

ANALISIS RISE TIME BUDGET DAN PENGARUHNYA TERHADAP BANDWIDTH PADA KOMUNIKASI SERAT OPTIK MULTIMODE DENGAN ALAT BANTU VISUAL BASIC 6.0

Anggun Fitriani Isnawati ¹, Ria Kurniawati ²

^{1,2}Program Studi D3 Teknik Telekomunikasi Akatel Sandhy Putra Purwokerto

¹anggun_fitriani@yahoo.com, ²ria_kurniawati@yahoo.co.id

Abstraksi

Dalam sistem perencanaan komunikasi serat optik, selain perhitungan *link power budget* juga diperlukan perhitungan *rise time budget* yang digunakan untuk menentukan batas atau *limit* untuk dispersi (pelebaran pulsa) yang terjadi pada serat optik. *Rise time budget* akan berpengaruh terhadap *bandwidth* pada komunikasi serat optik yaitu bahwa semakin besar *total rise time*, maka *total bandwidth* akan semakin sempit, atau dengan kata lain, semakin kecil *total rise time*, maka *total bandwidth* akan semakin lebar. *Line coding* yang digunakan pada serat optik adalah *Non Return to Zero (NRZ)* dan *Return to Zero (RZ)*.

Kata Kunci: *rise time budget*, *bandwidth*, dan dispersi.

Abstract

In the optical communication system design, rise time budget is needed to be counted beside link power budget. It's because rise time budget is used to determine the limitation of dispersion that allowed to optical communication. Rise time budget is also influenced to the bandwidth using. If the rise time budget is increase, the dispersion is increase too but the bandwidth is decrease, or in the other words, increasing total rise time cause increasing dispersion but decreasing in total bandwidth using. To analysis rise time budget, it's used the Non Return to Zero and Return to Zero line coding.

Keywords: rise time budget, bandwidth, and dispersion.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Serat optik adalah salah satu media transmisi yang dapat menyalurkan informasi dengan kapasitas besar dan keandalan yang tinggi. Berbeda dengan media transmisi lainnya (tebaga maupun radio), maka pada serat optik gelombang pembawanya tidak merupakan gelombang elektromagnet

atau listrik akan tetapi merupakan sinar atau cahaya laser.

Dalam merencanakan sistem komunikasi serat optik, perlu adanya perhitungan *rise time budget*. *Rise time budget* digunakan untuk menentukan batas atau *limit* untuk dispersi (pelebaran pulsa) yang terjadi pada serat optik. *Rise time budget* akan berpengaruh terhadap *bandwidth* pada komunikasi serat optik.

Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, ada beberapa permasalahan yang perlu diperhatikan di antaranya adalah :

1. Bagaimana analisis perhitungan *rise time budget* ? Apakah sudah memenuhi syarat pada pengkodean NRZ (*Non Return to Zero*) dan RZ (*Return to Zero*)?
2. Bagaimanakah pengaruh *rise time budget* terhadap *bandwidth system* pada komunikasi serat optik *multimode*?

Tujuan Penulisan

1. Membuat program untuk memudahkan perhitungan parameter-parameter *rise time budget* pada komunikasi serat optik *multimode*.
2. Mengetahui berapa besarnya hasil perhitungan *rise time budget* pada komunikasi serat optik *multimode*.
3. Mengetahui pengaruh *rise time budget* terhadap *bandwidth system* pada komunikasi serat optik *multimode*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Rise Time Budget

Pada suatu perencanaan transmisi serat optik, transmisi yang paling sederhana

adalah *link point to point* yang mempunyai *transmitter* di salah satu ujung dan sebuah *receiver* di ujung yang lain. Analisis yang digunakan untuk memastikan bahwa sistem yang diinginkan telah terpenuhi adalah *link power budget* dan *rise time budget*.

Analisis *rise time budget* merupakan suatu metode yang mudah untuk menentukan limitasi atau batasan dispersi dari suatu hubungan serat optik. Empat elemen dasar yang dapat secara spesifik membatasi *rise time budget* adalah *the transmitter rise time (t_{tr})*, *the modal dispersion rise time (t_{mod}) of the fiber*, *the material dispersion rise time (t_{mat}) of the fiber* dan *the receiver rise time (t_{rd})*. Pada umumnya, degradasi total *transition time* dari suatu hubungan digital tidak boleh melebihi 70% periode *bit* pada pengkodean NRZ (*Non Return to Zero*) atau 35% periode *bit* pada pengkodean RZ (*Return to Zero*).

Parameter-Parameter *Rise Time Budget*

1. *The transmitter rise time (t_{tr})*

Transmitter rise time berasal dari sumber cahaya dan rangkaian pembangkitnya.

2. *The receiver rise time (t_{rd})*

Hasil *receiver rise time* diperoleh dari respon *photodetector* dan *3-dB electric bandwidth* dari *receiver front*

Rise time pada RZ dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$t_r = \frac{350}{BR}$$

.....(7)

t_r = equivalent rise time

(ns)

BR = bit rate

(Mbps)

Line Coding

Pada proses perencanaan jaringan serat optik, hal yang penting harus diperhatikan adalah mengenai format sinyal optik yang akan ditransmisikan. Dikatakan penting karena pada praktiknya, setiap data optik digital di sisi Rx harus bisa menarik seluruh informasi dari sinyal optik yang datang dengan pewaktuan yang tepat. *Line coding* yang digunakan dalam transmisi serat optik adalah kode biner. *Line coding* yang digunakan pada serat optik antara lain *non return to zero (NRZ)* dan *return to zero (RZ)*.

1. Kode NRZ

Bandwidth kode NRZ sering digunakan sebagai referensi untuk kode grup-grup lainnya. Kode NRZ yang paling sederhana adalah NRZ-level (NRZ-L). Pada sebuah serial aliran data, sebuah sinyal hidup mati (*unipolar*) direpresentasikan

sebagai 1 jika melewati sebuah tegangan pulsa atau cahaya yang dimasukkan pada seluruh periode *bit*, dan 0 di mana tidak ada pulsa yang ditransmisikan. Kode-kode itu mudah dihasilkan dan dikodekan tetapi mereka tidak mempunyai *error detection* yang baik atau kemampuan mengoreksi dan tidak mempunyai *self clocking*.

2. Kode RZ

Pada kode RZ, deretan *bit* yang akan ditransmisikan dikodekan dengan *bit* 1 dinyatakan oleh pulsa positif dan *bit* 0 dinyatakan dengan pulsa negatif. Untuk setiap *bit*, level sinyal akan kembali pada level nol (sehingga di sebut *return to zero*). Kode RZ mempunyai keunggulan yaitu sederhana, sedangkan kelemahannya adalah *bandwidth* yang diperlukan lebar karena level sinyal berubah lebih cepat daripada laju *bit*. Kode RZ diterapkan pada komunikasi yang sederhana.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam suatu hubungan serat optik, pengiriman informasi dari *transmitter* ke *receiver* biasanya akan terdapat suatu dispersi (pelebaran pulsa), sehingga akan mengakibatkan

pemborosan *bandwidth* pada sistem tersebut. Analisis *rise time budget* merupakan suatu metode yang mudah untuk menentukan limitasi atau batasan dispersi (pelebaran pulsa) dari suatu hubungan serat optik. Perhitungan *rise time budget* dimaksudkan untuk melihat kemampuan media transmisi atau serat optik dalam mendukung *bandwidth* sinyal informasi yang akan dilewatkan.

Analisis *rise time budget* digunakan untuk memastikan bahwa sistem yang diinginkan telah terpenuhi. Pada pembahasan ini akan dihitung parameter-parameter *rise time budget* dengan menggunakan rumus-rumus yang bersumber dari buku-buku referensi dan dengan menggunakan program aplikasi *software Visual Basic 6.0*. Parameter-parameter yang dihitung adalah parameter yang bersifat umum diperhitungkan dalam komunikasi serat optik.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh analisis *rise time budget* dan pengaruhnya terhadap *bandwidth* maka diperlukan adanya perbandingan dari beberapa contoh soal yang terdapat dalam buku-buku referensi.

Perhitungan Parameter Rise Time Budget

Salah satu tujuan dari pembuatan program perhitungan *rise time budget*

dengan menggunakan *software visual basic 6.0* adalah untuk memudahkan pengguna dalam melakukan perhitungan parameter-parameter *rise time budget*. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan parameter-parameter *rise time budget* :

Diketahui transmisi data menggunakan pengkodean NRZ dengan *bit rate* 90 Mbps. Lebar spektral 1 nm, *rise time transmitter* adalah 2 ns. Jarak transmisi 7 km dan mempunyai *bandwidth distance product* sebesar 800 MHz.km. Parameter $q=0.7$ dan *receiver bandwidth* sebesar 90 MHz.

Dengan menggunakan rumus 1 maka dapat dicari besarnya *rise time receiver*.

$$t_r = \frac{350}{BR}$$

$$t_{rx} = \frac{350}{90}$$

$$= 3.89 \text{ ns}$$

Untuk mencari *rise time* dari dispersi material dapat dicari dengan menggunakan rumus 2. Parameter dispersi material dalam daerah panjang gelombang 800-900 nm adalah sebesar 0.07 ns/nm.km.

$$t_{mat} = D_{mat} \sigma_\lambda L$$

$$t_{mat} = 0.07 \times 1 \times 7$$

$$= 0.49 \text{ ns}$$

Untuk mencari *rise time* dari dispersi modal dapat dicari dengan menggunakan rumus 3.

$$t_{mod} = \frac{440L^q}{Bo}$$

$$t_{mod} = \frac{440.7^{0.7}}{800}$$

$$= 2.15 \text{ ns}$$

Sehingga *total rise time* dapat dicari dengan menggunakan rumus 4 adalah sebagai berikut :

$$t_{sys} = \left[(t_{tx})^2 + (t_{mat})^2 + (t_{mod})^2 + (t_{rx})^2 \right]^{1/2}$$

$$t_{sys} = \left[(2)^2 + (0.49)^2 + (2.15)^2 + (3.89)^2 \right]^{1/2}$$

$$= 4.89 \text{ ns}$$

Nilai ini masih di bawah nilai maksimum yang diperbolehkan, yaitu 70% dari periode *bit* NRZ. Jika diketahui *bit rate* 90 Mbps, maka periode *bit*-nya sekitar 11.11 ns dan 70%-nya adalah sekitar 7.78 ns.

Jika *total rise time* sudah diketahui maka dapat dicari *total bandwidth* dari sistem tersebut dengan menggunakan rumus 5 adalah :

$$BW_{tot} = \frac{350}{t_{sys}}$$

$$BW_{tot} = \frac{350}{4.89}$$

$$= 71.57 \text{ MHz}$$

Untuk contoh kasus diatas, dapat dianalisis bahwa jenis pengkodean yang digunakan adalah *Non return to Zero* (NRZ). Dari nilai-nilai hasil perhitungan dapat diketahui hasil *total rise time* (t_{sys}) adalah sekitar 4.896 ns dan *equivalent rise time* (t_r) sekitar 7.78 ns. Dengan nilai tersebut, maka hal ini telah memenuhi syarat pada pengkodean NRZ. Karena nilai *equivalent rise time* lebih besar daripada nilai *total rise time*. Atau dengan kata lain, nilai *total rise time* masih di bawah nilai maksimum yang diperbolehkan, yaitu 70% dari periode *bit* pada pengkodean *Non Return to Zero* (NRZ). Jika diketahui *bit rate* 90 Mbps, maka periode *bit*-nya sekitar 11.11 ns dan 70%-nya adalah sekitar 7.78 ns.

Pada bagian keterangan *form* berisi kata "Passes" yang berarti *rise time budget* tersebut baik untuk digunakan.

Analisis Jenis Pengkodean NRZ Dan RZ

Dalam suatu hubungan serat optik, diperlukan adanya *line coding* (pengkodean digital). *Line coding* yang digunakan pada transmisi serat optik diantaranya adalah jenis pengkodean *Non Return to Zero* (NRZ) dan *Return to Zero* (RZ).

Berikut ini adalah beberapa contoh kasus analisis *rise time budget* dengan menggunakan jenis pengkodean *Non Return to Zero* (NRZ) dan *Return to Zero* (RZ).

1. Jenis pengkodean NRZ

Diketahui transmisi data menggunakan pengkodean NRZ dengan *bit rate* 50 Mbps. Lebar spektral 1 nm, *rise time transmitter* adalah 0.5 ns. Jarak transmisi 35 km dan mempunyai *bandwidth distance product* sebesar 100 MHz.km. Parameter $q=0.7$ dan *receiver bandwidth* sebesar 500 MHz.

Untuk contoh kasus diatas, dapat dianalisis bahwa jenis pengkodean yang digunakan adalah *Non Return to Zero* (NRZ). Dari nilai-nilai hasil perhitungan dapat diketahui nilai *total rise time* (t_{sys}) adalah sekitar 11.44 ns dan *equivalent rise time* (t_r) 14 ns. Dengan nilai tersebut, maka hal ini telah memenuhi syarat pada pengkodean NRZ. Karena nilai *equivalent rise time* lebih besar daripada nilai *rise time total*. Atau dengan kata lain, nilai *rise time total* masih di bawah nilai maksimum yang diperbolehkan, yaitu 70% dari perioda *bit* pada pengkodean *Non Return to Zero* (NRZ). Jika diketahui *bit rate* 50 Mbps, maka periode *bit*-nya 20 ns dan 70%-nya adalah 14 ns.

Pada bagian keterangan dalam *form* berisi kata "*Passes*" yang berarti *rise time budget* tersebut baik untuk digunakan.

Jenis pengkodean ini sering digunakan dibandingkan dengan jenis pengkodean digital lainnya, karena kode-kode pada NRZ mudah untuk dihasilkan dan dikodekan, tetapi jenis pengkodean ini tidak mempunyai *error detection* yang baik atau kemampuan mengoreksi dan tidak mempunyai *self clocking*. Pada jenis pengkodean ini memerlukan *bandwidth* yang minimum dibandingkan pada jenis pengkodean RZ.

2. Jenis pengkodean RZ

Diketahui transmisi data menggunakan pengkodean RZ dengan *bit rate* 50 Mbps. Lebar spektral 1 nm, *rise time transmitter* adalah 2.5 ns. Jarak transmisi 35 km dan mempunyai *bandwidth distance product* sebesar 300 MHz.km. Parameter $q=0.7$ dan *receiver bandwidth* sebesar 50 MHz.

Untuk contoh kasus ini, dapat dianalisis bahwa jenis pengkodean yang digunakan adalah *Return to Zero* (RZ). Dari nilai-nilai hasil perhitungan dapat diketahui nilai *total rise time* (t_{sys}) adalah sekitar 18.35 ns dan *equivalent rise time* (t_r)

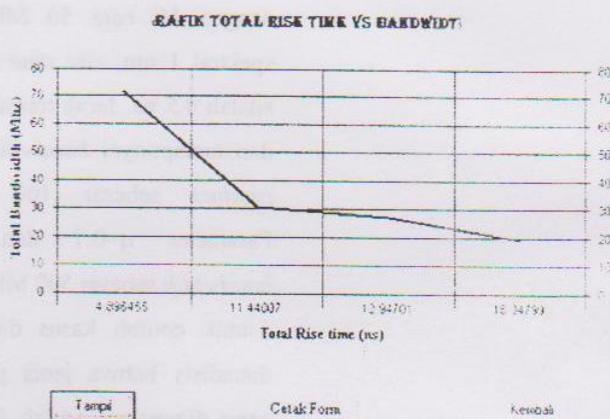
7 ns. Dengan nilai tersebut, maka perhitungan ini tidak memenuhi syarat pada pengkodean RZ. Karena nilai *equivalent rise time* lebih kecil daripada nilai *rise time total*. Seharusnya nilai *equivalent rise time* lebih besar daripada nilai *rise time total*. Atau dengan kata lain, nilai *rise time total* masih di bawah nilai maksimum yang diperbolehkan, yaitu 35% dari periode *bit* pada pengkodean *Return to Zero (RZ)*. Jika diketahui *bit rate* 50 Mbps, maka periode *bit*-nya 20 ns dan 35%-nya adalah 7 ns. Pada bagian keterangan *form* berisi kata “*Fails*” yang berarti *rise time budget* tersebut tidak baik untuk digunakan.

Jenis pengkodean RZ mempunyai keunggulan yaitu sederhana, sehingga jenis pengkodean ini digunakan untuk komunikasi yang sederhana. Sedangkan kelemahannya adalah *bandwidth* yang diperlukan lebar, karena level sinyal berubah lebih cepat daripada laju *bit*-nya.

Analisis Efek Rise Time Budget Terhadap Bandwidth Sistem

Perhitungan *rise time budget* digunakan untuk melihat kemampuan media transmisi atau serat optik dalam mendukung *bandwidth* sinyal informasi yang akan dilewatkan.

Untuk dapat mengetahui bagaimana efek dari *rise time budget* terhadap *bandwidth system*, dapat dianalisis dengan menggunakan grafik perbandingan antara *total rise time* dengan *total bandwidth* seperti yang tertera pada gambar di bawah ini :



Gambar grafik perbandingan T_{SYS} dengan BW_{tot}

Dari gambar di atas dapat dilihat grafik perbandingan antara *total rise time* dengan *total bandwidth*. Dari grafik tersebut dapat dianalisis bahwa semakin besar *total rise time*, maka *total bandwidth* akan semakin sempit. Atau dengan kata lain, semakin kecil *total rise time*, maka *total bandwidth* akan semakin lebar.

IV. PENUTUP

Kesimpulan

1. Jenis pengkodean digital yang sering digunakan dalam komunikasi serat optik adalah *Non Return to Zero* (NRZ), karena pengkodean ini membutuhkan *bandwidth* yang minimum.
2. Efek dari *rise time budget* terhadap *bandwidth system* adalah jika nilai *total rise time* semakin kecil, maka *total bandwidth* akan semakin lebar dan sebaliknya, jika nilai *total rise time* semakin besar, maka, *total bandwidth* akan semakin sempit.

Saran

1. Tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi dengan menganalisis komunikasi serat optik dengan menggunakan jenis pengkodean selain *Non Return to Zero* (NRZ) dan *Return to Zero* (RZ), serta analisis efisiensi *bandwidth*.
2. Penggunaan jenis pengkodean *Non Return to Zero* (NRZ) akan lebih efektif digunakan, karena hanya

memerlukan *bandwidth* yang minimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Siregar Rustam E. 1997. Dasar-dasar Telekomunikasi Serat Optik, STTTelkom, Bandung.
- Keiser, Gerd.1991. *Optical Fiber Telecommunication, Second Editions*, MC Graw-Hill, Singapore.
- Hoss Robert J., 1990. *Fiber Optic Communications Design Handbook*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey,.
- Divlat Telkom, 2000. Konstruksi dan Instalasi kabel Serat Optik, Bandung.
- Divlat Telkom, 2000. Pengantar Sistem Komunikasi Optik, Bandung.
- Palais, Joseph C, *Fiber Optic Communication*, 4th ed.
- Powers, John, *An introduction to Fiber Optik System*, Irwin McGraw-Hill, Singapore, 1999.