

**ANALISIS KINERJA SISTEM KOMUNIKASI OPTIK DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *LINK BUDGET* DAN *RISE TIME BUDGET*  
DALAM HUBUNGAN ANTAR BSC KE BTS UNTUK TELEKOMUNIKASI  
GENERASI KE-5 (5G)**

**Lulu Robiatul Adawiah<sup>1</sup>, Bambang Sugiarto<sup>2</sup>, Tri Arif Wiharso<sup>3</sup>**

Fakultas Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia<sup>2</sup> Fakultas  
Teknik Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia<sup>3</sup> Fakultas Teknik  
Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, 44151, Indonesia

Korespondensi: <sup>1</sup>lulurobiatuladawiah12@gmail.com

**ARTICLE HISTORY**

---

*Received:*

*Revised:*

*Accepted:*

---

**Abstrak**

Perkembangan teknologi dibidang telekomunikasi telah berkembang pesat diiringi oleh kebutuhan pengguna yang terus meningkat. Teknologi generasi kelima (5G) merupakan teknologi jaringan nirkabel yang menawarkan akses dengan *data rate* yang sangat tinggi dan *bandwidth* yang lebih besar. Untuk mendukung spesifikasi diatas tidak dapat terlepas dari sistem *Backbone* serat optik. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai redaman, mempertahankan nilai daya terima, *Bit Error Rate* dan *rise time budget* yang dibutuhkan sesuai dengan sistem telekomunikasi 5G. Penelitian ini menggunakan metode *power link budget* dan *rise time budget*. Lokasi yang digunakan untuk penelitian ini sebanyak 3 lokasi berdasarkan trafik penggunaan seluler. Berdasarkan hasil hitungan dan simulasi dalam menentukan nilai daya terima dan *nilai rise time budget* dikatakan layak karena tidak melebihi nilai sensitivas sebesar -24 dBm dan nilai maksimumnya yaitu 4501.03 ps, sedangkan untuk nilai BER pada lokasi kedua yaitu HUT Garut – Malangbong dikatakan kurang bagus karena tidak lebih rendah dari standar optik yang digunakan yaitu sebesar  $10^{-12}$ .

**Kata kunci:** Telekomunikasi 5G, *Data Rate*, *Bandwidth*, *Backbone Serat Optik*, *Redaman*, *Power Link Budget*, *Rise Time Budget* dan *Bit Error Rate*.

**Abstract**

*The development of technology in the field of telecommunications has grown rapidly accompanied by the needs of users who continue to increase. Fifth generation technology (5G) is a wireless network technology that offers access at very high data rates and greater bandwidth. To support the above specifications can not be separated from the optical fiber backbone system. This study aims to obtain the attenuation value, maintain the acceptability value, Bit Error Rate, and the required rise time budget in accordance with the 5G telecommunication system. This research uses power link budget and rise time budget method. The locations used for this study were 3 locations based on cellular usage traffic. The results based on calculations and simulations in*

*determining the acceptability value and the rise time budget value are considered feasible because they do not exceed the sensitivity value is -24 dBm and the maximum value is 4501.03 ps, while the BER value at the second location, namely the Anniversary of Garut – Malangbong, is said to be less good because it does not lower than the standard optical used, which is  $10^{-12}$ .*

**Keywords:** 5G Telecommunications, Data Rate, Bandwidth, Fiber Optic Backbone, Attenuation, Power Link Budget, Rise Time Budget and Bit Error Rate.

## 1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telekomunikasi telah berkembang pesat diiringi oleh kebutuhan pengguna yang terus meningkat di bidang telekomunikasi[1]. Teknologi generasi kelima (5G) merupakan teknologi jaringan nirkabel yang menawarkan akses dengan kecepatan data (*data rate*) yang sangat tinggi dan kapasitas yang lebih besar. Menurut *International Mobile and Communication (IMT) 2020* spesifikasi teknologi 5G diantaranya yaitu kecepatan data *downlink* 20 Gbps, kecepatan data *uplink* 10 Gbps, bandwidth 10x lebih besar dari bandwidth 4G, dan latensinya sebesar 1ms[2].

Untuk mendukung spesifikasi telekomunikasi 5G diatas, maka telekomunikasi 5G tidak dapat terlepas dari sistem *Backbone* serat optik untuk mendapatkan *bandwidth* yang lebih besar dibandingkan dengan telekomunikasi 4G, karena jika masih menggunakan sistem *backbone* transmisi radio spesifikasi telekomunikasi 5G tidak akan terlaksana. Serat optik merupakan media transmisi yang dapat meningkatkan pelayanan sistem komunikasi data, suara dan video seperti peningkatan jumlah kanal yang tersedia dengan menggunakan media cahaya[3]. Kelebihan dari serat optik ini yaitu ketersediaannya *bandwidth* yang besar, kemampuan mengirim data dengan kecepatan tinggi, terjaminnya keamanan data yang dikirim, dan tidak terganggu dengan adanya pengaruh dari gelombang elektromagnetik[4].

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan nilai redaman, mempertahankan nilai daya terima, BER dan *rise time budget* yang dibutuhkan sesuai dengan sistem telekomunikasi 5G. Proses penelitian ini menggunakan salah satu parameter yaitu dengan metode *power link budget* dan *rise time budget*.

*Power link budget* merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan daya dalam proses mentransmisikan kebutuhan sinyal informasi pada serat optik yang dipengaruhi oleh redaman disepanjang kabel serat optik tersebut. Sedangkan *Rise Time Budget* merupakan metode untuk menentukan batasan *disperse* (pelebaran pulsa) pada saluran transmisi, tujuannya untuk menganalisis kerja sistem secara keseluruhan [5]. Oleh karena itu, untuk menjaga kestabilan *roaming* pada penelitian ini akan dilakukan analisis mengenai kinerja sistem optik dengan menggunakan metode *link budget* dan *rise time budget* dalam hubungan antar BSC ke BTS untuk telekomunikasi generasi ke-5 (5G).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Teknologi 5G

Teknologi 5G hadir untuk memecahkan masalah dan keutuhan untuk meningkatkan efisien dan kapasitas jaringan, peningkatan data rate dengan cakupan yang lebih baik

pada konsumsi daya yang rendah[6]. Teknologi komunikasi generasi kelima (5G) merupakan pengembangan dan penyempurnaan dari teknologi komunikasi sebelumnya. Pengembangan teknologi 5G masih terus dilakukan agar dapat memenuhi syarat untuk menerapkan telekomunikasi 5G. Teknologi 5G diharapkan dapat memberikan keuntungan lebih seperti kapasitas sistem yang lebih tinggi, *latency* yang jauh lebih rendah, layanan dalam hal kecepatan konektivitas untuk mendukung pengguna perangkat *Internet of Things (IoT)*. Sampai saat ini teknologi telekomunikasi generasi ke-5 (5G) masih belum ditetapkan standar yang berlaku di dunia. Adapun persyaratan dari teknologi telekomunikasi 5G.

- a. Data rates yang tinggi (1-10 Gbps)
- b. Memiliki latensi dibawah 1 ms
- c. Biaya dan energi yang efisien (*cost* dan *energy efficiency*)
- d. 1000x kapasitas saat ini
- e. Cakupan yang luas dengan menggunakan jaringan yang heterogen
- f. Konektivitas yang stabil

Komunikasi 5G pada saat ini mulai dikembangkan untuk meningkatkan kualitas komunikasi, khususnya meningkatkan kualitas pada area yang berukuran kecil dengan tetap mempertahankan nilai *roamingnya*. *International Telecommunication 5G* harus memenuhi spesifikasi minimum seperti yang tertulis pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi Telekomunikasi 5G

No.	Parameter	Value	
		Downlink	Uplink
1.	<i>Peak Data Rate</i>	20 Gbps	10 Gbps
2.	<i>Peak Spectral Efficiency</i>	30 bps/Hz	15 bps/Hz
3.	<i>User Experience Data Rate</i>	100 Mbps	50 Mbps
4.	<i>Indoor Hotspot- Embb</i>	0.3 bps/Hz	0.21 bps/Hz
5.	<i>Dense Urban- Embb</i>	0.255 bps/Hz	0.15 bps/Hz
6.	<i>Rural – Embb</i>	0.12 bps/Hz	0.045 bps/Hz
7.	<i>Connection Density</i>	1.000.000 per km <sup>2</sup>	
8.	<i>Bandwidth</i>	≥100 Mhz	

## 2.2. Fiber Optik

Fiber optik adalah suatu material seperti benang dengan potongan melintang berbentuk lingkaran yang memungkinkan terjadinya *Total Internal Reflection (TIR)* di dalamnya untuk memandu gelombang cahaya. Teknologi ini melakukan perubahan sinyal listrik kedalam sinyal cahaya yang kemudian disalurkan melalui serat optik dan selanjutnya di konversi kembali menjadi sinyal listrik pada bagian penerima. “Serat optik terbuat dari bahan dielektrik yang berbentuk seperti glass (kaca). Di dalam serat inilah energi listrik diubah menjadi cahaya yang akan ditransmisikan sehingga dapat diterima di ujung unit receiver (penerima) melalui transducer (alat pengubah)”[7].

## 2.3. Parameter Fiber Optik

Adapun beberapa parameter-parameter *Fiber Optik* yang digunakan dalam pengukuran performasi suatu jaringan sebagai berikut:

### 2.3.1. Redaman Transmisi Serat Optik

Redaman adalah turunnya level tegangan sinyal yang diterima akibat karakteristik media. Redaman merupakan gangguan dalam sistem komunikasi yang mempengaruhi performance dari sistem komunikasi. Menurut rekomendasi ITU-T, kabel serat optik jenis G.654.B harus mempunyai koefisien redaman 0,175 dB/km untuk panjang gelombang 1550 nm.

a. Rugi-rugi Serat Optik :

$$\alpha_f = L \times \alpha \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana

- $\alpha_f$  = Total redaman serat optik (dB)
- L = Panjang serat optik (km)
- $\alpha$  = Redaman serat optik/km (dB/km).

b. Splicing(Rugi penyambungan)

$$\alpha_{ST} = \alpha_S \times Y \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana

- $\alpha_{ST}$  = Total redaman splicing (dB)
- $\alpha_S$  = Redaman splicing (dB)
- Y = Jumlah splicing.

c. Redaman Konektor

$$\alpha_{CT} = \alpha_C \times X \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana

- $\alpha_{CT}$  = Total redaman konektor (dB)
- $\alpha_C$  = Rata – rata redaman konektor (dB)
- X = Jumlah konektor.

### 2.3.2. Power Link Budget

Kunci dari berjalannya suatu jaringan fiber optik adalah besarnya daya cahaya tersedia untuk mengirimkan data. . *Link budget* dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran menggunakan *Optical Power Meter* (OPM) atau dengan menghitung loss tiap komponen dalam sistem atau jaringan. Perhitungan *link power budget* dilakukan untuk mengetahui batasan redaman / *loss* yang diizinkan antara daya keluaran pemancar (transmitter power) dan sensitivitas penerima. Beberapa persamaan terkait perhitungan *Link Power Budget* adalah :

$$P_B = P_T - P_R \dots\dots\dots (2.4)$$

$$a_{tot} = L \cdot a_f + N_c \cdot a_c + N_s \cdot a_s + a_{sp} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$M = P_B + a_{tot} - M_S \dots\dots\dots (2.6)$$

Redaman atau loss total diperoleh dari jumlah loss per komponen sepanjang *Optical Distribution Network* (ODN) yaitu penjumlahan loss fiber optik, *splices*, konektor dan *splitter*. *Link margin* adalah daya yang masih tersisa dari seluruh proses transmisi setelah dikurangi *loss* pada komponen dan *safety margin*. *Link margin* tidak boleh bernilai nol atau negatif karena menunjukkan apakah sinyal optis tersampaikan pada penerima. *Safety margin* merupakan cadangan untuk error atau loss lain yang tidak terprediksi. Pada umumnya *safety margin* dipilih nilai 3 dB dan sebaiknya tidak boleh kurang dari 1.7 dB.

### 2.3.3. Rise Time Budget

Dalam sistem komunikasi digital, pengkodean secara umum dapat dengan menggunakan *return-to-zero* (RZ) dan *non-return- to-zero* (NRZ). Untuk pengkodean dengan menggunakan NRZ, diperlukan hanya satu transisi untk setiap bit . Berbeda dengan pengkodean dengan menggunakan RZ, karena RZ memerlukan dua transisi untuk tiap bit . Untuk sistem komunikasi digital dapat di analisis berdasarkan *rise-time*. Maka untuk menghindari distorsi tersebut, mensyaratkan bahwa suatu sistem memiliki nilai *rise time* ( $t_s$ ) tidak lebih dari 70% dari *Time Periode* ( $T_p$ ) [26]. *Rise time budget* merupakan metode untuk menentukan batasan disperse suatu link fiber optik [12]. *Rise time budget* merupakan penjumlahan *rise time* dari berbagai komponen pembentuk jaringan telekomunikasi 5G. Secara sederhana persamaan perhitungan *rise time budget* sebagai berikut persamaannya :

$$t_{GVD} = D \times \sigma_\lambda \times L \dots\dots\dots(2.7)$$

$$t_{sys} = \sqrt{(t_{tx}^2 + t_{GVD}^2 + t_{rx}^2)} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$t_{Max\_sys} = \frac{70\% (NRZ)}{Data Rate (bps)} \dots\dots\dots(2.9)$$

*Rise time budget* memiliki hubungan yang erat dengan *bandwidth* atau *bit rate*. Dalam hal ini, disperse pulsa yang dialami keseluruhan sistem 5G tidak boleh melebihi kapasitas *bandwidth*. Untuk sistem analog, hubungan antara *bandwidth* dan *rise time* ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$BW = 0.35/t_{sys} \dots\dots\dots (2.10)$$

Sedangkan untuk sistem digital, karena peralatan yang digunakan berupa elektronik, dengan format *Non Return to Zero* (NRZ) maka :

$$BW = 0.7/t_{sys} \dots\dots\dots (2.11)$$

### 2.3.4. Bit Error Rate (BER)

*Bit Error Rate (BER)* merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. Dimana BER dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\left(\frac{S}{N}\right) = 20 \log 2Q \dots\dots\dots(2.12)$$

Sehingga diperoleh nilai pendekatan sebagai berikut :

$$(BER) = Pe (Q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times \frac{e^{-\frac{Q^2}{2}}}{Q} \dots\dots\dots(2.13)$$

Maka tinggi S/N, makin baik mutu komunikasinya. Oleh karena itu, ada suatu batasan minimum dari S/N dalam hubungan telekomunikasi untuk dapat memuaskan konsumen pemakaian jasa telekomunikasi. Standar S/N untuk sistem komunikasi serat optik adalah (BER =  $10^{-12}$ ).

### 2.3.5. Q-Faktor

Q-Faktor merupakan factor kualitas yang akan menentukan bagus atau tidaknya kulaitas suatu link atau jaringan. Dalam sistem komunikasi serat optik khususnya GPON, miniman ukuran Q-Faktor yang bagus adalah angka 6 atau  $10^{-12}$  dalam Bit Error Rate (BER). Rumus untuk menghitung nilai dari Q-Faktor yaitu :

$$(Q) = \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma_1 + \sigma_0} \dots\dots\dots(2.14)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada bagian hasil dan pembahasan akan dijelaskan bagaimana analisis *Quality of Service* pada jaringan 5G. Data yang didapatkan merupakan hasil simulasi yang dijalankan pada aplikasi *Network Simulator* versi 2 menggunakan parameter yang telah ditentukan dengan menggunakan rata-rata *bandwidth* pada jam sibuk, jam non-sibuk, dan rata-rata *bandwidth* jam sibuk dan non-sibuk.

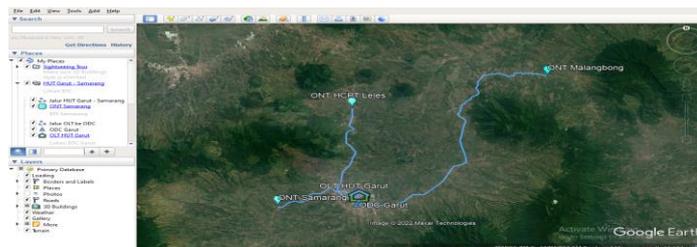
#### 3.1 Penentuan site lokasi

Dalam penentuan site lokasi dilihat dari nilai trafik yang diperoleh dari hasil kepadatan penduduk dan kepadatan pengguna seluler. Dengan menggunakan metode perhitungan trafik sehingga dapat diperoleh hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 3.1** Hasil Total Trafik Pelanggan

No	Lokasi BSC	Lokasi BTS	Total Trafik Pelanggan (Erlang)
1	HUT Garut	Samarang	17874
2	HUT Garut	Malangbong	9488
3	HUT Garut	HCPT Leles	6406
4	HUT Garut	Nagreg	3486
5	HUT Garut	Ciawi	2397

Dari nilai total trafik pelanggan tersebut, peneliti memilih 3 lokasi yang memiliki nilai terbesar diantaranya yaitu lokasi jalur HUT Garut – Samarang, HUT Garut – Malangbong dan HUT Garut - HCPT Leles. Dalam proses menentukan lokasi dan jalur juga pada penelitian ini dibantu dengan *software Google Earth Pro*, selain berfungsi untuk menentukan jalur software ini juga dapat membantu untuk menentukan jumlah *splice* pada sistem komunikasi optik.



#### 3.2 Loss Perkomponen

Sebelum menentukan nilai *loss* perkomponen, dalam desain hubungan antara BSC ke BTS yang digunakan oleh PT.XL Garut terdapat jarak dan total panjang kabel serat

optik. Total panjang kabel serat optik ini ditentukan sebesar 10% dari jarak yang digunakan. Sehingga dapat diperoleh data nya sebagai berikut :

**Tabel 3.2** Jarak Lokasi Penelitian

No	Lokasi BSC	Lokasi BTS	Distansi (km)	Total Panjang Kabel (km)
1	HUT Garut	Samarang	11.6	12.76
2	HUT Garut	Malangbong	41.2	45.32
3	HUT Garut	HCPT Leles	12.7	13.97

Pada proses penelitian ini diperoleh hasil perhitungan *loss* perkomponen dengan menggunakan spesifikasi jenis kabel optik G.654.B. Proses analisis *loss* perkomponen ini dilakukan agar bisa menghitung metode *power link budget* dan dapat menghasilkan daya terima yang sesuai dengan penelitian. Adapun hasil dari perhitungan *loss* perkomponen antara lain sebagai berikut :

**Tabel 3.3** Analisis Hasil *Loss* Perkomponen

No	Cable Loss (dB)	Splicing Loss (dB)	Connector Loss (dB)	System Margin (dB)	Total Power Loss (dB)
1	2.233	0.65	1	8	11.883
2	7.931	2.3	1	8	19.231
3	2.445	0.7	1	8	12.145

### 3.3 Metode Link Budget

Perhitungan menggunakan metode *link power budget* dilakukan untuk mengetahui batasan redaman atau *loss* yang diizinkan antara *transmitter power* dan sensitivitas penerima. Selain itu, analisis dengan menggunakan metode ini dapat mengetahui nilai *power budget* fiber optik yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Tujuan perhitungan dengan menggunakan metode ini untuk menentukan nilai daya terima dan BER telekomunikasi 5G yang sesuai dengan ketentuan fiber optik. Sehingga dapat diperoleh nilai daya terima yang dihasilkan dari nilai *loss*.

**Tabel 3.4** Analisis Hasil Metode Power Link Budget

No	Lokasi Base Station Control (BSC)	Lokasi Base Transceiver Station (BTS)	Distansi (km)	Total Panjang Kabel (km)
1	HUT Garut	Samarang	11.6	12.76
2	HUT Garut	Malangbong	41.2	45.32
3	HUT Garut	HCPT Leles	12.7	13.97

Sehingga diperoleh nilai daya terima dengan menggunakan perhitungan secara manual untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar -7.883 dBm, jalur HUT Garut – Malangbong sebesar -15.231 dBm dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar -8.145

dBm. Dengan menggunakan parameter jenis optik G.654.B yang memiliki nilai sensitivitas paling rendah sebesar -24 dBm, sehingga pada proses perhitungan ini masih layak digunakan karena daya terima yang dihasilkan oleh setiap jalur tidak lebih rendah dari batas sensitivitas optik yaitu -24 dBm.

Proses perhitungan metode *power link budget* ini dilakukan dengan dua cara yaitu perhitungan secara manual dan perhitungan hasil simulasi yang dibantu dengan menggunakan *software optisystem*. Sehingga dapat diperoleh hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 3.5** Analisis Perbandingan Hasil Metode Power Link Budget

Route (Jalur Penelitian)	Total Power Loss (dB)	Source Power (dBm)	Received Power (dBm)	Sensitivity (dBm)
HUT Garut – Samarang	11.883	4	-7.883	-24
HUT Garut – Malangbong	19.231	4	-15.231	-24
HUT Garut – HCPT Leles	12.145	4	-8.145	-24

Pada proses perhitungan dengan menggunakan metode ini terjadi selisih diantara perhitungan secara manual dan perhitungan hasil simulasi. Perbedaan pada jalur HUT Garut – Samarang sebesar 0.105, jalur HUT Garut – Malangbong sebesar 5.594 dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar 0.08. Perbedaan untuk jalur HUT Garut – Samarang dan HUT Garut – HCPT Leles tidak terlalu signifikan karena perbedaan ini hanya diakibatkan oleh alat ukur yang berbeda dan jarak yang tidak terlalu jauh sehingga jumlah sambungan optiknya tidak banyak, sedangkan perbedaan untuk jalur HUT Garut – Malangbong sangatlah signifikan karena diakibatkan oleh jarak yang sangat jauh sehingga mengakibatkan jumlah sambungan optik yang sangat banyak.

### 3.4 Metode Rise Time Budget

*Rise-time* adalah waktu respon yang dibutuhkan oleh sistem mulai dari 10-90% untuk menuju sinyal input atau sinyal masukan. Keterbatasan metode ini akan menyebabkan data terdistorsi sehingga proses penerimaan atau pengiriman data akan mengalami *Loss*. sehingga untuk menghindari distorsi tersebut, mensyaratkan bahwa suatu sistem harus memiliki nilai *rise-time* ( $t_s$ ) tidak lebih 70% dari *Time Period* ( $T_p$ ).

**Tabel 3.6** Analisis Hasil Metode Rise Time Budget

Route (Jalur Penelitian)	$t_{GVD}$ (ps)	$t_{tx}$ (ps)	$t_{rx}$ (ps)	$t_{sys}$ (ps)	$t_{Max\_sys}$ (ps) NRZ 155.52 (Mbps)	Feasibil ity
HUT Garut – Samarang	11.484	28	28	41.229	4501.03	YES
HUT Garut – Malangbong	40.788	28	28	56.848	4501.03	YES

HUT Garut – HCPT Leles	12.573	28	28	41.546	4501.03	YES
------------------------	--------	----	----	--------	---------	-----

Dalam menentukan nilai *rise time*, penelitian ini menggunakan parameter jenis kabel optik G.654.B yang memiliki *Encoding Signal* berbentuk NRZ dan nilai data rate sebesar 155.52 Mbps. Sehingga berdasarkan hasil hitungan secara manual diperoleh nilai *rise time* untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar 41.229 ps, jalur HUT Garut – Malangbong sebesar 56.848 ps dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar 41.546 ps. Selain itu juga diperoleh nilai *maksimum rise time* nya sebesar 4501.03 ps yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ini masih layak digunakan atau tidak. Berdasarkan dengan nilai *maksimum rise time* untuk jalur HUT Garut – Samarang, HUT Garut – Malangbong dan HUT Garut – HCPT Leles layak untuk digunakan karena tidak melebihi nilai *maksimum rise time* nya. Pada penelitian ini untuk menghitung nilai *rise time* dibantu dengan alat ukur matlab. Adapun hasilnya sebagai berikut :

**Tabel 3.7** Analisis Perbandingan Hasil Metode Rise Time Budget

Route (Jalur Peneletian)	Hitungan Manual (ps)	Hitungan Matlab (ps)
HUT Garut – Samarang	41.229	41.2296
HUT Garut – Malangbong	56.848	56.8477
HUT Garut – HCPT Leles	41.546	41.5461

Perhitungan ini memiliki sedikit perbedaan yang diakibatkan oleh penggunaan alat ukur yang berbeda saja.

### 3.5 Bit Error Rate

*Bit Error Rate* (BER) merupakan laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. Oleh karena itu, ada suatu batasan minimum dari S/N dalam hubungan telekomunikasi untuk dapat memuaskan konsumen pemakaian jasa telekomunikasi. Standar S/N untuk sistem komunikasi serat optik adalah ( $BER = 10^{-12}$ ) sesuai dengan kabel jenis optik yang digunakan pada proses penelitian ini. Untuk mendapatkan nilai minimum BER ini peneliti menggunakan *software* simulasi *optisystem*. Adapun hasil dari simulasi ini diantaranya sebagai berikut :

**Tabel 3.8** Hasil Bit Error Rate Pengali 0.37

Route (Jalur Penelitian)	Nilai Q-Faktor	Nilai Miimum BER
HUT Garut – Samarang	6.54024	$3.07042 \times 10^{-11}$
HUT Garut – Malangbong	4.24415	$1.09673 \times 10^{-05}$
HUT Garut – HCPT Leles	6.50302	$3.93534 \times 10^{-11}$

Sehingga diperoleh nilai minimum BER dengan menggunakan pengali bit rate sebesar 0.37 untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar  $3.07042 \times 10^{-11}$ , jalur HUT Garut – Malangbong sebesar  $1.09673 \times 10^{-05}$  dan jalur HUT Garut – HCPT Leles

sebesar  $3.93534 \times 10^{-11}$ . Untuk jalur HUT Garut – Samarang dan HUT Garut – HCPT Leles nilai minimum BER nya tidak terlalu signifikan karena jarak yang dilaluinya tidak terlalu jauh, sedangkan untuk jalur HUT Garut – Malangbong nilai minimum BER nya masih jauh dari nilai standar BER karena disebabkan oleh jauhnya jarak yang dilewati sehingga banyak sambungan *loss* yang terjadi dalam sistem saluran transmisi dan terjadinya kesalahan bit yang sangat besar juga.

**Tabel 3.9** Hasil Bit Error Rate Pengali 0.75

Route (Jalur Penelitian )	Nilai Q-Faktor	Nilai minimum BER
HUT Garut – Samarang	36.0065	$3.26362 \times 10^{-284}$
HUT Garut – Malangbong	5.32624	$4.996 \times 10^{-08}$
HUT Garut – HCPT Leles	32.0371	$1.6215 \times 10^{-225}$

Untuk pengali bit rate sebesar 0.75, diperoleh hasil minimum BER untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar  $3.26362 \times 10^{-284}$ , jalur HUT Garut – Malangbong sebesar  $4.996 \times 10^{-08}$  dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar  $1.6215 \times 10^{-225}$ . Untuk jalur HUT Garut – Samarang dan HUT Garut – HCPT Leles layak untuk digunakan karena melebihi nilai minimum standar BER, sedangkan untuk jalur HUT Garut – Malangbong tidak layak digunakan karena nilai minimum BER nya masih jauh dari nilai minimum standar optik yang digunakan.

**Tabel 3.10** Hasil Bit Error Rate

Route (Jalur Penelitian)	Nilai Minimum BER (Pengali 0.37)	Nilai Minimum BER (Pengali 0.75)
HUT Garut – Samarang	$3.07042 \times 10^{-11}$	$3.26362 \times 10^{-284}$
HUT Garut – Malangbong	$1.09673 \times 10^{-05}$	$4.996 \times 10^{-08}$
HUT Garut – HCPT Leles	$3.93534 \times 10^{-11}$	$1.6215 \times 10^{-225}$

Dalam melakukan simulasi, peneliti melakukan dua kali simulasi untuk mendapatkan nilai BER yaitu dengan menggunakan pengali bit rate sebesar 0.37 dan 0.75. Berdasarkan hasil simulasi nilai BER yang layak digunakan yaitu dengan menggunakan nilai pengali bit rate sebesar 0.75 karena diperoleh hasil BER untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar  $3.26362 \times 10^{-284}$ , jalur HUT Garut – Malangbong  $4.996 \times 10^{-08}$ , jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar  $1.6215 \times 10^{-225}$ . Akan tetapi, pada pengali bit rate 0.75 di jalur HUT Garut – Malangbong masih belum layak digunakan karena jarak yang sangat jauh dan banyak terjadi *loss* di jalur yang dilewatinya. *Loss* inilah yang akan menimbulkan *noise* pada sistem komunikasi optik.

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi terdapat juga diagram BER analyzer yang berasal dari nilai frekuensi, periode dan adanya sinyal berupa analog. Penelitian ini tidak membahas proses terjadinya pembentukan diagram BER analyzer ini. Akan tetapi peneliti dapat menganalisis bahwa semakin lebar celah yang terdapat dalam diagram BER analyzer maka akan semakin bagus juga nilai minimum BER nya, begitupula sebaliknya. Hasil analisis itu dapat diperoleh dari proses simulasi dengan menggunakan *software optisystem*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang diuraikan pada bab-bab sebelumnya, sehingga dapat diperoleh kesimpulannya sebagai berikut :

1. Dalam menentukan site lokasi penelitian, peneliti menentukan lokasi penelitian berdasarkan kepadatan jumlah penduduk dan trafik terbesar pengguna seluler. Berdasarkan perhitungan total trafik pelanggan diperoleh hasilnya untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar 17874 Erlang, HUT Garut – Malangbong sebesar 9488, HUT Garut – HCPT Leles sebesar 6404 Erlang, HUT Garut – Nagreg sebesar 3486 Erlang dan HUT Garut – Ciawi sebesar 2397 Erlang. Adapun tiga site lokasi penelitian yang terpilih berdasarkan jumlah total trafik pelanggan terbesar diantaranya yaitu jalur HUT Garut – Samarang, HUT Garut – Malangbong dan HUT Garut – HCPT Leles.
2. Berdasarkan hasil hitungan secara manual diperoleh untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar -7.883 dBm, jalur HUT Garut – Malangbong sebesar -15.231 dBm dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar -8.145 dBm. Sedangkan hasil perhitungan simulasi dengan menggunakan *software optisystem* diperoleh untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar -7.778 dBm, jalur HUT Garut – Malangbong sebesar -20.825 dBm dan jalur HUT Garut – HCPT sebesar -8.252 dBm. Terdapat perbedaan antara hasil perhitungan secara manual dan simulasi yang disebabkan oleh jauhnya jarak sehingga menimbulkan nilai attenuasi dan *loss* sambungan yang berbeda. Dalam menentukan nilai daya terima dengan menggunakan metode *power link budget* dan parameter jenis optik G.654.B masih layak digunakan karena daya terima yang dihasilkan oleh setiap jalur tidak lebih rendah dari batas sensitivitas jenis kabel optik yang digunakan yaitu -24 dBm.
3. Berdasarkan hasil hitungan secara manual diperoleh nilai *rise time* untuk jalur HUT Garut – Samarang sebesar 41.229 ps, jalur HUT Garut -Malangbong sebesar 56.848 ps dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar 41.546 ps. Selain itu juga diperoleh nilai *maksimum rise time* nya sebesar 4501.03 ps yang bertujuan untuk mengetahui apakah sistem ini masih layak digunakan atau tidak. Berdasarkan dengan nilai *maksimum rise time* untuk jalur HUT Garut – Samarang, HUT Garut – Malangbong dan HUT Garut – HCPT Leles layak untuk digunakan karena tidak melebihi nilai *maksimum rise time* nya.
4. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh nilai minimum BER lebih bagus dengan menggunakan pengali bit rate sebesar 0.75 karena nilai minimum BER nya lebih rendah dari standar yang digunakan oleh jenis optik G.654.B sebesar  $10^{-12}$ . Untuk jalur HUT Garut – Samarang diperoleh hasil minimum BER nya sebesar  $3.26362 \times 10^{-284}$  dan jalur HUT Garut – HCPT Leles sebesar  $1.6215 \times 10^{-225}$ , sehingga untuk kedua jalur ini dikatakan layak digunakan karena memiliki nilai minimum BER yang lebih rendah dibandingkan dengan standarnya. Sedangkan untuk jalur HUT Garut – Malangbong sebesar  $4.996 \times 10^{-08}$  dikatakan belum layak karena lebih besar dari nilai standarnya yang diakibatkan oleh adanya *loss* dan kesalahan bit yang sangat besar. Selain itu juga berdasarkan diagram yang diperoleh semakin besar celah yang terdapat dalam diagram semakin bagus juga nilai minimum BER nya, begitu pula sebaliknya.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Garut dan beserta pihak lain yang telah bekerja sama dalam penelitian ini.

### **Daftar Pustaka**

- A. K. Muhidin, H. Madiawati, Y. Sulaeman, and K. Kunci, “Desain Antena MIMO 2x2 Patch Rectangular untuk Komunikasi 5G pada Frekuensi 3 , 5 GHz dengan Peningkatan Gain Menggunakan Akrilik,” pp. 26–27, 2020.
- [2] M. J. MARCUS, “5G and ‘Imt for 2020 and Beyond,’” *IEEE Wirel. Commun.*, no. August, pp. 2–3, 2015.
- [3] M. R. Darmawansyah, M. I. Maulana, F. T. Elektro, and U. Telkom, “Pengaruh Penggunaan Kompensator Dispersi Fiber Bragg Grating (FBG) pada Sistem Komunikasi Optik Long Haul,” vol. 5, no. 3, pp. 5237–5244, 2018.
- [4] N. Darmawan, “Analisa Pengembangan Jaringan Fiber Optic Site Nangka Semarang,” *Anal. Pengemb. Jar. Fiber Opt. Site Nangka Semarang*, p. 11, 2017.
- [5] O. Efriyanda, D. Faiza, and A. Hadi, “Analisis Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik dengan Menggunakan Metode Power Link Budget dan Rise Time Budget pada PT.TELKOM ( Studi Kasus Link Batusangkar – Lintau ),” *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 2, no. 2, 2018, doi: 10.24036/voteteknika.v2i2.4079.
- [6] A. P. Prakusya, D. A. Nurmantris, and R. Anwar, “Perancangan dan Realisasi Antenna Mimo 4 Elemen untuk Komunikasi 5G dengan Frekuensi 3 . 5 Ghz Design and Realization of Mimo 4 Element Antenna for 5G Communication With 3 . 5 Ghz Frequency,” vol. 6, no. 2, pp. 3936–3946, 2019.
- [7] P. Menara, T. Seluler, and A. A. Regulasi, “Perencanaan dan Penataan Menara Telekomunikasi Seluler Bersama di Kabupaten Bangkalan Menggunakan Metode Power Link Budget,” vol. 3, no. 1, 2014.