

Implementasi Jaringan Serat Optik Untuk Backhaul 4G Frekuensi 1800 MHz Dengan Menggunakan Pendekatan Link Budget

Nisa Ardilla¹, Yus Natali²

^{1,2}Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta
nisaardilla74@yahoo.co.id¹, yus_nabila@yahoo.com²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas sinyal di Gedung Plaza 89 Kuningan Jakarta Selatan, dengan cara menganalisis jaringan serat optik menggunakan pendekatan link budget. Penulis memanfaatkan hasil perhitungan yang telah ada, setelah hasil pengukuran dimiliki maka selanjutnya langsung dapat dilakukannya suatu analisa. Sesuai atau tidak sesuai hasil dengan data atau standar SFP, maka tetap perlu dilakukan analisa. Penelitian ini lebih memperhatikan tentang bagaimana cara menganalisis jaringan 4G LTE ke Gedung Plaza 89 Jakarta Selatan dan diperlukan pula perhitungan yang tepat. Pada Proyek Akhir ini analisis jaringan LTE dilakukan pada Gedung Plaza 89 Kuningan Jakarta Selatan dengan jarak 9,8 km dari lokasi MME. Gedung tiga belas lantai ini hanya diambil tiga lantai saja yaitu lantai lima, empat dan tiga. Telah didapatkan hasil perhitungan total redaman masing-masing lantai, pada lantai lima sebesar 6,789 dB, lantai empat 6,764 dB dan terakhir pada lantai tiga sebesar 6,735 dB.

Kata Kunci : Link Budget, Serat Optik, 4G LTE, SFP, Jaringan.

I. INTRODUCTION

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), atau dalam bahasa Inggris dikenal dengan istilah *Information and Communication Technologies* (ICT), teknik telekomunikasi adalah sistem yang mencakup seluruh peralatan teknis untuk memproses dan menyampaikan informasi. TIK mencakup dua aspek yaitu teknologi informasi dan teknologi komunikasi. Teknologi informasi meliputi segala hal yang berkaitan dengan proses, penggunaan sebagai alat bantu, manipulasi, dan pengelolaan informasi. Sedangkan teknologi komunikasi adalah segala sesuatu yang berkaitan dengan penggunaan alat bantu untuk memproses dan mentransfer data dari perangkat yang satu ke lainnya. Oleh karena itu, teknologi informasi dan teknologi komunikasi adalah dua buah konsep yang tidak terpisahkan.

Jadi Teknologi Informasi dan Komunikasi mengandung pengertian luas yaitu segala kegiatan yang terkait dengan pemrosesan, manipulasi, pengelolaan, pemindahan informasi antar media. Di dalam kegiatan memproses, manipulasi, pengelolaan dan pemindahan informasi antar media itu membutuhkan yang namanya teknologi jaringan.

Berdasarkan uraian diatas dimana implementasi atau analisa merupakan faktor penentu kualitas jaringan di dalam suatu gedung, maka dari itu penulis tertarik untuk membahasnya, hal tersebut penulis tuangkan dalam

bentuk Proyek Akhir dengan judul “IMPLEMENTASI JARINGAN SERAT OPTIK UNTUK BACKHAUL 4G FREKUENSI 1800 MHZ DENGAN MENGGUNAKAN PENEDEKATAN LINK BUDGET”.

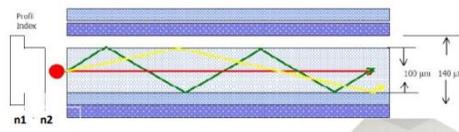
II. LITERATURE REVIEW

A. Serat Optik

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

B. Macam-Macam Serat Optik

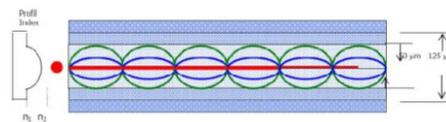
1. Multimode Step Index



Gambar Serat Optik Step Index Multimode

- Indeks bias core konstan.
- Ukuran core antara 50 – 125 mm dan dilapisi cladding yang tipis.
- Penyambungan kabel lebih mudah karena memiliki core yang besar.
- Banyak terjadi dispersi.
- Lebar pita frekuensi terbatas/sempit.
- Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data bit rate rendah.
- Harga relatif murah.

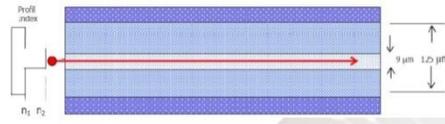
2. Multimode Graded Index



Gambar Serat Optik Grade Index Multimode

- Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun sampai ke batas core cladding.
- Ukuran diameter core antara 30 – 60 mm.
- Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- Dispersi lebih kecil dibanding dengan Multimode Step Index.
- Digunakan untuk jarak menengah dan lebar pita frekuensi besar.
- Harga relatif mahal dari SI, karena faktor pembuatannya lebih sulit.

3. Singlemode Step Index



Gambar Serat Optik Step Index Singlemode

- Serat optik singlemode memiliki diameter core antara 2 – 10 mm dan sangat kecil dibandingkan dengan ukuran claddingnya.
- Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik.
- Memiliki redaman yang sangat kecil.
- Memiliki lebar pita frekuensi yang sangat lebar.
- Digunakan untuk jarak jauh dan mampu menyalurkan data dengan kecepatan bit rate yang tinggi.

C. Teknologi 4G

4G adalah singkatan atau kepanjangan dari Fourth Generation alias generasi keempat dari standar teknologi informasi dan komunikasi. Jaringan 4G, diyakini memiliki fitur lebih lengkap sehingga menjadi nilai tambah daripada 3G.

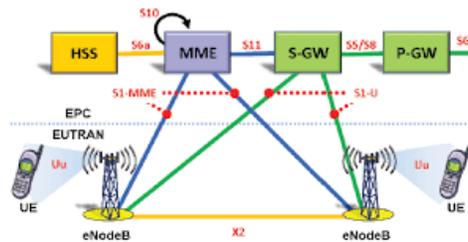
Selain 3G memiliki fasilitas yang lebih lengkap, transmisi data 4G diyakini mempunyai standar kecepatan transmisi berkisar antara 100 Mbps hingga 1 Gbps. Percakapan, internet, chatting, game, video atau apa pun fitur yang ada di dalamnya dapat memberikan kepuasan yang lebih berkelas dibandingkan 3G.



Gambar Teknologi 4G

Saat ini teknologi 4G menjadi jaringan tercepat, teknologi 4G mampu menyediakan sarana kecepatan download 4-5 kali lebih cepat daripada 3G. Saat ini konsumen dapat mengakses internet dimanapun dan kapanpun selama berada pada cakupan wilayah dengan perangkat 4G, termasuk smartphone, tablet, dan hotspot. Banyak operator telekomunikasi dunia sudah mengalami fenomena di mana pertumbuhan pelanggan data jauh mengalahkan layanan suara dan SMS. Guna menjawab tantangan kebutuhan komunikasi data yang kian tinggi tersebut, International Telecommunication Union of Radio (ITU-R) mengeluarkan rekomendasi sebagai model definisi teknologi komunikasi yang kemudian dikenal sebagai teknologi generasi keempat (4G).

D. Arsitektur LTE



Gambar Arsitektur LTE

Arsitektur LTE terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga sebagai E-UTRAN dan SAE yang merupakan jantung dari sistem LTE yang dikenal juga sebagai EPC. Berikut ini adalah penjelasan masing-masing bagian dari arsitektur LTE diatas:

1. Bagian Akses Radio (LTE) :

- a. UE (User Equipment) adalah perangkat komunikasi pengguna. Perangkat ini dapat berupa telepon genggam, tablet, komputer, maupun segala perangkat cerdas yang dapat terhubung dengan internet.
- b. E-Node B (evolved Node B) adalah antar-muka jaringan LTE dengan pengguna. Pada jaringan GSM dikenal sebagai BTS dan pada jaringan UMTS dikenal sebagai Node B. Perbedaan E-Node B dengan BTS maupun Node B adalah kemampuannya untuk melakukan fungsi kontrol sambungan dan handover. Dengan demikian tidak ada lagi pengatur tambahan seperti BSC atau RNC pada sistem LTE.

E. E-Node B

E-Node B adalah antar-muka jaringan LTE dengan pengguna. Pada jaringan GSM dikenal sebagai BTS dan pada jaringan UMTS dikenal sebagai NodeB. Perbedaan E-Node B dengan BTS maupun NodeB adalah kemampuannya untuk melakukan fungsi control sambungan dan handover. Dengan demikian tidak ada lagi pengatur tambahan seperti BCS atau RNC pada sitem LTE.



Gambar Antenna E-Node B

F. Jaringan Backhaul

Backhaul dalam jaringan telekomunikasi hampir selalu ada dalam sistem telekomunikasi. Dalam sistem komunikasi selular bergerak yang saat ini lagi ramai misalnya penghubung antara transeiver dengan bsc, dan bsc dengan msc, kemudian msc dengan msc lain, dan msc dengan sentral diperlukan adanya backhaul.

Pada sistem komunikasi trunk backhaul merupakan jaringan utama untuk menghubungkan antar sentral. Dalam teknologi internet backhaul digunakan untuk menghubungkan isp dengan transeiver, maupun transeiver (pemancar) dengan end user. Pada corporate communication jaringan backhaul lebih bervariasi lagi, semisal sebagai penghubung jaringan kantor pusat, gudang, proyek, atau kantor cabang.

G. Pengertian Power Link Budget

Link budget adalah estimasi kebutuhan daya yang diperhitungkan untuk memastikan level daya penerima lebih besar atau sama dengan level threshold (daya minimum). Perhitungan link budget adalah menentukan jarak maksimum yang dapat di capai oleh sistem transmisi yang dipilih yaitu serat optik. Pertimbangan yang penting untuk sistem transmisi serat optik adalah power budget. Dengan mengurangi seluruh redaman optik sistem daya yang dikirimkan oleh transmitter, perencanaan sistem serat optik memastikan bahwa sistem mempunyai daya yang cukup untuk mengemudikan receiver pada level yang diinginkan. Daya input yang diizinkan oleh receiver disebut dengan sensitivitas receiver dan akan tergantung pada BER tertentu. Perhitungan power link budget untuk mengetahui batasan redaman total yang diijinkan antara daya keluaran pemancar dan sensitivitas penerima. Untuk menghitung Link power budget dapat dihitung dengan rumus:

$$L_{total} = L_{\text{aserat}} + m \cdot L_{\text{splicing}} + n \cdot L_{\text{konektor}}$$

Bentuk persamaan untuk perhitungan margin daya adalah :

$$M = (P_{tx} - P_{rx}) - L_{tot} - SM$$

Keterangan

P_{tx} : Daya Keluaran Sumber Optik (dBm)

P_{rx} : Sensitivitas Daya Detektor (dBm)

SM : Safety Margin, berkisar 6-8 dB

L_{tot} : Redaman Total Sistem (dB)

L : Panjang Serat Optik (Km)

$L_{konektor}$: Redaman Konektor (dB/buah)

$L_{splicing}$: Redaman Sambungan

α_{serat} : Redaman Serat Optik (dB/ Km)

m : Jumlah Sambungan

n : Jumlah Konektor

Margin daya disyaratkan harus memiliki nilai lebih dari 0 (nol), margin daya adalah daya yang masih tersisa dari power transmit setelah dikurangi dari loss selama proses pentransmision, pengurangan dengan nilai safety margin dan pengurangan dengan nilai sensitifitas receiver.

III. RESEARCH METHOD

A. Implementasi

Implementasi adalah suatu tindakan pelaksanaan atau penerapan sesuatu yang telah ada. Implementasi dapat berarti menganalisa suatu jaringan yang dimana jaringan tersebut akan menghasilkan suatu sinyal yang dapat digunakan oleh pengguna LTE didalam gedung dan sekitarnya.

Jaringan backhaul 4G yang dibahas ada 2 bagian yaitu:

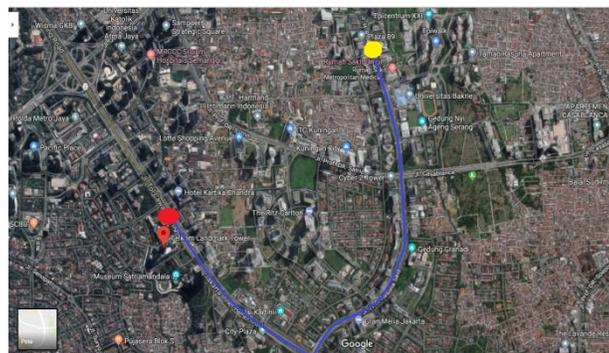
1. Serat optik diluar gedung yang menghubungkan MME (4G) dengan E-Node B
2. Serat Optik di dalam gedung (karena E-Node B ada di lantai paling atas atau Roof Top)

B. Survey

Survey adalah penelitian sesuatu hal yang bermaksud bisa mendapatkan informasi atau pengetahuan yang jelas dan sudah pasti . Terutama survey dilakukan dengan melihat data yang telah dimiliki yaitu denah tentang gedung plaza 89 ini, dimana dengan adanya data ini bisa mengambil asumsi untuk memperkirakan hasil kualitas jaringan atau serat optik di gedung ini agar pas tanpa kekeliruan.Data yang dibutuhkan untuk implentasi jaringan 4G terdiri dari:

1. Panjang kabel yg dibutuhkan untuk setiap lantai
2. Letak penempatan Antenna (untuk link arah jaringan akses)
3. Kondisi ruang untuk memudahkan proses implementasi

Lokasi implementasi serat optik ditunjukkan pada gambar panah diatas. Serat optik yang digelar untuk E-Node B yang berada di gedung plaza ini ditarik dari kuning lalu digelar sepanjang jalan kuning melewati gatot subroto yg berjarak sekitar 9,8 km serat optik yang Panjang gelombangnya 1310 nm dengan menggunakan serat optik yang panjangnya 2km sehingga jumlah titik sambung (splicing) ada 6 titik sambung.



Gambar Rute Real

C. Cara Pengukuran Kualitas Serat Optik di Dalam Gedung Plaza 89

Perhitungan Link Budget yang akan dilakukan, yaitu mulai dari letak MME ke depan gedung lalu ke lantai yang dipilih untuk di analisa yaitu lantai 5, lantai 4 dan lantai 3. Berikut ini merupakan langkah perhitungan link budget masing-masing antenna pada jaringan 4G dengan frekuensi 1800 MHz.

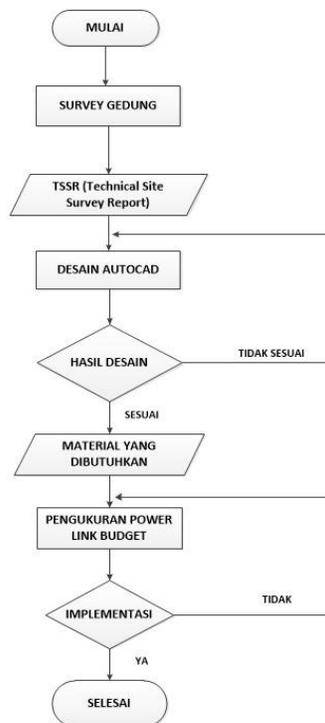
Jenis konektor yang digunakan yaitu jenis LC, kemampuan serat optik sejauh 10 km. ketika daya yang keluar dari pengirim memiliki nilai -6.74 dBm dengan nilai alarm tertinggi 0.00 dan nilai alarm terendah -12.50. Sedangkan nilai peringatan tertinggi yaitu -2.00 dan nilai peringatan terendah yaitu -10,50.

Nilai daya optical penerima sebesar -11.41 dBm memiliki nilai alarm terkuat -3.00 dan nilai alarm terlemahnya ialah -20.51. untuk nilai peringatan tertinggi yaitu -4.00 dan peringatan terendahnya ialah -19.51.

D. Parameter Link Serat Optik

Parameter serat optic yang digunakan adalah panjang gelombang 1310 nm, penggunaan lamda ini karena jarak dari MME ke E-Node B kurang dari 10 km dan interface ke user menggunakan antenna omnidirectional. Penggunaan antenna ini karena untuk melayani user yang mobile.

E. Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar Flow Chart

Penjelasan dari Flow Chart diatas yaitu :

1. Survey gedung yang telah ditentukan , dalam melakukan survey gedung penulis melakukan kunjungan langsung ke lokasi gedung, untuk mendapatkan data real yang akan dianalisa.
2. Lalu dilakukannya TSSR (Technical Site Survey Report) yaitu system design, dimana dalam langkah ini menentukan design gedung yang akan dipilih.
3. Desain Autocad , desain yang dipilih yaitu menggunakan software Autocad.
4. Hasil desain , setelah di desain tentunya muncul hasil desain yang telah jadi , hasil desain diambil untuk mempermudah membaca denah yang akan dilakukan analisa. Jika hasil desain tidak sesuai maka kembali lagi dilakukannya desain autocad.
5. Material yang dibutuhkan , yang termasuk material yang dibutuhkan disini yaitu Serat Optik, Patchcore.
6. Pengukuran Power Link Budget , langkah ini adalah langkah pengukuran power link budget di tiap lantai yang dilakukan analisa.
7. Implementasi , langkah ini adalah langkah yang paling penting , yaitu melakukan implementasi seperti judul proyek akhir ini. Dimana implementasi ini diharapkan mendapatkan hasil yang sesuai dengan standart SFP yang telah ditentukan. Jika dalam tahap implementasi ini tidak sesuai , maka harus melakukan ulang pengukuran power link budget atau pada keterangan nomor 6 diatas.
8. Selesai , setelah implementasi dinyatakan berhasil atau hasil sesuai dengan standar SFP maka implementasi tersebut dinyatakan berhasil , sukses atau bisa dibilang sudah selesai.

IV. RESULTS AND DISCUSSION

Analisis jaringan backhaul 4G di Gedung plaza 89 Kuningan Jakarta Selatan, kualitas sinyal yang dimiliki baik atau buruk dengan operator yang digunakan yaitu XL Axiata. Tetapi lain halnya dengan bab ini, bab ini akan membahas mengenai perhitungan power link budget pada Gedung Plaza 89 Kuningan Jakarta Selatan.

A. Perhitungan Redaman Pada Jaringan 4G 1800 MHz

1. Redaman Daya diluar Gedung (dari MME ke basement)

A. Lantai 5

Berdasarkan data yang digunakan total jarak = 9,8 km dari total jarak ditambah jarak dari lantai basement ke lantai 5 = 42 m, jadi total jarak yang dihitung adalah 10,22 km, memiliki 13 lantai setiap lantai tingginya 7 m jika total keseluruhan tinggi gedung maka 91 m, dengan redaman kabel untuk panjang gelombang 1310 nm = 0,4 dB/km. Maka akan segera diketahui hasil redamannya melalui perhitungan di bawah ini dengan menggunakan rumus diatas

$$\begin{aligned}L_{tot} &= (L \times \alpha) + (m \times L_{splicing}) + (n \times L_{konektor}) \\ &= \left(10,22 \times 0,4 \frac{dB}{km}\right) + (6 \times 0,05 dB) + (2 \times 0,5 dB) \\ &= (4,088 + 0,3 + 1) \\ &= 5,388 dB\end{aligned}$$

B. Lantai 4

Berdasarkan data yang digunakan total jarak = 9,8 km dari total jarak ditambah jarak dari lantai basement ke lantai 4 = 35 m, jadi total jarak yang dihitung adalah 10,15 km, memiliki 13 lantai setiap lantai tingginya 7 m jika total keseluruhan tinggi gedung maka 91 m, dengan redaman kabel untuk panjang gelombang 1310 nm = 0,4 dB/km. Maka akan segera diketahui hasil redamannya melalui perhitungan di bawah ini dengan menggunakan rumus diatas

$$\begin{aligned}L_{tot} &= (L \times \alpha) + (m \times L_{splicing}) + (n \times L_{konektor}) \\&= \left(10,15 \times 0,4 \frac{dB}{km}\right) + (6 \times 0,05 dB) + (2 \times 0,5 dB) \\&= (4,06 + 0,3 + 1) \\&= 5,36 dB\end{aligned}$$

C. Lantai 3

Berdasarkan data yang digunakan total jarak = 9,8 km dari total jarak ditambah jarak dari lantai basement ke lantai 3 = 28 m, jadi total jarak yang dihitung adalah 10,08 km, memiliki 13 lantai setiap lantai tingginya 7 m jika total keseluruhan tinggi gedung maka 91 m, dengan redaman kabel untuk panjang gelombang 1310 nm = 0,4 dB/km. Maka akan segera diketahui hasil redamannya melalui perhitungan di bawah ini dengan menggunakan rumus diatas

$$\begin{aligned}L_{tot} &= (L \times \alpha) + (m \times L_{splicing}) + (n \times L_{konektor}) \\&= \left(10,08 \times 0,4 \frac{dB}{km}\right) + (6 \times 0,05 dB) + (2 \times 0,5 dB) \\&= (4,032 + 0,3 + 1) \\&= 5,332 dB\end{aligned}$$

2. Redaman Daya didalam Gedung (dari basement ke E-Node B)

A. Total Loss di lantai 5

Dari basement ke rooftop E-NodeB = 91m = 0,091 km Kabel SO dari bawah ke E-NodeB + ke lantai 5+SO ke dalam gedung lantai 5

$$= 91m+63m+100m$$

$$= 254 m = 0,254 km$$

Lantai 5

$$\begin{aligned}L_{tot} &= (L \times \alpha) + (m \times L_{splicing}) + (n \times L_{konektor}) \\&= \left(0,254 \times 0,4 \frac{dB}{km}\right) + (6 \times 0,05 dB) + (2 \times 0,5 dB) \\&= (0,1016 + 0,3 + 1) \\&= 1,4016 dB\end{aligned}$$

B. Total Loss di lantai 4

Dari basement ke rooftop E-NodeB = 91m = 0,091 km Kabel SO dari bawah ke E-NodeB + ke lantai 4+SO ke dalam gedung lantai 4

$$= 91m+70m+100m$$

$$= 261m = 0,261 \text{ km}$$

Lantai 4

$$\begin{aligned} L_{tot} &= (L \times \alpha) + (m \times L_{splicing}) + (n \times L_{konektor}) \\ &= \left(0,261 \times 0,4 \frac{dB}{km}\right) + (6 \times 0,05 \text{ dB}) + (2 \times 0,5 \text{ dB}) \\ &= (0,1044 + 0,3 + 1) \\ &= 1,4044 \text{ dB} \end{aligned}$$

C. Total Loss di lantai 3

Dari basement ke rooftop E-NodeB = 91m = 0,091 km Kabel SO dari bawah ke E-NodeB + ke lantai 3+SO ke dalam gedung lantai 3

$$= 91m+77m+90m$$

$$= 258 \text{ m} = 0,258 \text{ km}$$

Lantai 3

$$\begin{aligned} L_{tot} &= (L \times \alpha) + (m \times L_{splicing}) + (n \times L_{konektor}) \\ &= \left(0,258 \times 0,4 \frac{dB}{km}\right) + (6 \times 0,05 \text{ dB}) + (2 \times 0,5 \text{ dB}) \\ &= (0,1032 + 0,3 + 1) \\ &= 1,4032 \text{ dB} \end{aligned}$$

B. Hasil Perhitungan Total Loss di Luar dan Dalam Gedung

Dari perhitungan diatas telah didapati hasil pengukuran total loss dari luar gedung maupun di dalam gedung, selanjutnya akan dilakukannya analisis dari hasil yang telah didapatkan.

Tabel Hasil Perhitungan Link Budget

No.	Lantai	Redaman diluar Gedung (dB)	Redaman didalam Gedung (dB)	Total Redaman
1	5	5,388	1,401	6,789
2	4	5,36	1,404	6,764
3	3	5,332	1,403	6,735

Dari tabel diatas menampilkan hasil perhitungan redaman atau total loss di luar gedung maupun didalam gedung. Didapati total redaman diluar gedung untuk lantai 5 yaitu 5,388 dB diluar gedungnya 1,401 dB sedangkan lantai 4 tentunya berbeda, karena setiap lantai jarak berubah ditambah dengan 7 m karena 1 lantai

tingginya 7 m, maka hasil total redaman diluar gedung yaitu 5,36 dB untuk didalam gedungnya 1,404 dB. Untuk lantai terakhir yang diteliti yaitu lantai 3, dilantai 3 hasilnya juga tidak terlalu banyak berubah yaitu total redaman didalam gedungnya 5,332 dB sedangkan diluar gedungnya yaitu 1,403 dB. Total redaman keseluruhan dijumlah maka timbullah hasil yang telah tertera pada tabel diatas.

Hasil ketiga lantai tersebut tidak jauh berbeda dikarenakan tinggi tiap lantai hanya bertambah 7 m saja. Penelitian juga melakukan perhitungan pada lantai yang berdempetan tidak pada lantai yang jaraknya berjauhan, maka dari itu hasil tidak berubah terlalu banyak.

C. Analisis Link Budget

Ada penggunaan SFP seperti keterangan pada tabel diatas dengan type yang dipakai yaitu 1000 Base SFP dengan data spesifikasi dan perhitungan sebagai berikut :

A. Lantai 5

$$\begin{aligned} P_{RX} &= P_{TX} - L_{total} \\ \text{Lantai 5} = P_{RX \min} &= -11,5 - 6,789 = -18,289 \text{ dBm} \\ &= P_{RX \max} = -3 - 6,789 = -9,789 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Pada perhitungan dan tabel diatas dapat dilihat bahwa standar Tx dimulai -3 sampai dengan minimal -11,5 dimana memiliki total hasil yang sama , hasil tersebut di dapat dari jumlah redaman didalam gedung dan redaman diluar gedung lalu ada P_{RX} yaitu hasil dari Tx dan total redaman. Dengan standar P_{RX} yang sama yaitu -3 sampai dengan -19. Tetapi berbeda dengan di perhitungan, diperhitungan hanya mencari secara langsung yaitu dari P_{RX} minimal dan langsung ke P_{RX} maksimal saja tetapi keduanya memiliki hasil yang sesuai dan tidak melewati batas minimal yang telah ditentukan. Dimana hasil maksimalnya -9,789 dan hasil minimalnya yaitu -18,289.

Maka dapat ditemukan hasil analisis nya adalah oke dimana masih dalam kategori sesuai atau memenuhi standar.

B. Lantai 4

$$\begin{aligned} P_{RX} &= P_{TX} - L_{total} \\ \text{Lantai 4} = P_{RX \min} &= -11,5 - 6,764 = -18,264 \text{ dBm} \\ &= P_{RX \max} = -3 - 6,764 = -9,764 \text{ dBm} \end{aligned}$$

Tidak berbeda jauh juga dengan kondisi di lantai 5 , pada lantai 4 ini dapat dilihat bahwa standar Tx dimulai -3 sampai dengan minimal -11,5 dimana memiliki total hasil yang sama , hasil tersebut di dapat dari jumlah redaman didalam gedung dan redaman diluar gedung lalu ada P_{RX} yaitu hasil dari Tx dan total redaman. Dengan standar P_{RX} yang sama yaitu -3 sampai dengan -19. Tetapi berbeda dengan di perhitungan, diperhitungan hanya mencari secara langsung yaitu dari P_{RX} minimal dan langsung ke P_{RX} maksimal saja tetapi keduanya memiliki hasil yang sesuai dan tidak melewati batas minimal yang telah ditentukan. Dimana hasil maksimalnya -9,764 dan hasil minimalnya yaitu -18,264.

Maka dapat ditemukan hasil analisis nya adalah oke dimana masih dalam kategori sesuai atau memenuhi standar.

C. Lantai 3

$$P_{RX} = P_{Tx} - L_{total}$$

$$\text{Lantai 3} = P_{RX \min} = -11,5 - 6,735 = -18,235 \text{ dBm}$$

$$= P_{RX \max} = -3 - 6,735 = -9,735 \text{ dBm}$$

Perhitungan dan tabel diatas menerangkan untuk lantai 3 dimana dapat dilihat bahwa standar Tx dimulai -3 sampai dengan minimal -11,5 dimana memiliki total hasil yang sama , hasil tersebut di dapat dari jumlah redaman didalam gedung dan redaman diluar gedung lalu ada P_{RX} yaitu hasil dari Tx dan total redaman. Dengan standar P_{RX} yang sama yaitu -3 sampai dengan -19. Tetapi berbeda dengan di perhitungan, diperhitungan hanya mencari secara langsung yaitu dari P_{RX} minimal dan langsung ke P_{RX} maksimal saja tetapi keduanya memiliki hasil yang sesuai dan tidak melewati batas minimal yang telah ditentukan. Dimana hasil maksimalnya -9,735 dan hasil minimalnya yaitu -18,235.

Maka dapat ditemukan hasil analisis nya adalah baik dimana masih dalam kategori sesuai atau memenuhi standar.

D. Analisis Hasil Perhitungan Total Loss diluar Gedung

Hasil menunjukkan bahwa perhitungan redaman dari luar gedung sampai ke lantai 5 lantai 4 dan lantai 3. Hasil perhitungan bukan dari basement ke E-NodeB kemudian di breakdown ke lantai 5, namun perhitungan dimulai dari lantai basement langsung ke lantai 5 dan seterusnya. Hasil perhitungan di lantai 5 yaitu 5,388 dB, sedangkan perhitungan yang serupa namun untuk dilantai 4 memiliki hasil yang sedikit saja perbedaannya yaitu 5,36 dB. Untuk perhitungan dilantai 3 memiliki hasil sebesar 5,332 dB.

Sedangkan hasil perhitungan link budget di jaringan backhaul yaitu dapat dilihat pada tabel 4.3 dimana tabel tersebut menjelaskan bahwa optical transmit powernya memiliki nilai min -19 dan max -3. Maka timbulah perhitungan pada lantai 5, 4 dan 3 , dimana pada lantai tersebut memiliki nilai yang sesuai.

E. Analisis Hasil Ukur Total Loss didalam Gedung

Hasil menunjukkan bahwa perhitungan total loss dari luar gedung dengan jarak 9,8 km sampai ke E-NodeB kemudian di breakdown ke lantai 5 memiliki hasil 1,401 dB. Sedangkan perhitungan yang serupa namun untuk dilantai 4 memiliki hasil yang sedikit saja perbedaannya yaitu 1,404 dB. Untuk perhitungan dilantai 3 memiliki hasil sebesar 1,403 dB.

F. Analisis Keseluruhan

Tabel Total Loss Keseluruhan Lantai

No.	Lantai	$P_{RX \max}$	$P_{RX \min}$	Keterangan
1	5	-9,789 dBm	-18,289 dBm	Oke
2	4	-9,764 dBm	-18,264 dBm	Oke
3	3	-9,735 dBm	-18,235 dBm	Oke

Sebelum dilakukan analisis keseluruhan akan diketahui sedikit tentang SFP. Pada perhitungan tabel diatas mengacu pada standar SFP dimana standar SFP sudah tertera pada tabel 4.3 . SFP berguna untuk mengirim dan menerima sinyal informasi dengan media yang digunakan adalah serat optik.

Jika di analisis sesuai dengan standar SFP yang telah ada maka timbulah hasil seperti pada tabel diatas, dimana pada lantai 5 memiliki nilai $P_{RX\ min}$ -18,289 dengan $P_{RX\ max}$ -9,789 dan seterusnya. Pada hasil ketiganya masih sesuai dengan standar SFP yang ada, sehingga masih dikatakan memenuhi standart.

Dari hasil pembahasan backhaul 4G di gedung Plaza 89 Kuningan Jakarta Selatan dengan tinggi gedung 91 m, memiliki 13 lantai dan tinggi setiap lantai 7 m maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pendekatan link budget dengan standar interface memiliki hasil yang sesuai dilihat dari panjang gelombang dan jarak yang telah ditentukan. Maka dari itu penelitian ini dikatakan berhasil atau masih sesuai.
2. Redaman serat optik yang terjadi di hitung dari MME ke E-Node B dengan perhitungan redaman keseluruhan di hitung dari MME ke Basement (luar gedung), lalu dari Basement ke RoofTop dilanjutkan dari RoofTop ke ruangan yang dianalisa. Menggunakan splitter 1:4 untuk lantai 5 1:4 lantai 4 dan 1:3 untuk lantai 3.
3. Total loss yang terjadi dari MME ke E-Node B gedung Plaza 89 Jakarta Selatan adalah sebagai berikut :
 - a. Lantai 5 : 6,789 dB
 - b. Lantai 4 : 6,764 dB
 - c. Lantai 3 : 6,735 dB

Hasilnya bisa dikatakan kecil karena ada redaman atau perangkat tambahan yang mungkin tidak terukur.

REFERENCES

- [1] Wardana Lingga, Dewantoro Anton. (2014). *4G HANDBOOK EDISI BAHASA INDONESIA*. Jakarta Selatan.
- [2] Prasetya Dwi. (2009). *SERAT OPTIK. Jurnal Teknik Informatika 2006 Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya*.
- [3] Natali Yus. (2014). *ANALISIS JARINGAN BACKHAUL 3G MENGGUNAKAN METRO ETHERNET. Jurnal ICT Vol V, No. 9, Nov.*
- [4] Budiharjo Suyatno. (2014). *RANCANG BANGUN APLIKASI PERHITUNGAN LINK BUDGET PADA JARINGAN FTTH BERBASIS ANDROID. Jurnal ICT Vol V, No. 9,Nov.*
- [5] Efendi Rizal. (2015).*DESIGN DAN OPTIMASI JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) DENGAN TEKNOLOGI GIGABIT PASSIVE OPTICAL NETWORK (GPON) DI KOTA BANDUNG.* Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom : https://www.researchgate.net/publication/283727021_Jurnal
- [6] Halim Hafidz Akbar Halim, Setyanto Nasir Widha. *JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 3 NO. 1 TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA.*
- [7] Jambola, Lucia. (2016). *SIMULASI ANGGARAN DAYA SISTEM KOMUNIKASI SERAT OPTIK BERBASIS MATLAB 7.5.* Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan Juli 2016. Institut Teknologi Nasional Bandung.
- [8] Farhan Bagas, Meirinda Gita. (2016) *ANALISIS TOTAL LOSS REDAMAN PADA JARINGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) PADA PERUMAHAN SARIJADI BANDUNG.* Fakultas Teknik Elektro – Telkom University.
- [9] Permana Andrian, Imansyah Fitri. *ANALISIS MAKSIMUM PATHLOSS POWER LINK BUDGET PADA SISTEM JARINGAN CDMA2000 1x* Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia.
- [10] Suyuti Saidah, Syarif Syafruddin. (2011). *STUDI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI 4G – LTE dan WiMAX DI INDONESIA. Jurnal Ilmiah “Elektrikal Enjiniring” UNHAS .*
- [11] Rachimi Hayyu.(2016).*IMPLEMENTASI DAS (DISTRIBUTED ANTENNA SYSTEM) DI GEDUNG HOTEL IBIS CIRCLE KUTA BALI.* Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta.
- [12] Okfarima Mandasari Okfarima.(2017).*ANALISIS DAYA HILANG PADA SERAT OPTIK MELENGKUNG MENGGUNAKAN METODE GEOMETRIS DAN FDTD.* Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom.
- [13] CISCO SMALL FORM-FACTOR PLUGGABLE (SFP) TRANSCEIVER MODULES MAINTENANCE AND TROUBLESHOOTING JOURNAL.
- [14] ITU-T G.657.(2016).*TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU (11/2016).*