PERANCANGAN *SERVICE IMPROVEMENT PLAN* MIGRASI *LINK* PADA LAYANAN PELANGGAN PT INDOSAT, TBK

Aida Ayu Pratiwi [1], Eka Purwa Laksana[2]

1. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
aidaayupratiwi@gmail.com
2. Program Studi Teknik Elektro, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
eka.purwalaksana@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Service Improvement Plan digunakan untuk menjaga dan memelihara performa jaringan yang baik terhadap pelanggan. Salah satu studi kasus yang akan dibahas pada penelitian ini adalah *service improvement* migrasi *link* pada layanan terhadap pelanggan dari PT Indosat, TBk. Berdasarkan histori data yang ada pada konfigurasi ini sering terjadi *link down*/gangguan, maka akan dianalisa hasil perancangan sebelum dan sesudah *improvement* migrasi *link* menggunakan metode parameter RSL, *power link budget, rise time budget, throughput, packet loss* dan *delay*. Dengan membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan sesuai dengan standar parameter yang ditetapkan, dapat terlihat performa kinerja *link* tersebut. Berdasarkan hasil analisa didapatkan nilai RSL pada *site* Ringroad – Kebun Sayur adalah -35,5 dBm, Kebun Sayur – Kampung Baru adalah -24,9 dBm, dan Kampung Baru – Kariangau -75,0 dBm dengan level daya *threshold* -69 dBm pada seluruh *site*. Dengan nilai RSL ≥ Rth, tercatat bahwa *site* Kampung Baru – kariangau *link* mengalami *down*. Hasil perhitungan PLB pada *existing* -12,5765 dBm dan *improvement* -12,0345 dBm, nilai ini masih berada dalam standar yang ditetapkan PT Indosat Tbk yaitu -10 dBm. Hasil perhitungan RTB pada *existing* 49,610 ps dan *improvement* 49,607 ps, nilai ini masih dalam batas standar yaitu 70 ps. Sedangkan hasil pengukuran QoS menujukkan *link existing* berada pada kategori "Bagus" dibandingkan *link improvement* yang berada pada kategori "Sangat Bagus" .

Kata kunci : Migrasi, RSL, Power Link Budget, Rise Time Budget, QoS

ABSRACT

Service Improvement Plan is used to preserve and maintain a good network performance to customers. One of the case studies will be discussed in this study are in service improvement migration link on theservices to customers of PT Indosat, Tbk. Based on the historical data available in this configuration common link down/interference, it will be analyzed the results before and after design improvement migration links using RSL parameter method, power link budget, rise time budget, throughput, packet loss and delay. By comparing the results of

measurements and calculations in accordance with the standards specified parameters, can be seen the performance of the performance of link. Based on the analysis results obtained on RSL value site Ringroad – Kebun Sayur is -35.5 dBm, Kebun Sayur - Kampung Baru is -24.9 dBm, and Kampung Baru - Kariangau is -75.0 dBm. to power level threshold -69 dBm on the whole site. With RSL value ≥ Rth, noted that the site Kampung Baru - Kariangau link. experience down PLB oncalculation results existing and-12.5765 dBm improvement -12.0345dBm, this value is still within the standards set by PT Indosat Tbk is -10 dBm. The results of calculations on RTB existing 49.610ps and improvement, 49.607 ps this value is still within the standard limit is 70 ps. While the results showed the QoS measurements link existing that are in the category of "good" compared to link improvement that are in the category of "Very Good".

Keywords - Migration, the RSL, Power Link Budget, Rise Time Budget, QoS

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi radio saat ini sudah banyak dipakai dan berkembang aplikasiny, hal ini dikarenakan fungsi radio sebagai salah satu media transmisi yang dapat menjangkau jarak yang luas. Seiring bertambahnya penggunaan gelombang radio, maka banyak permasalahan diantaranya gangguan dari frekuensi yang berdekatan (interferensi), *obstacle* dan cuaca yang terjadi juga faktor yang sangat rentan terhadap transmisi. Penyebab kegagalan komunikasi transmisi dapat di analisis dengan melakukan pengukuran nilai *Receive Level* (RSL) yang dapat dimonitoring melalui *Pasolink Network Management Terminal* (PNMT), dimana ketika terjadi gangguan dapat dianalisis menggunakan metode perhitungan *power link budget* secara empiris (rumus) dan menggunakan *software Pathloss*[1]. Saat ini fiber optik dipilih menjadi salah satu solusi media transmisi telekomunikasi,kemampuannya yang dapat mengantarkan data berkapasitas besar dengan kecepatan tinggi untuk jarak jauh sehingga mampu memenuhi permintaan *bandwidth* yang sangat besar kemampuan mentransfer data dengan kecepatan *Mega bit/second*, dan tidak terganggu oleh pengaruh gelombang elektromagnetik, petir atau cuaca [2]. Fiber optik di pilih sebagai media transmisi, maka tetap perlu dilakukan suatu perhitungan dan analisis *power link budget* (anggaran daya) dalam sebuah jaringan telekomunikasi agar suatu sistem komunikasi optik dapat berjalan dengan lancar dan baik, seperti adanya redaman transmisi (*Loss*) pada kabel fiber optik yang dapat menurunkan kualitas transmisi.

Maka pada penelitian tugas akhir ini akan dilakukan analisis perancangan *service improvement plan* pada media transmisi dengan metode pemindahan/migrasi *link* pelanggan yang sering mengalami *down*/gangguan (studi kasus : *Link* PT Intipratama Global Mandiri – Balikpapan). Penggunaan media transmisi pada *link* pelanggan tersebut yang semula gelombang radio diubah menjadi fiber optik untuk mengatasi interferensi dan gangguan cuaca. Berdasarkan migrasi tersebut, akan di analisis terhadap hasil migrasi *link* dengan membandingkan hasil pengukuran dan perhitungan sesuai dengan

parameter yang ditetapkan, dan membandingkan hasil pengukuran QoS sebelum dan sesudah migrasi dilakukan.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang dihadapi dalam penelitian adalah bagaimana menganalisa hasil dari perancangan migrasi *link* sesuai dengan hasil perhitungan dari parameter seperti *power link budget, rise time budget, throughput, packet loss* dan *delay*.

II. DASAR TEORI

2.1 Media Transmisi

Merupakan pengiriman suatu sinyal atau informasi dari suatu tempat ke tempat lain. Media transmisi memiliki 2 bentuk yaitu :

a. *Guided Media* : menyediakan jalur transmisi sinyal yang terbatas secara fisik, meliputi: kabel twisted-pair, kabel koaksial dan kabel serat optik.
b. *Unguided Media*: komunikasi tanpa kabel/tanpa menggunakan konduktor secara fisik. Sinyal dikirimkan secara *broadcast* melalui udara, media transmisi ini dapat berupa *wireless* atau satelit.

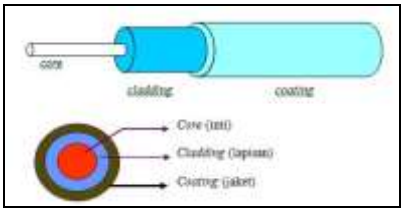
2.2 Sistem Komunikasi Gelombang Radio

Secara garis besar sistem ini adalah sebuah pemancar Tx yang memancarkan daya menggunakan antena kearah tujuan, sinyal yang dipancarkan berbentuk gelombang elektromagnetik. Pada penerima, gelombang elektromagnetik ini diterima oleh sebuah antena yang sesuai kemudian diteruskan ke seuah pesawat penerima Rx.

Komunikasi Titik ke Titik (*point to point*) adalah suatu komunikasi antara dua stasiun radio yang terletak pada titik-titik tetap (*fixed point*) tertentu, sedangkan microwave *link* titik ke titik adalah sistem radio *relay* diatas 1 GHz antara dua stasiun radio yang terletak pada titik-titik tetap (*fixed points*) tertentu[5].

2.3 Sistem Komunikasi Serat Optik

Serat optik adalah alat suatu media komunikasi yang berguna untuk mentransmisikan informasi melalui media cahaya. Serat optik terdiri dari 3 bagian utama seperti pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur Serat Optik

Menurut hukum Snellius jika seberkas sinar masuk pada suatu ujung serat optik (media yang transparan) dengan sudut kritis dan sinar itu datang dari medium yang mempunyai indeks bias lebih kecil dari udara menuju inti fiber optik yang mempunyai indeks bias yang lebih besar maka seluruh sinar akan merambat sepanjang inti (*core*) serat optik menuju ujung yang satu. Pada gambar 2.2 menunjukkan *cladding* berguna untuk memantulkan kembali cahaya kembali ke *core*.[2]

(a) (b)

Gambar 2.2 Perambatan cahaya pada serat optik[1]
(a) Serat optik lurus (b) serat optic melengkung
(b)

2.4 Jenis Serat Optik

Berdasarkan segi perambatannya, serat optik dibagi menjadi dua

macam yaitu *Single-mode* dan *Multi-mode.* Pada jenis s*ingle-mode* cahaya hanya dapat merambat melalui satu *mode* saja, jenis ini digunakan untuk transmisi dengan jarak jauh dengan kecepatan tinggi dan memiliki *loss* yang lebih kecil daripada *multi-mode* sehingga tidak dietmukan dispersi modal. Sedangkan pada *multi-mode* cahaya dapat merambat melalui beragam *mode* (lintasan) sehingga kemungkinan terjadi dispersi cukup besar mengakibatkan pelebaran pulsa. *Multi-mode* memilii 2 jenis yaitu *Step Index* dan *Graded Index.* Perbedaannya ada pada indeks bias.

Pada serat optik *single-mode* terdapat empat macam tipe yang sering digunakan berdasarkan ITU-T (*International Telecommunication Union – Telecommunication*) yaitu:

- G.652 Standar *Single-mode fiber*
- G.653 *Dispersion-Shifted Single Mode Fiber*
- G.653 *Characteristics of Cut Off Shifted Mode Fiber*
- G.655 *Dispertion-Shifted Non Zero Dispertion Fiber*

2.5 Konektor Serat Optik

Konektor yang sering digunakan pada kabel *single-mode* adalah *Subscriber Connector* (SC). Faktor yang mempengaruhi rugi dalam konektor pada panjang kabel adalah ketidaksesuaian ukuran inti, kesalahan letak inti melintang, pemisahan celah memanjang, rugi-rugi celah optik, kesalahaan letak sudut, ujung fiber yang tidak sempurna dan adanya kotoran.

2.6 Converter Fiber Optik ke Ethernet

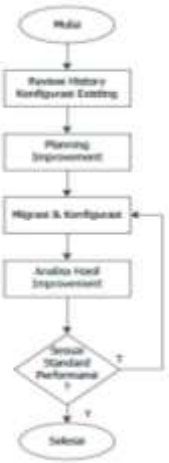
Converter yang digunakan PT Indosat, Tbk seperti pada gambar 2.3.

Gambar 2.3 Fiber Optik Converter – Raisecom RC551E-GE

III. PERENCANAAN JARINGAN

3.1 Tahapan Perencanaan

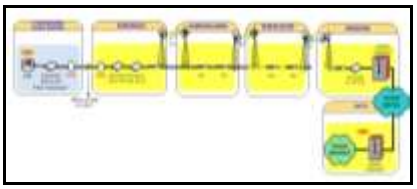
Tahapan pada perencanaan migrasi jaringan ini digambarkan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alir Diagram Perencanaan

3.2 Kondisi Link Existing

Langkah awal dalam menentukan jalur migrasi suatu jaringan adalah melihat histori data pada konfigurasi *existing.* Gambar 3.2 menunjukkan konfigurasi *existing.*



Gambar 3.2 Konfigurasi *Existing*

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa konfigurasi tersebut menggunakan 2 media transmisi, yaitu gelombang

radio dan kabel fiber optik. Berdasarkan validasi data dari Team Troubleshoot PT Indosat Tbk, pada konfigurasi ini tercatat beberapa gangguan yang sama terjadi pada *link* ini. Gangguan sering diakibatkan dari faktor cuaca yang sering terjadi hujan, angin, dan petir hingga menyebabkan kegagalan komunikasi ini, dan interferensi frekuensi dengan radio *link* lain dikarenakan slot frekuensi yang tersedia sudah digunakan oleh radio *link* di *site* lain.

Hasil pengukuran menunjukkan nilai Rx *Level* -75,0 dBm dengan power nilai tersebut mengindikasi adanya interferensi dan Tx *Power* nya 15,0 dBm seperti terlihat pada gambar 3.3.

Gambar 3.3 *Hasil Pengukuran Rx Level*

3.3 Lokasi Perencanaan

PT Intipratama Global Mandiri berada di selatan dari pusat kota Balikpapan. koordinatnya berada pada 1°16'01.0"S, 116°50'48.0"E. Pemilihan rute/jalur merupakan salah satu komponen yang harus benar-benar dipertimbangkan karena hal ini menyangkut beberapa hal, yaitu ketersediaan *core* optik yang ada pada *handhole*, ketersediaan *port* yang ada pada Metro Ethernet, jarak kabel yang akan dibutuhkan, hingga jumlah sambungan kabel atau *splice* yang akan dibutuhkan.

Untuk itu rute dari kabel serat optik disarankan untuk mengikuti jalan yang menghubungkan masing-masing area yang ingin dilewati oleh serat optik. Pemilihan rute ini memiliki keuntungan antara lain : Memudahkan survey di lapangan, Memudahkan instalasi kabel optik, Memudahkan pemeliharaan kabel optik.

Alternatif untuk jalur migrasi yang dipilih adalah *site* Graha Indah yang berada di sebelah selatan kota Balikpapan. Lokasi *site* tidak terlalu jauh dengan lokasi pelanggan. Di site ini terdapat Metro Ethernet yang belum lama terpasang dan masih memiliki kapasitas yang bisa digunakan.

3.4 Jaringan & Wilayah Perencanaan

Lokasi yang akan dipilih sebagai terminal adalah berjumlah 2 *site* dengan koordinatnya seperti terlihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Koordinat *Site*

	Site 1	Site 2
Lokasi	PT Intipratama Global Mandiri (Sisi Pelanggan)	Graha Indah Balikpapan
Koordinat	-1.231995, 116.618983	-1.1980519,116.8477292

Site Graha Indah dipilih sebagai *site* yang akan digunakan sebagai jalur migrasi karena terdapat *handhole* yang berada pada area terdekatnya. Pada *handhole* tersebut terdapat *core* yang *idle* dan dapat digunakan sehingga tidak perlu melakukan penarikan baru sepanjang *end to end.* Site Graha Indah memiliki 4 port yang setiap portnya terdiri dari 12 *core*. Pada migrasi ini hanya membutuhkan 4 *core* yang akan diterminasi pada *Optical Termination Box* (OTB) Pelanggan, dimana 2 *core* digunakan untuk Metro Ethernet dan 2 *core* lain untuk cadangan.

Gambar 3.4 Jalur Konfigurasi

3.5 Penentuan Perangkat & Alat Ukur

1. Kabel yang digunakan adalah jenis single-mode G.655
2. Konektor yang digunakan adalah tipe SC
3. Converter FO ke Ethernet
4. Optical Termination Box (OTB)
5. Optical Power Meter (OPM) jenis EXPO EPM-50.
6. Optical Time Domain Reflector (OTDR) jenis ANRITSU MT9083A.

3.6 Standarisasi SLA

Standarisasi yang diberikan oleh PT Indosat, Tbk terkait pelaksanaan improvement adalah :

- Selama dilakukannya proses *improvement*, *link existing* tetap berjalan seperti biasanya.
- Setelah *link improvement* sudah aktif (aktifasi dilakukan oleh Departemen Aktifasi), dalam kurun waktu 14 hari setelah *link* aktif apabila tidak terjadi gangguan maka *improvement* dinyatakan berhasil dan mengajukan permintaan *dismantle*/non-aktifkan *link existing*.
- Apabila dalam kurun waktu 14 hari terjadi gangguan yang sama, maka *improvement* dinyatakan gagal dan akan dikaji ulang.

3.7 Standarisasi Performansi Link

Parameter yang akan dibahas pada jaringan ini adalah *Power Link Budget, Rise Time Budget, Throughput, Packet Loss* dan *Delay*. Spesifikasi parameter tersebut disesuaikan dengan standarisasi yang berlaku di PT Indosat, Tbk sebagai penyedia jasa layanan.

Tabel 3.2 Parameter *Link Budget* PT Indosat, Tbk

DATA PARAMETER *LINK BUDGET*	
Parameter Desain	
Tipe kabel	Single mode
Bandwidth	2 Mbps
Jarak dan Panjang kabel Link Pelanggan – Graha Indah	7,67 km
BER (Bit Error Rate)	10^{-12}
Format modulasi	NRZ (Nero Return To Zero)
Panjang gelombang (λ)	1550 nm
Margin sistem	3 dB
Komponen SKSO	
Dispersi kromatis (D)	4.3 ps/(nm.km)
Redaman kabel (α_f)	0.35 dB
Redaman Splicing (α_s)	0.25 dB/splice
Redaman Konektor (α_c)	0.5 dB/konektor
Optical Interface	
Rise time transmitter (t_{tx})	35 ps
Rise time receiver (t_{rx})	35 ps
Lebar spektral ($\Delta\lambda$)	0.1 nm
Daya Transmitter (P_t)	5 dBm
Daya Receiver (P_r)	-5 dBm

3.7.1 Power Link Budget

Perhitungan *link budget* dilakukan untuk mengetahui batasan redaman/*loss* yang diizinkan antara daya keluaran pemancar (*transmitter power*) dan sensitivitas penerima. Beberapa persamaan terkait perhitungan *Power Link Budget* menggunakan Persamaan (1) [4] :

$$P_{RX} = P_{TX} - (\Sigma Loss + Margin)$$
$$\Sigma\ Loss\ (dB) = (L \times \alpha_f) + (n_1 \times \alpha_{ST}) + (n_2 \times \alpha_{CT})$$

Dimana :

P_{RX} : Power Link Budget
α_{cT} : *loss* konektor (dB)
P_{TX}: Minimum *transmitter power*
N_s : Jumlah *splice*
P_R :Minimum *receiver sensitivity*
α_{sT} : *loss splices* (dB)
Σ *Loss* : total *loss*
M : margin
L : Panjang fiber optik (km)

α_f : Attenuasi fiber optik (dB/km)
n_1 : Jumlah Konektor

3.7.2 Rise Time Budget

Rise time akan menunjukkan waktu respon yang dibutuhkan oleh sistem mulai dari 10 – 90% untuk menuju sinyal masukan. Keterbatasan dari rise time akan menyebabkan data terdistorsi sehingga data tersebut akan *loss*. Maka untuk menghindari distorsi tersebut mensyaratkan bahwa suatu sistem memiliki nilai rise time (t_s) tidak lebih dari 70% dari time period (t_p)[4]. Spesifikasi nilai yang ditetapkan PT Indosat, Tbk adalah 35 ps. RTB dapat dihitung menggunakan persamaan (2) :

$$t_{sist}^2 = t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2$$

Dimana :
t_{tx} : *rise time transmitter*
t_{rx} : *rise time receiver*
t_f : *rise time fiber*

$$t_f^2 : D \times \alpha\lambda \times L$$

Dimana :
D : Dispersi Kromatik
αλ: Lebar spectral
L : Jarak Link

3.7.3 Quality of Service (QoS)

QoS adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik. Parameter diantaranya adalah *throughput*, *packet loss* dan *latency/delay*.

a. *Throughput*

Adalah untuk mengetahui kecepatan (rate) transfer data efektif yang diukur dalam bps. *Throughput* dapat dihitung menggunakan persamaan (3) :

$$P = \frac{s}{t} \text{ atau}$$

$$\textit{Throughput} : \frac{\text{Paket data yang diterima}}{\text{Total waktu pengamatan}}$$

Dimana :
P : *Throughput* aktual pada waktu pengiriman data (*bit per second*)
s : Ukuran data yang diterima (bit)
t : Waktu yang digunakan untuk melakukan pengiriman data (*second*)

Tabel 3.3 Standarisasi *Throughput*[3]

Kategori	*Throughput*
Sangat Bagus	100%
Bagus	95%
Sedang	90%
Jelek	< 85%

b. *Packet Loss*

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan banyaknya jumlah paket yang hilang selama proses pengiriman data dari sumber (pengirim) sampai ke tujuan (penerima).
Packet loss dapat dihitung menggunakan persamaan (4) :

Packet Loss:

$$\frac{(\text{Paket data dikirim} - \text{Paket data diterima})}{\text{Paket data dikirim}} \text{ x100\%}$$

Tabel 3.4 Standarisasi *Packet Loss* [3]

Kategori	*Packet Loss*
Sangat Bagus	0%
Bagus	1%
Sedang	3%
Jelek	5%

c. *Delay*

Delay Adalah waktu yang dibutuhkan paket data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan pada koneksi jaringan. *Delay* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (5) :

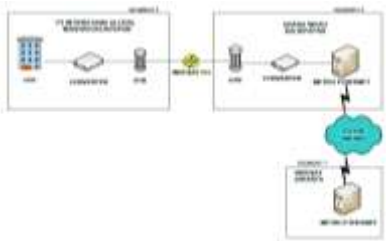
Latency : $\frac{\text{Paket } \textit{length}}{\textit{Bandwidth}}$

Tabel 3.5 Standarisasi *Delay* [3]

Kategori	*Delay*
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 400 ms
Jelek	>450 ms

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Improvement ini dibagi menjadi 3 segment, yaitu Segment 1 berada di area PT Indosat, Tbk Jakarta. Area ini merupakan titik awal/pusat konfigurasi yang kemudian terkoneksi dengan Balikpapan melalui Metro Ethernet. Segment 2 merupakan *site* sentral yang terdapat perangkat *converter Fiber to Ethernet* dan terkoneksi dengan Metro Ethernet PT Indosat, Tbk. Pada area ini terdapat *Optical Termination Box* (OTB) yang berfungsi sebagai *receiver* dan terhubung dengan server. Pada Segment 3 berada pada sisi pelanggan, pada segment ini terdapat OTB yang berfungsi sebagai *transmitter* dan terhubung dengan *converter*. Konfigurasi *improvement* ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Konfigurasi *Improvement*

Berikut hasil pengukuran dan pengukuran, berdasarkan analisa yang dilakukan :

4.1 Analisa pengukuran RSL link existing

Sistem radio yang digunakan yaitu sistem radio *microwave* PTP (*Point to Point*) NEC tipe iPasolink 100E, dengan frekuensi yang bekerja pada 7 GHz. Tujuan dari perhitungan RSL adalah untuk menjaga keseimbangan *gain* dan redaman guna mencapai SNR yang diinginkan di *receiver.*

Tabel 4.1 Perbandingan RSL

Site	Pengukuran RSL (dBm)		Perhitungan RSL (dBm)	Rth (dBm)
	IPASOLINK	Pathloss		
Ringroad – Kebun Sayur	-35,3	-13,0	-22,7	-69
Kebun Sayur – Kp. Baru	-24,9	-23,8	-23,4	-69
Kp. Baru – Karangau	-75,0	-76,1	-74,48	-69

4.2 Analisa Redaman FO pada link existing

Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur OPM sebanyak 4 *core* menggunakan panjang gelombang 1550 nm dengan standar ITU-T 0,35 dB/km. hasil pengukuran terlihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Pengukuran Redaman

No	Nomor Core	*Link Existing*		
		Daya (dBm)	Redaman (dB/Km)	Redaman Total (dB)
1	3	-5,6	-0,50	-3,96
2	5	-5,6	-1,56	-12,23
3	7	-5,6	-0,65	-5,11
4	10	-5,6	-1,24	-9,72
Rata-rata				-7,755

4.3 Analisa Redaman FO pada link improvement

Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur OPM sebanyak 4 *core* menggunakan panjang gelombang 1550 nm.

Tabel 4.3 Pengukuran Redaman

No	*Link Improvement*			
	Nomor Core	Daya (dBm)	Redaman (dB/Km)	Redaman Total (dB)
1	2	-5,1	0,262	2,01
2	3	-5,1	0,285	2,19
3	4	-5,1	0,213	1,64
4	5	-5,1	0,252	1,94
Rata-rata				1,945

4.4 Analisa Power Link Budget

Telah dilakukan pengukuran dengan menggunakan *Optical Power Meter* (OPM) terhadap *link existing* dengan *link improvement*, hasil pengukuran terlihat pada table 4.4.

Tabel 4.4 Parameter PLB

No	Core	Daya/ P_{TX} (dBm)	Redaman Total/ $\Sigma Loss$ (dB)	Margin (dB)	Rx Seasitivity (dBm)
Link Existing					
1	3	-5,6	3,9765	3	-27
2	5	-5,6	3,9765	3	-27
3	7	-5,6	3,9765	3	-27
4	10	-5,6	3,9765	3	-27
Link Improvement					
1	2	-5,1	3,9345	3	-27
2	3	-5,1	3,9345	3	-27
3	4	-5,1	3,9345	3	-27
4	5	-5,1	3,9345	3	-27

Sedangkan perhitungan PLB dapat menggunakan persamaan (1) :

Link Existing

$P_{RX} = P_{TX} - (\Sigma Loss + Margin)$

$P_{RX} = -5,6\ dBm - (3,9765 + 3)\ dB$

$= -5,6\ dBm - 6,9765\ dB$

$= -12,5765\ dBm$

Link Improvement

$P_{RX} = P_{TX} - (\Sigma Loss + Margin)$

$P_{RX} = -5,1\ dBm - (3,9345 + 3)\ dB$

$= -5,1\ dBm - 6,9345\ dB$

$= -12,0345\ dBm$

4.5 Analisa Rise Time Budget

Data yang dibutuhkan untuk menghitung RTB seperti yang terlihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Parameter RTB

No	Komponen	Nilai
1	Panjang Gelombang	1550 nm
2	Jarak (L)	Existing : 7,79 km Improvement : 7,67 km
3	*Rise time transmitter (ttx)*	35 ps
4	*Rise time receiver (trx)*	35 ps
5	Lebar spektral (αλ)	0,1 nm
6	Dispersi kromatis (D)	4,3 ps/nm.km

Dengan menggunakan data pada parameter yang terlihat pada Tabel 4.4, maka didapat hasil perhitungan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

Link Existing

$t_f = D \times \alpha\lambda \times L$

$t_f = 4,3\ ps/nm.km \times 0,1nm \times 7,79\ km$

$t_f = 3,3497\ ps$

$t_{sist}^2 = t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2$

$= 35^2 + 35^2 + 3,3497^2$

$= 1225 + 1225 + 11,220$

$= 2461,22^{1/2} = 49,610\ ps$

Link Improvement

$t_f = D \times \alpha\lambda \times L$

$t_f = 4,3\ ps/nm.km \times 0,1nm \times 7,67km$

$t_f = 3,2981\ ps$

$t_{sist}^2 = t_{tx}^2 + t_{rx}^2 + t_f^2$

$= 35^2 + 35^2 + 3,2981^2$

$= 1225 + 1225 + 10,877$

$= 2460,87^{1/2} = 49,607\ ps$

4.6 Analisa QoS

Analisa juga dilakukan dengan pengukuran QoS untuk mengetahui baik dan buruknya kualitas suatu jaringan, pengukuran yang telah dilakukan yaitu *throughput, packet loss* dan *delay.*

Perhitungan *throughput* dilakukan menggunakan persamaan (3), *packet loss* menggunakan persamaan (4), dan *Delay* menggunakan persamaan (5). Perbandingan nya dapat dilihat pada tabe; 4.5 .

Tabel 4.5 Pengukuran QoS

Parameter QoS	*Link Existing*			*Link Improvement*		
	Pengukuran	Perhitungan	Keterangan	Pengukuran	Perhitungan	Keterangan
Throughput	1,698 Mbps	1,6 Mbps	Ideal	2,000 Mbps	2 Mbps	Sangat Bagus
Packet Loss	0%	0%	Sangat Bagus	0%	0%	Sangat Bagus
Delay	5 - 11 ms	6,43 ms	Bagus	1 - 5 ms	2,3 ms	Sangat Bagus

Tabel 4.5 pengukuran *end to end* dari *link existing* dan *link improvement*. Mengacu pada standar QoS dan standar performansi jaringan PT Indosat Tbk, *link existing* memiliki performa jaringan yang bagus namun rentan gangguan. Sedangkan hasil pengukuran pada *link improvement*

menunjukkan performa jaringan yang bagus, sehingga migrasi jaringan ini dapat dinyatakan berhasil.

V. KESIMPULAN

1. Hasil pengukuran dan perhitungan pada *site* Ringroad – Kebun Sayur, Kebun Sayur – Kampung Baru, *link* berjalan dengan baik karena hasil pengukuran maupun perhitungan menunjukkan nilai RSL ≥ Rth. Sedangkan pada site Kampung Baru – Kariangau menunjukkan nilai RSL kurang dari daya *threshold*, dan link mengalami *down*/gangguan.
2. Hasil perhitungan *power link budget* antara media transmisi fiber optik pada *link existing* -12,5765 dBm dan pada *improvement* -12,0345 dBm, hasil pada *improvement* masih masuk ke dalam batas standar yang ditetapkan PT Indosat Tbk yaitu -10 dBm.
3. Hasil perhitungan *rise time budget* pada *existing* 49,610 ps dan improvement 49,607 ps. Hasil perhitungan ini masih masuk dalam batas standar yang ditetapkan PT Indosat, Tbk yaitu 70 ps.
4. Berdasarkan pengukuran pada QoS yang dilakukan, menunjukkan performa *link existing* berada pada standar kategori "Bagus" sedangkan *link improvement* berada pada kategori 1 tingkat diatas yaitu "Sangat Bagus" terlihat dari nilai pengukuran dan perhitungannya yang masuk ke standar yang ditetapkan pada Bab 2.7, sehingga *improvement* dapat dinyatakan berhasil.

VI. REFERENSI

[1] Pramono, Subuh. 2014. Analisa Perencanaan Power Link Budget untuk Radio Microwave Point to Point Frekuensi 7 GHz (Studi Kasus : Semarang). Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Politeknik Negeri Semarang.

[2] Auzaly, Rochmah N.S. 2018. Analisis *Power Budget* Jaringan Komunikasi Serat Optik PT Telkom di STO Jatinegara. Jurnal. Departemen Elektro Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.

[3] *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON) *General aspect of Quality of Service* (QoS). *www.etsi.org*. Diakses pada tanggal 04 Desember 2017.

[4] Efriyanda, Okses. Delsina Faiza. Ahmaddul Hadi. 2014. Analisis Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik Dengan Mengguankan Metode *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* pada PT Telkom (Studi Kasus Link Batusangkar – Lintau). Jurnal Vol.2 No.2. Jurnal Vokasional Teknik Elektronika & Informatika.

[5] Permenkominfo No.33. tentang Perencanaan Penggunaan Pita Frekuensi Radio *Microwave Link* Titik ke Titik (*Point to Point*). 2015. *http://jdih.kominfo.go.id/*. Diakses pada tanggal 29 November 2017