

**ANALISIS PERFORMANSI JARINGAN MENGGUNAKAN
KABEL UNSHIELD TWISTED PAIR (UTP) CATEGORY 6
(CAT6) PADA JARINGAN LOCAL AREA NETWORK (LAN)**



**LUSIANA SINAGA
5215136242**

Skripsi Ini Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017**

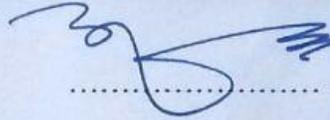
HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

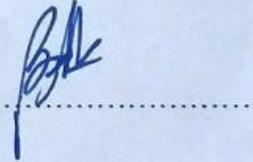
TANGGAL

Dr. Efri Sandi, MT.
(Dosen Pembimbing I)



7/8-17

Dr. Baso Maruddani, MT.
(Dosen Pembimbing II)



7/8-17

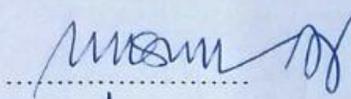
PENGESAHAN PANITIA UJIAN SIDANG SKRIPSI

NAMA DOSEN

TANDA TANGAN

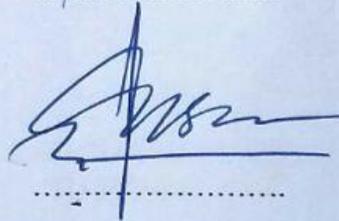
TANGGAL

Drs. Wisnu Djatmiko, MT.
(Ketua Sidang)



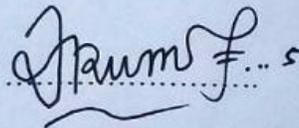
31/07-17

Dr. Muhammad Yusro, MT.
(Sekretaris)



3/8 2017

Arum Setyowati, MT.
(Dosen Ahli)



02/08-17

Tanggal Lulus : 27 Juli 2017

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Agustus 2017

Yang membuat pernyataan



Lusiana Sinaga

5215136242

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kuasa, kasih dan penyertaan-Nya yang telah memungkinkan peneliti untuk dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Analisis Performansi Jaringan Menggunakan Kabel *Unshield Twisted Pair* (UTP) *Category 6* (Cat 6) Pada Jaringan *Local Area Network* (LAN)” yang merupakan persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Menyadari adanya keterbatasan peneliti, skripsi ini tidaklah dapat terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Maka sehubungan dengan hal tersebut, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr.Efri Sandi, MT. dan Dr. Baso Maruddani, MT., selaku dosen pembimbing saya yang penuh dengan kesabaran membimbing, mengarahkan dan memberi dorongan kepada penulis hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Drs. Pitoyo Yuliatmojo, MT. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
3. Ayah saya Dihon Sinaga B.Ac. dan Ibu saya Repi Sidauruk yang selalu memberi dorongan dan salah satu motivasi saya untuk meraih gelar sarjana sehingga dapat membanggakan mereka.
4. Bapak Rawan Hiba, selaku pembimbing saya selama melakukan penelitian di PT Telekomunikasi Indonesia Tbk yang bersedia menyumbangkan ilmu dan kesabaran untuk membimbing saya dalam melakukan penelitian.
5. Kepada teman-teman seperjuangan saya Queen, Asyah, Nur Elli yang sama-sama berjuang, saling mengingatkan untuk lebih baik lagi kedepannya, hingga selesainya skripsi ini dibuat.
6. Kepada teman saya Sofi, Hany, Baban, Abang Uel serta Abang Deni, Rupita yang telah memberi semangat dan membantu saya menyelesaikan skripsi ini.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, untuk itu peneliti mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Peneliti,

Lusiana Sinaga
5215136242

ABSTRAK

Lusiana Sinaga, *Analisis Performansi Jaringan Menggunakan Kabel Unshield Twisted Pair (UTP) Category 6 (Cat 6) Pada Jaringan Local Area Network (LAN)*. Skripsi, Jakarta, Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika Teknik Universitas Negeri Jakarta, 2017. Dosen Pembimbing: Dr.Efri Sandi, MT., dan Dr. Baso Maruddani, MT.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui secara praktik ukuran panjang maksimal kabel UTP Cat 6 antar dua komputer yang diperbolehkan dan masih menghasilkan performansi jaringan yang masih baik.

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dimana akan menguji performansi jaringan dengan media transmisi yang digunakan adalah kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*) *Category 6 (Cat 6)*. Proses pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan paket ICMP (*Internet Control Message Protocol*). Pada saat pengujian, ukuran dari paket ICMP yang digunakan adalah sebesar 2000 *bytes*, 1000 *bytes*, 1500 *bytes* dan 500 *bytes*, yang dikirimkan sebanyak 50 kali. Dengan menggunakan informasi paket ICMP *Reply* tersebut, kemudian diukur kinerja jaringan yang meliputi *latency*, *throughput* dan *packet loss*.

Dari hasil pengujian didapatkan nilai *packet loss* sebesar 0% untuk setiap ukuran paket yang dikirim pada ukuran maksimal panjang kabel UTP Cat 6 yaitu 256 meter yang artinya paket yang dikirimkan secara keseluruhan telah diterima oleh komputer penerima, dengan *latency* pada ukuran paket dikirim 2000 *bytes*, 1500 *bytes*, 1000 *bytes*, 500 *bytes* secara berturut-turut adalah 1,790 ms, 1,437 ms, 1,170 ms, 1,147 ms, serta nilai *throughput* secara berturut-turut yaitu 8,93 Mbps, 8,35 Mbps, 6,837 Mbps, 3,487 Mbps.

Kata-Kata Kunci : *packet loss*, *latency*, *delay*, Kabel UTP

ABSTRACT

Lusiana Sinaga, *Network Performance Analysis Using Unshield Twisted Pair (UTP) Cable Category 6 (Cat 6) On Local Area Network (LAN) Network. Thesis, Jakarta, Electronic Engineering Education Faculty of Engineering, Jakarta State University, 2017. Supervisor: Dr.Efri Sandi, S.Pd., MT and Dr. Baso Maruddani, MT.*

The purpose of this research is to know practically the maximum length of Cat 6 UTP cable between two computers that is allowed and still produce good network performance.

This research uses quantitative research which will test network performance with transmission media used is UTP cable (Unshield Twisted Pair) Category 6 (Cat 6). The testing process is done by sending ICMP packets (Internet Control Message Protocol). At the time of testing, the size of the ICMP packet used was 2000 bytes, 1000 bytes, 1500 bytes and 500 bytes, sent 50 times. By using the ICMP Reply packet information, then measured network performance which includes latency, throughput and packet loss.

From the test results obtained packet loss value of 0% for each packet size is sent to the maximum size of the cable length UTP Cat 6 is 256 meters which means that packets sent as a whole have been received by the receiver computer, with latency on the size of the packet sent 2000 bytes, 1500 Bytes, 1000 bytes, 500 bytes are 1,790 ms, 1,437 ms, 1,170 ms, 1,147 ms, respectively, and throughput values of 8.93 Mbps, 8.35 Mbps, 6.837 Mbps, 3.487 Mbps, respectively

Keywords: *packet loss, latency, delay, UTP cable*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoritik	7
2.1.1 Definisi Analisis	7
2.1.2 Jaringan Komputer	8
2.1.2.1 Pengertian Jaringan Komputer.....	8
2.1.2.2 Performansi Jaringan Komputer	10
2.1.2.3 Parameter Uji Performansi Jaringan Komputer.....	11

2.1.2.4 Program PING (<i>Packet Internet Gopher</i>).....	16
2.1.3 Topologi Jaringan.....	19
2.1.4 Jaringan LAN (<i>Local Area Network</i>).....	22
2.1.4.1 Pengertian Jaringan LAN (<i>Local Area Network</i>)	22
2.1.5 Kabel UTP (<i>Unshield Twisted Pair</i>)	23
2.1.5.1 Pengertian Kabel UTP (<i>Unshield Twisted Pair</i>).....	23
2.1.5.2 Jenis-Jenis Kabel UTP.....	26
2.2 Kerangka Berpikir.....	30
2.3 Hipotesis Penelitian.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2 Metode Penelitian.....	33
3.3 Rancangan Penelitian	34
3.3.1 Menentukan Nilai Standarisasi Performansi Jaringan LAN.....	34
3.3.2 Menentukan Karakteristik Kabel UTP Cat6.....	34
3.3.3 Menentukan Parameter Jaringan LAN (<i>Local Area Network</i>)	35
3.3.4 Perhitungan Parameter Kabel UTP Cat 6	36
3.3.5 Mekanisme Pengukuran Performansi Jaringan LAN	37
3.3.6 Membandingkan Hasil Pengukuran dan Perhitungan dengan Standarisasi	39
3.4 Instrumen Penelitian.....	40
3.5 Prosedur Penelitian.....	40
3.6 Teknik Pengumpulan Data	41
3.7 Alur Penelitian.....	42
3.8 Teknik Analisis Data.....	44

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil Penelitian.....	45
4.1.1 Hasil Pengukuran Performansi Jaringan LAN (<i>Local Area Network</i>)	45
4.1.2 Hasil Perhitungan Performansi Jaringan LAN (<i>Local Area Network</i>)	46
4.1.3 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan.....	48
4.2 Pembahasan	50
4.2.1 Analisis Hasil <i>Packet Loss</i>	50
4.2.2 Analisis Hasil <i>Latency</i>	51
4.2.3 Analisis Hasil <i>Throughput</i>	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jaringan Komputer	9
Gambar 2. 2 Kabel <i>Twisted Pair</i>	23
Gambar 2. 3 Kabel STP	24
Gambar 2. 4 Kabel UTP	25
Gambar 2. 5 Konektor RJ-45	25
Gambar 2. 6 Straight Through Cable dan Cross Over Cable	27
Gambar 2. 7 Urutan Warna Pemasangan Kabel UTP	29
Gambar 2. 9 Kerangka Berpikir	31
Gambar 3. 1 Perencanaan Topologi Jaringan	37
Gambar 3. 2 Tampilan Program Ping	38
Gambar 3. 3 Alur Penelitian.....	43
Gambar 4. 1 Grafik Latency.....	51
Gambar 4. 2 Grafik Throughput	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perkembangan Tipe Ethernet	2
Tabel 2. 1 Kategori Performansi <i>Latency</i>	13
Tabel 2. 2 Kategori Performansi <i>Throughput</i>	14
Tabel 2. 3 Kategori Performansi <i>Packet Loss</i>	16
Tabel 3. 1 Kategori Parameter <i>packet loss, latency</i> dan <i>throughput</i>	34
Tabel 3. 2 Standart of Ethernet (IEEE and TIA/EIA).....	34
Tabel 3. 3 Karakteristik Kabel UTP Category 6.....	35
Tabel 3. 4 Rancangan Pengukuran dan Perhitungan Peformansi Jaringan LAN.....	36
Tabel 3. 5 Pengalamatan IP Address	38
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran <i>Latency</i>	45
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran <i>Packet Loss</i>	46
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan <i>Latency</i>	46
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan <i>Packet Loss</i>	47
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran <i>Throughput</i>	47
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan <i>Throughput</i>	48
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 300 meter	56
Lampiran 2 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 280 meter	57
Lampiran 3 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 270 meter	58
Lampiran 4 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 260 meter	59
Lampiran 5 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 258 meter	60
Lampiran 6 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 256 meter	61
Lampiran 7 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 254 meter	62
Lampiran 8 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 252 meter	63
Lampiran 9 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 250 meter	64
Lampiran 10 Hasil Perhitungan Latency.....	65
Lampiran 11 Hasil Perhitungan Packet Loss	71
Lampiran 12 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Throughput.....	73
Lampiran 13 Surat Keterangan Penelitian	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini pengaruh informasi dalam kehidupan masyarakat dunia sangatlah berperan penting, seolah-olah dalam kehidupan kita tanpa informasi semuanya berhenti. Dengan perkembangan telekomunikasi, informasi tidak hanya mencakup pada suara dan data bahkan saat ini aplikasi *multimedia* berupa gambar diam dan bergerak sudah menjadi hal yang biasa dan terus mengalami perkembangan. Berdasarkan keputusan Menteri Perhubungan No.KM 23 Tahun 2002 menyebutkan bahwa: “Telekomunikasi adalah setiap pemancaran, pengiriman atau penerimaan tiap jenis tanda, gambar, suara dan informasi dalam bentuk apapun melalui kawat, *optik*, *radio* atau sistem gelombang elektromagnetik lainnya. Menurut (Wagito,2005:9) jaringan komputer (*computer networking*) yang disebut secara singkat dengan jaringan adalah kumpulan komputer dan alat-alat lain yang saling dihubungkan bersama menggunakan media komunikasi tertentu. Komputer dalam jaringan dapat saling terhubung melalui kabel, jaringan telepon, gelombang radio, satelit ataupun sinar *inframerah*. Apabila ingin membuat jaringan komputer yang lebih luas lagi jangkauannya, maka diperlukan peralatan tambahan seperti *hub*, *bridge*, *switch*, *router*, *gateway* sebagai peralatan interkoneksinya.

Telekomunikasi menggunakan media transmisi jaringan kabel (*wireline*) biasanya digunakan pada area yang kecil, misalnya dalam suatu ruangan dan gedung. Akan tetapi, tidak menutup kemungkinan *wireline* dapat digunakan untuk jaringan

komunikasi jarak jauh seperti pesawat telepon dan sambungan internet. Kabel yang dapat digunakan adalah kabel *coaxial*, *twisted pair* dan *serat optik*. Pada setiap komputer yang terhubung harus dilengkapi dengan kartu antarmuka yang disebut dengan NIC (*Network Interface Card*) atau LAN (*Local Area Network*). Pada jaringan LAN menggunakan kabel jaringan UTP (*Unshiled Twisted Pair*) sangat dibutuhkan ketika menghubungkan *hardware* seperti *personal computer*. Penggunaan kabel UTP biasanya digunakan di dalam gedung (*indoor*).

Berdasarkan data dari Tim Cisco Tahun 2009, berikut Tabel 1.1 yang menunjukkan perkembangan kabel UTP :

Tabel 1. 1 Perkembangan Tipe Ethernet

Tipe Ethernet	Bandwidth	Tipe Kabel UTP	Frekuensi	Jarak Maksimal (m)
10BASE-T	10 Mbps	Cat3 UTP	16 Mhz	100
100 BASE-TX	100 Mbps	Cat5 UTP	100 Mhz	100
1000 BASE-T	1 Gbps	Cat5e UTP	100 Mhz	100
1000 BASE-TX	1 Gbps	Cat6 UTP/STP	250 Mhz	100

Sumber : Tim Cisco,2009

Dari data di atas diperoleh semua tipe Ethernet mempunyai jarak maksimal panjang kabel yang sama yaitu sebesar 100 meter. Namun secara praktik, belum diujikan tentang jarak maksimal antar dua komputer yang diperbolehkan ketika pilihan media menggunakan kabel UTP. Apabila dilihat dari sisi tipe Ethernet, masing-masing tipe Ethernet memberikan besaran *bandwidth* yang berbeda. Selain

itu, penggunaan jenis kabel UTP juga khusus untuk tipe Ethernet tertentu. Misalnya untuk tipe Ethernet 1000BASE-TX dengan *bandwidth interface* sebesar 1 Gbps, jenis kabel UTP yang digunakan adalah *category 6* (cat6). Secara praktik, seharusnya dengan semakin tinggi *bandwidth* yang diberikan oleh sebuah NIC, disertai dengan penggunaan jenis kategori kabel UTP, maka panjang maksimal kabel untuk menghubungkan antar komputer juga semakin bertambah.

Oleh karena itu diperlukan penelitian agar dihasilkan kesimpulan secara praktik tentang teori penggunaan jenis kabel UTP dengan maksimal panjang kabel yang masih diperbolehkan ketika kabel tersebut digunakan untuk membuat konsep topologi *peer-to-peer* dengan hanya menghubungkan dua komputer secara langsung. Sebelumnya telah dilakukan penelitian dengan menggunakan pilihan kategori kabel UTP yang berbeda. Kategori kabel UTP yang digunakan UTP cat5 dengan kabel STP. Dari hasil penelitian diperoleh data bahwa maksimal panjang kabel yang boleh dipergunakan kabel UTP cat5 adalah sebesar 135 meter. Apabila panjang kabel UTP dibuat lebih besar 135 meter, akan terdapat *packet loss*. Namun pada penggunaan kabel STP cat5, masih belum diperoleh kesimpulan akhir tentang panjang maksimal kabel yang diperbolehkan karena pada saat proses pengujian hanya sebesar 200 meter. Pada jarak tersebut masih diperoleh nilai *packet loss* sebesar 0% (Nugroho,dkk,2016).

Ahmed juga melakukan penelitian tentang ujiperformansi kabel *twisted pair* dari beberapa vendor pembuat kabel. Parameter yang digunakan untuk menguji adalah panjang maksimal kabel dan *delay*. Dari hasil pengujian diperoleh rata-rata

panjang maksimal kabel *twisted pair* sebesar 87,78 meter dengan nilai *delay* sebesar 580 ns. (Mahmud, dkk,2008).

Berdasarkan tabel diatas, kategori kabel UTP yang terbaru dengan *bandwidth* lebih besar dan banyak dipergunakan untuk saat ini adalah kabel UTP cat6. Maka dari itu, peneliti memilih cat6 sebagai objek saluran transmisi untuk menguji performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) dengan pembanding hasil nilai performansi jaringan LAN ketika panjang kabel UTP cat6 lebih dari 100 meter.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, peneliti mendapatkan masalah yang timbul, maka dapat diidentifikasi masalah dari penelitian ini yaitu,

1. Apakah panjang kabel UTP Cat6 lebih dari 100 meter mempengaruhi performansi jaringan LAN (Local Area Network) ?
2. Apakah besar ukuran data yang dikirim mempengaruhi performansi jaringan LAN (Local Area Network) ?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka permasalahan perlu dibatasi agar tidak meluas dan tetap terarah sesuai dengan judul yang telah dibuat, maka penelitian ini dibatasi hanya pada analisa performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) menggunakan topologi *peer to peer* (menghubungkan dua komputer secara langsung), dan tidak membahas POE

(*Power Over Ethernet*) dimana parameter penguji performansi jaringan LAN yang digunakan adalah *latency*, *throughput* dan *packet loss*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah yang sudah dikemukakan sebelumnya, maka muncul pertanyaan yang mengacu pada perumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah ukuran panjang maksimal kabel UTP *category 6* yang masih dapat digunakan dengan tetap menunjang efisiensi performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) yang baik dalam topologi *peer to peer* ?
2. Bagaimanakah analisis hasil praktik tentang penggunaan ukuran panjang maksimal jenis kabel UTP cat6 yang masih diperbolehkan ketika kabel tersebut digunakan untuk membuat konsep topologi *peer-to-peer* dengan hanya menghubungkan dua komputer secara langsung ?
3. Bagaimanakah pengaruh ukuran data tersebut terhadap performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) ?

1.5 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan masalah yang telah dirumuskan dan diidentifikasi, penelitian dan penulisan skripsi ini bertujuan untuk mengetahui kesimpulan secara praktik tentang ukuran panjang maksimal penggunaan jenis kabel UTP cat6 yang masih diperbolehkan ketika kabel tersebut digunakan untuk membuat konsep topologi *peer-to-peer* dengan hanya menghubungkan dua komputer secara langsung.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa Universitas Negeri Jakarta terkhusus jurusan Teknik Elektro yaitu, dapat menambah pengetahuan untuk mengetahui secara praktik kesimpulan yang dihasilkan dari peneliti tentang teori penggunaan jenis kabel UTP cat6 dengan panjang maksimal kabel yang masih diperbolehkan.
2. Bagi masyarakat umum, yaitu dapat membagikan dan mengaplikasikan ilmu elektronika dan telekomunikasi terkhusus masyarakat maupun perusahaan – perusahaan yang menggunakan kabel UTP cat6 sebagai media transmisi untuk jaringan LAN.
3. Bagi engineering, yaitu mengetahui ukuran panjang maksimal Kabel UTP cat6 yang masih dapat digunakan tanpa mengurangi efisiensi performansi jaringan LAN (*Local Area Network*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritik

2.1.1 Definisi Analisis

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) kata analisis diartikan sebagai (1) penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan, dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya (sebab-musabab, duduk perkaranya, dan sebagainya); (2) penguraian suatu pokok atas berbagai bagiannya dan penelaahan bagian itu sendiri serta hubungan antar bagian untuk memperoleh pengertian yang tepat dan pemahaman arti keseluruhan; (3) penyelidikan kimia dengan menguraikan sesuatu untuk mengetahui zat bagiannya dan sebagiannya; (4) penjabaran sesudah dikaji sebaik-baiknya; (5) pemecahan persoalan yang dimulai dengan dugaan akan kebenarannya.

Menurut (Sugiyono,2010:147) dalam penelitian kuantitatif, analisis data merupakan kegiatan setelah data dari seluruh responden atau sumber data lain terkumpul. Kegiatan dalam analisis data adalah mengelompokkan data berdasarkan variabel dan jenis responden, mentabulasi data berdasarkan variabel dari seluruh responden, menyajikan data tiap variabel yang diteliti, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah, dan melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis yang telah diajukan. Berdasarkan pengertian di atas disimpulkan bahwa analisis merupakan suatu kegiatan berfikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal tanda-tanda dari setiap komponen,

hubungan satu sama lain dan fungsi masing-masing dalam suatu keseluruhan yang terpadu.

2.1.2 Jaringan Komputer

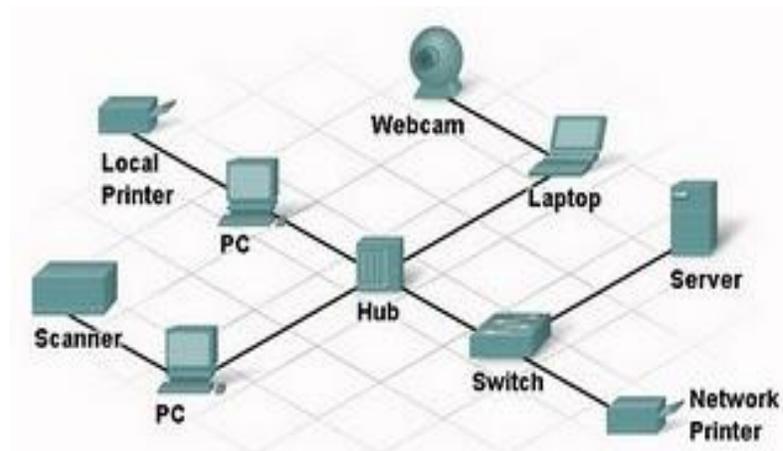
2.1.2.1 Pengertian Jaringan Komputer

Menurut (Wagito,2005:9) jaringan komputer (*computer network*) yang disebut secara singkat dengan jaringan adalah kumpulan komputer dan alat-alat lain yang saling dihubungkan bersama menggunakan media komunikasi tertentu. Informasi yang melintas sepanjang media komunikasi, memungkinkan pengguna jaringan untuk saling bertukar data atau menggunakan perangkat lunak maupun perangkat keras secara berbagi. Kumpulan komputer-komputer atau alat-alat lainnya yang terhubung pada jaringan disebut *node*. Komputer akan dapat terhubung melalui media transmisi seperti kabel, jaringan telepon, gelombang radio, satelit ataupun sinar *inframerah*. Untuk jenis jaringan yang berhubungan dengan luas area yang dicakup yaitu: LAN (*Local Area Network*), MAN (*Metropolitan Area Network*), WAN (*Wide Area Network*). Adanya jaringan komputer bertujuan untuk mencapai tujuannya untuk setiap bagian dari jaringan tersebut mampu meminta dan memberikan layanan (*service*). Pada jaringan komputer terdapat pihak yang meminta/mengirim layanan yang disebut sebagai peladen (*server*). Hal ini sering disebut sistem *client-server*, dan biasanya terdapat hampir seluruh aplikasi jaringan komputer menggunakannya.

Area jangkauan jaringan komputer dapat lebih diperluas dengan adanya peralatan tambahan diantaranya; *hub, bridge,switch,router* dan *gateway* sebagai

peralatan interkoneksinya. Adanya peralatan tambahan yang disebutkan, maka jaringan komputer dapat dijadikan lebih luas lagi .

Pada Gambar 2.1 dijelaskan jaringan komputer beserta bagian-bagian peralatan tambahan yang dapat dihubungkan :



Gambar 2. 1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer mempunyai pengaruh besar untuk perkembangan teknologi saat ini dan mempunyai manfaat diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Dapat saling berbagi *file* data antar komputer

Pengguna dapat saling berbagi *file* data dengan menggunakan media transmisi kabel maupun *wireless* dan dapat mengatur hal akses pada pengguna komputer ketika melakukan kegiatan berbagi data.

2. Para pengguna dapat tukar menukar data

Pengguna komputer dapat saling mengirim file dengan sesama *user* dengan cepat baik berupa data teks, suara, gambar maupun video dengan media transmisi kabel maupun *wireless*.

3. Memungkinkan dapat memakai printer secara bersamaan

Karena dapat menggunakan printer bersama-sama maka setiap komputer tidak diharuskan memiliki printer sehingga dapat menghemat biaya.

4. Penggunaan biaya lebih hemat

Adanya jaringan komputer yang menghubungkan semua peralatan *hardware* memungkinkan pekerjaan yang hanya membutuhkan satu peralatan saja.

5. Kualitas dan efisiensi kerja akan lebih meningkat

Pengiriman surat dapat digantikan dengan surat elektronik, dengan memanfaatkan jaringan yang terhubung hampir ke seluruh dunia dengan jaringan WAN.

6. *File* pada komputer yang terhubung jaringan mudah untuk dipelihara

Adanya jaminan keamanan data karena hanya berada di sisi *server* saja, pemeliharanya juga hanya di *server* sedangkan *client* hanya mengakses saja.

7. Dapat meningkatkan kinerja sistem

Pemeliharaan rutin dapat dilaksanakan berdasarkan waktu yang telah ditentukan, sehingga perawatannya pun dapat berjalan otomatis dengan penjadwalan dan kinerja sistem akan lebih baik.

2.1.2.2 Performansi Jaringan Komputer

Pengertian kinerja menurut Wibowo (2007:7) menyebutkan bahwa kinerja berasal dari kata *performance* yang berarti hasil pekerjaan atau prestasi kerja. Namun perlu dipahami bahwa kinerja itu bukan sekedar hasil pekerjaan atau prestasi kerja, tetapi juga mencakup bagaimana proses pekerjaan itu berlangsung. Performansi kinerja jaringan adalah tingkat pencapaian yang terukur mengenai seberapa baik

jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. Performansi jaringan merupakan salah satu hal penting yang harus dilakukan dalam mengelola suatu jaringan *wireless* maupun *wireline*. Performansi jaringan ini dapat memberikan informasi kepada operator mengenai operasi jaringan yang dimiliki dan untuk memberikan informasi mengenai kejanggalan / perubahan jaringan yang aneh. Dengan adanya performansi tersebut, masalah yang terjadi dapat segera dianalisa penyebabnya dan dapat diselesaikan sesuai dengan prosedur yang ada. Untuk mengetahui bagaimana performansi dari jaringan tersebut, diperlukan adanya proses monitoring jaringan secara berkala dapat digunakan sebagai analisa peningkatan jaringan sehingga antara operator dan customer sama – sama menikmati kepuasan akan layanan jaringan yang disediakan.

2.1.2.3 Parameter Uji Performansi Jaringan Komputer

Performansi jaringan dapat ditentukan dengan parameter QOS (*Quality of Service*) dengan menggunakan program *ping*. *Quality of Service* didefinisikan sebagai suatu pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. Berikut parameter/ tolak ukur mengenai performansi jaringan :

1. Latency

Waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket sampai pada tujuan disebut *latency*. *Latency* memiliki 3 komponen, yakni sebagai berikut : (Peterson dan Davie, 2007: 42)

1. Propagation Delay

Propagation delay adalah *delay* yang terjadi akibat melalui jarak antar pengirim dan penerima. Berikut persamaan *propagation delay* pada persamaan 2.1 (Kurose dan Ross, 2013: 37)

$$d_{prop} = \frac{d}{s} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : d_{prop} = *delay propagasi* (ms)

d = panjang kabel (meter)

s = kecepatan *link*, untuk tembaga = $2,3 \times 10^8$ m/s

2. Transmission Delay

Transmission delay adalah waktu yang diperlukan sebuah paket data untuk melintasi suatu media. *Transmission delay* ditentukan oleh kecepatan media dan besar paket data. Persamaan *transmission delay* pada persamaan 2.2. (Kurose dan Ross, 2013: 37)

$$d_{trans} = \frac{L}{R} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana : d_{trans} = *delay transmisi* (ms)

L = panjang paket (bit)

R = *bandwidth* (bit/sec)

3. Queuing Delay

Queuing delay disebabkan oleh waktu proses yang diperlukan oleh *router* didalam menangani antrian transmisi paket di sepanjang jaringan. (Kurose dan Ross, 2013: 37). Di antrian, paket mengalami *delay* antrian menunggu untuk ditransmisikan ke *link*. Panjang keterlambatan antrian paket tertentu akan tergantung pada jumlah

paket tiba sebelumnya yang masuk dalam antrian dan menunggu untuk transmisi ke *link*. Jika antrian kosong dan tidak ada paket lainnya saat ini sedang dikirim, maka *delay* paket antrian akan menjadi nol. Di sisi lain, jika lalu lintas berat dan banyak paket-paket lain juga sedang menunggu untuk ditransmisikan, *delay* antrian akan panjang. *Queuing delay* dinyatakan dalam *microseconds* sampai *milliseconds* dalam praktik.

Menurut (Peterson dan Davie, 2007: 42) dari ketiga jenis *delay* diatas, berikut adalah persamaan untuk *latency* yang ditunjukkan oleh persamaan 2.3 :

$$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} \dots\dots\dots(2.3)$$

Pada Tabel 2.1 menjelaskan kategori performansi *latency* mulai dari kategori “sangat bagus” hingga “buruk” yang bersumber dari THIPON.

Kategori Latency	Besar Delay
Sangat bagus	< 150 ms
Bagus	<250 ms
Sedang	< 350 ms
Buruk	< 450ms

Sumber : THIPON (ETSI,1999)

2. *Throughput*

Menurut Peterson dan Davic (2007:40) *Throughput* juga disebut *bandwidth*. *Throughput* adalah besarnya data sebenarnya yang dikirimkan per satuan waktu, *throughput* adalah kecepatan realistis suatu jaringan, sedangkan *bandwidth* adalah kecepatan teoritisnya. Berikut adalah persamaan 2.4 untuk menghitung *throughput*, (Peterson dan Davic,2007:47)

$$\text{Throughput} = \frac{\text{transfer size}}{\text{transfer time}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan : Throughput (ms)

Transfer size (byte)

Transfer time (ms)

Pada Tabel 2.2 menjelaskan kategori *throughput* sebagai salah satu parameter mengukur kualitas jaringan.

Tabel 2. 2 Kategori Performansi *Throughput*

	Category	Bandwidth/troughput
	Sangat bagus	100%
Troughput standart	Bagus	75 %
	Sedang	50
	Buruk	< 25%

Sumber : THIPON

Berikut adalah faktor-faktor yang mempengaruhi troughput :

1. Piranti jaringan
2. Tipe data yang ditransfer

3. Topologi jaringan
4. Banyaknya pengguna jaringan
5. Spesifikasi komputer client/user
6. Spesifikasi komputer server
7. Media transfer

3. *Packet loss*

Menurut (Sugeng, Intiyanto, Mustofa, & Ashari,2015:49) *packet loss* adalah kegagalan transmisi paket IP ke tempat tujuannya. Kemacetan paket disebabkan oleh berbagai kemungkinan, diantaranya:Kemacetan, disebabkan karena antrian yang berlebihan dalam jaringan

- a. Kemacetan, disebabkan karena antrian yang berlebihan di jaringan
- b. Node, bekerja melebihi kapasitas buffer
- c. Memori terbatas pada node
- d. Pemolisian atau kontrol jaringan untuk memastikan bahwa jumlah lalu lintas yang mengalir ke jumlah bandwidth, jika jumlah lalu lintas yang mengalir dalam jaringan melebihi kapasitas bandwidth, kontrol kepolisian akan menghapus kelebihan lalu lintas yang ada.

Berdasarkan Politeknik Telkom perhitungan untuk menemukan nilai *packet loss* menggunakan rumus dalam persamaan 2.5 seperti berikut;

$$\text{Packet Loss} = \frac{\text{paket dikirim} - \text{paket diterima (bit)}}{\text{paket dikirim (bit)}} \times 100 \text{ (\%)} \dots\dots\dots(2.5)$$

Nilai standar *packet loss* dapat dilihat di tabel di bawah. *Packet loss* terjadi ketika paket rusak dan dibuang, atau bila kapasitas komponen jaringan yang melebihi bata, yang menyebabkan paket yang akan dibuang. Paket dapat rusak ketika paket bergerak di seluruh jaringan area luas, atau ketika paket melintasi komponen jaringan seperti *router* dan *switch*. Jenis kerusakan terdeteksi dalam proses “*checksum*”. *Cheksum* adalah jumlah bit yang secara matematis dihitung oleh pengirim dan ditambahkan ke setiap paket. Penerima juga menghitung *checksum* dan membandingkan nilai yang dihitung dengan nilai diterima oleh paket. Selanjutnya pada Tabel 2.3 menjelaskan parameter ketiga untuk mengukur performansi jaringan yaitu *packet loss*.

Tabel 2. 3 Kategori Performansi *Packet Loss*

Kategori packet loss	Persentasi
Sangat bagus	0%
Bagus	3 %
Sedang	15%
Buruk	25%

Sumber : THIPON

2.1.2.4 Program PING (*Packet Internet Gopher*)

Menurut pendapat (Maheen,2006:46) ketersediaan jaringan dapat diuji oleh sumber PING tujuan dengan mengirim paket permintaan ICMP. Dengan menggunakan utilitas ini, dapat diuji apakah sebuah komputer terhubung dengan komputer lainnya. Hal ini dilakukan dengan mengirim sebuah paket kepada alamat IP yang hendak di ujicoba konektivitasnya dan menunggu respon darinya. Ping adalah

suatu perintah pada command prompt yang berfungsi untuk menguji jaringan terhubung atau tidak.

a. Fungsi PING

Kegunaan PING antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui status *up/down* komputer dalam jaringan

Untuk mengetahui apakah sebuah komputer *up/down* menggunakan perintah PING, jika komputer tersebut memberikan response terhadap perintah PING yang kita berikan maka dikatakan bahwa komputer tersebut up atau hidup.

2. Memonitor *availability* status komputer dalam jaringan

PING dapat digunakan sebagai tool monitoring availibilitas komputer dalam jaringan yang merupakan salah satu indikator kualitas jaringan yaitu dengan melakukan PING secara periodik pada komputer yang dituju. Semakin kecil *downtime*, semakin bagus kualitas jaringan tersebut.

3. Mengetahui responsifitas komunikasi sebuah jaringan

Besarnya nilai *delay* atau *latency* yang dilaporkan oleh PING menjadi indikasi seberapa responsif komunikasi terjadi dengan komputer yang dituju. Semakin besar nilai *delay* ini juga bisa digunakan sebagai indikator kualitas jaringan.

b. Keterangan Yang Muncul Pada Program PING

1. *Time*

Time pada sebuah paket PING mengindikasikan ketersediaan *bandwidth* yang disediakan untuk paket PING, jika *bandwidth* PING maka statistik dari *time*, akan semakin besar.

2. TTL (*Time To Live*)

Time To Live adalah sebuah ukuran yang menunjukkan identitas sebuah *host*, nilai PING dari *Windows* adalah 128, artinya jika TTL 128 sistem operasi yang digunakan adalah *Windows XP*.

3. *Bytes*

Secara *default* ukuran paket ICMP PING adalah 32 *bytes*, namun dapat diubah dengan memberikan opsi ukuran paket.

Beberapa perintah PING yang digunakan, diantaranya adalah :

1. ping -t : melakukan perintah ping ke *host* tujuan secara terus menerus sampai dihentikan. Misal ping-t192.168.0.18
2. ping -a : melakukan perintah ping dan mencari nama *host* dari komputer tujuan. Misal ping -a 202.149.86.20, maka akan muncul *hostname*, yaitu www.sat.net.id
3. ping -n (*count*) : perintah ini berfungsi untuk menentukan jumlah paket yang terkirim ke komputer target. Contoh penggunaan ping 192.168.1.254 -n 3. Ini berarti mengirimkan 3 paket ke komputer yang mempunyai *IP Address* 192.168.1.254, report yang dihasilkan akan berjumlah 3 baris.
4. ping -l (*size*) : perintah ini dimaksudkan untuk mengirim paket dengan ditentukan ukuran paket yang dikirimnya. Secara default paket yang terkirim 32 *bytes*. Contoh penggunaan ping 192.168.1.254 -l 1024. Ini berarti kita mengirimkan paket dengan ukuran 1024 *bytes* ke komputer yang dituju.

2.1.3 Topologi Jaringan

Berdasarkan pendapat (Wagito,2005:16) topologi jaringan dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Topologi *point to point* atau *peer to peer*

Topologi *point to point* adalah topologi yang menggambarkan bentuk hubungan antara dua komputer atau lebih tepatnya antara dua titik. Dua komputer tersebut dapat dihubungkan dengan dua cara berikut ini :

- a. Apabila jarak dua komputer tersebut tidak jauh, maka dapat dihubungkan dengan media transmisi kabel koaksial atau kabel UTP. Jarak terjauh dapat dicapai dari hubungan jaringan ini tergantung pada jenis media transmisi yang digunakan. Jika dua komputer tersebut dihubungkan dengan kabel UTP, maka harus dilakukan hubungan secara silang
- b. Apabila jarak dua komputer tersebut cukup jauh, maka hubungan dilakukan dengan menggunakan media transmisi kabel telepon, kabel serat optik atau gelombang elektromagnetik. Dalam hubungan ini, modem biasanya digunakan sebagai media penghubung.

2. Topologi bus linear

Dalam topologi *bus linear*, seluruh komputer dan peralatan dihubungkan pada suatu kabel linear. Berikut dijelaskan keuntungan dan kerugian penggunaan topologi bus linear.

Keuntungan topologi bus linear adalah sebagai berikut:

- a. Sangat mudah menghubungkan komputer dengan peralatan lainnya
- b. Tidak membutuhkan banyak kabel

Kerugian menggunakan topologi bus linear adalah sebagai berikut:

- a. Apabila salah satu sambungan outu, maka seluruh jaringan tidak akan beroperasi
- b. Perlunya terminator pada kedua ujung kabel utama
- c. Sulit untuk mengidentifikasi kesalahan apabila jaringan tidak bekerja keseluruhan
- d. Apabila dalam satu jaringan tunggal dalam bangunan besar tidak dianjurkan menggunakan topologi bus linear

3. Topologi cincin (*ring*)

Pada topologi cincin, peralatan dan komputer dihubungkan pada suatu kabel utama sedemikian, sehingga kabel utama yang digunakan membentuk suatu *ring*. Setiap ujung kabel utama saling dihubungkan, sehingga membentuk lingkaran tak terputus.

Keuntungan menggunakan topologi cincin adalah sebagai berikut:

- a. Apabila salah satu peralatan rusak, maka tidak akan mengganggu kerja jaringan karena setiap peralatan tidak dihubungkan langsung tetapi melewati bus

Kerugian yang akan timbul menggunakan topologi cincin adalah:

- a. Apabila kabel rusak, secara keseluruhan peralatan tidak akan berfungsi
- b. Sulit dalam pengelolaan

4. Topologi bintang (*star*)

Topologi dirancang agar komputer dan peralatan lain terhubung secara langsung pada suatu pusat jaringan berupa *hub* atau konsentrator. *Hub* bertindak sebagai pengelola

dan yang mengendalikan semua fungsi dalam jaringan dan sebagai repeater aliran data.

Keuntungan menggunakan topologi *star* adalah sebagai berikut:

- a. Mudah dalam hal instalasi serta pengkabelan
- b. Pada saat memasang peralatan atau[un melepas peralatan tidak akan mengalami gangguan
- c. Mudah untuk mendeteksi kesalahan
- d. Mudah untuk melepas peralatan

Kerugian jika menggunakan topologi *star* adalah sebagai berikut:

- a. Memerlukan kabel yang cukup panjang
- b. Apabila *hub* rusak, maka fungsi jaringan tidak akan bekerja
- c. Investasi cukup mahal karena membutuhkan peralatann *hub* atau konsentrator.

Protokol yang biasa digunakan pada topologi bintang ini adalah Ethernet atau *Local Talk*. *Token Ring* menggunakan topologi yang hampir mirip yang disebut *star-wired ring* (topologi *ring* dengan pengkabelan *star*).

5. Topologi pohon (*tree*)

Topologi pohon menggabungkan dua topologi seklaigus yaitu topologi *bus* linear dan topologi *star*. Topologi pohon meliputi beberapa kelompok konfigurasi *workstation* bertopologi *star* yang kemudiam dihubungkan dalam kabel utama sebagai *bus* linear.

Dalam topologi *tree* dimungkinkan melakukan perluasan jaringan secara mudah.

Keuntungan menggunakan topologi *tree* adalah sebagai berikut:

- a. Pengkabelannya *point to point* untuk setiap jaringan yang ada

b. Didukung oleh banyak faktor vendor perangkat keras dan pengukuran lunak

Kerugian topologi *tree* adalah sebagai berikut:

- a. Jumlah panjang total masing-masing bagian dibatasi oleh tipe pengkabelan yang digunakan
- b. Jika jalur utama putus, seluruh jaringan tidak bekerja
- c. Sulit dalam konfigurasi serta pengkabelannya.

2.1.4 Jaringan LAN (*Local Area Network*)

2.1.4.1 Pengertian Jaringan LAN (*Local Area Network*)

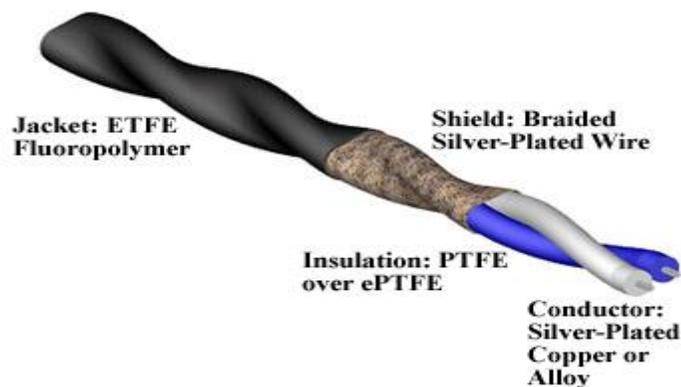
Menurut buku (Wagito,2005:9) LAN (*Local Area Network*) adalah suatu jaringan yang terbatas pada daerah yang relatif kecil, biasanya terbatas pada daerah geografi tertentu, seperti laboratorium, sekolah, kantor atau gedung. Meskipun demikian, perancangan LAN tidak cukup mudah, karena sebetulnya LAN dapat berisi sampai ratusan komputer yang harus dapat digunakan oleh ribuan pengguna. Dalam konfigurasi LAN tertentu, satu komputer dirancang sebagai *server*. *Server* menjalankan semua perangkat lunak yang digunakan untuk mengendalikan jaringan, serta menyimpan perangkat lunak yang dapat dipakai bersama oleh komputer-komputer yang dihubungkan pada jaringan. Suatu *server* merupakan hati dari jaringan dan *server* biasanya merupakan komputer berkecepatan tinggi dengan kapasitas memori RAM dan simpanan yang besar, dan dihubungkan dengan kartu jaringan yang cepat (*fast network interface*). Sistem operasi jaringan bekerja pada komputer *server* tersebut, bersama perangkat lunak aplikasi serta *file* data yang diperlukan.

Semua komputer yang terhubung ke *server* pada jaringan disebut dengan *workstation*. *Workstation* merupakan komputer standar yang dikonfigurasi menggunakan kartu jaringan, perangkat lunak jaringan dan kabel-kabel yang diperlukan untuk menghubungkan ke *server*. *Workstation* tidak selalu membutuhkan *floppy disk* atau *hardisk* sebab *file* dapat disimpan pada *server*. Umumnya LAN menggunakan media kabel untuk menghubungkan NIC (*Network Interface Card*) yang ada pada masing-masing komputer *workstation*.

2.1.5 Kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*)

2.1.5.1 Pengertian Kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*)

Menurut buku (Wagito,2005:40) jenis kabel UTP adalah kabel yang penggunaannya sangat luas untu jaringan komputer.



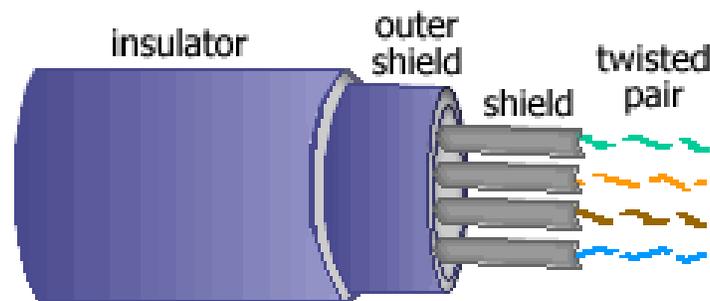
Gambar 2. 2 Kabel *Twisted Pair*

Gambar 2.2 menunjukkan bagaimana dua kawat bersama membentuk tipe kabel yang disebut *twistes pair* (TP). Kabel tersusun atas beberapa pasang kabel yang terbungkus oleh jaket. Pilin (*twist*) dalam pasangan kawat merupakan hal yang sangat

penting dari karakteristik elektrik kabel TP. Kabel UTP dibuat berpilin bertujuan untuk mengurangi sensitivitas kabel terhadap interferensi elektromagnetik dan pancaran jangkau isyarat radio. Penggunaan kabel TP untuk jaringan komputer lebih banyak disebabkan karena karakteristik kabel ini yang dapat mengurangi interferensi elektromagnetik dan emisi radio. Ada dua jenis kabel TP yang banyak digunakan dalam jaringan komputer yaitu:

- a. Kabel STP (*Shield Twisted Pair*)
- b. Kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*)

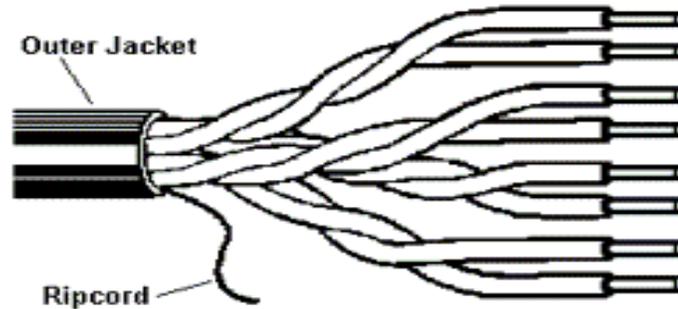
Kabel STP pernah digunakan untuk jaringan berkinerja tinggi seperti *Token Ring IBM* selama beberapa tahun. STP merupakan kabel standar untuk jaringan *Token Ring IBM* dan *Local Talk Apple*. Ilustrasi untuk kabel STP (*Shield Twisted Pair*) dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Kabel STP

Kabel STP sangat mahal dan ukurannya cukup besar, sehingga beberapa manufaktur peralatan jaringan mencurahkan perhatian dalam penelitian untuk menggunakan kabel UTP pada jaringan berkecepatan tinggi. Kabel UTP relatif lebih murah dibandingkan STP. Kabel UTP dapat digunakan untuk beberapa konfigurasi

jaringan *Token Ring*, Ethernet, dan *ARCNet*. Kabel UTP hampir mirip dengan kabel STP, akan tetapi tidak memiliki *shield*. Untuk ilustrasi kabel UTP dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2. 4 Kabel UTP

Pada standar jaringan *10Base-T* dan *100Base-TX* menentukan suatu konfigurasi jaringan Ethernet yang menggunakan kabel UTP. Perkembangan terakhir IBM dan beberapa *vendor* juga membangun peralatan jaringan yang dapat menggunakan kabel UTP untuk berkecepatan 16 *mega bit per second Token Ring*. Dalam kebanyakan kasus, kabel UTP diimplementasikan menggunakan konektor seperti RJ-11 (2 pasang) dan RJ-45 (4 pasang). Konektor modul telepon tidak mahal dan mudah untuk diinstal, sehingga dapat mengurangi biaya sistem pengkabelan UTP. Berikut ditampilkan Gambar 2.5 yang menunjukkan konektor RJ-45:



Gambar 2. 5 Konektor RJ-45

2.1.5.2 Jenis-Jenis Kabel UTP

Standar EIA/TIA 568 menjelaskan spesifikasi kabel UTP sebagai aturan dalam instalasi jaringan komputer. EIA/TIA menggunakan istilah kategori untuk membedakan beberapa tipe kabel UTP, berikut adalah kategori dari kabel UTP

1. *Category 1*

Kabel UTP *category 1* mentransmisikan data dengan kecepatan rendah. Biasanya digunakan untuk komunikasi telepon dan juga menghubungkan modem dengan line telepon. Kabel jenis *category 1* tidak cocok untuk transmisi data

2. *Category 2*

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer mencapai 4 MBps.

Kategori 2 sering digunakan untuk topologi token ring

3. *Category 3*

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer mencapai 10 Mbps

4. *Category 4*

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer 16 MBps

5. *Category 5*

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer mencapai 100 Mbps

6. *Category 5e (enchanced)*

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer mencapai 100 Mbps, dengan frekuensi 100 MHz

7. *Category 6*

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer mencapai 1000 Mbps, dengan frekuensi 250 MHz

8. Category 7

Mampu mentransmisikan data dengan kecepatan transfer mencapai 10 Gbps dengan frekuensi 600 MHz

Berdasarkan standart tersebut, ada 2 jenis penyusunan kabel UTP, yaitu *straight trough cable* dan *cross over cable* dimana urutan penyusunan warna kabelnya ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Straight Through Cable dan Cross Over Cable

1. Straight Trough Cable

Jenis kabel ini menggunakan standar yang sama antara ujung satu dengan ujung yang satunya lagi. Jika pada ujung pertama susunan yang kita pakai adalah EIA/TIA 568A, maka pada ujung yang kedua menggunakan susunan yang sama pula yaitu EIA/TIA 568A. Begitu juga bila salah satu ujungnya menggunakan susunan EIA/TIA 568B, maka ujung satunya menggunakan susunan yang sama. Jadi sederhana, pin 1 pada salah satu ujung akan terhubung dengan pin 1 pada ujung yang lainnya, lalu pin 2 akan terhubung dengan pin 2, dan seterusnya.

Contoh penggunaan kabel straight adalah sebagai berikut :

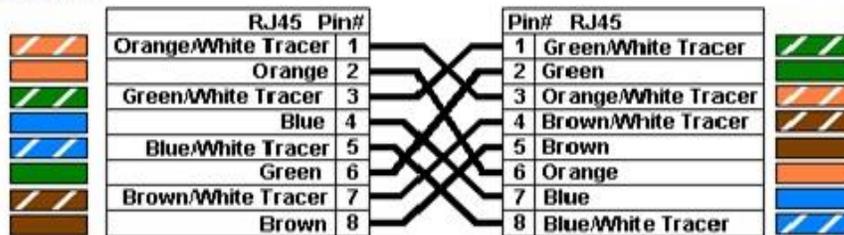
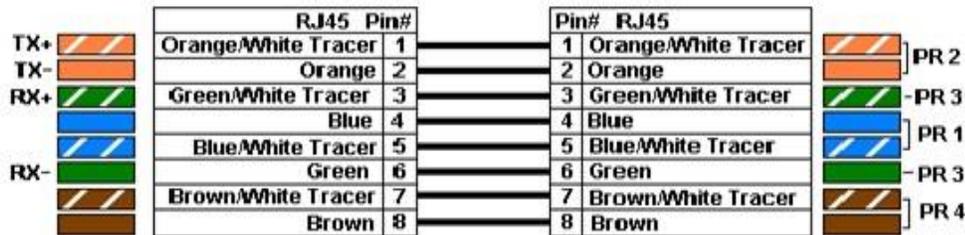
1. Menghubungkan antara komputer dengan LAN pada *modem cable*/DSL
2. Menghubungkan komputer dengan LAN pada *modem cable* /DSL
3. Menghubungkan router dengan LAN pada *modem cable* /DSL
4. Menghubungkan *switch* ke router
5. Menghubungkan hub ke router

Berikut adalah urutan kabel *straight* :

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Orange putih | 6. Hijau |
| 2. Orange | 8. Coklat putih |
| 3. Hijau putih | 8. coklat |
| 4. Biru | |
| 5. Biru putih | |

2. Kabel *cross over*

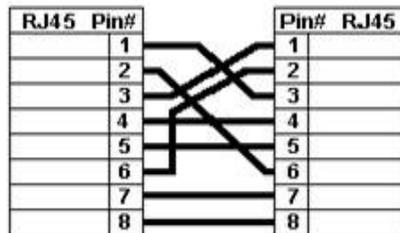
Contoh penggunaan kabel *cross over* diantaranya adalah menghubungkan 2 komputer secara langsung, menghubungkan 2 switch, menghubungkan 2 buah *hub* menghubungkan *switch* dengan *hub*, menghubungkan menghubungkan komputer dengan *router*. Untuk lebih mudahnya mengingat penyusunan warna kabel perhatikan Gambar 2.7



"B" is most recent

Common Ethernet Crossover Cables may only cross connect the Orange & Green pairs

2006.06.28



B&B MODELS:
C5UMB3FOR-CROSS
C5UMB7FOR-CROSS

Pins #4 & #5 and #7 & #8 connect without crossing for PoE devices using these for Power Over Ethernet

Gambar 2. 7 Urutan Warna Pemasangan Kabel UTP

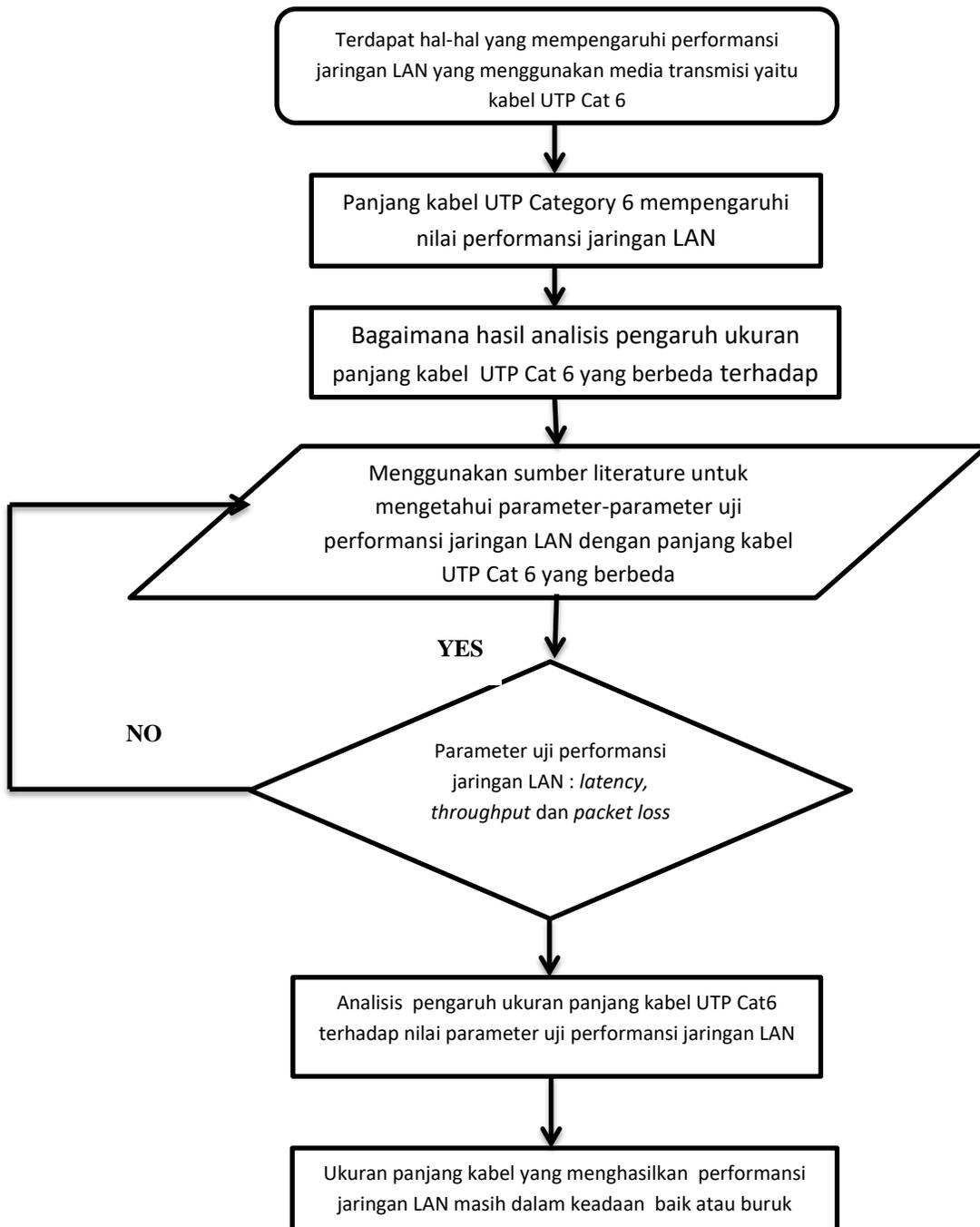
Cross cable biasa dipakai untuk koneksi dari PC to PC atau PC to Router, semua koneksi dari alat yang biasanya koneksi melalui switch atau hub tetapi dipasang secara langsung.

2.2 Kerangka Berpikir

Pengukuran uji performansi jaringan LAN dimana kabel UTP Cat6 sebagai media transmisi dilakukan dengan menggunakan dua komputer yang terhubung langsung (topologi *peer to peer*). Tipe pengkabelan yang digunakan adalah *crossover*. Dalam melakukan uji performansi jaringan LAN, terdapat tiga parameter yang diujikan antara lain : *latency*, *throughput*, dan *packet loss*. Untuk menghitung ketiga parameter tersebut digunakan program *ping* yang dijalankan pada sistem operasi Windows. Ketika program *ping* dijalankan, terdapat paket yang dipertukarkan antar komputer, lalu mendapat *reply* dari komputer lawan sehingga nilai *packet loss*, *latency* dan *throughput* dapat diketahui. Untuk kabel UTP Category 6 diberikan ukuran panjang kabel yang berbeda-beda, sehingga dihasilkan nilai *packet loss*, *latency* dan *packet loss* yang berbeda pula dan menghasilkan nilai yang akan dianalisa. Bagan dari kerangka berpikir penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 2.9 berikut adalah penjelasannya:

1. Terdapat hal-hal yang mempengaruhi performansi jaringan LAN menggunakan media transmisi kabel UTP Cat 6, diantaranya adalah paket dikirim, panjang kabel, dan *bandwidth*.
2. Panjang kabel UTP Cat 6 mempengaruhi nilai performansi jaringan LAN, yang akan dianalisa melalu parameter *packet loss*, *throughput* dan *latency*.
3. Bagaimana hasil analisis pengaruh ukuran panjang kabel UTP Cat 6 yang berbeda terhadap performansi jaringan LAN.
4. Setelah menggunakan sumber literature dan buku dihasilkan parameter-parameter uji performansi jaringan LAN diantaranya; *latency*, *packet loss* dan *throughput*.

5. Selanjutnya melakukan pengukuran dan menganalisis hasil tersebut untuk menentukan ukuran panjang kabel UTP cat 6 yang menghasilkan performansi jaringan LAN yang masih baik.



Gambar 2. 8 Kerangka Berpikir

2.3 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan standar EIA/TIA bahwa panjang maksimal kabel UTP adalah 100 meter agar didapat performansi jaringan yang baik. Akan tetapi, perkembangan tipe kabel UTP yang dibagi dalam beberapa kategori menunjukkan *bandwidth* yang semakin besar. Menurut pendapat (Nugroho & Kurniawan,2017:50) secara praktik, seharusnya dengan semakin tinggi *bandwidth* yang diberikan oleh sebuah NIC, disertai dengan penggunaan jenis kategori kabel UTP/STP, maka panjang maksimal kabel untuk menghubungkan antar komputer juga semakin bertambah. Maka hipotesis penelitian yang diperoleh penulis diduga bahwa panjang kabel UTP Cat 6 apabila melebihi 100 meter masih didapatkan performansi jaringan LAN yang baik. Untuk menguji kualitas jaringan LAN, maka peneliti menetapkan parameter QOS sebagai parameter pengujian diantaranya adalah *latency*, *packet loss* dan *throughput*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan peneliti untuk menguji hipotesis tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan panjang kabel UTP Cat6 yang akan digunakan dalam pengujian dimulai dari ukuran 300 meter dan akan dikurangi setiap selesai pengukuran hingga menghasilkan *packet loss* sebesar 0%.
2. Melakukan pengukuran performansi jaringan LAN pada ukuran panjang kabel UTP Cat 6 dengan menggunakan program *ping* yang dijalankan pada sistem operasi *windows*, dan mencatat nilai *packet loss* dan *latency*.
3. Menyimpulkan ukuran panjang maksimal kabel UTP Cat 6 dengan nilai performansi jaringan LAN yang masih dalam keadaan baik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Telkom Indonesia, Tbk Witel Jakarta Utara, STO Mangga Besar yang beralamat di Jalan Raya Mangga Besar No. 49 Jakarta Barat dan dengan waktu penelitian pada semester genap tahun akademik 2017/ 2018.

3.2 Metode Penelitian

Menurut (Sugiyono,2010:2) metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Jenis penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah penelitian deskriptif yaitu penelitian yang mengumpulkan data bertujuan menguji hipotesis peneliti dan menjawab pertanyaan penelitian mengenai status terakhir dari subjek penelitian. Sedangkan untuk jenis metode penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian kuantitatif. Berdasarkan pendapat (Sugiyono,2010:30) dalam penelitian kuantitatif, masalah yang dibawa peneliti harus sudah jelas. Data hasil analisis selanjutnya disajikan dan diberikan pembahasan serta penyajian data dapat menggunakan tabel, tabel distribusi, tabel distribusi frekuensi, grafik garis, grafik batang, *piechart*, dan *pictogram*.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dilakukan dalam analisis performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) menggunakan kabel UTP (*Unshiel Twisted Pair*) *category 6* adalah sebagai berikut :

3.3.1 Menentukan Nilai Standarisasi Performansi Jaringan LAN

Menentukan nilai standarisasi performansi jaringan sangat diperlukan agar kita mengetahui kualitas jaringan tersebut baik atau buruk. Berikut dijelaskan pada Tabel 3.1 standarisasi performansi jaringan LAN sebagai parameter QOS (*Quality of Service*):

Tabel 3. 1 Kategori Parameter *packet loss, latency dan throughput*

Parameter	Kategori	Nilai
Packet Loss (%)	Sangat bagus	0 %
	Bagus	3 %
	Sedang	15 %
	Buruk	25 %
Latency	Sangat bagus	< 150 ms
	Bagus	< 250 ms
	Sedang	< 350 ms
	Buruk	< 450 ms
Throughput	Sangat bagus	100 %
	Bagus	75%
	Sedang	50%
	Buruk	<25%

3.3.2 Menentukan Karakteristik Kabel UTP Cat6

Standarisasi kabel UTP ditunjukkan dalam Tabel 3.2 berikut :

Tabel 3. 2 Standart of Ethernet (IEEE and TIA/EIA)

Standart	Name	Transmission speed	Transmission medium	Year of publication
TIA/EIA 854	1000 BASE-TX	1000 Mbit/s	Twisted pair (Category 6)	2001

Untuk Tabel 3.3 menjelaskan karakteristik kabel UTP khusus *category 6* diatur oleh standar TIA/EIA 854 yang dipakai peneliti sebagai media transmisi.

Tabel 3. 3 Karakteristik Kabel UTP Category 6

KETERANGAN	Nilai
Jenis kabel UTP	Category 6
Bandwidth	1 Gbps
Frekuensi (max)	250 MHz
Jenis connector	RJ-45

3.3.3 Menentukan Parameter Jaringan LAN (*Local Area Network*)

Berikut adalah parameter pengujian performansi jaringan LAN :

1. *Latency*

$$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

latency (ms)

$$d_{trans} = \text{delay transmisi} = d_{trans} = \frac{L}{R} \dots \dots \dots (3.2)$$

$$d_{prop} = \text{delay propagasi} = d_{prop} = \frac{d}{v} \dots \dots \dots (3.3)$$

d_{queue} = delay queuing

2. *Packet loss*

$$Packet Loss = \frac{\text{paket dikirim} - \text{paket diterima (bit)}}{\text{paket dikirim (bit)}} \times 100 (\%) \dots \dots \dots (3.4)$$

3. *Throughput*

$$\text{Throughput} = \frac{\text{transfer size}}{\text{transfer time}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan : Throughput (bps)

Transfer size (bit)

Transfer time (s)

3.3.4 Perhitungan Parameter Kabel UTP Cat 6

Pada tabel 3.4 berikut ini menjelaskan rancangan pengukuran yang akan dilakukan oleh peneliti dengan parameter *latency*, *throughput* dan *packet loss* beserta jenis ukuran data.

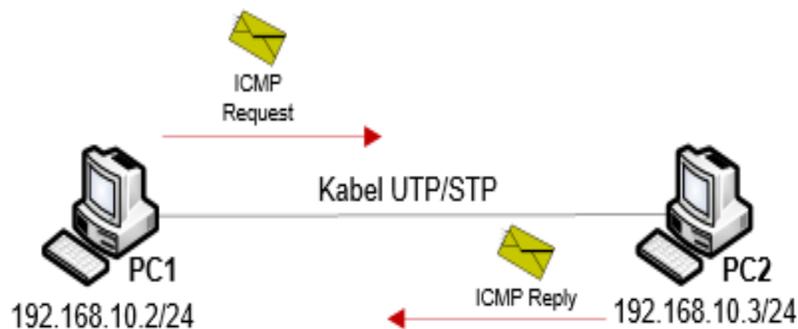
Tabel 3. 4 Rancangan Pengukuran dan Perhitungan Peformansi Jaringan LAN

Size Data (Bytes)	Panjang kabel (meter)	Latency (ms)	Throughput (Mbps)	Packet Loss (%)
2000 bytes 1500 bytes 1000 bytes 500 bytes	300			
	280			
	270			
	260			
	258			
	256			
	254			
	252			
	250			

Ukuran panjang kabel UTP Cat 6 akan diberhentikan ketika menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 0%, yang berarti bahwa paket yang dikirimkan akan diterima secara keseluruhan sehingga jaringan komputer dikatakan kategori “sangat bagus” sesuai dengan standar THIPON.

3.3.5 Mekanisme Pengukuran Performansi Jaringan LAN

Pengukuran performansi jaringan LAN ini menggunakan program *ping* dengan topologi jaringan *peer to peer* dan tipe pengkabelan yang digunakan adalah *crossover*. Ciri khusus dari konsep jaringan *peer to peer* adalah adanya hubungan langsung antara dua komputer, dimana media yang digunakan adalah kabel UTP Cat 6. Karena digunakan topologi jaringan *peer to peer*, maka trafik data hanya berasal dari dua komputer yang saling terhubung. Pada skenario pengujian jaringan tidak diberikan trafik pengganggu dari komputer lain. Berikut adalah Gambar 3.1 topologi jaringan yang digunakan pada saat proses pengujian:



Gambar 3. 1 Perencanaan Topologi Jaringan

Gambar 3.1 menjelaskan konsep perencanaan topologi jaringan untuk proses uji performansi, dimana parameter yang digunakan adalah *latency*, *throughput* dan *packet loss*. Pengujian performansi dilakukan dengan menggunakan program *ping* yang dijalankan pada sistem operasi *windows* pada *Command Prompt*. Ketika program *ping* dijalankan, sebenarnya terdapat paket yang dipertukarkan antar komputer yaitu paket ICMP (*Internet Control Message Protocol*). Terdapat komputer

yang memulai untuk mengirimkan paket ICMP yang dinamakan paket ICMP *Request*. Sedangkan komputer yang menerima paket ICMP *Request* akan memberikan balasan berupa pengiriman paket ICMP *Reply*.

Sebelum program *ping* bisa digunakan, masing-masing komputer diberikan alamat IP. Pada proses perencanaan jaringan, masing-masing komputer diberikan alamat IP

Berikut Tabel 3.5 menjelaskan pengalamatan IP untuk masing-masing komputer.

Tabel 3. 5 Pengalamatan IP Address

Komputer	Alamat IP	Subnet Mask
PC1	192.168.10.2	255. 255.255.0
PC2	192.168.10.3	255. 255.255.0

Paket data yang dikirim pada proses pengujian yaitu sebesar 2000 *bytes*, 1500 *bytes*, 1000 *bytes* dan 500 *bytes* yang dikirimkan sebanyak 50 kali.

Pada sistem operasi *windows*, program *ping* muncul pada jendela terminal seperti

Gambar 3.2 berikut :

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=16d9 time=1.361ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=16da time=1.324ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=16db time=1.211ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=16dc time=1.271ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=16dd time=1.460ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=16de time=1.168ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=16df time=1.392ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0% loss) in 24.508615 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.168 / 1.323 / 1.884 / 0.101
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.097, rcvd=2.097

```

Gambar 3. 2 Tampilan Program Ping

Ketika alamat IP dari komputer tujuan diinput, maka muncul statistik dari *latency* dan jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman paket *ICMP Request*. Dari hasil keluaran, untuk menghitung nilai *latency* bisa dilihat dari nilai RTT (*Round Trip Time*). RTT disini adalah waktu tempuh bolak-balik, artinya parameter yang dituliskan mengacu pada pengiriman paket dari komputer pengirim ke komputer penerima, kemudian paket dikirim kembali dari komputer penerima ke pengirim. Waktu tempuh RTT dapat diartikan sebagai istilah *latency*. Selain ditemukan *latency*, juga bisa ditemukan nilai dari *packet loss*. Setelah diketahui nilai *latency*, kemudian akan dicocokkan dengan standar nilai *latency* yang dikeluarkan oleh THIPON. Menurut standarisasi nilai *latency* yang dikeluarkan oleh THIPON, *latency* dapat dikatakan baik jika nilai *latency* tersebut tidak lebih dari 250 ms. Pada proses penelitian, pengambilan data akan didasarkan pada acuan nilai *latency*. Kategori nilai *latency* yang digunakan yaitu dibawah nilai 250 ms, atau dalam kategori “bagus”. Serta nilai *packet loss* juga didapat dari hasil *nge-ping*, apabila semua data terkirim maka akan dihasilkan nilai *packet loss* 0% dan dikatakan kategori “bagus”. Pengukuran akan berhenti ketika didapatkan ukuran panjang kabel UTP Cat 6 yang menghasilkan nilai *packet loss* sebesar 0%, yang artinya bahwa paket yang dikirimkan telah diterima secara keseluruhan oleh komputer penerima.

3.3.6 Membandingkan Hasil Pengukuran dan Perhitungan dengan Standarisasi

Membandingkan nilai ketiga parameter performansi jaringan *packet loss*, *latency* dan *throughput* dari hasil perhitungan dan pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan dari hasil perhitungan terhadap

hasil pengukuran. Apabila hasil pengukuran sangat jauh berbeda dari hasil pengukuran perlu diperhatikan hal-hal yang dapat menyebabkan kondisi tersebut.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang akan digunakan dalam penelitian yaitu program *ping* yang dijalankan pada sistem operasi *windows* sebagai alat untuk melakukan uji performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) menggunakan kabel UTP Cat6. Ketika program *ping* dijalankan, terdapat paket yang dipertukarkan antar komputer yaitu paket ICMP (*Internet Control Message Protocol*). Komputer yang mengirimkan paket ICMP, paket tersebut dinamakan sebagai paket ICMP *request* dan penerima paket ICMP *request* akan memberikan balasan paket yang disebut paket ICMP *reply*.

3.5 Prosedur Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan adalah dengan menggunakan prosedur sebagai berikut :

1. Studi literatur mengenai kabel UTP dan berbagai parameter performansi jaringan LAN (*Local Area Network*).
2. Menentukan parameter performansi jaringan LAN yang akan diuji.
3. Menentukan standarisasi yang menyatakan jaringan dalam keadaan sangat bagus hingga sangat buruk.
4. Menentukan panjang kabel UTP Cat6 yang akan digunakan dalam pengujian.

5. Melakukan pengukuran performansi jaringan LAN pada ukuran panjang kabel UTP Cat 6 yang berbeda-beda dengan menggunakan program *ping* yang dijalankan pada sistem operasi *windows* .
6. Membandingkan nilai parameter performansi jaringan berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan terhadap ukuran panjang kabel UTP Cat 6 yang berbeda-beda.
7. Menyimpulkan hasil dari pengukuran dan perhitungan, berapa panjang kabel UTP Cat 6 yang menunjukkan performansi jaringan LAN dalam keadaan baik maupun buruk.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data, penelitian ini menggunakan metode observasi dimana meliputi pencarian sumber literature serta mendeskripsikannya kemudian melakukan pengumpulan data dan mengolah data. Adapun data-data yang digunakan dalam menyusun skripsi ini, yaitu berupa data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara langsung, atau dengan kata lain data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pengukuran performansi jaringan LAN di tempat penelitian menggunakan ukuran panjang kabel UTP Cat 6 yang berbeda dengan program *ping* yang dijalankan pada sistem operasi *windows*.

2. Data Sekunder

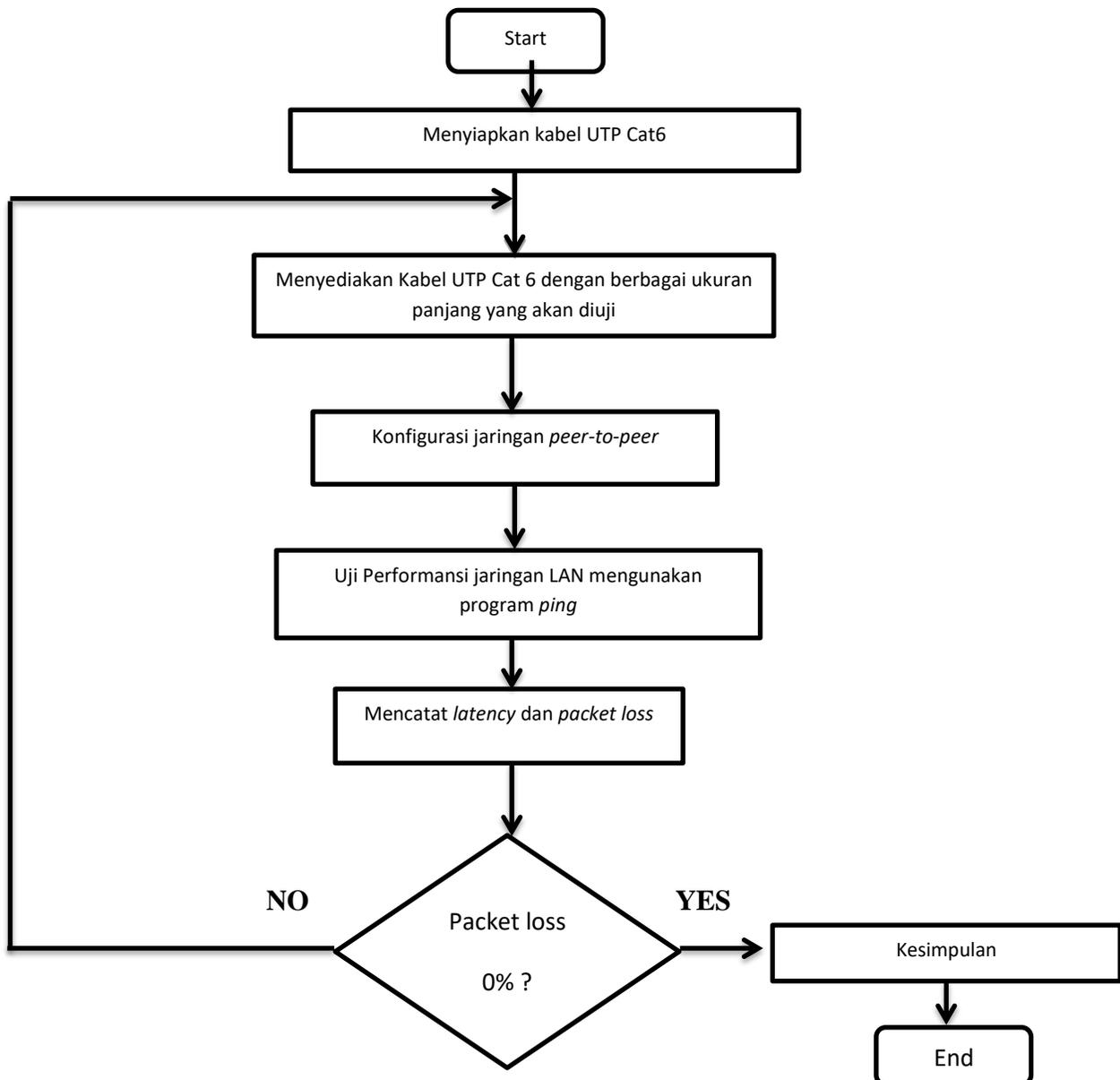
Data sekunder adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan secara tidak langsung. Peneliti menggunakan berbagai sumber literature yang sudah ada seperti buku, jurnal, datasheet dan sebagainya. Data tersebut meliputi parameter-parameter performansi jaringan LAN, parameter panjang kabel UTP Cat 6, dan standarisasi kabel UTP Cat 6 sebagai media transmisinya.

3.7 Alur Penelitian

Pada Gambar 3.3 alur penelitian, berikut adalah penjelasan untuk setiap blok:

1. Start, menjelaskan bahwa peneliti dengan seluruh perlengkapan penelitian yang dibutuhkan telah tersedia dan siap dilakukan penelitian
2. Menyiapkan kabel UTP Cat 6, menjelaskan bahwa peneliti menyiapkan media transmisi pengujian yaitu kabel UTP Category 6
3. Menyediakan kabel UTP Cat 6 dengan berbagai ukuran panjang yang akan diuji, menjelaskan bahwa ukuran kabel UTP Cat 6 dimulai dengan pengukuran panjang kabel 300 meter dan akan dikurang untuk pengukuran selanjutnya.
4. Konfigurasi jaringan *peer to peer*, menjelaskan untuk menghubungkan 2 komputer secara langsung dengan media transmisi penghubung adalah kabel UTP Cat 6
5. Uji performansi jaringan LAN menggunakan program *ping*, menjelaskan untuk melakukan pengukuran performansi jaringan menggunakan program *ping* yang ada pada sistem operasi *windows*.

6. Mencatat *latency* dan *packet loss* hingga blok *end*, menjelaskan bahwa setelah melakukan pengukuran, akan terlihat nilai *packet loss* dan *latency* pada program *ping*, apabila *packet loss* 0% maka pengukuran akan berhenti dan membuat kesimpulan.



Gambar 3. 3 Alur Penelitian

3.8 Teknik Analisis Data

Berdasarkan pendapat (Sugiyono,2010:243) dalam penelitian kuantitatif, teknik analisis data yang digunakan sudah jelas, yaitu diarahkan untuk menjawab rumusan masalah atau menguji hipotesis yang telah dirumuskan dalam proposal. Pada penelitian ini data yang dihasilkan dari praktik langsung menggunakan alat bantu akan dibuktikan menggunakan perhitungan teori yang didapat dari beberapa sumber literature. Sumber literature yang didapat akan menjadi acuan sebelum melakukan perhitungan langsung agar dapat diprediksi nilai yang seharusnya. Teknik analisis data yang digunakan adalah statistik deskriptif yaitu menjelaskan hasil penelitian. Pada penelitian ini, data yang diperoleh berupa data primer dan data sekunder yang kemudian diolah menjadi acuan dasar untuk menganalisis parameter – parameter yang mempengaruhi performansi jaringan LAN. Nilai dari performansi jaringan LAN yang dihasilkan merupakan data primer dari hasil pengukuran menggunakan program *ping* dan sekunder dari data berupa sumber literatur yang komprehensif.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Bab ini menjelaskan hasil analisis data pengukuran dan perhitungan parameter performansi jaringan terhadap ukuran panjang kabel UTP Cat6 yang berbeda-beda dengan ukuran data yang berbeda pula. Hasil penelitian berupa parameter- parameter performansi jaringan LAN (*Local Area Network*). Berikut hasil penelitian yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut:

4.1.1 Hasil Pengukuran Performansi Jaringan LAN (*Local Area Network*)

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran *Latency*

Panjang Kabel (meter)	Latency (ms)			
	2000 bytes	1500 bytes	1000 bytes	500 bytes
300	1,809	1,456	1,189	1,165
280	1,800	1,447	1,180	1,161
270	1,796	1,443	1,176	1,156
260	1,792	1,439	1,172	1,152
258	1,792	1,439	1,172	1,148
256	1,790	1,437	1,170	1,147
254	1,789	1,436	1,169	1,146
252	1,780	1,436	1,168	1,144
250	1,787	1,434	1,167	1,143

Keterangan: untuk hasil bentuk pengukuran ada di lampiran

Pada Tabel 4.2 di bawah ini menampilkan hasil pengukuran untuk nilai *packet loss* untuk setiap ukuran panjang kabel dan ukuran data yang berbeda pula.

Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran *Packet Loss*

Panjang Kabel (meter)	Packet Loss (%)			
	2000 byte	1500 byte	1000 byte	500 byte
300	31	31	31	30
280	22	22	22	21
270	16	13	13	10
260	8	6	6	6
258	1	1	1	1
256	0	0	0	0
254	0	0	0	0
252	0	0	0	0
250	0	0	0	0

Untuk hasil bentuk pengukuran ada di lampiran

4.1.2 Hasil Perhitungan Performansi Jaringan LAN (*Local Area Network*)

Untuk hasil perhitungan *latency* ditunjukkan pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan *Latency*

Panjang Kabel (meter)	Latency (ms)			
	2000 bytes	1500 bytes	1000 bytes	500 bytes
300	1,730	1,330	0,930	0,530
280	1,721	1,321	0,921	0,521
270	1,717	1,317	0,917	0,517
260	1,713	1,313	0,913	0,513
258	1,712	1,312	0,912	0,512
256	1,711	1,311	0,911	0,511
254	1,710	1,310	0,910	0,510
252	1,709	1,309	0,909	0,509
250	1,787	1,308	0,908	0,508

Keterangan : untuk perhitungan *latency* ada pada lampiran

Pada Tabel 4.4 di bawah ini menampilkan hasil perhitungan untuk nilai *packet loss* untuk setiap ukuran panjang kabel dan ukuran data yang berbeda pula.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan *Packet Loss*

Panjang Kabel (meter)	Packet Loss (%)			
	2000 byte	1500 byte	1000 byte	500 byte
300	31	31	31	30
280	22	22	22	21
270	16	13	13	10
260	8	6	6	6
258	1	1	1	1
256	0	0	0	0
254	0	0	0	0
252	0	0	0	0
250	0	0	0	0

Pada Tabel 4.5 di bawah ini menampilkan hasil pengukuran untuk nilai *throughput* untuk setiap ukuran panjang kabel dan ukuran data yang berbeda pula.

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Throughput

Panjang Kabel (meter)	Throughput (Mbps)			
	2000 byte	1500 byte	1000 byte	500 byte
300	8,84	8,24	6,728	3,433
280	8,88	8,29	6,779	3,445
270	8,9	8,31	6,802	3,460
260	8,92	8,33	6,825	3,472
258	8,92	8,33	6,825	3,484
256	8,93	8,35	6,837	3,487
254	8,94	8,35	6,843	3,490
252	8,98	8,356	6,984	3,496
250	8,95	8,36	6,855	3,499

Keterangan : untuk perhitungan *latency* ada pada lampiran

Pada Tabel 4.6 di bawah ini menampilkan hasil perhitungan untuk nilai *throughput* untuk setiap ukuran panjang kabel dan ukuran data yang berbeda pula.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Throughput

Panjang Kabel (meter)	Throughput (Mbps)			
	2000 byte	1500 byte	1000 byte	500 byte
300	9,24	9,77	8,602	7,547
280	9,29	9,08	8,686	7,667
270	9,31	9,11	8,724	7,736
260	9,34	9,13	8,762	7,797
258	9,345	9,08	8,771	7,812
256	9,351	9,15	8,781	7,827
254	9,356	9,160	8,791	7,843
252	9,362	9,167	8,880	7,858
250	8,953	9,17	8,810	7,874

4.1.3 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Berikut adalah hasil perbandingan pengukuran dan perhitungan dari parameter performansi jaringan yaitu *packet loss*, *latency* dan *throughput*.

Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Size	Panjang kabel (meter)	Latency (ms)		Throughput (Mbps)		Packet Loss (%)
		Perhitungan	Pengukuran	Perhitungan	Pengukuran	
2000 bytes	300	1,730	1,809	9,4	8,84	31
	280	1,721	1,800	9,29	8,88	22
	270	1,717	1,796	9,31	8,90	16
	260	1,713	1,792	9,34	8,92	8
	258	1,712	1,792	9,345	8,92	1
	256	1,711	1,790	9,351	8,93	0
	254	1,710	1,789	9,356	8,94	0
	252	1,709	1,780	9,362	8,98	0
	250	1,787	1,787	8,953	8,95	0

1500 bytes	300	1,330	1,456	9,77	8,24	31
	280	1,321	1,447	9,08	8,29	22
	270	1,317	1,443	9,11	8,31	13
	260	1,313	1,439	9,08	8,33	6
	258	1,312	1,439	9,08	8,33	1
	256	1,311	1,437	9,150	8,35	0
	254	1,310	1,436	9,160	8,350	0
	252	1,309	1,436	9,167	8,356	0
	250	1,308	1,434	9,17	8,36	0

Size	Panjang kabel (meter)	Latency (ms)		Throughput (Mbps)		Packet Loss (%)
		Perhitungan	Pengukuran	Perhitungan	Pengukuran	
1000 bytes	300	0,930	1,189	8,602	6,728	31
	280	0,921	1,180	8,682	6,779	21
	270	0,917	1,176	8,724	6,802	13
	260	0,913	1,172	8,762	6,825	6
	258	0,912	1,172	8,771	6,825	1
	256	0,911	1,170	8,781	6,837	0
	254	0,910	1,169	8,791	6,843	0
	252	0,909	1,168	8,800	6,984	0
	250	0,908	1,167	8,810	6,855	0

Size	Panjang kabel (meter)	Latency (ms)		Throughput (Mbps)		Packet Loss (%)
		Perhitungan	Pengukuran	Perhitungan	Pengukuran	
500 bytes	300	0,530	1,165	7,547	3,433	30
	280	0,521	1,161	7,677	3,445	21
	270	0,517	1,156	7,736	3,460	10
	260	0,513	1,152	7,797	3,472	6
	258	0,512	1,148	7,812	3,484	1
	256	0,511	1,147	7,827	3,487	0
	254	0,510	1,146	7,843	3,490	0
	252	0,509	1,144	7,858	3,496	0
	250	0,508	1,143	7,874	3,499	0

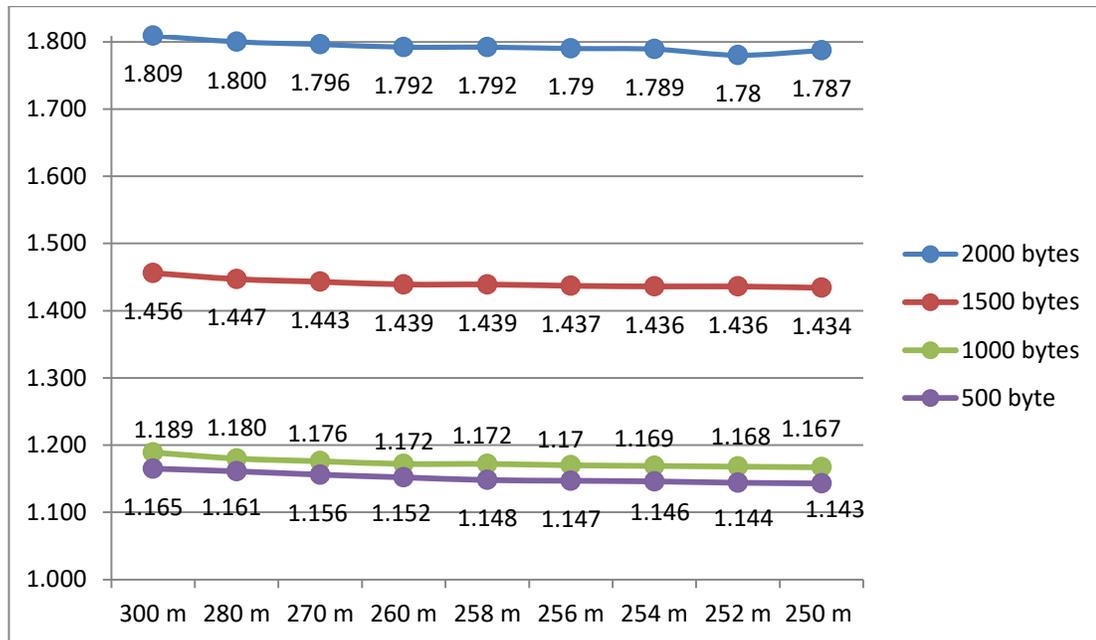
4.2 Pembahasan

4.2.1 Analisis Hasil *Packet Loss*

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan didapatkan nilai *packet loss*. Pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.4 terlihat nilai *packet loss* pada panjang kabel 256 meter hingga 250 meter pada tiap ukuran data menghasilkan *packet loss* sebesar 0%. Mengacu pada standar THIPON, bahwa performansi jaringan dengan nilai *packet loss* sebesar 0% dikategorikan “sangat bagus”. Hal ini berarti bahwa pada panjang kabel 256 meter kondisi jaringan masih sangat bagus dengan topologi *peer to peer* atau menghubungkan 2 komputer secara langsung, bahwa keseluruhan paket yang dikirim sebanyak 50 kali diterima secara keseluruhan dan tidak ada paket yang hilang. Untuk panjang kabel 260 meter juga terlihat untuk setiap ukuran data menghasilkan *packet loss* sebesar 1%, kondisi jaringan pada saat ini masih dikategorikan “sangat bagus”. Begitu juga dengan panjang kabel 270 meter hingga 300 meter sudah terdapat paket yang hilang. Sementara pengujian hanya menggunakan 2 komputer, pada ukuran 260 meter sudah terdapat paket yang hilang. Seperti diketahui, bahwa penggunaan jaringan LAN biasanya terdapat di kantor-kantor yaitu penggunaan jaringan komputer lebih dari 2 komputer. Untuk itu, panjang maksimal kabel UTP cat6 yang lebih bagus adalah 256 meter.

4.2.2 Analisis Hasil *Latency*

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Tabel 4.3 dihasilkan nilai *latency* dari setiap ukuran data kirim yang berbeda-beda. Berikut ditampilkan Gambar 4.2 grafik garis hasil pengukuran dari *latency*.

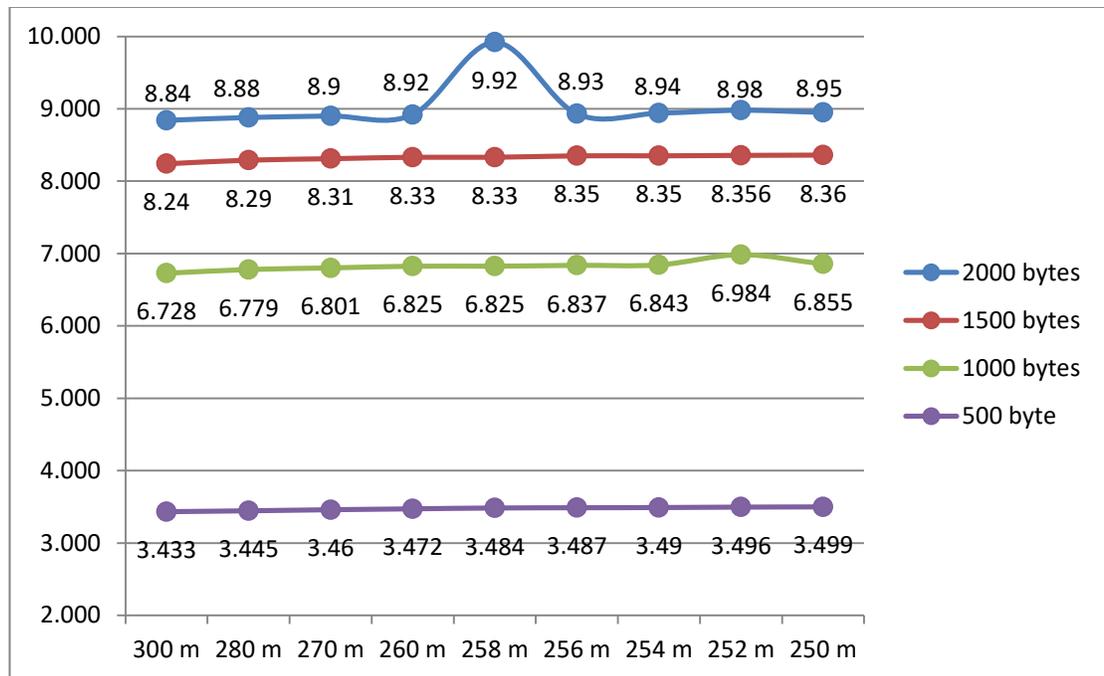


Gambar 4. 1 Grafik Latency

Terlihat bahwa *latency* terhadap panjang kabel, semakin kecil ukuran kabel semakin kecil pula *latency* yang didapatkan. Grafik menunjukkan penurunan ketika ukuran kabel semakin kecil. Terhadap ukuran data yang dikirimkan, semakin besar ukuran data yang dikirimkan semakin besar pula *latency* yang didapatkan. Untuk hasil *latency* terbesar yang didapatkan yaitu 1,809 ms pada panjang kabel 300 meter dengan ukuran data 2000 *bytes*. Sesuai standar THIPON, jaringan pada kondisi ini dikategorikan “sangat bagus” dimana *latency* sesuai standar THIPON bahwa *latency* < 150 ms dikategorikan “sangat bagus”.

4.2.3 Analisis Hasil *Throughput*

Berdasarkan tabel 4.5 terlihat perbandingan *throughput* untuk hasil pengukuran dan perhitungan. Berikut adalah Gambar 4.2 grafik garis *throughput* hasil pengukuran untuk setiap besar data kirim yang berbeda.



Gambar 4. 2 Grafik Throughput

Terlihat dari Gambar 4.2 bahwa semakin kecil ukuran kabel UTP cat6, semakin besar nilai *throughput* yang didapatkan. Serta dihasilkan bahwa pada grafik terlihat semakin besar ukuran data yang dikirimkan semakin besar pula nilai *throughput* yang dihasilkan, akan tetapi berbanding terbalik dengan *latency*. Grafik menunjukkan kenaikan pada grafik ketika panjang kabel semakin kecil serta terlihat juga bahwa semakin besar ukuran data yang dikirim semakin besar pula nilai *throughput* yang dihasilkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari pengujian performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) dengan menggunakan kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*) *Category 6* (Cat6) diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Bahwa ukuran panjang maksimal kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*) *category 6* yang masih dapat digunakan dengan tetap menunjang efisiensi performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) yang baik adalah 256 meter dengan menggunakan topologi *peer to peer* atau menghubungkan dua komputer secara langsung
2. Analisis hasil praktik bahwa semakin pendek ukuran panjang kabel UTP (*Unshield Twisted Pair*) *category 6*, semakin berkurang juga nilai *packet loss* maupun *latency*. Panjang maksimal kabel UTP cat6 yaitu 256 meter diperoleh *packet loss* sebesar 0% artinya paket yang dikirim telah diterima secara keseluruhan.
3. Bahwa besar ukuran data yang dikirimkan mempengaruhi performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) apabila semakin besar ukuran data yang dikirimkan akan menghasilkan *latency* yang semakin besar dan *throughput* yang semakin besar pula. Seiring semakin kecilnya ukuran panjang kabel, semakin besar pula *throughput* yang dihasilkan.

5.2 Saran

Sebaiknya sebelum melakukan pengukuran performansi jaringan LAN (*Local Area Network*) menggunakan media transmisi kabel *Unshield Twisted Pair* (UTP) *Category 6* adalah memperhatikan urutan warna kabel dan memasang dengan benar urutan warna tersebut pada *connector* RJ-45, sesuai dengan kebutuhan penggunaan apakah jenis *straight* atau *cross* karena apabila salah pemasangan akan mempengaruhi kinerja dari kabel UTP tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [FT] Fakultas Teknik.2015. *Buku Panduan Penyusunan Skripsi Dan Non Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- ETSI. (1999). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (THIPON).General Aspects of Quality of Service (QOS)*. France: European Telecommunications Standards Institute 2000.
- James F.Kurose dan Keith W. Ross. (2013). *Computer Networking A Top-Down Approach*. Ed ke-6. USA: Pearson Education, Inc.
- Larry L Peterson dan Bruce S. Davie. (2007). *Computer Networks A System Approach*. Ed ke-5. San Fransisco: Morgan Kaufman.
- Mahmud, A. F., & Abdallah, M. I. (2008). *Performance Testing on Twisted Pair Cables. Journal of Computer Systems, Networks, and Communication*.
- Nugroho, K., & Oktaviani, W .(2016). *Pengukuran Unjuk Kerja Jaringan pada Penggunaan Kabel UTP dan STP. Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2016*.
- Sugiyono. (2010). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tim Cisco. (2009). *CCNA Exploration 4.0 Network Fundamentals*. USA: Cisco Sytem,Inc.
- Wagito.(2005). *Jaringan Komputer Teori dan Implementasi Berbasis Linux*. Yogyakarta: Gava Media.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 300 meter

The figure consists of four screenshots of Windows Command Prompt windows, each showing the results of a network test. The windows are titled "Administrator: Command Prompt".

Top-Left Screenshot: Shows test results for 32 cable IDs (seq=0020 to seq=0032). Summary statistics: Packets: sent=50, rcvd=34.5, error=31, lost=15.5 (31.0% loss) in 24.504736 sec. RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.144 / 1.809 / 10.811 / 1.593. Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.137, rcvd=4.137.

Top-Right Screenshot: Shows test results for 32 cable IDs (seq=0020 to seq=0032). Summary statistics: Packets: sent=50, rcvd=34.5, error=31, lost=15.5 (31.0% loss) in 24.515854 sec. RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.921 / 1.456 / 2.370 / 0.204. Bandwidth in kbytes/sec: sent=3.116, rcvd=3.116.

Bottom-Left Screenshot: Shows test results for 32 cable IDs (seq=0020 to seq=0032). Summary statistics: Packets: sent=50, rcvd=34.5, error=31, lost=15.5 (31.0% loss) in 24.515854 sec. RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.921 / 1.189 / 6.370 / 0.137. Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.096, rcvd=2.096.

Bottom-Right Screenshot: Shows test results for 32 cable IDs (seq=0020 to seq=0032). Summary statistics: Packets: sent=50, rcvd=34.5, error=31, lost=15.5 (31.0% loss) in 24.515854 sec. RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.927 / 1.165 / 1.831 / 0.115. Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.076, rcvd=1.076.

Lampiran 2 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 280 meter

```
Administrator: Command Prompt

From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=39, error=22, lost=11 (22.0%) in 24.515439 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.140 / 1.800 / 10.211 / 1.593
Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.137, rcvd=4.137

C:\>
```

```
Administrator: Command Prompt

From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.328ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=39, error=22, lost=11 (22.0%) in 24.516116 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.293 / 1.447 / 2.370 / 0.2044
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.137, rcvd=2.137

C:\>
```

```
Administrator: Command Prompt

From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=39, error=22, lost=11 (22.0%) in 24.515851 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.101 / 1.180 / 2.370 / 0.134
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.114 rcvd=2.114

C:\>
```

```
Administrator: Command Prompt

From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=39.5, error=21, lost=10.5 (21.0%) in 24.515434 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.034 / 1.161 / 2.370 / 0.134
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.114 rcvd=2.1146

C:\>
```

Lampiran 3 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 270 meter

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=42, error=16, lost=8 (16.0%) in 24.5105736 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.144/ 1.796 / 10.811 / 1.593
Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.137 rcvd=4.137

C:\>

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.328ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=43.5, error=13, lost=6.5 (13.0%) in 24.516116 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.224/ 1.443 / 2.370 / 0.204
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.872 rcvd=2.872

C:\>

```

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=43.5, error=13, lost=6.5 (13.0%) in 24.515854 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.921/ 1.176 / 1.985 / 0.134
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.096 rcvd=2.096

C:\>

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=45, error=10, lost=5 (10.0%) in 24.515434 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.989/ 1.156 / 1.078 / 0.112
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.072 rcvd=1.0725

C:\>

```

Lampiran 4 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 260 meter

The figure displays four screenshots of Windows Command Prompt windows, each showing the results of a network test performed on a UTP Cat 6 cable at a length of 260 meters. The tests are conducted from the IP address 192.168.10.3 to various destination IDs. Each screenshot includes a list of individual test results and a summary of overall performance metrics.

Test 1 (Top Left): Shows 32 individual test results with sequence numbers from 0020 to 0032 and IDs from 65d1 to 65e3. Summary: Packets: sent=50, rcvd=46, error=8, lost=4 (8.0%) in 24.505699 sec; RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.140/ 1.792 / 10.809 / 0.066; Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.120 rcvd=4.120.

Test 2 (Top Right): Shows 32 individual test results with sequence numbers from 0020 to 0032 and IDs from 60ae to 60c0. Summary: Packets: sent=50, rcvd=47, error=6, lost=3 (6.0%) in 24.515424 sec; RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.043/ 1.152 / 1.098 / 0.1125; Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.071 rcvd=1.071.

Test 3 (Bottom Left): Shows 32 individual test results with sequence numbers from 0020 to 0032 and IDs from 6385 to 6397. Summary: Packets: sent=50, rcvd=47, error=6, lost=3 (6.0%) in 24.516216 sec; RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.263/ 1.439 / 2.257 / 0.211; Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.472 rcvd=1.472.

Test 4 (Bottom Right): Shows 32 individual test results with sequence numbers from 0020 to 0032 and IDs from 6079 to 608b. Summary: Packets: sent=50, rcvd=47, error=6, lost=3 (6.0%) in 24.515853 sec; RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.176/ 1.172 / 2.002 / 1.593; Bandwidth in kbytes/sec: sent=3.116 rcvd=3.116.

Lampiran 5 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 258 meter

```
Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=49.5, error=1, lost=0.5 (1.0%) in 24.516110 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.002/ 1.439 / 2.258 / 0.206
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.324 rcvd=2.324_
C:\>
```

```
Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=49.5, error=1, lost=0.5 (1.0%) in 24.515840 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.226/ 1.172 / 2.762 / 1.555
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.221 rcvd=2.221
C:\>
```

```
Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=49.5, error=1, lost=0.5 (1.0%) in 24.505690 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.139 / 1.792 / 10.806 / 0.167
Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.110 rcvd=4.110_
C:\>
```

```
Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=49.5, error=1, lost=0.5 (1.0%) in 24.515410 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.002/ 1.148 / 2.030 / 1.144
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.024 rcvd=1.02476
C:\>
```

Lampiran 6 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 256 meter

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.505500 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.130 / 1.792 / 10.804 / 0.697
Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.100 rcvd=4.100

C:\>

```

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.328ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=0, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.516100 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.902 / 1.437 / 2.275 / 0.209
Bandwidth in kbytes/sec: sent=3.116 rcvd=3.116

C:\>

```

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515854 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.937 / 1.170 / 1.762 / 1.500
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.190 rcvd=2.190

C:\>

```

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515399 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.097 / 1.147 / 2.132 / 1.152
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.112 rcvd=1.112

C:\>

```

Lampiran 7 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 254 meter

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.505680 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.130 / 1.789 / 10.802 / 0.217
Bandwidth in kbytes/sec: sent=4.090 rcvd=4.090

C:\>
  
```

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.288ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=0, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.516209 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.892/ 1.436 / 2.265/ 0.206
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.747 rcvd=2.747

C:\>
  
```

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515864 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.807/ 1.169 / 2.762 / 1.490
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.188 rcvd=2.188

C:\>
  
```

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515380 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.894/ 1.146 / 1.997 / 1.143
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.115 rcvd=1.115

C:\>
  
```

Lampiran 8 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 252 meter

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515764 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.812/ 1.168 / 3.762 / 1.487
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.909 rcvd=1.909

C:\>

Administrator: Command Prompt
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.328ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.277ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
from 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=0, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.516106 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.901/ 1.436 / 2.263/ 0.210
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.096 rcvd=2.096

C:\>

```

```

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.505660 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.112 / 1.780 / 10.700 / 1.213
Bandwidth in kbytes/sec: sent=3.776 rcvd=3.776

C:\>

Administrator: Command Prompt
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515370 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.101/ 1.144 / 1.067 / 1.144
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.120 rcvd=1.120

C:\>

```

Lampiran 9 Hasil Pengukuran Kabel UTP Cat 6 pada 250 meter

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0020 TTL=128 ID=65d1 time=5.044ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0021 TTL=128 ID=65d2 time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0022 TTL=128 ID=65d3 time=1.282ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0023 TTL=128 ID=65d4 time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0024 TTL=128 ID=65d5 time=1.144ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0025 TTL=128 ID=65d6 time=1.290ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0026 TTL=128 ID=65d7 time=1.307ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0027 TTL=128 ID=65d8 time=1.289ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0028 TTL=128 ID=65d9 time=1.275ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0029 TTL=128 ID=65da time=1.302ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002a TTL=128 ID=65db time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002b TTL=128 ID=65dc time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002c TTL=128 ID=65dd time=1.246ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002d TTL=128 ID=65de time=1.238ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002e TTL=128 ID=65df time=1.340ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=002f TTL=128 ID=65e0 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0030 TTL=128 ID=65e1 time=1.249ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0031 TTL=128 ID=65e2 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=2028 seq=0032 TTL=128 ID=65e3 time=1.280ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.505560 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 1.089 / 1.787 / 10.030 / 2.134
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.133 rcvd=2.133

C:\>

```

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0020 TTL=128 ID=6385 time=1.322ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0021 TTL=128 ID=6386 time=1.311ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0022 TTL=128 ID=6387 time=1.320ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0023 TTL=128 ID=6388 time=1.335ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0024 TTL=128 ID=6389 time=1.278ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0025 TTL=128 ID=638a time=2.257ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0026 TTL=128 ID=638b time=1.315ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0027 TTL=128 ID=638c time=1.280ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0028 TTL=128 ID=638d time=1.293ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0029 TTL=128 ID=638e time=1.270ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002a TTL=128 ID=638f time=1.296ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002b TTL=128 ID=6390 time=1.328ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002c TTL=128 ID=6391 time=1.297ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002d TTL=128 ID=6392 time=1.283ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002e TTL=128 ID=6393 time=1.313ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=002f TTL=128 ID=6394 time=1.277ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0030 TTL=128 ID=6395 time=1.285ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0031 TTL=128 ID=6396 time=1.305ms
From 192.168.10.3: bytes=1528 seq=0032 TTL=128 ID=6397 time=1.263ms

Packets: sent=50, rcvd=0, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.51614 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.801/ 1.434 / 2.260/ 0.209
Bandwidth in kbytes/sec: sent=2.080 rcvd=2.080

C:\>

```

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0020 TTL=128 ID=6079 time=0.960ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0021 TTL=128 ID=607a time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0022 TTL=128 ID=607b time=1.101ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0023 TTL=128 ID=607c time=0.921ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0024 TTL=128 ID=607d time=1.095ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0025 TTL=128 ID=607e time=1.069ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0026 TTL=128 ID=607f time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0027 TTL=128 ID=6080 time=1.019ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0028 TTL=128 ID=6081 time=1.116ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0029 TTL=128 ID=6082 time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002a TTL=128 ID=6083 time=0.995ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002b TTL=128 ID=6084 time=1.072ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002c TTL=128 ID=6085 time=1.079ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002d TTL=128 ID=6086 time=1.049ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002e TTL=128 ID=6087 time=1.071ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=002f TTL=128 ID=6088 time=1.064ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0030 TTL=128 ID=6089 time=1.099ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0031 TTL=128 ID=608a time=1.018ms
From 192.168.10.3: bytes=1028 seq=0032 TTL=128 ID=608b time=1.058ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515664 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.810/ 1.167 / 1.962 / 1.487
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.870 rcvd=1.870

C:\>

```

Administrator: Command Prompt

```

From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0020 TTL=128 ID=60ae time=1.045ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0021 TTL=128 ID=60af time=1.075ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0022 TTL=128 ID=60b0 time=0.937ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0023 TTL=128 ID=60b1 time=1.078ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0024 TTL=128 ID=60b2 time=1.088ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0025 TTL=128 ID=60b3 time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0026 TTL=128 ID=60b4 time=1.039ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0027 TTL=128 ID=60b5 time=0.979ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0028 TTL=128 ID=60b6 time=1.036ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0029 TTL=128 ID=60b7 time=1.046ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002a TTL=128 ID=60b8 time=1.022ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002b TTL=128 ID=60b9 time=1.043ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002c TTL=128 ID=60ba time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002d TTL=128 ID=60bb time=1.034ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002e TTL=128 ID=60bc time=1.020ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=002f TTL=128 ID=60bd time=0.993ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0030 TTL=128 ID=60be time=1.040ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0031 TTL=128 ID=60bf time=1.005ms
From 192.168.10.3: bytes=528 seq=0032 TTL=128 ID=60c0 time=1.040ms

Packets: sent=50, rcvd=50, error=0, lost=0 (0.0%) in 24.515360 sec
RTTs in ms: min/avg/max/dev: 0.100/ 1.143 / 2.101 / 1.144
Bandwidth in kbytes/sec: sent=1.150 rcvd=1.150

C:\>

```

Lampiran 10 Hasil Perhitungan Latency

Diketahui :

Bandwidth kabel UTP Cat 6 = 1 Gbps = 10^9 bps

Paket yang dikirim = 500 bytes, 1000 bytes, bytes, 2000 bytes

Paket dikirim sebanyak 50 kali

Kecepatan link (kabel tembaga) = $2,3 \times 10^8$ m/s

Size	Panjang Kabel (meter)	Latency (ms)	Round Trip Time
2000 bytes	300	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{300 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01730 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01730 \text{ ms} \times 50 = 0,865 \text{ ms}$	RTT = $0,865 \times 2 = 1,730$
	280	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{280 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01721 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01721 \text{ ms} \times 50 = 0,8605 \text{ ms}$	RTT = $0,8605 \times 2 = 1,721$
	270	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{270 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01717 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01717 \text{ ms} \times 50 = 0,8585 \text{ ms}$	RTT = $0,8585 \times 2 = 1,717$

2000 bytes	260	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{260 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01713 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01713 \text{ ms} \times 50 = 0,8565 \text{ ms}$	RTT = 0,8565 × 2 = 1,713
	258	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{258 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01712 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01712 \text{ ms} \times 50 = 0,856 \text{ ms}$	RTT = 0,856 × 2 = 1,712
	256	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{256 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01711 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01711 \text{ ms} \times 50 = 0,8555 \text{ ms}$	RTT = 0,8555 × 2 = 1,711
	254	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{254 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01710 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01710 \text{ ms} \times 50 = 0,855 \text{ ms}$	RTT = 0,855 × 2 = 1,710
	252	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{252 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01709 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01709 \text{ ms} \times 50 = 0,8545 \text{ ms}$	RTT = 0,8545 × 2 = 1,709
	250	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{16000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{250 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01787 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0.01787 \text{ ms} \times 50 = 0,8935 \text{ ms}$	RTT = 0,8935 × 2 = 1,787

1500 bytes	300	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{300 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01330 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0,01330 \text{ ms} \times 50 = 0,665 \text{ ms}$	RTT = 0,665 × 2 = 1,330
	280	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{280 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01321 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0,01321 \text{ ms} \times 50 = 0,6605 \text{ ms}$	RTT = 0,6605 × 2 = 1,321
	270	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{270 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01317 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0,01317 \text{ ms} \times 50 = 0,6585 \text{ ms}$	RTT = 0,6585 × 2 = 1,317
	260	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{260 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01313 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0,01313 \text{ ms} \times 50 = 0,6565 \text{ ms}$	RTT = 0,6565 × 2 = 1,313
	258	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{258 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01312 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0,01312 \text{ ms} \times 50 = 0,656 \text{ ms}$	RTT = 0,656 × 2 = 1,312
1500 bytes	256	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{256 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01311 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{\text{Latency}} = \Sigma_{\text{Latency}1} + \Sigma_{\text{Latency}2} + \dots + \Sigma_{\text{Latency}-n}$ $\Sigma_{\text{Latency}} = 0,01311 \text{ ms} \times 50 = 0,6555 \text{ ms}$	RTT = 0,6555 × 2 = 1,311
	254	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{254 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01310 \text{ ms}$	RTT = 0,655 × 2 = 1,310

		Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.01310 \text{ ms} \times 50 = 0,655 \text{ ms}$	
	252	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{252 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01309 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.01309 \text{ ms} \times 50 = 0,6545 \text{ ms}$	RTT = 0,6545 × 2 = 1,309
	250	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{12000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{250 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,01308 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.01308 \text{ ms} \times 50 = 0,654 \text{ ms}$	RTT = 0,654 × 2 = 1,308
1000 bytes	300	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{300 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00930 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00930 \text{ ms} \times 50 = 0,465 \text{ ms}$	RTT = 0,465 × 2 = 0,930
	280	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{280 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00921 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00921 \text{ ms} \times 50 = 0,4605 \text{ ms}$	RTT = 0,4605 × 2 = 0,921
	270	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{280 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00917 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00917 \text{ ms} \times 50 = 0,4585 \text{ ms}$	RTT = 0,4585 × 2 = 0,917
	260	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{260 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00913 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali	RTT = 0,4565 × 2 = 0,913

		$\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00913 \text{ ms} \times 50 = 0,4565 \text{ ms}$	
1000 bytes	258	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{258 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00912 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00912 \text{ ms} \times 50 = 0,456 \text{ ms}$	RTT = 0,456 × 2 = 0,912
	256	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{256 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00911 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00911 \text{ ms} \times 50 = 0,4555 \text{ ms}$	RTT = 0,4555 × 2 = 0,911
	254	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{254 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00910 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00910 \text{ ms} \times 50 = 0,455 \text{ ms}$	RTT = 0,455 × 2 = 0,910
	252	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{252 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00909 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00909 \text{ ms} \times 50 = 0,4545 \text{ ms}$	RTT = 0,4545 × 2 = 0,909
	250	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{8000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{250 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00908 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00908 \text{ ms} \times 50 = 0,454 \text{ ms}$	RTT = 0,454 × 2 = 0,908
	300	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{300 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00530 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali	RTT = 0,265 × 2 = 0,530

500 bytes		$\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00530 \text{ ms} \times 50 = 0,265 \text{ ms}$	
	280	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{280 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00521 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00521 \text{ ms} \times 50 = 0,2605 \text{ ms}$	RTT = 0,2605 × 2 = 0,521
	270	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{270 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00517 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00517 \text{ ms} \times 50 = 0,2585 \text{ ms}$	RTT = 0,2585 × 2 = 0,517
	260	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{260 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00513 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00513 \text{ ms} \times 50 = 0,2565 \text{ ms}$	RTT = 0,2565 × 2 = 0,513
	258	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{258 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00512 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00512 \text{ ms} \times 50 = 0,256 \text{ ms}$	RTT = 0,256 × 2 = 0,512
	256	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{256 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00511 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00511 \text{ ms} \times 50 = 0,2555 \text{ ms}$	RTT = 0,2555 × 2 = 0,511
	254	$Latency = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{254 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00510 \text{ ms}$ Paket dikirim sebanyak 50 kali $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0.00510 \text{ ms} \times 50 = 0,255 \text{ ms}$	RTT = 0,255 × 2 = 0,510

500 bytes	252	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{252 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00509 \text{ ms}$ <p>Paket dikirim sebanyak 50 kali</p> $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0,00509 \text{ ms} \times 50 = 0,2545 \text{ ms}$	RTT = 0,2545 × 2 = 0,509
	250	$\text{Latency} = d_{trans} + d_{prop} + d_{queue} = \frac{4000 \text{ bit}}{1 \text{ Gbps}} + \frac{250 \text{ m}}{2,3 \times 10^8} + 0 = 0,00508 \text{ ms}$ <p>Paket dikirim sebanyak 50 kali</p> $\Sigma_{Latency} = \Sigma_{Latency1} + \Sigma_{Latency2} + \dots + \Sigma_{Latency-n}$ $\Sigma_{Latency} = 0,00508 \text{ ms} \times 50 = 0,254 \text{ ms}$	RTT = 0,254 × 2 = 0,508

Lampiran 11 Hasil Perhitungan Packet Loss

Size Data	Panjang kabel (meter)	Packet Loss (%)
2000 bytes	300	Packet Loss = $\frac{50-34.5}{50} \times 100\% = 31 \%$
	280	Packet Loss = $\frac{50-39}{50} \times 100\% = 22 \%$
	270	Packet Loss = $\frac{50-42}{50} \times 100\% = 16 \%$
	260	Packet Loss = $\frac{50-46}{50} \times 100\% = 8 \%$
	258	Packet Loss = $\frac{50-49.5}{50} \times 100\% = 1 \%$
	256	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0 \%$
	254	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0 \%$
	252	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0 \%$
	250	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0 \%$

1500 bytes	300	Packet Loss = $\frac{50-34.5}{50} \times 100\% = 31\%$
	280	Packet Loss = $\frac{50-39}{50} \times 100\% = 22\%$
	270	Packet Loss = $\frac{50-43.5}{50} \times 100\% = 13\%$
	260	Packet Loss = $\frac{50-47}{50} \times 100\% = 6\%$
	258	Packet Loss = $\frac{50-49.5}{50} \times 100\% = 1\%$
	256	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	254	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	252	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	250	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
1000 bytes	300	Packet Loss = $\frac{50-34.5}{50} \times 100\% = 31\%$
	280	Packet Loss = $\frac{50-39}{50} \times 100\% = 22\%$
	270	Packet Loss = $\frac{50-43.5}{50} \times 100\% = 13\%$
	260	Packet Loss = $\frac{50-47}{50} \times 100\% = 6\%$
	258	Packet Loss = $\frac{50-49.5}{50} \times 100\% = 1\%$
	256	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	254	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	252	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	250	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
500 bytes	300	Packet Loss = $\frac{50-35}{50} \times 100\% = 30\%$

	280	Packet Loss = $\frac{50-39.5}{50} \times 100\% = 21\%$
	270	Packet Loss = $\frac{50-45}{50} \times 100\% = 10\%$
	260	Packet Loss = $\frac{50-47}{50} \times 100\% = 6\%$
	258	Packet Loss = $\frac{50-49.5}{50} \times 100\% = 1\%$
	256	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	254	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	252	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$
	250	Packet Loss = $\frac{50-50}{50} \times 100\% = 0\%$

Lampiran 12 Hasil Perhitungan dan Pengukuran Throughput

Size Data	Panjang Kabel (meter)	Throughput (Mbps)	
		Perhitungan	Pengukuran
2000 bytes	300	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,730 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,730 \text{ ms}} = 0,0094 \times 10^9 = 9,24$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,809 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,809 \text{ ms}} = 0,00884 \times 10^9 = 8,84$
	280	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,721 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,721 \text{ ms}} = 0,00939 \times 10^9 = 9,29$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,8 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,8 \text{ ms}} = 0,00888 \times 10^9 = 8,88$
	270	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,717 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,717 \text{ ms}} = 0,00931 \times 10^9 = 9,31$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,796 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,796 \text{ ms}} = 0,0089 \times 10^9 = 8,9$
	260	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,713 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,713 \text{ ms}} = 0,00934 \times 10^9 = 9,34$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,792 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,792 \text{ ms}} = 0,00892 \times 10^9 = 8,92$
	258	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,712 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,712 \text{ ms}} = 0,009345 \times 10^9 = 9,345$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,792 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,792 \text{ ms}} = 0,00892 \times 10^9 = 8,92$

	256	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,711 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,711 \text{ ms}} = 0,009351 \times 10^9 = 9,351$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,790 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,790 \text{ ms}} = 0,00893 \times 10^9 = 8,93$
	254	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,710 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,710 \text{ ms}} = 0,009356 \times 10^9 = 9,356$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,789 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,789 \text{ ms}} = 0,00894 \times 10^9 = 8,94$
	252	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,709 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,709 \text{ ms}} = 0,009362 \times 10^9 = 9,362$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,780 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,780 \text{ ms}} = 0,00898 \times 10^9 = 8,98$
	250	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,787 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,787 \text{ ms}} = 0,008953 \times 10^9 = 8,953$	$Th = \frac{2000 \text{ byte}}{1,787 \text{ ms}} = \frac{16000 \text{ bit}}{1,787 \text{ ms}} = 0,00895 \times 10^9 = 8,95$

Size	Panjang Kabel (meter)	Throughput (Mbps)	
		Perhitungan	Pengukuran
1500 bytes	300	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,330 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,330 \text{ ms}} = 0,00977 \times 10^9 = 9,77$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,456 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,456 \text{ ms}} = 0,00824 \times 10^9 = 8,24$
	280	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,321 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,321 \text{ ms}} = 0,00908 \times 10^9 = 9,08$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,447 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,447 \text{ ms}} = 0,00829 \times 10^9 = 8,29$
	270	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,317 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,317 \text{ ms}} = 0,00911 \times 10^9 = 9,11$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,443 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,443 \text{ ms}} = 0,00831 \times 10^9 = 8,31$
	260	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,313 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,313 \text{ ms}} = 0,00913 \times 10^9 = 9,13$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,439 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,439 \text{ ms}} = 0,00833 \times 10^9 = 8,33$
	258	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,312 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,312 \text{ ms}} = 0,00908 \times 10^9 = 9,08$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,439 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,439 \text{ ms}} = 0,00833 \times 10^9 = 8,33$
	256	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,311 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,311 \text{ ms}} = 0,00915 \times 10^9 = 9,15$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,437 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,437 \text{ ms}} = 0,00835 \times 10^9 = 8,35$
	254	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,310 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,310 \text{ ms}} = 0,009160 \times 10^9 = 9,160$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,437 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,437 \text{ ms}} = 0,00835 \times 10^9 = 8,35$
	252	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,309 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,309 \text{ ms}} = 0,009167 \times 10^9 = 9,167$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,436 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,436 \text{ ms}} = 0,008356 \times 10^9 = 8,356$
	250	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,308 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,308 \text{ ms}} = 0,00917 \times 10^9 = 9,17$	$Th = \frac{1500 \text{ byte}}{1,434 \text{ ms}} = \frac{12000 \text{ bit}}{1,434 \text{ ms}} = 0,00836 \times 10^9 = 8,36$

Size	Panjang Kabel	Throughput (Mbps)
------	---------------	-------------------

	(meter)	Perhitungan	Pengukuran
1000 bytes	300	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,930 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,930 \text{ ms}} = 0,008602 \times 10^9 = 8,602$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,189 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,189 \text{ ms}} = 0,006728 \times 10^9 = 6,728$
	280	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,921 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,921 \text{ ms}} = 0,008686 \times 10^9 = 8,686$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,180 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,180 \text{ ms}} = 0,006779 \times 10^9 = 6,779$
	270	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,917 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,917 \text{ ms}} = 0,008724 \times 10^9 = 8,724$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,176 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,176 \text{ ms}} = 0,006802 \times 10^9 = 6,802$
	260	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,913 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,913 \text{ ms}} = 0,008762 \times 10^9 = 8,762$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,172 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,172 \text{ ms}} = 0,006825 \times 10^9 = 6,825$
	258	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,912 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,912 \text{ ms}} = 0,008771 \times 10^9 = 8,771$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,172 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,172 \text{ ms}} = 0,006825 \times 10^9 = 6,825$
	256	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,911 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,911 \text{ ms}} = 0,008781 \times 10^9 = 8,781$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,170 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,170 \text{ ms}} = 0,006837 \times 10^9 = 6,837$
	254	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,910 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,910 \text{ ms}} = 0,008791 \times 10^9 = 8,791$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,169 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,169 \text{ ms}} = 0,006843 \times 10^9 = 6,843$
	252	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,909 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,930 \text{ ms}} = 0,008800 \times 10^9 = 8,880$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,168 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,168 \text{ ms}} = 0,006984 \times 10^9 = 6,984$
	250	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{0,908 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{0,908 \text{ ms}} = 0,008810 \times 10^9 = 8,810$	$Th = \frac{1000 \text{ byte}}{1,167 \text{ ms}} = \frac{8000 \text{ bit}}{1,167 \text{ ms}} = 0,006855 \times 10^9 = 6,855$

Size	Panjang Kabel (meter)	Throughput (Mbps)	
		Perhitungan	Pengukuran
	300	$Th = \frac{500 \text{ byte}}{0,530 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,530 \text{ ms}} = 0,007547 \times 10^9 = 7,547$	$Th = \frac{500 \text{ byte}}{1,165 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,165 \text{ ms}} = 0,003433 \times 10^9 = 3,433$
	280	$Th = \frac{500 \text{ byte}}{0,521 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,521 \text{ ms}} = 0,007677 \times 10^9 = 7,677$	$Th = \frac{500 \text{ byte}}{1,161 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,161 \text{ ms}} = 0,003445 \times 10^9 = 3,445$
	270	$Th = \frac{500 \text{ byte}}{0,517 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,517 \text{ ms}} = 0,007736 \times 10^9 = 7,736$	$Th = \frac{500 \text{ byte}}{1,156 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,156 \text{ ms}} = 0,003460 \times 10^9 = 3,460$

500 bytes	260	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{0,513 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,513 \text{ ms}} = 0,007797 \times 10^9 = 7,797$	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{1,152 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,152 \text{ ms}} = 0,003472 \times 10^9 = 3,472$
	258	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{0,512 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,530 \text{ ms}} = 0,007812 \times 10^9 = 7,812$	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{1,148 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,148 \text{ ms}} = 0,003484 \times 10^9 = 3,484$
	256	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{0,511 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,511 \text{ ms}} = 0,007827 \times 10^9 = 7,827$	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{1,147 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,147 \text{ ms}} = 0,003487 \times 10^9 = 3,487$
	254	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{0,510 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,510 \text{ ms}} = 0,007843 \times 10^9 = 7,843$	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{1,146 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,146 \text{ ms}} = 0,003490 \times 10^9 = 3,490$
	252	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{0,509 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,509 \text{ ms}} = 0,007858 \times 10^9 = 7,858$	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{1,144 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,144 \text{ ms}} = 0,003496 \times 10^9 = 3,496$
	250	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{0,508 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{0,508 \text{ ms}} = 0,007874 \times 10^9 = 7,874$	$\text{Th} = \frac{500 \text{ byte}}{1,143 \text{ ms}} = \frac{4000 \text{ bit}}{1,143 \text{ ms}} = 0,003499 \times 10^9 = 3,499$

Lampiran 13 Surat Keterangan Penelitian



Nomor : Tel. 211 /PS 000/R2W-E520000/2016

Jakarta, 30 Agustus 2016

Kepada Yth:
Ketua Biro Administrasi
Akademik dan Kemahasiswaan
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
Jl. Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Perihal : **Permohonan Penelitian/Riset**

Dengan hormat,

Menjawab Surat Saudara No : 2834-2837/UN39.12/KM/2016, tertanggal 23 Juni 2016 perihal Permohonan Izin Penelitian/Riset, dengan ini kami sampaikan bahwa pada prinsipnya kami dapat menerima 4 (empat) orang Mahasiswa/i atas nama : Nur elli, Asyah Tri A., Lusiana Sinaga, Queen Anggun S.. Untuk melaksanakan Penelitian/Riset Kerja yang dimaksud, mulai tanggal 01 September 2016 s/d 30 September 2016.

Sehubungan dengan hal tersebut, kepada para Mahasiswa tersebut agar melapor kepada kami pada :

Hari / tanggal : Kamis, 01 September 2016

Waktu : Pukul 09.00 WIB

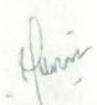
Tempat : STO MANGGA BESAR

Jl. Mangga Besar Raya No. 49 Jakarta Barat.

Perlu kami informasikan kepada Saudara bahwa kami tidak memberikan / menyediakan akomodasi dan atau emulemen lainnya kepada yang bersangkutan selama melaksanakan kegiatan Kerja Praktek / Job Training.

Demikian agar maklum, atas perhatian dan kerjasama Saudara kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,



TJATUR RIANTI
ASMAN HR SERVICE



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Lusiana Sinaga, lahir di Lumban Pasir, Samsir, Sumatera Utara pada tanggal 25 Agustus 1994. Anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Dihon Sinaga B.Ac. dan Ibu Repi Sidauruk. Bertempat tinggal di Jl. Pratekan, Rawamangun, Jakarta Timur. Pendidikan formal yang pernah ditempuh Sekolah Dasar (SD) Negeri 175836 Simanindo tamat tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Simanindo tamat tahun 2010, Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 2 Pangururan tamat tahun 2013. Kemudian meneruskan pendidikan ke Perguruan Tinggi Negeri pada tahun 2013 melalui jalur Ujian Masuk Bersama (UMB) di Universitas Negeri Jakarta Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Bidang Konsentrasi Peminatan Telekomunikasi.

Email: lusianasinaga400@gmail.com