

Perencanaan dan Analisis IEEE 802.11n Sebagai Backhaul untuk Mendukung Jaringan UMTS di Daerah Remote

Hendro Iman Pangestu

Achmad Ali Muayyadi, Ir., M.Sc, Ph.D.

Doan Perdana, ST, MT

Fakultas Teknik Elektro, Telkom University, Bandung

¹hendroiman@students.telkomuniversity.ac.id

²ALY@telkomuniversity.ac.id

³DPD@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

802.11n merupakan teknologi kunci di bidang komunikasi nirkabel bergerak sebagai teknologi akses yang memungkinkan konektivitas banyak perangkat kedalam suatu jaringan yang multi protokol. Satu hal yang paling menarik adalah, WiFi dispesifikasikan untuk bekerja diatas band *unlicensed*, maka dari itu tidak perlu biaya yang besar untuk membuat sebuah transmitter WiFi mengudara. Jika dikaji lagi, ternyata teknologi ini dapat dijadikan sebagai *backhaul* jaringan seluler karena *data rate* 802.11n hingga 300 Mbps akan sangat mampu untuk membawa trafik dari sebuah sel menuju *core network*. Namun pengimplementasian WiFi sebagai *backhaul* memiliki hambatan mengingat tingginya level interferensi terutama di kota besar. Teknik ini hanya memungkinkan untuk dilakukan di daerah yang jauh dari keramaian yaitu daerah *remote*.

Biasanya untuk daerah sejauh itu tak akan tercover oleh jaringan seluler karena terlihat kurang potensial padahal disana banyak juga sumber-sumber keramaian, contoh yang paling umum adalah daerah eksplorasi sumber daya alam. Operator harus mampu menjawab ini dengan penggelaran jaringan di daerah-daerah tersebut karena daerah tersebut juga mempunyai *market potential* dengan memunculkan user-user aktif baru. Penggunaan *point-to-point* WiFi akan sangat cocok untuk diterapkan karena level interferensi yang mungkin ada tidak akan tinggi mengingat tidak lazimnya perangkat WiFi mengudara di daerah seperti itu. Pada tugas akhir ini akan dilakukan simulasi jaringan akses UMTS dengan *point to point* 802.11n sebagai backhaulnya pada sebuah struktur diatas laut yang merupakan akomodasi dari pekerja pengeboran minyak milik sebuah perusahaan swasta

Hasil yang telah didapat dari tugas akhir ini adalah mampunya 802.11n membawa trafik dari struktur tersebut di laut menuju RNC di darat dengan memenuhi semua parameter yang telah ditetapkan. Parameter meliputi *quality and availability objectives* berdasarkan ITU G.828. Hasil simulasi menunjukkan pada *availability* sebesar 99.99% dan *quality* berdasarkan kualitas propagasi gelombang mampu terpenuhi dengan baik.

ABSTRACT

802.11n is a key technology in the field of mobile wireless communication as the access technology that enables connectivity devices into a multi-protocol network. One of the most interesting thing is, WiFi specified to work over unlicensed bands, and therefore do not need a huge cost to create a WiFi transmitter broadcasts. If examined again, it turns out this technology can be used as a backhaul network seluler karena data rate up to 300 Mbps 802.11n will be able to carry traffic from a cell into the core network. However, implementation of WiFi as backhaul has barrier given the high levels of interference, especially in big cities. This technique is only allowed to be done in areas far from the crowds that remote area.

Typically for the region as far as it will not be covered by mobile networks because it looks less potential when there are many sources of crowds, the most common example is the area of exploration of natural resources. Operators should be able to answer this with network deployment in these areas because the area also has market potential by generating a new active user-friendly. The use of point-to-point WiFi will be very suitable to be applied because of the level of interference that may exist will not be high considering the WiFi devices do not usually airs in such areas. In this final project will be simulated UMTS access network with point-to-point 802.11n as backhaulnya on a structure above the sea which is the property of oil drilling workers belonging to a private company

The results obtained from this final task is to bring traffic 802.11n inability of such structures in the sea towards the RNC on the ground by meeting all the parameters that have been set. Parameters include quality and availability objectives based on ITU G.828. The simulation results show the availability and quality of 99.99% based on the quality of wave propagation can be fulfilled properly. Keywords: Backhaul, Wireless Fidelity, 802.11n

1. PENDAHULUAN

Daerah remote memiliki jumlah penduduk yang jauh lebih sedikit dibandingkan daerah urban bahkan rural. Meskipun demikian *market potential* yang mungkin ada tidak bisa diabaikan begitu saja. Kemampuan sebuah operator untuk dapat menyelenggarakan dengan baik jaringan di daerah remote akan menjadi sebuah penilaian khusus yang dapat mendongkrak tingkat kepercayaan masyarakat maupun korporat akan jaringan yang mereka miliki.

Daerah yang akan dilakukan *planning* pada penelitian kali ini adalah sebuah struktur ditengah laut yang berdekatan dengan tempat pengeboran minyak yang dimiliki oleh sebuah perusahaan swasta. Struktur tersebut merupakan fasilitas tempat singgah sementara para pekerja pengeboran, diluar jam kerja mereka. Struktur pemukiman tersebut biasa disebut sebagai "*Base*" oleh para pekerja disana. Pada lokasi pengeboran minyak sendiri tidak dimungkinkan untuk dibangun jaringan akses selular bahkan jaringan nirkabel apapun karena disinyalir akan menyebabkan kebakaran apabila terdapat *microwave transmitter* disana mengingat banyak sekali bahan-bahan mudah terbakar.

Pemilihan backhaul Wi Fi sendiri merupakan solusi yang paling tepat untuk daerah *remote* terutama ditengah laut karena pada lintasan laut tidak dimungkinkan adanya transmitter Wi Fi lain sehingga level interferensi akan sangat kecil. Selain itu data rate yang dimiliki oleh Wi Fi 802.11n akan mampu membawa trafik dari keseluruhan *user* di struktur tersebut menuju RNC di darat dan juga dengan backhaul Wi Fi operator tak harus mengeluarkan dana khusus untuk biaya sewa frekuensi.

2. DASAR TEORI

2.1 802.11n

WiFi secara global hanya boleh berada di 2 band frekuensi yaitu di 2.4 GHz dan 5 GHz. pada band 2.4 GHz terdapat 14 kanal dimana tiap kanal mempunyai bandwidth dari 20 hingga 22 MHz. Band 2.4GHz merupakan band yang *crowded* karena perangkat selain wifi seperti bluetooth, baby monitor, pembuka garasi otomatis juga bekerja pada band ini.

Metode akses jamak yang digunakan pada Wifi adalah CSMA (*Carrier Sensing Multipleaccess*). Idenya tiap node yang hendak

terhubung ke wifi akan secara sekaligus melakukan signaling dan mendeteksi aktifitas pada channel. Jika tak ada aktifitas terdeteksi pada channel maka data akan dikirim.

2.2 Universal Mobile Terrestrial System

UMTS adalah teknologi yang memaksimalkan layanan akses data yang lebih cepat daripada pendahulunya. Hal ini dapat dicapai salah satunya karena penggunaan orde modulasi yang lebih tinggi yaitu QPSK. Teknik akses jamak CDMA yang digunakan pada UMTS pun sangat meningkatkan faktor efisiensi spectral. Spesifikasi UMTS dijelaskan dalam tabel 2.1

| | |
|-------------------------------|---|
| Teknologi radio akses | WCDMA (Wideband CDMA) |
| Bandwidth | 5 MHz |
| Skema duplex | TDD dan FDD |
| Metode akses jamak | CDMA |
| Skema modulasi | Uplink : BPSK Downlink : QPSK |
| Skema coding FEC | Convolutional dan Turbo code |
| Chip rate | 3.84 Mcps |
| Data rate | Rural outdoor : 144 Kbps Urban outdoor : 384 Kbps Indoor : 2 Mbps |
| Handover | Soft handover |
| Power control | Inner loop, outer loop, dan open loop power control |
| Teknik spread spectrum | Direct sequence |

2.3 Cellular Backhaul

Backhaul pada sistem komunikasi seluler merupakan jaringan yang berfungsi sebagai *transport* pembawa trafik dari sebuah *coverage* sel menuju *core network*. *Backhaul* memiliki sifat komunikasi *point-to-point*. *Backhaul* dapat berjalan melalui media transmisi apapun baik itu *wireless* maupun *wireline* selama ia menghasilkan *data rate* yang memadai. Pemilihan media transmisi dapat dilakukan dengan meninjau beberapa pertimbangan dan *trade off*.

Dengan digunakannya Wi Fi sebagai teknologi radio nya maka *backhaul* berbasis *wireless* akan sangat handal karena Wi Fi yang berjalan diatas *unlicensed band* dapat mengeliminir pengeluaran operator untuk biaya sewa frekuensi yang biasanya tinggi. Hal itu mengurangi kelemahan *wireless backhaul* dan membuatnya beberapa langkah lebih maju dari *wireline backhaul* bahkan menambah keuntungan lain, diantaranya :

1. *Data rate* 802.11n tinggi sehingga kapasitas backhaul akan menjadi besar

2. Perangkat yang tergolong murah dan implementasi amat mudah
3. Mampu menangani jarak link yang jauh, untuk hal ini sudah banyak vendor yang menyediakan perangkat untuk P2P 802.11 dengan jarak diatas 30 Km

2.3.1 Performa 802.11n Backhaul link

Link yang membawa trafik dari sel ke *core network* ini harus memiliki standar performa sebagai *transport network*.

Transport network biasanya memiliki *data rate* yang jauh lebih tinggi daripada *data rate* di akses, hal ini menjadikan sistem bebas *bottleneck*. Makin tinggi kecepatan suatu *link* maka efek yang terjadi jika ada *error* makin besar implikasinya, sebuah *error bit* yang terjadi pada *link* berkecepatan tinggi dapat menyebabkan seluruh paket menjadi *loss*. Untuk itu perlu pemenuhan parameter kualitas agar error tidak terjadi.

Karena hal itu, maka pada tugas akhir ini parameter performa utamanya adalah BER (Bit Error Rate) dan BLER (*Block Error Rate*). Apabila kedua parameter itu terpenuhi target dari segi *quality* dan *availability* akan tercapai. Digunakan acuan rekomendasi ITU G.828 tentang *Digital transmission systems – Digital networks – Quality and availability targets*. Rekomendasi ini menitikberatkan pembahasan pada ESR (*Errored Second Ration*) SESR (*Severely Errored Second Ratio*) dan BBER (*Background Block Error Ratio*)

3. PERANCANGAN JARINGAN AKSES UMTS dan BACKHAUL WiFi

3.1 Tahapan perencanaan jaringan

Secara garis besar, perencanaan jaringan meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut, yaitu penentuan dan analisis kondisi daerah layanan, UMTS dimensioning berdasarkan *coverage* dan *capacity*. Jumlah *nodeB* yang diperlukan didapat dari hasil proses *dimensioning*. Setelah itu akan dilakukan UMTS *radio access planning*. Wilayah yang akan dilakukan perencanaan adalah sebuah struktur diatas laut tempat para pekerja pengeboran minyak lepas pantai sebuah perusahaan swasta singgah sementara mereka *off-duty*. Akan dirancang jaringan UMTS *indoor* pada tempat tersebut. Denah struktur tersebut lalu dimasukkan kedalam software RPS (*RadioWave Propagation Simulator*) dan diberikan *coverage* layanan UMTS. Skema DAS (*Distributed Antenna System*) yang

akan mengcover seluruh area perancangan juga akan disimulasikan kedalam RPS.

Jumlah *nodeB* yang didapat dari proses *dimensioning* juga dipakai untuk merancang konfigurasi jaringan *backhaul* WiFi dan menentukan seberapa besar kapasitasnya. Yang pertama harus ditentukan adalah perangkat radio dengan *standar compliance* 802.11 yang memiliki kapasitas memadai sebagai teknologi *transport* seluler. Setelah itu diset parameter kualitas pada *link backhaul* tersebut lalu semua parameter tersebut dimasukkan kedalam *software* Atoll untuk disimulasikan dan akan terlihat apakah link yang dirancang mampu memenuhi semua parameter kualitas yang telah ditentukan sebelumnya

3.2 Analisis daerah perancangan.

Struktur yang akan dilakukan perancangan terdapat pada laut jawa di daerah administratif provinsi jawa barat dengan longitude 107° 55' 47.18" E dan latitude 6° 4' 17.47" S. Berdekatan dengan sebuah *oil rig* pada longitude 107° 55' 41.1" E dan latitude 6° 4' 39.87" S. Lokasi tersebut akan dihubungkan dengan sebuah site di darat pada longitude 107° 50' 56.1" E dan latitude 6° 11' 24.15" E. Jarak antara kedua site adalah sejauh 15.888 Km

3.3 UMTS Dimensioning.

Dimensioning yang akan dilakukan berdasarkan *capacity planning* dan *coverage planning*. Kedua perhitungan diperbandingkan dan kemudian didapat jumlah *nodeB* yang diperlukan untuk melayani semua *subscriber*.

3.3.1 Capacity Planning

Capacity planning dilakukan dengan memperhitungkan jumlah trafik yang harus disediakan berdasarkan bit yang digenerate oleh setiap *subscriber*

Total OBQ dari seluruh *subscriber* adalah 1,550,464.46 Kb per hour untuk arah downlink dan 885,840.001 Kb per hour. Jika kita ubah kedalam Kbps maka total OBQ untuk downlink adalah 430.68 Kbps dan 246.066 Kbps untuk uplink. Total OBQ adalah 676.764 Kbps maka jumlah sel yang dibutuhkan pada struktur tersebut adalah $676.764 \text{ Kbps} / 2000 \text{ Kbps} = 0.338 \sim 1$. Butuh 1 buah *nodeB* untuk melayani seluruh *subscriber* berdasarkan *capacity*

3.3.2 Coverage Planning

Coverage Planning dilakukan dengan memperhitungkan loss. Loss yang mungkin terjadi adalah yang berasal dari perangkat dan material pembangun struktur serta free space loss. Setelah memperhitungkan semua loss tersebut maka nilai redaman lintasan maksimum yang diperbolehkan antara pengirim dan penerima dapat diketahui. Berikut adalah hasil tabel link budget yang akan digunakan

| Transmitter (nodeB) | Value | Calculation |
|--|-------|--------------------------|
| Max. TX power (dBm) | 30 | a |
| TX antenna gain (dBi) | 3 | b |
| Connector+Combiner loss (dB) | 7 | c |
| EIRP (dBm) | 26 | d= a + b - c |
| Receiver (MS) | Value | Calculation |
| UE noise figure (dB) | 5 | e |
| Thermal noise density (dBm/Hz) | -174 | f=k*T*B |
| Receiver noise density (dBm/Hz) | -169 | g=e+f |
| Receiver noise power (dBm) | 103.2 | h = g + 10log(3,840,000) |
| Interference margin (dB) | 3 | i |
| Total effective noise + interference (dBm) | 100.2 | J = h + i |
| Processing gain (dB) | 25 | k = 10 log (3840/12.2) |
| Required Eb/No (dB) | 1.5 | l |
| Receiver sensitivity (dBm) | 123.7 | m = l - k + j |
| Mobile antenna gain (dBi) | 2 | n |
| Max Path loss (dB) | 151.7 | o = d - m + n |
| Log normal fading margin (dB) | 6 | p |
| Maximum Allowed Propagation Loss (dB) | 145.7 | q = o - p |

Setelah didapat MAPL, jumlah nodeB dapat dicari dengan memperhitungkan propagation model cost-231 MultiWall

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f+2}{n_f+1} - b \right] L_f$$

Lt = Loss yang terjadi. Dalam hal ini, digunakan nilai MAPL

Lfsl = Free Space Loss

Lc = constant loss sebesar 37 dB

Lwi = wall type loss . Material yang digunakan sebagai tembok partisi antar ruangan pada struktur

ini adalah MDF (medium density fireboard) dengan tebal 2 cm. Loss dari material ini adalah sebesar 6.9 dB per meter. Jika digunakan frekuensi 1800 MHz maka loss per tembok MDF adalah sebesar $6.9 \times 0.02 \times 1.8 = 0.24\text{dB}$

Lf = loss per lantai sebesar 15 dB

B = empirical parameter sebesar 0.46

M = number of wall type . Pada struktur ini hanya ada 1 tipe tembok

Nf = banyaknya lantai yaitu 4

Nwi = banyaknya tembok yang harus ditembus oleh path yaitu sebanyak 34 buah

$$L_t = L_{fsl} + 37 + (0.24 \times 34) + (4^{-0.46 + \frac{4+2}{4+1}} 15)$$

$$L_t = L_{fsl} + 37 + (0.24 \times 34) + (2.78 \times 15)$$

$$L_t = L_{fsl} + 37 + 8.16 + 41.7$$

$$L_t = L_{fsl} + 86.86$$

$$L_{fsl} = 20 \log 1800 + 20 \log d + 32.5$$

$$L_{fsl} = 20 \log d + 97.6$$

$$145.7 = 20 \log d + 97.6 + 86.86$$

$$145.7 = 20 \log d + 184.46$$

$$20 \log d = -38.76$$

$$\log d = -1.938$$

d= 0.0115 km , maka jari-jari sel adalah 11.5 m

$$\text{Cell width} = 2.6 \times 11.5 \times 11.5 = 343.85 \text{ m}^2$$

Dengan lebar sel sebesar 435.35 m2 maka kita dapat memperhitungkan jumlah sel yang dibutuhkan untuk bisa mengcover seluruh struktur dengan cara membagi dengan luas keseluruhan struktur.

1110 m2 / 343.85 m2 = 3.228 ~ 4 . Butuh 4 nodeB untuk menjangkau seluruh wilayah by coverage.

3.4 Perancangan Jaringan Backhaul.

Jumlah node B yang diperlukan untuk dapat melayani seluruh area perancangan telah didapat yaitu 4 buah. Selanjutnya yang harus dipikirkan adalah bagaimana konfigurasi point to point WiFi agar dapat membawa trafik dari 4 buah sel UMTS. Link backhaul yang digelar setidaknya harus memiliki kapasitas sebesar 8 Mbps agar bottleneck tidak terjadi.

3.4.1 Spesifikasi perangkat.

Perangkat yang digunakan pada simulasi perancangan jaringan ini merupakan pabrikan dari vendor Alcon Wireless dengan model seri Alink-A300N Perangkat ini adalah perangkat radio point to point dengan standard compliance IEEE 802.11 yang bekerja pada band frekuensi 4920 – 6060 MHz.

3.4.2 Availability and Quality Objectives

3.4.2.1 ITU rec-G.828

Untuk dapat mengetahui apakah link *backhaul* yang akan dibuat mampu membawa trafik dari struktur tersebut ke darat, kita perlu spesifikasikan sasaran dari segi kualitas dan ketersediaan. Pada tugas akhir ini sasaran kualitas adalah BER sebesar 10⁻⁶ dan ketersediaan jaringan sebesar 99,99 % Juga BLER. Rekomendasi ITU rec-G.828 menjabarkan tentang digunakannya SESR, BBER dan ESR sebagai parameter kualitas utama dari sebuah link *transport*.

Untuk memahami lebih jelas ketiga parameter kualitas tersebut, kita perlu memahami lebih dahulu pengertian dari EB (*Errored Block*), ES (*Errored Second*), SES (*Severely Errored Second*), dan BBE (*Background Block Error*) dimana 4 hal ini merupakan faktor tinjauan pokok dari BLER

3.4.2.2 Carrier to Noise Ratio

C/N adalah parameter utama bagi banyak link radio *microwave* secara umum karena untuk dapat mencapai parameter-parameter kualitas lain, nilai C/N harus memadai terlebih dahulu. Formula C/N ditunjukkan pada persamaan 3.1

$$C/N = \frac{P_r}{N} + \frac{G_r}{G_t} - CG + MI \dots \dots \dots (3.1)$$

3.4.3 Propagasi Line of Sight (LoS)

Propagasi *Line of Sight* adalah propagasi gelombang dimana antara transmitter dan receiver tidak terdapat *obstacle* apapun. Yang tergolong *obstacle* adalah objek dengan dimensi lebih besar daripada panjang gelombang. Karena sifat itulah biasanya propagasi LoS memiliki tingkat redaman daya yang lebih rendah daripada propagasi NLoS karena *obstacle* yang ada akan menimbulkan pantulan, difraksi dan hamburan sehingga menghasilkan *multipath* dan dapat menurunkan kualitas link.

3.4.3.1 Radio Link Budget for LoS link

Output dari perhitungan *radio link budget* kali ini adalah nilai daya terima setelah ditambah faktor-faktor *gain* dan dikurangi faktor-faktor *loss*. Berikut dijelaskan persamaan *radio link budget* untuk link *Line of Sight* pada persamaan 3.2

Keterangan

- Prx** = Daya terima receiver (dBm)
- Ptx** = Daya pancar transmitter (dBm)
- Gtx** = Gain antena pada transmitter (dBi)
- Grx** = Gain antena pada receiver (dBi)
- FSL** = Free Space Loss

Free Space Loss adalah nilai redaman akibat propagasi gelombang elektromagnetik di ruang bebas. Nilai FSL dapat ditentukan dengan persamaan berikut

$$FSL = 92.45 + 20 \log f(\text{GHz}) + 20 \log D(\text{km}) \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana

- f* = frekuensi yang digunakan (GHz)
- D* = jarak antara Tx dan Rx (Km)

3.4.3.2 Kondisi Geografis Daerah Perancangan Link Backhaul.

Lokasi perancangan ada di daerah dengan kondisi geoklimatik tropis. Hal ini artinya humiditas udara lebih tinggi sehingga efek *scattering* akan menjadi besar. Untuk itu sebagai perancang yang baik harus dengan tepat menentukan *fading margin* bagi link tersebut.

Fading merupakan fluktuasi daya yang terjadi

akibat *multipath propagation*. Nilai *fading margin*

$$Prx = Ptx - Ltx + Gtx - Lrx + Grx - FSL \dots \dots \dots (3.2)$$

adalah selisih Antara ambang batas daya terima untuk performa yang sudah ditentukan.

4.SIMULASI dan ANALISIS

Pada bab ini akan dibahas mengenai simulasi berdasarkan perhitungan di bab sebelumnya. Performansi link *backhaul* di daerah *remote* yang menjadi pokok bahasan tugas akhir ini akan terlihat jelas melalui hasil simulasi. Parameter-parameter kualitas yang menjadi target juga akan dimasukkan kedalam *software* simulasi dan akan terlihat pemenuhannya.

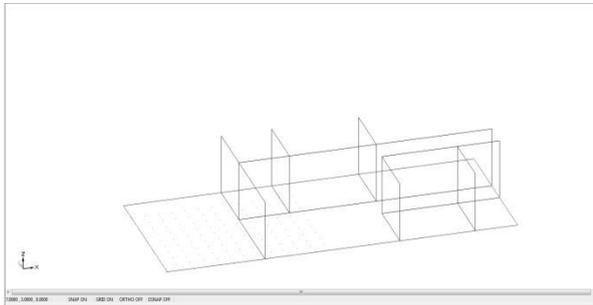
4.1 Simulasi UMTS *Radio Access Network*

4.1.1 Analisis Daerah Layanan

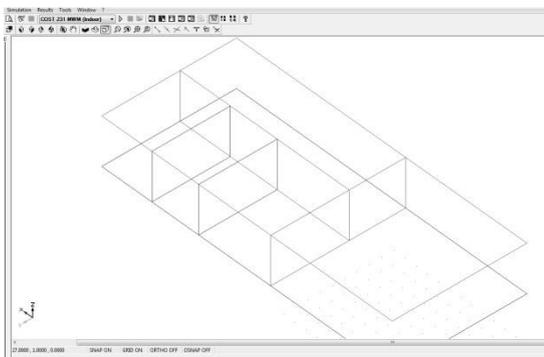
Daerah yang akan diberi *coverage* adalah sebuah struktur 4 lantai dengan tinggi satu lantai 4 meter. Data dari perusahaan pemilik struktur mengatakan bahwa struktur ini memiliki tembok sekat partisi antar ruangan berbahan utama MDF. Hanya terdapat 1 jenis tembok pada struktur ini. Denah yang menggambarkan *layout* ruangan didapat langsung dari perusahaan pemilik struktur

Untuk mensimulasikan jaringan akses UMTS *indoor*, *software* yang digunakan adalah RPS

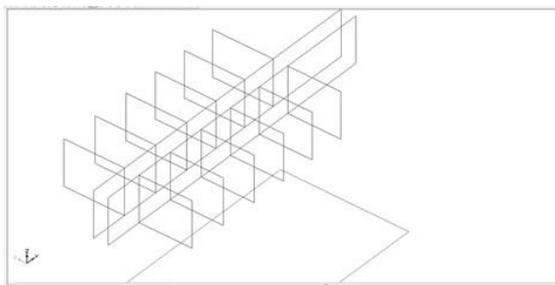
(RadioWave Propagation Simulator) versi 5.4. Sedangkan untuk mensimulasikan link *backhaul* WiFi digunakan Forsk Atoll Wireless Network Engineering Software versi 3.1.2.



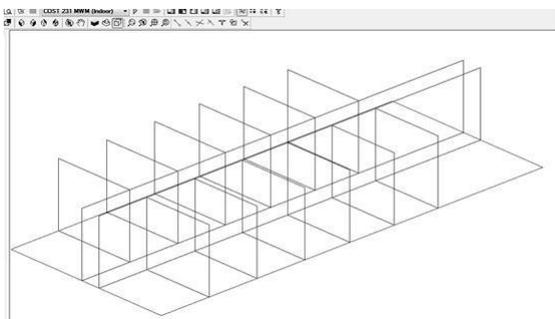
Gambar lantai 1



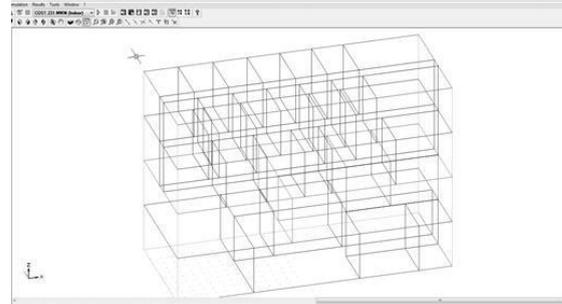
Gambar lantai 2



Gambar lantai 3



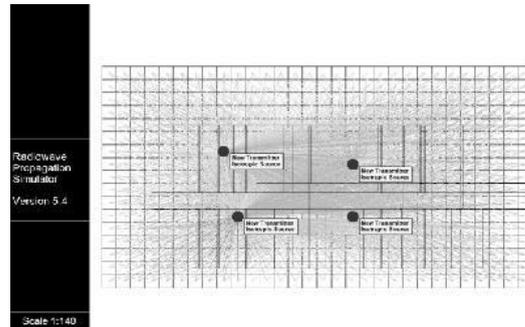
Gambar lantai 4



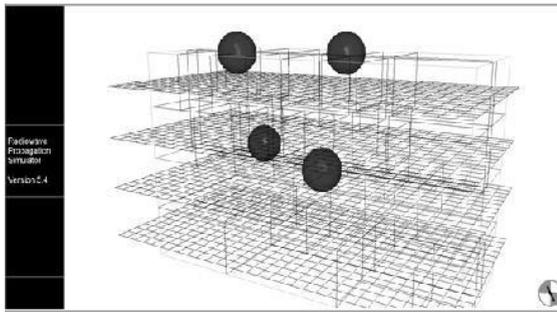
Gambar keseluruhan daerah perancangan

Setelah *layout* ruangan digambar se presisi mungkin pada RPS menyerupai denah struktur maka setelah itu dipasang DAS yang akan *cover* seluruh ruangan. Antena yang digunakan pada DAS ini merupakan antena omnidireksional. Tidak dilakukan konsentrasi *coverage* pada area tertentu dalam struktur. Parameter yang menjadi target dalam *radio access planning* adalah daya terima dalam lebih besar dari -45 dBm.

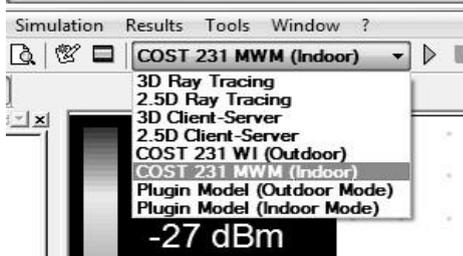
Akan diberikan 4 buah *transmitter* berdasarkan hasil *dimensioning*. *Transmitter* bekerja pada frekuensi 1.8 GHz dengan daya pancar 30 dBm agar dapat memberikan *coverage* yang maksimum.



Peletakan node B tidak dapat disimulasikan disini. Diasumsikan setiap node B berada di lantai 4 membentuk sebuah *site* diatas lantai 4. *Transmitter* kemudian diletakkan di lantai 4 sebanyak 2 buah dan di lantai 2 sebanyak 2 buah juga. Dengan bantuan software RPS kita dapat memindah-mindahkan sesuka hati *transmitter* yang akan dipasang hingga target minimal daya terima terpenuhi. Gambar 4.15 adalah skema peletakan *transmitter* per lantai



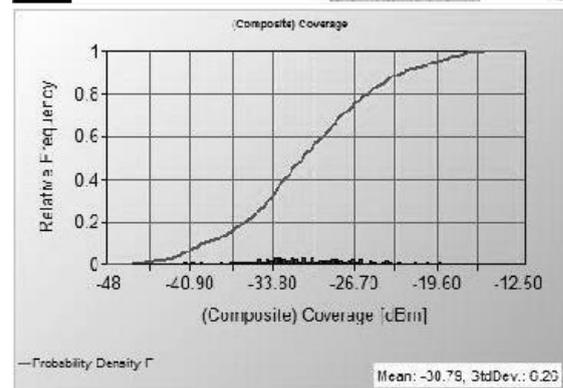
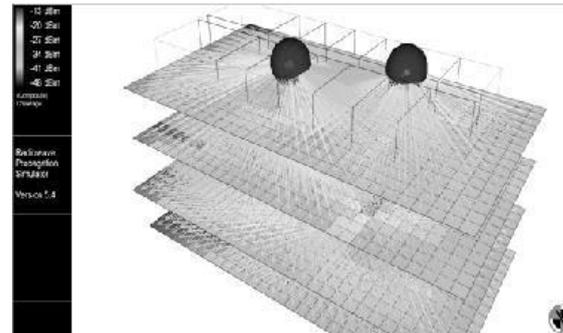
Kita masukkan parameter jenis *transmitter* yaitu antenna isotropik. Untuk mengetahui dengan benar pengaruh struktur terhadap propagasi gelombang, maka pasang *propagation model* dengan yang dipakai sejak perhitungan-perhitungan sebelumnya yaitu *cost-231 MultiWall*. Hal tersebut dijelaskan di gambar 4.16



Pengaruh pembangun struktur yaitu tembok dan lantai terhadap propagasi gelombang ditetapkan di RPS seperti pada gambar 4.17. Dimasukkan jenis tembok, tebal dan frekuensi yang digunakan kedalam tabel ini. Begitupun dengan lantai yang digunakan

| Item | Description | Color | Layer | Thickness (m) | RelPerm | RefL | RefT | Wall Hgt | WALL (dB) | WALL (dB) | Attenuation | Reflection | Diffraction | Use | WALL Factor | WALL Loss (dB) |
|------|-------------|-------|-------|---------------|---------|------|------|----------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|------|-------------|----------------|
| 1 | Concrete | Grey | 0.15 | 2.5 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 2 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 3 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 4 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 5 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 6 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 7 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 8 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 9 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 10 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 11 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 12 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 13 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 14 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 15 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 16 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 17 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 18 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 19 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |
| 20 | Concrete | Grey | 0.15 | 10 | 2.5 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 15 | 15 |

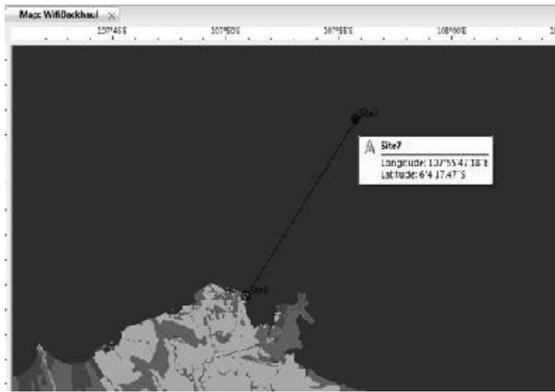
Hasil simulasi dimana terdapat *ray* dari tiap gelombang berdasarkan daya terima minimal yang kita tetapkan sebelumnya. Terlihat pada gambar 4.18 bahwa *ray* dari tiap gelombang menjangkau tiap sudut ruangan dengan baik. Hasil simulasi secara *visual* belum menunjukkan keberhasilan perancangan. Perlu pengamatan lebih presisi lagi menggunakan *chart* seperti yang terlihat pada gambar 4.19 untuk bisa menilai apakah perancangan yang dilakukan mampu memenuhi parameter kualitas yang telah ditentukan



Berdasarkan tabel diatas terlihat bahwa parameter kualitas telah terpenuhi dengan tidak adanya daya terima dibawah -45 dBm terlihat di *chart*. Oleh karena itu skema peletakan *transmitter* telah efisien sehingga setiap penjuru ruangan mampu terlayani dengan maksimal.

4.2 Simulasi *Backhaul* 802.11n

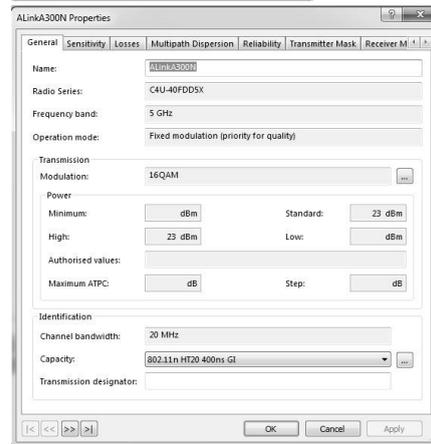
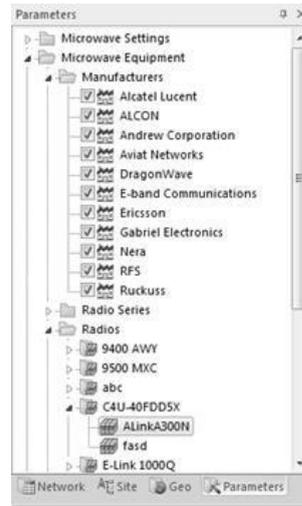
Dengan bantuan *software* Atoll kita akan mampu melihat apakah sasaran terhadap *quality* dan *availability* terpenuhi. Atoll memberikan kebebasan kepada penggunaanya untuk memasang segala parameter pokok sesuai dengan sistem yang akan mereka implementasikan. Pada gambar 4.20 tampilan peta Atoll.



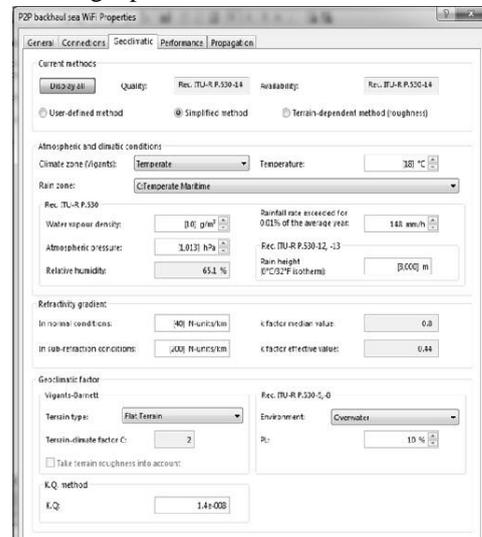
Pada spesifikasi tertera bahwa sensitivitas perangkat adalah -95 dBm@HT20 yang artinya adalah daya terima minimum yang mampu ditangani oleh perangkat adalah -95 dBm apabila digunakan lebar kanal 20 MHz, hal ini berkaitan dengan kapasitas yang mampu ditampung oleh link ini. Apabila teknologi 802.11n dengan modulasi 16 QAM, FEC 3/4, Lebar kanal 20 MHz maka data rate yang mampu dihasilkan adalah 43 Mbps. Nilai tersebut ditetapkan sebagai kapasitas link seperti terlihat pada gambar berikut 4.23

| Name | Minimum Capacity (Mbps) | TDM Capacity (Mbps) | Technology |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|------------|
| 100 Mbps at 5 km | 100 | 0 | Packet |
| 120 Mbps | 120 | 32.760 | Packet |
| 130n Mbps | 130.23 | 65.536 | Hybrid |
| 134 Mbps | 134.28 | 65.536 | Packet |
| 154n Mbps | 154.32 | 32.760 | Hybrid |
| 165 Mbps at 3 km | 165 | 0 | Packet |
| 168 | 32.77 | 32.77 | SDM only |
| 190 Mbps at 1.5 km | 190 | 0 | Packet |
| 240 Mbps | 240 | 0 | Packet |
| 272 | 55.25 | 55.25 | SDM only |
| 2CL | 4.1 | 4.1 | SDM only |
| 2E2 | 16.9 | 16.9 | SDM only |
| 2STM-L | 311.24 | 31.184 | SDM only |
| 311 Mbps | 311 | 131.072 | Packet |
| 311n Mbps | 311.24 | 65.536 | Hybrid |
| 32.77 Mbps | 32.77 | 16.384 | Hybrid |
| 3052 | 134.21 | 134.21 | SDM only |
| 316 | 154.71 | 154.71 | SDM only |
| 4E1 | 6.9 | 6.9 | SDM only |
| 50 Mbps at 10 | 50 | 0 | Packet |
| 54 Mbps | 54 | 0 | Hybrid |
| 54.75 Mbps | 54.75 | 17.168 | Hybrid |
| 64E1 | 131.07 | 131.07 | SDM only |
| 802.11n HT20 400ms GI | 43 | 0 | Packet |
| 805L | 12.35 | 12.35 | SDM only |
| 81L | 12.5 | 12.5 | SDM only |
| Backhaul WiFi | 100 | 0 | Packet |
| DS-SS | 5.152 | 5.152 | SDM only |
| E1 | 2.048 | 2.048 | SDM only |
| E-UTRA E8-USF-DW1 (SSEL=ETM) | 1.250 | 36.364 | Packet |
| EP20 00° | 100 | 0 | Packet |
| EP40 00° | 40 | 0 | Packet |
| EP40 00° | 40 | 0 | Packet |
| EP80 00° | 80 | 0 | Packet |

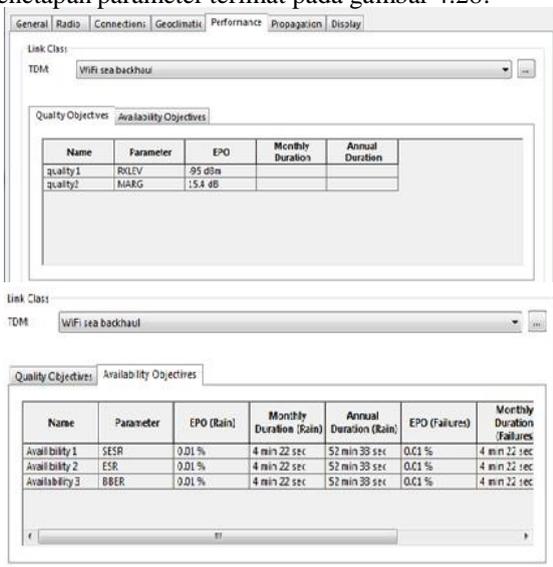
Perangkat yang digunakan adalah dari vendor Alcon Wireless dan radio seriesnya yaitu ALink A300N. Penspesifikasi perangkat terlihat pada gambar 4.23 sementara pada gambar 4.24 ditetapkan modulasi yang digunakan, daya pancar dan band yang digunakan.



Point-to-point WiFi pada daerah perencanaan merupakan *link* LoS diatas laut. Propagasi LoS bukan berarti tanpa masalah. Pada propagasi LoS masih terdapat *loss* berupa *free space loss*. Selain itu juga, multipath masih mungkin terjadi pada propagasi LoS. Hal ini disebabkan oleh fenomena *ducting* yang terjadi baik karena awan maupun kabut yang terjadi diantara pemancar dan penerima. Terlebih lagi apabila link berada diatas air,



Parameter performansi yang menjadi target dalam tugas akhir ini adalah ketersediaan jaringan sebesar 99.99 % dengan BER sebesar 10^{-6} . Ketersediaan ini akan tercapai jika dan hanya jika daya terima tidak kurang dari nilai sensitivitas perangkat. Acuan lain dalam penetapan kualitas adalah *quality and availability of transport network* berdasarkan ITU rec-G.828. Apabila semua parameter ini dapat dipenuhi maka *point to point* 802.11N terbukti mampu bekerja sebagai *cellular transport* sehingga dengan optimal berfungsi sebagai *backhaul* yang membawa trafik dari sel UMTS. Pada Atoll telah diset SESR,ESR dan BBER harus lebih kecil daripada 1×10^{-4} agar mampu mencapai *availability* link sebesar 99.99 %. Penetapan parameter terlihat pada gambar 4.28.



$$E_b = \frac{E_b}{N_0} + \frac{R_t}{B} - CG + MI$$

N_0

Datarate adalah 43 Mbps dengan FEC 3/4 maka

$$R_t = \frac{43}{3/4} = 57.3 \text{ Mbps}; B_w \text{ kanal adalah } 20$$

Mbps

Nilai E_b/N_0 untuk modulasi 16QAM dan BER 10^{-6} adalah 13.5

$$req = 13.5 + \frac{57.3}{20} - 4 + 3 = 15.4 \text{ dB}$$

Thermal Noise yang dihasilkan oleh perangkat dengan *noise figure* 5 dB adalah

$$N = K T B F = -228.6 + 10 \log (290 \text{ K}) + 10 \log (20 \text{ MHz}) + 5 = -228.6 + 23.62 + 73 + 5$$

$$N = -125.96 \text{ dBw}$$

Nilai N dalam dBm adalah -95.96

Daya carrier minimum yang harus disediakan sistem adalah

80.56 dBm, artinya kita harus mencari perangkat dengan sensitivitas lebih kecil dari -80.56 dBm. Ini artinya perangkat Alink-A300N akan mampu dengan baik memberikan konektivitas pada link ini karena menjanjikan sensitivitas sebesar -95 dBm. Nilai ini digunakan dalam target minimum Rx level pada Atoll.

The screenshot shows a table titled 'Summary of Site7 - Site8'. It compares two sites, Site7 and Site8, across various metrics. Quality objectives are marked as 'OK' for both. Availability objectives are also 'OK'. Global duration of out-of-service is 59 sec for both. Percentage of non-out-of-service is 99.999012%. Transmitted Power is 23 dBm for both. Antenna Gain is 30 dB for both. Transmission Total Losses are 6.2 dB for Site7 and 7.6 dB for Site8. Total Attenuation is 131.84 dB for both. Interference Inter-Losses are 6.2 dB for Site7 and 7.6 dB for Site8. Noise Floor (received Level C) is -92.34 dBm for both. Receiver sensitivity is -95 dBm for both. Uplink margin is 52.36 dB for Site7 and 52.16 dB for Site8.

Pada *availability objectives* telah dimasukkan parameter SER, SESR dan BBER dengan ketersediaan jaringan berdasarkan pemenuhan 3 rasio tersebut adalah 99.99 %. *Design Summary* telah memberi predikat “OK”, ini berarti teknologi Point to point 802.11n telah mampu memberikan ketersediaan yang baik sebagai *cellular transport* yang membawa trafik ke RNC. Nilai SESR yang terjadi adalah 2.952×10^{-5} sedangkan nilai ESR dan BBER yang terjadi sangat kecil (mendekati 0) hingga Atoll kehabisan digit untuk menunjukkannya

5. KESIMPULAN

Berdasarkan dasar teori, perhitungan untuk perancangan serta simulasi oleh Atoll dan RPS dalam tugas akhir ini, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan digunakan frekuensi 1800 MHz pada jaringan akses UMTS, didapatkan jumlah

node B yang paling optimum adalah 4 buah untuk dapat dengan baik memberikan layanan ke seluruh wilayah struktur perancangan .

2. Rentang daya terima pada struktur 4 lantai tersebut adalah dari -12.5 dBm hingga -

48dBm.

3. Pada link backhaul, target daya terima untuk dapat memenuhi layanan dengan ber 10^{-6} adalah -80.56 dBm dimana perangkat yang digunakan yaitu Alcon Alink-A300N dengan sensitivitas perangkat -95 dBm mampu mengakomodasi target tersebut .

4. *Quality objectives* berupa minimum RxLev senilai sensitivitas perangkat dan Margin

$$C_{req} = \frac{P_{req}}{N} + N = 15.4 + (-95.96) = -80.56 \text{ dBm}$$

C_{req} mengharuskan perangkat memiliki daya terima minimum sekurang-kurangnya adalah -

senilai C/N sebesar 15.4 dB keduanya telah mampu dipenuhi yaitu daya terima rata-rata

sebesar -62.84 dBm dengan margin yang mampu ditangani sistem sebesar 32.16 dB

5. *Availability objectives* berupa ketersediaan jaringan 99.99% merujuk pada ESR, SESR dan BBER sebesar 10^{-4} telah terpenuhi dengan nilai ESR sebesar $2.952 \cdot 10^{-4}$, nilai ESR dan BBER mendekati 0 (digit dari Atoll tidak mampu *display* nya)
6. Dengan jarak 16 Km di daerah *remote* , point to point backhaul dapat bekerja dengan baik sebagai teknologi *transport* selular

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Ng'oma, "Radio over Fiber technology for broadband wireless communication systems". Ph.D. Thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. 2005.
- [2] Antony, T & Gumaste, A., "DWDM Network Design and Engineering Solution". February.2002.
- [3] Dadrasiana, E & Adikan, F.R.M., "DWDM effect of Single Model Optical Fiber in Radio over Fiber System", Kuala Lumpur, 7 – 10 May 2010.
- [4] Gyeong-il, Kweon., "Noise Figure of Optical Amplifiers". Optical Amplifier Laboratory, LG Cabole Ltd, Anyang. June. 2002.
- [5] Holma, H & Toskala, A., "HSDPA/HSUPA for UMTS" Nokia, Finland. 2006
- [6] Keiser, Gerd. , 1987. *Optical Fiber Communications*, McGraw-Hill International Editions.
- [7] PT. Telkom Indonesia., "Network Monitoring System Unitrans ZXONM E300 EMS" Bandung. 2014.
- [8] Teresa, M., "*Performance Analysis of an Optical Link in DWDM System*," Institute Superior Technico, Paris. 2013.
- [9] Opatic, D., "Radio over Fiber technology for Wireless Access" Ericson, Croatia.2009
- [10] ZTE corporation., "ZXWM M920 user training presentation slides". Second edition, Nanshan District, Shenzhen., China. Aug 2010.