

PERENCANAAN DAN ANALISA FRONTHAUL FIBER OPTIK UNTUK KOMUNIKASI RADIO PADA JARINGAN LTE

Planning and analysis of fronthaul fiber optic for radio communication on LTE network

Muhammad Hawary¹, Ir. AKHMAD HAMBALI, M.T², M. Irfan Maulana, S.T., M.T³.^{1,2,3} Prodi S1 Teknik

Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom, Bandung ¹muhammadhawary@students.telkomuniversity.ac.id

²akhmad.hambali@gmail.com, ³muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Saat ini kota Pekanbaru sudah terdapat jaringan akses LTE, akan tetapi masih ada beberapa wilayah yang masih belum tercapai untuk jaringan LTE, sehingga perlu adanya perancangan jaringan telekomunikasi yang tepat agar mendapatkan layanan komunikasi yang baik. Pada saat ini PT.Tri Indonesia sudah menyediakan layanan jaringan LTE untuk wilayah kota Pekanbaru, solusi yang sudah dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menambah site existing untuk melayani layanan LTE di wilayah kota Pekanbaru. Akan tetapi solusi tersebut masih belum sepenuhnya mencakupi seluruh kota Pekanbaru.

Pada tugas akhir ini telah dilakukan analisis perencanaan fronthaul optic fiber menggunakan komunikasi fiber optic. Fronthaul fiber optic merupakan transmisi antara BBU yang berada pada eNodeB site existing menuju RRH yang berada pada new site. Untuk menganalisa perancangan akses data yang mencakupi area perencanaan, dilakukan perancangan fiber optic link, variasi daya dan jenis kabel jaringan LTE.

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, dengan Bit rate sebesar 10 Gbps dan spesifikasi perangkat yang digunakan untuk parameter OLT sebesar 1490, 1510, 1530 dan 1550 nm daya terima sebesar 3 - 8 dBm. Mendapatkan hasil seluruh link fronthaul fiber optic mencapai attenuation 0.22 dB/km, hal ini disebabkan oleh nilai daya terima tiap site. Kemudian dari hasil perencanaan, daya terima pada kabel SMF sebesar -18.05 dBm dan NZDSF sebesar -17.054 dBm, dengan demikian simulasi perencanaan dengan parameter pada kabel SMF dan NZDSF di katakan berhasil karena termasuk dalam kondisi cukup bagus.

Kata kunci : C-RAN, RRH, BBU, Fronthaul, Fiber Optic, BTS, Prx, Q Factor, BER.

Abstract

Nowdays, in Pekanbaru city already has a LTE access network, but there are some areas not covered for the LTE network, so that need a planning telecommunication network design to get good communication service. Now, Tri Indonesia company has a provide LTE network service to Pekanbaru area, the solution already done to resolve that problem is add the site existing to serve LTE services in Pekanbaru areas. But that solution can't covered all Pekanbaru areas.

In this essay (last task) had been planning analysis Fronthaul Optic Fiber using Fiber Optic communication. Fronthaul fiber optic is transmission between BBU in eNodeB site existing towards RRH in new site. To analysis the design of data access to covered the planning area, doing the design fiber optic link, potency variations and LTE network cable types.

Based on calculation and simulation, with a Bit rate of 10 Gbps and device specifications used for OLT parameters of 1490, 1510, 1530 and 1550 nm receiving power of 3 - 8 dBm. Getting the results of all fiber optic fronthaul links reaches attenuation 0.22 dB / km, cause receiving value potency power of each site. From result design, receiving potency in SMF cable of 18.05 dBm an NZDSF of -17 dBm, By somulation design with parameter in SMF cable and NZDSF is succes because included in good enough condition.

Keywords : C-RAN, RRH, BBU, Fronthaul, Fiber Optic, BTS, Prx, Q Factor, BER.

Cloud-RAN atau C-RAN melakukan pemisahan fungsi base station pada komponen yang terletak pada lokasi sel dan proses fungsi kontrol yang terletak lebih terpusat didalam sistem. Fungsi radio yang terletak dilokasi sel disebut dengan Remote Radio Head (RRH) dan fungsi pengolahan terpusat disebut dengan Baseband Unit (BBU)[1]. Transmisi antara Baseband Unit (BBU) dengan Remote Radio Head (RRH) disebut dengan Fronthaul. Umumnya teknologi yang digunakan untuk komunikasi fronthaul adalah fiber optic link dan microwave link. Kedua teknologi ini memiliki kehandalan yang tinggi namun disisi lain, pengimplementasiannya membutuhkan tahapan tertentu. Teknologi ini tentu efisien bila digunakan pada daerah dense urban atau urban karena kapasitasnya mampu menampung jumlah user yang banyak[3].

Agar dapat terealisasi dengan baik perlu dilakukan penelitian untuk mencari alternatif selain microwave link. Maka dari itu Optical Fiber fronthaul dipilih karena dapat menjadi solusi atas keterbatasan masalah kapasitas dan keterbatasan line of sight, memiliki jangkauan yang luas untuk komunikasi point to point dan data rate yang tinggi. BBU menuju RRH dan software atoll untuk mensimulasikan cakupan wilayah dan kapasitas pada daerah tersebut.

2. Dasar Teori

Tahapan yang sistematis diperlukan untuk melakukan perencanaan *fronthaul* agar perencanaan ini dapat berjalan sesuai dengan harapan. Dalam tugas akhir ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:\

2.1. Fronthaul

Fronthaul merupakan fungsi pemisahan base station pada komponen yang terletak pada lokasi sel dan proses fungsi kontrol yang terletak lebih terpusat didalam sistem. Fungsi radio yang terletak dilokasi sel disebut dengan Remote Radio Head (RRH) dan fungsi pengolahan terpusat disebut dengan Baseband Unit (BBU)[3]. Transmisi antara Baseband Unit (BBU) dengan Remote Radio Head



Gambar 2. 1 Fronthaul

2.2. Baseband Unit (BBU)

BBU(base band unit) adalah sebuah port-port yang tersambung pada semua perangkat yang terdapat pada BTS(base transceiver station). Pada sebuah BTS, BBU merupakan sebuah alat yang menjadi pusat dari kerja bts itu sendiri, BBU merupakan procecor yang mengatur masuk-keluarnya data.

2.3. Remote Radio Head (RRH)

Radio Radio head adalah transceiver radio jarak jauh yang terhubung ke panel control radio operator melalui antarmuka listrik atau nirkabel. Dalam teknologi sistem nirkabel seperti GSM, CDMA, UMTS, LTE, peralatan radio jarak jauh ke BTS / NodeB/eNodeB, peralatan ini digunakan untuk memperluas cakupan BTS / NodeB/eNodeB di lingkungan seperti perkotaan atau pedesaan. RRH pada umumnya terhubung melalui kabel serat optic menggunakan protocol Common Public Radio Interface. [5].

2.4. Long Term Evolution (LTE)

LTE pertama kali diperkenalkan oleh 3GPP untuk memulai tahap evolusi berikutnya dalam sistem komunikasi mobile yang berdasarkan pada teknologi Orthogonal Frekuensi Division Multiplexing (OFDM). LTE merupakan evolusi dari teknologi sebelumnya (UMTS) yang diharapkan dapat memberikan peningkatan kecepatan akses dan kapasitas jaringan. Disisi lain LTE mendukung berbagai layanan yaitu voice, data, video, dan IP TV.

LTE ini merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSDPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G) [1]. Pada teknologi UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada HSDPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi downlink dan 5,6 Mbps pada sisi uplink sedangkan pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 100 Mbps pada sisi downlink dan 50 Mbps pada sisi uplink dengan bandwidth 20Mhz. LTE juga mampu di implementasikan untuk metode akses FDD dan TDD

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi LTE [2]

PARAMETER	KETERANGAN
<i>Peak data rate</i>	100 Mbps (DL); 50Mbps (UL); for 20 Mhz Spectrum
<i>Operating band (Mhz)</i>	700, 850, 900, 1800, 2100, 2600
<i>Duplex mode</i>	FDD and TDD
<i>Multiple access</i>	OFDMA (DL); SC-FDMA UL)
<i>Channel bandwidth (Mhz)</i>	1,4; 3; 5; 10; 15; 20 Mhz
<i>Cyclic prefix</i>	Normal; extended
<i>Latency</i>	<5ms (user plane); <100ms (control plane)
<i>Mobility</i>	up to 350 km/h
<i>Coverage</i>	5-30 km
<i>Extra Features</i>	AMC, HARQ, Schedulling

2.5 Perencanaan Fronthaul

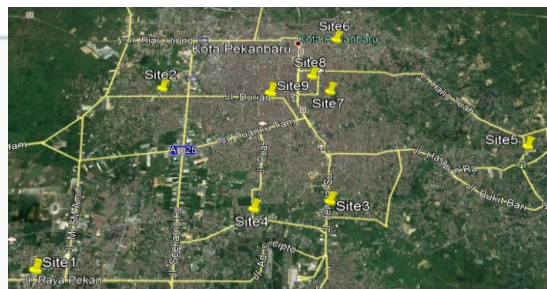
Untuk melakukan perancangan fronthaul fiber optik terdapat beberapa tahapan yang diperlukan, seperti menentukan informasi site, model fronthaul, penentuan standar performansi dan simulasi.

2.5.1 Informasi Site

Untuk melakukan perancangan fronthaul fiber optik terlebih dahulu dilakukan peninjauan terhadap kondisi site existing dan selanjutnya melakukan site planning. Pada perencanaan ini fronthaul fiber optik menggunakan site existing sebagai bts tambahan yang akan memancarkan sinyal ke masing-masing site baru yang telah ditentukan.

Tabel 2.2 Data *existing latitude dan longitude* bts kota Pekanbaru

Site	Latitude	Longitude
site1	0.5283034	101.4499088
site2	0.5367196	101.4390341
site3	0.5157628	101.4641109
site4	0.5329464	101.4565071
site5	0.5630892	101.4367052
site6	0.442244	101.4611225
site7	0.4889439	101.4905533
site8	0.4641989	101.3918711



Gambar 2.2 Kondisi *Existing*

2.5.2 Informasi Perangkat

Untuk mendukung perancangan fronthaul, diperlukan sebuah perangkat yang sesuai dengan kebutuhan kapasitas dan mendukung perencanaan yang digunakan, berikut spesifikasi perangkat *Optical Line Terminal* (OLT). *Optical Line Terminal* yang digunakan dalam perancangan ini sesuai dengan perangkat yang digunakan PT.Tri yaitu OLT ZTE ZXA10 C300 . Spesifikasi perangkat OLT dapat dilihat di tabel 2.3

Tabel 2. 3 Spesifikasi OLT ZTE ZXA10 C300

Parameter	Spesifikasi	Unit
Optical Transmit Power	1.5 to 5	dBm
Downlink Wavelength	1490	nm
Uplink Wavelength	1310	nm
Maximum Transmission Distance	60	km
Difference Distance	20	km
Downstream Rate	2.488	Gbps
Upstream Rate	1.244	Gbps
Extincion Ratio	10	dB
Optical Rise Time	150	ps
Optical Fall Time	150	ps
Maxium Receiver Sensitivity	-28	dBm
Power Supply (DC)	-48	V

3. Hasil Perencanaan

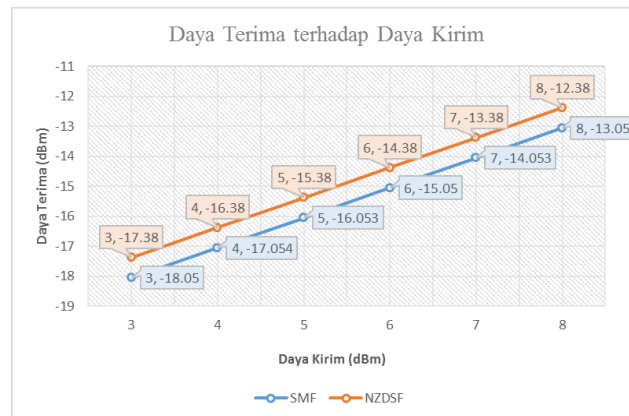
3.1 Analisis terhadap Daya terima

Hasil simulasi jaringan Front-Haul menggunakan splitter 1:16 menghasilkan analisis kelayakan daya terima receiver optik pada semua jarak link transmisi dengan menganalisa kelayakan link power budget pada setiap simulasi. Tabel 3.1 menjelaskan nilai-nilai simulasi yang telah dilakukan. Dari segi daya terima, nilai SMF relative lebih besar daripada serat NZDSF. Hal ini dikarenakan nilai redaman kabel yang lebih kecil NZDSF dibandingkan SMF.

Tabel 3.1 Daya Terima terhadap kedua kabel

Daya Kirim (dBm)	Daya Terima (dBm)	
	SMF	NZDSF
3	-18,05	-17,38
4	-17,054	-16,38
5	-16,053	-15,38
6	-15,05	-14,38
7	-14,053	-13,38
8	-13,052	-12,38

Adapun hasil nilai daya terima receiver data downstream dari simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Grafik perbandingan kabel SMF dan NZ-DSF

Pada gambar 3.1 terlihat bahwa nilai daya terima receiver data downstream untuk jarak 20 km menggunakan daya pancar transmitter 3 dBm sampai 8 dBm memiliki nilai daya terima lebih besar dari batas sensitivitas receiver APD yang diperbolehkan pada perancangan. Besar nilai daya terima yang diperbolehkan untuk transmisi data downstream adalah -8 dBm hingga -28 dBm yang merupakan sensitivitas receiver APD yang dirancang.

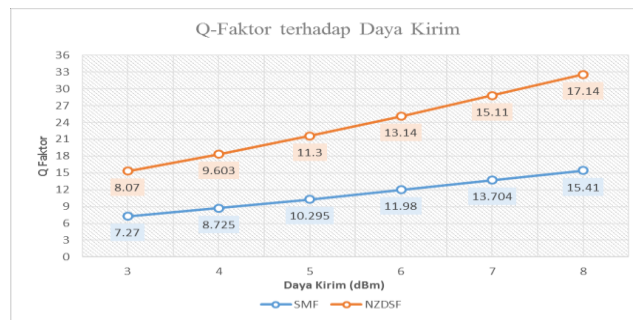
3.2 Analisis terhadap Q-Faktor

Kemudian simulasi jaringan Front-Haul menggunakan splitter 1:16 menghasilkan analisis kelayakan nilai faktor kualitas (Q-Faktor) untuk semua simulasi yang dilakukan. Tabel 3.2 menjelaskan nilai-nilai simulasi yang telah dilakukan. Dari segi nilai factor kualitas, nilai NZDSF relative lebih besar daripada serat SMF. Hal ini dikarenakan nilai redaman dan disperse kabel yang lebih kecil NZDSF dibandingkan SMF.

Tabel 3. 2 Faktor Kualitas terhadap kedua kabel

Daya Kirim (dBm)	Q-Faktor	
	SMF	NZDSF
3	7,27	8,07
4	8,725	9,603
5	10,295	11,3
6	11,98	13,14
7	13,704	15,11
8	15,41	17,14

Adapun hasil nilai nilai faktor kualitas data downstream dari simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Grafik Faktor Kualitas terhadap SMF dan NZ-DSF

Pada gambar 3.2 terlihat bahwa nilai faktor kualitas untuk transmisi data downstream pada jarak 20 menggunakan daya pancar transmitter 3 dBm sampai 8 dBm memiliki nilai faktor kualitas di atas batas standar nilai faktor kualitas yang diperbolehkan. Besar nilai standar faktor kualitas yang diperbolehkan untuk transmisi jaringan optik adalah 6 . Sehingga nilai factor kualitas untuk transmisi data downstream yang memiliki nilai faktor kualitas di atas 6, memenuhi nilai standar faktor kualitas untuk jaringan optik.

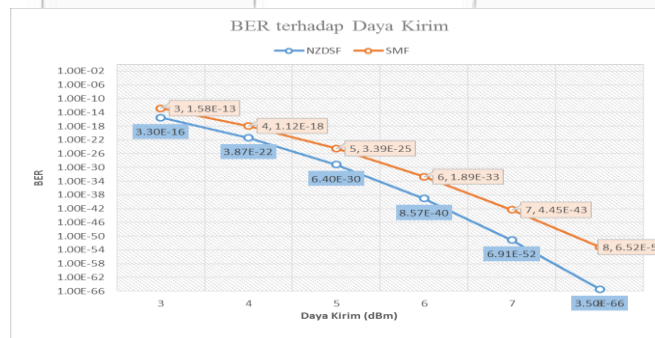
3.3 Analisis terhadap BER

Kemudian simulasi jaringan Front-Haul menggunakan splitter 1:16 menghasilkan analisis Bit Error Rate (BER) untuk semua simulasi yang dilakukan. Tabel 3.3 menjelaskan nilai-nilai simulasi yang telah dilakukan. Dari segi nilai Bit Error Rate, nilai NZDSF relative lebih rendah daripada serat SMF. Hal ini dikarenakan nilai redaman dan disperse kabel yang lebih kecil NZDSF dibandingkan SMF.

Tabel 3.3 BER terhadap kedua kabel

Daya Kirim (dBm)	BER	
	SMF	NZDSF
3	1,58E-13	3,30E-16
4	1,12E-18	3,87E-22
5	3,39E-25	6,40E-30
6	1,89E-33	8,57E-40
7	4,45E-43	6,91E-52
8	6,52E-54	3,50E-66

Adapun hasil nilai nilai faktor kualitas data downstream dari simulasi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Grafik Log BER terhadap daya kirim

Pada gambar 3.3 terlihat bahwa nilai BER pada hasil simulasi untuk transmisi data downstream pada jarak 20 km menggunakan daya pancar transmitter 3 dBm sampai 8 memiliki nilai BER di bawah 10⁻⁹ sehingga semua skenario nilai BER memenuhi standar nilai BER untuk jaringan optik.

Jaringan Front-Haul menggunakan splitter rasio 1:16 yang dirancang dikatakan layak jika analisis daya, nilai faktor kualitas dan bit error rate memenuhi standar kelayakan sebuah jaringan optik untuk komunikasi data. Adapun kelayakan sistem untuk performansi jaringan XG-PON menggunakan splitter 1:64 dapat dilihat pada tabel 3.1.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Performansi untuk jaringan front-haul menggunakan splitter 1:16 menunjukkan bahwa jaringan layak diimplementasikan untuk transmisi data downstream pada jarak 20 dapat menggunakan minimal daya transmitter sebesar 3 dBm.
2. Baik menggunakan serat Single Mode Fiber atau Non Zero Dispersion Shifted Fiber, kedua serat bisa diimplementasikan dengan jarak hingga 20 km.
3. Performansi daya terendah didapatkan pada jarak 20 km dengan menggunakan kabel SMF adalah -18,05 dBm, menunjukkan nilai tersebut diatas sensitivitas penerima, yaitu -28 dBm. Sedangkan performansi daya terendah menggunakan kabel NZDSF adalah -17,054 dBm, menunjukkan nilai tersebut diatas sensitivitas penerima, yaitu -28 dBm.
4. Performansi nilai kualitas factor terkecil didapatkan pada jarak 20 km dengan menggunakan kabel SMF adalah 7,27 menunjukkan nilai tersebut diatas batas nilai kualitas faktor standar, yaitu 6. Sedangkan performansi nilai kualitas factor terkecil menggunakan kabel NZDSF adalah 8,07 dBm, menunjukkan nilai tersebut diatas batas nilai kualitas faktor standar, yaitu 6.
5. Performansi nilai Bit Error Rate tertinggi didapatkan pada jarak 20 km dengan menggunakan kabel SMF adalah $1,5 \times 10^{-13}$ menunjukkan nilai tersebut di bawah batas nilai BER standar, yaitu 10^{-9} . Sedangkan performansi nilai Bit Error Rate tertinggi menggunakan kabel NZDSF adalah $3,3 \times 10^{-16}$, menunjukkan nilai tersebut di bawah batas nilai BER standar, yaitu 10^{-9} .
6. Secara umum performansi terbaik didapatkan pada serat Non Zero Dispersion Shifted Fiber. Hal tersebut dikarenakan nilai-nilai dari karakteristik NZDSF lebih baik. NZDSF memiliki redaman yang lebih rendah, disperse yang lebih kecil, akan tetapi memiliki nilai efektif area lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. M. Andreas, in *Wireless Communication*, California, John Wiley & Sons Ltd., 2011, p. 665.
- [2] C. C. An introduction to LTE, Chicester: John Wiley & Sons, 2012.
- [3] H. Holma and A. Toskala, in *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based*, John Wiley & Sons Ltd., 2009, p. 25.
- [4] S. Sesia, I. Toufik and Baker Matthew, in *LTE - The UMTS Long Term Evolution From Theory to Practice*, Wiltshire, John Wiley & Sons Ltd., 2011, p. 27.
- [5] Huawei, "Long Term Evolution (LTE) Radio Access Network Planning," Shenzhen, 2011.
- [6] K. R and G. K, *LTE Signaling, Troubleshooting and Optimization*, Chicester: John Wiley & Sons, 2011.
- [7] "bps jakarta," 2014. [Online]. Available: <http://bps.go.id>. [Accessed 2017].
- [8] D. W. T. "Carrier to Interference Ratio Calculation," in *ITU Regional Radio Communication Seminar for Asia*, Beijing, 2014.
- [9] RAYmaps, "Average Cell Throughput Calculations for LTE," CISCO Press, Indianapolis, 2011.
- [10] Ericsson, "Mobility Report," Ericsson, Stockholm, 2014.
- [11] T. S. Rappaport, "Wireless Communication Principle and Practice," John Wiley & Sons, Chichester, 2001.
- [12] L. Song and J. Shen, *Evolved Cellular Network Planning and Optimization for UMTS and LTE*, Boca Raton: CRC Press, 2010.
- [13] A. Dutta-Roy, "The Cost of Quality in Internet-Style Network," *IEEE Press Piscataway*, vol. 37, no. 9, pp. 57-62, 2000.
- [14] D. W. Tham, "Carrier to Interference Ratio Calculation," in *ITU Regional Radiocommunication Seminar for Asia*, Beijing, 2014.