

PENGUKURAN UNJUK KERJA JARINGAN PADA PENGGUNAAN KABEL UTP DAN STP

Kukuh Nugroho¹⁾, Wini Oktaviani²⁾

¹⁾SI-Teknik Telekomunikasi STT Telematika Telkom Purwokerto

²⁾D3-Teknik Telekomunikasi STT Telematika Telkom

Jl. D.I Panjaitan No.128, Purwokerto 53147

Email : kukuh@st3telkom.ac.id¹⁾, d312084@akatelsp.ac.id²⁾

Abstrak

Adanya performansi jaringan yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan media wireless menjadikan kabel sebagai solusi alternatif pilihan media yang dapat digunakan untuk menghubungkan antar perangkat dalam membentuk sebuah konsep jaringan. Untuk skala jaringan menengah, penggunaan kabel UTP dan STP lebih sering digunakan daripada kabel fiber optic. Selain relatif lebih murah, dari sisi instalasi jaringan juga lebih mudah. Namun dalam proses instalasi jaringan dengan menggunakan kabel UTP dan STP masih belum ada rekomendasi yang pasti tentang panjang kabel maksimal yang bisa digunakan untuk menghubungkan antar dua perangkat. Hal ini diperlukan agar dalam proses instalasi jaringan terdapat panduan bagi para admin jaringan agar jaringan yang telah dibangun dapat menghasilkan performansi jaringan yang baik (maksimal).

Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran unjuk kerja jaringan dimana media yang digunakan adalah kabel UTP dan STP. Parameter acuan dalam mengukur unjuk kerja jaringan adalah berdasarkan rekomendasi panjang kabel maksimal yang diperbolehkan ketika digunakan kabel UTP dan STP. Dalam menentukan panjang kabel maksimal, parameter yang digunakan adalah berdasarkan jumlah paket yang hilang (*packet loss*). Dari hasil pengukuran, penggunaan kabel STP lebih baik dibandingkan dengan kabel UTP. Panjang kabel maksimal yang disarankan pada penggunaan kabel UTP sebesar 135 meter, sedangkan kabel STP boleh lebih dari 200 meter. Pada penggunaan kabel UTP apabila panjang kabel lebih besar dari 135 meter akan ada paket yang hilang. Pada jarak yang sama, nilai latency yang dihasilkan jika digunakan kabel UTP adalah sebesar 0,295 ms dan throughput sebesar 1,517 Mbps. Sedangkan jika digunakan kabel STP menghasilkan nilai latency sebesar 0,3856 meter dengan nilai throughput sebesar 1,162 Mbps. Walaupun jarak maksimal penggunaan kabel STP lebih panjang daripada UTP, namun untuk jarak pendek, nilai throughput dari kabel UTP lebih baik dibandingkan dengan penggunaan kabel STP.

Kata kunci: UTP, STP, latency, throughput, dan packet loss.

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia akan informasi menjadikan terjadinya revolusi akan asal dari sumber informasi itu sendiri. Awal mula informasi banyak berasal dari media cetak, seperti koran. Namun sekarang sudah berubah menjadi media elektronik. Koran tidak lagi berupa kertas, namun sudah berupa tulisan, gambar, dan video yang terbungkus dalam istilah *data* yang dapat dibaca dengan menggunakan perangkat penerima, seperti komputer, laptop, atau smartphone. Dalam istilah jaringan komputer, perlu adanya komputer yang dijadikan sebagai penyedia sumber berita, yang dinamakan sebagai komputer server. Untuk dapat mengakses sumber berita tersebut perlu perangkat lain yang dinamakan sebagai komputer client. Agar komputer client dapat mengakses komputer server, diperlukan peran dari jaringan.

Jaringan merupakan sebuah konsep dalam menghubungkan antar perangkat, sehingga perangkat yang satu dapat terhubung dengan perangkat yang lain. Dalam membuat konsep jaringan komputer, diperlukan adanya media. Hubungan antar komputer, biasanya lebih dari dua komputer membutuhkan peran media. Pilihan media yang sering digunakan dalam menghubungkan antar komputer adalah kabel UTP. Komposisi dari kabel UTP itu sendiri terdiri dari delapan kabel kecil yang disebut dengan istilah pin. Penempatan pin-pin kabel UTP dibuat berpasangan dan melilit. Tujuan dari melilitkan antar sepasang pin kabel UTP adalah untuk meminimalisir interferensi yang sering disebut dengan istilah *cross-talk* [1].



Gambar 1. Kabel UTP

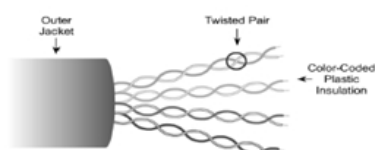
Perlu peran dari konektor agar kabel UTP dapat digunakan untuk menghubungkan antar perangkat (komputer). Konektor yang digunakan untuk menghubungkan antar perangkat dengan menggunakan kabel UTP/STP dinamakan sebagai RJ-45. Pemasangan kabel UTP dengan konektor RJ-45 membutuhkan standar yang mengatur bagaimana cara memasang antara kabel dengan konektor. Terdapat dua standar yang

mengatur bagaimana cara memasang antara pin-pin kabel UTP dengan konektor yaitu; standar T568A dan T568B. Kedua aturan standar tersebut lebih mengatur ke arah penempatan warna pin kabel. Namun apabila dilihat dari sisi perangkat yang akan dihubungkan, terdapat dua tipe pola pemasangan kabel UTP yaitu; straight-through dan crossover. Penggunaan dari kedua tipe pemasangan kabel UTP tersebut tergantung dari perangkat yang akan dihubungkan. Apabila kabel UTP digunakan untuk menghubungkan antar perangkat yang sama, misalnya antara komputer dengan komputer digunakan tipe pengkabelan crossover. Namun apabila digunakan untuk menghubungkan antar perangkat yang berbeda, misalnya komputer dengan switch, digunakan tipe pengkabelan straight-through. Penggunaan aturan tentang standar pengkabelan masih terbatas pada vendor dari pembuat perangkat tengah (*intermediary device*). Misalnya apabila perangkat tengah yang digunakan untuk menghubungkan antar perangkat adalah Mikrotik, aturan pengkabelan sudah tidak berlaku lagi. Namun apabila perangkat tengah yang digunakan produk Cisco, aturan pengkabelan masih tetap diberlakukan.

Pada penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa pada penggunaan kabel UTP, panjang kabel maksimal yang diperbolehkan sebesar 361 feet (110 meter) [9]. Pada penelitian ini masih juga menggunakan tujuan yang sama yaitu diperoleh hasil rekomendasi akan penggunaan panjang maksimal kabel UTP dan STP ketika akan digunakan untuk menghubungkan antar dua perangkat dalam membentuk sebuah konsep jaringan. Dari sisi struktur fisik kabel, kabel STP lebih baik daripada UTP. Sehingga dimungkinkan jarak maksimal kabel STP lebih panjang daripada UTP.

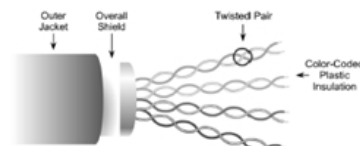
1.1 Kabel Twisted Pair

Kabel twisted pair merupakan jenis kabel yang terdiri dari 8 buah kawat yang dilapisi insulator yang berbeda-beda warna [2]. Kabel twisted pair yang paling sering digunakan adalah *Unshielded Twisted Pair* (UTP) dan *Shielded Twisted pair* (STP). Menurut teori, panjang maksimal jangkauan kabel twisted pair adalah 100 meter [3]. Namun dari penjelasan panjang kabel maksimal twisted pair tersebut perlu adanya pembuktian secara praktek antara teori dengan kenyataan. Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian untuk menghasilkan data tentang performansi jaringan secara nyata yang dikaitkan dengan penggunaan panjang kabel twisted pair dalam menghubungkan antar dua perangkat. Parameter yang digunakan untuk melihat performansi jaringan diantaranya adalah *latency*, *throughput*, dan *packet loss*.



Gambar 2. Kabel UTP

Dari delapan pin kabel UTP tersusun secara berpasangan dan terpilin (melilit). Jadi terdapat empat pasang kabel UTP, dimana masing-masing pin kabel menggunakan pola pewarnaan yang berbeda-beda. Jika dilihat dari peruntukkan, kabel UTP cocok untuk instalasi indoor, maka masing-masing pin hanya dibungkus oleh satu lapis saja. Hal ini bisa dilihat seperti pada keterangan gambar 2 diatas.



Gambar 3. Kabel STP

Berbeda dengan pola susunan kabel STP. Terdapat tiga tingkatan lapis (pembungkus) pin-pin kabel STP. Hal ini sesuai dengan peruntukkan kabel STP itu sendiri. Karena banyak pelapis pada struktur kabel STP, peruntukkan kabel STP lebih cenderung untuk instalasi luar ruangan (*outdoor*).

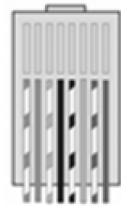
1.2 Standar Pengkabelan [4]

Terdapat dua macam standar pengkabelan yang dikeluarkan oleh TIA/EIA, dimana nomer yang digunakan adalah TIA/EIA-568 yaitu T568A dan T568B. Perbedaan utama dari kedua standar pengkabelan tersebut terletak pada urutan warna dalam proses pemasangan pin kabel ke konektor RJ-45. Terdapat delapan pin kabel UTP/STP yang masing-masing pin kabel mempunyai hambatan sebesar 100 ohm. Apabila digunakan aturan (standar) dalam proses pengkabelan, diharapkan hambatan total yang dihasilkan tidak terlalu besar. Dengan kata lain akan dihasilkan redaman yang tidak terlalu tinggi.



Gambar 4. Susunan kabel standar TIA/EIA 568A

Keterangan gambar 4 diatas menggambarkan pola susunan pengkabelan dengan menggunakan standar pengkabelan T568A. Dari pin kiri ke kanan berturut-turut pola warna yang digunakan dimulasi dari putih-hijau, hijau, putih-orange, biru, putih-biru, orange, putih-coklat, coklat.



Gambar 5. Susunan kabel standar EIA/TIA 568B

Berbeda dengan pola pewarnaan jika digunakan standar pengkabelan T568B. Sesuai dengan keterangan gambar 5, susunan pengkabelan UTP/STP dari kiri ke kanan dimulai dari warna putih-oranye, oranye, putih-hijau, biru, putih-biru, hijau, putih-coklat, coklat. Dengan menyalangkan standar pengkabelan, maka akan dihasilkan pola pengkabelan dengan tipe crossover. Sebaliknya apabila digunakan standar yang sama antar dua sisi kabel UTP/STP, maka akan dihasilkan tipe pengkabelan straight-through.

1.3 Parameter Kualitas Jaringan

1.3.1 Latency

Latency merupakan waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan [5]. Dalam proses pengukuran biasanya latency diukur dengan menggunakan waktu bolak-balik (*round trip time/RTT*). Agar nilai latency yang dihasilkan pada saat proses pengukuran bisa dikategorikan, maka digunakan standar pembandingan. Pada penelitian ini digunakan standar acuan yang dikeluarkan oleh ITU-T:

Tabel 1. Standarisasi latency versi ITU-T [6]

Kategori	Latency (ms)
Baik	< 150
Cukup	150 – 400
Buruk	> 400

Berdasarkan keterangan tabel 1, nilai *latency* dikatakan baik apabila hasil pengukuran nilai *latency* dari dua buah perangkat yang terhubung kurang dari 150 ms. Dan apabila didapatkan nilai *latency* lebih besar dari 400 ms, maka disimpulkan performansi jaringan sangat buruk. Tabel 1 dalam analisa hasil pengukuran digunakan sebagai parameter acuan dalam mengukur tingkat baik buruk-nya performansi jaringan hasil dari proses pengukuran.

1.3.2 Packet Loss

Packet loss merupakan sejumlah paket data pada jaringan komputer yang hilang selama proses transmisi [4]. Parameter *packet loss* dalam proses penelitian akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan panjang kabel maksimal yang direkomendasikan baik pada penggunaan kabel UTP atau STP. Tabel 2 berikut merupakan acuan dalam mengukur tingkat performansi jaringan dengan menggunakan kabel UTP dan STP,

dimana standar yang digunakan adalah dari TiPhone TR 101.

Tabel 2. Standarisasi *packet loss* versi TiPhone TR 101 329 [7]

Kategori	Packet Loss (%)
Sangat baik	$0 \leq pl < 3$
Baik	$3 \leq pl < 15$
Cukup	$15 \leq pl < 25$
Buruk	≤ 25

Dari keterangan tabel 2, nilai *packet loss* yang masih ditoleransi adalah di rentang angka lima belas (15) sampai dua puluh lima (25) paket. Dan akan dikatakan buruk apabila dalam proses pengiriman paket ada lebih dari dua puluh lima (25) paket yang hilang.

1.3.3 Throughput

Throughput merupakan ukuran keberhasilan secara aktual dalam pengiriman paket data pada jaringan komputer oleh suatu perangkat, dilihat dari berapa banyak paket data yang berhasil dikirimkan dalam kurun waktu satu detik. Nilai dari *throughput* diukur dengan satuan bit per second (bps) [5]. Berikut persamaan untuk menghitung nilai *throughput* [8]:

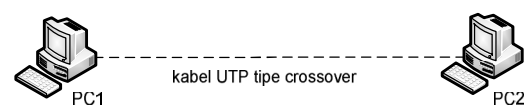
$$\text{Throughput} = \frac{\sum \text{data yang dikirim (bit)}}{\text{waktu pengiriman data (s)}} \text{ bps} \quad \dots\dots(1)$$

Dari persamaan (1) diatas nilai *throughput* berbanding terbalik dengan nilai *latency*. Apabila diketahui nilai *latency* besar, maka nilai *throughput* akan mengecil. Begitupula sebaliknya. Dengan kata lain, jika diinginkan nilai *throughput* yang bagus, maka salah satu parameter yang harus diusahakan baik adalah dengan mengatur nilai *latency* yang kecil.

1.4 Metode Penelitian

Tahap pertama penelitian ini adalah studi literatur atau kepustakaan yang dilakukan dengan cara mencari literatur yang menjelaskan tentang karakteristik dari kabel UTP dan STP. Karakteristik utama yang dicari adalah tentang panjang kabel maksimal yang diperbolehkan untuk menghubungkan antar dua perangkat.

Tahap kedua penelitian ini adalah membuat skema topologi jaringan. Hubungan *peer-to-peer* diterapkan pada proses pengambilan data.



Gambar 6. Konsep jaringan *peer-to-peer*

Jarak kabel UTP yang digunakan untuk menghubungkan antar dua komputer bervariasi, dimulai dari jarak 5 meter

sampai maksimal 200 meter. Dengan variasi jarak kabel kemudian akan ditentukan parameter-parameter lain, yaitu latency, throughput, dan packet loss. Sehingga nilai dari ketiga parameter tersebut akan berubah sesuai dengan jarak panjang kabel yang digunakan.

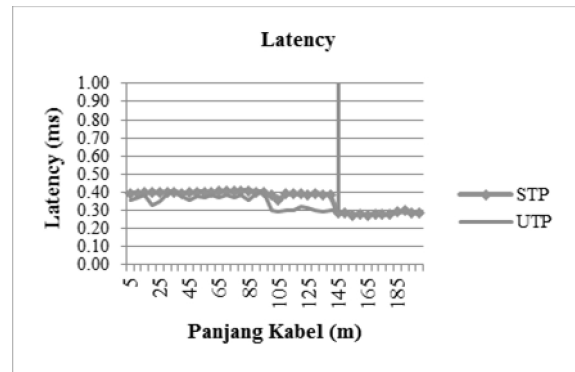
Tahap ketiga penelitian ini adalah menentukan parameter yang menjadi tolak ukur performansi jaringan. Setelah topologi jaringan dibuat yaitu dengan menggunakan konsep *peer-to-peer*, dimana hubungan komunikasi yang terjadi adalah antara dua buah komputer saja, kemudian dilakukan pengukuran untuk menentukan parameter *latency*, *throughput* dan *packet loss*. Pengukuran nilai dari ketiga parameter tersebut dilakukan pada posisi komputer PC1. Dalam menentukan nilai dari parameter unjuk kerja jaringan, dalam hal ini adalah *latency*, *throughput*, dan *packet loss* dilakukan dengan cara mengirimkan paket ICMP (ping) dari PC1 ke PC2.

Tahap terakhir adalah mengolah data hasil dari proses pengukuran mengenai parameter *latency*, *throughput*, dan *packet loss*. Penentuan kedua parameter tersebut juga dilakukan disisi komputer PC1. Dalam mengukur nilai *latency* dilakukan dengan cara mengirimkan paket ICMP dari komputer PC1 ke PC2. Besar dari paket ICMP adalah sekitar 56 byte.

2. Pembahasan

2.1 Latency

Pada pengukuran *latency* yang dilakukan pada jaringan yang menggunakan kabel UTP sebagai media transmisi. Nilai *latency* terkecil didapatkan pada saat penggunaan panjang kabel 5 meter yaitu sebesar 0,296 ms. Sedangkan nilai *latency* terbesar didapatkan ketika panjang kabel 140 meter yaitu sebesar 0,3 ms. Walaupun diatas penggunaan panjang kabel 140 meter masih terdapat nilai *latency*. Namun jika dilihat dari sisi parameter *packet loss*, pada penggunaan panjang kabel 140 meter, sudah terdapat data yang hilang. Nilai *packet loss* yang dihasilkan ketika jarak kabel yang digunakan sebesar 140 meter yaitu 6%. Dengan kata lain penggunaan kabel UTP dengan panjang 140 meter tidak disarankan. Walaupun apabila digunakan acuan tentang standarisasi nilai *latency* yang dikeluarkan oleh ITU-T masih dikatakan baik, karena nilai yang dihasilkan lebih kecil dari 150 ms, namun secara praktek tidak diperbolehkan. Jarak maksimal yang dianjurkan ketika digunakan kabel UTP adalah sebesar 135 meter. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran bahwa pada jarak 135 meter masih belum terdapat adanya paket yang hilang (*packet loss*). Nilai *latency* pada jarak maksimal kabel UTP (135 meter) yaitu sebesar 0,295 ms.

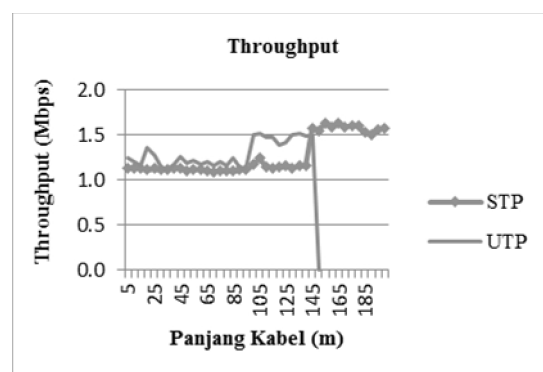


Gambar 7. Grafik nilai latency pada penggunaan kabel UTP dan STP

Pengukuran nilai *latency* pada jaringan yang menggunakan kabel STP sebagai media transmisi, dimulai dari jarak 5 meter sampai 200 meter. Terdapat anomali dari hasil proses pengukuran. Pada penggunaan kabel UTP, dengan semakin panjang penggunaan kabel UTP nilai *latency* semakin besar. Namun berbeda pada penggunaan kabel STP, dengan semakin panjang penggunaan kabel STP, nilai *latency* kecil. Sebagai perbandingan, nilai *latency* yang dihasilkan pada jarak 5 meter pada penggunaan kabel UTP adalah sebesar 0,296 ms. Dengan menggunakan panjang kabel yang sama, penggunaan kabel STP menghasilkan nilai *latency* sebesar 0,3954 ms. Dan pada penggunaan kabel UTP dengan jarak 140 meter, dihasilkan nilai *latency* sebesar 0,3 ms. Namun ketika digunakan kabel STP dengan panjang kabel yang sama dihasilkan nilai *latency* sebesar 0,3864 ms. Terjadi penurunan nilai *latency* ketika digunakan kabel STP dan kebalikannya terjadi kenaikan nilai *latency* ketika digunakan kabel UTP.

2.2 Throughput

Pengukuran nilai *throughput* dilakukan dengan menggunakan persamaan (1). Nilai *throughput* dipengaruhi oleh dua aspek yaitu ukuran data yang dikirim dan waktu sampai data dari komputer pengirim ke penerima. Dari persamaan (1) diketahui bahwa nilai *throughput* berbanding terbalik dengan nilai *latency*. Dengan semakin tinggi nilai *latency*, nilai *throughput* yang dihasilkan akan semakin kecil.

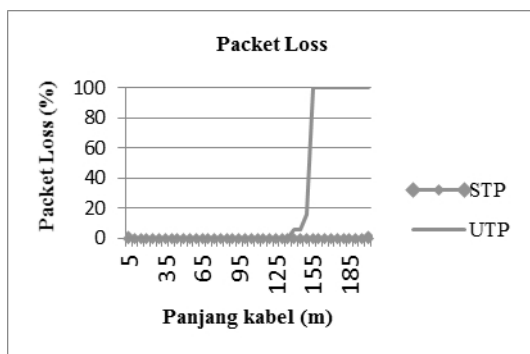


Gambar 8. Grafik nilai throughput pada penggunaan kabel UTP dan STP

Nilai *throughput* pada saat penggunaan kabel STP cenderung stabil sampai dengan penggunaan panjang kabel maksimal 200 meter. Pada jarak maksimal 200 meter nilai *throughput* yang dihasilkan sebesar 1,26 Mbps. Dengan semakin panjang kabel STP, nilai *throughput* yang dihasilkan semakin besar. Berbeda halnya pada penggunaan kabel UTP. Dari keterangan grafik pada gambar 8, dengan semakin panjang penggunaan kabel UTP, nilai *throughput* yang dihasilkan relatif turun. Sampai pada penggunaan kabel UTP dengan jarak 150 meter, nilai *throughput* turun drastis mendekati nol.

2.3 Packet Loss

Pada pengukuran *packet loss* yang dilakukan pada jaringan yang menggunakan kabel UTP sebagai media transmisi. Dari hasil pengukuran didapatkan nilai *packet loss* sebesar 0% pada penggunaan panjang kabel 5 – 135 meter. Pada penggunaan panjang kabel 140 m dan 145 m nilai *packet loss* adalah sebesar 6%. Sesuai dengan standar TiPhone, hasil keluaran *packet loss* sebesar 6% masih dalam kategori baik. Pada penggunaan panjang kabel 150 meter nilai *packet loss* adalah 16%. Nilai keluaran *packet loss* pada penggunaan panjang kabel 150 meter termasuk dalam kategori cukup. Dan pada panjang kabel 155 – 200 m, nilai *packet loss* yang terukur sebesar 100% maka termasuk dalam kategori buruk. Pada jaringan yang menggunakan kabel STP, hasil *packet loss* pada setiap panjang kabel adalah 0%, artinya di semua panjang kabel (1 - 200 meter) menghasilkan ukuran kategori sangat bagus. Gambar 9 berikut merupakan perbandingan nilai *packet loss* untuk penggunaan kabel UTP dan STP dengan panjang kabel yang berbeda-beda:



Gambar 9. Grafik *packet loss* kabel UTP dan STP

Pada penggunaan panjang kabel 140 meter terdapat adanya paket yang hilang selama dalam perjalanan yaitu sebesar 6%. Berbeda halnya dengan penggunaan kabel STP. Sampai penggunaan kabel STP pada jarak maksimal pengamatan yaitu sebesar 200 meter, masih belum didapatkan adanya paket yang hilang selama pengukuran.

3. Kesimpulan

- Pada pengukuran parameter latency, penggunaan kabel UTP hanya bisa sampai jarak 150 meter.

- Namun penggunaan kabel UTP pada jarak 150 meter masih dikatakan baik sesuai dengan standar nilai latency yang dikeluarkan oleh ITU-T (tabel 1.1). Nilai latency yang dihasilkan jika digunakan kabel UTP pada jarak 150 meter adalah sebesar 40,354 ms.
- Pada jarak 5 meter, nilai latency pada penggunaan kabel UTP 7% lebih baik dibandingkan dengan menggunakan kabel STP.
- Pada jarak 140 meter, penggunaan kabel UTP sudah menghasilkan *packet loss* sebesar 6%. Berbeda halnya pada penggunaan kabel STP. Pada jarak maksimal 200 meter masih belum didapatkan adanya *packet loss* (*packet loss* 0%).
- Kabel UTP lebih cocok digunakan untuk instalasi dalam ruangan (*indoor*). Karena pada jarak 5 meter, nilai *latency* UTP lebih baik dibandingkan dengan STP. Namun ketika menghubungkan perangkat dengan jarak yang relatif jauh (lebih dari 130 meter) dianjurkan untuk menggunakan kabel STP, karena dengan semakin panjang kabel STP yang digunakan, nilai *throughput* yang dihasilkan semakin besar.

Daftar Pustaka

- Nugroho, Kuku. 2015. ANALISIS PENGGUNAAN TIPE PENGKABELAN CROSSOVER PADA GIGABIT-ETHERNET. Purwokerto: STT Telematika Telkom Purwokerto
- Rafudin, Rahmat. 2013. Panduan Membangun Jaringan Komputer Untuk Pemula. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Wikimedia Foundation, Inc. 7 November 2015. Category 5 cable, https://en.wikipedia.org/wiki/Category_5_cable
- Citravew Nusa Infomedia. 2015. Pengkabelan, Dokumen PDF. [online]. http://mikrotik.co.id/artikel_lihat.php?id=68
- Pratama, Eka, Agus, Putu, I. 2014. Handbook Jaringan Komputer. Bandung: Informatika
- ITU-T. 2015. One-way transmission time ITU-T recommendation G.114, Dokumen PDF. [online]. <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.114-200305-1>
- Tiphon. Mei 2015. TIPHON General Aspects of Quality of Service (QoS), TR 101 329 v2.1.1, Dokumen PDF. [online]. <http://www.etsi.org/>
- Winarno Sugeng, Jazi Eko Istiyanto, Khabib Mustofa, Ahmad Ashari. Februari 2015. The Impact Of Qos Changes Forward Network Performance. INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER NETWORKS AND COMMUNICATIONS SECURITY, Volume 3, No.2, hal 48-53
- Mahmoud.F.Ahmed dan Abdallah.I.Mahmoud, 2008. "Performance Testing of Twisted Pair Cables", Hindawi Publishing Corporation: Journal of Computer Systems, Networks, and Communications, vol. 2008

Biodata Penulis

Kuku Nugroho, memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T), Jurusan Teknik Telekomunikasi Telkom University Bandung, lulus tahun 2008. Memperoleh gelar Magister Teknik (M.T) Program Pasca Sarjana Magister Teknik Telekomunikasi Telkom University Bandung, lulus tahun 2012. Saat ini menjadi Dosen di STT Telematika Telkom Purwokerto.

Wini Oktaviani, memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (Amd), Jurusan Teknik Telekomunikasi STT Telematika Telkom Purwokerto, lulus tahun 2015.

