

PENGUNAAN HOMEPLUG AV POWERLINE ADAPTER UNTUK KOMUNIKASI ANTAR KOMPUTER MELALUI JARINGAN LISTRIK PLN

Oleh : Agus Rochadi

Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Sudarto SH, Tembalang, Semarang 50275

Abstrak

Power Line Communication (PLC) atau komunikasi melalui kabel listrik, juga dikenal sebagai Power Line Digital Subscriber Line (PDSL), mains communication, Power Line Telecom (PLT), Power Line Networking (PLN), atau Broadband over Power Lines (BPL) adalah sistem untuk membawa data pada konduktor yang juga digunakan untuk transmisi tenaga listrik. Sehingga jaringan listrik selain berfungsi sebagai sumber listrik juga menjadi media penghantar komunikasi. Salah satu cara dimana saluran tegangan listrik PLN di Politeknik Negeri Semarang untuk komunikasi data antar komputer yaitu menggunakan Homeplug AV powerline adapter pada setiap stop kontak dengan ketentuan jalur listrik satu fasa. Dalam makalah ini, parameter pengujian yang digunakan adalah parameter Quality of Service: throughput, delay, jitter dan packet loss. Pengujian dilakukan menggunakan powerline adapter dengan pengujian data berupa download, upload dan streaming video. Dimana pengujian dilakukan di gedung dengan jaringan listrik tegangan rendah. Pengambilan sampel pengujian di ruang dosen untuk server dan ruang kelas SB1-08, SB1-06, SB1-03, dan SB2-06 untuk klien, dimana pengaksesan klien berupa download, upload dan streaming video. Hasil QoS terbaik berada di ruang SB1-08 dengan jarak terpendek menggunakan 1 klien dengan hasil throughput 70,224 Mbps, delay 0,122 ms, jitter 0,185 ms, dan packet loss terbaik saat upload dan streaming video dengan nilai 0%. Untuk itu saluran listrik PLN di Politeknik Negeri Semarang layak dimanfaatkan untuk komunikasi data dengan ketentuan tidak melewati trafo dan berbeda fasa.

Kata kunci : Homeplug AV Powerline Adapter, Quality of Service, Download, Upload, Streaming Video

1. Pendahuluan

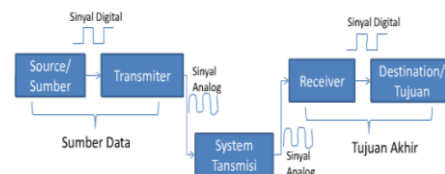
Perkembangan teknologi jaringan komputer saat ini berkembang sangat pesat. Tidak hanya kabel *ethernet (UTP)* maupun media nirkabel (*wireless*) sebagai media transmisinya, melainkan sebuah kabel listrik yang fungsi utamanya untuk menyalurkan tegangan listrik ke berbagai rumah sebagai sarana menghidupkan peralatan elektronik, contohnya : televisi, kulkas, mesin cuci serta lampu, juga dapat dialih fungsikan sebagai media transmisi untuk komunikasi data dalam jaringan komputer dengan memanfaatkan saluran tegangan listrik yang ada pada kabel listrik. Memanfaatkan saluran tegangan listrik dari PLN untuk komunikasi antar komputer memudahkan tanpa membangun instalasi jaringan lagi dan dapat menekan biaya menjadi lebih murah.

Penggunaan komunikasi antar komputer melalui jaringan listrik PLN dapat direalisasikan menggunakan perangkat

homeplug AV powerline adapter. Untuk itu makalah ini akan membahas dan menganalisa pengujian komunikasi antar komputer menggunakan homeplug AV powerline adapter melalui jaringan listrik PLN.

2. Komunikasi Data

Komunikasi data merupakan proses pengiriman informasi di antara dua titik menggunakan kode biner melewati saluran transmisi dan peralatan *switching*, bisa antara komputer dan komputer, komputer dengan terminal, atau komputer dengan peralatan, atau peralatan dengan peralatan. Gambar 2.1 adalah gambar konsep komunikasi data.



Gambar 2.1 Konsep Komunikasi Data
(Sumber: Hilmi, 2013)

2.1. Power Line Communication

Power Line Communication adalah sistem untuk membawa data pada konduktor yang juga digunakan untuk transmisi tenaga listrik. Sehingga jaringan listrik selain berfungsi sebagai sumber listrik juga menjadi media penghantar komunikasi. (Hrasnica,2004)

2.1.1. Konsep PLC

Prinsip dasar PLC dalam mengirimkan data komunikasi melalui kabel listrik bertegangan rendah (220 Volt). Frekuensi yang digunakan untuk sinyal listrik pada range 50/60 Hz, sementara powerline menggunakan frekuensi yang lebih tinggi yaitu dengan pemodulasian sinyal carrier sehingga dapat menaikkan sinyal informasi yang sudah termodulasi pada frekuensi ultra tinggi dalam range 500/600 MHz didalam saluran listrik. Mengacu ke dasar tersebut maka tegangan rendah tersebut pada prinsipnya dapat ditumpangi data, karena tersedianya Jaringan Daya Terkondisi Frekuensi Tinggi (High Frequency Conditioned Power Network, HFCPN).

2.1.2. Jaringan Tegangan Rendah untuk PLC

Low-voltage level/Tegangan rendah (220/380V) jaringan memasok pengguna akhir baik sebagai nasabah individu atau pengguna sebagai satu dari pelanggan yang lebih besar. Panjangnya biasanya hingga beberapa ratus meter. Di daerah perkotaan, jaringan tegangan rendah yang diwujudkan dengan kabel bawah tanah, sedangkan di daerah pedesaan biasanya digunakan sebagai jaringan overhead. Dalam jaringan rendah dari distribusi listrik oleh PLN setelah melewati trafo tersebut ini dapat dimanfaatkan untuk komunikasi data *power line communication* dengan menggunakan rangkaian pengkopelan unit terkondisi. Penggunaan komunikasi antar komputer dapat direalisasikan didalam rumah maupun gedung dalam area jaringan tegangan rendah dengan menggunakan perangkat adapter atau modem powerline terhubung

langsung ke soket listrik dinding (*outlet*), yang tersedia di seluruh rumah / flat. Dengan demikian, perangkat komunikasi yang berbeda dapat dihubungkan Jaringan PLC ke dalam rumah dimanapun soket dinding yang tersedia.

2.1.3. Homeplug AV Powerline Adapter

Perangkat modem untuk membangun koneksi jaringan komputer menggunakan kabel listrik yang tersedia di rumah. Homeplug AV adapter powerline dapat digunakan di rumah sebagai interkoneksi komputer dengan berbagai perangkat entertainment yang terdapat di rumah, seperti TV, game console, dan perangkat lainnya yang memiliki port Ethernet. Homeplug sendiri adalah perusahaan non profit dibentuk untuk menyediakan forum untuk produk dan jasa jaringan powerline kecepatan tinggi di rumah (Hrasnica *et al*,2004). Untuk homeplug AV sendiri adalah standar *broadband powerline* yang menggunakan teknologi OFDM yang bekerja pada frekuensi antara 2 – 28 MHz dengan memberikan data rate 200 Mbps untuk PHY dan 150 Mbps untuk tingkat informasinya (HomePlug,2005). Dalam penelitian ini menggunakan homeplug AV dengan produsen TP-Link TL-PA4010P.



Gambar 2.2 TP-Link TL-PA4010P Powerline Adapter

2.1.4. Kendala dari Saluran Transmisi PLC

Dalam saluran transmisi Power Line Communication memiliki beberapa kendala, antara lain :

a. Noise

Setiap jaringan listrik menerima sinyal listrik yang diradiasikan oleh alat-alat pada jaringan tersebut dan diemisikan oleh sumber-sumber lainnya. Karena itu mengapa setiap jaringan listrik dapat dikarakterisasikan oleh suatu yang kita

sebut noise. Noise pada saluran daya sebagian besar disebabkan oleh peralatan listrik yang terhubung ke saluran, seperti proses switching penyuplai-penyuplai daya. Penggunaan beban listrik yang berlebihan dapat menimbulkan noise yang dapat mempengaruhi kestabilan PLC dan menghasilkan banyak error (Chusri, 2008).

Kualitas kirim suara dan data dipengaruhi oleh bandwidth, frekuensi yang digunakan, dan rasio sinyal-noise (SNR, signal to noise ratio). Bandwidth tinggi dicapai dengan menggunakan kisaran frekuensi yang tinggi atau dengan menaikkan tingkat SNR. Untuk menaikkan tingkat SNR, dibutuhkan injeksi sinyal yang lebih tinggi.

b. Signal attenuation

Signal attenuation untuk jaringan tegangan rendah berjumlah sampai 100 dB/km dan untuk jaringan tegangan medium sampai 10 dB/km. Attenuasi yang besar pada jaringan tegangan rendah memungkinkan harus menggunakan repeater pada jarak kurang dari 1 km, karena attenuasi menyebabkan penurunan tingkat sinyal pada suatu jarak tertentu (Andrianto & Suhardi, 2007).

c. Distorsi

Distorsi atau penyimpangan pada jaringan listrik dapat muncul selama kerangka-waktu milidetik sampai beberapa menit. Distorsi disebabkan oleh peralatan mesin bor, oven microwave dan blender, tetapi juga disebabkan oleh lampu-lampu yang di on/off.

d. Disturbansi

Keanahan sistem PLC penting lainnya adalah sering terjadi berbagai macam disturbansi dari jaringan. Jaringan tegangan rendah tidak dapat membangun transmisi data dan ada beberapa kerugian untuk pemakaian dalam telekomunikasi. Karena itu jaringan PLC kelihatan menjadi lebih terganggu dari pada jaringan komunikasi kawat lainnya. Karena aturan regulasi yang ketat untuk radiasi elektromagnetik dari jaringan PLC terhadap lingkungan, sistem

PLC harus bekerja dengan PLC sebagai teknologi yang memanfaatkan saluran listrik untuk menumpangkan sinyal suara dan data, tentunya dihadapkan kendala-kendala yang cukup rumit. Hal ini disebabkan berbagai kenyataan bahwa PLC mengambil tempat secara langsung pada pada jaringan dimana kebanyakan dari peralatan listrik rumah tangga dioperasikan, akibatnya level noise pada jaringan akan menjadi tinggi. Level noise bergantung pada sejumlah keadaan, seperti alam dan sumber-sumber buatan dari radiasi elektromagnetik, struktur fisik dan parameter jaringan. Sehingga diperlukan suatu metode modulasi yang mampu memberigikan solusi pemecahan daya sinyal yang sangat rendah. Hal itu membuat sistem PLC lebih sensitif terhadap disturbansi dan sistem transmisi PLC harus menghadapi problem ini. (Marzuki, 2008)

2.1.5. Parameter Quality of Service

a. Packet Loss

Paket lost dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, mencakup penurunan signal dalam media jaringan, melebihi batas saturasi jaringan, paket yang corrupt yang menolak untuk transit, kesalahan hardware jaringan. Beberapa network transport protokol seperti TCP menyediakan pengiriman paket yang dapat dipercaya. Dalam hal kerugian paket, penerima akan meminta retarnsmission atau pengiriman secara otomatis resends walaupun segmen telah tidak diakui. Walaupun TCP dapat memulihkan dari kerugian paket, retransmitting paket yang hilang menyebabkan throughput yang menyangkut koneksi dapat berkurang. Di dalam varian TCP, jika suatu paket dipancarkan hilang, akan jadi re-sent bersama dengan tiap-tiap paket yang telah dikirim setelah itu. Retransmission ini meyebabkan keseluruhan throughput menyangkut koneksi untuk menurun jauh.

$$\text{Rumus } packet\ loss : \frac{\text{paket data dikirim} - \text{paket data diterima}}{\text{paket data yang dikirim}}$$

$$\times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

(Sumber:Lubis & Pinem, 2014)

Packet loss berdasarkan standar THIPON, dapat dikelompokkan menurut kualitasnya dapat ditunjukkan pada tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2 Pengelompokan Packet Loss berdasarkan THIPON

(Sumber : THIPON, 1999)

Packet Loss (%)	Kualitas
0	Sangat bagus
3	Baik
15	cukup
25	Buruk

b. Delay

Waktu yang dibutuhkan untuk sebuah paket untuk mencapai tujuan, karena adanya antrian yang panjang, atau mengambil rute yang lain untuk menghindari kemacetan. Delay dapat di cari dengan membagi antara panjang paket.

$$\text{Delay} = \frac{\text{total delay}}{\text{total paket yang diterima}} \dots\dots\dots(2.2)$$

(Sumber:Lubis & Pinem, 2014)

Delay berdasarkan standar THIPON, dapat dikelompokkan menurut kualitasnya dapat ditunjukkan pada tabel 2.3 sebagai berikut :

Tabel 2.3 Pengelompokan Delay berdasarkan THIPON

(Sumber : THIPON, 1999)

Delay (ms)	Kualitas
<150	Sangat bagus
<250	Baik
<350	cukup
<450	Buruk

c. Jitter

Perbedaan waktu kedatangan dari suatu paket ke penerima dengan waktu yang diharapkan. Jitter dapat menyebabkan sampling di sisi penerima menjadi tidak tepat sasaran, sehingga informasi menjadi rusak, jitter dapat dihitung dengan menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\text{Jitter} = \frac{\text{total variasi delay}}{\text{total paket yang diterima}} \dots\dots\dots (2.3)$$

sumber: (Lubis & Pinem, 2014)

Pada Tabel 2.4 dapat dijelaskan pengelompokan jitter berdasarkan standar THIPON.

Tabel 2.4 Pengelompokan jitter berdasarkan THIPON

(Sumber : THIPON, 1999)

Jitter (ms)	Kualitas
0	Sangat bagus
75	Baik
125	cukup
225	Buruk

d. Throughput

Throughput adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya throughput selalu dikaitkan dengan bandwidth. Karena throughput memang bisa disebut juga dengan bandwidth dalam kondisi yang sebenarnya. Bandwidth lebih bersifat fix sementara throughput sifatnya adalah dinamis tergantung trafik yang sedang terjadi.

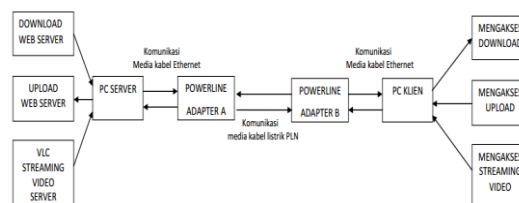
$$\text{Throughput} = \frac{\text{jumlah paket data diterima}}{\text{Waktu pengiriman data}} \dots\dots\dots (2.4)$$

(Sumber:Lubis & Pinem, 2014)

3. Metoda Pengamatan

a. Perancangan Jaringan dan Pengamatan

Pengamatan dilakukan pengambilan sampel di gedung Sekolah B Politeknik Negeri Semarang dengan menggunakan Homeplug AV Adapter Powerline dengan skema diagram blok pengamatan pada gambar 3.1.

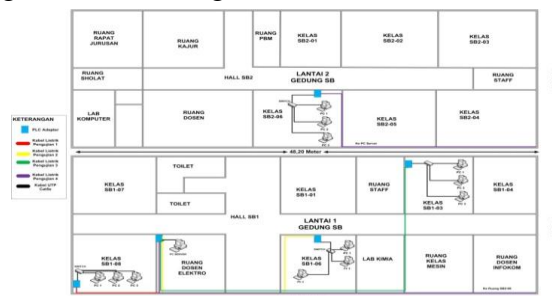


Gambar 3.1 Diagram Blok Pengujian Jaringan Powerline

Personal Computer (PC) klien tersebut ditempatkan pada beberapa posisi ruangan di gedung Sekolah B Politeknik Negeri Semarang dengan jarak antar server dan client berbeda. sistem kerja pengujian dari

sisi pc server terdapat konfigurasi server berupa *download*, *upload*, dan *streaming video* yang akan ditransmisikan menggunakan media kabel UTP ke powerline adapter A yang terpasang ke stop kontak listrik. Data transmisi didalam powerline adapter yang tersambung dengan stop kontak listrik di transmisikan melalui saluran listrik PLN. Disisi powerline adapter B yang juga tersambung stop kontak dengan jalur listrik sama fasa, data diterima powerline adapter tersebut dan ditransmisikan ke pc klien melalui media kabel ethernet UTP.

Untuk penempatan sampel pengujian dari posisi klien dan server dapat dilihat pada gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.2 Rancangan sistem jaringan powerline dalam gedung SB

b. Kebutuhan Perangkat

Perangkat yang dibutuhkan untuk membangun komunikasi antar komputer melalui jaringan listrik PLN yaitu:

3.b.1. Perangkat Keras

- a. PC server dengan spesifikasi minimal processor Core 2 Duo, RAM 2 GB, HDD 250 GB
- b. PC Klien spesifikasi minimal processor Dual Core, RAM 2 GB, HDD 250 GB
- c. Homeplug AV Powerline Adapter dengan vendor TP-Link TL-PA4010P

3.b.2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang dimaksud dalam pengujian jaringan ini perangkat yang berupa software yang digunakan untuk membantu dalam pengujian sistem yang dibuat. Yaitu : *Wireshark*, *XAMPP Web Server*, *VLC Media Player*, *Web Browser*, dan *Windows 7*.

c. Rencana Pengambilan Data

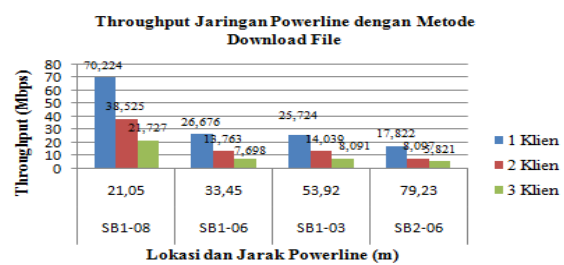
Pengamatan komunikasi data menggunakan *powerline* mode *point to point* dalam gedung sekolah B Politeknik Negeri Semarang. Pengamatan dari skenario tersebut, klien mengakses *upload file*, *download file* dan *streaming video* dari server berdasarkan jumlah 3 klien dan jarak antar klien-server sesuai yang dijelaskan pada point 3.1.

Pengambilan data *quality of service* berdasarkan parameter *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* menggunakan *software sniffing wireshark* disisi klien selama melakukan pengaksesan *download*, *upload* dari web server dan *video streaming* dari server vlc. Pengaksesan tersebut dilakukan sebanyak 10 kali pengujian. Kemudian data *throughput*, *delay*, *jitter* dan *packet loss* dari hasil *sniffing wireshark* di hitung sesuai rumus pada bab 3 poin 2.6 nilai rata-ratanya setiap besar *file*, jumlah klien dan jarak *powerline* antara PC klien dengan server.

4. Hasil dan Pembahasan

a. Hasil dan Pembahasan Throughput

a. Pembahasan *throughput* pada *download file* jaringan *powerline*



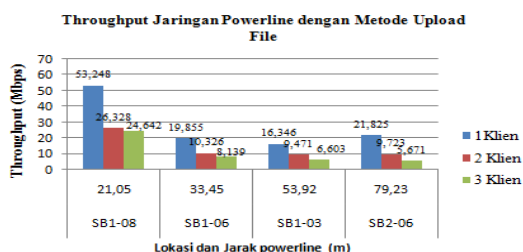
Gambar 4.1 Perbandingan Grafik Throughput Download File 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Grafik gambar 4.1 diatas menunjukkan bahwa pada jaringan *powerline* menggunakan metode *download file* 189 MB, semakin jauh jarak *powerline* maka semakin besar nilai *throughput* yang didapatkan. Begitu pula saat jumlah klien bertambah maka nilai *throughput* menjadi semakin menurun. Analisa tersebut dapat ditunjukkan dimana saat 1 klien, 2 klien

dan 3 klien berada pada jarak 21,05 meter terletak di ruang SB1-08 menghasilkan *throughput* 70,224 Mbps, 38,525 Mbps, dan 23,727 Mbps dan saat 1 klien, 2 klien dan 3 klien berada pada jarak *powerline* terpanjang yaitu 79,23 meter terletak di ruang SB2-06 menghasilkan nilai *throughput* semakin besar yaitu 17,822 Mbps, 8,097 Mbps dan 5,821 Mbps. Hal tersebut karena adanya *signal attenuation* pada saluran kabel listrik dimana semakin panjang kabel listrik maka *signal* yang dikirimkan semakin lemah.

Nilai *throughput* saat penambahan beban klien terjadi penurunan disebabkan pengaruh dari *processor limitations*, kongesti jaringan serta desain hardware yang tidak mencukupi. Hasil nilai *throughput* maksimal dari metode akses dengan *download* 189 MB yaitu sebesar 70,224 Mbps dan nilai *throughput* minimal sebesar 5,821 Mbps.

b. Pembahasan *throughput* pada *upload file* jaringan *powerline*



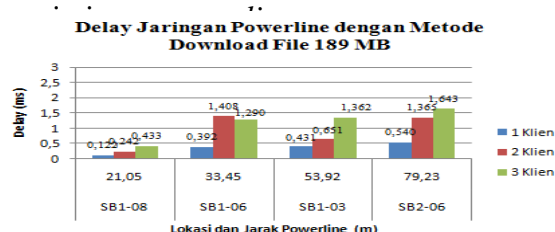
Gambar 4.2 Perbandingan Grafik *Throughput Upload File* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Grafik pada gambar 4.2 dapat di analisa bahwa *throughput* saat terjadi penambahan klien dari 1 klien, 2 klien sampai 3 klien pada masing – masing lokasi di SB1-08, SB1-06, SB1-03 dan SB2-06 mendapatkan hasil nilai *throughput* semakin menurun saat beban klien ditambahkan, misal pada ruang SB1-08 dengan jarak *powerline* dari server 21,05 meter nilai *throughput* 1 klien, 2 klien dan 3 klien sebesar 53,248 Mbps, 26,328 Mbps dan 24,642 Mbps, terjadi penurunan nilai *throughput*nya karena diakibatkan oleh *traffic loads* yang tinggi

pada saat pengiriman data terjadi penambahan user.

Untuk hasil masing – masing klien saat jarak diubah sesuai lokasi pengujian, saat 1 klien hasil nilai *throughput* dari jarak 21,05 meter yaitu 53,248 Mbps akan menurun sampai jarak 53,96 meter dengan besar 16,346 Mbps, pada jarak 79,23 meter naik menjadi 21,825 Mbps. Saat 2 klien mengakses, nilai *throughput* dari jarak terpendek (21,05 meter) sebesar 26,328 Mbps akan menurun sampai jarak 53,92 meter sebesar 9,471 Mbps dan mengalami kenaikan menjadi 9,726 Mbps, kenaikan tersebut tidak melebihi hasil *throughput* dari jarak pertama (21,05 meter) yaitu 26,328 Mbps. Turun, dan naiknya nilai *throughput* terhadap panjang jarak kabel listrik diakibatkan oleh *signal attenuation*. Hasil *throughput* maksimal dari *upload file* 189 MB ini sebesar 53,248 Mbps dan minimal sebesar MB 5,671 Mbps.

b. Hasil dan Pembahasan *Delay*
a. Pembahasan *delay* pada *download file*



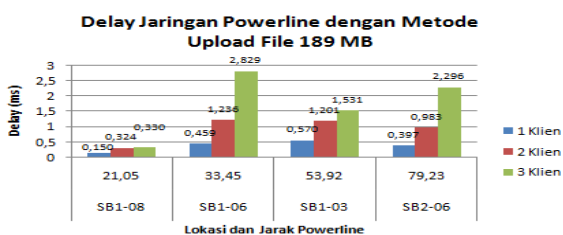
Gambar 4.3 Perbandingan Grafik *delay download file* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Grafik pada gambar 4.3 dihasilkan nilai rata-rata *delay* saat menggunakan *download file* 189 MB semakin panjang jarak *powerline* maka *delay* yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut ditunjukkan pada hasil 1 klien dan 3 klien yaitu 0,122 ms, 0,392 ms, 0,431 ms, dan 0,540 ms. Untuk 3 klien 0,433 ms, 1,290 ms, 1,362 ms dan 1,643 ms. Tetapi saat mengakses beban 2 klien hasil *delay* naik maksimal pada jarak 22,45 meter di SB1-06 dengan besar 1,408 ms diantara jarak pertama 0,242 ms, jarak ketiga 0,651 ms, dan jarak

keempat 1,365 ms. *Delay* naik diakibatkan nilai *throughput* yang semakin kecil, dimana terdapat *loads traffic* yang tinggi dan *processor limit* pada perangkat klien tersebut.

Setiap penambahan jumlah klien, nilai *delay* semakin besar. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik gambar 4.19 dimana di hasil *delay* saat 1 klien, 2 klien dan 3 klien semakin bertambah yaitu 0,122 ms, 0,242 ms, dan 0,433 ms sampel pengujian di jarak 21,05 meter ruang SB1-08. Berdasarkan pengelompokan *delay* dari standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* termasuk dalam kategori sangat bagus karena rata-rata paling besar *delay* yang dihasilkan pengujian tersebut 1,643 ms yang masih dalam kategori kurang dari 150ms (sangat bagus).

b. Pembahasan *delay* pada *upload file* jaringan *powerline*



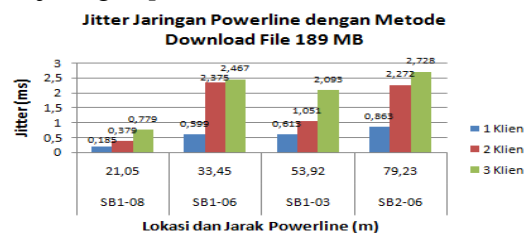
Gambar 4.4 Perbandingan Grafik *delay* *upload file* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Grafik gambar 4.4 nilai perbandingan *delay* saat *upload file* sebesar 189 MB terhadap jumlah klien yang mengakses, dimana semakin besar klien yang mengakses, maka nilai *delay* berpengaruh menjadi semakin besar pula. Hal tersebut dapat dilihat beberapa sampel pada grafik gambar 4.22 bahwa saat 1 klien besar *delay* 0,150 ms, akan naik menjadi 0,324 ms saat penambahan 2 klien dan naik menjadi 0,330 ms saat penambahan 3 klien. Penambahan beban klien menyebabkan nilai proses *delay* menjadi tinggi dikarenakan *traffic loads* dan paket yang ditransmisikan lebih banyak saat klien bertambah.

Sebagian besar nilai *delay* pada pengujian *upload* dengan *file* 189 MB semakin besar jarak yang diujikan maka nilai *delay* menjadi tidak linier, ditunjukkan pada grafik 1 klien (warna biru) dimana saat jarak 21,05 meter nilai *delay* 0,150 ms, saat di jarak 33,45 meter *delay* naik menjadi 0,459 ms, kemudian nilai *delay* naik lagi menjadi 0,570 ms di jarak 53,92 meter dan saat pada jarak 79,23 meter *delay* turun menjadi 0,397 ms. Jadi semakin panjang jarak *powerline* maka nilai *delay* sangat berpengaruh. Berdasarkan pengelompokan *delay* dari standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* termasuk dalam kategori sangat bagus karena rata-rata paling besar *delay* yang dihasilkan pengujian tersebut 2,829 ms yang masih dalam kategori kurang dari 150ms (sangat bagus).

c. Hasil dan Pembahasan *Jitter*

a. Pembahasan *jitter* pada *download file* jaringan *powerline*

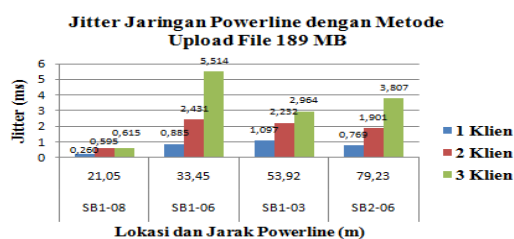


Gambar 4.5 Perbandingan Grafik *jitter* *download file* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Grafik pada gambar 4.5 perbandingan grafik *jitter* *download file* 189 MB berdasarkan jarak dan jumlah klien menghasilkan nilai *jitter* semakin besar saat jumlah klien bertambah, dapat ditunjukkan pada grafik saat jarak *powerline* 21,05 meter di SB1-08 saat 1 klien *jitter* sebesar 0,185 ms, naik saat beban PC 2 klien yaitu 0,379 ms, bertambah jumlah 3 klien *jitter* naik lagi menjadi 0,779, begitu pula hasil *jitter* di SB1-06 (33,45 m), SB1-03 (53,92 m) dan SB2-06 (79,23 m). Nilai *jitter* berpengaruh terhadap nilai *delay*, bila *delay* semakin besar maka *jitter* juga akan semakin besar.

Untuk *jitter* sangat berpengaruh saat jarak semakin jauh dengan hasil yang tidak linier saat menggunakan beban 2 klien dan 3 klien terjadi kenaikan *jitter* saat jarak *powerline* di 33,45 meter dengan besar 2,375 ms, 2,467 ms dan 79,23 meter dengan besar 2,272 ms, 2,728 ms. Dan saat beban 1 klien nilai *jitter* semakin besar saat jarak semakin jauh yaitu 0,185 ms, 0,599 ms, 0,613 ms, dan 0,863 ms. Berdasarkan pengelompokan *jitter* dari standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* nilai rata –rata *jitter* paling besar yang dihasilkan saat *download file* 189 MB yaitu 2,728 ms termasuk dalam kategori sangat bagus.

b. Pembahasan *jitter* pada *upload file* jaringan *powerline*



Gambar 4.6 Perbandingan Grafik *jitter* *upload file* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

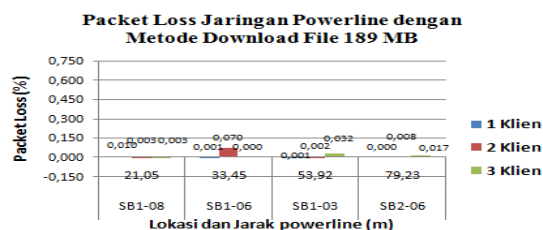
Grafik gambar 4.6 diatas rata – rata nilai *jitter* saat *upload* dengan *file* 189 MB mengalami *jitter* yang tinggi terjadi saat pengujian di jarak 33,45 meter di SB1-06 yaitu saat beban 3 klien sebesar 5,514 ms. Saat jarak pengujian *powerline* semakin jauh, nilai *jitter* bergerak tidak linier, misalnya pada jarak 21,05 meter di SB1-08 *jitter* saat 1 klien 0,260 ms mengalami kenaikan saat jarak menjadi 33,45 di SB1-06 yaitu 0,885 ms dan mengalamikenaikan lagi saat jarak *powerline* 53,92 meter di SB1-03 yaitu 1,097 ms dan saat jarak 79,23 meter mengalami penurunan *jitter* 0,769 ms. Nilai *jitter* yang tidak linier tersebut diakibatkan oleh besarnya *delay* yang mempengaruhi. Saat *jitter* mengalami kenaikan yang sangat besar disebabkan karena adanya *noise* maupun *distorsi* yang

tinggi pada saluran listrik yang digunakan saat pengujian.

Untuk hasil *jitter* saat terjadi penambahan jumlah klien semakin besar klien yang mengakses *upload file* menuju server maka *jitter* yang dihasilkan akan semakin besar, misal pada jarak 21,05 meter di SB1-08 saat 1 klien *jitter* 0,260 ms, 2 klien naik 0,595 ms dan saat 3 klien bertambah naik menjadi 0,615 ms, begitu pula nilai *jitter* pada lokasi SB1-06, SB1-03 dan SB2-06 dengan jarak sesuai pada grafik 4.31. nilai *jitter* semakin besar saat bertambahnya beban klien diakibatkan karena adanya *traffic loads* yang tinggi dari masing-masing PC klien. Berdasarkan pengelompokan *jitter* dari standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* nilai rata –rata *jitter* paling besar yang dihasilkan saat *upload file* 27 MB yaitu 5,514 ms termasuk dalam kategori sangat bagus.

d. Hasil dan Pembahasan *Packet Loss*

a. Pembahasan *packet loss* pada *download file* jaringan *powerline*



Gambar 4.7 Perbandingan Grafik *packet loss* *download file* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Grafik pada gambar 4.7 dimana hasil rata-rata *packet loss* pada pengujian *download file* dengan ukuran lebih besar dari pengujian *download* sebelumnya yaitu 189 MB saat pengubahan jarak pengujian dihasilkan *packet loss* yang tidak linier. *Packet loss* rata – rata paling besar ditunjukkan pada jarak 33,45 meter di ruang SB1-06 yaitu saat beban 2 yaitu 0,070%. Loss data diakibatkan oleh link yang buruk dimana transmisi yang ditransmisikan hilang dan tidak sampai di receiver akibat

adanya banyaknya sambungan – sambungan kabel listrik yang ada pada ruang SB1-03 mengakibatkan terjadinya noise yang tinggi serta distorsi –distorsi yang terjadi pada penggunaan tegangan listrik dari ruang dosen SB1 ke ruang kelas SB1-06 sehingga mengakibatkan pelemahan signal (*signal attenuation*) yang besar serta link menjadi buruk.

Packet loss juga terpengaruh oleh besar beban klien yang mengakses, dimana rata – rata *packet loss* semakin besar beban klien maka semakin besar juga nilai pocket lossnya. Ditunjukkan pada grafik gambar 4.36 saat pengujian berada pada ruang SB1-03 dengan jarak *powerline* 53,92 meter, saat 1 klien *packet loss* 0,001 %, naik saat beban 2 klien menjadi 0,002% dan naik lagi saat 3 klien menjadi 0,032%. Tetapi saat pengujian pada jarak 21,05 meter, 33,45 meter nilai *packet loss* saat pembebanan klien tidak linier yaitu terjadi penurunan saat 2 klien dan 3 klien, hal tersebut dipengaruhi oleh jaringan *powerline* yang tidak stabil. Berdasarkan standar pengelompokan *packet loss* oleh *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* nilai rata –rata *packet loss* sebesar 0,070% pada jaringan *powerline* di gedung SB saat *downlaod file* 189 MB dalam kategori sangat bagus.

b. Pembahasan *packet loss* pada *upload file* jaringan *powerline*

Tabel 4.1 Perbandingan *packet loss upload file* 189 MB Berdasarkan Jarak dan Jumlah Klien

Lokasi	Jarak (m)	Packet loss Rata-Rata Upload 189 MB Jaringan Powerline (%)		
		1 Klien	2 Klien	3 Klien
SB1-08	21,05	0,000	0,000	0,000
SB1-06	33,45	0,000	0,000	0,000
SB1-03	53,92	0,000	0,000	0,000
SB2-06	79,23	0,000	0,000	0,000

Pada tabel 4.1 rata –rata hasil *packet loss* saat *upload file* 189 MB tidak terjadi paket yang hilang, hal tersebut dikarenakan saluran transmisi dari transmitter klien

menuju receiver PC server yang ada pada ruang dosen SB1 tidak terjadi gangguan-gangguan dalam saluran tegangan listrik ataupun loss transmisi di gedung SB yang mengakibatkan data hilang. Berdasarkan standar pengelompokan *packet loss* oleh *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* nilai rata – rata *packet loss* sebesar 0 % pada jaringan *powerline* di gedung SB saat *upload file* 189 MB dalam kategori sangat bagus.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan komunikasi antar komputer melalui jaringan listrik PLN menggunakan homeplug AV *powerline* adapter, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Saluran tegangan listrik PLN di Polines dapat dimanfaatkan untuk komunikasi data antar komputer menggunakan adapter *powerline* berupa layanan *download dan upload data*.
- b. Hasil kinerja *powerline* adapter saat *download file* berdasarkan parameter *QoS* yaitu :
 - a) *Throughput* : Semakin jauh jarak *powerline* dan beban klien bertambah, nilai *throughput* semakin kecil. Nilai *throughput* terbesar saat menggunakan file 189 MB (70,224 Mbps) di ruang SB1-08 dan *throughput* terkecil berada di ruang SB2-06 jarak 79,23 meter (5,445 Mbps).
 - b) *Delay* : Semakin jauh jarak *powerline* dan beban klien bertambah nilai *delay* semakin besar. Nilai *delay* terbesar terletak pada jarak 79,23 ruang SB2-06 dengan beban 3 klien (1,643 ms), sedangkan nilai *delay* terkecil terletak di jarak 21,05 meter ruang SB1-08 dengan beban 1 klien (0,122 ms).
 - c) *Jitter* : nilai *jitter* terkecil terdapat pada ukuran file 189 MB 1 klien di jarak 21,05 meter dalam ruang SB1-08 (0,185 ms), sedangkan nilai terbesar terdapat pada ukuran file 27 MB 3 klien di jarak 79,23 meter di SB2-06 (2,728 ms).

- d) Packet Loss : packet loss terbesar terjadi pada jarak 33,45 meter di SB1-06 (0,709%) menggunakan file 27 MB dan packet loss terkecil saat menggunakan file 189 MB sebesar 0 %.
- c. Hasil kinerja powerline adapter saat *upload file* berdasarkan parameter *QoS* yaitu :
- a) *Throughput* : . Semakin jauh jarak powerline dan beban klien bertambah, nilai throughput semakin kecil. Nilai throughput terbesar saat menggunakan file 189 MB (53,248 Mbps) di ruang SB1-08 dan throughput terkecil berada di ruang SB1-06 jarak 33,45 meter (2,612 Mbps).
- b) *Delay* : Semakin jauh jarak powerline dan beban klien bertambah nilai delay semakin besar. Nilai delay terbesar di jarak 33,45 meter ruang SB1-06 dengan beban 3 klien menggunakan file 189 MB (2,829 ms), sedangkan nilai delay terkecil terletak di jarak 21,05 meter ruang SB1-08 dengan beban 1 klien menggunakan file 189 MB (0,150 ms).
- c) *Jitter* : nilai jitter terkecil terletak pada jarak 21,05 meter ruang SB1-08 dengan file ukuran 189 MB 1 klien (0,260 ms), sedangkan jitter terbesar terletak di jarak 33,45 meter ruang SB1-06 file ukuran 27 MB 3 klien (5,327 ms).
- d) *Packet Loss* : saat proses upload baik berdasarkan jarak maupun beban klien tidak terjadi packet loss (0 %)
- d. Berdasarkan pengelompokan *delay*, *jitter* dan *packet loss* dari standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks* (TIPHON) termasuk dalam kategori sangat bagus dan jaringan powerline sangat layak dimanfaatkan untuk komunikasi data.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, H. & Suhardi.2007.Studi Kelayakan Implementasi Powerline Communication untuk Akses Telekomunikasi dan Internet.konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi Indonesia.Jakarta
- Haryanti, Sri Chusri, DKK.2008."Reformasi Penerapan Power Line Communication pada Jaringan Komputer".Jurusan Teknik Informatika Universitas YARSI Bali: Konferensi Nasional Sistem dan Informatika.
- Hilmi, Muhammad. Riza 2013. Pengenalan Komunikasi Data, (Online), http://materi.rizahilmi.com/SI-SistemInformasi/Komunikasi_Data/01_Pengenalan-Komunikasi-Data%20.pdf (diakses 7 Juli 2015)
- Lee, M. K, DKK.2000."HomePlug 1.0 Powerline Communication LANs – Protocol Description and Performance Results". international journal of communication systems Int. J. Commun. Syst. 2000; 00:1–6 Prepared using dacauth.cls [Version: 2002/09/18 v1.01].
- Marzuki, Fahrul.2008."Aplikasi Power Line Carrier (PLC) Untuk Komunikasi Pada daerah Pedalaman". Bali:Konferensi dan Temu Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Indonesia.
- Suharjo, Imam.2009."Analisis Penggunaan Jaringan Kabel Listrik sebagai Media Komunikasi Data Internet".Prodi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Yogyakarta: Jurnal TELKOMNIKA.volume 7, No.1.