

ANALISA PENGEMBANGAN JARINGAN *FIBER OPTIC SITE* NANGKA SEMARANG

Nizar Darmawan
Jurusan Teknik Elektro Universitas Semarang
Jln. Soekarno-Hatta Semarang 50196
E-mail : nizardarmawan1@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan akan akses internet dengan kecepatan *broadband* tinggi dapat disediakan oleh jaringan *fiber optic* yang juga memiliki banyak kelebihan lain, membuat jaringan *fiber optic* saat ini memiliki banyak peminat, tidak terkecuali peminat jaringan *fiber optic* di kota Semarang. Tugas akhir ini memiliki tujuan untuk mengembangkan perangkat pendukung apa saja yang kurang pada jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang.

Analisa pengembangan jaringan *fiber optic* terdiri dari beberapa tahap, mulai dengan perijinan dan *survey*, pembuatan *Redline* (sebuah acuan dalam menempatkan posisi *pole*, berapa panjang kabel yang digunakan, kabel jenis apa yang digunakan, dan berapa jumlah asesoris atau perangkat *fiber optic* yang digunakan), pembuatan *Bill of Quantity* (jumlah pembelian), pemasangan *pole*, penarikan kabel dan pemasangan asesoris, penyambungan kabel Serat Optik, pemasangan FDT dan *Handhole*, pembuatan berita acara lapangan, pengukuran FDT menggunakan OPM dan OTDR, perhitungan *link budget*.

Jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang sebelum pengembangan terdapat beberapa kekurangan pada perangkat pendukungnya, dan diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadikan jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang berkembang dan memiliki arsitektur yang efisien.

Kata kunci : *fiber optic, instalasi jaringan fiber optic, redline, link budget*

ABSTRACT

The need for internet access with broadband high speed can be provided by fiber optic network which also has many other advantages, making fiber optic network currently has many enthusiasts, no exception being one of the fiber optic network in the city of Semarang. Final project has the objective to develop the supporting devices what are lacking in fiber optic networking site Nangkasemarang.

Analysis of a fiber optic network consists of several stages, starting with the permitting and survey, the making of the Redline (a reference in placing the pole position, how long the cables are used, what kind of cable is used, and how the number of fiber optic devices or asesoris are used), the creation of the Bill of Quantity (number of purchases), the mounting pole, cable and installation asesoris withdrawal, connecting fiber-optic cables, installation of FDT and Handhole news-making events, field, FDT measurement using OPM and OTDR, computations link budget .

Fiber optic networking site Nangka Semarang before development there are several flaws on the device of his supporters, and expected results of this research can make fiber optic networking site Nangka Semarang evolved and efficient architecture.

Keywords: *fiber optic, installation fiber optic network, redline, link budget*

1. PENDAHULUAN

Telekomunikasi merupakan hal yang saat ini menjadi penopang kehidupan semua orang. Perkembangan dunia telekomunikasi terus berkembang seiring dengan semakin pesatnya kemajuan teknologi. Inovasi dalam teknologi komunikasi berkembang dengan cepat dan selaras dengan perkembangan karakteristik masyarakat modern yang memiliki mobilitas tinggi, mencari layanan yang fleksibel, serba mudah, memuaskan, dan mengejar efisiensi di segala aspek. Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi menyebabkan sektor-sektor industri semakin banyak

menggunakan fasilitas atau peralatan dengan teknologi yang canggih guna mendapatkan hasil yang optimal dan efisien.

Sejak diperkenalkan, serat optik atau juga yang bisa disebut dengan *fiber optic* telah dipuji sebagai inovasi yang akan mendorong kecepatan *broadband* maju secara signifikan. Serat optik digunakan karena dapat menghemat data yang dikirim, mampu mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Atas dasar tersebut, saat ini *fiber optic*

sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi.

Kebutuhan akan akses internet dengan kecepatan *broadband* tinggi dapat disediakan oleh jaringan *fiber optic* yang juga memiliki banyak kelebihan lain, membuat jaringan fiber optik saat ini memiliki banyak peminat, tidak terkecuali peminat jaringan *fiber optic* dikota Semarang. Dikota Semarang dewasa ini menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan yang membuat kota Semarang semakin dipandang, antara lain perkembangan di bidang teknologi, transportasi dan ekonomi. Salah satu wilayah di Semarang yang juga mengalami perkembangan baik yg berupa teknis maupun SDMnya yaitu daerah Lamper Semarang.

Saat ini di daerah Lamper sudah terdapat jaringan *fiber optic*. Namun, jaringan *fiber optic* tersebut memiliki aspek yang dinilai masih terdapat kekurangan pada beberapa perangkat pendukung antara lain *Fiber Distribution Terminal*, *Fiber Access Terminal*, *pole*, kabel *fiber optic* sehingga diharapkan pada pemasangan perangkat tersebut dapat memperluas jangkauan jaringan *fiber optic* pada *site* Nangka Semarang.

2. LANDASAN TEORI

2.1. *Fiber optic*

2.2.1 Sejarah Penemuan *Fiber Optic*

Dibalik kecanggihan dan kehandalan kabel *fiber optic*, terdapat sebuah cerita tentang usaha dan kerja keras dari para perintis dan penemu teknologi ini. Tahun 1880, Alexander Graham Bell mempatenkan sebuah sistem telepon *optic* yang disebut dengan photophone. Penemuan ini dianggap kurang praktis karena kualitas sinyal yang dikirim melalui cahaya tidak sebagus pada temuan Graham Bell sebelumnya berupa telepon biasa yang sinyalnya dikirim melalui kawat penghantar. Photophone kemudian dianggap sebagai temuan yang gagal. Pada tahun 1840an fisikawan Swiss, Daniel Collodon dan fisikawan Prancis, Jacques Babinet menunjukkan bahwa cahaya dapat mengikuti aliran air yang membentuk air mancur. Kemudian fenomena ini dipopulerkan oleh fisikawan Inggris John Tyndall pada 1854. Akhirnya pada tahun 1954, Abraham van Heel dari *Technical University of Delft*, Belanda dan Harold H. Hopkins dan Naerinder Kapany dari Imperial College London, secara terpisah mengumumkan kesuksesan mereka pada teknik pencitraan melalui kumpulan serat *optic* pada jurnal Nature di Inggris. Hasil dari percobaan Van Heel semakin baik setelah melalui diskusinya dengan seorang fisikawan di bidang *optic* dari amerika bernama Brien O'Brien. Van Heel kemudian menutup serat optiknya dengan bahan yang memiliki indeks bias cahaya yang lebih rendah yang bisa mengurangi dampak refleksi pada permukaan sehingga mengurangi kontaminasi dan juga efek crosstalk antar serat.

2.2.2 Pengertian *Fiber Optic*

Seiring dengan perkembangan teknologi komunikasi khususnya dengan masuknya teknologi digital kedalam segala bagian dan fungsi jaringan telekomunikasi, maka pertukaran informasi dalam bentuk selain suara dan berbagai macam telekomunikasi menjadi sangat memungkinkan terjadi, sehingga kemampuan perangkat telekomunikasi menjadi berkembang, tidak terkecuali *fiber optic*. *Fiber optic* merupakan suatu media transmisi *dielektrik waveguide* yang beroperasi pada frekuensi *optic* atau cahaya, terbuat dari serat kaca dan plastik yang menggunakan bias cahaya dalam mentransmisikan data. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena memiliki *spectrum* yang sangat sempit. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai *spektrum* yang sangat sempit. Kecepatan transmisi *fiber optic* sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Perkembangan teknologi *fiber optic* saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (*attenuation*) kurang dari 20 *decibels* (dB)/km. Dengan lebar jalur (*bandwidth*) yang besar, maka mampu dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingkan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian *fiber optic* sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi. Sekitar 20 tahun yang lalu, kabel *fiber optic* telah mengambil alih dan mengubah wajah teknologi industri telepon jarak jauh maupun industri automasi dengan pengontrolan jarak jauh. Serat optik juga memberikan peranan besar membuat Internet dapat digunakan di seluruh dunia. Pada tahun 1997 *fiber optic* menghubungkan seluruh dunia, *Fiber Optic Link Around the Globe* (FLAG) menjadi jaringan kabel terpanjang di seluruh dunia yang menyediakan infrastruktur untuk generasi internet terbaru.

Media transmisi *fiber optic* sudah menggantikan era media *copper* (tembaga) dengan alasan bahwa *fiber optic* memiliki kelebihan yaitu, informasi di transmisikan dengan kapasitas (*bandwidth*) yang tinggi, karena murni terbuat dari kaca dan plastik maka sinyal tidak terpengaruh pada gelombang elektromagnetik dan frekuensi radio. Sementara media tembaga dapat dipengaruhi oleh interferensi gelombang elektromagnetik dan media wireless dipengaruhi oleh frekuensi radio. Kelebihan inilah yang membuat *fiber optic* digunakan sebagai tulang punggung jaringan

telekomunikasi. Penggunaan *fiber optic* tergantung pada prinsip cahaya pada medium kaca yang dapat membawa informasi lebih banyak dan jarak yang jauh dibanding sinyal listrik yang dibawa oleh media tembaga atau koaksial. Kemurnian serat kaca digabungkan dengan sistem elektronik yang maju, memungkinkan serat mampu mengirimkan sinyal cahaya digital melampaui jarak 100 km tanpa alat penguat. *Fiber optic* merupakan media transmisi yang ideal dengan sedikit transmisi loss, gangguan rendah dan potensi *bandwidth* yang tinggi.

Adapun kekurangan dan kelebihan *fiber optic*, antara lain :

- Kelebihan :
 1. *Bandwidth* sangat lebar dengan kecepatan transmisi mencapai gigabit per detik dan menghantarkan informasi jarak jauh tanpa pengulangan.
 2. Tidak akan terjadi hubungan api pada saat kontak atau terputusnya serat *optic*.
 3. Ukuran yang kecil dan ringan, sehingga hemat dalam pemakaian ruang.
 4. Kebal terhadap gangguan elektromagnetik dan gangguan gelombang radio.
 5. Tidak berkarat.
- Kekurangan :
 1. Jika rusak, perbaikan instalasi kabel jaringan *fiber optic* yang kompleks memerlukan tenaga yang ahli di bidang ini.
 2. Dalam proses instalasi kabel jaringan *fiber optic* diperlukan beberapa alat khusus yang untuk saat ini memang masih sangat mahal.
 3. Mengingat kabel jaringan *fiber optic* menggunakan gelombang cahaya untuk mentransmisikan data, maka kabel jaringan jenis ini tidak dapat diinstal dalam jalur yang berbelok secara tajam atau menyudut. Jika terpaksa harus berbelok, maka harus dibuat belokan yang melengkung.
 4. Sambungan akhir dari kabel fiber harus benar-benar akurat untuk menghindari transmisi yang tidak jelas.
 5. Komponen *fiber optic* memiliki harga yang cukup mahal dan membutuhkan biaya ekstra dalam pengaplikasian yang lebih spesifik.

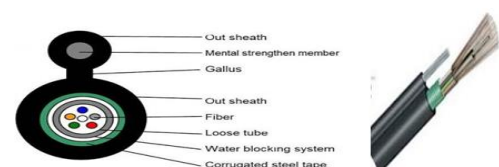
2.2.3 Prinsip Kerja *Fiber Optic*

Pada prinsipnya, *fiber optic* memantulkan dan membiaskan cahaya yang merambat didalamnya. Prinsip ini berpusat pada cara kerja serat *optic* yang membatasi sudut dimana gelombang cahaya dikirim dan memungkinkan untuk mengontrol secara efisien sampai ketujuan. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah sinar laser atau

LED yang melewati susunan *fiber optic*. Struktur *fiber optic* terdiri dari beberapa susunan yaitu *Cladding*, *Core*, dan *Buffer Coating*. *Core* atau inti merupakan serat kaca yang tipis digunakan sebagai berjalannya media cahaya, sehingga pengiriman cahaya dapat dilakukan. *Cladding* merupakan lapisan luar yang melindungi inti dan memantulkan kembali cahaya yang terpancar kembali kedalam inti. *Buffer Coating* merupakan selubung plastik yang bertujuan melindungi serat dari kerusakan yang diakibatkan dari lengkungan kabel dan gangguan luar seperti kelembaban.

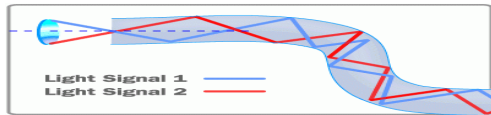
Pengiriman percakapan melalui telepon atau internet adalah melalui gelombang cahaya. Sebuah laser atau *LED* transmitter pada salah satu ujung kabel melakukan on/off untuk mengirimkan setiap bit sinyal. Prinsip ini berpusat pada kerja serat *optic* membatasi sudut dimana gelombang cahaya yang dikirim memungkinkan untuk sampai ketujuan secara efisien. Gelombang cahaya ditutupi dengan inti dari *fiber optic*, dalam hal yang sama bahwa frekuensi sinyal radio ditutupi dengan kabel koaksial. Gelombang cahaya diarahkan ke ujung serat dengan direfleksikan di dalam inti. Pada prinsipnya *fiber optic* memantulkan dan membiaskan sejumlah cahaya yang merambat di dalamnya. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas/kaca. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh *fiber optic*.

Sebuah kabel *fiber optics* terbuat dari serat kaca murni, sehingga meski panjangnya berkilo-kilo meter, cahaya masih dapat dipancarkan dari ujung ke ujung lainnya.



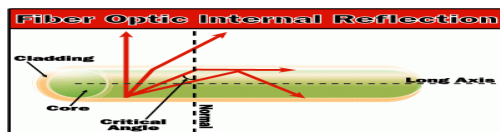
Gambar 2.1 Isi Selubung *Fiber Optic*.
(Sumber : Auzaiy, 2008)

Helai serat kaca tersebut didesain sangat halus, ketebalannya kira-kira sama dengan tebal rambut manusia. Helai serat kaca dilapisi oleh 2 lapisan plastik (*2 layers plastic coating*) dengan melapisi serat kaca dengan plastik, akan didapatkan *equivalen* sebuah cermin disekitar serat kaca. Cermin ini menghasilkan total *internal reflection* (refleksi total pada bagian dalam serat kaca).



Gambar 2.2 Perambatan Sinar di dalam Serat Optic. (Sumber : Auzaiy, 2008)

Sama halnya ketika kita berada pada ruangan gelap dengan sebuah jendela kaca, kemudian kita mengarahkan cahaya senter 90 derajat tegak lurus dengan kaca, maka cahaya senter akan tembus ke luar ruangan. Akan tetapi jika cahaya senter tersebut diarahkan ke kaca jendela dengan sudut yang rendah (hampir paralel dengan cahaya aslinya), maka kaca tersebut akan berfungsi menjadi cermin



yang akan memantulkan cahaya senter ke dalam ruangan. Demikian pula pada *fiber optic*, cahaya berjalan melalui serat kaca pada sudut yang rendah.

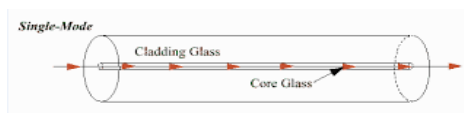
Gambar 2.3 Pemantulan Cahaya pada *Fiber Optic*. (Sumber : Auzaiy, 2008)

Reliabilitas dari serat optik dapat ditentukan dengan satuan BER (*Bit error rate*). Salah satu ujung serat optik diberi masukan data tertentu dan ujung yang lain mengolah data itu. Dengan intensitas laser yang rendah dan dengan panjang serat mencapai beberapa km, maka akan menghasilkan kesalahan. Jumlah kesalahan persatuan waktu tersebut dinamakan BER. Dengan diketahuinya BER maka, Jumlah kesalahan pada serat optik yang sama dengan panjang yang berbeda dapat diperkirakan besarnya.

2.2.4 Jenis *Fiber Optic*

Secara garis besar ada dua jenis kabel *fiber optic*, yaitu :

1. *Single mode*

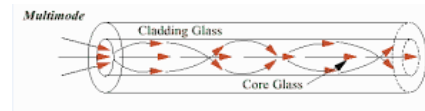


Gambar 2.4 Jenis *Fiber Optic Single Mode*. (Sumber : Auzaiy, 2008)

Kabel *fiber optic single mode* memiliki inti yang kecil (berdiameter 0.00035 inch atau

9 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar laser inframerah (panjang gelombang 1300-1550 nm) yang memungkinkan hanya satu mode menyebarkan hanya satu mode menyebarkan cahaya melalui inti pada satu waktu. Serat *single mode* dipertahankan untuk mempertahankan integritas data spasial dan spectrum dari masing-masing sinyal *optic* dengan jarak yang lebih jauh. Dalam *single mode*, fiber hanya terjadi satu jenis mode perambatan berkas cahaya saja, sehingga tidak akan terjadi pelebaran pulsa ditingkat outputnya. Karena diameter terlalu kecil (9 micron) maka akan sedikit menyulitkan dalam proses penyambungan. Sumber *optic* yang memiliki *spectrum* yang sangat sempit juga diperlukan untuk mengusahakan efisiensi kopling yang tinggi dari sumber *optic* ke inti *fiber optic* tersebut, karena tidak terjadi *disperse* (pelebaran) pulsa maka *fiber optic* jenis ini akan mampu mentransmisikan informasi dengan *bandwidth* yang lebar.

2. *Multi mode*



Gambar 2.5 Jenis *Fiber Optic Multimode*. (Sumber : Auzaiy, 2008)

Kabel *fiber optic multi mode* adalah tipe yang digunakan untuk kepentingan komersial. Memiliki inti yang lebih besar dari serat *single mode* yang memungkinkan ratusan modus cahaya tersebar melalui serat secara bersamaan. Kabel serat *optic multimode* memiliki inti yang lebih besar (diameter 0.0025 atau 62.5 micron) dan berfungsi mengirimkan sinar laser inframerah dengan panjang gelombang 850-1300 nm. Fiber ini disebut juga "*Step Indeks*" karena indeks bias berubah secara drastis dari kulit ke inti fiber. Pada selubung fiber memiliki indeks bias yang lebih rendah daripada indeks bias inti fiber, akibatnya semua sinar yang memiliki sudut datang lebih besar dari sudut kritis akan dipantulkan oleh lapisan kulit fiber. Pada *fiber optic* jenis ini dapat memuat beberapa sinar dengan panjang gelombang yang berbeda sehingga dapat memuat lebih banyak sinyal informasi. Cahaya yang merambat pada step indeks fiber tergantung pada sudut relative pada sumbu, karena itu modedengan pulsa yang berbeda akan datang pada ujung fiber pada waktu yang berbeda dari pelebaran pulsa dimana sinyal digital dengan bit rate terbatas akan ditransmisikan. Selain *Step Indeks*, pada *fiber optic* jenis *multi mode* dikenal juga "*Grade Indeks*", karena terdapat perubahan dalam indeks bias, dimana besarnya indeks

bias inti ke arah batas inti dengan selubuh menyebabkan terjadinya pembiasan pada inti sehingga perambatan berkas cahaya akan melengkung sedangkan kecepatan propagasi antara berkas cahaya yang datang dengan sudut datang yang lebih besar akan lebih cepat dibandingkan dengan berkas cahaya yang datang dengan sudut datang yang lebih kecil. Jadi, walaupun lintasan yang ditempuh memiliki jarak yang berlainan maka berkas-berkas cahaya yang merambat pada jenis serat *optic* ini akan mencapai output dalam waktu yang relatif sama sehingga pulsa output hanya mengalami pelebaran pulsa (*depresi*) yang lebih kecil bila dibandingkan dengan pelebaran pulsa output yang terjadi pada serat *optic* jenis *multi mode step indeks*.

2.2.5 Kode Dan Warna Kabel *Fiber Optic*

Kabel *fiber optic* memiliki *core* yang berada di dalam kabel *fiber optic multi core* adalah berwarna warni. Jika kita mengupas kabel *fiber optic* yang memiliki jumlah *core* atau tube yang banyak kita akan menemukan di dalamnya ada warna yang berulang. Warna-warna kabel *fiber optic core* ini sebenarnya adalah kode, yang akan memudahkan teknisi *fiber optic* saat instalasi atau perbaikan. Penggunaan warna ini secara internasional sudah melalui kesepakatan standard TIA/EIA-598 yang menggunakan 12 warna untuk menentukan warna kabel *fiber optic core*. Kedua belas warna itu biasanya disingkat dengan nama “BOHCAP MEHIKUVIPITOS” yang merupakan urutan untuk warna kabel *fiber optic core*. Urutan tersebut bersifat baku dimana mulai urutan 1 = Biru, 2 = Orange, 3 = Hijau, 4 = Cokelat, 5 = Abu-abu, 6 = Putih, 7 = Merah, 8 = Hitam, 9 = Kuning, 10 = Violet, 11 = Pink, 12 = Tosca. Dalam kabel *fiber optic* dengan jumlah *core* yang banyak, maka *core* itu akan dikelompokkan dalam satu selubung (*tube*). Satu *tube* mengandung 12 warna kabel *fiber optic core*. Dengan demikian kabel *fiber optic 24 core* akan memiliki 2 tube yang masing masing berisi 12 warna *core* serat optik yang berbeda. Warna selubung untuk pembungkus “kelompok” warna *core* serat optik pun juga berdasarkan urutan di atas. Untuk contoh di atas, maka selubung *core*nya akan berwarna biru dan orange. Demikian seterusnya. Sehingga jika anda mengupas kabel fiber optik 96 *core*, maka akan memiliki 8 selubung dengan warna biru, orange, hijau, cokelat, abu-abu, putih dan merah. Dan jika menentukan warna kabel *fiber optic core* yang ke 24, maka akan berada dalam selubung berwarna orange, dan serat optik yang berwarna tosca. Demikian seterusnya.

Tabel 2.1 Kode Warna *Fiber Optic*

Tube Core	Biru	Orange	Hijau	Coklat	Abu	putih	Merah	Hitam	Kuning	Violet	pink	tosca
Biru	1	13	25	37	49	61	73	85	97	109	121	133
Orange	2	14	26	38	50	62	74	86	98	110	122	134
Hijau	3	15	27	39	51	63	75	87	99	111	123	135
Coklat	4	16	28	40	52	64	76	88	100	112	124	136
Abu	5	17	29	41	53	65	77	89	101	113	125	137
Putih	6	18	30	42	54	66	78	90	102	114	126	138
Merah	7	19	31	43	55	67	79	91	103	115	127	139
Hitam	8	20	32	44	56	68	80	92	104	116	128	140
Kuning	9	21	33	45	57	69	81	93	105	117	129	141
Violet	10	22	34	46	58	70	82	94	106	118	130	142
Pink	11	23	35	47	59	71	83	95	107	119	131	143
Tosca	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144

(Sumber : Auzaiy, 2008)

Selain warna kabel *fiber optic core*, ada kode sebagai keterangan tambahan untuk kabel *fiber optic* tersebut. Di antaranya:

SM = jenis *Fiber Single mode*

MM = *Multimode*

48/4T = menunjukkan jumlah *Fiberoptic* dan jumlah *tube*.

A = *Aerial* atau kabel udara

D = *Fiberoptic* kabel duct

DB = *Direct Burried* (kabel tanam langsung)

LT = *Lose Tube* (tube yang berongga)

ST = *Straight Tube* (tube tanpa rongga)

SCPT = *Single Core Per Tube* digunakan untuk kabel distribution

NZDS = *Non Zero Dispersion Shifted Fiber*, atau *Fiber tipe G.655* (Fiber yang mempunyai dispersi sangat kecil)

2.2. Parameter Performasi Sistem

a. Link Budget

Link budget adalah sebuah cara yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar redaman sebuah jaringan. Semakin jauh letak pelanggan maka semakin besar redaman nya.

Beberapa aspek yang meliputi *Link Budget* adalah:

1. Menetapkan panjang gelombang operasi
2. Menetapkan jenis sumber cahaya
3. Menetapkan jenis serat optik

Rumus menentukan *Link Budget* pada FO dinyatakan sebagai berikut:

(panjang kabel x 0,4) + (Jumlah Splice/ titik sambungan x 0,05) + (2 connector x 0,5) + hasil kalibrasi

Keterangan ;

- panjang kabel = adalah panjang kabel real/nyata pada lapangan
- panjang gelombang = 0,4 dB
- jumlah/splice atau sambungan = yang terjadi pada setiap titik penyambungan, biasanya terdapat pada FAT, biasa kabel FO satu gulungan/husple cuma 2 km.
- Redaman Sambungan = 0,05 dB
- 2 *connector*, karena biasanya untuk mengukur kita memakai konektor untuk menghubungkan kabel yang hendak di ukur ke alat ukur di setiap ujungnya.

- Redaman *connector* = 0,5 dB
- hasil kalibrasi awal pada alat ukur (ex. power meter n laser source).

(Sumber : Bruri Ginanjar, 2013)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Jaringan Fiber Optik

Tahap perancangan dalam mengembangkan jaringan fiber optik yaitu :

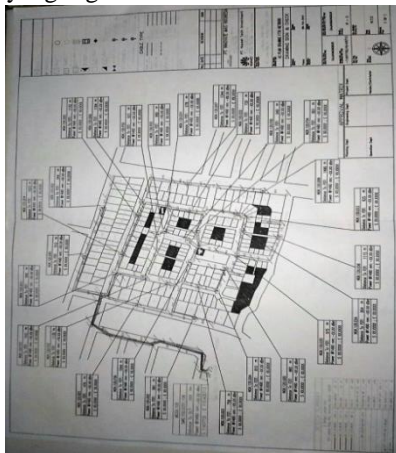
1. Perijinan dan Survey

Perijinan atau juga biasa disebut dengan *site acquisition* (sitac) sangat diperlukan sebelum proses pembangunan jaringan fiber optik dilakukan. Perijinan lahan merupakan proses akusisi lahan atau bangunan dari pemilik lahan ke operator. Berikut aturan dalam perijinan pembangunan jaringan fiber optik :

- Pencarian untuk mendapatkan lokasi yang terdekat dengan nominal koordinat yang ada dalam desain jaringan (*Nominal RF Network and Transmission Network Design*).
- Perijinan kepada ketua RT setempat, dan para warga dikumpulkan pada sebuah forum kemudian diberikan penjelasan mengenai rencana pembangunan jaringan fiber optik.
- Para warga menginginkan adanya kompensasi yang diberikan kepada lingkungan.
- Setelah terjadi persetujuan antara pihak warga dan pihak PT. Pulung Manunggal Abadi sebagai kontraktor, kemudian tim pergi ke lokasi untuk menentukan letak *pole*, jumlah *pole*, letak rumah warga, dan kebutuhan kabel fiber optik untuk kemudian di pindahkan kedalam gambar teknik atau juga biasa disebut *redline*.

2. Pembuatan Redline

Pelaksanaan proyek jaringan *fiber optic* memerlukan sebuah acuan dalam menempatkan posisi *pole*, berapa panjang kabel yang digunakan, kabel jenis apa yang digunakan, dan berapa jumlah asesoris atau perangkat *fiber optic* yang digunakan.



Gambar 3.6 Redline (Peta Alur Jaringan Fiber Optic)

Terdapat 4 *line*, yaitu *line D*, *line E*, *line F*, dan *line G*. Keempat *line* tersebut memerlukan kabel optic 96 *core*/12 tube sepanjang 4605 meter, dengan rincian yaitu, *line D* 1490 m, *line E* 1115 m, *line F* 1135 m, dan *line G* 865 m. selain kabel, site ini juga menggunakan asesoris pendukung, antara lain : *pole* dan FAT. *Pole* yang digunakan sebanyak 75 buah, jarak satu *pole* dengan *pole* lain maksimalnya adalah 100 meter. Adapun *pole* yang digunakan adalah *pole* 9m yang berjumlah 3 unit dan *pole* 7m yang berjumlah 72 unit. FAT yang dipasang pada site angka ini sebanyak 26 unit. Satu FAT digunakan untuk memback up minimal 5 *homepass*, dan maksimal 10 *homepass*. *Homepass* yang ada pada site angka adalah sebanyak 212 *homepass*.

3. Pembuatan Bill of Quantity

Estimasi biaya dalam suatu proyek konstruksi biasa disajikan dalam bentuk *Bill of Quantity*, ini berisikan tiga hal pokok yaitu deskripsi pekerjaan, kuantitas (volume)+unit dan harga satuan pekerjaan. Adapun *Bill Of Quantity* dari pembangunan jaringan fiber optic site angka adalah sebagai berikut :

Dari *Bill Of Quantity* yang dibuat, didapatkan bahwa jumlah biaya yang digunakan pada pembangunan jaringan *fiber optic site* angka membutuhkan biaya sebesar Rp. **198,085,459.55** dilengkapi dengan deskripsi pekerjaan yang harus dilakukan.

4. Pemasangan pole

Pole atau tiang merupakan komponen utama dari konstruksi jaringan *fiber optic* yang menggunakan kabel jenis aerial. *Pole* harus dipasang tegak lurus, *Pole* awal dan *pole* akhir dipasang untuk menjadi tempat kabel serta asesoris *fiber optic* antara lain seperti terlihat pada gambar

Pole yang digunakan pada jaringan *fiber optic* ini adalah *pole* yang memiliki tinggi 7 meter dan 9 meter, *pole* 9 meter digunakan untuk kondisi pemasangan kabel di lapangan yang menyeberangi jalan, *pole* dengan tinggi 7 meter digunakan untuk jalur kabel yang tidak menyeberangi jalan.

Setelah *pole* terpasang, hal selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan pengecoran pada *pole* tersebut. Spesifikasi pengecoran *pole* : 140cm ke dalam tanah, 30cm di atas tanah, 30cm diameter pengecoran.

5. Pemasangan FDT dan Handhole

Fiber Distribution Terminal merupakan ruangan yang berbentuk kotak atau kubah yang terbuat dari material khusus yang

berfungsi sebagai tempat instalasi sambungan jaringan *optic single mode* yang berisi konektor, *splicing*, maupun *splitter* dan dilengkapi ruang manajemen fiber dengan kapasitas tertentu pada jaringan *fiber optic* ini. FDT merupakan titik terminasi kabel *fiber optic* feeder dengan kabel *fiber optic* distribusi. FDT terdiri dari dua bagian yaitu bagian terminasi kabel feeder dan bagian terminasi kabel distribusi.

Untuk kabel *fiber optic* yang mencatu FDT lainnya tidak dilakukan terminasi, tetapi disambung secara langsung. Setelah FDT dipasang, kabel tray dipasang dalam FDT untuk lintasan kabel, sehingga kabel *fiber optic*/pigtail/patchcord akan sesuai jalurnya. Terminasi kabel *fiber optic* meliputi terminasi kabel *fiber optic*, *feeder* dimana terdapat 3 kabel, yaitu 2 kabel *feeder* dan satu kabel distribusi, satu kabel *feeder* masuk kedalam panel *feeder* dan satunya di *splicing* tray untuk *fiber optic* yang diteruskan ke FDT lainnya, serta satu kabel distribusi masuk ke panel distribusi yang selanjutnya menuju Fiber Access Terminal. Penyambungan bagian in dan bagian out pada FDT menggunakan patchcord. Sedangkan penyambungan bagian in dan bagian out dari *splitter* atau yang langsung ke adaptor bagian out disesuaikan dengan kondisi lapangan. Selain FDT, bagian yang menjadi rumah kabel pada jaringan *fiber optic* adalah *Handhole*. *Handhole* merupakan tempat cadangan kabel pada sebuah jaringan *fiber optic*. Pada jaringan *fiber optic* site angka panjang kabel *fiber optic* yang ada pada *handhole* dengan menggunakan rumus : panjang kabel x 3% + 7meter, maka panjang kabel yang ada pada *handhole* site angka adalah sepanjang 145.15meter.



Gambar 3.12 *Handhole*

Dimensi *Handhole* adalah Panjang=80cm, Lebar=80cm, dan Tinggi=80cm.

6. *Penyambungan fiber optic*

Proses penyambungan kabel *fiber optic* pada *Fiber Access Terminal*, penyambungan ini biasa disebut dengan istilah terminasi atau *splicing*. Langkah-langkah untuk menghubungkan ujung serat optik pada saat instalasi dengan jarak yang jauh adalah dengan melakukan *splicing* ini diharapkan akan dapat mengurangi redaman. Hal ini disebabkan bila kita menggunakan konektor biasa untuk menghubungkan kedua ujung serat optik, maka kita akan mendapatkan redaman yang lebih besar dibandingkan melakukan teknik *splicing*.

✓ **Peralatan dan Bahan *Splicing***

1. *Splicer*
2. Pemotong tube
3. *Cutter*
4. Tang logam
5. Tang pengupas serat
6. Tang pemotong serat
7. Kain be rsih
8. Alkohol
9. Tisu
10. Selotip
11. Spidol
12. Meteran
13. *Thinner-B*
14. Pelindung serat

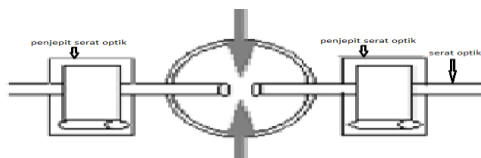
✓ **Hal-Hal yang perlu diperhatikan dalam penyambungan Serat Optik**

Dalam melakukan *splicing* ada hal-hal yang harus diperhatikan agar *splicing* bisa berhasil dan juga untuk keselamatan kerja. Hal-hal tersebut antara lain:

1. Sebelum melakukan *splicing* usahakan agar semua peralatan dan bahan serta tangan kita sebersih mungkin sebab adanya kotoran pada serat optik dapat menyumbang redaman pada serat.
2. Selalu letakkan tangan di belakang *cutter* ketika sedang melakukan pengupasan pelindung serat.
3. Jangan menginjak *tube* karena akan merusak *core* yang ada di dalamnya sehingga bisa menyebabkan *core* pecah atau retak.
4. Sebaiknya jangan mendekatkan cairan alkohol ke mata kita sebab cairan alkohol bisa menguap ke udara.
5. Jangan menggulung *core* dengan diameter yang sangat kecil karena bisa membuat *core* putus.
6. Jangan membuang *core* sembarangan sebab bila menembus kulit dikuatirkan bisa masuk ke aliran darah dan mengganggu kesehatan.
7. Selalu perhatikan perlindungan pada kaset agar air tidak dapat masuk kedalam kaset dan bisa merusak serat tersebut.
8. Ikuti prosedur atau langkah-langkah yang ada.

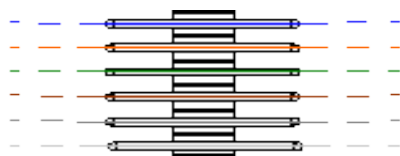
✓ **Langkah-Langkah *Splicing***

1. Masukkan plastik khusus untuk melindungi bagian *core* yang telah di-*splice* satu persatu yang ditandai menggunakan spidol.
2. Kupas *core* dari jaketnya menggunakan tang pengupas dengan cara memposisikan tang agak miring, tahan lalu tarik ke ujung *core* secara perlahan.
3. Setelah terkupas bersihkan *core* dengan tissue yang sudah dibasahi dengan alkohol sampai gesekannya mengeluarkan bunyi. Lakukan sebanyak 3 kali lalu keringkan dengan tissue.
4. Masukkan ke dalam pemotong *core* dimana kita menempatkan ujung jaket pada skala antara 15 dan 20, lalu potong. Saat memotong, pisau harus dijalankan dengan kecepatan yang sesuai dan konstan.
5. Masukkan ke dalam *splicer* yang berfungsi menyambung *core* dengan teknik *fusion*. Jangan sampai ujung *core* menyentuh sesuatu benda sebab akan menambah redaman.



Gambar 3.13 Peletakan Serat Optik Pada *Splicer*

6. Tekan tombol set maka secara otomatis *splicer* akan meleburkan kedua *core* dan menyambungnya. Tunggu sampai layar menunjukkan estimasi redaman lalu tekan reset maka layar akan kembali ke tampilan awal.
7. Keluarkan *core* tersebut lalu geser plastik khusus tadi ke sisi *core* yang telah mengalami proses *splice*. Kemudian masukkan ke bagian *splicer* yang berfungsi untuk memanaskan plastik tersebut. Tunggu sampai *splicer* mengeluarkan bunyi lalu keluarkan.
8. Letakkan *core* kembali ke dalam kaset tadi seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.14 Peletakan Protektor Pada Kaset

✓ Pengukuran FDT Menggunakan *Optic Time Domain Reflectometer*

OTDR atau Optical Time Domain Reflectometer, yaitu salah satu alat ukur yang digunakan untuk instalasi, operasi dan pemeliharaan Jaringan Kabel Fiber Optik.. Fungsi dari OTDR adalah ;

- a. Menampilkan grafis loss dan jarak kondisi kondisi kabel serat optik.
 1. Tampilan Loss ditampilkan pada skala garis vertikal
 2. Tampilan jarak (meter atau kilometer) ditampilkan pada skala garis horizontal.
- b. Mengukur jarak total kabel serat optik.
- c. Mengukur loss total kabel serat optik baik secara partial maupun secara total dalam satuan dB.
- d. Menghitung attenuation (redaman kabel) dalam satuan dB/km.
- e. Menampilkan jenis sambungan splice dan konektor.
- f. Menghitung loss sambungan dan mengukur jarak sambungan.

Langkah – Langkah Penggunaan OTDR.

1. Pastikan bahwa Baterai dalam keadaan penuh, jika tidak gunakan daya PLN selama pengukuran.
2. Pasang Patcord penghubung dari adapter OTDR dengan adapter pada kabel Fiber Optik yang akan digunakan.
3. Harap diperhatikan sebelum pemasangan bersihkan ferule konektor dan adapter dengan connector cleaner.
4. Hidupkan power ON sampai layar display menyala.
5. Ada 5 parameter yang perlu dilakukan set-up sebelum pengukuran, yaitu
 - a. Panjang gelombang atau wave length
 - b. Indeks Bias Core / IOR
 - c. Pulse width
 - d. Perkiraan Jarak Kabel / San Range
 - e. Avarage Time.
6. Ada dua tipe pengukuran yaitu
 1. Simple, maka semua paramater oleh OTDR akan dilakukan setting secara otomatis, keuntungannya lebih cepat, kelemahannya kurang akurat dalam menganalisa
 2. Detail, maka perlu dilakukan set up parameter diatas, keuntungannya lebih akurat dalam menganalisa,

kekurangannya lambat karena perlu waktu set up.

7. Tekan tombol pengirim sinar LASER dan tunggu sampai display menampilkan grafis hasil pengukuran.

8. Geser marker atau kursor pada even yang dikehendaki, maka akan tampil hasil pengukuran.

✓ Pengukuran FAT Menggunakan *Optic Power Meter*

Pengukuran menggunakan *Optic Power Meter* digunakan untuk mengukur panjang gelombang dan *power* dari sinyal *optic*. Pengukuran ini juga dimaksudkan untuk mengetahui total redaman dari suatu penyambungan serat *optic* yang sebelumnya disambung menggunakan *fusion splicer*.

Langkah-langkah dalam penggunaan *Optic Power Meter*

1. Tekan tombol on untuk menghidupkan *optic power meter*
2. Sambungkan konektor FAT dengan *optic power meter*



3. Saat konektor pada FAT sudah dihubungkan dengan OPM, maka nilai besaran redaman pada suatu penyambungan akan keluar. Berikut contoh pengukuran menggunakan OPM pada *site* angka.

4. ANALISA KPI (*Key Performance Indicator*) JARINGAN FIBER OPTIC SITE NANGKA

4.1. Perhitungan Link Budget

Link budget adalah sebuah cara yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar redaman sebuah jaringan, semakin jauh letak pelanggan maka semakin besar redaman nya. Sebuah perencanaan jaringan yang baik apabila nilai redamannya tidak lebih dari 16 dB.

✓ *Link Budget* pada *Line D*

- Perhitungan pada FAT (Fiber Akses Terminal)

Diketahui:

Panjang kabel : 0,512 km

Koefisien redaman: 0,4 dB/km

Jumlah Splice/ titik sambungan: 8 splice

Redaman sambungan: 0,5 dB

Connector: 2 buah

Redaman connector: 0,5 dB

Hasil kalibrasi: 9,50 dB

Hasil:

(panjang kabel (km) x koefisien redaman (dB/km)) + (Jumlah Splice/ titik sambungan x redaman sambungan (dB)) + (connector x redaman connector(dB)) + hasil kalibrasi (dB)

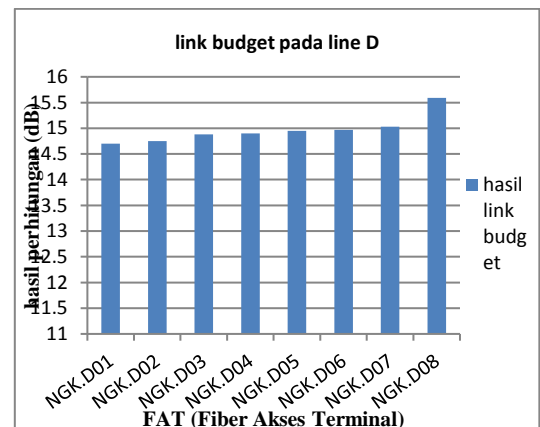
$$(0,512 \times 0,4) + (8 \times 0,5) + (2 \times 0,5) + 9,50 = 5,20 + 9,50 = 14,70 \text{ dB}$$

Dengan cara perhitungan yang sama dapat dilakukan perhitungan untuk data *link budget* dan menghasilkan data sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan *Link Budgeted Line D*

FAT	Panjang g kabel (km)	Jumlah Splice	Hasil perhitungan (dB)
NGK.D01	0,512	8	14,70
NGK.D02	0,644	8	14,75
NGK.D03	0,966	8	14,88
NGK.D04	1,023	8	14,90
NGK.D05	1,132	8	14,95
NGK.D06	1,194	8	14,97
NGK.D07	1,344	8	15,03
NGK.D08	1,490	9	15,59

Dari hasil perhitungan diatas, bahwa data pada *link budget line D* berkisar antara 14,70 – 15,59 dB. Adapun diagram hasil perhitungan *link budget line D* adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Diagram Hasil Perhitungan *Link Budget Line D*

4. 2. KPI (*Key Performance Indicator*) Jaringan *Site Nangka Semarang*.

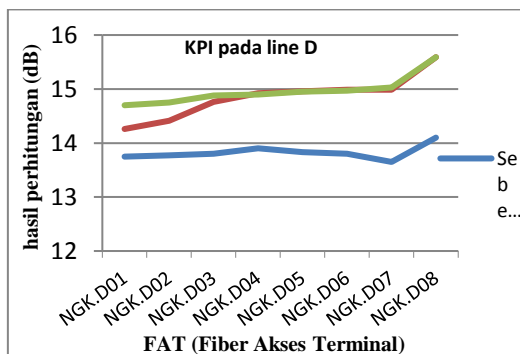
Key Performance Indicator (KPI) adalah kriteria kinerja internal yang harus dipenuhi oleh pembuat jaringan *fiber optic* di dalam penghantar layanan ke pelanggan. Didalam *Key Performance Indicator* (KPI) ini hasil dari sebelum penambahan dan

sesudah penambahan diambil dari perhitungan *link budget*.

Tabel 4.5 *Key Performance Indicator* (KPI) untuk redaman pada *Line D*

FAT	Sebelum penambahan (dB)	Standar perusahaan (dB)	Sesudah penambahan (dB)
NGK.D01	13,75	14,26	14,70
NGK.D02	13,77	14,41	14,75
NGK.D03	13,80	14,76	14,88
NGK.D04	13,90	14,92	14,90
NGK.D05	13,83	14,96	14,95
NGK.D06	13,79	14,98	14,97
NGK.D07	13,65	14,99	15,03
NGK.D08	14,10	15,59	15,59
Rata – rata	13,82		14,97

Berdasarkan data hasil perhitungan *link budget* memberikan gambaran bahwa data perhitungan sebelum penambahan pada *line D* berkisar antara 13,75 – 14,10 dB dan memiliki rata – rata 13,82 dB maka data tersebut belum sesuai standar perusahaan / KPI (*Key Performance Indicator*), sedangkan data perhitungan sesudah penambahan pada *line D* berkisar antara 14,70 – 15,59 dB dan memiliki rata – rata 14,97 maka data tersebut sudah sesuai standar perusahaan / KPI (*Key Performance Indicator*). Grafik dari KPI (*Key Performance Indicator*) pada *line D* dapat dilihat di gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik KPI pada *Line D*

Menurut nilai batasan yang ditetapkan oleh PT. Pulung Manunggal Abadi untuk redaman pada KPI (*Key Performance Indicator*) tidak melebihi 16 dB, karena jika nilai hasil perhitungan menunjukkan lebih dari 16 dB berarti jarak antara FAT dengan FDT terlalu jauh. Nilai standar pada tiap FAT juga dipengaruhi oleh jarak antara FAT dengan FDT yang bervariasi.

Jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang memiliki 4 *line* yaitu D,E,F,G. Kabel pada *line D* sepanjang 1,490 km dengan 8 FAT, tujuh FAT memback up 8 *homepass*, dan satu FAT memback up 9 *homepass*. Pada *line E* sepanjang 1,115km dipasang 6 FAT, lima FAT memback up 8 *homepass*, sedangkan satu FAT memback up 9

homepass. *Line F* sepanjang 1,135 km memiliki 7 FAT, enam FAT memback up 8 *homepass* dan satu FAT memback up 9 *homepass*. Terdapat 5 FAT pada *line G* sepanjang 0,865 km, empat FAT memback up 8 *homepass* sedangkan satu FAT memback up 9 *homepass*. Semua FAT yang terdapat pada jaringan ini dipasang pada beberapa *pole*. jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang memiliki 75 *pole* (tiang), ada 26 *pole* yang dipasang FAT, dan sisanya yaitu 49 *pole* dipasang asesoris untuk jalur kabel *fiber optic*.

Untuk *link budget* pada pengembangan jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang, setiap *line* memiliki hasil berbeda – beda yaitu dengan hasil rata – rata 14 – 15 dB, maka dengan hasil rata – rata tersebut pengembangan jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang beroperasi dengan baik. Selain *link budget* yang memperlihatkan jaringan bekerja secara baik, pengembangan jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang memiliki *Key Performance Indicator* (KPI) yang berbeda – beda setiap *line*, untuk itu perusahaan yang bergerak di jaringan *fiber optic* ini mempunyai performa standar sendiri yaitu tidak lebih dari 16 dB. Pada pengembangan jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang setiap *line* nya memiliki hasil performa sekitar 14 – 15 dB, maka setiap *line* jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang bekerja sesuai dengan standar performa perusahaan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil perhitungan dan analisa jaringan *fiber optic site* Nangka Semarang maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pengembangan jaringan *fiber optic* ini memasang kabel *fiber optic* sepanjang 4605 meter, dan dibagi menjadi 4 *line*. selain kabel, *site* ini juga menggunakan perangkat pendukung yaitu 75 buah *Pole*, FAT sebanyak 26 unit, satu FAT digunakan untuk memback up 5 *homepass* sampai 10 *homepass*, pada *homepass* yang ada di *site* Nangka adalah sebanyak 212 *homepass*.
2. Hasil dari *Key Performance Indicator* (KPI) setiap *line* rata - rata berbeda – beda namun standar perusahaan yaitu tidak melebihi 16 dB, jika melebihi standar perusahaan maka kabel *fiber optic* terdapat kerusakan / kesalahan pada saat penyambungan.
3. Redaman rata-rata pada *line D*, *line E*, *line F*, *line G* yang didapatkan pada desain ini adalah 14-15 dB yang artinya perencanaan jaringan *fiber optic site* Nangka yang dibuat pada desain ini bagus, karena nilai redamannya tidak lebih dari 16 dB.

5.2. Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas, maka dapat disarankan beberapa hal :

- a. Bagi pihak PT.Huawei sebagai penyedia jasa telekomunikasi yang telah mengetahui kondisi kinerja sistemnya agar melakukan maintenance (perawatan) serta upgrade (memperbarui) sistem secara berkala dengan rutin agar kinerja dari sistem komunikasi serat optik selalu terjaga dengan baik.
- b. Bagi pengguna jasa komunikasi agar tidak perlu mengkhawatirkan tentang lambatnya akses dalam melakukan komunikasi data, karena dengan penggunaan serat optik sebagai media transmisi dapat menjamin komunikasi data dengan kecepatan tinggi dan bandwidth yang lebar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Firdaus. 2016. PERFORMANSI JARINGAN FIBER OPTIK DARI SENTRAL OFFICE HINGGA KE PELANGGAN DI YOGYAKARTA. Teknik Elektro Universitas Islam Indonesia.
2. Harera Astrid. 2013. MODERNISASI JARINGAN AKSES TEMBAGA DENGAN FIBER OPTIK KE PELANGGAN. Teknik Elektro Universitas Sumatera Utara.
3. Jhon Crisp dan Elliot Barry. 2008. SERAT OPTIK: SEBUAH PENGANTAR (3th Ed.). Jakarta: Penerbit Erlangga.
4. Panduan Penyambungan dan Pengukuran Kabel Serat Optik, PT.TELKOM
5. Rizqo, Akhmad. 2016. PEMBANGUNAN JARINGAN *FIBER OPTIC SITE* NANGKA. Universitas Semarang.
6. Keiser,G. 2000. *OPTICAL FIBER COMMUNICATION* (3rd Ed). USA : Mc GrawHill.
7. Alfin Hikmaturokhman. 2014. ANALISA DAN PERENCANAAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA SURVEY HOMEPASS STO SOLO DI AREA KLATEN SELATAN. Teknik Telekomunikasi Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto.
8. Hecht Jeff. 2005. *UNDERSTANDING FIBER OPTICS* (5th Ed). Laser Light Press.
9. Prasetya Dwi. 2006. SERAT OPTIK. Teknik Informatika Universitas Sriwijaya.
10. Zainudin Mochamad. 2011. ANALISA PERHITUNGAN UNTUK KEBUTUHAN DAYA SERAT OPTIK DI TELKOM. Teknik Telekomunikasi Institut Teknologi Sepuluh November.