

## BAB IV

### ANALISA PERHITUNGAN LINK BUDGET DALAM PENERAPAN METRO WDM

#### 4.1 Perhitungan Rute Jaringan

Jaringan akses transmisi serat optik yang dibangun dalam Aplikasi menjangkau 2 lokasi Bintaro Network Building dan Mega Kuningan, dimana Bintaro Network Building dihubungkan dengan menggunakan *metode Point to Point*. Bagian dari penggelaran jaringan akses transmisi akses serat optik pada aplikasi ini adalah pada jaringan akses dengan mengambil masing-masing 2 core pada Bintaro Network Building <> Mega Kuningan sebagai contoh yang mewakili pekerjaan instalasi keseluruhannya.

Sebagai gambaran tentang luasnya pekerjaan Jaringan Akses Transmisi serat optik aplikasi ini maka Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 akan menjelaskan panjang rute jaringan serta jumlah titik sambungan kabel, dan jumlah konektor sebagai parameter yang berpengaruh terhadap nilai redaman.

**Tabel 4.1 Panjang Rute Jaringan Primer Berdasarkan Perencanaan**

<b>Core</b>	<b>(Dari – Ke)</b>	<b>Panjang rute (Km)</b>	<b>Total Span (meter)</b>
1	M. Kuningan – Bintaro	47	9,4
2	M. Kuningan – Bintaro	47	9,4

**Tabel 4.2 Parameter Untuk Perhitungan Redaman**

<b>Core</b>	<b>Grha XL</b>	<b>Jumlah Konektor</b>	<b>Jumlah Sambungan</b>
1	M. Kuningan – Bintaro	2	2
2	M. Kuningan – Bintaro	2	2

#### **4.2 Perhitungan Interface Modul untuk Sistem Transmisi Serat Optik**

Untuk mengetahui kualitas dari suatu pekerjaan instalasi kabel pada jaringan akses menggunakan teknologi serat optik, maka dapat dilakukan perhitungan dengan prosedur berikut:

Jenis modul yang dipakai dalam instalasi ini adalah *modul LOG* dan *LSX* dengan spesifikasi sebagai berikut :

*Transmitter Type* = *Laser*

*Fiber Type* = *Ribbon type, Single Mode*

*Wavelength* = **1550 nm**

*Typical Optical Power (Ps)* = **4 dBm**

*Receiver Sensitivity (PR)* = **- 26 dBm**

### Menghitung Loss pada jaringan yang akan dibangun

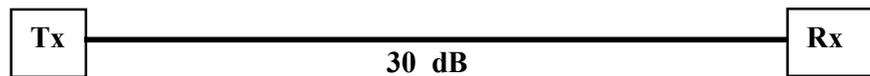
Berdasarkan data di atas, maka besar *Link Power budget* adalah selisih antara *Launch Power* dan *Receiver sensitivity* seperti berikut :

$$Loss\ Total\ (L_T) = Loss\ Transmit\ (L_S) - Loss\ Receiver\ (L_R)$$

$$L_T\ (dB) = L_S(dBm) - L_R(dBm)$$

$$= (4\ dBm) - (-26\ dBm)$$

$$= 30\ dB\ (Dynamic\ Range)$$



Maksimum Redaman serat optik yang di rekomendasikan =(DynamicRange)-(SafetyMargin)

$$= 30\ dB - 3\ dB$$

$$= 27\ dB$$

Untuk mengetahui panjang total jaringan akses fiber yang dapat dijangkau oleh sistem, dapat ditentukan dengan perhitungan tanpa sambungan (splicing) dan konektor:

$$\frac{27\ dB}{0,2\ dB/km} = 135\ km$$

1 Drum kabel serat optik (1 Haspel) = 5 km, maka jumlah sambungan pada sistem jaringan yang akan dibangun adalah  $135\ km / 5\ km = 27$  kali penyambungan.

$$Rugi - rugi\ konektor = 2 \times 0,5\ dB$$

$$= 1\ dB$$

$$Rugi - rugi\ Sambungan = 27 \times 0,05\ dB$$

$$= 1,35\ dB$$

Dari hasil tersebut, maka nilai loss untuk serat optik adalah :

$$\begin{aligned}\text{Serat Optik Loss} &= (\text{Maksimum redaman}) - (\text{Rugi-rugi konektor}) - (\text{Rugi-Rugi Sambungan}) \\ &= 27 \text{ dB} - 1 \text{ dB} - 1,35 \text{ dB} \\ &= 24,65 \text{ dB}\end{aligned}$$

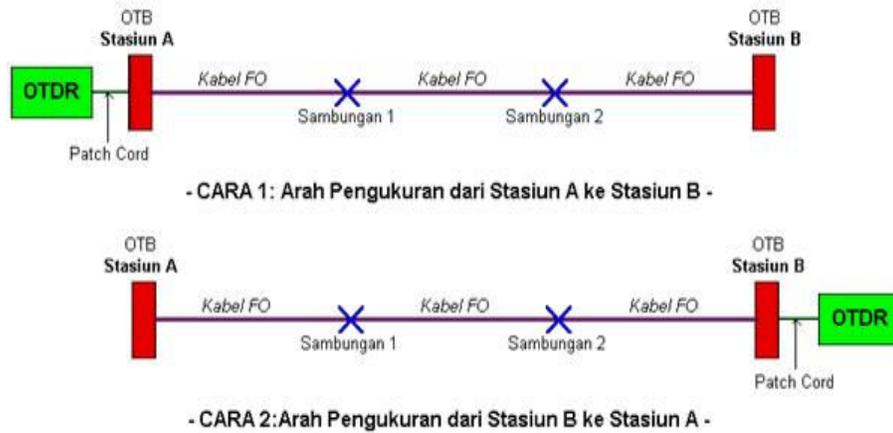
Jarak yang

$$\begin{aligned}\text{diperbolehkan} &= \frac{(\text{Power Budget}) - (\text{Splice Loss}) - (\text{Konektor Loss}) - (\text{Margin})}{\text{Serat Optik Attenuation}} \\ &= \frac{(30) - (1,35 \text{ dB}) - (1 \text{ dB}) - (3 \text{ dB})}{0,2 \text{ dB / Km}} \\ &= 123,25 \text{ km}\end{aligned}$$

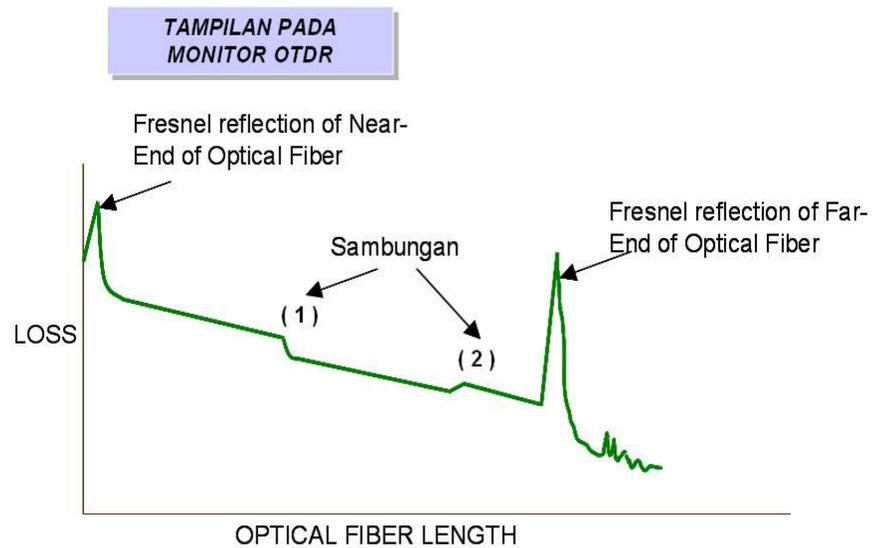
Jadi menurut modul *LOG dan LSX*, panjang rute penarikan kabel serat optik yang direkomendasikan adalah sejauh **123,25 km** (*serat optik loss adalah 24,65*). Bila hasil pengujian melebihi batas total redaman yang diijinkan, maka sistem yang dibangun memberikan hasil yang *tidak baik* dari sisi akses. Dengan perkataan lain, semakin besar nilai redaman yang terukur pada sistem maka akan memperpendek jangkauan akses transmisi.

### 4.3 Pengukuran dengan OTDR

Pengukuran redaman sambungan dengan OTDR, dimana Redaman sambungan rata-rata = ( nilai cara 1 + nilai cara 2 = .....dB)



Gambar 4.1 Teknik Pengukuran Redaman Sambungan Dengan OTDR



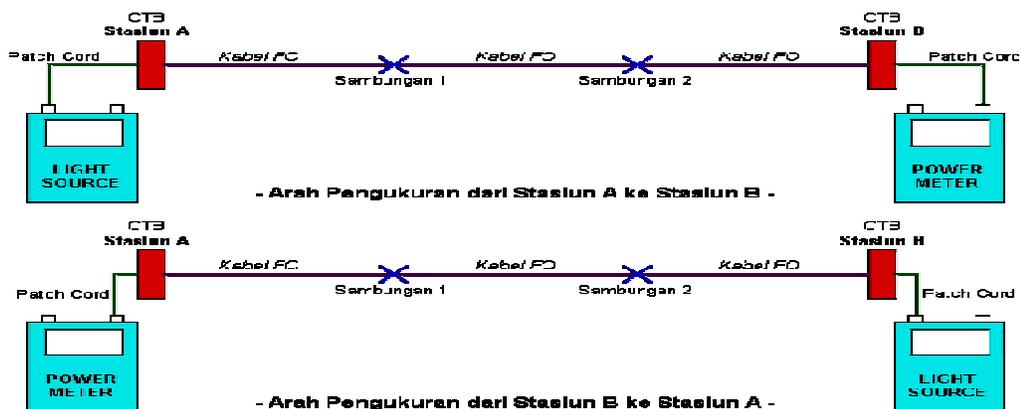
Gambar 4.2 Contoh lembar kerja pada OTDR

#### 4.4 Pengukuran dengan Power Meter

Pengukuran redaman dengan menggunakan power meter membutuhkan ketelitian serta pemahaman dalam hal mengkalibrasi. Berikut adalah metode kalibrasi pada saat memulai dan melakukan pengukuran :

1. Membersihkan kepala konektor (Patch Cord) dan colokkan pada kedua alat ukur.
2. Menghidupkan “Light Source” dan “Power Meter”, maka akan muncul angka-angka pada layar. Pilih parameter sesuai dengan spesifikasi kabel serat optik, kemudian tekan tombol “opt-out” sehingga nilai “input” akan muncul pada layar “Power Meter”
3. Mencatat nilai “input” tersebut pada lembar laporan.
4. Mengulangi langkah 1, 2 & 3 untuk sisi pengukuran yang lainnya.

Setelah mengkalibrasi power meter, maka tahap selanjutnya adalah melakukan pengukuran redaman dari ujung ke ujung kabel serat optik (End-to-End Attenuation). Gambar 4.3 akan menjelaskan teknik pengukuran redaman dengan menggunakan *power meter*.



Gambar 4.3 Teknik Pengukuran Redaman Dengan Power Meter

Pada aplikasi ini di lakukan pengukuran end to end test Mega Kuningan to Bintaro dengan menggunakan alat ukur *OTDR (Optical Time Divison Reflectometer)*.

#### 4.5 Data Hasil Perhitungan dan Pengukuran

##### Draft Hitung Rute Pada Jaringan Primer Bintaro - Mega Kuningan

Metode perhitungan yang dipergunakan untuk menentukan nilai rugi-rugi pada jaringan berdasarkan standar XL adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Rugi-rugi Fiber optik} & : 0,2 \text{ (dB/km)} \times \dots\dots\dots(\text{km}) & = \dots\dots\dots(\text{dB}) \\
 \text{Rugi-rugi konektor} & : 0,5 \text{ (dB)} \times \dots\dots\dots(\text{Jumlah konektor}) & = \dots\dots\dots(\text{dB}) \\
 \text{Rugi-rugi penyambungan} & : 0,05 \text{ (dB)} \times \dots\dots\dots(\text{Jumlah sambungan}) & = \dots\dots\dots(\text{dB}) \\
 \text{Margin} & : 3 \text{ dB} & (\text{dB}) + \\
 \hline
 \text{Total rugi-rugi pada sistem adalah} & \dots\dots\dots & (\text{dB})
 \end{aligned}$$

##### A. (Berdasarkan Perencanaan Rute Jaringan)

##### Hasil Perhitungan pada M. Kuningan <> Bintaro

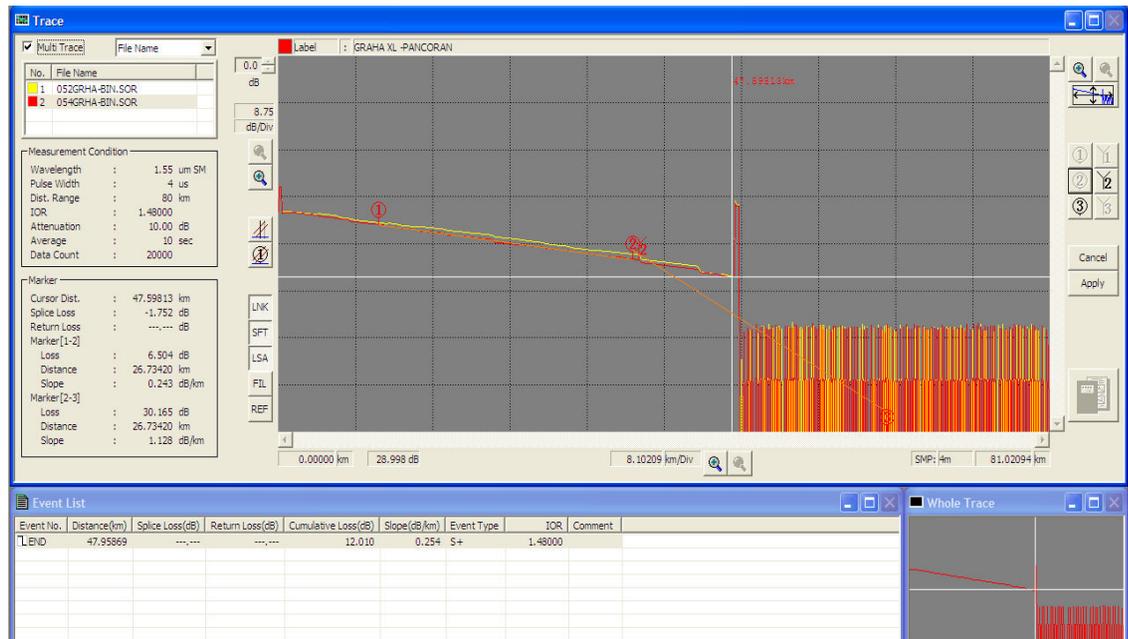
$$\begin{aligned}
 \text{Rugi-rugi Fiber optik} & : 0,2 \text{ (dB/km)} \times 47 \text{ (km)} & = 9,4 \text{ (dB)} \\
 \text{Rugi-rugi konektor} & : 0,5 \text{ (dB)} \times 2 & = 1 \text{ (dB)} \\
 \text{Rugi-rugi penyambungan} & : 0,05 \text{ (dB)} \times 2 & = 0,1 \text{ (dB)} \\
 \text{Margin} & : 3 \text{ dB} & = 3 \text{ (dB)} + \\
 \hline
 \text{Total rugi-rugi pada sistem adalah} & & = 13,5(\text{dB})
 \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan berdasarkan Perencanaan Rute Jaringan

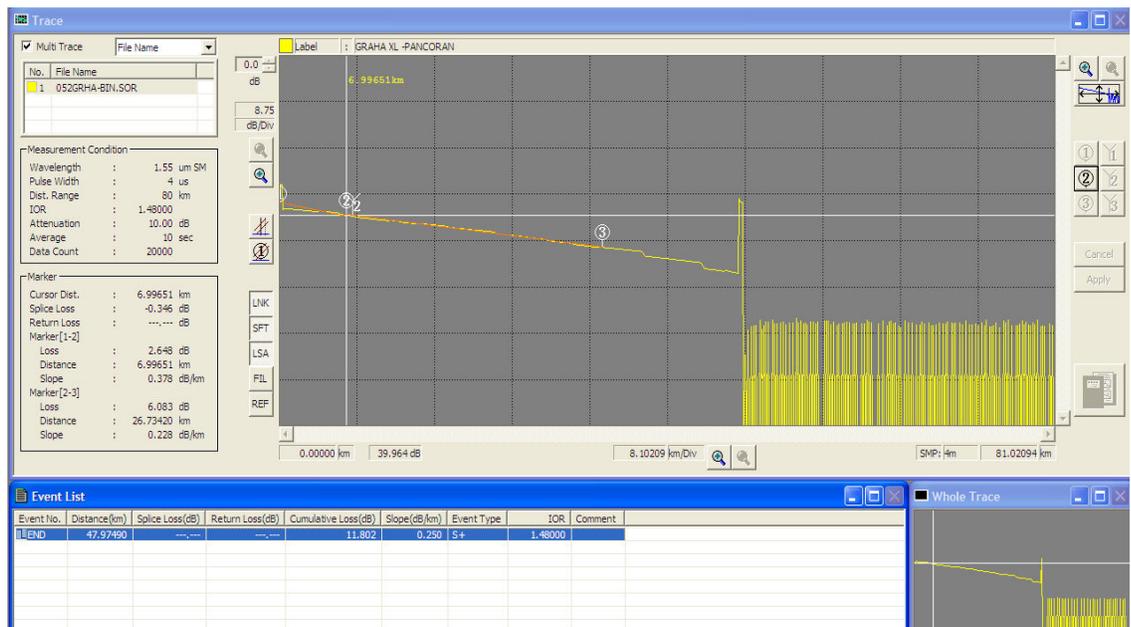
PORT	END	HITUNGAN		PENGUKURAN OTDR	
		LENGTH (km)	TOTAL LOSS (dB)	LENGTH (km)	TOTAL LOSS (dB)
1	Bintaro	47	13,5	47,974	11,802
2	Bintaro	47	13,5	47,947	12,010

Pada Tabel 4.3, Tabel 4.4, diberikan perbandingan hasil perhitungan secara teoritis menggunakan standar XL dan hasil pengukuran OTDR.

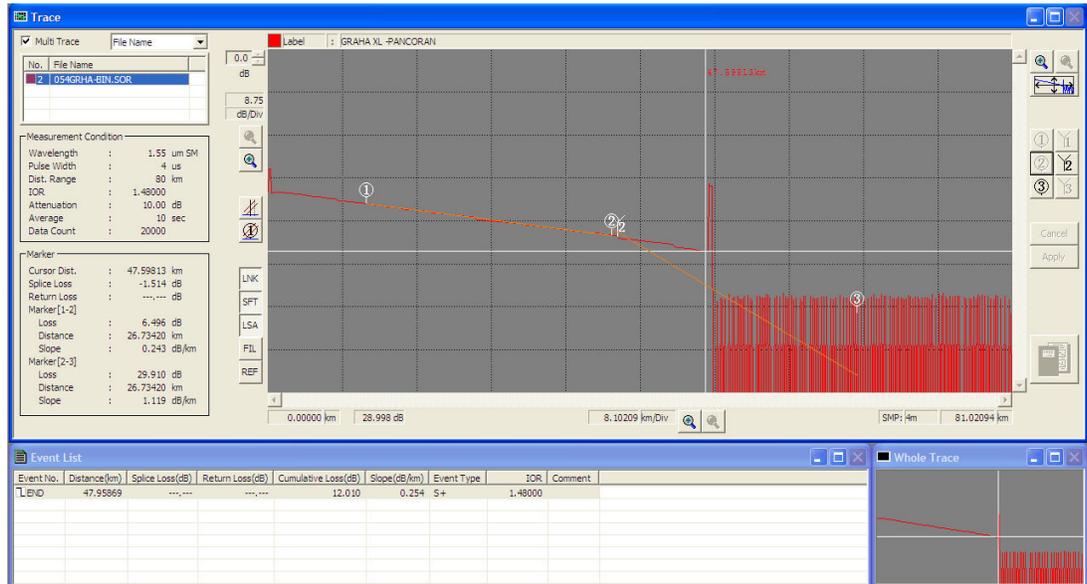
- Pengukuran dengan OTDR



- Pengukuran dengan OTDR pada Slot 2 Ribbon 3 core 2



- Pengukuran dengan OTDR pada Slot 2 Ribbon 4 core 2



**Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Kabel Serat di M. Kuningan to Bintaro**

PORT	S-R-C	OTDR RESULT		CONNECT TO:			
		LENGTH	T.LOSS	NE	MODULE	SLOT	TX/RX
1	2-3-2	47,958	11,802	X	X	X	X
2	2-4-2	47,947	12,010	X	X	X	X

**4.6 Analisa kualitas Transmisi Serat Optik berdasarkan hasil pembacaan OTDR.**

**Rute Jaringan SKSO M. Kuningan – Bintaro**

**Berdasarkan hasil pembacaan OTDR – FO S2 R3 Core 2**

Diketahui : Total Loss = 11,802 dB

Total Span = 47,958 Km

maka, T. Loss / T. Span (dB/Km) = 11,802 / 47,958 = 0.246 dB/Km

$$\begin{aligned}\% \text{ Transmisi} &= (10)^x \left[ \frac{(\text{dB/Km})}{10} \right] = \\ &= (10)^x \frac{(-0,246 \times 10^{-3})}{10} \\ &= 0,999943358\end{aligned}$$

atau % *transmisi* adalah 99,9943358%

% *loss sistem* = 100 % - 99,9943358% = 0,005664 %

**Berdasarkan hasil pembacaan OTDR – FO S2 R4 Core 2**

Diketahui : Total Loss = 12,010 dB

Total Span = 47,947 Km

maka, T. Loss / T. Span (dB/Km) = 12,010 / 47,947 = 0,250 dB/Km

$$\begin{aligned}\% \text{ Transmisi} &= (10)^x \left[ \frac{(\text{dB/Km})}{10} \right] \\ &= (10)^x \frac{(-0,250 \times 10^{-3})}{10} \\ &= 0,999942437\end{aligned}$$

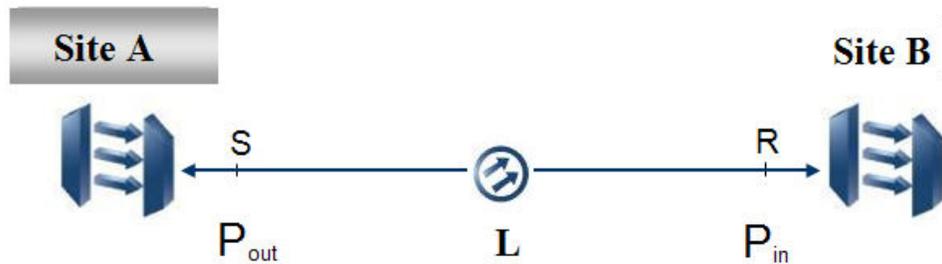
atau % *transmisi* adalah 99,9942437 %

% *loss sistem* = 100 % - 99,9942437 % = 0,005756 %

**Tabel 4.5 % Rugi-Rugi Pada Sistem Berdasarkan hasil pengukuran OTDR  
(M.Kuningan – Bintaro)**

PORT	S-R-C	OTDR RESULT		CONNECT TO:			
		% TRANSMISI	LOSS SYSTEM	NE	MODULE	SLOT	TX/RX
1	2-3-2	99,9943358	0,005664	X	X	X	X
2	2-4-2	99,9942437	0,005756	X	X	X	X

#### 4.7 Power Budget



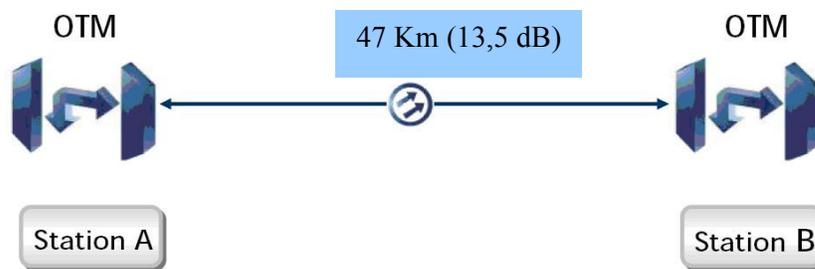
$$\text{Span} = (P_{out} - P_{in}) / a$$

**a:** koefisien atenuasi (dB/km)

Gunakan 0.275dB/km sesuai dengan rekomendasi ITU-T dan berisik efek dari berbagai faktor-faktor, mencakup konektor-konektor dan pemborosan.

## Perhitungan berdasarkan perencanaan penerapan Metro WDM

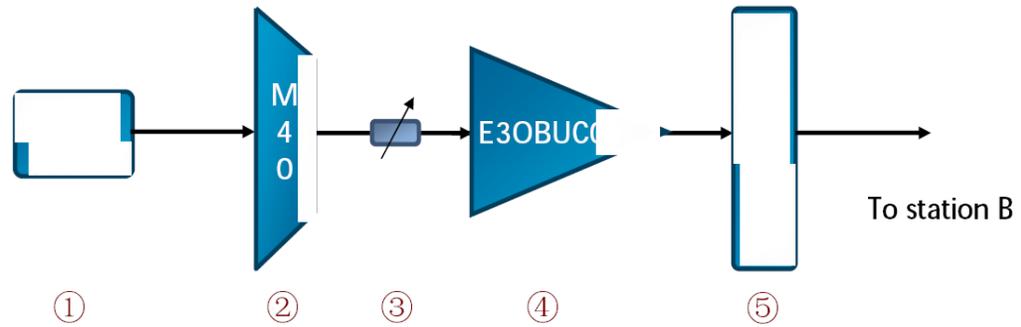
Berdasarkan perencanaan awal penerapan Metro WDM Jarak antara stasiun A (Mega Kuningan) dan stasiun B (Bintaro) diperkirakan sekitar 47 Km dengan atenuasi 13,5 dB, sehingga dapat di gambarkan topologinya yaitu point to point dimana menggunakan tipe perangkat OTM sebagaimana telah di jelaskan pada bab sebelumnya.



Sebagaimana penjelasan sebelumnya Modul-modul yang di gunakan di site A maupun di site B adalah sama diantaranya :

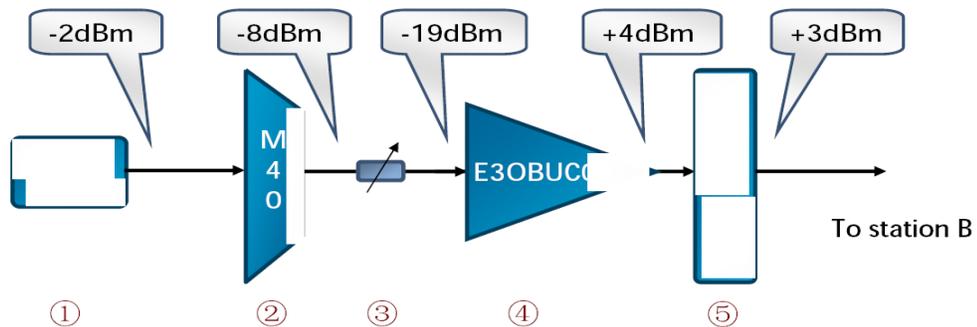
- \* OTU = -2 dBm
- \* M40 = 6 dB
- \* D40 = 6 dB
- \* FIU = 1 dB
- \* OBU03 = -19/+4 dBm

Sehingga dapat di gambarkan aliran sinyal dan indeks yang berhubungan ditransmisikan dari sisi stasiun A



$$\text{OTU} \diamond \text{M40} \diamond \text{OBU} \diamond \text{FIU} = -2 \diamond 6 \diamond -19/+4 \diamond 1$$

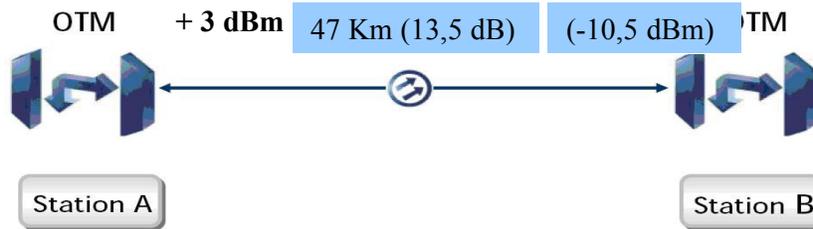
Jadi dari nilai diatas dapat di hitung bahwa dari OTU (-2) – M40 (6) = -8, kemudian di set di VOA nya sehingga menjadi -19/+4 – FIU (1) = +3 (nilai Pout di site A). Untuk lebih jelasnya bisa dilihat dari perhitungan power optik tipikal yang titik referensi di sisi transmit (Tx) dari stasiun A



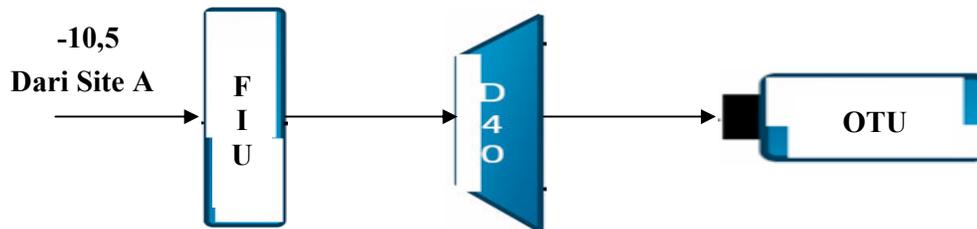
Setelah hasilnya diperoleh +3 dBm, maka Tx disite A dikurangi dengan loss Span yaitu

$$\text{Power Optik Line} = \text{Transmit dari site A} - \text{Loss Span} = +3 - 13,5 = -10,5 \text{ dBm}$$

jadi Optik Power Line = - 10,5 dBm.



Hasil perhitungan = -10,5 dBm diteruskan disisi site B, dimana Aliran sinyal dan indeks yang berhubungan ditransmisikan dari sisi stasiun A ke B.



$$\text{Receive dari Site A} - \text{IL FIU} - \text{IL D40} = -10,5 - 1 - 6 = -17,5 \text{ dBm}$$

Jadi Tx dari Site A = +3 dBm dan Rx diterima di OTU site B = -17,5 dBm

Untuk memastikan nilai yang didapat apakah sesuai dengan Span perencanaan awal

Metro WDM, maka digunakan rumus :

$$\text{Span} = \text{Pout} - \text{Pin}/a$$

$$(\text{Span} * a) - \text{Pout} = - \text{Pin}$$

$$\text{Pin} = \text{Pout} - (\text{Span} * a)$$

$$\text{Pin} = 3 - (47*0.275)$$

$$\text{Pin} = 3 - 12.925$$

$$\text{Pin} = - 9.925 \text{ dBm}$$

$$\text{Span} = \text{Pout} - \text{Pin}/a$$

$$\text{Span} = (3-(-9.925)) /0,275$$

$$= 12.925/0.275$$

$$= 47 \text{ km}$$

$$\text{Nilai Loss Koefisien dB/Km} = \text{Total Loss} / \text{Span}$$

$$= 13,5 / 47$$

$$= 0.287 \text{ dB/Km}$$

$$\text{Nilai Loss dalam dB} = \text{Span} * \text{Total Loss}$$

$$= 47 \text{ Km} * 0.287 \text{ dB}$$

$$= 13,5 \text{ dB}$$

#### **4.8 Data Hasil Perhitungan Power Budget dalam Penerapan WDM**

##### **4.8.1 Perhitungan Power Budget berdasarkan hasil pengukuran OTDR.**

###### ***1. Perhitungan untuk Core 1 Span = 47,958 (11,802 dB)***

Receive di site B = launch power di site A – loss span

$$= +3 - 11,802 = - 8.802 \text{ dbm}$$

Jadi di receive OTU B = -8.802 – FIU – D40 = -8.802 - 1 - 6 = - 15,802 dBm

Nilai Loss Koefisien dB/Km = Total Loss / Span

$$= 11,802 / 47,958$$

$$= 0,246 \text{ dB/Km}$$

Nilai Loss dalam dB = Span \* Total Loss

$$= 47,958 \text{ Km} * 0,246 \text{ dB}$$

$$= 11,802 \text{ dB}$$

**2. Perhitungan untuk Core 2 Span = 47,947 (12,010 dB)**

☞ Receive di site A = launch power di site B – loss span

$$= +3 - 12,010 = -9,01 \text{ dBm}$$

Jadi di receive OTU A = -9,01 – FIU – D40 = -9,01 - 1 - 6 = - 16,01 dBm

☞ Nilai Loss Koofisien dB/Km = Total Loss / Span

$$= 12,010 / 47,947$$

$$= 0,250 \text{ dB/Km}$$

☞ Nilai Loss dalam dB = Span \* Total Loss

$$= 47,947 \text{ Km} * 0,250 \text{ dB}$$

$$= 12,01 \text{ dB}$$

**Tabel 4.6 Data Hasil Perhitungan Power Budget dalam Penerapan WDM**

**(M. Kuningan – Bintaro)**

PORT	S-R-C	DATA HASIL PERHITUNGAN			DATA HASIL PERENCANAAN		
		SITE A <> SITE B & SITE B <> SITE A			TX	Optikal Power Line	RX
		TRANSMIT	OPTICAL POWER LINE	RECEIVE			
1.	2-3-2	+3 dBm	- 8.802 dBm	- 15,802 dBm	+3 dBm	-13,5 dBm	-17,5 dBm
2.	2-4-2	+3 dBm	- 9,01 dBm	- 16,010 dBm	+3 dBm	-13,5 dBm	-17,5 dBm

#### 4.8.2 Analisa Hasil Perhitungan Power Budget dalam Penerapan WDM

Berdasarkan hasil perhitungan yang di peroleh dari tabel 4.4 diatas bahwa receive yang di terima dari site A ke B = - 15,802 dBm, sedangkan dari B ke A = - 16,01 dBm, ini terjadi karena adanya perbedaan loss fiber yang terjadi pada saat pengukuran dengan OTDR dengan span yang sama. Namun hasil yang diperoleh masih memenuhi batas nilai yang sudah di tentukan pada spesifikasi OTU dimana maximum receive sensivity = -26 dBm. Sedangkan perbandingan perhitungan berdasarkan hasil Perencanaan diperoleh nilai -17,5 dBm dimana terdapat selisih dari perhitungan berdasarkan OTDR = - 15,802 dBm ini disebabkan adanya perbedaan span dan loss dalam Penerapan WDM.

Nilai redaman pada suatu jaringan transmisi menggunakan akses serat optik bergantung pada panjang kabel serat optik, rugi-rugi penyambungan, rugi-rugi konektor, bending dan rugi-rugi akibat bahan dari serat optik itu sendiri, sehingga hasil Perhitungan dan pengukuran dengan OTDR dari *Mega Kuningan - Bintaro*, memberikan hasil yang baik dari sisi akses kualitas transmisi. Pengaruh penyambungan terhadap redaman memang ada tetapi masih berada dalam batasan nilai toleransi.

Hasil perencanaan *Link Loss Budgeted*, diperoleh nilai toleransi redaman pada sistem transmisi untuk lokasi SKSO M. Kuningan  $\leftrightarrow$  Bintaro = **13,5 dB**. Sementara hasil pengujian dan pengukuran dengan **OTDR** menunjukkan hasil yang relatif **lebih kecil** dari toleransi atau batas redaman yang diijinkan (*dapat di lihat dari tabel 4.3*). Selisih nilai memang terjadi karena berdasarkan perhitungan *standar XL*, rugi-rugi akibat bending tidak dapat dinyatakan sebagai standarisasi.