

PERANCANGAN JARINGAN FIBER OPTIK DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS RIAU

Adriansyah, Anhar, Febrizal

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293, Indonesia

E-mail: Adriansyahadri17@gmail.com

ABSTRAK

Universitas Riau menggunakan media *fiber* optik (FO) untuk mendukung penggunaan *internet* dan *intranet*. Saat ini, UR menjalin kerja sama dengan PT. Telkom yang menyediakan koneksi *internet* dengan *bandwidth* 90 Mbps. Sementara untuk jaringan *backbone local*, yang menghubungkan antar gedung di lingkungan UR dan terhubung ke *gateway internet*, digunakan FO dengan topologi *star*. Sistem *multimode* dengan topologi *star* yang tidak memiliki jalur cadangan yang berbeda dari jalur utama dan telah berumur 15 tahun lebih, tidak akan mampu untuk mendukung kebutuhan *bandwidth*, performa yang diinginkan dan *reliability* dalam waktu mendatang. Perancangan jaringan baru dengan estimasi *bandwidth*, performa dan *reliability* yang mendukung berbagai layanan kedepannya dilakukan dengan memperhitungkan *power budget*, *risetime budget* dan *bandwidth*. Demi mendukung kebutuhan *bandwidth* dalam 30 tahun lebih kedepan, dialokasikan *bandwidth* 1 Gbps.

Kata Kunci: *Fiber* optik, *power budget*, *bandwidth*, jaringan

ABSTRACT

University of Riau (UR) has implemented *fiber* optic (FO) network to support *internet* and *intranet* demand. Nowadays, UR has leased 90 Mbps from PT. Telkom for UR *internet* usage, and for *intranet*, UR has a *backbone local* that using for connect between buildings with *star* topology. *Multimode* system that has been implemented does not have different backup link and already has been 15 years more. At the future, the existing system will not be able enough to support *bandwidth* demands, desired performance, and *reliability*. New design of FO network will have been done after consider *power budget*, *risetime budget*, *bandwidth* needs and *reliability* as good as UR needing. 1 Gbps *bandwidth* will be allocated for the new system and have been predicted to support UR needing in the next 30 years and more.

Keywords: *Fiber* optic, *power budget*, *bandwidth*, network

PENDAHULUAN

Dalam rangka mendukung kebutuhan akademik untuk mengakses layanan *internet* dan *intranet* yang begitu besar, Universitas Riau (UR) menggunakan *fiber* optik (FO) sebagai media transmisi untuk jaringan *backbone* yang menghubungkan antar gedung atau lembaga. Untuk kebutuhan *internet*, UR menjalin kerjasama dengan PT Telkom, yang menyediakan koneksi dengan *bandwidth* sebesar 90 Mbps. Sementara untuk jaringan *intranet*,

UR menggunakan topologi *star* menggunakan kabel *multimode* dengan standard *Fast Ethernet* (802.3u).

Penggunaan topologi *star* pada jaringan *local backbone* UR, digunakan dengan 10 buah kabel FO dengan jumlah 4 *core* untuk tiap kabel. Penggunaan 4 *core* untuk koneksi dari Pusat Komputer (Puskom) ke setiap fakultas dan lembaga di UR ini mengalokasikan 2 *core* sebagai *core* aktif dan 2 *core* untuk cadangan, kecuali alokasi *core* untuk Pustaka, PPLH dan Lemlit. Namun, 2 *core* yang dialokasikan untuk

cadangan tidak sesuai dengan peruntukannya, karena berada pada jalur kabel yang sama, sehingga bila terjadi suatu masalah pada jalur tersebut, maka jalur tersebut juga tidak bisa mentransmisikan data.

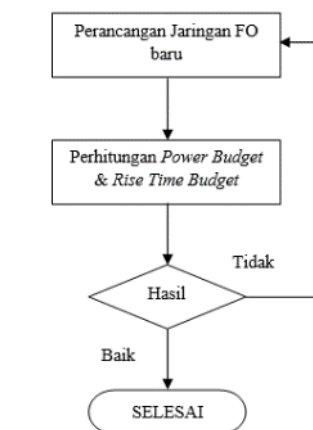
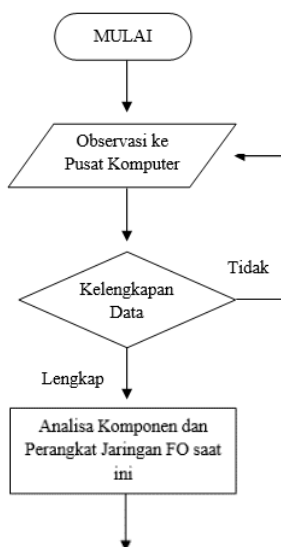
Instalasi awal yang menggunakan kabel *direct buried* juga dapat menjadi landasan perancangan jaringan baru, selain penggunaan *multimode*. Menurut data Alcoa Fujikura Ltd, kabel *direct buried* memiliki *failure rate* yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan kabel *duct* ataupun kabel *aerial*.

Data dari Puskom UR menunjukkan bahwa penyewaan *bandwidth* untuk memenuhi kebutuhan *internet* dan *intranet* semakin besar setiap tahunnya seiring dengan bertambahnya jumlah *user* di UR. Penggunaan sistem *multimode* dengan topologi *star* yang memiliki *back-up* pada jalur yang sama harus menjadi pertanyaan dalam 5 tahun kedepan.

Selain faktor diatas, perancangan jaringan *fiber* optik di Universitas Riau harus juga dilakukan, karena mengingat jaringan *fiber* optik di Universitas Riau telah berumur lebih kurang 15 tahun. Beberapa perangkat sistem fiber optik akan mengalami penurunan kinerja selama waktu pakainya (Elliot & Crisp, 2005).

METODE

Penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap metode, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Observasi ke Pusat Komputer

Observasi ke Puskom UR dimaksudkan untuk mengetahui implementasi penggunaan media *fiber* optik di lingkungan UR Panam saat ini, mulai dari perangkat yang digunakan, topologi yang digunakan, jalur OSP, dan teknologi yang digunakan. Data dari Puskom ini diharapkan dapat menjadi acuan ataupun pertimbangan bagi penulis untuk merancang jaringan FO yang baru.

Analisa Jaringan FO UR Saat Ini

Saat ini, jaringan FO UR melayani 10 fakultas dan lembaga di lingkungan kampus Panam, 1 Fakultas Kedokteran (FK) Gobah, dan GDLN untuk melayani fakultas dan lembaga di kampus Gobah. Jaringan FO yang digunakan untuk menghubungkan FK dan GDLN merupakan jaringan PT. Telkom yang di sewa karena letaknya yang berada jauh dari Puskom UR dan menjadi tanggung jawab PT. Telkom.



Gambar 2. Topologi Jaringan FO UR Panam

Untuk menghubungkan Puskom ke fakultas dan lembaga digunakan kabel *multimode 4 core* dengan pembagian *2 core*

aktif dan 2 *core* cadangan. Alokasi *core* ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alokasi Core Jaringan Fiber Optik UR

Port	Tube	Core	From	To	Status	Remark
1	Biru	1	Puskom	Teknik	Active	
2	Orange	2	Puskom	Teknik	Active	Cable 1
3	Hijau	3	Puskom	Teknik	Back-up	
4	Coklat	4	Puskom	Teknik	Back-up	
5	Biru	1	Puskom	Faperta	Active	
6	Orange	2	Puskom	Faperta	Active	Cable 2
7	Hijau	3	Puskom	Faperta	Back-up	
8	Coklat	4	Puskom	Faperta	Back-up	
9	Biru	1	Puskom	Faperika	Active	
10	Orange	2	Puskom	Faperika	Active	Cable 3
11	Hijau	3	Puskom	Faperika	Back-up	
12	Coklat	4	Puskom	Faperika	Back-up	
13	Biru	1	Puskom	FKIP	Back-up	
14	Orange	2	Puskom	FKIP	Active	Cable 4
15	Hijau	3	Puskom	FKIP	Back-up	
16	Coklat	4	Puskom	FKIP	Active	
17	Biru	1	Puskom	FISIP	Active	
18	Orange	2	Puskom	FISIP	Active	Cable 5
19	Hijau	3	Puskom	FISIP	Back-up	
20	Coklat	4	Puskom	FISIP	Back-up	
21	Biru	1	Puskom	Lemlit & PPLH	Active	
22	Orange	2	Puskom	Lemlit & PPLH	Active	Cable 6
23	Hijau	3	Puskom	Pustaka	Active	
24	Coklat	4	Puskom	Pustaka	Active	
25	Biru	1	Puskom	Rektorat	Active	
26	Orange	2	Puskom	Rektorat	Active	Cable 7
27	Hijau	3	Puskom	Rektorat	Back-up	
28	Coklat	4	Puskom	Rektorat	Back-up	
29	Biru	1	Puskom	FMIPA	Active	
30	Orange	2	Puskom	FMIPA	Active	Cable 8
31	Hijau	3	Puskom	FMIPA	Back-up	
32	Coklat	4	Puskom	FMIPA	Back-up	
33	Biru	1	Puskom	Fekon	Active	
34	Orange	2	Puskom	Fekon	Active	Cable 9
35	Hijau	3	Puskom	Fekon	Back-up	
36	Coklat	4	Puskom	Fekon	Back-up	
37	Biru	1	Puskom	BPTIK	Active	
38	Orange	2	Puskom	BPTIK	Active	Cable 10
39	Hijau	3	Puskom	BPTIK	Back-up	
40	Coklat	4	Puskom	BPTIK	Back-up	

Perancangan Jaringan FO baru UR

Setelah menganalisa jaringan FO UR saat ini, penulis memperkirakan beberapa hal yang akan menjadi masalah kedepannya dan harus menjadi bahan masukan dan pertimbangan dalam perancangan jaringan baru. Hal-hal tersebut diantaranya:

- Bertambahnya jumlah *user* yang tentunya akan memperbesar penggunaan *bandwidth*.
- Pengembangan infrastruktur yang tentunya akan mengganggu atau memberi beban di sekitar OSP kabel.
- Perbaikan-perbaikan yang tentunya akan menambah *loss* daya.
- Pembangunan gedung-gedung baru disekitar OSP yang tentunya membutuhkan akses layanan *internet* dan *intranet*, sangat tidak efisien jika harus membenteng kabel *fiber* baru dari puskom ke gedung baru tersebut.
- Layanan *internet* dan *intranet* kedepannya yang semakin beragam yang membutuhkan *bandwidth* besar dan performa yang optimal.

Untuk menghadapi dan mencegah masalah-masalah yang akan muncul pada jaringan FO UR kedepannya seperti yang tersebut di atas, penulis menjawab masalah yang akan timbul tersebut dengan beberapa solusi, diantaranya:

- Perancangan akan menggunakan *fiber singlemode* G. 652 A yang mampu mendukung standar *Gigabit Ethernet* dan *10 Gigabit Ethernet*.
- Penggunaan *transmitter* dan *receiver* dengan waktu yang cukup singkat. Nilai *rise time* yang harus dipenuhi akan terlihat setelah analisa *rise time* dan *bandwidth* dilakukan.
- Penggunaan kabel *duct* yang memiliki *reliability* lebih lama, kemudahan instalasi dan perawatan, jika dibandingkan kabel *direct buried*.
- Pembuatan *link back up* yang akan otomatis bekerja saat *main link* mengalami masalah.
- Penggunaan standar *Gigabit Ethernet* (IEEE 802.3 z) untuk topologi *ring*. Sementara, topologi *star* masih bisa diakomodir oleh standar *Fast Ethernet* (IEEE 802.3 u). Standar ini akan memastikan penggunaan *bandwidth* akan terbagi dan terpakai hingga ke *end user*.
- Pembuatan *hand hole* pada topologi *star* dan menjadikan sebuah gedung menjadi gedung utama yang akan mencakup beberapa gedung. Hal ini dimaksudkan agar pengembangan jaringan di UR tidak akan mengganggu kinerja keseluruhan jaringan.
- Peletakan *port transmit*, *receive* dan *backup* secara teratur dan berdampingan. Melihat *port* pada jaringan UR saat ini, sulit sekali untuk dibedakan dan terdapat lebih dari 1 OTB atau ODF. Dengan peletakan secara teratur dan hanya menggunakan 1 OTB/ODF akan mempermudah pembedaan *port*.

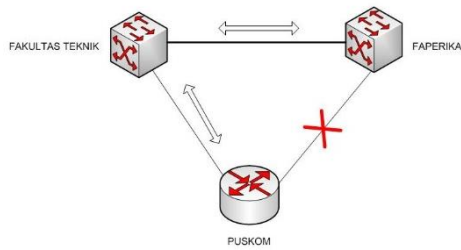
Parameter-parameter diatas akan dijadikan pedoman dalam perancangan jaringan FO baru. Perancangan jaringan FO baru memerlukan beberapa tahapan, diantaranya:

a. Perancangan Topologi

Pada penelitian ini, akan ada dua topologi yang akan dibahas, yaitu topologi *ring* dan topologi *star* dengan *backup* topologi *ring*.

1. Topologi Ring

Penggunaan topologi ring pada jaringan FO UR memungkinkan *link backup* pada jalur yang sama dan berbeda.



Gambar 3. Backup pada Topologi Ring

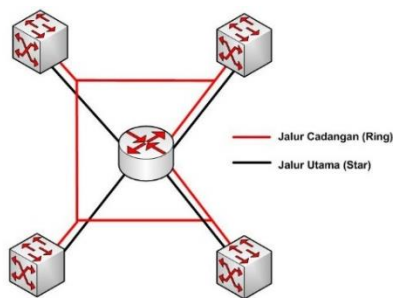
Perancangan dengan topologi *ring*, menggunakan *fiber* dengan jumlah 8 *core* dengan 2 *core* utama dan 6 *core* backup. Alokasi *core* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Alokasi Core Topologi Ring

Core	Status
1	Active
2	Active
3	Backup
4	Backup
5	Backup
6	Backup
7	Backup
8	Backup

2. Topologi Star (Ring Backup)

Peneliti juga merancang jaringan *star* dengan kabel 24 *core* untuk *main route* dan 8 *core* untuk *sub route*. Selain itu, juga akan digunakan *joint closure* sebagai media untuk mencabangkan *core* ke masing-masing *end point*. Jika dilihat secara kabel, maka jaringan ini berbentuk *ring*. Namun, secara *core* maka jaringan ini terlihat *star*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 4. Topologi Star dengan Backup Ring

Tabel 3. Alokasi Core Topologi Star dengan Backup Ring

Port	Tube	Core	From	To	Status	Hand Hole
1	Biru	1	Puskom 1	Faperika	Tx	JT 1
2		2	Puskom 1	Faperika	Rx	JT 1

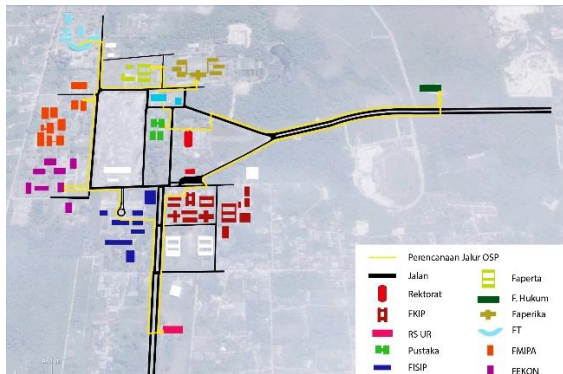
3		3	Puskom 1	Faperta	Tx	JT 1
4		4	Puskom 1	Faperta	Rx	JT 1
5		5	Puskom 1	FT	Tx	JT 2
6		6	Puskom 1	FT	Rx	JT 2
7		7	Puskom 1	FMIPA	Tx	JT 2
8		8	Puskom 1	FMIPA	Rx	JT 2
9	Orang e	9	Puskom 1	Fekon	Tx	JT 3
10		10	Puskom 1	Fekon	Rx	JT 3
11		11	Puskom 1	FISIP	Tx	JT 3
12		12	Puskom 1	FISIP	Rx	JT 3
13		13	Puskom 1	New Customer		
14		14	Puskom 1	New Customer		
15	Hijau	15	Puskom 1	New Customer		
16		16	Puskom 1	New Customer		
17		17	Puskom 1	New Customer		
18		18	Puskom 1	New Customer		
19		19	Puskom 1	New Customer		
20		20	Puskom 1	New Customer		
21	Coklat	21	Puskom 1	Back-up (Ring)		
22		22	Puskom 1	Back-up (Ring)		
23		23	Puskom 1	Back-up (Ring)		
24		24	Puskom 1	Back-up (Ring)		
25		1	Puskom 2	RS Pendidikan	Tx	JT 4
26		2	Puskom 2	RS Pendidikan	Rx	JT 4
27	Biru	3	Puskom 2	FKIP	Tx	JT 4
28		4	Puskom 2	FKIP	Rx	JT 4
29		5	Puskom 2	Rektorat	Tx	JT 5
30		6	Puskom 2	Rektorat	Rx	JT 5
31		7	Puskom 2	FH	Tx	JT 5
32		8	Puskom 2	FH	Rx	JT 5
33	Orang e	9	Puskom 2	Pustaka	Tx	JT 5
34		10	Puskom 2	Pustaka	Rx	JT 5
35		11	Puskom 2	New Customer		
36		12	Puskom 2	New Customer		
37		13	Puskom 2	New Customer		
38	Hijau	14	Puskom 2	New Customer		
39		15	Puskom 2	New Customer		
40		16	Puskom 2	New Customer		

41	17	Puskom 2	New Customer
42	18	Puskom 2	New Customer
43	19	Puskom 2	New Customer
44	20	Puskom 2	New Customer
45	21	Puskom 2	Back-up (Ring)
46	22	Puskom 2	Back-up (Ring)
47	23	Puskom 2	Back-up (Ring)
48	24	Puskom 2	Back-up (Ring)

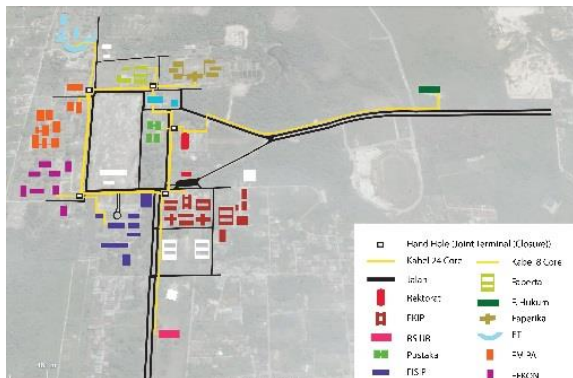
Perancangan pada jaringan ini juga akan menggunakan *handhole*. Penggunaan *handhole* juga diharapkan mempermudah jika ada permintaan layanan baru. *Handhole* berfungsi sebagai *joint* terminal yang berisi *closure* sebagai percabangan kabel *main route* dan kabel *subroute*.

b. Perancangan OSP

Setelah menentukan topologi, akan dilanjutkan dengan pembuatan jalur OSP. Pembuatan jalur OSP didasarkan dengan pemilihan rute terdekat dan teraman antar gedung.



Gambar 5. OSP topologi ring



Gambar 6. OSP Topologi star

Dalam perhitungan panjang *fiber* yang akan digunakan, ada beberapa parameter yang akan diperkirakan, untuk instalasi ke dalam gedung dialokasikan 20 meter dan gulungan kabel 40 meter untuk tiap nk. Kabel yang akan digunakan dari *handhole* ke gedung ataupun sebaliknya dialokasikan 10 meter untuk instalasi ke dalam gedung dan 20 meter untuk *slack*. Kabel dari *handhole* ke *handhole* dialokasikan 10 meter untuk *slack*.

Perhitungan Power Budget dan Rise Time Budget

Dari perancangan yang dilakukan, telah didapatkan komponen dan nilai-nilai yang dapat digunakan untuk menghitung nilai *power budget*.

Perhitungan *power budget* dilakukan dengan persamaan:

$$\text{Loss Minimum} = (\text{Panjang Fiber} \times \text{Attenuasi}) + (\text{Loss Connector} \times \text{Jml Connector}) + (\text{Loss Splice} \times \text{Jml Sambungan}) \quad (1)$$

$$\text{Loss Maksimum} = \text{Loss Minimum} + \text{Aging Loss} + \text{Perbaikan} + \text{Cadangan} \quad (2)$$

Dalam menentukan *loss* minimum yang akan dihasilkan sistem, akan ditentukan *loss* yang diakibatkan oleh penyambungan, *connector*, dan *patch cord*.

Tabel 4. Loss Akibat Penyambungan, Connector dan Patch Cord

Topologi	Connector		Splice Fusi		Patch Cord	
	Loss	Jumlah	Loss	Jumlah	Loss	Jumlah
Ring	1 dB	2	-	-	0.3 dB	2
Star Backup Ring	1 dB	2	0.2 dB	1	0.3 dB	2

Perhitungan *loss* maksimum sistem juga akan dilakukan untuk mengetahui *loss* sistem yang mungkin dihasilkan sistem akibat waktu pakainya.

Tabel 5. Faktor-Faktor yang Dapat Menambah Loss (Maximum Loss)

Faktor	Estimasi Loss
Aging	1,2 dB
Perbaikan	1,5 dB
Cadangan (Margin)	3 dB

Pada perhitungan *rise time budget*, karena menggunakan standard ITU-T G.652, digunakan *maximum zero dispersion slope coefficient* (S_0)

max) 0.092 ps/nm² x km dan koefisien disperse ditentukan dengan persamaan:

$$\frac{\lambda_{S_0 \max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda_{S_0 \max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\min}}{\lambda} \right)^4 \right] \quad (3)$$

Nilai yang diambil untuk perancangan adalah nilai koefisien dispersi maksimum.

Setelah menentukan koefisien dispersi, perhitungan *risetime fiber* dapat dilakukan, untuk selanjutnya dapat ditentukan *risetime* yang harus dipenuhi perangkat *transmitter* dan *receiver*. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Bandwidth} = \frac{0,35}{t_{r_{SYS}}} \quad (4)$$

$$t_{r_{Tx}} + t_{r_{Rx}} = \sqrt{t_{r_{SYS}}^2 - t_{r_{Fiber}}^2} \quad (5)$$

HASIL DAN ANALISIS

Power Budget

Perhitungan *power budget* dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter yang telah ditentukan. Hasil perhitungan ini menghasilkan *loss* minimum dan *loss* maksimum. *Loss* minimum merupakan akumulasi *loss* dari *loss* maksimum yang dihasilkan setiap komponen-komponen yang digunakan dalam perancangan jaringan FO. Sementara *loss* maksimum merupakan *loss* yang akan dihasilkan sistem dalam beberapa tahun kedepan akibat *lifetime* komponen-komponen, gangguan-gangguan dan perbaikan-perbaikan.

Tabel 6. Power Budget Topologi Ring

Link	Jarak (Km)	Loss Minimum (dB)	Loss Maximum (dB)
Puskom - Faperika	0.2444	2.69776	8.39776
Faperika - Faperta	0.3509	2.74036	8.44036
Faperta – Teknik	0.74921	2.899684	8.599684
Teknik – MIPA	0.47526	2.790104	8.490104
MIPA – Ekonomi	0.52726	2.810904	8.510904
Ekonomi – FISIP	0.36484	2.745936	8.445936
FISIP – RS UR	0.63485	2.85394	8.55394
RS UR - FKIP	0.63718	2.854872	8.554872
FKIP – Hukum	1.24998	3.099992	8.799992
Hukum – Rektorat	1.14388	3.057552	8.757552

Rektorat – Pustaka	0.1583	2.66332	8.36332
Pustaka – Puskom	0.1844	2.67376	8.37376

Tabel 7. Power Budget Topologi Star

Link	Jarak (Km)	Loss Minimum (dB)	Loss Maximum (dB)
Puskom - Faperika	0.25198	2.900792	8.600792
Puskom - Faperta	0.22572	2.890288	8.590288
Puskom – Teknik	0.66357	3.065428	8.765428
Puskom – MIPA	0.42968	2.971872	8.671872
Puskom – Ekonomi	0.86522	3.146088	8.846088
Puskom – FISIP	0.97641	3.190564	8.890564
Puskom – RS UR	1.0052	3.20208	8.90208
Puskom- FKIP	0.5253	3.01012	8.71012
Puskom – Rektorat	0.24138	2.896552	8.596552
Puskom – Pustaka	0.27866	2.911464	8.611464
Puskom – Hukum	1.36574	3.346296	9.046296

Tabel 8. Power Budget Topologi Star (Ring Backup)

Link	Jarak (Km)	Loss Minimum (dB)	Loss Maximum (dB)
Puskom - Faperika	0.25198	2.900792	8.600792
Faperika - Faperta	0.35794	2.943176	8.643176
Faperta – Teknik	0.76953	3.107812	8.807812
Teknik – MIPA	0.47845	2.99138	8.69138
MIPA – Ekonomi	0.6801	3.07204	8.77204
Ekonomi – FISIP	0.36073	2.944292	8.644292
FISIP – RS UR	1.1308	3.25232	8.95232
RS UR - FKIP	0.66978	3.067912	8.767912
FKIP – Rektorat	0.42106	2.968424	8.668424
Rektorat – Hukum	1.2615	3.3046	9.0046
Hukum – Pustaka	1.29878	3.319512	9.019512
Pustaka – Puskom	0.27866	2.911464	8.611464

Dari perhitungan *loss budget* di atas, tidak ditemukan perbandingan *loss* yang jauh berbeda antar link, karena jarak antar tiap *link* juga tidak jauh berbeda. Dalam perancangan awal, dapat diletakkan redaman untuk selanjutnya akan dilepaskan jika *loss* sistem membesar. Selain itu, juga dapat disimpulkan bahwa tidak dibutuhkannya *repeater* ataupun penguat, karena *loss* dB yang dihasilkan sistem tidak terlalu besar.

Penggunaan *transmitter* dan *receiver* yang akan digunakan harus memiliki *loss allowable budget* ≥ 4 dB. Nilai 4 dB didasarkan pada hasil terbesar perhitungan *loss* minimum sebesar 3.34 dB pada link Puskom – Hukum topologi *star*. Perangkat *transmitter* umumnya memiliki rentang daya ± 6 dB, dan rentang sensitivitas *receiver* yang lebih besar. Tidak ada batas maksimum yang harus dipenuhi untuk *loss allowable budget* yang dihasilkan sistem. Hasil *loss* terbesar perhitungan untuk *loss* maksimum adalah 9.04 dB pada link Puskom – Hukum topologi *star*.

Namun, alokasi 4 dB masih dapat menimbulkan masalah pada beberapa tahun kedepan, jika *loss* sistem membesar. Untuk lebih aman, dapat digunakan *transmitter* dan *receiver* yang memiliki *loss allowable budget* ≥ 11 dB. Nilai 11 dB didapat dengan mempertimbangkan nilai *loss* 9,04 dB atau nilai *loss* maksimum yang akan dihasilkan sistem, jika dirasakan daya yang dikirimkan terlalu besar dan hampir mencapai nilai minimum sensitivitas *receiver*, seperti pembahasan sebelumnya, redaman dapat digunakan.

Rise Time Budget

Bandwidth yang diinginkan dari perancangan sistem jaringan FO ini adalah 1 Gbps dan mendukung standar *Ethernet Gigabit*. *Bandwidth* ini sangat cukup untuk kebutuhan *bandwidth* jaringan internal UR selama 30 tahun kedepan atau lebih. *Bandwidth* merupakan *variable* yang tetap pada perancangan ini dan *risetime transmitter* dan *receiver* ditentukan oleh *bandwidth* yang diinginkan.

Analisa ini juga membahas faktor dispersi yang mempengaruhi *bandwidth* dan *risetime*. Seperti pada pembahasan sebelumnya tentang dispersi, dispersi dipengaruhi oleh lebar panjang gelombang yang dipancarkan oleh LASER, selain jarak. Pada perancangan ini lebar spektrum digunakan 2 nm yang merupakan nilai maksimum dari LASER.

Tabel 9. Rise Time Topologi Ring

Link	Cable length (Km)	Rise Time System (ps)	Risetime Transceiver (ps)
Puskom - Faperika	0.2444	350	349.9998213
Faperika - Faperta	0.3509	350	349.9996317
Faperta – Teknik	0.74921	350	349.9983211
Teknik – MIPA	0.47526	350	349.9993244

MIPA – Ekonomi	0.52726	350	349.9991685
Ekonomi – FISIP	0.36484	350	349.9996019
FISIP – RS UR	0.63485	350	349.9987945
RS UR - FKIP	0.63718	350	349.9987857
FKIP – Hukum	1.24998	350	349.9953267
Hukum – Rektorat	1.14388	350	349.9960864
Rektorat – Pustaka	0.1583	350	349.999925
Pustaka – Puskom	0.1844	350	349.9998983

Tabel 10. Rise Time Topologi Star

Link	Cable length (Km)	Rise Time System (ps)	Risetime Transceiver (ps)
Puskom - Faperika	0.25198	350	349.9998213
Puskom - Faperta	0.22572	350	349.9996317
Puskom – Teknik	0.66357	350	349.9983211
Puskom – MIPA	0.42968	350	349.9993244
Puskom – Ekonomi	0.86522	350	349.9991685
Puskom – FISIP	0.97641	350	349.9996019
Puskom – RS UR	1.0052	350	349.9987945
Puskom- FKIP	0.5253	350	349.9987857
Puskom – Hukum	0.24138	350	349.9953267
Puskom – Rektorat	0.27866	350	349.9960864
Puskom – Pustaka	1.36574	350	349.999925
Puskom - Faperika	0.25198	350	349.9998983

Tabel 11. Rise Time Topologi Ring Backup (Star)

Link	Cable length (Km)	Rise Time System (ps)	Risetime Transceiver (ps)
Puskom - Faperika	0.25198	350	349.9998101
Faperika - Faperta	0.35794	350	349.9996168
Faperta – Teknik	0.76953	350	349.9982288
Teknik – MIPA	0.47845	350	349.9993153
MIPA – Ekonomi	0.6801	350	349.9986166
Ekonomi – FISIP	0.36073	350	349.9996108
FISIP – RS UR	1.1308	350	349.9961754
RS UR - FKIP	0.66978	350	349.9986582
FKIP – Rektorat	0.42106	350	349.9994697
Rektorat – Hukum	1.2615	350	349.9952401
Hukum – Pustaka	1.29878	350	349.9949547
Pustaka – Puskom	0.27866	350	349.9997677

Nilai *rise time* sistem 350 ps pada tabel di atas, disebabkan oleh alokasi *bandwidth* 1 Gbps. Nilai *rise time* sistem dan nilai *rise time fiber* akan menghasilkan *rise time* dari perangkat *transmitter* dan *receiver*. *Rise time* dari perangkat *transmitter* dan *receiver* yang akan digunakan harus lebih cepat dari 349 ps agar memenuhi nilai *bandwidth* yang diinginkan. Kebutuhan sistem sebesar 1 Gbps akan terpenuhi dengan memenuhi nilai *risetime transmitter* dan *receiver* tersebut.

Hasil dari perhitungan *risetime* dan *bandwidth* ini juga menegaskan tidak dibutuhkannya kompensator dispersi DCM dalam perancangan, karena panjang *fiber* yang akan digunakan tidak mengakibatkan nilai dispersi menjadi sangat besar. Nilai *risetime fiber* yang diakibatkan oleh dispersi total *fiber* pada perancangan sistem ini hanya < 2 ps.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan analisa dan perhitungan pada perancangan yang penulis lakukan, penulis menyimpulkan:

- Penggunaan kabel *singlemode* G. 652A akan memenuhi kebutuhan *bandwidth* Universitas Riau dalam 30 tahun kedepan atau lebih yang diperkirakan 1 Gbps.
- Loss* terbesar pada perancangan jaringan FO dengan topologi *ring* terletak pada link FKIP - F. Hukum, yaitu *loss* minimum 3.09 dB dan *loss* maksimum 8.79 dB.
- Loss* terbesar pada perancangan jaringan FO baru dengan topologi *star* terletak pada link Puskom - F. Hukum, yaitu *loss* minimum 3.34 dB dan *loss* maksimum 9.04 dB.
- Loss* terbesar pada perancangan jaringan FO baru pada *link backup ring* dengan topologi *star* terletak pada link F. Hukum - Pustaka, yaitu *loss* minimum 3.31 dB dan *loss* maksimum 9.01 dB.
- Sistem yang dirancang ini harus menggunakan *transmitter* dan *receiver* yang memiliki *allowable loss budget* ≥ 4 dB, atau dengan menggunakan *transmitter* dan *receiver* dengan *allowable loss budget* ≥ 10 dB yang akan dihubungkan ke redaman sebelum terhubung ke perangkat *receiver*.
- Risetime* dari perangkat *transmitter* dan *receiver* harus lebih kecil dari 0.349 ns atau 349 ps.

Saran

Saran untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya yang berhubungan dengan judul skripsi ini adalah:

- Analisa peformansi dan kinerja jaringan FO UR saat ini.
- Analisa peformansi jaringan FO dan radio UR *link* Gobah, Kedokteran dan GDLN
- Analisa penggunaan FDDI dan MPLS dalam perancangan jaringan FO Universitas Riau
- Analisa kebutuhan *bandwidth* UR dalam beberapa tahun kedepan.
- Analisa *bandwidth* jaringan FO UR berdasarkan format *coding* (NRZ, RZ, Manchester, dll).

DAFTAR PUSTAKA

- Alcoa Fujikura Ltd. (2001). *Reliability of fiber optic cable systems: buried fiber optic cable optical ground wire cable all dielectric, self supporting cable*. Alcoa Fujikura Ltd.
- Crisp, J., & Elliot, B. (2008). *Introduction to Fiber Optics* (Erlangga, Trans.) England: Elsevier Ltd. The Boulevard, Langford Lane Kidlington. (Original work published 2005).
- ITU-T G.650.1. (2010). *Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable*. Switzerland, Geneva: Telecommunication Standardization Sector of ITU.
- ITU-T G.652. (2009). *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable*. Switzerland, Geneva: Telecommunication Standardization Sector of ITU.
- Laferriere, J., et al. (2011). *Reference Guide to Fiber Optic Testing (2nd ed.)*. Saint-Etienne, France: JDSU.
- PT Telekomunikasi Indonesia Tbk. (2004). *Dasar Sistem Komunikasi Serat Optik*. Bandung: TELKOMRIS (R&D Center).
- Sitorus, M, A. 2009. *Analisis Perencanaan Serat Optik DWDM Jalur Semarang Solo* Yogyakarta di PT. Indosat, Tbk, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia.
- The Fiber or Association Inc. 2011. *Guide to Fiber Optic Network Design*. California: FOA Technical Bulletin.