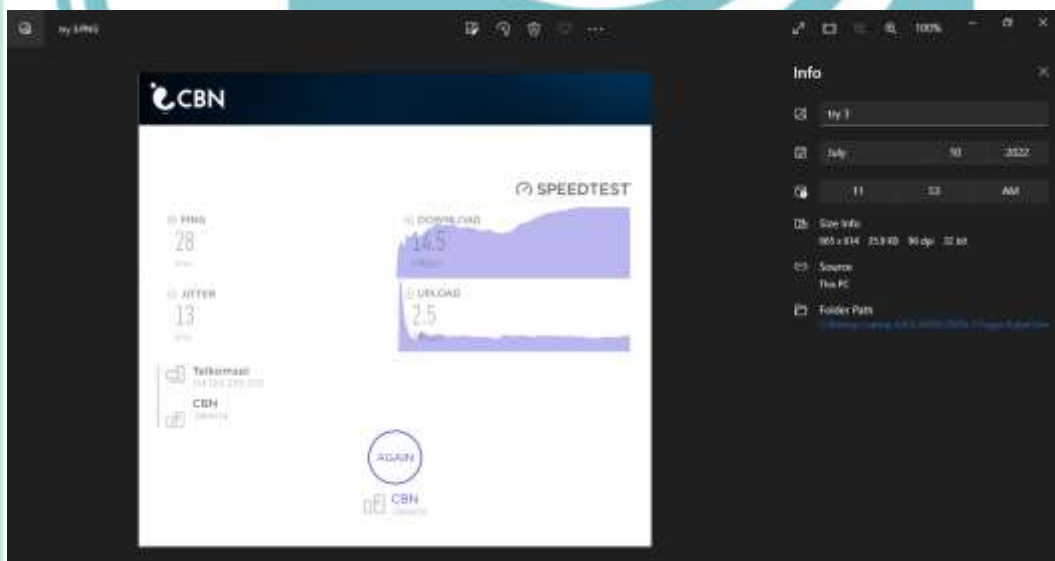
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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

(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap kedua, *load balancing* metode ECMP pada MikroTik menggunakan speedtest.cbn.id



Gambar 5. Hasil pengujian kedua



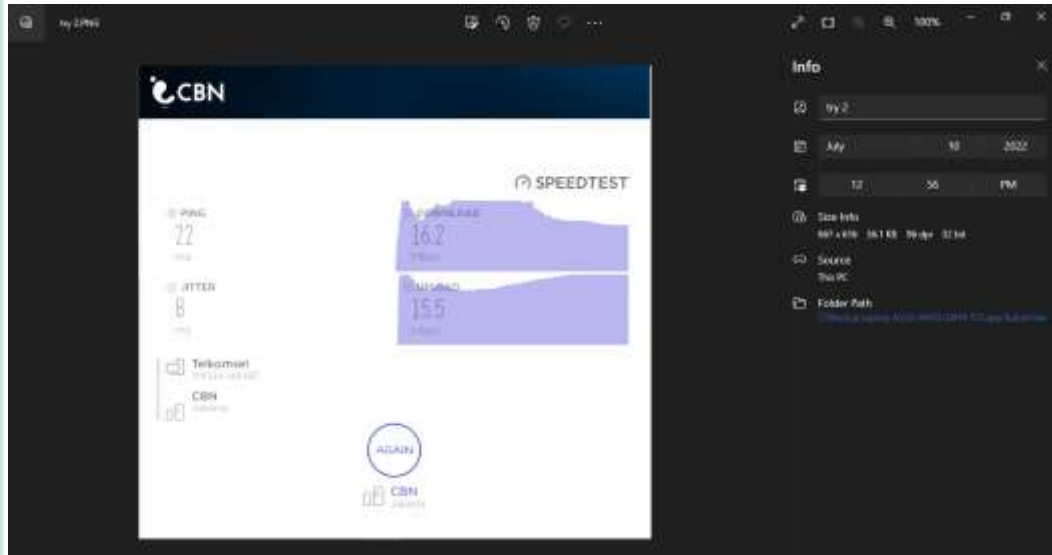
Gambar 6. Hasil pengujian ketiga



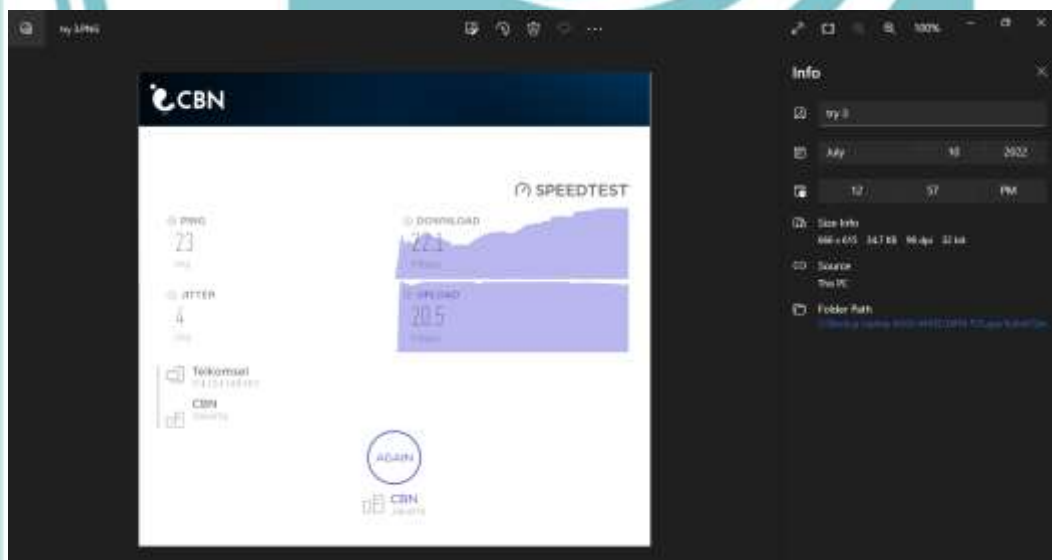
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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

(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap ketiga, *load balancing* metode Nth pada MikroTik menggunakan speedtest.cbn.id

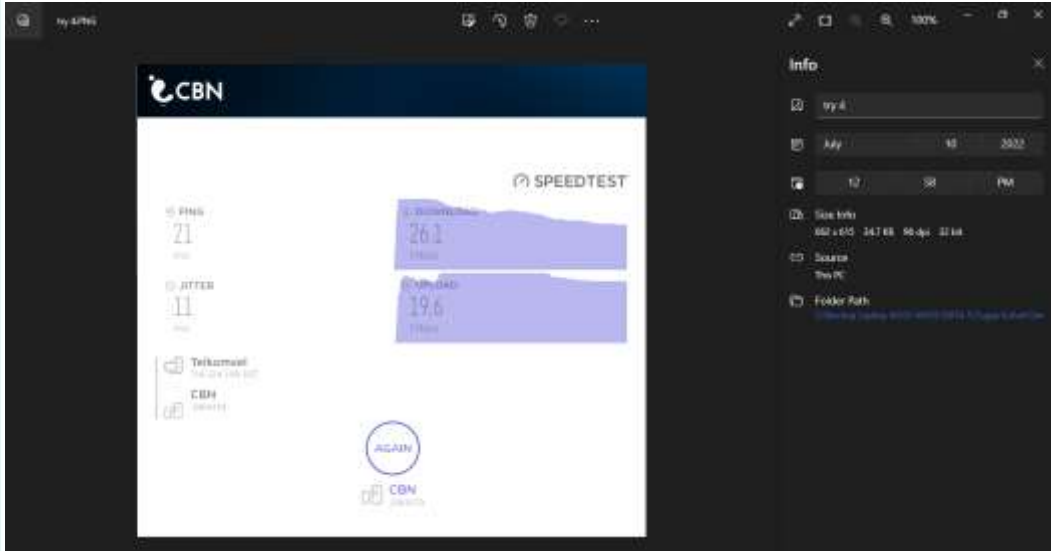


Gambar 9. Hasil pengujian kedua

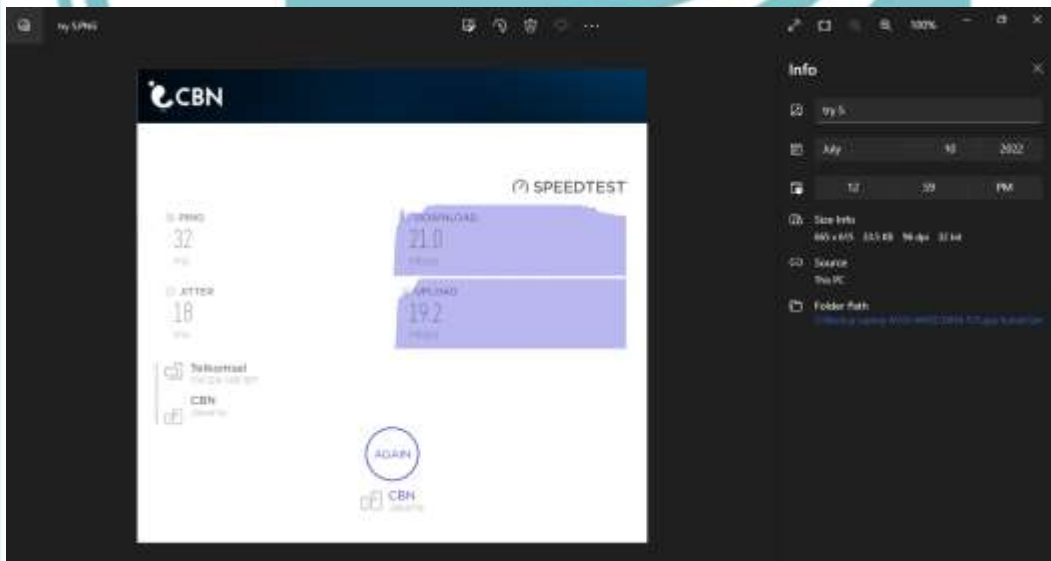


Gambar 10. Hasil pengujian ketiga

(Lanjutan)



Gambar 11. Hasil pengujian keempat



Gambar 12. Hasil pengujian kelima

© 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





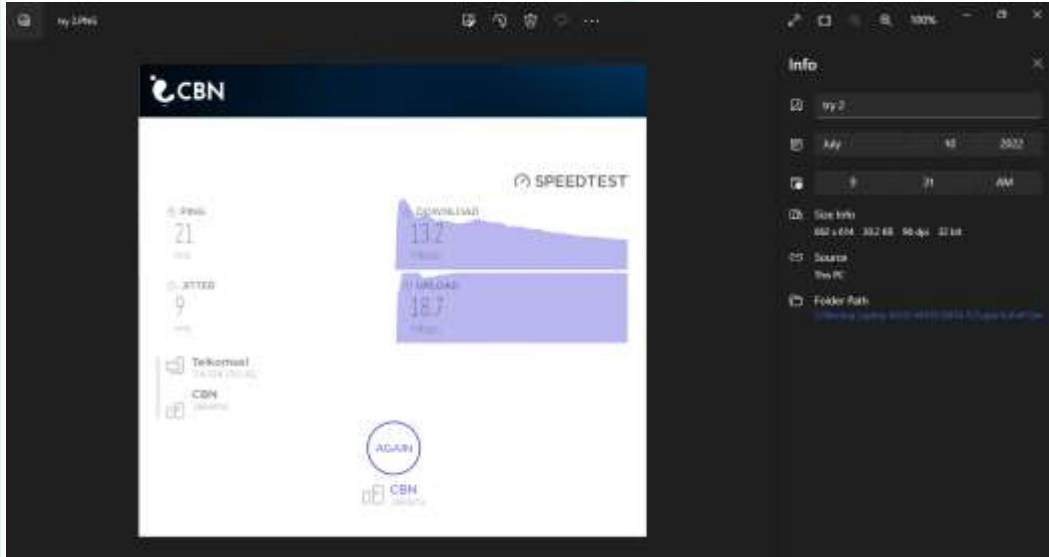
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

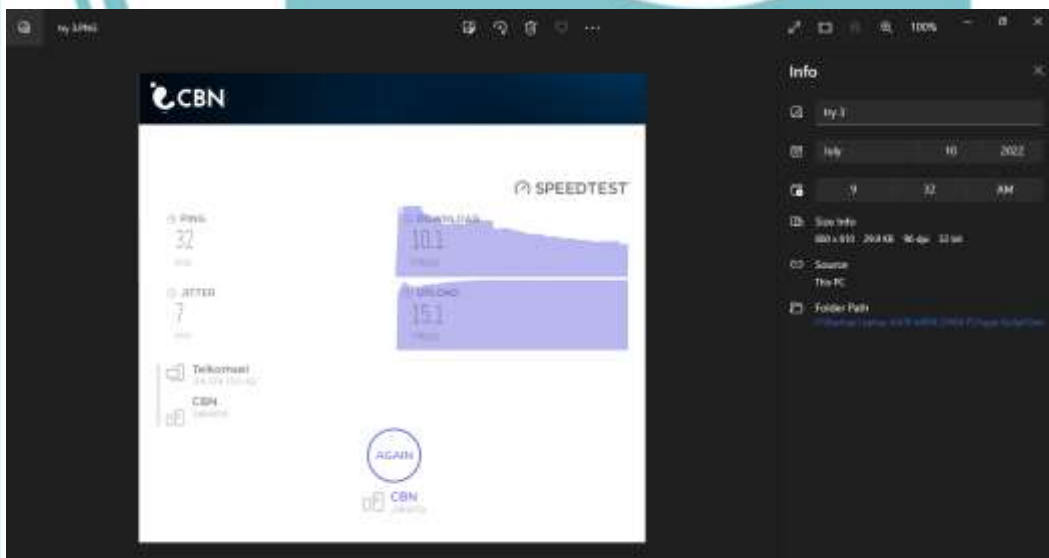
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap keempat, *load balancing* metode PCC pada OpenWrt menggunakan speedtest.cbn.id

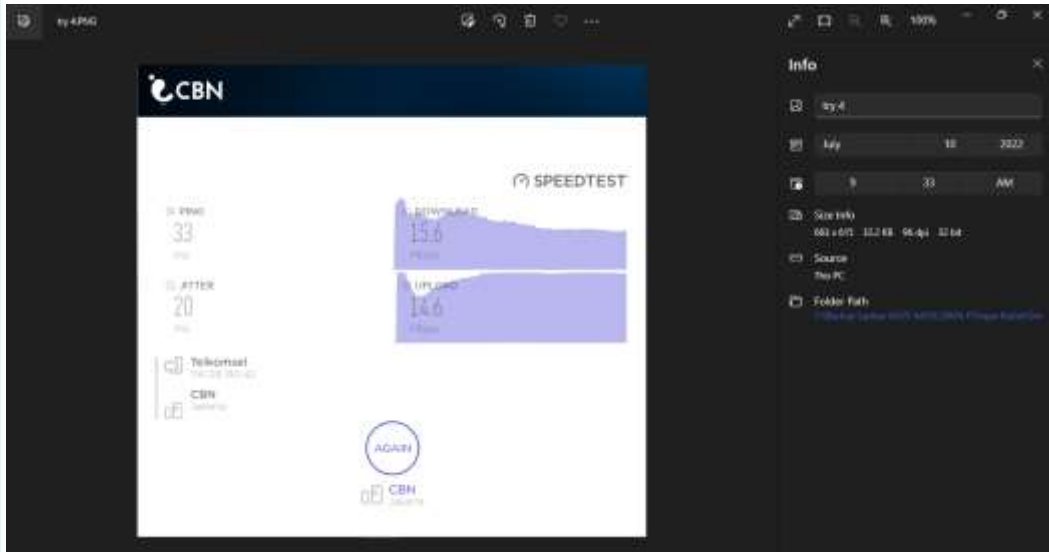


Gambar 13. Hasil pengujian kedua

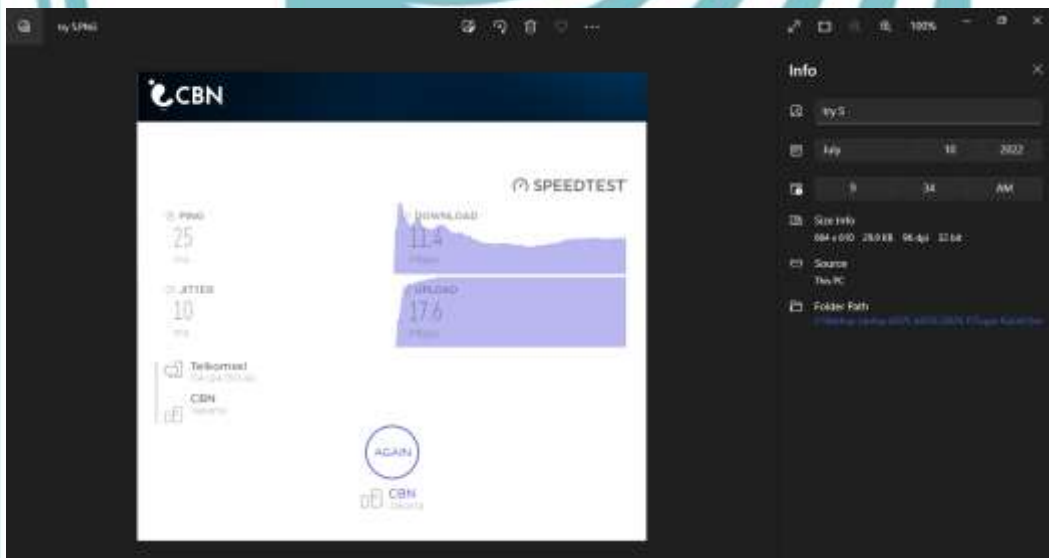


Gambar 14. Hasil pengujian ketiga

(Lanjutan)



Gambar 15. Hasil pengujian keempat



Gambar 16. Hasil pengujian kelima

© 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



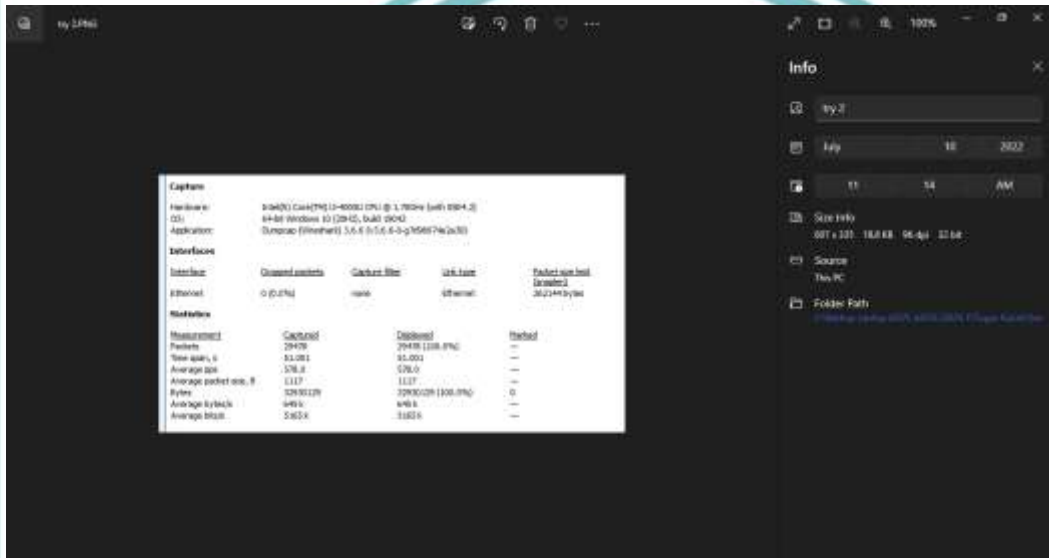


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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

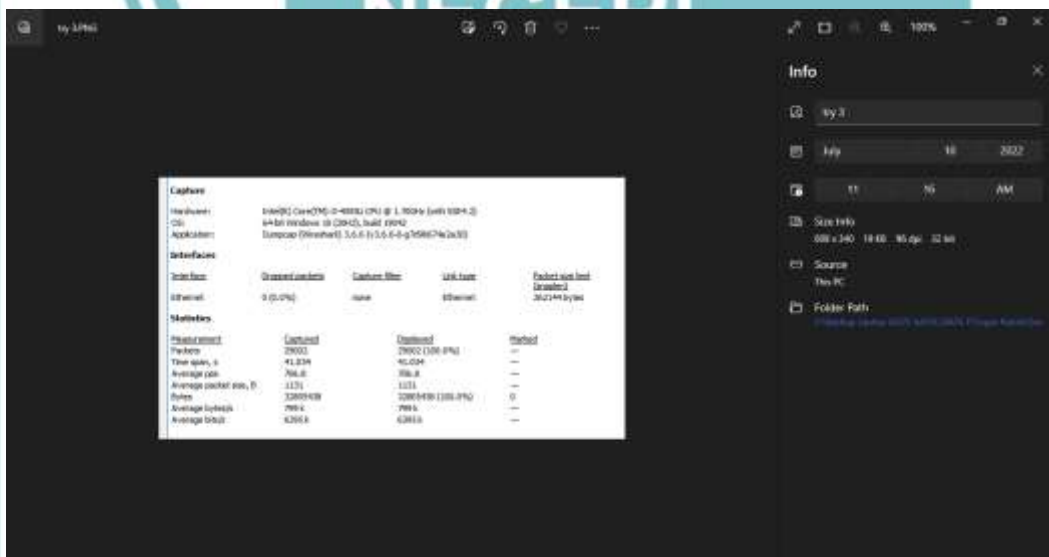
Lampiran 3. Hasil Pengujian Skenario Kedua HASIL PENGUJIAN SKENARIO KEDUA

Pengujian *Download Video*

Hasil pengujian tahap pertama, *load balancing* metode PCC pada MikroTik

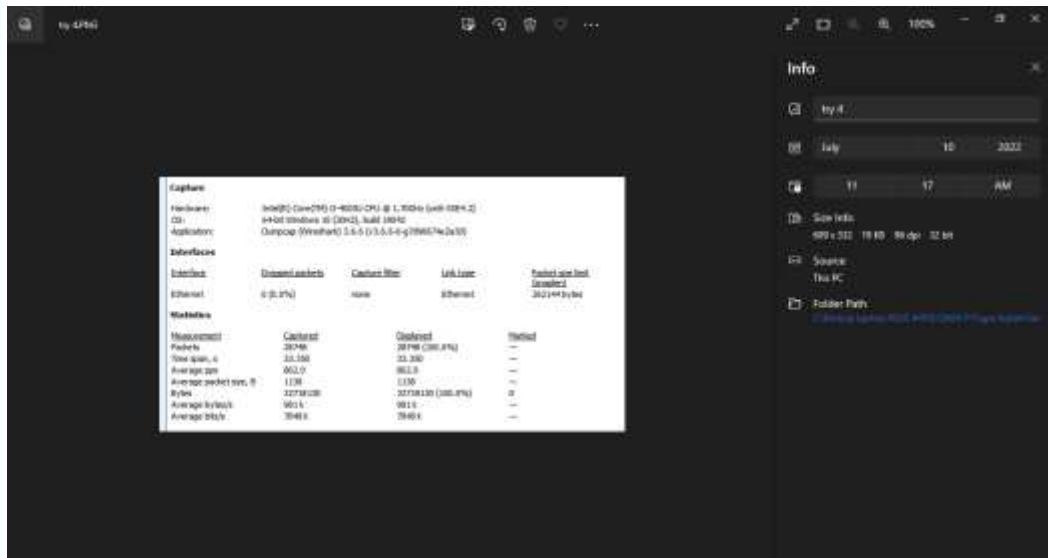


Gambar 17. Hasil pengujian kedua

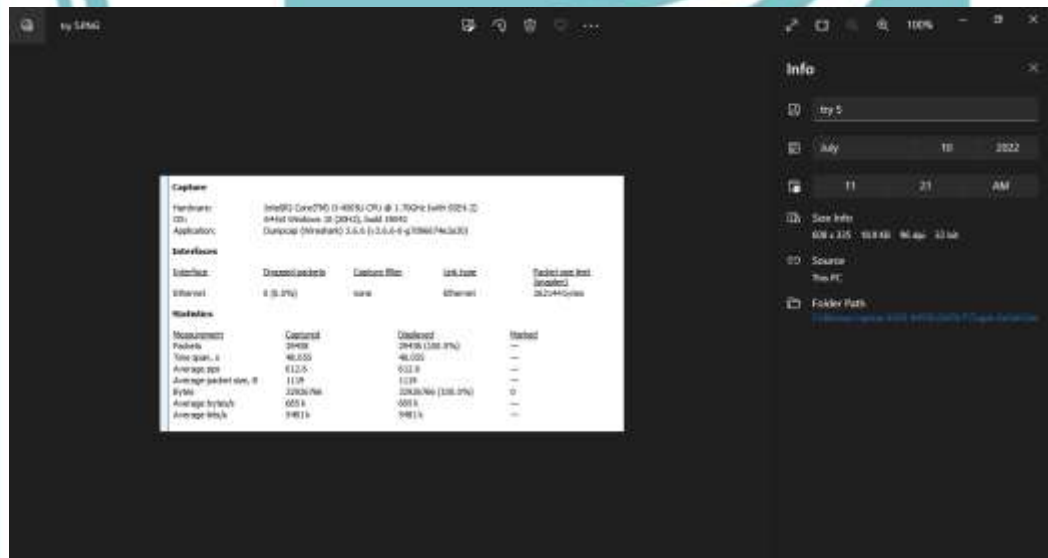


Gambar 18. Hasil pengujian ketiga

(Lanjutan)



Gambar 19. Hasil pengujian keempat



Gambar 20. Hasil pengujian kelima

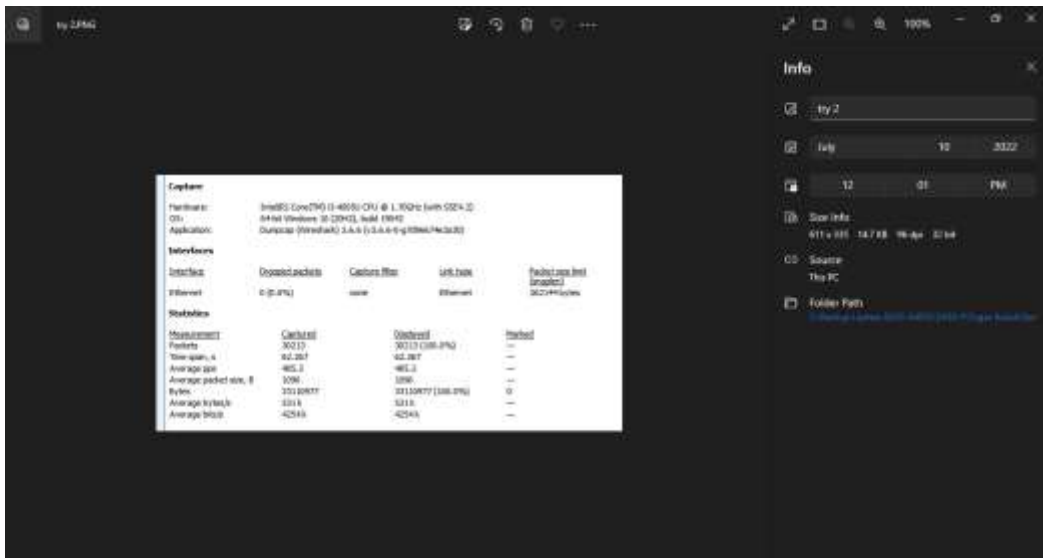
Hak Cipta :

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

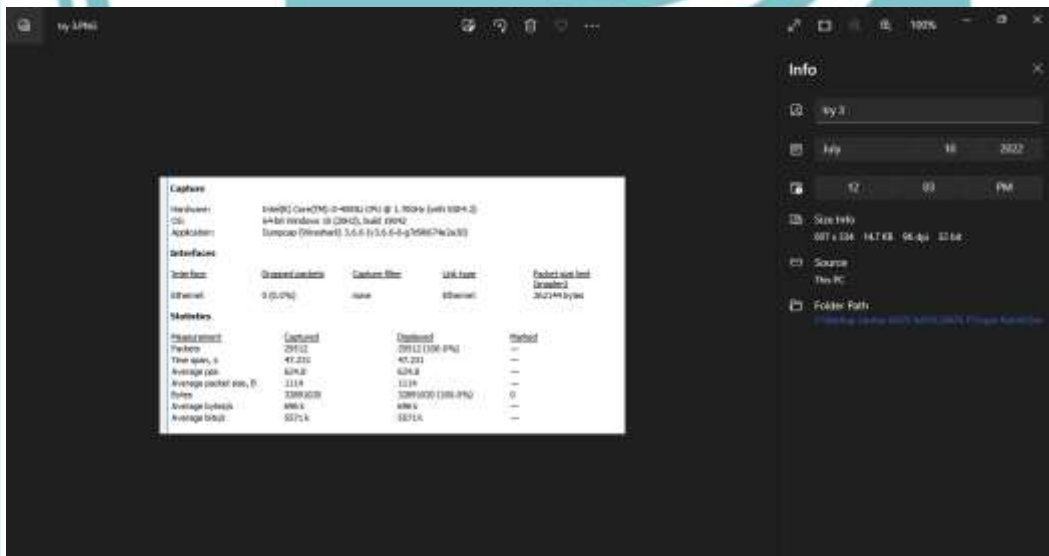


(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap kedua, *load balancing* metode ECMP pada MikroTik



Gambar 21. Hasil pengujian kedua

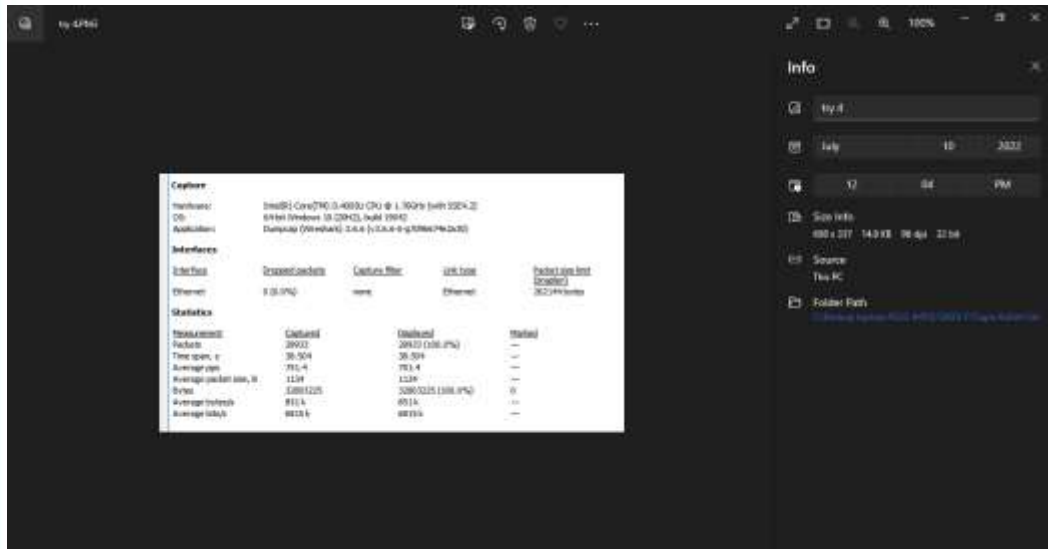


Gambar 22. Hasil pengujian ketiga

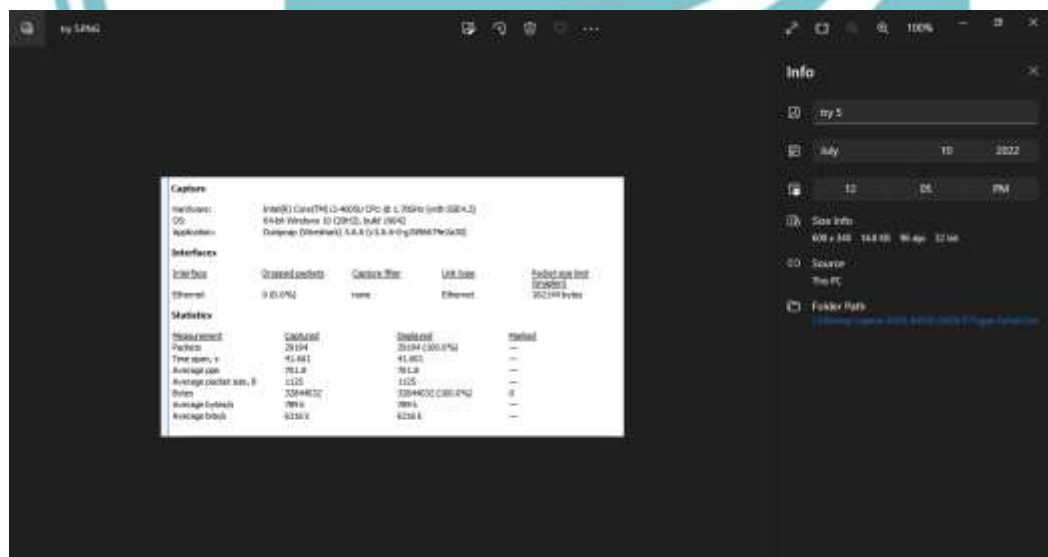
Hak Cipta :

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)



Gambar 23. Hasil pengujian keempat



Gambar 24. Hasil pengujian kelima



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

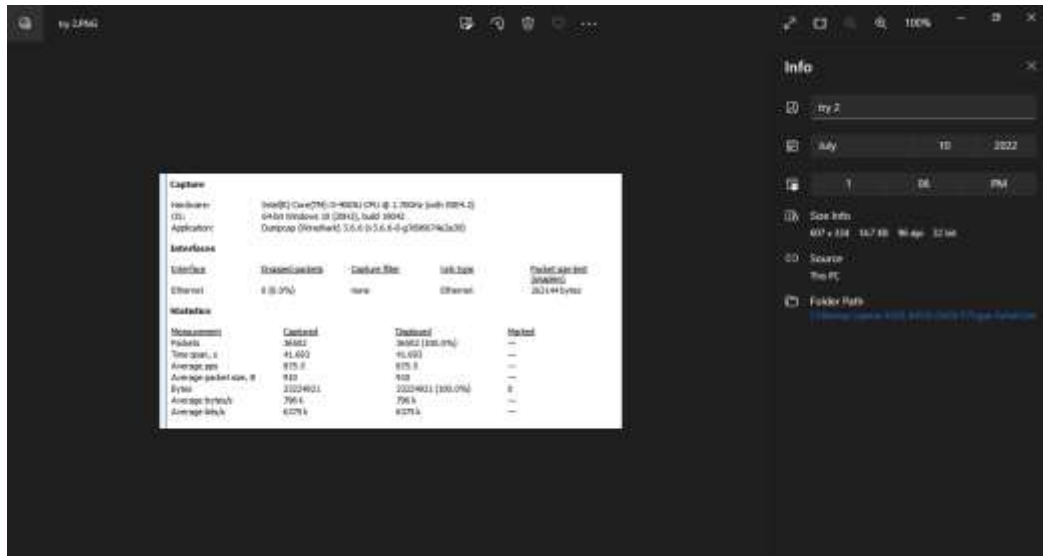
Hak Cipta :

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

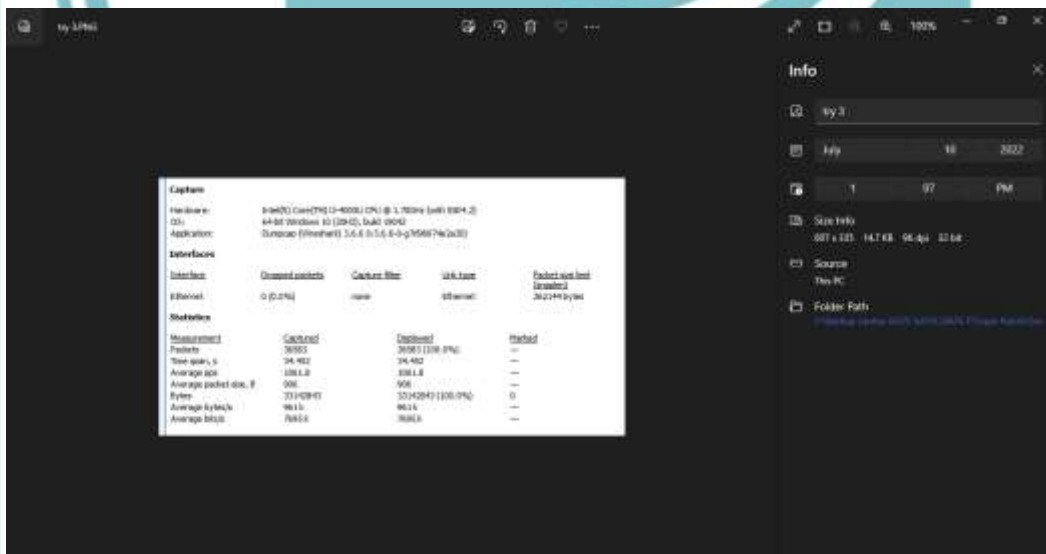
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan 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)

Hasil pengujian tahap ketiga, *load balancing* metode Nth pada MikroTik

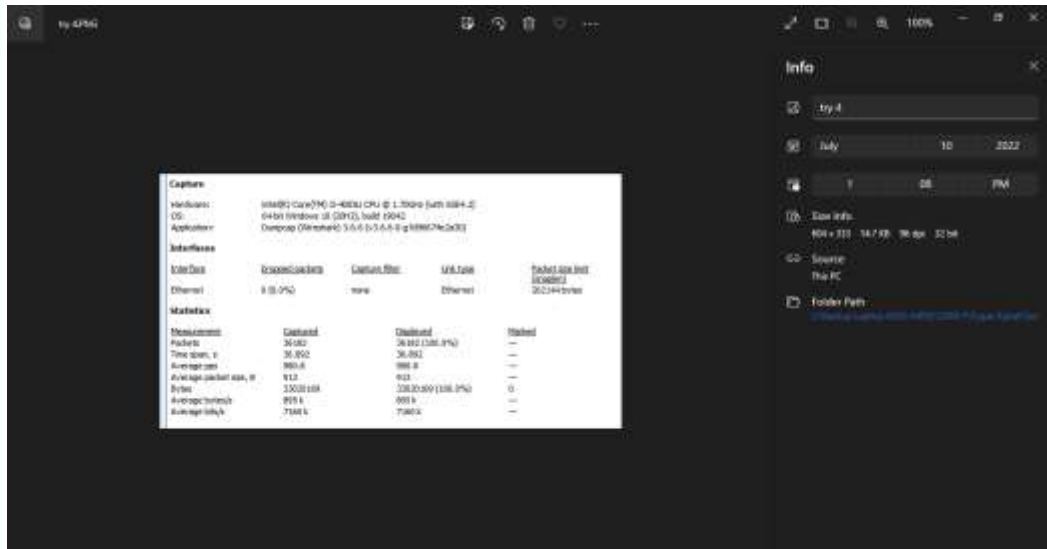


Gambar 25. Hasil pengujian kedua

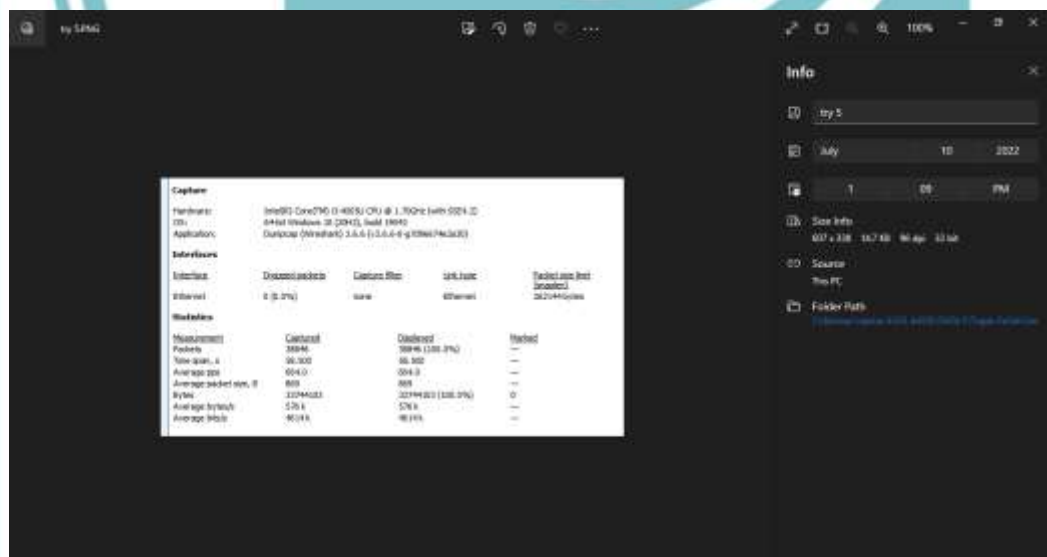


Gambar 26. Hasil pengujian ketiga

(Lanjutan)



Gambar 27. Hasil pengujian keempat



Gambar 28. Hasil pengujian kelima



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

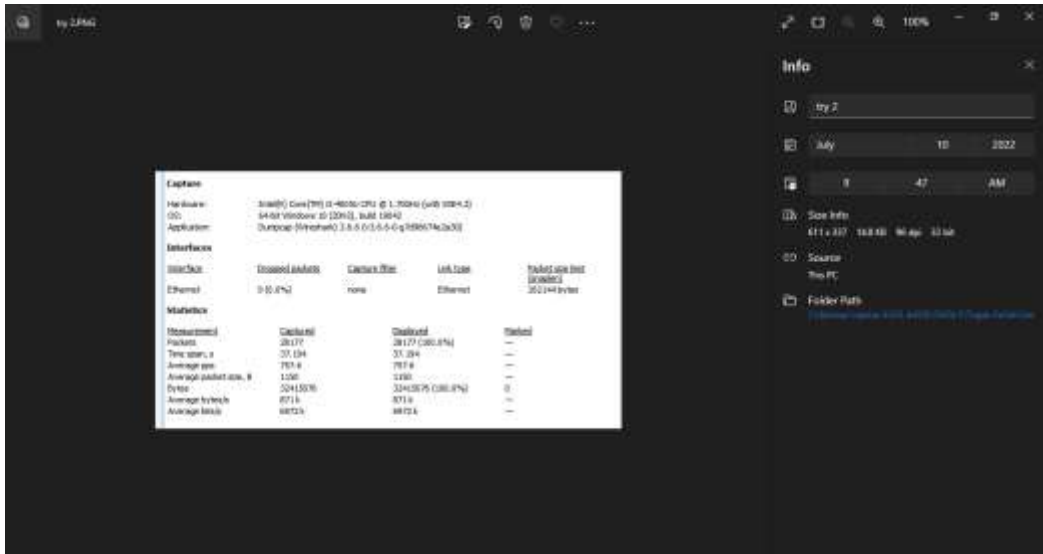
Hak Cipta :

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

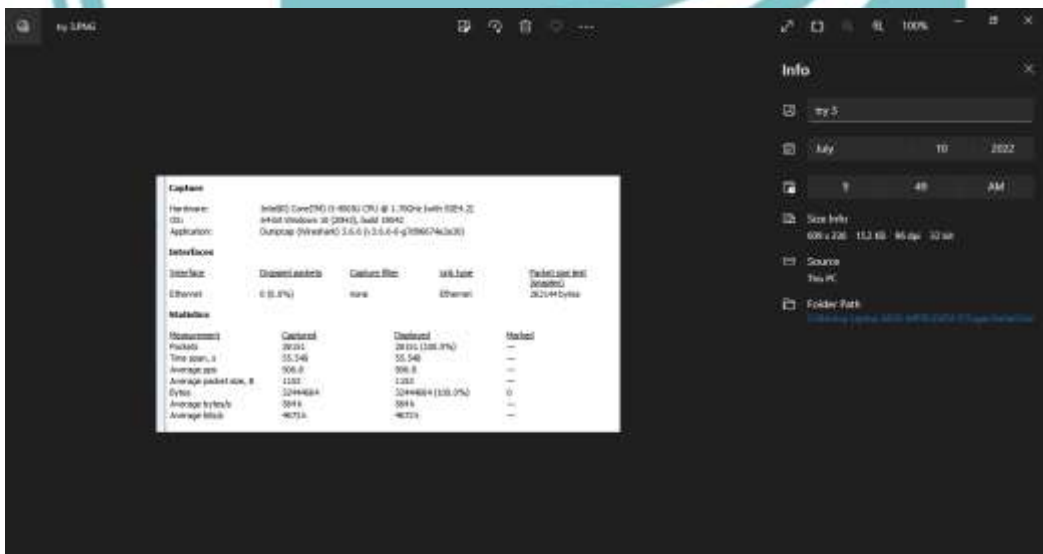


(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap keempat, *load balancing* metode PCC pada OpenWrt



Gambar 29. Hasil pengujian kedua

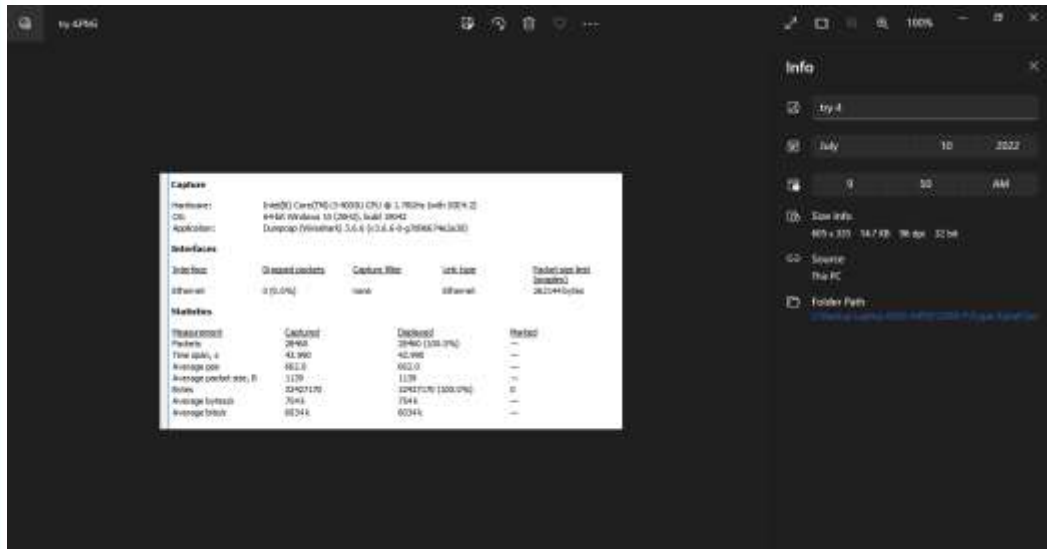


Gambar 30. Hasil pengujian ketiga

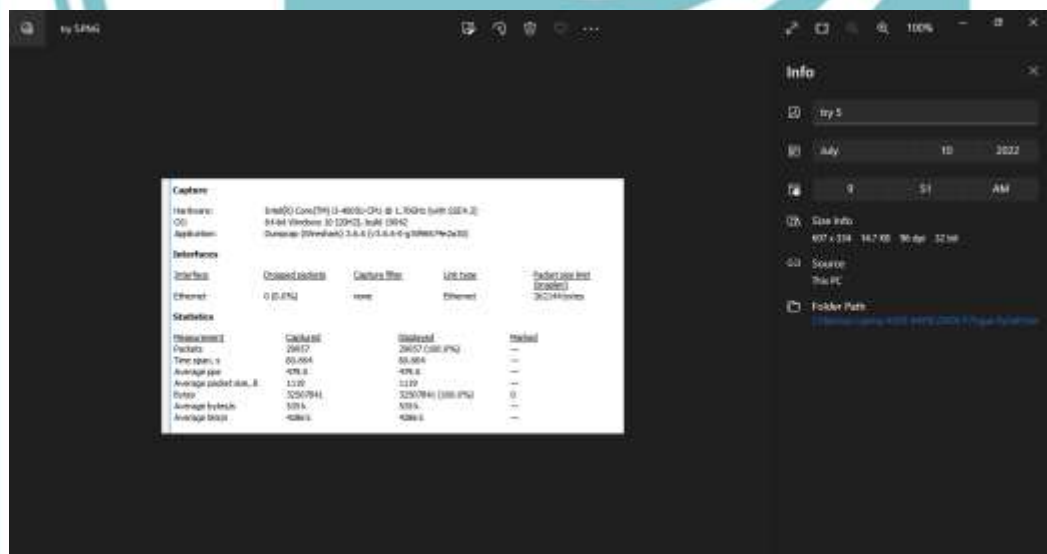
Hak Cipta :

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)



Gambar 31. Hasil pengujian keempat



Gambar 32. Hasil pengujian kelima



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

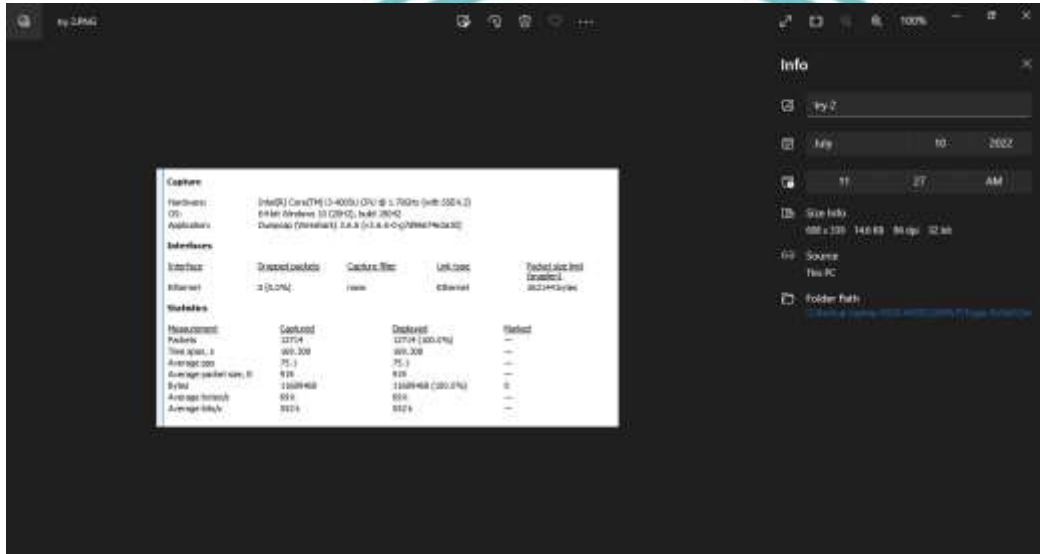
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



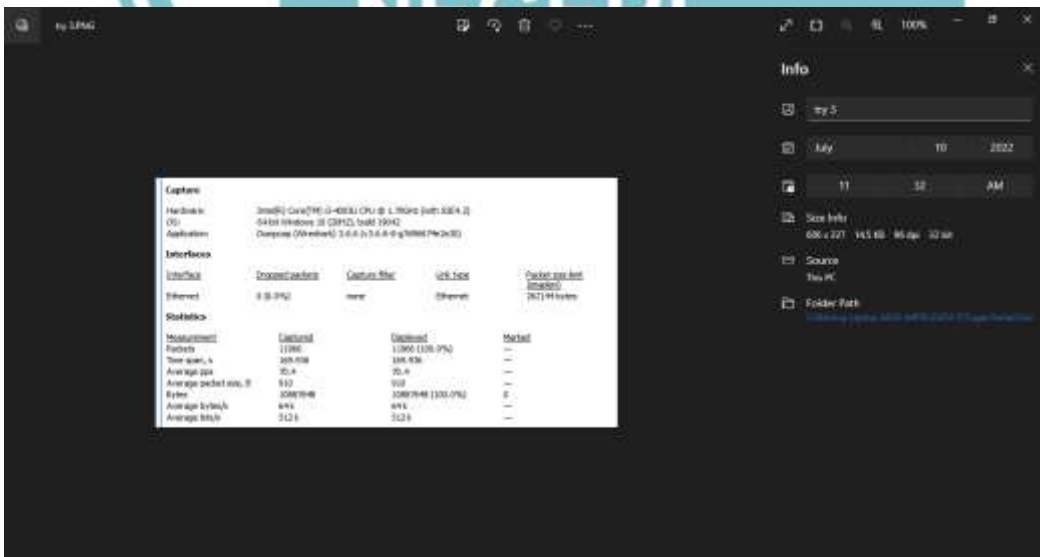
Lampiran 4. Hasil Pengujian Skenario Ketiga HASIL PENGUJIAN SKENARIO KETIGA

Pengujian *Streaming Video*

Hasil pengujian tahap pertama, *load balancing* metode PCC pada MikroTik



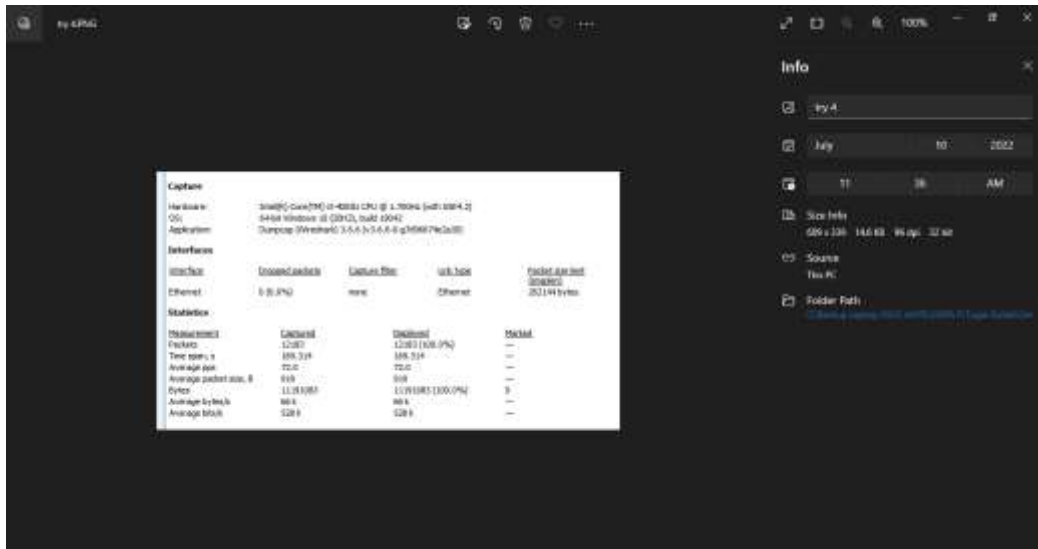
Gambar 33. Hasil pengujian kedua



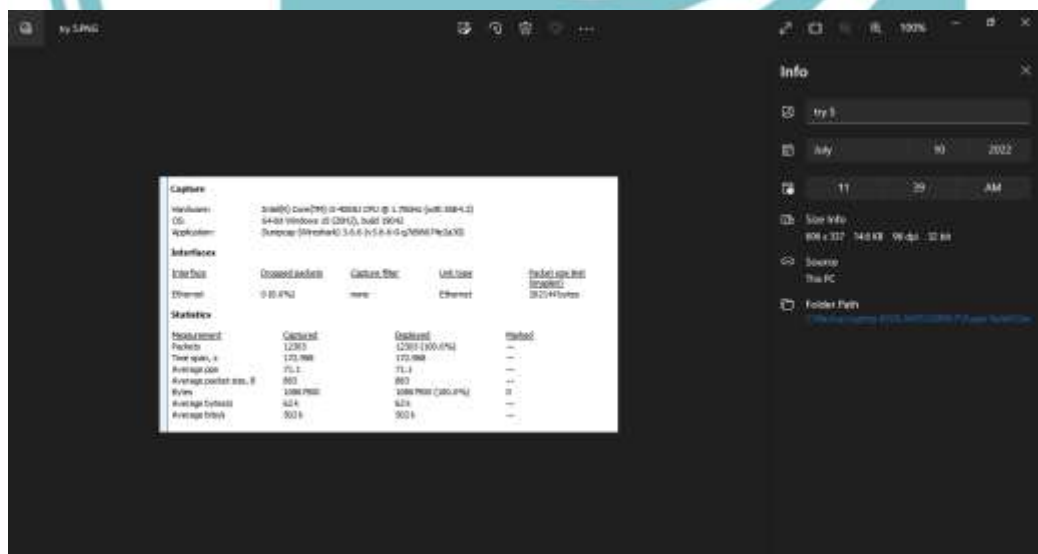
Gambar 34. Hasil pengujian ketiga

- 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

(Lanjutan)



Gambar 35. Hasil pengujian keempat



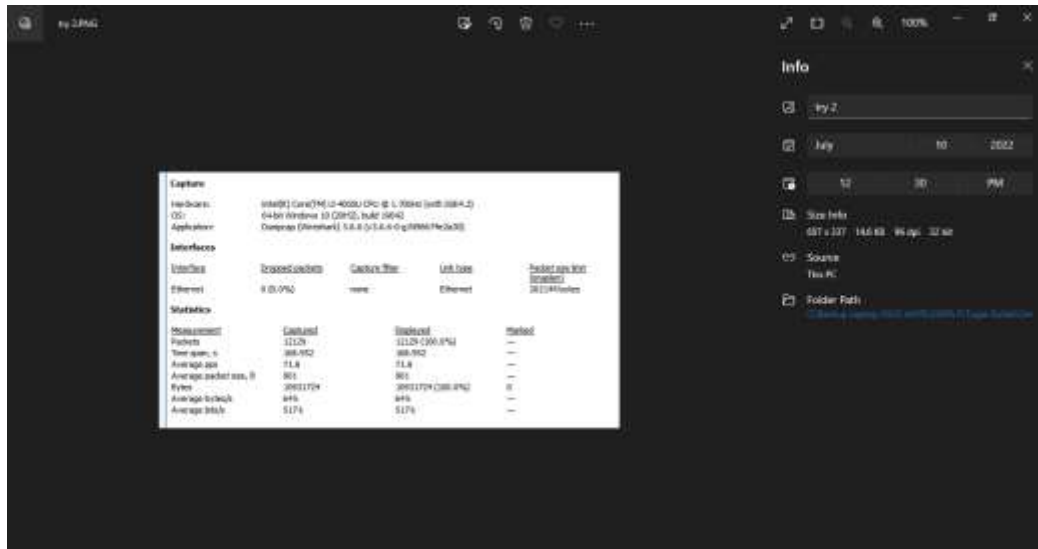
Gambar 36. Hasil pengujian kelima

Hak Cipta :

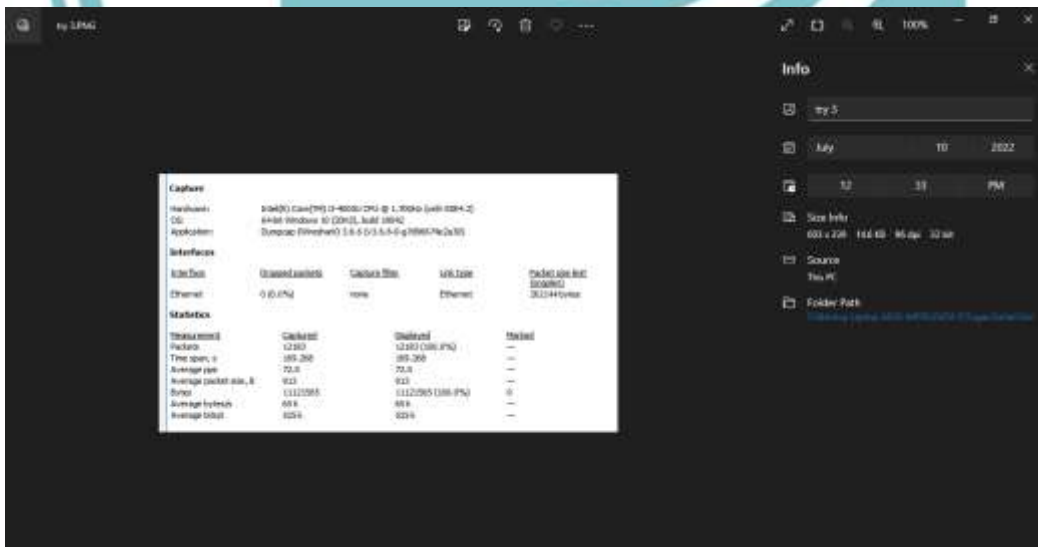
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap kedua, *load balancing* metode ECMP pada MikroTik



Gambar 37. Hasil pengujian kedua



Gambar 38. Hasil pengujian ketiga

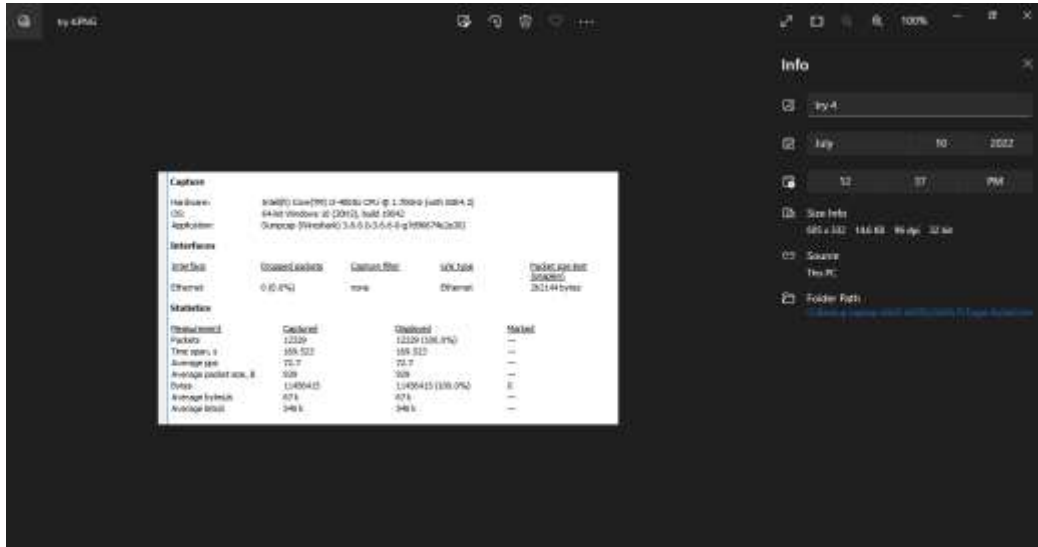
Hak Cipta :

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

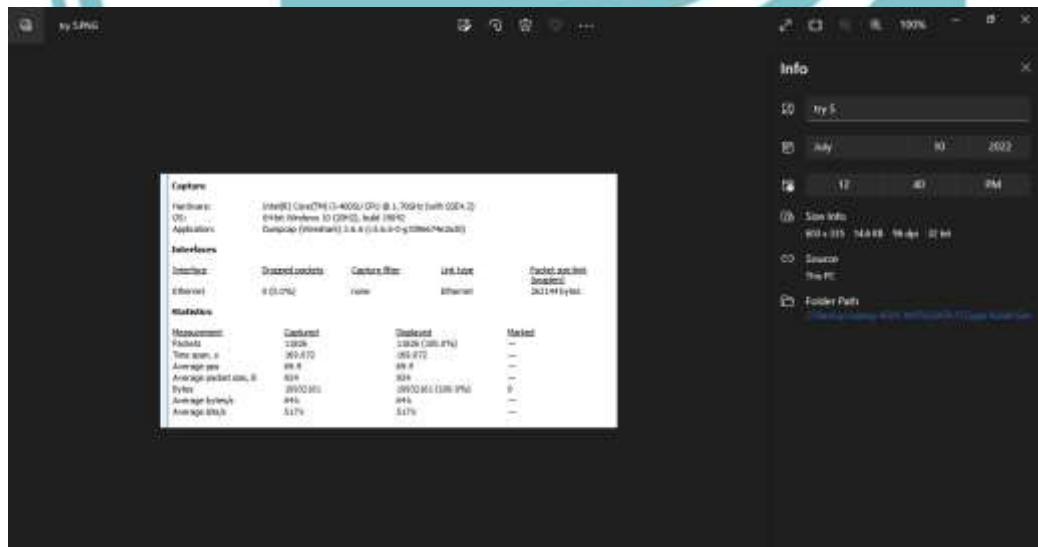
Hak Cipta :

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

(Lanjutan)



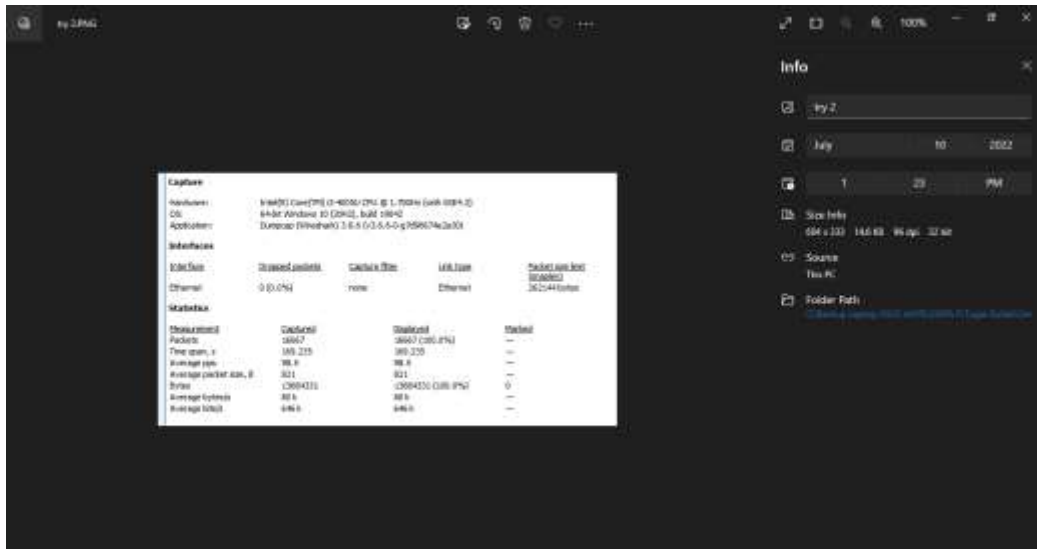
Gambar 39. Hasil pengujian keempat



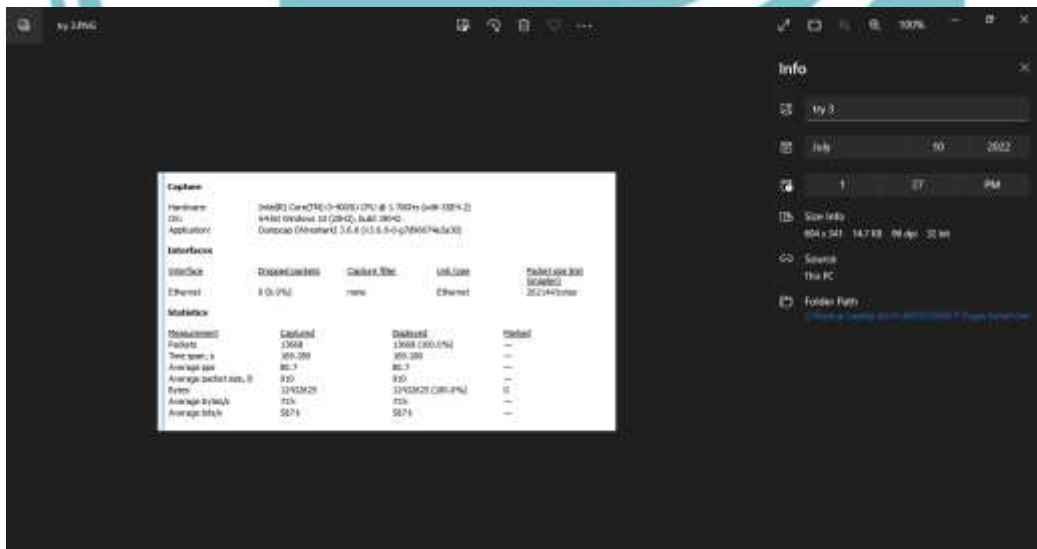
Gambar 40. Hasil pengujian kelima

(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap ketiga, *load balancing* metode Nth pada MikroTik



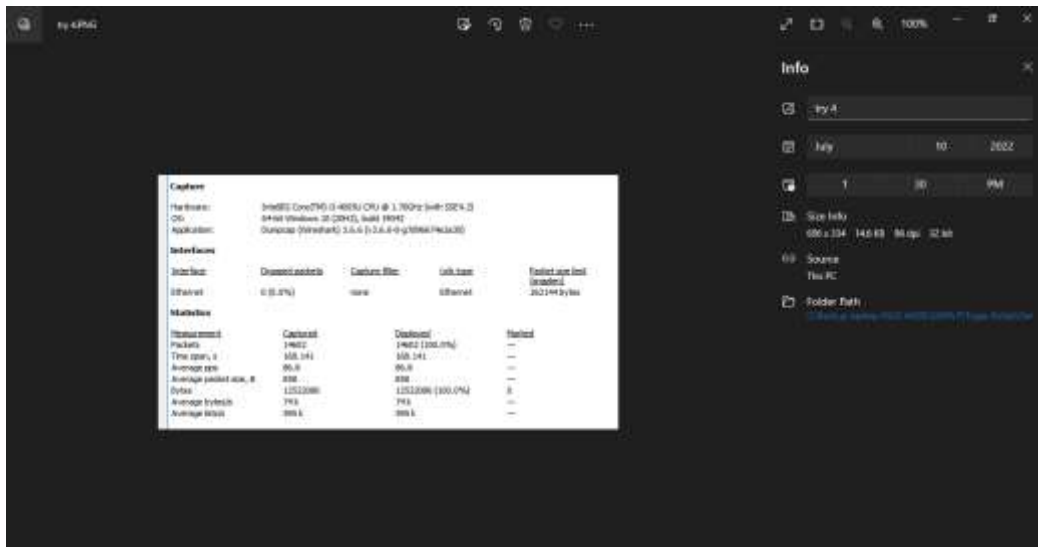
Gambar 41. Hasil pengujian kedua



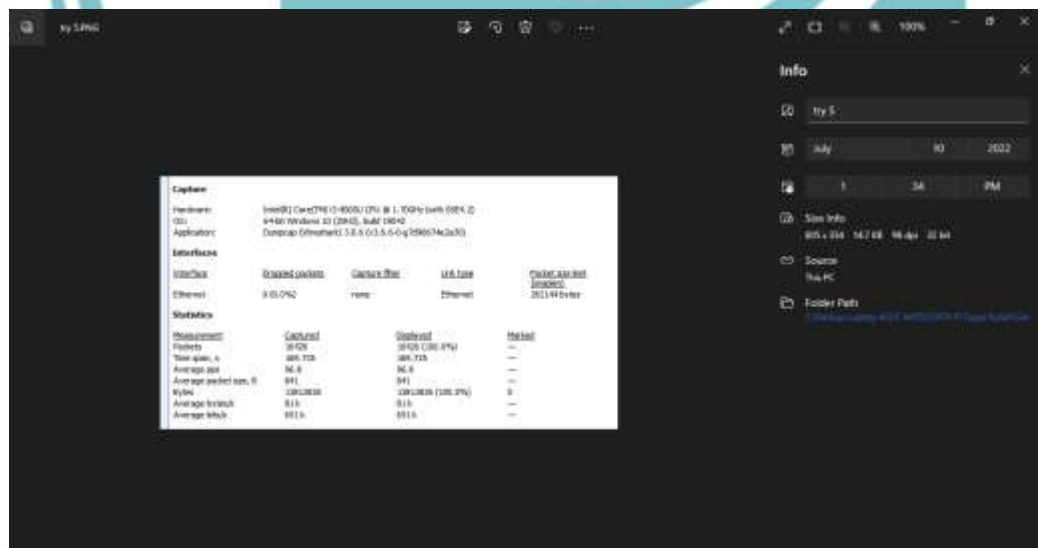
Gambar 42. Hasil pengujian ketiga

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



Gambar 43. Hasil pengujian keempat



Gambar 44. Hasil pengujian kelima



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

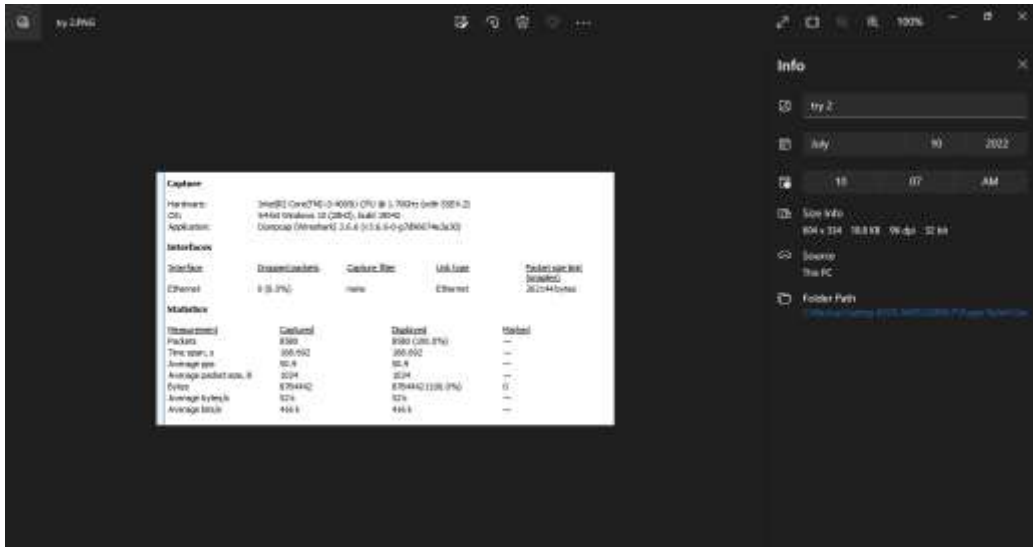
Hak Cipta :

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

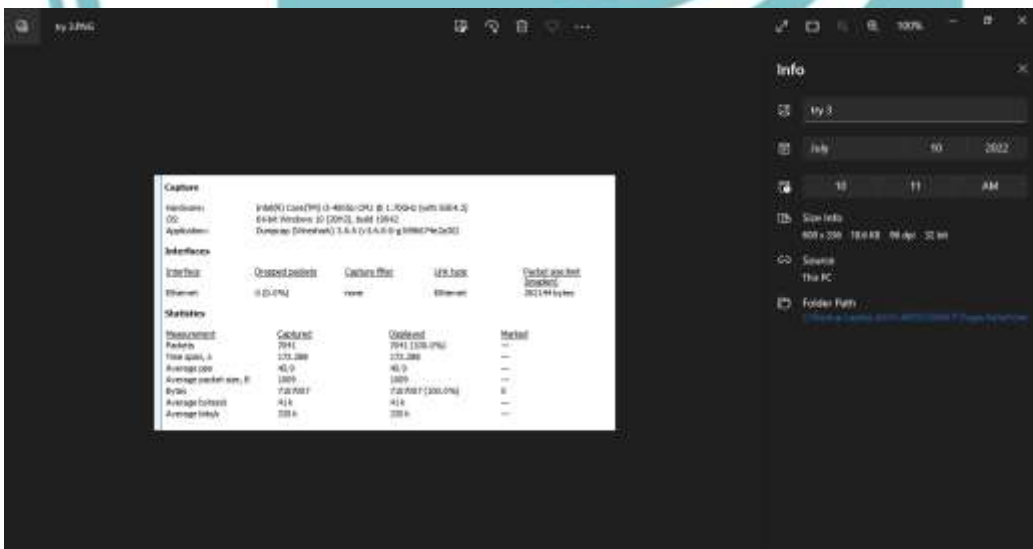


(Lanjutan)

Hasil pengujian tahap keempat, *load balancing* metode PCC pada OpenWrt



Gambar 45. Hasil pengujian kedua



Gambar 46. Hasil pengujian ketiga

Hak Cipta :

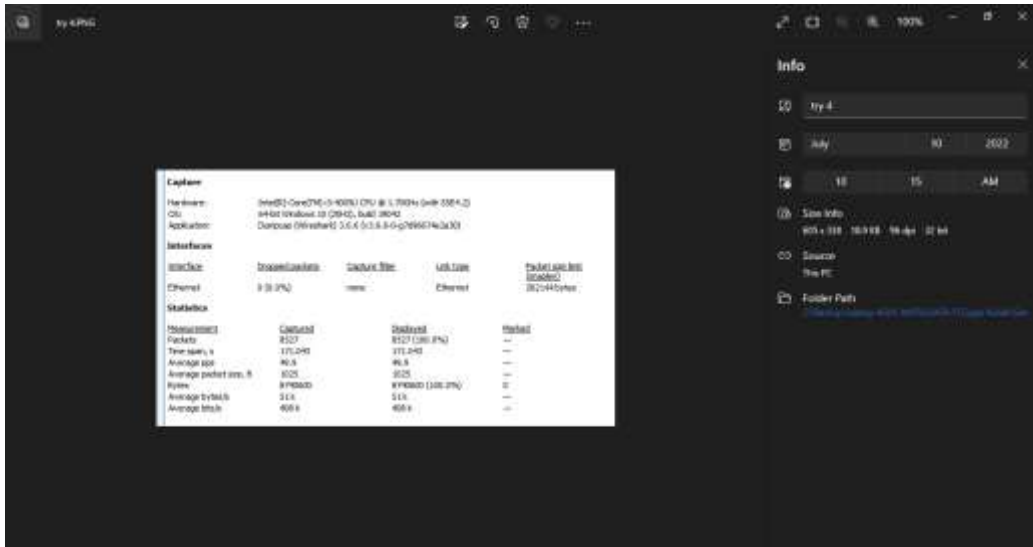
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



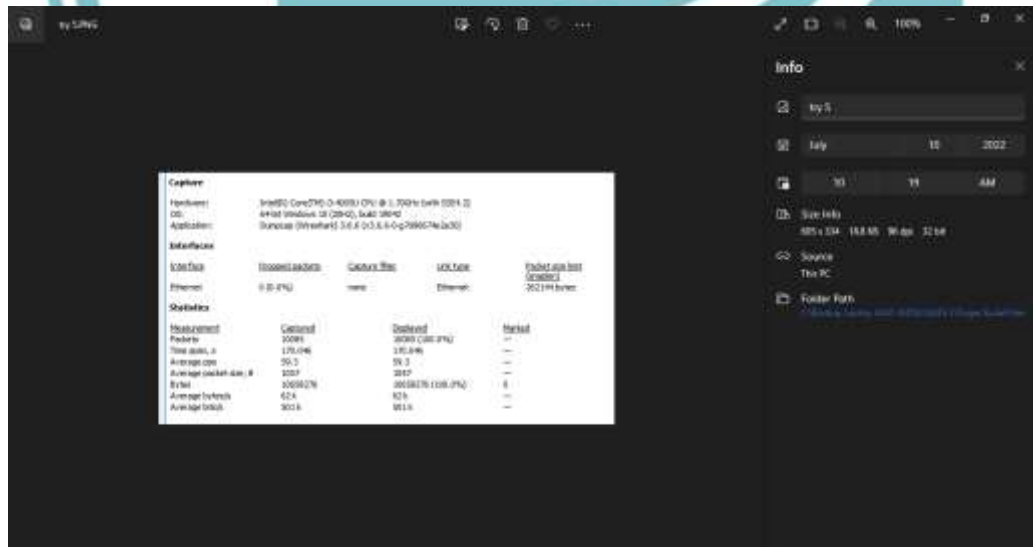
Hak Cipta :

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

(Lanjutan)



Gambar 47. Hasil pengujian keempat



Gambar 48. Hasil pengujian kelima