

Perancangan Jaringan Sistem Komunikasi Fiber Optic Untuk Aplikasi Digital Billboard di Kota Cimahi

Mochamad Yana Hardiman

Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta
Jln. Daan Mogot Km. 11, Jakarta Barat 11710

yana_jadid@yahoo.com

Intisari □ **Mobilitas yang sangat tinggi dari user pada era sekarang ini berimplikasi pada kebutuhan user akan informasi kapan dan dimanapun user berada, termasuk di jalan raya. Billboard yang selama ini kita lihat secara umum bersifat statis sehingga tidak menjadi efektif lagi sebagai sarana yang signifikan mempengaruhi user di era digital ini. Maka munculah digital billboard, untuk bisa mentransmisikan informasi multimedia, maka diperlukan bandwidth yang lebar, media transmisi yang handal yang dapat mentransmisikan data rate yang tinggi untuk digital billboard, dalam tugas akhir ini digunakan fiber optik untuk perancangan jaringan.**

Pencarian informasi pemasangan digital billboard melibatkan tiga dinas Pemkot Cimahi terkait yaitu, Dinas penyehatan lingkungan dan kebersihan, Dinas Pendapatan Daerah, dan Badan pembangunan daerah dengan meminta beberapa data dan wawancara. Survey dilakukan untuk mengetahui kondisi real. Topologi optimum didapatkan dengan menggunakan algoritma prim. Mencari perangkat eksisting untuk optik dan pendukung jaringan. Perhitungan manual dan juga Microsoft excell untuk sinkronisasi hasil perhitungan Power Link Budget dan Rise Time Budget. Perhitungan bit rate transmisi yang outputnya didapatkan line coding yang tepat, perhitungan bit rate digital billboard terakhir memperkirakan waktu transfer delay total selama proses pengiriman data.

Hasil dari pemkot diperbolehkan 12 digital billboard, satu titik ditolak karena termasuk daerah khusus. Optik melalui jalur jalan raya dengan pemasangan di bawah tanah. Topologi kombinasi bus dan star yang menggunakan 13.36 km fiber optik Multimode Graded Index. Power Link Budget titik terdekat Server BITC ke Pintu Gerbang Baros 1 terpenuhi dengan Pin receiver 34.428 dB, dan power margin sebesar -28.572 dBm dan rise time budget terpenuhi Ttotal = 62.71497248 ns, dengan bit rate transmisi di bawah 11.1 Mbps dengan line coding NRZ, bit rate digital billboard 43.2 Mbps, Total Waktu Transfer dari BITC ke BAROS 1 sebesar 9.059 sekon untuk file sebesar 10 Mbyte dari server..

Kata Kunci: Digital Billboard, Rise Time Budget, Power Link Budget, NRZ, Bit rate, Multimode

Abstract □ *User's high mobility in the present era implies the user's need for information, whenever and wherever he/she stands, including in the roadways. A billboard seen so far is generally static so that it ineffectively becomes significant tools which affect user in this digital era. Digital Billboard functions to transmit multimedia information. To transmit them, wide bandwidth, which is reliable transmission media, is needed. However, the digital billboard in the present research used optical fiber for network designing.*

The information searching about digital billboard installation involved three (3) institutions of Cimahi local administration; those are environmental sanitation and hygiene services (Dinas penyehatan lingkungan dan kebersihan), Regional Revenue Office (Dinas Pendapatan Daerah), and Regional Development Agencies (Badan Pembangunan Daerah) by seeking several data as well as interviews. Surveying was performed to recognize the real condition. Optimum Topology was gained by using algorithm prim. The next step is by searching existing device for optic and networking support. Then, manual and Microsoft Excel calculation were performed to synchronize the calculation of power Link Budget and Rise Time Budget. The calculation of bit rate transmission of which the output gained a correct line coding, the latest calculation of digital Billboard bit rate estimated total time delay transfer during the process of data transferring.

The result of the local administration permitted twelve (12) digital billboards, with the rejection of one point by the local administration since it belongs to specific area. The optics via highway was installed underground. Topology with the combination of bus and star was using 13.36 km fiber optic multimode Graded Index. The closest point of Power link budget is Server BITC to Pintu Gerbang Baros. The Pin receiver fulfilled 34.428 dB, and power Margin in the amount of -28.572 dBm and rise time budget fulfilled $T_{total} = 62.71497248$ ns, with transmission bit rate below 11.1 Mbps with line coding NRZ, bit rate digital billboard 43.2 Mbps, the Total Time to transfer from BITC to BAROS 1 is 9.059 seconds for 10 Mbyte of files from server.

Keywords: *Digital Billboard, Rise Time Budget, Power Link Budget, NRZ, Bit rate, Multimode*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Informasi yang akan menjadi *trend* masa kini dan mendatang adalah informasi yang bersifat *tripleplay/broadband* dengan *bandwidth* yang lebar sehingga dapat ditransmisikan informasi *voice*, data, dan multimedia dalam kapasitas yang besar dengan *delay* yang semakin kecil dan juga BER yang kecil. *Billboard* pun tidak akan bersifat statis lagi, yang muncul adalah *digital billboard* yang bersifat dinamis yang dapat mengakomodir informasi *tripleplay* yaitu *voice*, data, dan multimedia dengan resolusi gambar yang tinggi karena informasi ditransmisikan melalui kanal yang memiliki *bandwidth* yang besar. *Digital billboard* akan semakin berkembang kedepan karena promosi akan lebih efektif dan lebih menarik bagi *user*, terbukti dengan begitu semaraknya pemakaian *digital billboard* di luar negeri terutama di negara-negara maju, sedangkan di Indonesia masih belum terlalu banyak hanya kota-kota besar tertentu seperti, Bandung, Jakarta, dan Surabaya. Informasi dalam *digital billboard* akan semakin berkualitas, *update*, dan mudah penggantian *content* informasi dalam *digital billboard* karena dengan melakukan *setting* dari satu *server* maka *digital billboard* dalam suatu jaringan akan berubah secara *broadcast* ataupun hanya untuk *digital billboard* tertentu, dan akan berdampak pada *revenue* perusahaan atau instansi pemerintah yang memasang informasi pada *digital billboard*.

Perancangan jaringan sistem

komunikasi yang memungkinkan untuk melakukan *tripleplay* pada *digital billboard* adalah jaringan *fiber* optik. *Fiber* optik sebagai media transmisi fisik *guided channel* memiliki jangkauan dari 550 meter sampai ratusan kilometer lebih jauh dibandingkan jenis saluran transmisi yang lain, dengan frekuensi mencapai 10^{14} GHz, tahan terhadap interferensi elektromagnetik/*immuntiy* *from elektomagnetic interference* (EMI) dan dapat mengirim data pada kecepatan yang lebih

tinggi. Pemilihan Kota Cimahi dikarenakan belum adanya jaringan *fiber* optik untuk aplikasi *digital billboard* di Kota Cimahi, selain itu juga karena Kota Cimahi merupakan kota urban dari kota Bandung, begitu pentingnya kota urban Cimahi bagi kota Bandung, dan kota ini cukup besar pertumbuhan ekonomi dari perdagangan dan juga dari sektor wisata. Diharapkan dengan adanya pemasangan *digital billboard* di Kota Cimahi akan menambah nilai tambah bagi sektor birokrasi, ekonomi, dan juga sektor wisata.

Tujuan Penelitian

1. Terbentuknya perancangan topologi jaringan optik yang tepat untuk *digital billboard* di Kota Cimahi.
2. Mendapatkan parameter perancangan jaringan *fiber* optik terutama yang terkait dengan *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* yang paling tepat dalam perancangan jaringan sesuai dengan informasi, kebutuhan *bandwidth*, dan jarak transmisi.
3. Menentukan kebutuhan komponen perangkat jaringan untuk *digital billboard*.
4. Menjadi *blue print/rekomendasi* perancangan jaringan *fiber* optik bagi perusahaan *videotron* LED *digital billboard*, pemerintah

daerah cimahi, dan juga daerah lain yang belum terdapat *digital billboard* untuk meningkatkan pendapatan/*revenue* bagi pihak yang terkait.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana menghitung Link Budget yang dibutuhkan dalam perancangan jaringan system komunikasi optic sesuai dengan pemetaan pemasangan digital billboard yang diijinkan di kota cimahi.
2. Bagaimana Rise Time Budget Optik dari perancangan jaringan
3. Bagaimana memberikan addressing dari setiap display digital billboard sehingga akan mudah pengaturan di server
4. Bagaimana kebutuhan jumlah perangkat seperti; repeater, switch, server, konektor, dan splitter
5. Bagaimana topologi jaringan fiber optic untuk perancangan yang paling sesuai di kota cimahi
6. Berapakah besar bit rate yang bisa dilewatkan
7. Berapakah besar delay yang terjadi saat pengiriman data

Batasan Masalah

1. Perancangan jaringan sistem komunikasi optic ini hanya untuk di Kota Cimahi dan hanya untuk aplikasi *digital billboard*.
2. Tidak dibahas *interkoneksi server* dengan kota lain.
3. Jumlah *server* hanya satu di Kota Cimahi dengan jumlah *node display* sesuai dengan yang diijinkan di Kota Cimahi.
4. Tidak membahas masalah keamanan jaringan.
5. Masalah yang menjadi fokus dalam sistem komunikasi optic yang dibahas adalah parameter *link budget* dan *rise time budget*.
6. Topologi jaringan tidak hanya *fixed* satu

jenis topologi tetapi bisa merupakan kombinasi dari topologi jaringan yang ada.

7. Daya sinyal *output Server* Konstan.
8. Tidak membahas masalah kondisi *eksisting* dikarenakan belum didapatkan data perancangan jaringan optic *digital billboard* dalam suatu kota menggunakan *fiber* optic dan keterbatasan pengambilan data pada perusahaan *digital billboard*.
9. Tidak membahas masalah modulasi.
10. Tidak membahas masalah *cost*.
11. Tidak membahas sampai kepada aspek bangunan dan tata penempatan dalam jalan.
12. Tidak dibahas masalah detail sistem perangkat pada internal *server, client* dan *digital billboard* dikarenakan keterbatasan data.

II. DASAR TEORI

Konsep Dasar

Sistem transmisi serat optik memiliki tiga komponen, yaitu sumber cahaya, media transmisi dan fotodetektor. Dengan memasang sumber cahaya di salah satu ujung serat optik dan sebuah fotodetektor di ujung yang lainnya maka akan diperoleh sistem tranmisi, seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 2.1 Konfigurasi Sistem Komunikasi

Optik Media optik

sebagai media transmisi memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan kabel tembaga maupun gelombang radio. Media serat optik memiliki *bandwidth* yang

lebih lebar dibandingkan dengan kabel tembaga, sehingga memiliki *bit rate* yang lebih tinggi. Serat optik memiliki redaman yang rendah dibandingkan dengan redaman pada kabel tembaga, sekalipun pada frekuensi tinggi. Media transmisi serat optik tahan terhadap interferensi elektromagnetik sehingga tidak menyebabkan distorsi. Kelebihan yang lain dari media transmisi serat optik adalah ukurannya kecil, ringan dan aman atau tidak mudah disadap.

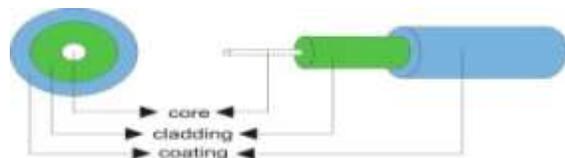
Tujuan dari sebuah sistem komunikasi adalah mengirimkan sinyal pesan dari sebuah sumber informasi dalam bentuk yang telah dikenal oleh *user*. Untuk melakukannya, *transmitter* memodifikasi sinyal pesan ke dalam bentuk yang cocok sesuai dengan kanal yang dilaluinya yaitu sinyal pembawa (sinyal *carrier*). Proses ini pada akhirnya kita sebut sebagai modulasi. *Receiver* kemudian mengembalikan sinyal pesan yang sudah ditransmisikan melalui kanal menjadi sinyal pesan seperti bentuk yang semula.

Proses yang terjadi pada *receiver* ini disebut dengan demodulasi. Kanal transmisi merupakan medium yang melewati informasi dari *transmitter* ke *receiver*. Sistem komunikasi optik secara konsep sama dengan sistem komunikasi jenis lain pada umumnya, namun yang membedakannya adalah pada sistem komunikasi optik, sinyal informasi dibawa oleh cahaya.

Serat Optik

Serat optik merupakan suatu dielektrik pandu gelombang yang digunakan untuk merambatkan energi

elektromagnetik. Serat optik terdiri dari inti(*core*), selubung yang mengelilingi inti(*cladding*) dan pembungkus yang mengelilingi *cladding*(*coating*), seperti yang ditunjukkan oleh gambar.



Gambar 2.2 Struktur *Fiber Optik*

Karakteristik Serat Optik

Performansi sistem komunikasi serat optik dipengaruhi oleh parameter redaman yang menentukan jarak tempuh sinyal optik yang dapat ditransmisikan dan dispersi yang menentukan besarnya laju data.

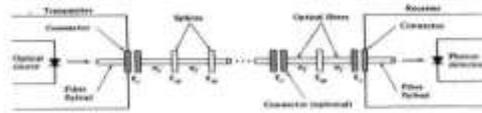
Redaman

Dalam merancang sistem transmisi serat optik, redaman mempunyai peranan yang sangat penting. Redaman menentukan jarak transmisi maksimum antara *transmitter* dan *receiver*, dan juga menentukan banyaknya *repeater* dan margin daya yang diperlukan dalam sebuah *link*. Redaman sinyal dalam serat optik dinyatakan dalam *decibel*. Redaman pada serat optik disebabkan oleh tiga mekanisme, yaitu *absorpsi*, hamburan *Rayleigh* dan *Bending*.

Parameter Unjuk Kerja Sistem Power Link Budget

Power Budget adalah perhitungan daya yang dilakukan pada suatu sistem transmisi yang didasarkan pada karakteristik saluran(redaman), sumber optik dan sensitivitas fotodetektor. Perhitungan daya sinyal diformulasikan dengan persamaan:

$$P_{tx} - P_{rx} = M_s + \alpha_{total} \dots\dots (1)$$



Gambar 2.3 Power Link Budget

Daya diterima detector:

$$PR = PS - AT \dots\dots\dots (2)$$

$$AT = 2 \alpha c + n \alpha sp + \alpha f L + MS \quad (3)$$

PS : daya optik dipancarkan dari sumber ujung fiber [dBm]

PR : daya diterima detektor [dBm]

AT : redaman total [dB]

αc : loss konektor [dB/bh] αsp : loss splice [dB/bh]

αf : konstanta redaman fiber [dB/Km]

L : panjang link [Km]

MS : margin sistem [dB]

Rise Time Budget

Rise Time Budget bertujuan untuk menganalisis kemampuan komponen sistem yang menjamin bahwa sistem yang didesain dapat melayani bit rate transmisi yang ditransmisikan, maka dilakukan perhitungan rise time budget ini. Dalam persamaan berikut ini dituliskan perhitungan untuk rise time budget sistem yang didesain.

Untuk menentukan pembatasan dispersi link fiber optik.

Rise time sistem keseluruhan :

$$T_{total} = \sqrt{\sum_{i=1}^N t_i^2} \dots\dots\dots(4)$$

Ttotal : Rise time sistem keseluruhan t_i : rise time kontributor

ttx : rise time sumber optik/pemancar

tmat : rise time dispersi material fiber

tmod : rise time dispersi modus fiber

twg : rise time dispersi pandu gelombang

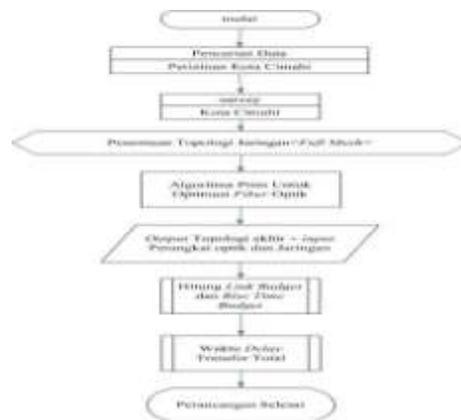
trx : rise time detektor optik/penerima

Rise time dispersi = pelebaran pulsa karena dispersi σ

$$T_{total} = \sqrt{t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2} \dots\dots\dots(5)$$

Ttotal = rise time total sistem

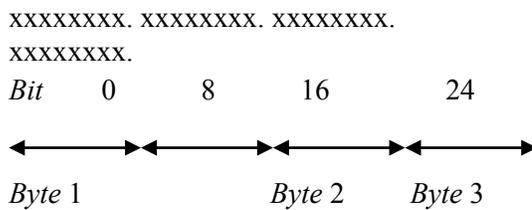
Addressing TCP/IP



Pengalamatan IPv4

Alamat IP dalam hal ini adalah IPv4(RFC1166) digunakan untuk mengidentifikasi interface jaringan pada host computer. Untuk memudahkan kita dalam membaca dan mengingat suatu alamat IPv4, maka umumnya penamaan yang digunakan adalah berdasarkan bilangan decimal atau sering disebut sebagai notasi dotted decimal.

IPv4 memiliki sifat yang dikenal sebagai : *unrliable, connectionless, datagram delivery service*. IP address merupakan bilangan *biner 32 bit* yang dipisahkan dengan tanda pemisah berupa titik setiap 8 *bit* nya. Tiap 8 *bit* ini disebut sebagai *octet*. Untuk memudahkan pembacaan, penulisan alamat dilakukan dengan angka *decimal*, misalnya alamat IP 192.168.1.2 yang jika dinyatakan dalam bilangan *biner* menjadi 1100 0000.1010 1000.0000 0001.0000 0010. Dari 32 *bit* ini berarti banyaknya jumlah maksimum alamat yang dapat dituliskan adalah 2 pangkat 32 atau 4.294.967.296 alamat. Bentuk IP address adalah sebagai berikut :(setiap symbol "x" dapat digantikan dengan angka 0 atau 1). Akan tetapi dari 32 *bit* ini tidak boleh semuanya angka 0 atau 1(0.0.0.0 digunakan untuk jaringan yang tidak di kenal dan 255.255.255.255 digunakan untuk *broadcast*).



Gambar 2.4 Skema Pengalamatan IPV4

Aplikasi Video

Video adalah teknologi yang mampu menangkap, memproses, menyimpan dan merekonstruksi urutan gambar. Teknologi video pertama kali dikembangkan untuk sistem televisi tabung sinar katoda. Tetapi kemudian beberapa teknologi terbaru untuk

memperagakan video telah ditemukan. Dengan komputer, sistem televisi, video clips, dan media *streaming* juga dapat ditampilkan denganmeningkatkan kualitas *hardware* dari komputer, yaitu *processor*, kecepatan, *storage, capacity*, dan *broadband access* internet. *Audio Video Interleaver* atau dikenal dengan AVI adalah format multimedia yang dikenalkan oleh Microsoft pada November 1992 sebagai bagian dari *windows technology*. File AVI mengandung format *audio* maupun video yang memungkinkan *synchoronous audio* maupun video *playback* seperti pada format DVD. Files AVI dapat *mensupport multiple streaming audio* dan video.

III. PERANCANGAN JARINGAN DAN PARAMETER INPUT OPTIK

Gambar 3.1 *Flowchart* Pengerjaan Penelitian

3.1 Digital Billboard PT Lintas Mediatama

Reklame *Megatron Nideotron/Large Elektronik Display (LED)* adalah reklame yang menggunakan layar monitor besar berupa program. Reklame atau iklan bersinar dengan gambar dan atau tulisan berwarna yang dapat berubah-ubah, terprogram dan difungsikan dengan tenaga Listrik. Merupakan *Outdoor advertising / reklame* luar ruang. Sebuah media *digital* yang saat ini mulai banyak diaplikasikan di kota-kota besar di Indonesia. Media ini sebagai media informasi dalam menyampaikan pesan-pesan. Media ini terdiri dari LED (*Light Emitting Diode*) screen dan *controlling system*. Dengan menampilkan materi/*contents* yang *informatif*, sudah pasti akan lebih menarik perhatian orang.

Termasuk ke dalam golongan

reklame berukuran kecil. Fungsi dari media ini adalah untuk mengiklankan produk, jasa, atau kegiatan tertentu, dan dapat ditempatkan di *node* atau tempat-tempat strategis lainnya. Media *small billboard* tidak boleh dipergunakan untuk mengidentifikasi

atau menunjuk suatu lokasi atau fungsi tertentu (dan ditempatkan pada *node* atau pusat suatu Lingkungan).

ime budget diperlukan untuk tujuan menganalisis kemampuan komponen sistem yang dirancang dapat menjamin bahwa sistem yang didesain dapat mentransmisikan *bit rate* yang dirancang, *rise time budget* pada *Multimode Graded Index* ini sangat perlu dilakukan karena adanya keterbatasan akibat pengaruh dispersi pada saluran transmisi optik. *Output* akhir dari analisis *Rise Time Budget* ini sebagai unjuk kerja jaringan yang dirancang layak diimplementasikan dengan salah satunya parameter *Rise Time Budget* selain dari *Power Link Budget* yang juga sangat berkontribusi besar menentukan unjuk kerja perancangan jaringan.

Perhitungan *Rise Time Budget* ini akan dilakukan antar 2 *node point to point*. Diambil sampel titik terdekat. Nilai *Rise Time Budget* akan dipengaruhi 5 faktor yaitu: $T_{transmitter}$, $T_{material}$, $T_{receiver}$, T_{modus} , dan T_{pandu} gelombang sehingga T_{total} akan didapatkan. Setelah T_{total} didapatkan maka kita akan mengetahui *bit rate* antar *node* berapa yang bisa dilewatkan dan *line coding* yang bisa digunakan.

Untuk lebih memudahkan proses

perhitungan manual yang relatif panjang, tahapannya adalah;

1. $T_{transmitter}$ sesuai dengan $T_{transmitter}$ pada LED yang direkomendasikan oleh PT TELKOM sebesar 2 ns sampai dengan 10 ns. Asumsi diambil nilai 2 ns karena semakin kecil waktu

bangkit akan berpengaruh pada *Bit Error Rate* yang semakin handal dan juga *bit rate* yang bisa dilewatkan akan semakin besar.

2. $T_{material}$ ditentukan oleh tiga komponen yaitu; Lebar spektral, Dispersi kromatik material, dan Panjang *Link*. Lebar spektral didapat dari spesifikasi pabrikan sebesar 50 nm data terlampir di *data sheet*. Dispersi Kromatik Material mengacu pada standarisasi *International Telecommunication union* (ITU-T) sebesar 120 ps/nm.km. Jarak antara BITC dengan pintu tol BAROS 1 adalah 220 meter atau 0.22 km. $T_{material} = \sigma_{\lambda} \times D_m \times L = 50 \text{ nm} \times 120 \text{ ps/nm.km} \times 0.22 \text{ km} = 1320 \text{ ps}$ $T_{material} = 1.32 \text{ ns}$.

3. $T_{receiver}$ didapatkan dari *photodetektor* Si-Pin yang digunakan. Dari *data sheet* spesifikasi perangkat didapatkan $T_{receiver}$ sebesar 1 ns untuk operasi gelombang pada 850 nm.

4. T_{modus} , bergantung pada 3 faktor yaitu: *Modal distortion bandwidth* (B_o) yaitu *Bandwidth* pada panjang kabel 1 km, faktor q , dan panjang *link*. Pabrikan merekomendasikan nilai *modal distortion* (B_o) $\geq 200 \text{ MHz.Km}$, sedangkan ITU-T merekomendasikan $\geq 1000 \text{ MHz.Km}$ dan $\geq 2000 \text{ MHz.Km}$. B_o ini akan sangat berpengaruh pada *Bit Rate* yang bisa dilewatkan dalam sistem ini, dengan dasar tadi asumsi yang diambil untuk $B_o = 2500$

MHz.Km atau ekuivalen dengan 2.5 GHz.Km. Semakin besar B_o maka akan semakin kecil T_{modus} dan nilai T_{total} . Dengan seperti itu maka selisih T_{total} akan semakin jauh terhadap T_{sistem} yang artinya sistem layak diimplementasikan secara *rise time budget* dan juga *bit rate* yang dilewatkan akan semakin besar. Nilai B_o paling tidak dipengaruhi oleh empat hal yaitu: prosedur pabrikan dalam pembuatan, komposisi *fiber*, *fiber* itu sendiri, dan *design* dari *Fiber Optik*. Jadi untuk dapat melewati *bit rate* yang besar dalam sistem bergantung sekali pada 4 hal tadi, jika teknologi rekayasa *Fiber* semakin berkembang dari empat hal tadi yang sudah disebutkan maka *bit rate* berapapun yang akan dilewatkan menjadi sangat mungkin. T_{modus} yang memberikan kontribusi paling besar dalam T_{total} . Nilai konstanta q dari standarisasi ITU-T dan yang digunakan TELKOM berada dalam *range interval* $0 < q < 1$. Secara umum digunakan nilai q sebesar

0.7. panjang lintasan dari *Server BITC* menuju pintu BAROS 1 sebesar 220 meter atau 0.22 km. Sesuai dengan *formula* $T_{\text{modus}} = (440 \times L^q) \text{ km} / B_o \text{ MHz.Km}$.

$T_{\text{modus}} = (440 \times (0.22)^{0.7} \text{ Km} / 2500 \text{ Mhz.Km})$
 $= 0.060982966 \mu\text{s} = 60.982966 \text{ ns}$.
 T_{modus} yang sangat berkontribusi paling besar dalam nilai akhir T_{total} dibandingkan dengan nilai *rise time* yang lain, oleh karenanya itu pembahasan *rise time* T_{modus} relatif lebih panjang.

5. $T_{\text{pandu gelombang}}$ (T_w), untuk mendapatkan nilai $T_{\text{pandu gelombang}}$

(T_w) prosedurnya yang paling panjang dibandingkan dengan *Rise Time* yang lainnya.

Mendapatkan nilai V yaitu banyaknya mode yang merambat dalam *Fiber Optik*. $V = (2 \times \pi \times a \times \text{NA}) / \lambda$. Maka jika nilai-nilainya dimasukkan ke dalam rumus tersebut $V = (2 \times 3.14 \times 31.25 \mu\text{m} \times 0.29) / 850 \text{ nm} = 66.95 = 67$

Mendapatkan nilai indeks bias 1 (*Core*). $\text{NA} = n_1 \times (2 \times \Delta)^{0.5}$. dengan $\text{NA} = 0.29$ dan $\Delta = 0.01$. Jadi untuk mendapatkan nilai $n_1 = ((\text{NA})^2 / 2 \times \Delta)^{0.5}$ $n_1 = ((0.29)^2 / 2 \times 0.01)^{0.5} = 2.050609665$

Mendapatkan nilai indeks bias 2 (*Cladding*). $\text{NA} = (n_1^2 - n_2^2)^{0.5}$, untuk mendapatkan $n_2 = ((n_1^2 - (\text{NA})^2)^{0.5})$, $\text{NA} = 0.29$ dan $n_1 = 2.050609665$, jadi $n_2 = ((2.050609665)^2 - (0.29)^2)^{0.5} = 2.03$

Mendapatkan nilai $T_w = T_{\text{pandu gelombang}} = ((L/c) \cdot (n_1 - n_2) \cdot (1 - (\pi/V)))$. Jarak dalam satuan meter agak bisa saling menghilangkan dengan satuan c yaitu m/s, $(n_1 - n_2)$ dan $(1 - (\pi/V))$ tidak berdimensi dan tidak bersatuan. Hasil dari T_w dalam dimensi waktu yaitu sekon dan setelah itu dikonversi (dikalikan dengan 10^9 ns) agar hasil akhir T_w dalam ns sama dengan *rise time* yang lain. Maka $T_w = ((220/3 \times 10^8) \times (2.050609665 - 2.03) \times (1 - (3.14/67))) = 1.44054380 \times 10^{-8} \text{ s}$ nilai tersebut dikonversi ke ns ($1.44054380 \times 10^{-8} \times 10^9$) = 14.4 ns.

6. Setelah $T_{\text{transmitter}}$, T_{material} , T_{receiver} , T_{modus} , dan $T_{\text{pandu gelombang}}$ didapatkan, maka dalam tahap ke-enam ini akan dihitung $T_{\text{total rise time budget}}$, rumus total nya, $T_{\text{total}} = ((T_{\text{tx}})^2 + (T_{\text{mat}})^2 + (T_{\text{rx}})^2 +$

$(T_{mod})^2 + (T_w)^2)^{0.5}$. Sekarang masukan nilai-nilai pada tahap selanjutnya ke rumus T_{total} tersebut. Dari hasil perhitungan pada tahap sebelumnya $T_{tx} = 2$ ns, $T_{mat} = 1.32$ ns, $T_{rx} = 1$ ns, $T_{mod} = 60.982966$ ns dan $T_w = 14.4$ ns. Masukan *input-input rise time budget* tersebut ke rumus $T_{total} = ((2)^2 + (1.32)^2 + (1)^2 + (60.982966)^2 + (14.4)^2)^{0.5} = 62.71383055$ ns.

7. Mendapatkan *output* nilai T_{sistem} . Hal ini akan berpengaruh pada *line coding*, RZ atau NRZ yang akan kita gunakan, karena 2 tipe *line coding* itu saja yang digunakan dalam sistem komunikasi *fiber* optik, bukan hanya *line coding* saja tetapi yang penting juga adalah pada *bit rate* yang bisa dilewatkan dalam sistem ini. Pada tahap ini yang menjadi masukan adalah *bit rate*, jika dimasukan *bit rate* tertentu akan didapat dua *output* nilai T_{sistem} , yang pertama *output* nilai untuk kode RZ dengan memakai *formula* $T_{sys} = (0.35 / \text{Bit Rate})$ dan *output* nilai yang kedua adalah T_{sys} untuk kode NRZ dengan menggunakan *formula*, $T_{sys} = (0.70 / \text{Bit Rate})$, jika *output* nilai T_{sys} baik untuk *line coding* RZ maupun NRZ lebih kecil dari T_{total} maka *system* ini tidak bisa diimplementasikan, *Rise Time Budget* Tidak memenuhi, *bit rate* yang dilewatkan dalam *system* terlalu besar maka *bit rate* harus diturunkan sampai dengan *threshold* maksimum *bit rate* yang bisa dilewatkan dalam *system* ini yaitu parameter *rise time budget* terpenuhi ($T_{total} < T_{sys}$) bisa RZ atau NRZ terpenuhi dan layak, bisa saja salah satu dari dua *line coding* tersebut yang layak

walaupun kemungkinannya untuk nilai *bit rate* maksimum akan menggunakan NRZ dan *bit rate* dibawah *threshold* maksimum sudah pasti dapat dilewatkan. Jika *output* nilai T_{sys} baik untuk *line coding* RZ maupun NRZ lebih besar dari T_{total} maka *system* ini bisa diimplementasikan, *Rise Time Budget* memenuhi, *bit rate* bisa dilewatkan dalam *system* ini hal yang sama dengan *treatment* pada kondisi sebelumnya *bit rate* harus dinaikan sampai dengan *threshold* maksimum *bit rate* yang bisa dilewatkan dalam *system* ini yaitu parameter *rise time budget* terpenuhi ($T_{total} < T_{sys}$) dan *bit rate* dibawah *threshold* maksimum sudah pasti dapat dilewatkan. Untuk pertama kali gunakanlah kode RZ apakah T_{sys} kode RZ bisa lebih besar dari T_{total} , jika bisa maka kode RZ bisa diimplementasikan, tetapi jika T_{sys} RZ lebih kecil dari T_{total} maka RZ tidak bisa diimplementasikan. Sesudah menghitung dan mengetahui RZ tidak bisa, maka akan dilakukan perhitungan T_{sys} NRZ. Jika T_{sys} NRZ lebih besar dari T_{total} maka *system* bisa diimplementasikan.

Dari hasil pada langkah ketujuh ini, *Threshold* maksimum *bit rate* yang bisa dilewatkan dalam *system* transmisi dari *server* menuju pintu gerbang tol baros yang merupakan titik terpendek dari *server* adalah sebesar 11.1 Mbps, apabila *bit rate* lebih besar dari 11.1 Mbps *system* tidak layak, bisa dilihat dengan indikator *rise time budget* yang tidak memenuhi, sedangkan apabila dibawah 11.1 Mbps *system* layak bisa dilihat dengan indikator *rise time budget* yang memenuhi. Pada kondisi *bit rate* maksimum 11.1 Mbps didapatkan nilai T_{sistem} untuk *line coding* RZ sebesar 31.5315315 ns, nilai T_{total} pada tahap keenam adalah 62.7149725

ns, $T_{total} > T_{sys}$ berarti *rise time budget* tidak memenuhi untuk *line coding* RZ dan *system* untuk *line coding* RZ tidak layak. Nilai T_{system} untuk *line coding* NRZ sebesar 63.0630631 ns, T_{total} 62.7149725 ns, dalam hal ini $T_{total} < T_{sys}$ berarti *rise time budget* terpenuhi memenuhi untuk *line coding* NRZ dan *system* layak diimplementasikan dengan *line coding* NRZ.

Bit rate pada titik terdekat dari *server* ini akan memiliki nilai *bit rate* yang paling besar dibandingkan dengan 11 *node* titik *digital billboard* lainnya karena jaraknya yang paling dekat dengan *server*, analogi yang sama dengan daya yang mengalami redaman dan berubah terhadap fungsi jarak ini.

Power Link Budget

Power Link Budget adalah besarnya daya yang diperlukan untuk dapat mentransmisikan data atau informasi dari satu titik ke titik lainnya, dimana selama proses transmisi akan terjadi redaman. Tujuan dari *Power Link Budget* agar dapat mengestimasi besar daya yang dikirimkan akan lebih besar dari redaman dan sampai di penerima akan lebih besar atau sama dengan sensitivitas penerima.

Perhitungan *Power Link Budget* ini akan dilakukan antar 2 *node point to point*. Dalam analisis pembahasan *Power Link Budget* perhitungan untuk titik terdekat.

- Titik Terdekat adalah *Server* BITC ke Pintu masuk atau keluar TOL BAROS 1
- *Power output* LED : -20 dBm (Sesuai Spesifikasi Perangkat Pabrikasi).

- Sensitivitas penerima : -63 dBm (didapat dari *Bit Rate* terkecil pada *Rise Time Budget*, sensitivitas minimum, tabel hubungan *bit rate* dengan sensitivitas).
- *Fiber Loss* : 2.6 dB/km (Spesifikasi Perangkat).
- Konektor : 0.5 dB (Spesifikasi Perangkat).
- *Splicing Loss* : 0.5 dB jika ada (TELKOM 2-4 km/haspel).
- *Margin System* : 6 dB (Teks book).
- Panjang *Link* : 220 m = 0.22 km (*Server* BITC-Pintu Tol Baros 1).

Untuk lebih memudahkan proses perhitungan manual yang relatif panjang, tahapannya adalah;

1. Proses yang pertama kali dilakukan adalah mendapatkan nilai *power link budget* atau dengan istilah lain namanya *required margin*. *Power link budget* ini didapatkan dengan cara melakukan pengurangan *power output* LED terhadap sensitivitas penerima. $Power\ link\ budget = -20\ dBm - (-63\ dBm) = -20\ dBm + 63\ dBm = 43\ dB$.
2. Kedua adalah melakukan perhitungan terhadap semua komponen *system loss* yang terdiri dari :
 - *Fiber loss*, dari standarisasi pabrikan didapatkan nilai *fiber loss* = 2.6 dB/km. Panjang *link* dari *server* BITC menuju Pintu Tol Baros 1 sebesar 220 m atau kalau dikonversi dalam kilometer sebesar 0.22 km, hal ini diperlukan karena *fiber loss* merupakan fungsi redaman 2.6 dB dalam 1 km atau ekuivalen dengan 1 km terjadi

redaman 2.6 dB. dengan demikian dengan cara mengalikan komponen redaman *fiber loss* dengan panjang *link*, total *fiber loss* akan didapatkan. Nilainya sebesar = $2.6 \text{ dB/km} \times 0.22 \text{ km} = 0.572 \text{ dB}$.

- Konektor, dalam hal ini dari *Link Server* BITC menuju Pintu Tol BAROS 1 akan dibutuhkan 4 konektor. Satu konektor pada *output* LED yang merupakan komponen berjenis ST, maka semua perangkat konektor akan disesuaikan dengan sumber LED optik yang digunakan dan serat optik *Multimode Graded Index*. Konektor kedua pada *optical switch* yang menghubungkan langsung dengan sumber LED. Konektor ketiga merupakan *output* dari *optical switch* menuju *receiver* di pintu tol BAROS Terakhir konektor keempat ada pada perangkat penerima *receiver* di Pintu Tol BAROS 1. Dari keempat konektor tersebut akan berkontribusi memberikan redaman pada *system* transmisi. Masing –masing konektor ST sesuai dengan *data sheet* yang didapat bernilai 0.5 dB. Jadi total redaman konektor = $4 \times 0.5 \text{ dB} = 2 \text{ dB}$.
- *Splicing* atau sambungan antar *fiber optik* yang diperlukan jikalau satu gulungan optik sudah habis. Satu gulungan atau dengan nama yang familiar pada *fiber optik* adalah haspel. Dari standarisasi Telkom, 1 haspel rata-rata sepanjang 2-4 km. dengan mengacu pada standarisasi ITU-T yang terbaru maka asumsi diambil 2 km/haspel. Jarak yang dibutuhkan antar *node digital billboard* tidak lebih dari 2 km. Oleh karena itu setiap antar *node digital billboard*, *fiber optik* tidak

perlu displacing, karena akan digunakan langsung panjang *fiber optik* sesuai dengan kebutuhan. Dalam hal ini tidak ada penambahan redaman yang diakibatkan oleh *splicing*.

- *Margin System* yang lebih dikenal dengan *safety margin* sesuai dengan teks book teoritis digunakan sebesar *interval range* 6-8 dB. *Margin system* yang digunakan diambil yang minimum yaitu 6 dB dengan asumsi yang paling kecil berkontribusi untuk penambahan redaman pada total *sytem loss*.

Total *sytem loss* = *Fiber Loss* + Konektor + *Splicing* + *Margin System*

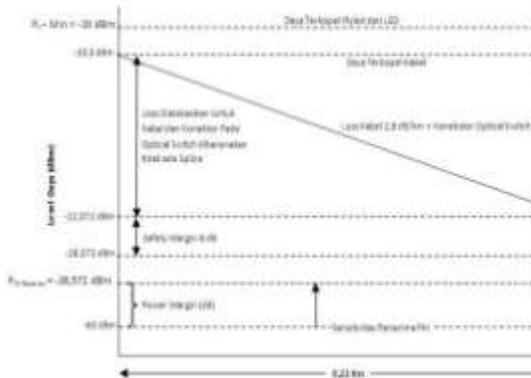
Total *Sytem loss* = $0.572 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 0 \text{ dB} + 6 \text{ dB} = 8.572 \text{ dB}$.

3. Mendapatkan *Power Margin*. Mengurangkan nilai *Power Budget* pada langkah pertama dengan Total *Sytem loss* pada langkah kedua. Nilai *Power Margin* = $43 \text{ dB} - 8.572 \text{ dB} = 34.428 \text{ dB}$. *Power Margin* adalah besarnya daya cadangan yang dimiliki *system*. *Power Margin* merupakan nilai selisih daya yang dipunyai *system* terhadap sensitivitas minimum. Besarnya selisih daya terima di *receiver* dengan sensitivitas minimum. Untuk lebih jelasnya *system receiver* memiliki 34.428 dB lebih positif dibandingkan dengan sensitivitas minimum *receiver*.
4. Menghitung nilai Pin yaitu daya yang diterima di fotodetektor. Berbeda dengan langkah ketiga, pada langkah ketiga di dalam *power Budget* yang akan dikurangkan pada total *loss*, nilai daripada *Power Budget*

sudah dikurangkan dengan sensitivitas penerima, sedangkan dalam mendapatkan nilai Pin nilai daripada *power budget* tidak dikurangkan dengan sensitivitas penerima, jadi *power budget* dalam menghitung Pin hanya terdiri dari daya kirim minimum Pt. $Pin = -20 \text{ dBm} - 8.572 \text{ dB} = -28.572 \text{ dBm}$. Perbedaan antara daya terima di *receiver* pada langkah ketiga, dayanya bersatuan dB dan pada Pin memiliki satuan dBm. Kedua daya ini akan menjadi dua komponen yang sangat penting dalam membuktikan kinerja *power budget*.

Untuk mengetahui parameter keberhasilan daya yang dikirim cukup, *power link budget* cukup, ada dua proses. Yang pertama nilai dari *Power Margin* yang didapat harus lebih besar dari 0 dB (*Power Margin* > 0 dB). Dan yang kedua nilai Pin harus lebih besar sama dengan sensitivitas penerima. *Power Margin* yang didapatkan pada *link server-Pintu Tol Baros 1* ini sebesar 34.428 dB, *power margin* lebih besar dari 0 dB (34.428 dB > 0 dB) maka daya yang dikirim lebih dari cukup, tapi bukan hanya *Power Margin* saja, salah satu komponen yang berkaitan dengan sensitivitas penerima harus juga diperhitungkan. Pin yang didapatkan sebesar -28.572 dBm. Nilai sensitivitas minimum sebesar -63 dBm pada kondisi normal. Pin lebih besar sama dengan Nilai sensitivitas penerima (-28.572 dBm >= -63 dBm) artinya *Power Link Budget* yang dihitung telah memenuhi kedua syarat tadi, *power link budget* cukup dan layak diimplementasikan. Berbeda halnya dengan Sumber LED yang digunakan

konstan, nilai sensitivitas memiliki nilai *interval* minimum sebesar -63 dBm pada kondisi normal dengan Pt minimum sebesar -20 dBm, nilai sensitivitas memiliki nilai maksimum sebesar -46 dBm pada kondisi saturasi dengan Pt maksimum. Sumber LED konstan pada nilai -20 dbm, artinya Pt minimum sama dengan Pt maksimum, hanya saja harus dihitung lagi nilai Pin pada kondisi saturasi dimana $Pin = Pt \text{ maks} - \text{Total Loss}$, $Pin = -20 \text{ dbm} - 8.572 \text{ db} = -28.572 \text{ dbm}$. Pin pada kondisi saturasi harus lebih kecil daripada sensitivitas maksimum, $Pin = -28.572 \text{ dbm}$, sensitivitas maksimum -46 dbm. Seharusnya pada kondisi saturasi Pin lebih kecil dari Sensitivitas maksimum ($Pin < \text{Sensitivitas maksimum}$) pada kondisi ini tidak terjadi. Kesimpulan yang bisa ditarik kondisi saturasi akan terjadi dimana *output* sumber LED dan sensitivitas berada dalam *range* minimum dan maksimum yang berbeda. Selanjutnya nilai dari Pin akan berada dalam *range interval* sensitivitas minimum dan sensitivitas maksimum, dalam matematis bisa dituliskan dengan ($\text{Sensitivitas minimum} < Pin < \text{Sensitivitas maksimum}$) jika kondisi sumber dan sensitivitas berbeda dalam *range interval* maksimum dan minimum dan kondisi saturasi terpenuhi. Perangkat yang dimiliki sumber LED nilai maksimum dan minimumnya sama maka kondisi saturasi dan Pin berada dalam *interval* sensitivitas minimum dan maksimum tidak bisa tercapai.



Gambar 4.1 Redaman Power Link Budget Server BITC- Gerbang Pintu Tol BAROS

4.3 Perhitungan Bit Rate Digital Billboard Untuk Karakteristik Video

Bit depth adalah jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan tiap titik dalam representasi citra grafis. Semakin besar jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan suatu titik, semakin banyak warna dan atau bayangan abu-abu yang dapat dibuat.

Semakin besar bit rate maka akan semakin bagus pula kualitas video. Bit rate adalah jumlah rata-rata dari bit yang diterima per detik.

$$\text{Bit rate digital billboard (bps)} = \text{Resolusi (pixel)} \times \text{Bit Depth (bit)} \times \text{Frame Rate (fps)}$$

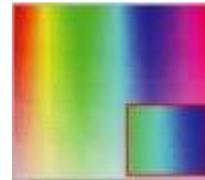
$$\text{Bit Rate digital billboard} = \text{Resolusi} \times \text{Bit Depth} \times \text{fps}$$

1. Satu pixel ada 4 LED, asumsi 1 LED menyimpan 1 bit maka bit depth = 4 x 1 = 4 bit atau ekuivalen dengan 4 bit/pixel, dan kemungkinan warna yang mungkin muncul adalah 2^4=16 warna per pixel, analisis intensitas setiap LED dinyatakan dalam on>1>nyala dan off>0>mati dan pada kondisi ini tidak mungkin diimplementasikan untuk digital

billboard.

2. Satu pixel ada 4 LED, asumsi 1 LED menyimpan 2 bit maka bit depth = 4 x 2 = 8 bit atau ekuivalen dengan 8 bit/pixel, dan kemungkinan warna yang mungkin muncul adalah 2^8=256 warna per pixel, analisis intensitas setiap LED dinyatakan dalam range (00 01 10

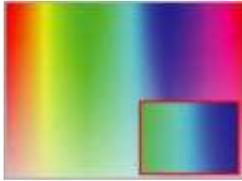
11) pada setiap LED maka intensitas LED akan ada dalam range warna dari (00 01 10 11). Misal 00>off LED dan 11>>on total jelas sekali warna, 01>warna kurang jelas sekali, 10>>warna sedikit kurang jelas. Kondisi ini masih bisa merepresentasikan kondisi digital billboard di kondisi realita walaupun kurang banyak Maka Bit Rate = (300 x 150) x 8 x 30 = 10.8 Mbps per display.



Gambar 4.2 Display bit depth 8 bit (256 variasi warna)

3. Satu pixel ada 4 LED, asumsi 1 LED menyimpan 8 bit maka bit depth = 4 x 8 = 32 bit, atau ekuivalen dengan 32 bit/pixel dan kemungkinan warna yang mungkin muncul adalah 2^32=4.294.967.296 warna, analisis intensitas setiap LED dinyatakan dalam range (00000000 sampai dengan 11111111)=(256 x 256 x 256 x 256)= 4.294.967.296 pada setiap LED maka intensitas LED akan ada dalam range warna dari (00000000 sd 11111111). Misal 00000000>>off LED dan 11111111>>on total warna, 00101111>>warna kurang jelas dan warna tertentu dominan, 10100001>>warna kurang jelas dan warna tertentu dominan yang berbeda dengan

kondisi sebelumnya. Kondisi ini yang paling sangat memungkinkan untuk bisa merepresentasikan kondisi *digital billboard* dikondisi realita, maka *Bit Rate* = $(300 \times 150) \times 32 \times 30 = 43.2$ Mbps per *display*.



Gambar 4.3 Display bit depth 32 bit (4.294.967.296 variasi warna)

32 bit (4.294.967.296 variasi warna). *Bit depth* 32 bit memiliki variasi warna yang sangat banyak. Kondisi *Bit Depth* akan digunakan *bit depth* sebesar 32 bit ini. Dengan demikian antara *client* dengan *Digital Billboard* akan dilewatkan *bit rate* sesuai dengan *demand Digital Billboard* 43.2 Mbps. Jumlah *Light Emitting Diode* yang dibutuhkan sebanyak = Resolusi x (jumlah LED/*pixel*). Pada *true pixel* sesuai dengan yang dipakai dengan PT Lintas Mediatama 1 *pixel* merepresentasikan 4 buah LED, yang terdiri dari 2 warna merah, 1 warna hijau, 1 warna biru, maka bisa ditulis (2R1G1B). Jumlah LED = $(300 \times 150) \text{ pixel} \times (4 \text{ LED/pixel}) = 180.000$ LED untuk setiap *Digital Billboard*.

Perhitungan Delay Total Waktu Transfer

Delay propagasi pada *fiber* 5 mikrosekond per kilometer ($5\mu\text{s/km}$). Dalam jarak terdekat dari *Server* BITC-Gerbang pintu tol Baros 1 sebesar 0.22

km akan memiliki *delay* sebesar 1.1 ns. Jarak terjauh *Server* BITC- Gerbang Timur 9.9 km akan memiliki *delay* 49.5 ns. Waktu transfer dari *Server* akan memiliki persamaan = (Besar File/*bit rate*) + *delay fiber*. *Delay fiber* sangat kecil maka komponen *delay* dari *fiber* bisa diabaikan.

Titik terdekat *Server* FTP BITC(192.168.0.1) ke Gerbang BAROS1(192.168.0.2) dengan asumsi tidak ada *delay* pada *client* menuju *digital billboard*, dan asumsi besarnya data;

❖ 10 Mega Byte

Maka waktu Transfer titik terdekat = $(10 \text{ MByte} / 11.1 \text{ Mbps}) = (10 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ bit}) / (11.1 \times 1024 \times 1024 \text{ bit /sekon}) = 7.2072$ sekon. Waktu pengiriman total 7.2072 sekon akan sampai di *client* dan artinya data di *buffer* di *client* dari detik ke-0 selama 7.2072 sekon sampai dengan pengiriman data selesai semua. Setelah di *buffer* akan dikirim ke *digital billboard* dengan asumsi mengambil *bit rate* 43.2 Mbps dari *client* menuju *digital billboard*, *bit rate* sebesar 43.2 Mbps sesuai dengan *demand digital billboard*, maka waktu transfer dari *client* menuju *digital billboard*, $T_{\text{transfer}} = (10 \text{ MByte} / 43.2 \text{ Mbps}) = (10 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ bit}) / (43.2 \times 1024 \times 1024 \text{ bit / sekon}) = 1.85185$

s. $T_{\text{total}} = T_{\text{transfer 1}} + T_{\text{transfer 2}} = 9.059$ s. Jadi dari *Server* sampai dengan *digital billboard* selama 9.059 s.

❖ 100 Mega Byte

Maka waktu Transfer titik terdekat = $(100 \text{ MByte} / 11.1 \text{ Mbps}) = (100 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ bit}) / (11.1 \times 1024 \times 1024 \text{ bit / sekon}) = 72.072$ sekon. Waktu pengiriman total 72.072 sekon akan sampai di *client* dan di *buffer* selama 72.072 sekon

dari detik ke-0 pada *buffer client*. Setelah di *buffer* akan dikirim ke *digital billboard* dengan asumsi mengambil *bit rate* 43.2 Mbps dari *client* menuju *digital billboard*, *bit rate* sebesar 43.2 Mbps sesuai dengan *demand digital billboard* maka waktu transfer dari *client* menuju *digital billboard* $T_{transfer} = (100 \text{ MByte} / 43.2$

$$\text{Mbps}) = (100 \times 1024 \times 1024 \times 8 \text{ bit}) / (43.2 \times 1024 \times 1024 \text{ bit}$$

/ sekon) = 18.5185 s. $T_{total} = T_{transfer} 1 + T_{transfer} 2$. Jadi dari *Server* sampai dengan *digital billboard* selama 90.59 s.

Titik terjauh *Server* FTP BITC(192.168.0.1) ke Gerbang Timur(192.168.0.13) Asumsi tidak ada *delay* pada *client* menuju *digital billboard*, asumsi besarnya data;

❖ 10 Mega Byte

Maka waktu Transfer titik terjauh = $(10 \text{ MByte} /$

$$0.64 \text{ Mbps}) = 125 \text{ sekon. Waktu pengiriman total 125 sekon akan sampai di } client \text{ dan di } buffer \text{ pada } client \text{ selama 125 sekon dari detik ke-0 sampai semua data terkirimkan semua. Setelah di } buffer \text{ akan dikirim ke } digital \text{ billboard dengan asumsi mengambil } bit \text{ rate } 43.2 \text{ Mbps dari } client \text{ menuju } digital \text{ billboard, } bit \text{ rate sebesar 43.2 Mbps sesuai dengan } demand \text{ digital billboard maka waktu transfer dari } client \text{ menuju } digital \text{ billboard } T_{transfer} = (10 \text{ MByte} / 43.2 \text{ Mbps}) = 1.85185 \text{ s. } T_{total} = T_{transfer} 1 + T_{transfer} 2 =$$

s.

❖ 100 Mega Byte

Maka waktu Transfer titik terjauh = $(100 \text{ MByte} /$

$$0.64 \text{ Mbps}) = 1250 \text{ sekon. Waktu}$$

pengiriman total 1250 sekon akan sampai di *client* dan di *buffer* pada *client* selama 1250 sekon dari detik ke-0 sampai semua data diterima semua. Setelah di *buffer* akan dikirim ke *digital billboard* dengan asumsi mengambil *bit rate* 43.2 Mbps dari *client* menuju *digital billboard*, *bit rate* sebesar 43.2 Mbps sesuai dengan *demand digital billboard* maka waktu transfer dari *client* menuju *digital billboard* $T_{transfer} = (100 \text{ MByte} /$

$$43.2 \text{ Mbps}) = 18.5185 \text{ s. } T_{total} = T_{transfer} 1 + T_{transfer} 2 = 1268.5 \text{ s.}$$

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari perancangan jaringan sistem komunikasi *fiber* optik untuk aplikasi *digital billboard* di Kota Cimahi ini diantaranya adalah:

1. Topologi kombinasi Star-Bus yang merupakan output algoritma prim.
2. Perangkat; Sumber LED, Konektor ST, diameter core/cladding 62.5/125µm, Optical switch 5 port, Satu FTP server, 12 client PC dan digital billboard, penerima Si.
3. Rise Time Budget. titik terdekat 11.1 Mbps Line coding NRZ, syarat $T_{total} \leq T_{system}$ terpenuhi. $T_{total} = 62.71497248 \text{ ns}$ dan $T_{sys} = 63.06306306 \text{ ns}$.
4. Power Link Budget, power margin 34.428 dB > 0 dB, Pin Receiver -28.572 dBm, dua syarat terpenuhi, redaman bertambah dengan banyaknya optical switch.
5. Bit Rate Digital Billboard 43.2 Mbps

dengan Waktu Transfer, 10 Mbyte, 9.059 s

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Keiser, Gerd.1991.*Optical Fiber Communications*.New York:McGraw-Hill.
- [2] Palais, Joseph C.1984.*Fiber Optic Communications*.New Jersey:Prentice-Hall
- [3] Ernawati.2001. *Perancangan pengembangan jaringan serat optik di STT TELKOM*.Bandung:Tugas Akhir STT Telkom.
- [4] Amar.2009. *Perancangan GPON Lipo Cikarang*. Bandung:Tugas Akhir IT Telkom.
- [5] Cimahi, pemkot.2008.*Perencanaan standarisasi dan tata letak reklame dan dekorasi kota*.Cimahi:Dinas Penyehatan Lingkungan dan Kebersihan(DPLK).
- [6] Munir, Rinaldi.2003.*Matematika Diskrit*. Bandung:Informatika
- [7] RISTI, TELKOM.2004. *Dasar Sistem Komunikasi Optik Optical Access Network*.Bandung:PT Telkom.
- [8] Alwyn,Viviek.2004.*Optical Network Design and implementation*.ciscopress.com.

