

Perancangan Jaringan *Point Of Presence* (POP) Kecamatan Serang Dan Kecamatan Cikande Dari *Beach Manhole* (BMH) Anyer Menuju Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa

1st Agrine Ghina Syadiva
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

agrineghina@students.telkomuniversity.ac.id

2nd Akhmad Hambali
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ahambali@telkomuniversity.ac.id

3rd Brian Pamukti
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

brianpam@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Era digital seperti saat ini terdapat hal yang tidak bisa lepas dari kehidupan sehari-hari, yaitu penggunaan internet. Internet dapat mempermudah dalam upaya mengakses data terlebih disaat *pandemic* Covid-19. Berdasarkan hasil survei menunjukkan adanya korelasi antara jumlah penduduk dengan kebutuhan akses data yang tinggi. Oleh karena itu pemerintah menyediakan kemudahan dengan membangun infrastruktur jaringan *Point of Presence* (PoP). Perancangan jaringan *Point of Presence* (PoP) dengan menentukan 2 wilayah yaitu Kecamatan Serang di Kota Serang dan Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang menggunakan peta bumi digital dan disimulasikan menggunakan aplikasi simulator optic. Ada dua scenario perancangan, yang pertama dari *Transmitter* sampai dengan *Receiver* dengan *Optical Amplifier*, scenario kedua tanpa *Optical Amplifier*. Perancangan jaringan *Point of Presence* (PoP) dari Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa ke Kecamatan Serang di Kota Serang memiliki jarak 41,1 km dari STO Cikupa menggunakan *Optical Amplifier* hasil perhitungan *Bit Error Rate* (BER) bernilai $3,667 \times 10^{-9}$ dan hasil simulasi *Bit Error Rate* (BER) bernilai $9,547 \times 10^{-8}$. Kemudian perancangan jaringan *Point of Presence* (PoP) dari Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa ke Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang dengan jarak 18,2 km tanpa menggunakan *Optical Amplifier* menghasilkan *Bit Error Rate* (BER) bernilai $5,612 \times 10^{-9}$ dan hasil simulasi *Bit Error Rate* (BER) bernilai $9,34181 \times 10^{-7}$.

building a Point of Presence (PoP) network infrastructure. The design of the Point of Presence (PoP) network by determining 2 areas, namely Serang District in Serang City and Cikande District in Serang Regency using a digital earth map and simulated using an optical simulator application. There are two design scenarios, the first is from Transmitter to Receiver with Optical Amplifier, the second is without Optical Amplifier. The design of the Point of Presence (PoP) network from the Cikupa Automated Telephone Central (STO) to Serang District in Serang City has a distance of 41.1 km from the Automated Telephone Central (STO) Cikupa using Optical Amplifier calculation results Bit Error Rate (BER) is worth 3.667×10^{-9} and the simulation result Bit Error Rate (BER) is worth 9.547×10^{-8} . Then the design of the Point of Presence (PoP) network from the Cikupa Automated Telephone Central (STO) to Cikande District in Serang Regency with a distance of 18.2 km from the Automated Telephone Central (STO) Cikupa without using Optical Amplifier produces Bit Error Rate (BER) is 5.612×10^{-9} and the simulation result Bit Error Rate (BER) is 9.34181×10^{-7} .

Keywords— *point of presence (PoP), optical amplifier, bit error rate (BER)*

Kata kunci— *point of presence (PoP), optical amplifier, bit error rate (BER)*

Abstract— *In this digital era, there is one thing that cannot be separated from everyday life, namely the use of the internet. The internet can make it easier to access data, especially during the Covid-19 pandemic. Based on the results of the survey, there is a correlation between the number of residents and the need for high data access. Therefore, the government provides convenience by*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan teknologi telekomunikasi saat ini sangat tinggi. Pada tahun 2021, pengguna internet di Indonesia meningkat 11% dari tahun 2020 lalu. Pada tahun 2020 pengguna internet berjumlah 175,4 juta pengguna dan menjadi 202,6 juta pengguna pada tahun 2021. Peningkatan tersebut perlu diimbangi pemahaman beraktivitas di ruang digital yang baik[7].

Ada 3 lapisan Infrastruktur Telekomunikasi Indonesia yang terdiri dari *backbone*, *middle mile*, dan *last mile* untuk

mempermudah pemerataan pemakaian internet serta menunjang layanan yang baik di Indonesia. Indonesia memiliki 342,239 km *national fiber optic backbone* yang dibangun serta dikembangkan bersama dengan operator telekomunikasi[8]. Pada penelitian sebelumnya, penambahan *Point of Presence* (PoP) dilakukan untuk meningkatkan coverage pada pemasangan WiFi *outdoor* yang terhalang oleh bukit - bukit yang berada pada beberapa wilayah tertentu [9].

Backbone merupakan penghubung antara Kota/Kabupaten diseluruh Indonesia, agar dapat menyampaikan informasi melalui media transmisi *fiber optic* berupa data, *video*, ataupun audio. Dengan demikian, diperlukan jaringan telekomunikasi untuk memenuhi kebutuhan layanan internet pada masyarakat seperti kebutuhan untuk pendidikan dan pekerjaan secara daring. Oleh karena itu di rancanganlah *Point of Presence* (PoP) jaringan telekomunikasi yang berfungsi untuk menjembatani antara *user* dan penyedia layanan sehingga *user* dapat menggunakan internet dengan permormansi yang baik.

II. KAJIAN TEORI

Backbone

Backbone merupakan suatu jaringan yang menjadi saluran pusat, berfungsi untuk mentransfer data penghubung jaringan Local Area Network (LAN) bertujuan untuk menjangkau wilayah yang lebih luas sehingga membentuk

suatu Wide Area Network (WAN) yang memiliki kecepatan transfer sebesar 10 Gbps, serta merupakan infrastruktur telekomunikasi domestik berfungsi untuk menghubungkan wilayah Indonesia melalui kabel serat optik maupun internasional berfungsi untuk menghubungkan jaringan domestik ke jaringan internasional [1].

Point of Presence (PoP)

Point of Presence (PoP) merupakan penghubung Internet Service Provider (ISP) dengan pelanggan, infrastruktur Point of Presence (PoP) meliputi perangkat fisik sebagai titik pembuat atau pemutus antara sebuah Internet Service Provider (ISP) dengan pelanggannya [11]. Point of Presence (PoP) yang berfungsi untuk membuat atau memperluas jangkauan Internet Service Provider (ISP) karena pelanggan yang meningkat lalu dilakukan penambahan titik akses di daerah tertentu yang bertujuan untuk melayani semua pelanggan, titik akses itulah yang dinamakan Point of Presence (PoP) untuk meneruskan layanan Internet Service Provider (ISP) ke pelanggan [12].

Wavelength Division Multiplexing (WDM)

Teknologi *Wavelength Division Multiplexing* (WDM) berfungsi untuk menyalurkan beberapa sumber cahaya atau jenis trafik seperti data, suara, dan video secara bersamaan dengan menggunakan teknik penggabungan pada beberapa sinyal dengan panjang gelombang yang berbeda untuk ditransmisikan secara bersamaan melalui serat yang sama serta mengembangkan kapasitas jaringan tanpa menambah jumlah fiber[13][3].

Link Power Budget (LPB)

Link Power Budget (PLB) adalah estimasi kebutuhan daya yang diperhitungkan untuk memastikan level daya penerimaan lebih besar atau sama dengan level threshold (daya minimum, sebesar -28db).

$$PRx = PTx - atotal, \quad (2.1)$$

$$atotal = ac \cdot nc + asp \cdot nsp + af \cdot L + MS, \quad (2.2)$$

Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) adalah nilai perbandingan daya sinyal optik yang telah ditransmisikan dengan *noise* yang berada pada sistem, semakin besar nilai *noise* maka sistem bekerja dengan baik.

$$SNR = \frac{(Pr.R.M)^2}{2.q.Pr.R.M^2.F(M).Be + \frac{4.K.B.T.Be}{RL}}, \quad (2.3)$$

Q-Factor

Q-Factor merupakan penentu bagus atau tidaknya kualitas dari sinyal optik dalam suatu jaringan.

$$Q = \frac{10^{\frac{SNR}{20}}}{2}, \quad (2.4)$$

Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate (BER) merupakan nilai kesalahan bit dalam proses pengiriman sinyal pada media transmisi dengan nilai pada rentang 10^{-6} sampai 10^{-12} .

$$BER = \frac{\exp(-\frac{Q^2}{2})}{Q\sqrt{2\pi}}, \quad (2.5)$$

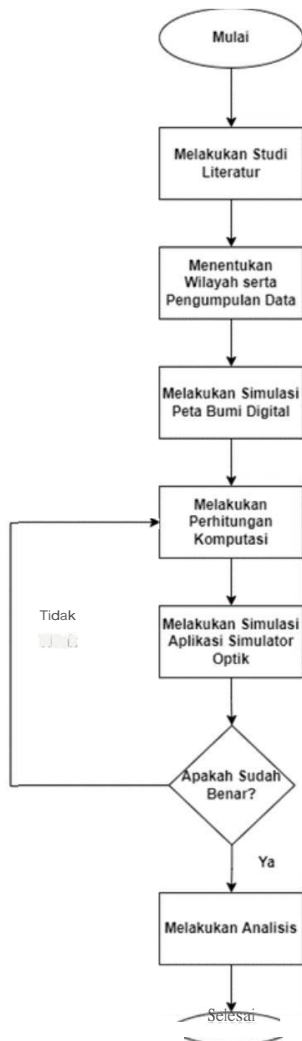
Beach Manhole (BMH)

Beach Manhole (BMH) merupakan instalasi penunjang untuk jaringan kabel pada permukaan bawah tanah yang berfungsi sebagai tempat kontrol di area pantai untuk pertemuan antara kabel laut dengan kabel darat seperti pada gambar 2.10 [17].

III. METODE

Diagram Alir Perancangan

Diagram alir perancangan merupakan proses tahapan pengerjaan Tugas Akhir. Tahap pertama yaitu melakukan studi literatur, dilanjut dengan menentukan wilayah beserta pengumpulan data, melakukan simulasi menggunakan peta bumi digital, melakukan perhitungan komputasi, dan dilanjut dengan melakukan simulasi menggunakan aplikasi simulator optik, jika simulasi belum berhasil maka Kembali pada tahap melakukan perhitungan komputasi yang akan dilanjut dengan melakukan simulasi dan jika sudah benar dapat dilakukan analisis serta kesimpulan. Berikut diagram alir perancangan.

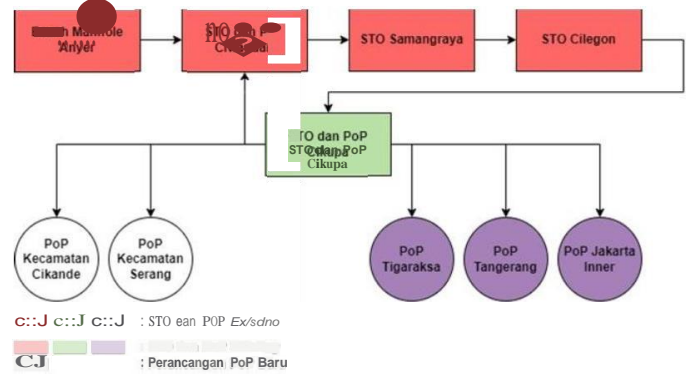


Gambar 1 Diagram Alir

Garis Besar Perancangan

Pada tugas akhir ini, akan dilakukan perancangan *Point of Presence* pada 2 titik yaitu Kecamatan Serang di Kota Serang dan Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang, yang bermula pada *Beach Manhole* (BMH)-STO Ciwandan-STO Samangraya-STO Cilegon-STO Cikupa. STO Cikupa berperan sebagai *Point of Presence* (PoP) *existing* yang terhubung dengan *existing* lainnya yaitu *Point of Presence* (PoP) Tigaraksa, *Point of Presence* (PoP) Tangerang, *Point of Presence* (PoP) Jakarta Inner, dan *Point of Presence* (PoP) Ciwandan.

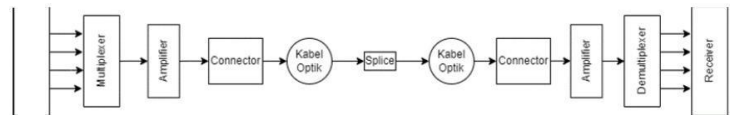
Perancangan yang akan dilakukan menggunakan 2 skenario. Skenario pertama merupakan perancangan pada Kecamatan Serang di Kota Serang dengan jarak 41,4 km. Dikarenakan jarak melebihi 25 km maka akan menggunakan *Optical Amplifier* sebagai penguat, dan skenario ke-dua merupakan perancangan pada Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang dengan jarak 18,2 km yaitu dibawah 25 km dan tidak menggunakan *Optical Amplifier*. Dari ke-dua perancangan ini, akan didapat nilai *Link Power Budget* (LPB), *Signal to Noise Ratio* (SNR), Q-Factor, dan *Bit Error Rate* (BER) melalui perhitungan komputasi serta simulasi menggunakan aplikasi simulator optik pada perancangan baru..



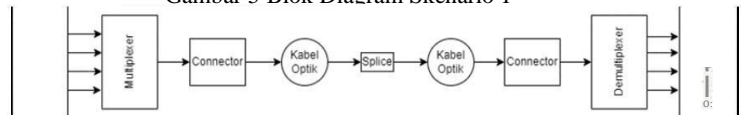
Gambar 3 Blok Diagram Perancangan



Gambar 4 Wilayah Garis Besar Perancangan



Gambar 5 Blok Diagram Skenario 1



Gambar 6 Blok Diagram Skenario

Perhitungan Perancangan *Point of Presence* (PoP) Baru

Akan dilakukan perhitungan *Link Power Budget* (LPB), *Signal to Noise Ratio* (SNR), Q-Factor, dan *Bit Error Rate* (BER) untuk *Point of Presence* (PoP) Kecamatan Serang di Kota Serang dan *Point of Presence* (PoP) Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang.

Tabel 1 Parameter Perhitungan *Link Power Budget* (LPB)
Kecamatan Serang di Kota Serang

Parameter	Nilai
Jenis Kabel	G.655
Wavelength	1550 nm
Haspel	1/3000 m
Daya yang dipancarkan(P_{Tx})	0dBm
Daya yang diterima(P_{Rx})	0,00427031 W
Redaman total(a_{total})	-13,6954 dB
Jumlah konektor(m_c)	2
Loss konektor(α_c)	0,25 dB/buah
Jumlah sambungan($n = \frac{m_c}{m_f} - 1$)	1/4 buah
Loss sambungan(α_s)	0,1 dB
Konstanta redaman seruan(α_{seruan})	0,2 dB
Panjang lintasan(L)	41,1 km
Panjang link(L)	43,977 km
Margin sistem(M_s)	3

Berdasarkan rumus pada (2.1) dan (2.2) didapatkan hasil sebagai berikut :

$$a_{total} = 0,25 \cdot 2 + 0,1 \cdot 14 + 0,2 \cdot 43,977 + 3 = 13,6954 \text{ dB}$$

Perhitungan Optical Amplifier

$$P_{Tx} = 0 \text{ dBm}$$

$$P_{Tx} = 1 \text{ mW}$$

$$\text{Gain pada Optical Amplifier} = 20 \text{ dB} = 100$$

$$\text{Maka, } 1 \cdot 100 = 100 \text{ mW} = 20 \text{ dB}$$

$$P_{Rx} = 20 - 13,6954 = 6,3046 \text{ dBm} = 0,00427031 \text{ W}$$

Tabel 2 Parameter Perhitungan Signal to Noise Ratio (SNR)
Kecamatan Serang di Kota Serang

Parameter	Nilai
Daya jatuh(P_r)	0,00427031 W
Responsivitas Detektor(R)	0,8 (A/W)
Sumber Optik	PIN
Penguat detektor(M)	1
Muatan elektron(q)	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Noise figure($F_{(M)}$)	1
Receive electrical bandwidth(B_e)	$2 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$
Konstanta Boltzmann(K_b)	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Suhu(T)	295 K
Hambatan(R_L)	50 ohm

Berdasarkan rumus pada (2.3) didapatkan hasil sebagai berikut :

$$SNR = \frac{(0,00427031 \cdot 0,8 \cdot 1)^2}{2,1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,00427031 \cdot 0,8 \cdot 1^2 \cdot 1,2 \cdot 10^{12} + \frac{4,1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 295 \cdot 2 \cdot 10^{12}}{50}}$$

$$SNR = 1,34 \cdot 10^{12} \text{ W} = 21,271 \text{ dB}$$

Dengan hasil Q-Factor dan BER sebagai berikut :

$$Q = \frac{21,271}{2} = 5,7878$$

$$BER = \frac{\exp(-\frac{5,7878^2}{2})}{5,7878 \sqrt{2\pi}} = 3,667 \cdot 10^{-9}$$

Tabel 3 Parameter Perhitungan Link Power Budget (LPB)
Kecamatan Cikande di Kabupaten

Parameter	Nilai
Jenis Kabel	G.652
Wavelength	1310 nm
Haspel	1/3000 m
Daya yang dipancarkan(P_{Tx})	0 dB
Daya yang diterima(P_{Rx})	-11,8896 dBm
Redaman total(α_{total})	11,8896 dBm
Jumlah konektor	2
Loss konektor(α_c)	0,25 dB/buah
Jumlah sambungan($n = \frac{1}{haspel} - 1$)	6 buah
Loss splice(α_{sp})	0,1 dB
Konstanta redaman serat(α_f)	0,4 dB
Panjang link(L)	19,474 km
Margin sistem(M_s)	3

Berdasarkan rumus pada (2.1) dan (2.2) didapatkan hasil sebagai berikut :

$$a_{total} = 0,25 \cdot 2 + 0,1 \cdot 16 + 0,4 \cdot 19,474 + 3 = 11,8896$$

$$P_{Rx} = 0 - 11,8896 = -11,8896 \text{ dBm} = 6,4720 \cdot 10^{-5} \text{ W}$$

Tabel 3 Parameter Perhitungan Link Power Budget (LPB)
Kecamatan Cikande di Kabupaten

Parameter	Nilai
Daya jatuh(P_r)	$6,4720 \cdot 10^{-5} \text{ W}$
Responsivitas Detektor(R)	0,8 (A/W)
Sumber optik	PIN
Penguat detektor(M)	1
Muatan elektron(q)	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Noise figure($F_{(M)}$)	1
Receive electrical bandwidth(B_e)	$6 \cdot 10^{10} \text{ Hz}$
Konstanta Boltzmann(K_b)	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
Suhu(T)	295 K
Hambatan(R_L)	50 ohm

$$SNR = \frac{(6,4720 \cdot 10^{-5} \cdot 0,8 \cdot 1)^2}{2,1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,4720 \cdot 10^{-5} \cdot 0,8 \cdot 1^2 \cdot 1,6 \cdot 10^{10} + \frac{4,1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 295 \cdot 6 \cdot 10^{10}}{50}}$$

$$SNR = 130,731 \text{ W} = 21,163 \text{ dB}$$

Dengan hasil Q-Factor dan BER sebagai berikut :

$$Q = \frac{21,163}{2} = 5,716$$

$$BER = \frac{\exp(-\frac{5,716^2}{2})}{5,716 \sqrt{2\pi}} = 5,612 \cdot 10^{-9}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan perancangan simulasi menggunakan aplikasi simulator optik yang sudah dilakukan dari Beach Manhole (BMH)-Sentral Telepon Otomat (STO) Ciwandan, Sentral Telepon Otomat (STO) Ciwandan-Sentral Telepon Otomat (STO) Samangraya, Sentral Telepon Otomat (STO) Samangraya-Sentral Telepon Otomat (STO) Cilegon, Sentral Telepon Otomat (STO) Cilegon-Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa, dilanjut dengan Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa yang terhubung ke Point of Presence (PoP) existing yaitu Point of Presence (PoP) Tigaraksa, Point of Presence (PoP) Tangerang, Point of Presence (PoP) Jakarta Inner, dan Point of Presence (PoP) Ciwandan, dan juga perancangan baru pada Point of Presence (PoP) Kecamatan Serang dan Point of Presence (PoP) Kecamatan Cikande.

Analisis Hasil Simulasi Berdasarkan Kebutuhan Penggunaan Optical Amplifier

Beberapa wilayah harus menggunakan Optical Amplifier sebagai penguat seperti pada rancangan Sentral Telepon Otomat (STO) Cilegon-Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa, Point of Presence (PoP) Cikupa-Point of Presence (PoP) Jakarta Inner, Point of Presence (PoP) Cikupa-Point of Presence (PoP) Ciwandan, dan Point of Presence (PoP) Cikupa-Point of Presence (PoP) Kecamatan Serang di Kota Serang, dikarenakan jarak yang melebihi 25

km. Penguat berfungsi agar data yang dikirimkan bisa sampai dengan hasil yang bagus.

Analisis Hasil Simulasi Rangkaian dan Perancangan Baru Berdasarkan Optical Power Meter

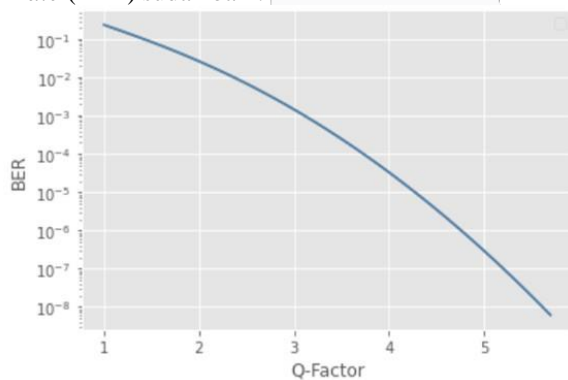
Optical Power Meter berfungsi untuk mengetahui daya terima pada suatu rangkaian. Daya terima suatu rangkaian memiliki batas sensitivitas penerima sebesar -28 dBm, yang berarti bahwa daya yang diterima tidak boleh kurang dari -28 dBm. Berdasarkan analisis hasil simulasi pada *Optical Power Meter* di setiap rangkaian didapatkan hasil yang baik, karena daya terima yang didapat berada diatas batas sensitivitas yaitu diatas -28 dBm.

Analisis Hasil Simulasi Perancangan Baru Berdasarkan Eye Diagram

Berikut merupakan tampilan *Eye Diagram* pada skenario pertama *Point of Presence* (PoP) Kecamatan Serang di Kota Serang dengan hasil *Q-Factor* 5,1706 dan *Bit Error Rate* (BER) sebesar $9,547 \times 10^{-8}$ dan skenario ke-dua *Point of Presence* (PoP) Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang dengan hasil *Q-Factor* 4,75438 dan *Bit Error Rate* (BER) sebesar $9,34181 \times 10^{-7}$.

Analisis Perbandingan Perhitungan Bit Error Rate (BER) dengan Q-Factor Kecamatan Serang di Kota Serang

Wilayah Kecamatan Serang di Kota Serang merupakan skenario pertama yang memiliki jarak lintas sepanjang 41,1 km. Wilayah ini perlu menggunakan *Optical Amplifier* sebagai penguat. Berdasarkan hasil pada grafik gambar 4.23 di dapatkan *Q-Factor* sebesar 5,7878 dengan *Bit Error Rate* (BER) sebesar $3,667 \times 10^{-9}$. Hasil *Q-Factor* dan *Bit Error Rate* (BER) yang di dapat berada di nilai yang baik, yaitu nilai *Bit Error Rate* (BER) yang berada pada 10^{-9} dikarenakan target nilai *Bit Error Rate* (BER) berada pada rentang 10^{-6} sampai 10^{-12} . Hal ini menandakan bahwa parameter yang dipakai mulai dari perhitungan *Link Power Budget* (LPB), berlanjut ke perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR), lalu perhitungan *Q-Factor*, dan sampai pada perhitungan *Bit Error Rate* (BER) sudah baik.

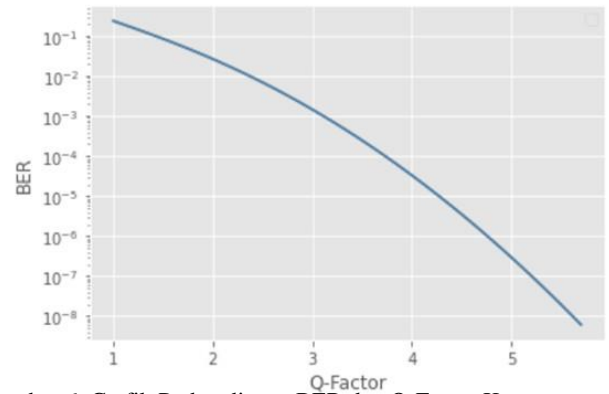


Gambar 6. Grafik Perbandingan BER dan Q-Factor Kecamatan Serang di Kota Serang

Analisis Perbandingan Perhitungan Bit Error Rate (BER) dengan Q-Factor Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang

Wilayah Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang merupakan skenario ke-dua yang memiliki jarak lintas sepanjang 18,2 km. Berdasarkan hasil pada grafik gambar 4.24 di dapatkan *Q-Factor* sebesar 5,716 dengan *Bit Error Rate* (BER) sebesar $5,612 \times 10^{-9}$. Wilayah ini tidak perlu menggunakan *Optical Amplifier* sebagai penguat karena hasil *Q-Factor* dan *Bit Error Rate* (BER) yang di dapat sudah

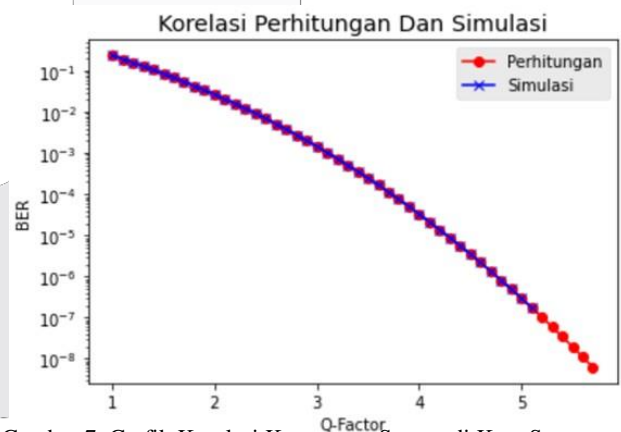
berada di nilai yang baik, yaitu nilai *Bit Error Rate* (BER) yang berada pada 10^{-9} dikarenakan target nilai *Bit Error Rate* (BER) berada pada rentang 10^{-6} sampai 10^{-12} . Hal ini menandakan bahwa parameter yang dipakai mulai dari perhitungan *Link Power Budget* (LPB), berlanjut ke perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR), lalu perhitungan *Q-Factor*, dan sampai pada perhitungan *Bit Error Rate* (BER) sudah baik.



Gambar 6. Grafik Perbandingan BER dan Q-Factor Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang

Analisis Perbandingan Bit Error Rate (BER) dengan Q-Factor berdasarkan Perhitungan dengan Simulasi Kecamatan Serang di Kota Serang

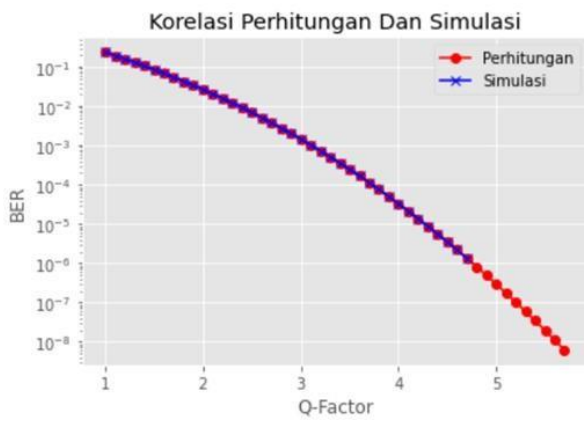
Berdasarkan hasil perancangan baru *Point of Presence* pada skenario pertama yang telah melalui perhitungan dan simulasi, didapatkan hasil perhitungan *Q-Factor* sebesar 5,7878 dan BER sebesar $3,667 \times 10^{-9}$ dan hasil simulasi *Q-Factor* sebesar 5,1706 dan BER sebesar $9,547 \times 10^{-8}$. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan lebih baik dari pada hasil simulasi menggunakan aplikasi simulator optik dikarenakan adanya keterbatasan yang dimiliki oleh aplikasi.



Gambar 7. Grafik Korelasi Kecamatan Serang di Kota Serang

Analisis Perbandingan Bit Error Rate (BER) dengan Q-Factor berdasarkan Perhitungan dengan Simulasi Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang

Berdasarkan hasil perancangan baru *Point of Presence* pada skenario ke-dua yang telah melalui perhitungan dan simulasi, didapatkan hasil perhitungan *Q-Factor* sebesar 5,716 dan BER sebesar $5,612 \times 10^{-9}$. Hasil simulasi *Q-Factor* sebesar 4,75438 dan BER sebesar $9,34181 \times 10^{-7}$. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan lebih baik dari pada hasil simulasi menggunakan aplikasi simulator optik dikarenakan adanya keterbatasan yang dimiliki oleh aplikasi.



Gambar 8. Grafik Korelasi Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang

V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis dapat ditarik kesimpulan seperti berikut:

Berdasarkan perancangan jaringan Point of Presence (PoP) baru pada Kecamatan Serang di Kota Serang dan Point of Presence (PoP) Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang yang bermula dari Beach Manhole (BMH) Anyer menuju Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa terdapat 2 skenario yaitu skenario pertama yang berupa perancangan jaringan Point of Presence (PoP) Kecamatan Serang di Kota Serang dengan jarak 41,1 km yang melebihi 25 km menggunakan Optical Amplifier dan skenario ke-dua perancangan jaringan Point of Presence (PoP) Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang dengan jarak 18,2 km yang berada di bawah 25 km tidak menggunakan Optical Amplifier.

Jaringan existing dari Beach Manhole (BMH) Anyer menuju Sentral Telepon Otomat (STO) Cikupa serta Point of Presence (PoP) Cikupa yang berperan sebagai Point of Presence (PoP) existing yang terhubung ke Point of Presence (PoP) Tigaraksa, Point of Presence (PoP) Tangerang, Point of Presence (PoP) Jakarta Inner, dan Point of Presence (PoP) Ciwandan juga memiliki 2 skenario yang sama seperti perancangan jaringan Point of Presence (PoP) baru berdasarkan jarak yang dimiliki pada setiap wilayah.

Daya terima pada jaringan maupun Point of Presence (PoP) existing serta perancangan jaringan Point of Presence (PoP) baru yang menggunakan Optical Power Meter (OPM) sudah baik karena memenuhi syarat batas sensitivitas yang berada pada angka diatas batas sensitivitas yaitu -28 dBm.

Pada Kecamatan Serang di Kota Serang di dapat hasil perhitungan Link Power Budget (LPB), Signal to Noise Ratio (SNR), Q-Factor, dan Bit Error Rate (BER) lebih baik dari pada hasil simulasi menggunakan aplikasi simulator optik dengan ketentuan target Bit Error Rate (BER) 10^{-9} . Yaitu dengan hasil Link Power Budget (LPB) sebesar 6,3046 dBm, Signal to Noise Ratio (SNR) sebesar 21,271 dB, Q-Factor sebesar 5,7878 dan BER sebesar $3,667 \times 10^{-9}$ pada hasil perhitungan dan Q-Factor sebesar 5,1706 dan BER sebesar

$9,547 \times 10^{-8}$ pada hasil simulasi dengan menggunakan Optical Amplifier.

Pada Kecamatan Cikande di Kabupaten Serang di dapat hasil perhitungan Link Power Budget (LPB), Signal to Noise Ratio (SNR), Q-Factor dan Bit Error Rate (BER) lebih baik dari pada hasil simulasi menggunakan aplikasi simulator optik dengan ketentuan target Bit Error Rate (BER) 10^{-9} . Yaitu dengan hasil Link Power Budget (LPB) sebesar -11,8896 dBm, Signal to Noise Ratio (SNR) sebesar 21,163 dB, Q-Factor sebesar 5,716 dan BER sebesar $5,612 \times 10^{-9}$ pada hasil perhitungan dan Q-Factor sebesar 4,75438 dan BER sebesar $9,34181 \times 10^{-7}$ pada hasil simulasi tanpa menggunakan Optical Amplifier.

Berdasarkan hasil perhitungan untuk perancangan jaringan Point of Presence (PoP) baru pada Point of Presence (PoP) Kecamatan Serang di Kota Serang dan Point of Presence (PoP) Kecamatan Cikande di Kabupaten Cikande dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan sudah bagus dan dapat di implementasikan untuk kedepannya.

Saran

Saran yang dapat diterapkan pada penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan topik Tugas Akhir ini yaitu melakukan survei sedini mungkin ke lokasi yang akan dirancang, sehingga bisa mendapatkan data selengkap mungkin dan tidak terjadi kesalahan pada penamaan tertentu.

REFERENSI

- [1] B. Kominfo, "Ketahu Apa Itu Backbone dalam Jaringan, Cara Kerja dan Manfaatnya Dalam Transfer Data," 2019. [Online]. Available: <https://www.baktikominfo.id/id/informasi/pengertian/ketahui-apa-itu-backbone-dalam-jaringan-cara-kerja-dan-manfaatnya-dalam-transfer-data-897>
- [2] G. S. P. Sihite, "LAN (Local Area Network), MAN (Metropolitan Area Network), dan WAN (Wide Area Network)," 2017. [Online]. Available: https://www.academia.edu/34895246/LAN_Local_Area_Network_MAN_Metropolitan_Area_Network_dan_WAN_Wide_Area_Network_pdf
- [3] G. Keiser, "Optical Communications Essentials," 2003.
- [4] L. Yu, "DWDM Vs. OTN : DWDM Basics," 2018. [Online]. Available: <https://medium.com/@laurayu653/dwdm-vs-otn-whats-the-difference-f97626cde33f>
- [5] A. Solichin, "Prinsip Kerja Optical Amplifier," 2020. [Online]. Available: <https://netsolution.co.id/prinsip-kerja-optical-amplifier/>
- [6] Nirmala, "Pengertian dan Teknologi Fiber Optik," 2022. [Online].

- Available: <https://lamantekno.com/pengertian-dan-teknologi-fiber-optik/>
- [7] P. Agustini, "Warganet Meningkatkan, Indonesia Perlu Tingkatkan Nilai Budaya di Internet," 2021. [Online]. Available: <https://aptika.kominfo.go.id/2021/09/warganet-meningkat-indonesia-perlu-tingkatkan-nilai-budaya-di-internet/>
- [8] F. Setu, "Dukungan DPD RI untuk Akselerasi Transformasi Digital Indonesia," 2021. [Online]. Available: <https://m.kominfo.go.id/content/detail/33485/siaran-pers-no-97hmkominfo032021-tentang-dukungan-dpd-ri-untuk-akselerasi-transformasi-digital-indonesia/0/siaran-pers>
- [9] A. Sawiyanto, "Perancangan dan Implementasi Point of Presence (PoP) untuk Meningkatkan Coverage Jaringan WiFi," 2007. [Online]. Available: <https://docplayer.info/82904882-Perancangan-dan-implementasi-point-of-presence-pop-untuk-meningkatkan-coverage-jaringan-wifi.html>
- [10] A. P. J. I. Indonesia, 2022. [Online]. Available: <https://apjii.or.id/content/read/39/559/Laporan-Survei-Profil-Internet-Indonesia-2022>
- [11] I. C. Host, "Point of Preference (PoP)," 2019. [Online]. Available: <https://idcloudhost.com/kamus-hosting/pop/>
- [12] C. Susanto, Ajib dan Galih Witjaksono, "Rancang Bangun Peta Jalur Fiber Optik di PT. Indonesia Comnets Plus Regional Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta Secara Online," 2011. [Online]. Available: http://eprints.dinus.ac.id/16453/1/RANCANG_BANGUN_PETA_JALUR_FIBER_OPTIK-AJIB.pdf
- [13] S. Hariyadi, Frezza Oktaviana dan Rahayu, "Perencanaan Arrayed Waveguide Grating (AWG) untuk Wavelength Division Multiplexing (WDM) pada C-Band," 2015. [Online]. Available: <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/download/9788/2486>
- [14] R. L. Freeman, "Fundamentals of Telecommunications," 2005.
- [15] B. Pamukti, "Simulasi dan Analisis Efek Non Linier pada Link DWDM dengan Multi Spasi dan Multi Lambda Menggunakan Transmisi Pulsa Soliton," 2014.
- [16] D. Hanif, Irfan dan Arnaldy, "Analisis Penyambungan Kabel Fiber Optik Akses dengan Kabel Fiber Optik Backbone pada Indosat Area Jabodetabek," 2017. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/994a/3edc944e0b87fd596c10f370959997d2e12e.pdf>
- [17] A. Luthfifi, "Mengintip Area Pertemuan Kabel Laut dan Darat Kabel Palapa Ring Barat," 2018. [Online]. Available: <https://techno.okezone.com/read/2018/03/08/207/1869859/mengintip-area-pertemuan-kabel-laut-dan-darat-palapa-ring-barat>