

Perancangan Sistem Komunikasi Manajemen *Elevator* Menggunakan Jaringan *Power Line*

Heriyanto, Mohammad Hamdani, Kun Wardhana
Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri,
Institut Sains dan Teknologi Nasional
email: mhamdani@istn.ac.id dan yanto.h3ri@gmail.com

Abstrak---*Pada makalah ini dibahas rancangan suatu jaringan berbasis Power Line Communication pada komunikasi sistem manajemen elevator. Sebuah sistem elevator saat ini menggunakan kabel komunikasi CAT5 dan kabel jala listrik sepanjang ruang luncur. Penggunaan Power line communication dalam komunikasi elevator dapat menggantikan peranan CAT5 serta memaksimalkan kabel jala listrik yang telah terpasang. Power Line Communication sendiri merupakan teknologi komunikasi data, suara dan video melalui jala listrik. Pemilihan Power Line Communication berdasarkan bahwa jaringan ini mampu menjangkau lebih dari kabel existing. Pengujian performansi dibutuhkan pada perancangan ini untuk mengetahui layak atau tidaknya untuk diaplikasikan pada sistem komunikasi elevator. Parameter uji yang digunakan adalah throughput, transfer time, allocation time dan latency. Dari hasil pengujian didapatkan throughput, transfer time, allocation time dan latency yang cukup baik hanya untuk allocation time yang lebih besar 0.1 detik dari jaringan existing. Sehingga didapatkan bahwa Power Line Communication pada komunikasi sistem manajemen elevator layak digunakan.*

Kata Kunci---*Elevator, PLC, jala listrik*

Abstract---*In this paper is design a network based on Power Line Communication on communications management system of elevator. In a system of the elevator is currently using the Cat5 cable communication and power line cable as long as elevator hoistway. The use of Power Line Communication in the communication of the elevator can replace the role of CAT5 and maximize power line cable that have been installed. Power Line Communication is a communication technology of data, voice, video through the power line. The selection of Power Line Communication based on that the network is able to reach out more than existing cable. Testing performance in the design is to know is whether or not to be applied to the elevator communication systems. Test parameters used are throughput, transfer time, allocation time dan latency. From the results of testing found the value of parameters quite good only for allocation time higher 0.1 second than the existing. So that Power Line Communication on communication management system of elevator feasible to use.*

Keywords---*Elevator, PLC, Powerline*

1. PENDAHULUAN

Lift atau yang biasa dikenal sebagai *elevator*, tidak hanya melayani penumpang untuk naik atau turun lantai di suatu gedung (dikenal sistem konvensional), tetapi saat ini telah mampu mengolah siapa yang dapat dilayani, kapan dapat dilayani, juga penghitungan waktu (panggil, tempuh, dan tunggu). Sistem ini dikenal juga dengan sistem manajemen lift. Sistem manajemen *elevator* berdasarkan pada koneksi *ethernet* yang biasanya menggunakan media STP (*Shielded Twisted Pair*) untuk jarak tempuh hingga 100m dan menggunakan *fiber optic* untuk jarak lebih dari 100m.

Perancangan jaringan komunikasi pada sistem manajemen *elevator* dengan *Power Line Communication*. didasarkan untuk efisiensi karena jaringan jala listrik yang telah terpasang (*existing*) pada lift/*elevator*.

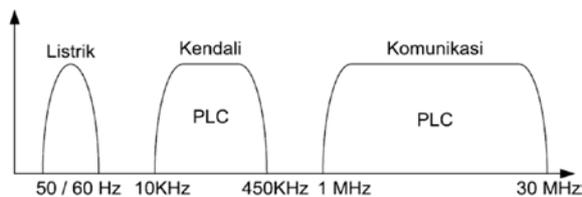
Sistem manajemen *elevator* sendiri merupakan sistem kontrol destinasi pada *elevator* yang lebih modern. Sistem manajemen *elevator* menjadikan *elevator* pada suatu gedung bertingkat menjadi lebih efisien dan efektif karena disamping untuk kontrol destinasi tetapi juga dapat menghitung waktu tunggu, panggil, trafik terbaik keseluruhan sistem, selain itu sistem ini mampu memberikan akses kepada siapa dan kapan suatu *elevator* dapat dipanggil. Terminal panggil lift pada generasi awal berupa tombol-tombol seperti kalkulator dengan *display* yang masih *monochrome*. Selanjutnya pada perkembangannya sekarang dikenalkan generasi terbaru yaitu terminal dengan layar sentuh dan tampilan layar yang berwarna (*full color*). Sistem manajemen *elevator* sendiri menggunakan prinsip jaringan *Local Area Network* (LAN) dengan

topologi *star* yang media transmisinya melalui STP CAT5e atau *fibre optic*. STP CAT5e digunakan untuk jarak *endpoint* hingga 100m, sedangkan *fiber optic* digunakan untuk jarak *endpoint* lebih dari 100m.

2. METODA

Power Line Communication (PLC)

Power Line Communication (PLC) adalah teknologi komunikasi data, suara dan video melalui jaringan listrik. Teknologi PLC bukan teknologi baru, pada awalnya teknologi ini digunakan untuk tujuan pengendalian, dengan frekuensi *carrier* yang digunakan umumnya pada orde KHz (10 KHz sampai 450 KHz), dan hanya menawarkan kapasitas transmisi data yang sederhana dengan kecepatan kurang dari orde kilobit per *second* (kbps). Saat ini frekuensi *carrier* yang digunakan antara 1,7 hingga 30 MHz [5]. Spektrum frekuensi PLC dapat dilihat pada Gambar 1..



Gambar 1. Spektrum PLC

Pada penelitian ini media transmisi untuk PLC yang digunakan adalah saluran listrik tegangan rendah sebesar 220V/50Hz. Media komunikasi melalui jala listrik ini merupakan media *guided*, karena tidak menggunakan antena dalam mentransmisikan atau menerima informasi (data).

Pada Gambar 2. dapat dilihat prinsip sederhana dari PLC, data berbentuk digital masuk ke modulator kemudian dikuatkan lalu diteruskan ke kopling pengirim kemudian dilewatkan melalui jala-jala PLN (220V)[6].

Komunikasi pada PLC dengan cara arus pembawa (*carrier current*) ditumpukkan (*superposed*) pada saluran transmisi tenaga listrik, sehingga saluran tenaga listrik menjadi rangkaian transmisi frekuensi tinggi.



Gambar 2. Diagram blok modulator PLC

Saluran tenaga listrik sebagai media transmisi tentu saja mempunyai karakteristik yang akan mempengaruhi sinyal pembawa informasi. Bagian utama sistem komunikasi menggunakan PLC adalah sebagai berikut :

1. Bagian pemancar (*transmitter*)

Sinyal informasi berupa sinyal analog maupun digital ditumpukkan ke sinyal pembawa melalui

teknik modulasi sehingga dihasilkan sinyal pembawa termodulasi, kemudian diperkuat untuk dipancarkan melalui media transmisi saluran distribusi daya.

2. Rangkaian kopling

Rangkaian kopling terdiri atas kapasitor kopling yang berfungsi untuk mengisolasi peralatan komunikasi dari tegangan pada saluran listrik.

3. Media transmisi

Berupa kabel saluran transmisi listrik yang digunakan sebagai media pada sistem komunikasi melalui saluran listrik tegangan rendah.

4. Bagian penerima (*receiver*)

Melakukan penguraian atau pendemodulasian sinyal pembawa termodulasi yang diterima.

PLC menggunakan skema modulasi *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM). Pada OFDM, teknik modulasi diterapkan kepada sinyal yang telah termodulasi, sebagai modulasi tingkat kedua. Sebuah sinyal OFDM terdiri dari sejumlah *subcarrier* kemudian dimodulasikan dengan menggunakan PSK (*Phase Shift Keying*).

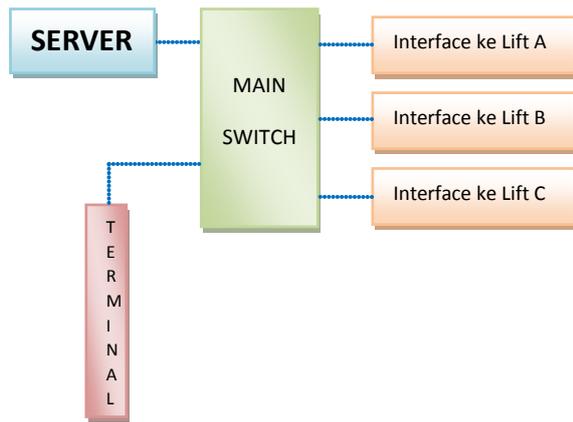
Pada PLC, sinyal-sinyal yang berbentuk lonjakan nantinya yang akan merepresentasikan sinyal digital. Dalam sistem PLC yang perlu diperhatikan adalah bagaimana menyalurkan energi listrik dengan rugi-rugi sekecil mungkin, sedangkan dalam sistem komunikasi yang perlu diperhatikan adalah bagaimana informasi yang dikirim dapat diterima dengan kualitas yang baik.

Mekanisme kerja sistem manajemen *elevator*

Pada sistem manajemen *elevator* diterapkan skema topologi *star*. Skema ini menjadikan sebuah *server* menjadi terhubung ke semua perangkat. Mekanisme kerja pada sistem Manajemen *Elevator* dikendalikan sepenuhnya oleh *server* yang telah tertanam aplikasi *Port Technology*. Sebuah *server* diletakkan di ruang mesin *elevator* terhubung ke sebuah *main switch*. *Main switch* ini berfungsi untuk menghubungkan *server* dengan seluruh perangkat yang dapat dilihat pada Gambar 3.

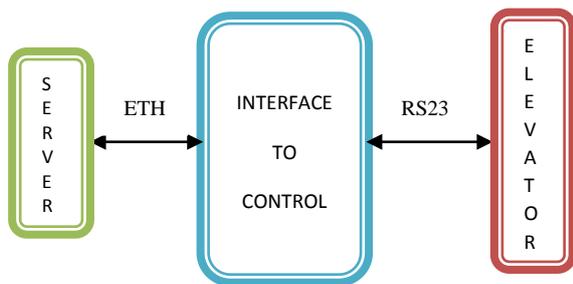
Pada *server*, terdapat beberapa parameter kerja antara lain :

1. Basis data guna menyimpan konfigurasi letak *elevator*, posisi *terminal*, alamat IP.
2. Kapasitas dari muatan *elevator* dalam persentase
3. Waktu buka pintu, yang bisa diatur untuk tambahan lamanya pintu terbuka
4. Mengatur waktu tunggu dari datangnya *elevator* ke *boarding floor*
5. Jumlah *elevator* yang dapat melayani panggilan



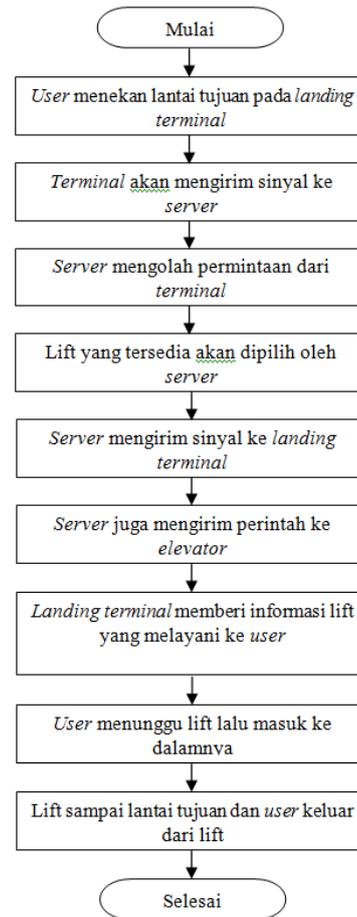
Gambar 3. Koneksi Server dengan seluruh perangkat

Server memerlukan *interface* (Gambar 4.) untuk berhubungan dengan *controller elevator*. *Interface* ini berupa mini komputer dengan koneksi LAN ke *server* dan RS232 ke *controller elevator*. Pada *interface* ini terdapat juga *back-up* basis data guna menghindari kegagalan sistem saat *server* dalam keadaan *down*.



Gambar 4. Interface dari Server ke Controller

Proses dari sistem manajemen *elevator* dimulai dari saat seorang penumpang melakukan panggilan ke lantai tujuan pada papan akses berlayar sentuh yang terdapat pada lobi lantai. Misalkan dari lobi lantai 2 ke tujuan lantai 7. Kemudian papan akses akan menyampaikan informasi digital ke server yang terdapat di ruang mesin. Lalu *server* akan mengolah permintaan dari terminal/papan akses. *Server* akan mengecek ketersediaan *elevator* yang dapat melayani. Jika sudah didapatkan *elevator* yang tersedia lalu *server* akan mengirim sinyal informasi kepada papan akses bersamaan dengan perintah ke *elevator* yang dapat melayani tersebut. Papan akses memberikan informasi kepada penumpang mengenai *elevator* yang bisa melayani. Sebagai contoh *elevator* A memberikan respon bahwa dia bisa melayani lantai tujuan. *Elevator* A memberikan perintah panggilan lantai kepada *controller* yang kemudian memberikan perintah juga kepada komponen lainnya, seperti motor dan pintu. Proses dari sistem manajemen *elevator* digambarkan melalui diagram alir pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Mekanisme Kerja Sistem Manajemen Elevator

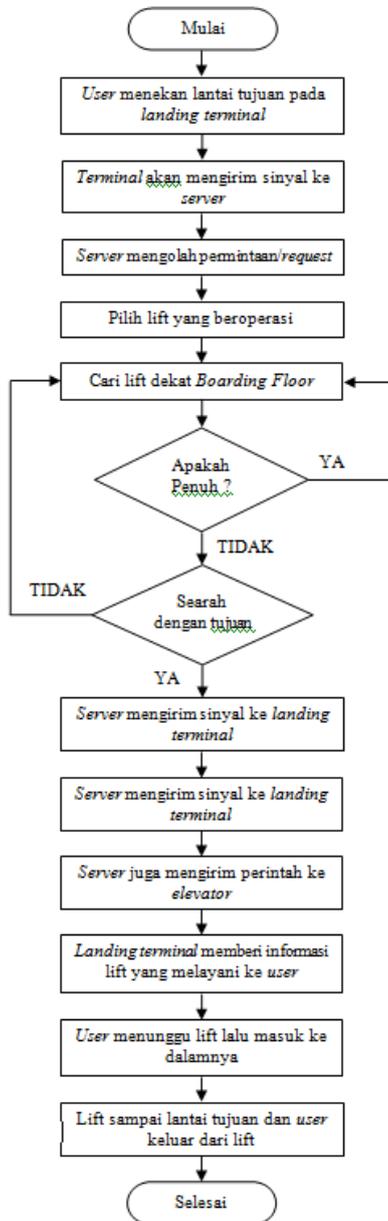
Skenario operasional sistem manajemen elevator

Pada sistem manajemen *elevator*, terdapat beberapa skenario menyangkut operasional dari ketersediaan *elevator* untuk melayani penumpang. Hal ini karena tidak selamanya *elevator* beroperasi normal namun adakalanya *elevator* dalam keadaan *out of service* atau juga dalam keadaan penuh/*full load*.

1. Skenario saat lift dalam keadaan *out of service*
 Saat ada salah satu lift dalam keadaan *out of service* maka sistem tidak akan memberikan panggilan kepada lift tersebut dan hanya memberikan panggilan kepada lift yang beroperasi. Sebagai contoh pada 3 buah lift A,B dan C. Lift A dalam keadaan *out of service*, sehingga jika ada panggilan dari penumpang maka hanya lift B dan C yang akan melayani.
2. Skenario saat lift ada di dekat *boarding floor* namun lift penuh

Saat lift yang terdekat dengan *boarding floor* namun lift tersebut sudah penuh dengan muatan, maka lift tersebut tidak akan melayani dan lift terdekat lainnya yang akan melayani. Sebagai contoh penumpang ada di lantai 2 dan ingin menuju lantai 7, lift A sedang ada di lantai 1 dengan muatan

penyempitan akan mengindahkan panggilan penumpang di lantai 2, lift B sedang ada di lantai 6 dan lift C sedang ada di lantai 7 maka sistem akan memberikan panggilan di lantai 2 kepada lift yang terdekat lainnya, yaitu lift B.



Gambar 6. Diagram Alir Skenario Operasional Lift dalam Sistem Manajemen Elevator

3. Skenario saat semua lift penuh

Seperti skenario sebelumnya, saat semua lift penuh dengan muatan, maka panggilan penumpang akan diberikan kepada lift yang terlebih dahulu berkurang muatannya. Sebagai contoh lift A, B dan C masing-masing ada di lantai 1, 6 dan 7 dalam keadaan penuh muatan karena jam sibuk saat istirahat kantor. Sedangkan ada penumpang di lantai 2 yang ingin menuju lantai 7, jika dilihat secara sistem, maka lift C yang terlebih dahulu berkurang

muatan sehingga sistem akan memberikan panggilan dari penumpang di lantai 2 tadi kepada lift C.

4. Skenario saat ada lift yang akan turun dan melewati boarding floor namun pada boarding floor penumpang ingin naik

Pada saat lift sedang turun dan ada penumpang yang ingin naik maka lift tidak akan melayani penumpang tersebut dan sistem memberikan panggilan tersebut kepada lift lainnya. Sebagai contoh lift B dari lantai 6 turun menuju lantai 2, lalu ada penumpang yang ingin menuju lantai 7, maka sistem akan mengindahkan panggilan tersebut pada lift B dan memberikan panggilan tersebut kepada lift lain yang terdekat dengan penumpang tersebut.

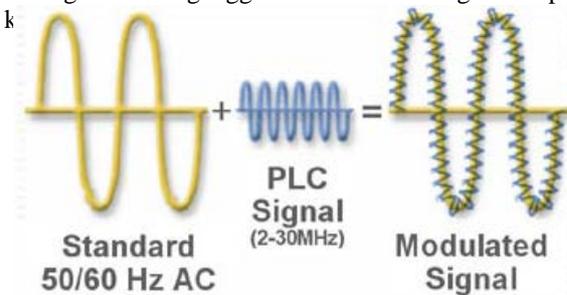
Proses komunikasi sistem manajemen elevator melalui Powerline

Pada dasarnya, PLC bekerja dengan menempatkan (*superimposed*) sinyal analog di atas standar frekuensi tegangan 50 atau 60Hz, ini berarti frekuensi yang lebih tinggi dapat digunakan untuk transmisi dan pertukaran data. Jadi, PLC dapat menggunakan sinyal frekuensi radio (RF) yang dikirimkan melalui tegangan bolak balik (AC). Frekuensi khusus ini dimodulasi oleh pemancar dan didemodulasi di sisi penerima.

Arus listrik yang berbentuk gelombang sinusoida pada frekuensi 50Hz menghasilkan derau. Derau inilah yang nantinya digunakan sebagai sinyal pembawa termodulasi yang terdapat paket data. Sinyal yang termodulasi dapat dilihat pada Gambar 7..

Teknik modulasi sinyal diterapkan di sisi modulator dan demodulator. Dalam kasus ini, modulasi diperlukan sebagai teknik untuk mengubah data digital ke bentuk analog, sehingga sinyal dapat ditransmisikan melalui saluran. Pada ujung yang lain, dipergunakan demodulator yang mengubah kembali sinyal analog menjadi data digital.

Untuk mencapai kecepatan data yang tinggi, digunakan teknik modulasi dan demodulasi OFDM. Sistem ini bekerja pada HF band, kuat terhadap berbagai macam gangguan dan mendukung beberapa



Gambar 7. Sinyal Pembawa termodulasi

Proses komunikasi pada sistem manajemen elevator dengan menggunakan jaringan Power Line terdiri dari 4 (empat) bagian utama :

1. Bagian Pemancar

Pada bagian ini, sinyal digital dari terminal *landing* dimodulasikan atau ditumpangkan ke sinyal pembawa dengan frekuensi 1,7MHz melalui teknik modulasi OFDM sehingga dihasilkan sinyal pembawa termodulasi, selanjutnya sinyal ini diperkuat untuk dipancarkan melalui media transmisi jala listrik. Pada OFDM modulator terdapat *subcarrier mapping* yang berguna untuk memetakan frekuensi beberapa *carrier* selanjutnya IDFT terdapat *guard interval* yang digunakan untuk mengeliminasi *inter-symbol interference* (ISI) yang disebabkan oleh distorsi *multipath*. ISI juga bisa disebabkan oleh sinkronisasi *jitter* antara pemancar dan penerima.

2. Rangkaian Kopling

Pada rangkaian ini terdiri atas kapasitor kopling yang berfungsi untuk mengisolasi peralatan komunikasi dari tegangan jala listrik. Fungsi ini dipenuhi dengan memberikan impedansi rendah ke frekuensi pembawa dan memberikan impedansi tinggi pada frekuensi saluran listrik. Selain itu pada rangkaian kopling juga terdapat transformator yang berfungsi sebagai penyesuai impedansi antara saluran listrik dengan peralatan komunikasi.

3. Media Transmisi

Berupa kabel saluran transmisi listrik yang digunakan sebagai media pada sistem komunikasi melalui saluran listrik tegangan rendah, yaitu 220VAC/50Hz.

4. Bagian Penerima

Hampir sama seperti bagian pemancar, hanya pada sisi penerima, sinyal pembawa termodulasi diurai atau didemodulasikan dengan teknik yang sama, OFDM. Pada penerima ini juga ada proses sinkronisasi antara pemancar dan penerima dengan jalan pemulihan sinyal pembawa yang diterima sehingga diperoleh kembali sinyal informasi yang dikirimkan. Bagian penerima memiliki DFT untuk mengubah sinyal yang diterima menjadi domain frekuensi. *Guard interval* biasanya dihilangkan dari sinyal yang diterima. Selanjutnya sinyal ini akan diterima oleh *server* sistem manajemen *elevator*.

Tahap perancangan dengan simulator

Konfigurasi sistem awal

Elevator dengan teknologi sekarang ini pada umumnya memiliki jaringan komunikasi *ethernet* dengan media transmisi CAT5E atau *fibre optic* dan memiliki jala-jala listrik. Jaringan *ethernet* selain digunakan untuk komunikasi suara antara *elevator* dengan ruang kontrol juga berfungsi untuk komunikasi akses *elevator*. Dan jala-jala listrik hanya murni digunakan sebagai penghantar catu daya.

Pada perancangan ini, jala-jala listrik digunakan tidak hanya sebagai penghantar catu daya tetapi juga sebagai media transmisi untuk komunikasi akses *elevator*. Perancangan ini dimulai dengan membangun simulasi untuk *elevator*

dilanjutkan dengan penerapan PLC pada sistem komunikasi *elevator*.

Konfigurasi simulasi *elevator*

Simulasi konfigurasi *elevator* menggunakan perangkat lunak bernama *Port Technology* yang tidak hanya digunakan sebagai simulasi tetapi juga sesuai dengan kondisi riil di lapangan. Hasil konfigurasinya dapat dilihat pada Gambar 8.

Konfigurasi simulasi jaringan PLC pada sistem manajemen *elevator*

Simulator untuk jaringan PLC pada sistem manajemen *elevator*, terdiri dari :

1. *Main switch & PoE switch*
2. *Landing terminal*
3. *PLC adapter*
4. *Personal Computer (PC)*



Gambar 8. Hasil konfigurasi *elevator*

Sedangkan untuk media transmisinya disiapkan kabel jala listrik sepanjang 34 meter. Kabel jala listrik yang digunakan berjenis NYM dengan inti 3.

PLC *adapter* pada perancangan ini menggunakan tipe TP-LINK AV500 *Powerline Adapter TL-PA4010P*. *Adapter* jenis ini mampu mencapai kecepatan transmisi hingga 500Mbps melalui jala-jala listrik. Selain itu *adapter* ini memiliki fitur *powersaving* yang dituntut ada oleh beberapa gedung pengguna *elevator*.

Main switch dan *PoE switch* menggunakan *switch* bertipe *industrial*.

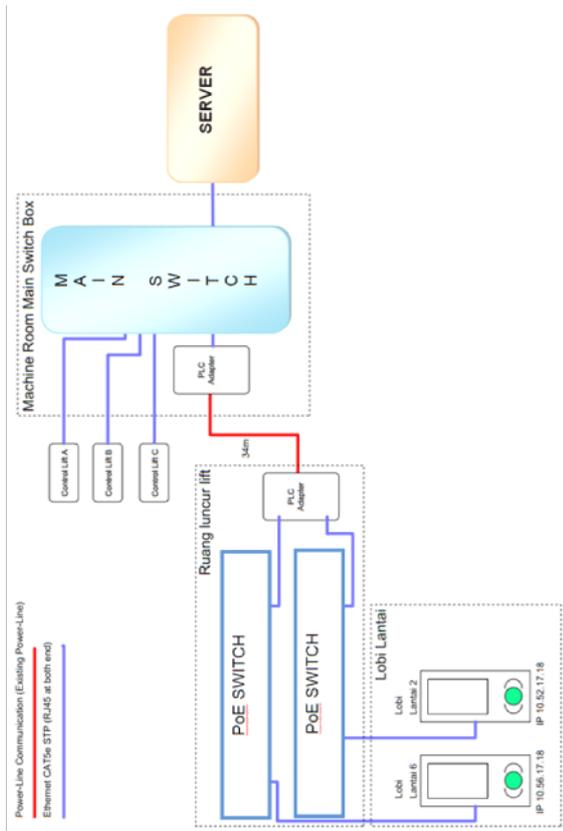
Pada konfigurasi jaringan diperlukan juga alamat IP untuk beberapa devais, yaitu :

1. *PC Server* dengan IP 10.1.104.10
2. Terminal Lobi lantai 6 dengan IP 10.56.17.18
3. Terminal Lobi lantai 2 dengan IP 10.52.17.18

Selain itu untuk perancangan sistem ini digunakan *protocol* UDP 6300 dan 6500.

Protocol UDP berperan penting untuk komunikasi antar devais, karena diharapkan dengan UDP proses komunikasi berlangsung dengan cepat. *Protocol* UDP 6300 digunakan untuk komunikasi terminal dengan komputer *server*, sedangkan UDP 6500 digunakan untuk sinkronisasi *database* pada sistem.

Perancangan untuk simulasi jaringan PLC pada sistem manajemen *elevator* dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Perancangan simulasi komunikasi sistem manajemen *elevator* menggunakan jaringan *Powerline* (jala listrik)

Tahapan pengambilan data dan analisis

Pengambilan data dilakukan dengan proses pengukuran beberapa parameter yaitu *throughput*, *transfer time*, *latency*, dan *allocation time*. Pengambilan data dibandingkan antara 2 jenis media transmisi, yaitu kabel STP CAT5e dan kabel jala listrik. Berikut ini rincian untuk melakukan proses pengambilan data.

1. Pengambilan data dengan melakukan panggilan lift ke lantai 7 dari terminal yang ada di lantai 6.
2. Pengambilan data dengan melakukan panggilan lift ke lantai 1 dari terminal yang ada di lantai 6.
3. Pengambilan data dengan melakukan panggilan lift ke lantai 7 dari terminal yang ada di lantai 2.
4. Pengambilan data dengan melakukan panggilan lift ke lantai 1 dari terminal yang ada di lantai 2.
5. Pengambilan data untuk *throughput*, *transfer time*, dan *packet loss* dilakukan dengan *wireshark* dan *pingplotter*.

6. Pengambilan data untuk *latency* dilakukan dengan *pingplotter*.
7. Pengambilan data untuk *allocation time* dihitung saat menekan lantai tujuan pada terminal lantai hingga tertera lift apa yang tertera pada *display terminal*.
8. Hasil dari data dirubah ke dalam grafik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pada STP Cat5e

Untuk pengujian menggunakan STP CAT5e, beberapa parameter data digunakan sebagai pembandingan terhadap *Power Line Communication*. Berikut pengujian dengan mengambil data *throughput*, *transfer time*, *allocation time*, *latency*.

Pengujian pada terminal di lantai 6

Pengujian pertama dilakukan pada terminal di lantai 6 dengan menekan panggilan ke lantai 7. Hasil *throughput* dan *transfer time* terlihat pada Gambar 10.

Throughput: 782,168 kbps

Transfer time: 36,77 second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	42	42	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 34,930 sec					
Avg. packets/sec	1,202				
Avg. packet size	83 bytes				
Bytes	3493	3493	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	100,001				
Avg. bytes/sec	21,114				

Gambar 10. Pengujian pada terminal 6/F panggilan ke 7/F pada CAT5e

Pengujian kedua dilakukan pada terminal di lantai 6 dengan menekan panggilan ke lantai 1. Hasil *throughput* dan *transfer time* terlihat pada Gambar 11..

Throughput : 2148,496 kbps

Transfer time: 49,702 second

Pada kedua pengujian ini tidak terdapat *packetloss* dengan kata lain semua data 100% berhasil ditransfer.

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	163	163	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 49,702 sec					
Avg. packets/sec	3,280				
Avg. packet size	82 bytes				
Bytes	13348	13348	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	268,562				

Gambar 4.2 Pengujian pada terminal 6/F panggilan ke 1/F pada CAT5e

Pengujian pada terminal di lantai 2

Pengujian pertama dilakukan pada terminal di lantai 2 dengan menekan panggilan ke lantai 7. Hasil *throughput* dan *transfer timeter* terlihat pada Gambar 12..

Throughput:4030,384 kbps
Transfer time: 44,974second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	179	179	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 44,974 sec					
Avg. packets/sec	3,980				
Avg. packet size	127 bytes				
Bytes	22658	22658	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	503,798				

Gambar 12. Pengujian pada terminal 2/F panggilan ke 7/F pada CAT5e

Pengujian kedua dilakukan pada terminal di lantai 2 dengan menekan panggilan ke lantai 1. Hasil *throughput* dan *transfer timeter* terlihat pada Gambar 13..

Throughput : 800,008 kbps
Transfer time: 34,93second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	37	37	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 31,530 sec					
Avg. packets/sec	1,173				
Avg. packet size	93 bytes				
Bytes	3426	3426	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	108,658				

Gambar 13. Pengujian pada terminal 2/F panggilan ke 1/F pada STP CAT5e

Pada kedua pengujian ini tidak terdapat *packetloss* dengan kata lain semua data 100% berhasil ditransfer.

Alocation time

Untuk pengambilan data *alocation time* dilakukan dengan *stopwatch*. Waktu yang dihitung dimulai saat ditekan panggilan ke lantai tujuan hingga muncul alokasi elevator yang melayani pada *display terminal*.

Tabel 1. *Alocation time* dengan STP CAT5e

Terminal	Panggilan ke lt7	Panggilan ke lt1
Lantai 6	0,67 second	0,66 second
Lantai 2	0,68 second	0,71 second

Latency

Untuk pengambilan data *latency* dilakukan dengan menggunakan piranti lunak *Pingplotter*. Pengujian dilakukan pada terminal di lantai 6 dengan menekan panggilan ke lantai 7. Hasil *latency* ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Latency dengan STP CAT5e

Pengambilan data pada PLC

Sama seperti menggunakan STP CAT5e, beberapa parameter data diambil guna diketahui performansinya. Berikut pengujian dengan mengambil data *throughput*, *transfer time*, *alocation time*, *latency*.

Pengujian pada terminal di lantai 6.

Pengujian pertama dilakukan pada terminal di lantai 6 dengan menekan panggilan ke lantai 7. Hasil *throughput* dan *transfer time* terlihat pada Gambar 15. .

Throughput:869,264 kbps
Transfer time: 31,53second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	125	125	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 46,089 sec					
Avg. packets/sec	2,712				
Avg. packet size	85 bytes				
Bytes	10680	10680	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	231,723				

Gambar 15. Pengujian pada terminal 6/F panggilan ke 7/F pada PLC

Pengujian kedua dilakukan pada terminal di lantai 6 dengan menekan panggilan ke lantai 1. Hasil *throughput* dan *transfer timeter* terlihat pada Gambar 16.

Throughput : 1863,784 kbps
Transfer time: 46,089 second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	34	34	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 35,196 sec					
Avg. packets/sec	0,966				
Avg. packet size	104 bytes				
Bytes	3535	3535	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	100,436				

Gambar 16. Pengujian pada terminal 6/F panggilan ke 1/F pada PLC

Pada kedua pengujian ini tidak terdapat *packetloss* dengan kata lain semua data 100% berhasil ditransfer.

Pengujian pada terminal di lantai 2

Pengujian pertama dilakukan pada terminal di lantai 2 dengan menekan panggilan ke lantai 7. Hasil *throughput* dan *transfer timeter* terlihat pada Gambar 17.

Throughput:829,344 kbps
Transfer time: 35,103second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	41	41	100.000%	0	0.000%
Between first and last packet 35,103 sec					
Avg. packets/sec	1,168				
Avg. packet size	89 bytes				
Bytes	3639	3639	100.000%	0	0.000%
Avg. bytes/sec	103,668				

Gambar 17. Pengujian pada terminal 2/F panggilan ke 7/F pada PLC

Pengujian kedua dilakukan pada terminal di lantai 2 dengan menekan panggilan ke lantai 1. Hasil *throughput* dan *transfer timeter* terlihat pada Gambar 18.

Throughput : 803,488 kbps
Transfer time: 35,196second

Traffic	Captured	Displayed	Displayed %	Marked	Marked %
Packets	34	34	100,000%	0	0,000%
Between first and last packet 35,196 sec					
Avg. packets/sec	0,966				
Avg. packet size	104 bytes				
Bytes	3535	3535	100,000%	0	0,000%
Avg. bytes/sec	100,436				

Gambar 18. Pengujian pada terminal 2/F panggilan ke 1/F pada STP CAT5e

Pada kedua pengujian ini tidak terdapat *packetloss* dengan kata lain semua data 100% berhasil ditransfer.

Alocation time

Untuk pengambilan data *alocation time* dilakukan dengan *stopwatch*. Waktu yang dihitung dimulai saat ditekan panggilan ke lantai tujuan hingga muncul alokasi elevator yang melayani pada *display terminal*.

Tabel 2. *Alocation time* dengan PLC

Terminal	Panggilan ke lt7	Panggilan ke lt1
Lantai 6	0,74 second	0,79 second
Lantai 2	0,87 second	0,83 second

Latency

Untuk pengambilan data *latency* dilakukan dengan menggunakan piranti lunak *Pingplotter*. Pengujian dilakukan pada terminal di lantai 6 dengan menekan panggilan ke lantai 7. Hasil *latency* ditunjukkan pada Gambar 19.



Gambar 19. *Latency* dengan PLC

Analisa Hasil Pengujian

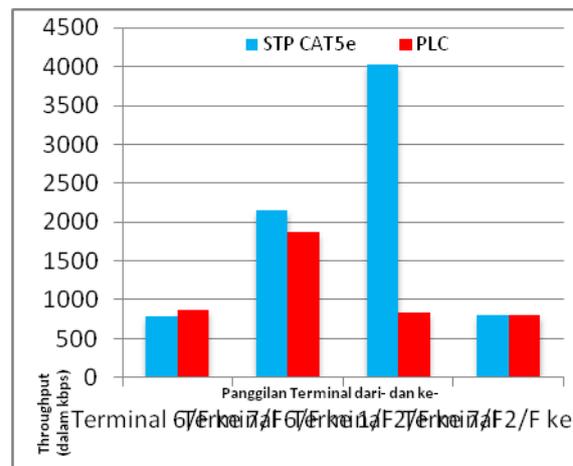
Pada penelitian ini digunakan pembanding sebagai acuan, yaitu data pengujian yang berasal dari media transmisi STP CAT5e. dan hasilnya cukup stabil dengan kata lain bisa diandalkan.

Analisa berdasarkan *Throughput* dan *Transfer time*

Nilai *throughput* baik STP CAT5e maupun PLC hampir sama berada pada kisaran 800 kbps, hanya ada perbedaan pada terminal di lantai 2 ketika diberikan panggilan ke lantai 7, yaitu pada PLC jauh

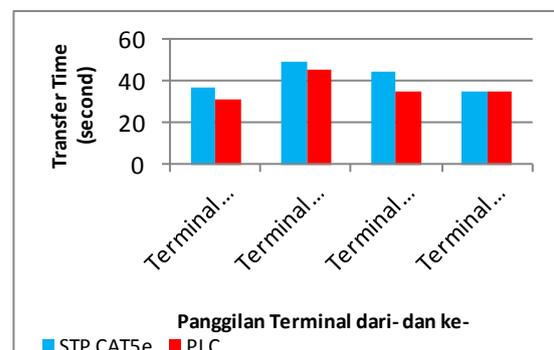
lebih kecil dibandingkan dengan STP CAT5e. Jika berdasarkan data lampiran dari *wireshark* terlihat ada perbedaan jumlah paket data yang dikirimkan, namun hal ini dapat menjadi satu catatan ketika paket data yang ditransmisikan bertambah banyak, STP CAT5e lebih handal dalam segi *throughput*-nya. Namun tetap secara nilai *throughput*, PLC cukup baik dan dapat diterima. Perbandingan STP CAT5e dan PLC berdasarkan *throughput* secara grafik dapat dilihat pada Gambar 20.

Transfer time pada jaringan PLC sedikit lebih baik dibanding pada STP CAT5e. Pada Gambar 21. dapat dilihat bahwa untuk PLC diperoleh nilai *transfertime* yang lebih kecil.



Gambar 20. Grafik analisa PLC terhadap STP CAT5e berdasarkan *Throughput*

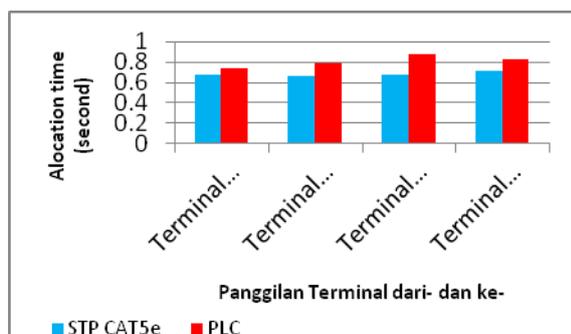
Nilai *transfer time* ini dipengaruhi oleh besarnya paket data yang ditransmisikan. Pada terminal lantai 6 dengan panggilan ke lantai 1 dan terminal lantai 2 dengan panggilan ke lantai 7 masing-masing memiliki jumlah paket data yang lebih banyak dibanding yang lainnya, hal ini dapat disebabkan karena *range* dari lantai yang dituju.



Gambar 21. Grafik analisa PLC terhadap STP CAT5e berdasarkan *Transfer Time*

Analisa berdasarkan *Alocation Time*

Untuk *allocation time*, analisa dilakukan dengan merujuk pada nilai standar *allocation time* yang dikeluarkan oleh pemegang merk *elevator* (*Schindler*) yaitu di bawah angka 1 (satu) detik. Berdasarkan data pengujian untuk besar *allocation time*, pada STP CAT5e lebih kecil dibanding pada jaringan PLC, hal ini menandakan STP CAT5e lebih baik. Namun jaringan PLC yang *allocation time*-nya berada pada nilai 0.74-0.87 detik masih termasuk dalam nilai standar. *Alocation time* ini memiliki arti penting dikarenakan berhubungan langsung dengan *user* (penumpang lift), saat nilai *allocation time*-nya lebih besar dari 1 detik, maka akan berakibat pada penumpukan di lobi masing-masing lantai terutama ketika jam sibuk atau *peak hour* selain itu akan menimbulkan ketidaknyamanan pada sisi *user*. Perbandingan STP CAT5e dan PLC berdasarkan *allocation time* secara grafik dapat dilihat pada Gambar 22..



Gambar 22. Grafik analisa PLC terhadap STP CAT5e berdasarkan *Alocation Time*

Analisa berdasarkan *Latency*

Dalam waktu 60 detik, nilai *latency* untuk STP CAT5e rata-rata berada pada angka 1 mili detik dan maksimum berada pada angka 3 mili detik. Sedangkan untuk jaringan PLC rata-rata berada pada angka 4 mili detik dengan nilai minimum 3 mili detik dan maksimum 6 mili detik. Pada *latency* sendiri nilai semakin kecil menunjukkan semakin sedikit *delay* yang terjadi demikian sebaliknya. Namun berdasarkan data pengujian *latency*, nilai *latency* untuk PLC masih dapat diterima walau lebih besar dibanding dengan nilai *latency* pada STP CAT5e. Perbandingan STP CAT5e dan PLC berdasarkan *latency* secara grafik dapat dilihat pada Gambar 23.

4. SIMPULAN

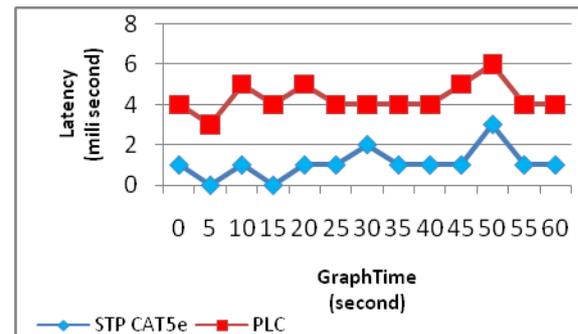
Performansi jaringan *Power Line Communication* cukup baik dalam segi *throughput*, *transfer time*, *allocation time*, dan *latency*.

Patut dipertimbangkan untuk sistem manajemen *elevator* menggunakan jaringan *Power*

Line ialah dari beberapa pengujian tidak ditemukan adanya *packetloss* dengan kata lain 100% paket data berhasil ditransmisikan.

Saat jaringan *Power Line Communication* dibandingkan dengan STP CAT5e dalam hal performansi, jaringan *Power Line Communication* dapat dijadikan sebagai pilihan dalam komunikasi sistem manajemen *elevator*.

Penggunaan sistem manajemen *elevator* menggunakan jaringan *Power Line* mampu mengurangi biaya instalasi karena menggunakan jala-jala listrik yang telah ada.



Gambar 23. Grafik analisa PLC terhadap STP CAT5e berdasarkan *Latency*

DAFTAR PUSTAKA

- Assaidi, A.L. (2015). *Analisa Kinerja Powerline Networking Dalam Komunikasi Data Dan Akses Internet Di SMK Bina Harapan*. Yogyakarta : Jurusan Teknik Informatika AMIKOM.
- Andrianto, H. (2010). *Electrical Engineering Journal. Kajian Penerapan Teknologi Broadband di Indonesia*. Vol.1 No.1, pp. 28-40.
- Aryadi, I.W., Kusuma, K.T., dan Wibowo, R.A. (2014). *Mengukur Quality of Service (QoS) Pada Video Conference*. Bali : Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Hadi, M.Z.S. (2009). *Pengukuran QoS Streaming Server*. Semarang : PENS.
- Kuntarto, G.P. (2009). *Teknologi Powerline Communications (PLC) Berkaitan Dengan Aspek Teknik Dan Ekonomi*. Tangerang : UMN.
- Rosanto, S.A., Satoto, K.I., dan Rochim, A.F. (2009). *Analisis Perbandingan Kinerja Jaringan Komputer Berbasis Powerline Communication Dengan Jaringan Komputer Berbasis Kabel UTP*. Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Stallings, W. (2007). *Data and Computer Communications*. (Ed. ke-8). New Jersey : Pearson Prentice Hall.
- Soemarwanto, D. (2008). *Jaringan Komputer dan Pemanfaatannya*. Jakarta : Pusat Teknologi Informasi Dan Komunikasi Pendidikan DEPDIKNAS.