

PERANCANGAN DESAIN JARINGAN FIBER TO THE TOWER (FTTT) DENGAN MEMBANDINGKAN TEKNOLOGI XGPON DAN NGPON

1st Wahyu Santoso
Fakultas Teknik Elektro Universitas
Telkom Bandung,
Indonesia
wahyusntso@students.telkomuniversity
.ac.id

2nd Dhoni Putra Setiawan, S.T.,
M.T.,Ph.D.
Fakultas Teknik Elektro Universitas
Telkom Bandung,
Indonesia
setiawandhoni@telkomuniversity.ac.id

3rd Yudiansyah, S.T., M.T. Fakultas
Teknik Elektro Universitas Telkom
Bandung,
Indonesia
yudiansyah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak —Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan pelanggan akan kapasitas bandwidth juga semakin tinggi. Namun perancangan jaringan FTTT di beberapa area belum merata seperti di IKN yang akan menjadi penggerak ekonomi Indonesia. Saat ini BTS di IKN masih menggunakan teknologi XGPON. Diperkirakan kedepannya kapasitas bandwidth XGPON tidak akan cukup untuk Ibu Kota Negara karena Bandwidth XGPON yaitu 10Gps. Saat ini telah dikembangkan Teknologi penerus XGPON yaitu NGPON dengan kapasitas Bandwidth mencapai 50Gbps. Penulis akan merancang Jaringan FTTT dengan membandingkan Teknologi XGPON dan NGPON. Dalam perancangan jaringan FTTT ini hal yang ingin dicapai adalah mendapatkan nilai *Bit Error Rate* yaitu 10^{-9} Selain itu diharapkan mendapatkan nilai, link power budget yang memenuhi syarat yaitu -28 dB. Jadi, jaringan FTTT XGPON maupun NGPON yang dirancang layak untuk diterapkan karena memenuhi standar yang ditetapkan ITU-T

Kata kunci— Fiber To The Tower , NPON, XGPON, BER

Abstract — Abstract —As technology evolves, so does the need for bandwidth capacity. However, the design of the FTTT network in some areas is not evenly distributed, such as in the IKN, which will be the driver of Indonesia's economy. Currently, BTS in IKN is still using XGPON technology. It is estimated that in the future the XGPON bandwidth capacity will not be enough for the National Capital because the XGPON bandwidth is 10Gps. Currently, the successor technology to XGPON has been developed, namely NGPON with a bandwidth capacity of up to 50Gbps. The author will design an FTTT Network by comparing XGPON and NGPON Technology. In the design of this FTTT network, what is to be achieved is to get a Bit Error Rate value of 10^{-9} In addition, it is expected to get a value, a link power budget that meets the requirements, which is -28 dB. So, the FTTT XGPON and NGPON networks that are designed are feasible to implement because they meet the standards set by ITU-T

Keywords— Fiber To The Tower, NPON, XGPON, BER

I. PENDAHULUAN

Baru-baru ini Pemerintah akan memprioritaskan pembangunan infrastruktur dasar dalam pengembangan ibu

kota negara (IKN) baru di Kalimantan Timur. Hal ini menjadikan tantangan bagi provider telekomunikasi untuk lebih meningkatkan kapasitas bandwidth untuk mendukung pembangunan infrastruktur pemerintah. Sesuai dengan Visi Ibu Kota Negara yang tercantum di Buku Saku Pemindahan Ibu Kota Negara, disebutkan bahwa IKN akan menjadi penggerak Ekonomi Indonesia di Masa Depan [1]. Untuk daerah Nusantara yang akan dijadikan Ibu Kota Negara sudah mendapat akses kabel Fiber Optik. Tetapi, bandwidth yang digunakan belum besar. Sekarang, sebagian besar jaringan akses telah menggunakan berbagai macam teknologi Passive Optical Network (PON). XG-PON yang memiliki bitrate masing-masing kanal 10 Gbps arah downstream dan 2,5 Gbps arah upstream, dan jaringan NG-PON setidaknya memiliki bitrate 50 Gbps arah downstream dan 10 Gbps arah upstream [2]. Berdasarkan hal tersebut, menjadikan alasan penulis untuk melakukan perancangan jaringan Fiber To The Tower (FTTT) dengan membandingkan teknologi XGPON yang saat ini sudah di implementasikan di IKN dan dilakukan pengembangan dengan teknologi NGPON untuk memenuhi kebutuhan pelanggan akan bandwidth yang besar.

Penelitian tentang Perancangan jaringan FTTT di Indonesia sudah banyak dilakukan. Pada penelitian sebelumnya mengenai perbandingan teknologi GPON dan XGPON pada jaringan FTTH, dengan hasil XGPON memiliki hasil yang lebih baik di bandingkan teknologi GPON [3]. Penulis melakukan penelitian yang bertujuan untuk merancang jaringan Fiber To The Tower dengan menggunakan teknologi XGPON dan dibandingkan dengan NGPON, yang diharapkan dari hasil penelitian ini dapat diketahui performansi jaringan mana yang lebih baik.

II. KAJIAN TEORI

A. Serat Optik

Serat optik merupakan media transmisi sejenis kabel yang terbuat dari serat kaca atau plastik yang sangat halus dan kecil dan digunakan untuk mentransmisikan data melalui

gelombang sinyal cahaya. Cahaya yang digunakan dalam fiber optik untuk mentransmisikan sinyal adalah LED atau Laser. Jaringan kabel fiber optik terdiri dari beberapa serat, berikut ini adalah jenis – jenis dari kabel serat optik :

Single Mode (SM)

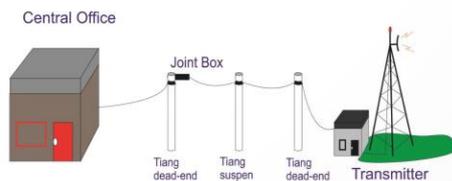
Kabel optik single mode memiliki diameter inti (core) sekitar 9 μm (mikron). Karena core sangat sempit dalam single mode, cahaya yang melewati tidak dipantulkan secara internal berkali-kali, yang menyebabkan tingkat redaman rendah memungkinkan jarak transmisi yang jauh. Wavelength dari kabel optik single mode sekitar 1300 – 1550 nm.

Multi Mode (MM)

Kabel Optik multimode memiliki diameter inti / core sebesar 62,5 μm (OM1 multimode) atau 50 μm (OM3, OM4 dan OM5) yang memungkinkannya memiliki pengumpulan cahaya yang lebih tinggi yang dapat mempermudah maintenance. Kabel Optik jenis ini dapat mentransmisikan cahaya dengan jumlah yang banyak dalam waktu bersamaan karena ukuran core nya yang besar. Wavelength dari kabel optik multimode sekitar 850 hingga 1300 nm [3].

B. Fiber To The Tower (FTTT)

Fiber to the tower ialah koneksi serat optik yang menghubungkan jaringan telekomunikasi utama (backbone) ke menara jaringan seluler (BTS). Ada dua perangkat aktif, pertama di sisi Core Network (MSC) yang mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik, dan disisi BTS yang memiliki peran sama yaitu mengubah sinyal optik menjadi sinyal listrik [4]. Namun saat ini telah digunakan teknologi metro ethernet untuk mendukung layanan 4G pada BTS. Keunggulan metro ethernet yaitu memiliki banyak port untuk mendukung berbagai topologi jaringan.

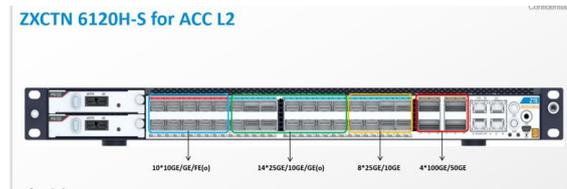


Gambar 1. Konfigurasi Fiber To The Tower

C. Komponen Fiber To The Tower

1. Metro Ethernet

Metro Ethernet menyediakan layanan konektivitas point-to-point atau multipoint melalui jaringan area metropolitan (MAN). Merupakan pengembangan dari teknologi Ethernet yang dapat mencakup wilayah yang lebih luas dan berskala perkotaan dengan dilengkapi berbagai layanan-layanan yang terdapat pada jaringan Ethernet pada umumnya. Metro E memberikan skalabilitas tinggi. Layanan ini dapat dengan mudah dikonfigurasi untuk memenuhi kapasitas bandwidth sesuai kebutuhan bisnis..



Gambar 2. Perangkat Metro Ethernet

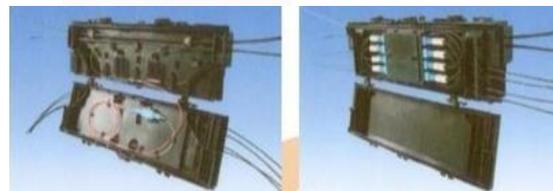
2. Optical Termination Box

Optical Termination Box atau OTB adalah perangkat berfungsi untuk menyediakan koneksi antara kabel optik dan peralatan jaringan optik. Peran nya sangat penting dalam infrastruktur jaringan optik, karena digunakan sebagai titik terminasi kabel optik, menghubungkan server dengan kabel optik pigtail melalui kabel optik patchcord.



Gambar 3. Optical Termination Box

3. ODP merupakan titik distribusi optik yang menyediakan titik koneksi antara kabel distribusi dan kabel drop di titik akses pelanggan dalam jaringan serat optik. ODP menjadi penghubung kabel distribusi yang kemudian dihubungkan ke Tower menggunakan kabel drop. ODP memiliki 3 tipe yaitu ODP tiang, ODP klosur dan ODP Pedestal.



Gambar 4. Optical Distribution Point

D. X-GPON (Gigabit Passive Optical Network)

XGPON atau 10G-PON, merupakan kemajuan atas GPON, memperkenalkan mekanisme migrasi downstream 10 Gbits dan pstream 2.5 Gbit. Di XG-PON, sinyal downstream untuk pengguna ditentukan dalam wavelength 1575nm hingga 1580nm, sedangkan upstream dari 1260nm hingga 1280nm. Teknologi ini mempertahankan arsitektur point-to-multipoint (P2MP) GPON dan diakomodasikan dalam beberapa akses, seperti FTTH, Fiber to the cell (FTT Cell), FTTB, dan FTTC. XGPON menggunakan standarisasi ITU-T G.987 dengan keunggulannya adalah bandwidth kecepatan akses optik yang ditawarkan pada arah upstream sebesar 2.5 Gbps dan pada arah downstream sebesar 10 Gbps sampai pelanggan tanpa adanya kehilangan bandwidth [5].

E. N-GPON

Setelah kecepatan awal 1 Gbps, standar PON telah

bertransisi menjadi PON 10 Gigabit (XGS-PON). Kecepatan akses PON pada satu panjang gelombang telah meningkat hampir 100 kali lipat, dan setiap peningkatan didorong oleh peningkatan permintaan bandwidth yang konstan untuk kebutuhan masyarakat. 50G-PON adalah pilihan generasi berikutnya yang lebih disukai setelah XGS-PON, karena jaringan optik pasif time-division multiplexing (TDM-PON) dapat hidup berdampingan dengan teknologi PON sebelumnya, meningkatkan kapasitas dengan faktor lima kali lipat dibandingkan 10G-PON dan lebih jauh lagi mendukung kebutuhan bisnis baru [6].

Sistem ITU-T PON yang dijelaskan sejauh ini di bagian ini menggunakan saluran panjang gelombang tunggal per arah. Memanfaatkan TWDM dengan empat atau delapan pasangan saluran panjang gelombang 10 Gb/s, sistem PON Generasi Berikutnya, atau NG-PON2 (seri G.989), menambahkan dimensi panjang gelombang ke dunia PON. 50G-PON terus menggunakan TDM/TDMA dan saat ini mendukung kecepatan Downstream 50 Gb/s dan dua opsi upstream (25 Gb/s dan 12,5 Gb/s). Sistem ini dapat mengoperasikan ODN yang telah di-deploy secara bersamaan dengan sistem PON yang telah beroperasi. ITU-T telah mengembangkan spesifikasi untuk beberapa generasi sistem PON.

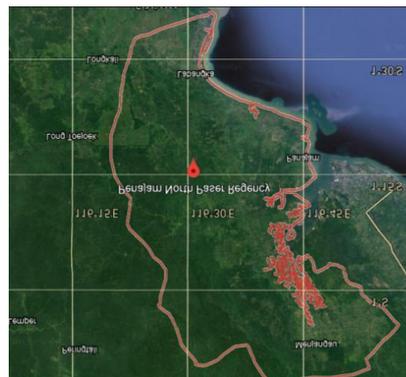
TABEL 1
STANDAR TEKNOLOGI PON [7]

	Downstream rate (Gb/s)	Upstream rate (Gb/s)	Downstream wavelength (nm)	Upstream wavelength (nm)
B-PON	0.622	0.155	1480 - 1500	1260 - 1360
G-PON	2.488	1.244	1480 - 1500	1290 - 1330
XG-PON	9.952	9.952 2.488	1575 - 1580	1260 - 1280
NG-PON2	4X9.952	4X9.952	1596 - 1603	1524 - 1544
50G-PON	49.7664	49.7664 24.8832 12.4416	1340 - 1344	1260 - 1280 or 1290 - 1310

F. Area IKN

Ibu Kota Negara (IKN) baru yang dinamakan Nusantara secara resmi dipakai sejak UU IKN no. 3 tahun 2022 ditandatangani Presiden Jokowi pada tanggal 15 Februari 2022. Pembangunan IKN ini merupakan salah satu proyek prioritas strategis yang tercantum dalam RPJMN 2020-2024 dengan nominal sebesar Rp466 triliun. Menurut Kepala Negara, alasan utama dibangunnya IKN adalah pemerataan baik dari sisi ekonomi, penduduk, maupun pembangunan. Bagi Kalimantan timur, Kalimantan dan Indonesia timur, pemindahan dan pembangunan IKN diharapkan mentriger peningkatan ekonomi di kawasan ini dan menjadikannya sebagai pusat pertumbuhan ekonomi baru [1]. Ini alasan bagi penulis untuk merancang jaringan di sekitar IKN karena belum merata nya pembangunan jaringan

Telekomunikasi disana.



Gambar 5. Lokasi IKN

G. Parameter kualitas Jaringan Fiber Optik

Power Link Budget mengacu pada jumlah redaman dan loss kabel serat optik yang dapat ditoleransi dari sisi pemancar ke penerima, agar jaringan dapat beroperasi dengan baik. Dimana nilai daya terima maksimal standar ITU-T G.987 dan PT. Telkom Indonesia yaitu sebesar -28 dBm. Untuk perumusan power link budget yang terdiri dari redaman total, daya yang diterima penerima, dan nilai margin system dapat dilihat sebagai berikut:

Untuk menghitung total loss suatu jaringan digunakan rumus sebagai berikut :

$$a_{total} = L \cdot a_{serat} + NC \cdot a_{koneksi} + NS \cdot a_{sambungan} + SP \quad (2.1)$$

Dimana :

- a_{total} : Total redaman (dB)
- L : Panjang serat optik (dalam kilometer)
- a_{serat} : Redaman serat optik (dB/Km)
- NC : Jumlah konektor
- $a_{koneksi}$: Redaman Konektor (dB/Buah)
- NS : Jumlah sambungan
- $a_{sambungan}$: Redaman sambungan (dB/Sambungan)
- SP : Redaman splitter (db)

Untuk menghitung nilai redaman pada transmitter menggunakan rumus berikut :

$$PRx = Pt - a_{total} - SM \quad (2.2)$$

Dimana :

- PRx : Daya penerima (db)
- Pt : Daya transmitter (db)
- a_{total} : Total loss (db)
- SM : Safety margin (3-6db)

Margin daya harus memiliki nilai lebih dari 0 karena merupakan daya yang tersisa dari transmitter setelah dikurangi Power Link Budget. menggunakan persamaan

$$M = (Pt - Pr) - atotal - SM \quad (2.3)$$

Dimana :

M : Margin daya (db)

Pt : Daya transmitter (db)

Pr : Sensitivitas daya maksimum detektor (db)

$atotal$: Total loss (db)

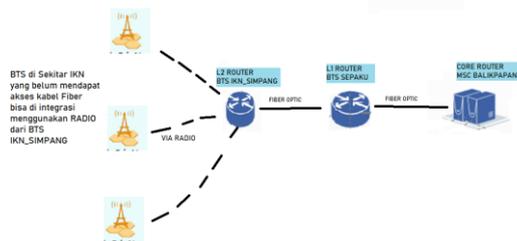
SM : Safety margin (3-6db)

III METODE

Diagram ini mendeskripsikan penempatan perangkat dan jarak setiap perangkat yang akan digunakan pada perancangan FTTH ini, perangkat yang digunakan adalah Metro Ethernet yang terhubung ke OTB di BTS SEPAKU. Kemudian dari OTB BTS SEPAKU menuju ODP di depan Site berjarak 0,1 Km. Dari ODP BTS SEPAKU menuju ODP site IKN_SIMPANG berjarak 10 Km.

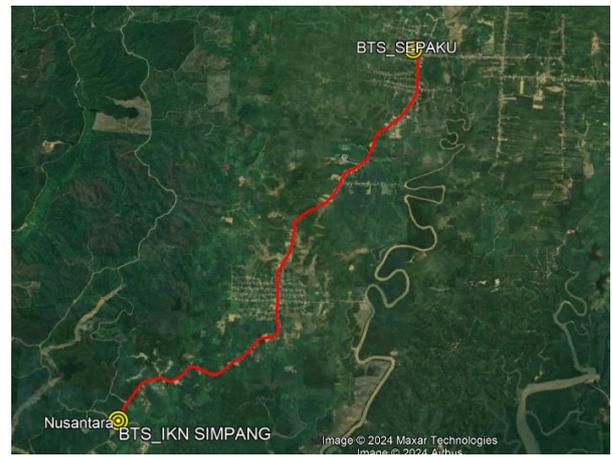
A. Jarak BTS SEPAKU ke BTS IKN_SIMPANG

BTS Sepaku merupakan HUB yang menghubungkan BTS IKN_Simpang ke CORE ROUTER di MSC BALIKPAPAN. Berikut merupakan topologi Router dari BTS Sepaku ke BTS IKN_Simpang.



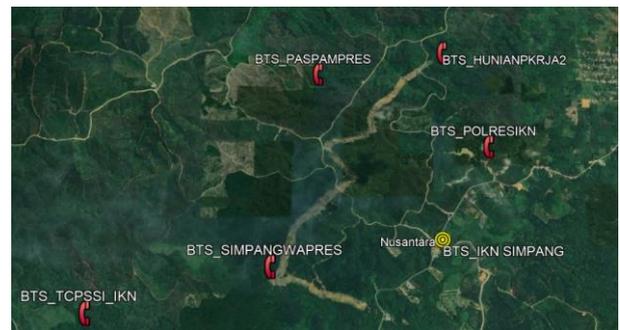
Gambar 6. Topologi Router BTS Sepaku menuju BTS IKN_Simpang

Dari BTS Sepaku menuju BTS IKN_Simpang menggunakan akses kabel fiber dengan jarak 10.1 km yang terbentang di sepanjang Jalan Propinsi Sepaku. Kabel fiber tersebut merupakan kabel fiber eksisting yang sudah di install oleh PT.Telkom Akses. Berikut jalur kabel dari BTS SEPAKU menuju BTS IKN_SIMPANG dengan panjang kabel 10km.



Gambar 7. Jarak BTS Sepaku menuju BTS IKN_Simpang

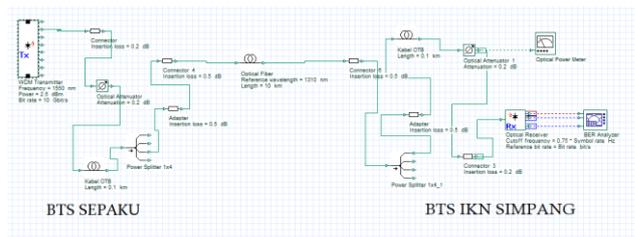
Karena belum merata nya pembangunan fiber optik di sekitar IKN, saat ini akses fiber hanya sampai BTS IKN_Simpang, untuk BTS lain di sekitar IKN masih di integrasikan menggunakan Radio. Berikut Pemetaan BTS di sekitar area IKN.



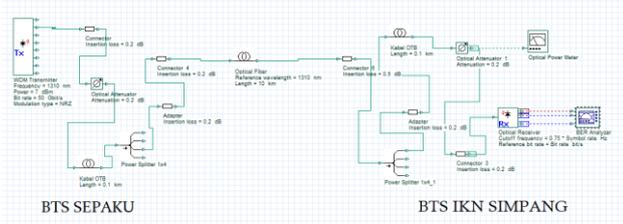
Gambar 8. Pemetaan BTS area IKN

B. Simulasi Jaringan XGPON dan NGPON

Pada simulasi *downstream* ini menggunakan Perangkat Metro-E di BTS Sepaku dengan 4 buah konektor dengan redaman 0,2 dB di setiap konektor, lalu 2 adapter dengan redaman masing-masing 0.5 dB dan 2 buah attenuator di setiap sambungan dari perangkat menuju Konektor. Di BTS Sepaku menggunakan OTB dengan Splitter 1x4, sama dengan di BTS IKN_Simpang. Untuk konfigurasi Downlink NGPON dengan Bitrate 50Gbit/S konfigurasi nya sama dengan konfigurasi XGPON karena hanya menyesuaikan Power dan Bitrate nya saja.

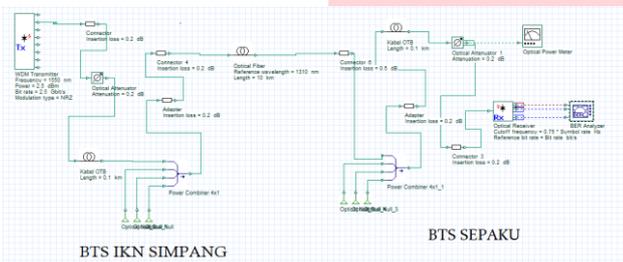


Gambar 9. Simulasi perancangan untuk XGPON disisi downlink



Gambar 10. Simulasi perancangan untuk NGPON disisi downlink

Untuk konfigurasi Upstream di sisi XGPON disesuaikan Bitrate 2.5Gbps sesuai standar ITU-T. Untuk sisi NGPON konfigurasi nya sama hanya tinggal menyesuaikan Bitrate dan Power nya saja.



Gambar 11. Simulasi perancangan untuk XGPON dan NGPON disisi Uplink

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat simulasi XGPON yang sudah terimplementasikan di BTS Sepaku ke BTS IKN_Simpang dan NGPON yang merupakan pengembangan dari XGPON untuk memenuhi kebutuhan kapasitas bandwidth di masa depan. Dari hasil perancangan FTTH ini akan diketahui nilai Power Link Budget, Nilai BER, dan Nilai Q – Factor apakah sudah sesuai dengan standar kelayakan jaringan FTTH.

A. Hasil Perancangan Konfigurasi Downstream XGPON dan NGPON.

Pada konfigurasi downstream XGPON dengan simulasi perancangan menggunakan software optisystem, dari BTS Sepaku ke BTS IKN_Simpang dengan panjang gelombang 1550nm dengan bit rate 10 Gbps. Besaran Transmitter power dari Metro Ethernet yang digunakan pada simulasi adalah 2.5 dBm. Besaran ini dilihat dari SFP yang saat ini digunakan pada perangkat. Jumlah bit rate pada downstream XGPON adalah 10 Gbps mengikuti standar dari teknologi XGPON. Dengan menggunakan kabel feeder sepanjang 10km dengan redaman 0,28 dB/km dari ODP yang diletakkan di depan BTS_Sepaku menuju ODP di depan BTS IKN_Simpang. Pada ODP di masing-masing site terdapat splitter 1:4 yang berguna untuk integrasi ke BTS lain di masa depan. Panjang kabel OTB dari dalam site ke ODP adalah 100meter. Terdapat 4 buah konektor dengan masing- masing redaman 0,2 dB, lalu 2 adapter dengan masing-masing redaman 0.5 dB

dan 2 buah attenuator di setiap sambungan dari perangkat menuju konektor. Pada konfigurasi downstream NGPON perancangan nya sama dengan XGPON, yang membedakan hanya panjang gelombang 1310nm dengan bit rate 50 Gbps. Besaran Transmitter power dari Metro Ethernet yang digunakan pada simulasi adalah 7 dBm. Besaran ini dilihat dari SFP yang akan digunakan pada perangkat

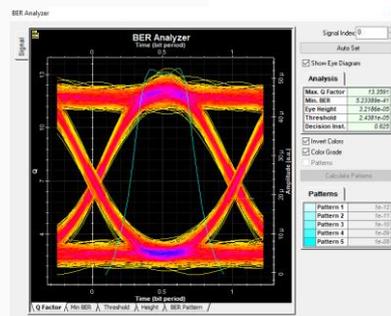


Gambar 12. Besaran Daya terima untuk XGPON

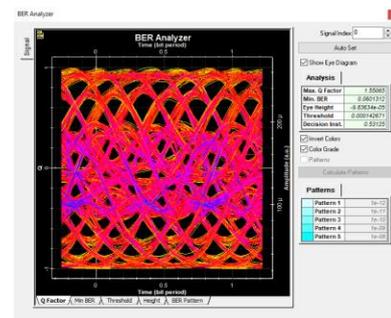


Gambar 13. Besaran Daya terima untuk NGPON

Pada perancangan ini pengukuran parameter Bit Error Rate (BER) dan Q – Factor dilakukan pada software optisystem dengan tools yang digunakan adalah BER Analyzer. Hasil penelitian untuk XGPON di dapatkan nilai Bit Error Rate pada downstream sebesar $5,23389 \times 10^{-41}$ dan Nilai Q – Factor sebesar 13,3591. Untuk NGPON di dapatkan nilai Bit Error Rate sebesar 1,55932 dan Nilai Q – Factor sebesar 0,00594597.



Gambar 14. Nilai BER dan Q-Factor XGPON Downstream

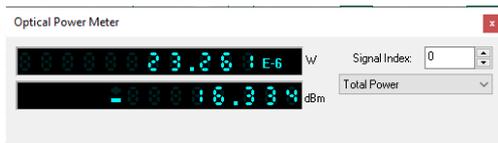


Gambar 15. Nilai BER dan Q-Factor NGPON Downstream

Gambar 19. Nilai BER dan Q-Factor NGPON Downstream pada Lokasi PLAN BTS BARU

B. Hasil Perancangan Konfigurasi Downstream XGPON dan NGPON untuk Lokasi PLAN BTS baru

Dari ODP di depan BTS IKN_SIMPANG terdapat splitter 1:4 untuk plan Integrasi BTS baru di masa depan. Di simulasikan jika BTS baru tersebut berjarak maksimal 10km dari BTS IKN_Simpang dan disambungkan dengan 2 konektor dan 1 attenuator yang redaman nya sama seperti BTS IKN_Simpang. Berikut besaran daya yang di terima di Lokasi Plan BTS baru.

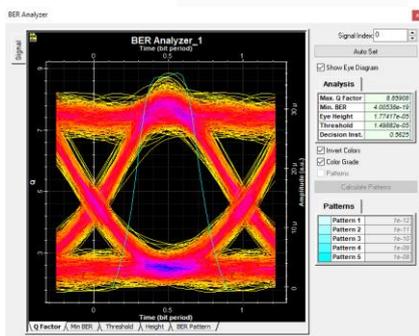


Gambar 16. Besaran Daya terima untuk XGPON pada plan BTS Baru

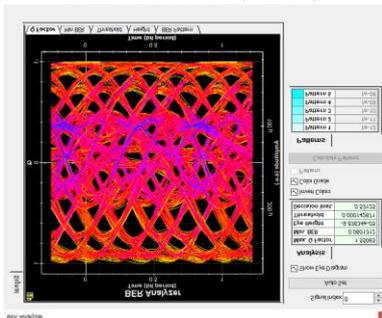


Gambar 17. Besaran Daya terima untuk NGPON pada plan BTS Baru

Pada pengukuran parameter Bit Error Rate (BER) dan Q – Factor di lokasi Plan BTS BARU yang menggunakan panjang kabel tambahan 10km. Hasil penelitian untuk XGPON di dapatkan nilai Bit Error Rate sebesar $4,00538 \times 10^{-19}$ dan Nilai Q – Factor sebesar 8,89508. Hasil penelitian untuk NGPON di dapatkan nilai Bit Error Rate pada downstream sebesar 1,55065 dan Nilai Q – Factor sebesar 0,0601312.



Gambar 18. Nilai BER dan Q-Factor XGPON Downstream pada Lokasi PLAN BTS BARU



C. Perhitungan Power Link Budget

Nilai Pt (Daya keluaran transmitter) yang digunakan pada perancangan ini menyesuaikan dengan spesifikasi perangkat XGPON dan NGPON. Perhitungan dapat diuraikan sebagai berikut :

TABEL 2
Data Perhitungan Power Link Budget

Parameter	Besarannya
Daya keluaran sumber optik (XGPON/NGPON)	2,5 dBm XGPON 7 dBm NGPON
Sensitivitas detektor	(-28 dBm untuk downlink) / (-29 dBm untuk uplink)
Redaman serat optik G.652D (1270/1577)	(0,35 untuk uplink) (0,28 untuk downlink) dB/Km
Redaman serat optik G.657 (1270/1577)	(0,35 untuk uplink) (0,28 untuk downlink) dB/Km
Redaman Splicing	0,4 dB
Redaman Konektor	0,2 dB
Jenis Splitter 1:4	7,25 dB
Jumlah Konektor	6 buah
Jumlah Sambungan	6 buah

1. Perhitungan Downstream XGPON

Jarak BTS SEPAKU menuju BTS IKN_SIMPANG adalah 10 Km, dari ODC menuju OTB di masing-masing site 0,1 Km. Untuk menghitung *atotal* dengan persamaan (2.1).

$$atotal = L. aserat + NC. aconnector + NS. aspliccer + SP$$

$$atotal = (10 Km \times 0.28 \text{ dB/Km}) + (0.1 Km \times 0.28 \text{ dB/Km}) + (6 \times 0.2 \text{ dB}) + (6 \times 0.2 \text{ dB}) + (7.25 \text{ dB})$$

$$atotal = 2.8 + 0.028 + 1.2 + 1.2 + 7.25$$

$$atotal = 12.478 \text{ dBm}$$

Untuk menghitung nilai power link budget menggunakan persamaan (2.2)

$$PRx = PTx - atot - SM$$

$$PRx = 2.5 - 12.478 \text{ dBm} - 3$$

$$PRx = - 12.978 \text{ dBm (hasil dari Power Link Budget)}$$

$$PRx = 5.037 \times 10^{-5} \text{ Watt}$$

Margin daya harus memiliki nilai lebih dari 0 karena merupakan daya yang tersisa dari transmitter setelah dikurangi Power Link Budget. menggunakan persamaan

(2.3)

$$M = (P_{tx} - P_r) - a_{total} - SM$$

$$M = (2.5 - (-28)) - 12.478 \text{ dBm} - 3$$

$$M = 15.022 \text{ dBm (hasil dari Margin Daya)}$$

Pada perhitungan power link budget XGPON pada BTS SEPAKU menuju BTS IKN_SIMPANG dengan jarak 10 Km. Diperoleh hasil downstream dengan menggunakan XGPON - 12.978 dBm dan diperoleh hasil margin daya pada downstream sebesar 15.022 dBm.

2. Perhitungan Downstream NGPON

Jarak BTS SEPAKU menuju BTS IKN_SIMPANG adalah 10 Km, dari ODC menuju OTB di masing-masing site 0,1 Km. Untuk menghitung a_{total} dengan persamaan (2.1)

$$a_{total} = L \cdot a_{serat} + NC \cdot a_{connector} + NS \cdot a_{splicer} + SP$$

$$a_{total} = (10 \text{ Km} \times 0.28 \text{ dB/Km}) + (0.1 \text{ Km} \times 0.28 \text{ dB/Km}) + (6 \times 0.2 \text{ dB}) + (6 \times 0.2 \text{ dB}) + (7.25 \text{ dB})$$

$$a_{total} = 2.8 + 0.028 + 1.2 + 1.2 + 7.25$$

$$a_{total} = 12.478 \text{ dBm}$$

Untuk menghitung nilai power link budget menggunakan persamaan (2.2)

$$P_{Rx} = P_{Tx} - a_{tot} - SM$$

$$P_{Rx} = 7 - 12.478 \text{ dBm} - 3$$

$$P_{Rx} = -8.478 \text{ dBm (hasil dari Power Link Budget)}$$

$$P_{Rx} = 0.00014197 \text{ Watt}$$

Margin daya harus memiliki nilai lebih dari 0 karena merupakan daya yang tersisa dari transmitter setelah dikurangi Power Link Budget. menggunakan persamaan

(2.3)

$$M = (P_{tx} - P_r) - a_{total} - SM$$

$$M = (7 - (-28)) - 8.478 \text{ dBm} - 3$$

$$M = 23.522 \text{ dBm (hasil dari Margin Daya)}$$

Pada perhitungan power link budget XGPON pada BTS SEPAKU menuju BTS IKN_SIMPANG dengan jarak 10 Km. Diperoleh hasil downstream dengan menggunakan XGPON - 8.478 dBm dan diperoleh hasil margin daya pada downstream sebesar 23.522 dBm.

D. Analisis Perancangan Jaringan

Pada hasil pada simulasi Optisystem dan pengukuran yang sudah dilakukan menunjukkan hasil nilai performansi teknologi XGPON dan NGPON dari Power Link Budget, Nilai BER pada rancangan dan Nilai Q – Factor menunjukkan hasil yang layak dan dapat dilihat melalui table dibawah ini :

TABEL 3
Standar ITU-T

Parameter Jaringan	Standar ITU-T G.987
Power Link Budget	< -28 dBm
Signal Noise to Ratio	> 21 db
Bit Error Rate	BER 10^{-9}
Q – Factor	> 6
Rise Time Budget	NRZ < 70ps

TABEL 4
Hasil Simulasi dan Pengukuran

Pengukuran	Power Link Budget	Bit Error Rate	Q – Factor
Downstream XGPON	-12.978 dBm dan margin daya pada 15.022 dBm	$5,23389 \times 10^{-41}$	13,3591
Downstream XGPON untuk PLAN BTS BARU	- 16.178 dBm dan margin daya pada 11.322 dBm	$4,00538 \times 10^{-19}$	8,89508
Downstream NGPON	- 8.478 dBm dan margin daya pada 23.522 dBm	1,55065	0,06013 12
Downstream NGPON untuk PLAN BTS BARU	- 11.678 dBm dan margin daya pada 15.822 dBm	1,55932	0,00594 597
Upstream XGPON	- 13.685 dBm dan margin daya pada 14.565 dBm.	$2,52619 \times 10^{-45}$	14,0798
Upstream XGPON untuk PLAN BTS BARU	- 17.585 dBm dan margin daya pada 10.915 dBm	$1,19011 \times 10^{-19}$	8,99417
Upstream NGPON	- 9.185 dBm dan margin daya pada 19.315 dBm.	0,0131645	2,221
Upstream NGPON untuk PLAN BTS BARU	- 13.085 dBm dan margin daya pada 19.915 dBm	0,0290 951	1,89175

V. KESIMPULAN

1. Hasil dari penelitian ini didapatkan simulasi perancangan jaringan FTTT dengan membandingkan Teknologi XGPON dan NGPON, dimana dengan metode ini proses perancangan jaringan FTTT dibagi menjadi dua kondisi yaitu kondisi saat ini dan kondisi saat BTS BARU di area

IKN sudah terintegrasi. Dengan jarak di kondisi saat ini Panjang kabel dari OTB ke ODP 0,1 KM dan panjang kabel dari BTS SEPAKU ke BTS IKN_SIMPANG 10km. Pada ODP BTS IKN_SIMPANG dan BTS SEPAKU terdapat Splitter 1:4 yang bertujuan untuk mengintegrasikan BTS BARU di area IKN. Dilakukan juga perancangan Plan BTS BARU dengan Panjang kabel maksimal 10km dari ODP IKN_SIMPANG.

2. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai parameter Power Link Budget Downstream dan Upstream untuk GPON dan XGPON simulasi sudah sesuai dengan standar ITU-T G.987 yaitu sebesar -28 dBm, hasil nilai parameter Bit Error Rate (BER) dan Q – Factor untuk XGPON penelitian ini berada di atas nilai minimum standar Bit Error Rate (BER) yaitu sebesar BER 10-9 dan Standar nilai minimum Q – Factor sebesar 6, Tetapi untuk nilai Bit Error Rate (BER) dan Q – Factor NGPON di kondisi Upstream dan Downstream hasilnya belum sesuai standar, disebabkan karena tidak ada nya component Fiber Optik multimode pada Optisystem dan kurang siapnya penulis mencari component untuk memaksimalkan hasilnya, sehingga Performansi Teknologi NGPON pada penelitian ini belum sesuai standar.
3. Untuk saat ini Teknologi XGPON masih bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan Bandwidth area IKN, tapi untuk kedepannya karena banyak BTS baru yang akan diintegrasikan ke BTS IKN_SIMPANG diharapkan teknologi NGPON bisa diimplementasikan di area IKN untuk memenuhi kebutuhan bandwidth pelanggan.

REFERENSI

- [1] K. Bappenas, Buku Saku Pindahan Ibu Kota Negara. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional, 2021.
- [2]. R. T. Silalahi and L. O. Sari, “ANALISIS PERFORMANSI JARINGAN FIBER OPTIC PADA PENYAMBUNGAN SINGLE-MODE KE MULTI- MODE PROVIDER XL Menggunakan Perangkat Temporary,” vol. 8, pp. 1–6, 2021
- [3] A. G. Utama, I. A. Hambali, and D. M. Saputri, “Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi 10- Gigabit- Passive Optical Network (XGPON) Untuk Perumahan Benda Baru Tangerang Selatan,” e-Proceeding Eng. Univ. Telkom, vol. 5, no. 3, pp. 5374–5381, 2018.
- [4] M. Tillah, D. Zulherman, and F. Khair, “Analisis Unjuk Kerja Hybrid GPON dan XGPON,” CENTIVE, pp. 210–214, 2018.
- [5] R. Prayogo, I. A. Hambali, and D. M. Saputri, “Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi 10- Gigabit Passive Optical Network (XGPON) Untuk Komplek Pertamina,” vol. 237. p. 5382.
- [6] A. M. Ragheb, and F. Habib “Performance Analysis of Next Generation-PON (NG-PON) Architectures” pp. 339-345
- [7] R. Bonk, D. Geng, D. Khotimsky, D. Liu “50G-PON: The First ITU-T Higher Speed PON System” vol 60. pp. 48-54 2022