

ANALISA RFC 2544 PADA SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT LINK KOTA KENDARI – KABUPATEN KONAWA KEPULAUAN

Andre Morris¹, Bektı Yulianti ST, MT²

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

ABSTRAK

Proyek Palapa Ring merupakan salah satu Proyek Strategis Nasional yang dibangun oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika dalam rangka pemerataan pembangunan infrastruktur telekomunikasi di daerah 3T (Terluar, Tertinggal, Terdepan). Proyek yang dibangun yaitu berupa jaringan tulang punggung berbasis fiber optik. Pada jaringan telekomunikasi berbasis fiber optik perlu dilakukan pengujian berkala untuk memastikan konsistensi performansi jaringan dengan melakukan pengujian berbasis RFC 2544 yang direkomendasikan oleh *Internet Engineering Task Force* (IETF). Parameter pengujian yang dilakukan adalah *Throughput*, *Latency*, *Packet Loss*, dan *Back to Back* dengan membandingkan hasil perhitungan dan hasil pengukuran alat uji performansi jaringan. Adapun pengujian dilakukan pada Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) link Kota Kendari – Kabupaten Konawa Kepulauan yang berjarak 82,48 km yang merupakan salah satu jaringan Palapa Ring. Berdasar hasil analisa performansi jaringan didapat nilai throughput rata-rata 99,996%, nilai latency (RTT) 929,13 μ s, nilai frame loss 0 (zero frame loss), dan pada pengujian back-to-back jumlah frame yang dilewatkan pada jaringan, rata-rata berkurang 37% seiring kenaikan jumlah bit frame sizenya. Dengan begitu disimpulkan bahwa performansi jaringan SKKL link Kota Kendari – Kabupaten Konawa Kepulauan masih memenuhi standar yang ditetapkan dalam rekomendasi pengujian RFC 2544.

Kata kunci: Jaringan Tulang Punggung, RFC 2544, IETF, *Throughput*, *Latency*, *Packet Loss*, *Back to Back*.

I. PENDAHULUAN

Terinspirasi oleh sejarah bangsa, pemerintah Indonesia menggunakan “Palapa Ring” sebagai nama proyek pembangunan infrastruktur jaringan tulang punggung bagi telekomunikasi nasional. Proyek Palapa Ring merupakan pembangunan jalan tol informasi yaitu jaringan fiber optik baik *submarine* maupun *inland* ke wilayah-wilayah kabupaten/kota yang sangat membutuhkan kehadiran negara agar jaringan broadband telekomunikasi dapat menjangkau ke wilayah-wilayah tersebut. Pembangunan jaringan telekomunikasi oleh pemerintah perlu dilakukan karena daerah-daerah tersebut dinilai tidak *feasible* secara ekonomi bagi operator telekomunikasi.

Proyek Infrastruktur Palapa Ring terbagi menjadi tiga paket yakni paket Barat, Tengah dan Timur. Paket barat akan menjangkau wilayah Riau dan Kepulauan Riau (sampai dengan Pulau Natuna) dengan estimasi total panjang kabel serat optik sekitar 1.980 km. Paket Tengah menjangkau wilayah Kalimantan, Sulawesi dan Maluku Utara (sampai dengan Kepulauan Sangihe – Talaud) dengan estimasi total panjang kabel serat Optik sekitar 2.647 km. Sedangkan Paket Timur menjangkau wilayah Nusa Tenggara Timur, Maluku, Papua Barat, dan Papua (sampai dengan pedalaman Papua) dengan estimasi total panjang kabel serat optik sekitar 8.454 km.

Proyek Palapa Ring Paket Tengah resmi dinyatakan beroperasi secara komersial pada 21 Desember 2018

dengan masa konsesi selama 15 Tahun. Dengan begitu perlu dilakukan pemantauan kualitas jaringan selama masa konsesi yang dilakukan secara berkala. Adapun salah satu aspek pemantauan kualitas jaringan adalah pengukuran RFC 2544 yang terdiri dari pengukuran *throughput*, *latency*, *frame loss*, dan *back-to-back* di setiap linknya. Salah satu link yang dipantau kualitasnya adalah Link SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan.

Pada jaringan SKKL berbasis serat optik perlu dilakukan analisa performansi secara berkala. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan data performansi jaringan yang konsisten. Jika hasil pengujian didapat terjadinya penurunan performansi, maka dapat dilakukan optimasi terhadap jaringan tersebut.

Adapun parameter analisa yang dilakukan untuk sistem komunikasi berbasis serat optik berpita lebar adalah analisa menggunakan RFC 2544 yang mengukur Throughput, Latency, Packet Loss, dan Back-to-Back. Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka perlu dilakukan analisa baik secara perhitungan maupun pengukuran langsung di lapangan terkait kualitas jaringan yang sudah dibangun.

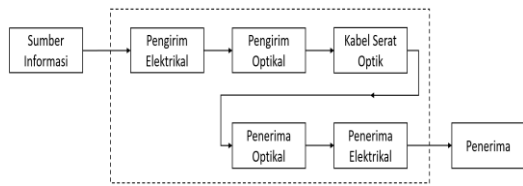
Berdasarkan kebutuhan tersebut maka dilakukan analisa agar didapatkan kekonsistenan performansi jaringan SKKL berbasis fiber optik link Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan. Sehingga akan didapat data aktual monitoring dan evaluasi performansi jaringan yang sudah dibangun tersebut. Data tersebut akan menjadi dasar pengambilan kebijakan dalam melakukan perawatan jaringan tersebut. Jika parameter performansi yang didapat ternyata tidak memenuhi standar jaringan yang diperlukan, maka dapat diambil langkah optimasi atas performansi jaringan tersebut.

II. LANDASAN TEORI

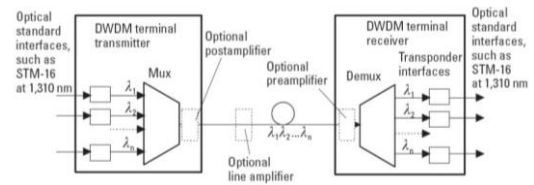
2.1 Jaringan Telekomunikasi Berbasis Fiber Optik

Perkembangan sistem komunikasi berbasis fiber optik kembali menjadi perhatian dimulai pada tahun 1960 seiring ditemukannya laser. Perangkat ini menyediakan sumber cahaya berdaya kuat yang koheren, dan dimungkinkan untuk melakukan modulasi pada frekuensi tinggi. Beranjak dari hal tersebut ketertarikan ilmuwan semakin besar dalam mengembangkan penelitian pada sistem komunikasi berbasis fiber optik. Pada perkembangannya sistem komunikasi fiber optik menjadi pilihan karena kemampuannya untuk mencapai jarak jauh dengan *bandwidth* yang lebar.

Secara konsep sistem komunikasi berbasis serat optik tidak berbeda jauh dengan sistem komunikasi lainnya yaitu menyampaikan sinyal informasi dari pengirim melalui suatu media transmisi hingga sampai ke penerima. Begitupun pada sistem komunikasi berbasis fiber optik, sumber informasi mengirimkan sinyal informasi kepada perangkat pengirim yang membawa sinyal elektrik dan diteruskan kepada perangkat pengirim optikal untuk dimodulasi dengan gelombang cahaya yang menjadi *carrier*. Kemudian sinyal optik tersebut dilewatkan melalui media transmisi berupa kabel serat optik. Di sisi penerima, sinyal optik diterima oleh penerima optikal untuk didemodulasi dan didapat sinyal elektriknya kemudian diteruskan ke penerima.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Komunikasi Serat Optik



Gambar 3. Prinsip Dasar DWDM

2.2 Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL)

Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) adalah suatu sistem transmisi telekomunikasi menggunakan media kabel yang dibentangkan di dalam lautan dan atau samudera untuk menghubungkan beberapa stasiun kabel yang dilaluinya. SKKL biasanya dibutuhkan untuk menghubungkan jaringan komunikasi dari satu pulau ke pulau lain. Mengingat Indonesia adalah negara kepulauan, maka jaringan SKKL banyak terdapat di wilayah Indonesia.



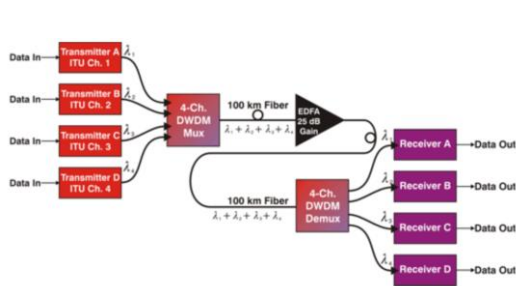
Gambar 2. Arsitektur Jaringan Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL)

2.3 Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM)

Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) merupakan suatu teknik transmisi yang memanfaatkan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda sebagai kanal carrier dari sinyal informasi, sehingga setelah dilakukan proses multipleksing seluruh panjang gelombang tersebut dapat ditransmisikan melalui sebuah serat optik.

Teknologi DWDM merupakan teknologi dengan solusi terintegrasi yang memanfaatkan sistem SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) dengan cara memultiplekskan beberapa sinyal yang ada. Teknologi DWDM dinyatakan sebagai suatu teknologi jaringan transport yang memiliki kemampuan untuk membawa sejumlah panjang gelombang (4, 8, 16, 32, dan seterusnya) dalam satu fiber tunggal. Artinya, apabila dalam satu fiber itu dipakai empat gelombang dengan bandwidth masing-masing sebesar 10 Gbps, maka kecepatan transmisi DWDM menjadi 4x10 Gbps. Hal ini menjadi solusi terintegrasi atas kemampuan maksimal SDH yang terbatas pada *bandwidth* 10 Gbps.

Teknologi DWDM beroperasi dalam sinyal dan domain optik dan memberikan fleksibilitas yang cukup tinggi dalam memenuhi kebutuhan jaringan dengan kapasitas transmisi yang besar. Kemampuan DWDM dalam membawa kapasitas yang besar diyakini akan terus berkembang. Hal ini ditandai dengan berkembangnya kemampuan transponder DWDM yang sebelumnya berkapasitas 10 Gbps per kanal, saat ini sudah dikembangkan kemampuan transponder dengan kapasitas 400 Gbps per kanal. Selain itu, kemampuan multipleksing DWDM juga sudah dikembangkan sampai dengan kemampuan 80 kanal. Sehingga dengan kondisi tersebut, kapasitas DWDM secara total menjadi 32 Tbps.

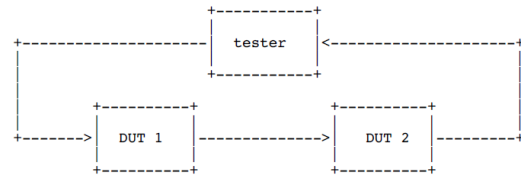


Gambar 4. Aplikasi sistem DWDM

2.4 Pengujian Kualitas Jaringan Sistem Komunikasi Serat Optik

Pada awal perkembangan jaringan telekomunikasi, bentuk trafik lebih banyak berupa informasi suara. Namun seiring perkembangannya, bentuk trafik yang dilewatkan pada jaringan telekomunikasi berupa informasi data yang juga membawa data suara. Bentuk jaringan telekomunikasi tersebut mengintegrasikan beragam informasi ke dalam bentuk data *ethernet* untuk memudahkan operator telekomunikasi dalam efisiensi bentuk jaringan yang dibangun. Sehingga memudahkan operator dalam melakukan perawatan terhadap jaringan tersebut.

Umumnya jaringan telekomunikasi dengan kebutuhan transmisi yang besar dapat diakomodir oleh perangkat dengan teknologi DWDM. Pada jaringan DWDM trafik yang dilewatkan merupakan informasi elektrik berbentuk ethernet sebagai *client* dari perangkat tersebut. Sehingga dibutuhkan suatu metode pengukuran performansi dari jaringan yang digunakan. Salah satu metodologi pengukuran performansi yang banyak diadaptasi adalah IETF RFC 2544. Adaptasi banyak dilakukan karena pengukuran performansi mencakup pengukuran *Throughput*, *Latency*, *Frame Loss*, dan *Back-to-Back*.



Gambar 5. Skema Pengukuran RFC 2544 pada Link Jarak Jauh

a) Throughput

Throughput adalah *bandwidth* aktual yang terukur pada suatu ukuran waktu tertentu dalam mentransmisikan informasi. Walaupun memiliki satuan yang sama dengan *bandwidth* yaitu bps (*bit per second*), namun *throughput* lebih menggambarkan keadaan *bandwidth* aktual jaringan dalam mengirimkan suatu paket data.

Throughput dapat dihitung menggunakan formula berikut:

$$FL_{total} = FS + P + IGF \quad (2.1)$$

$$FR = \frac{B}{FL_{total}} \quad (2.2)$$

$$Th = FR \times FL_{total} \quad (2.3)$$

Dimana:

FL_{total} = Frame Length Total (bit)

FS = Frame Size (bit)

P = Preamble (bit)

IGF = Inter Gap Frame (bit)

FR = Frame Rate (bps)

B = Bandwidth (bps)

Th = Throughput (bps)

b) Latency

Latency adalah waktu yang dibutuhkan (*round-trip-time*) oleh sebuah paket data terhitung dari saat pengiriman oleh *transmitter* sampai saat diterima oleh *receiver*. Nilai tersebut didapat dari penjumlahan *delay* pada pemrosesan paket data oleh perangkat transmisi, juga *delay* yang disebabkan oleh media transmisi. Pada pengukuran performansi jaringan menggunakan RFC 2544, *latency* diukur dengan membandingkan *timestamp* saat suatu paket data dikirim alat ukur (*timestamp A*) dengan

timestamp ketika paket tersebut diterima kembali oleh alat ukur (*timestamp* B). Nantinya selisih waktu *timestamp* B dikurangi *timestamp* A menjadi nilai yang *latency* yang dilaporkan oleh alat ukur.

Selain dengan pengukuran, *latency* pada jaringan serat optik juga dapat dihitung dengan menjumlahkan delay yang disebabkan oleh perangkat dan media transmisi. Kemudian hasil perhitungan dibandingkan dengan hasil pengukuran. Untuk mendapatkan nilai perbandingan yang setara, perhitungan dilakukan dimulai pada titik yang sama dimana alat ukur ditempatkan sampai dengan titik yang sama ketika alat ukur menerima kembali paket datanya.

$$t_{fo} = \frac{L}{C} n \quad (2.4)$$

$$t_{total} = t_{NEs} + t_{fo} + t_{NEd} \quad (2.5)$$

Dimana:

- t_{fo} = latency fiber optik (ms)
- L = panjang fiber (m)
- C = kecepatan cahaya (m/s)
- t_{NEs} = latency NE source (ms)
- t_{NEd} = latency NE destination (ms)
- t_{total} = latency total satu arah (ms)

c) Frame Loss

Frame loss adalah banyaknya jumlah *frame* yang berhasil dikirim dari *source* namun tidak berhasil sampai di sisi penerima. Hasil pengukuran *frame loss* nantinya berupa persentase dari *frame* yang hilang.

$$Fr_{loss} = \frac{Fr_{tx} - Fr_{rx}}{Fr_{tx}} \times 100\% \quad (2.6)$$

Dimana:

- Fr_{loss} = frame loss
- Fr_{tx} = frame dikirim (bit)
- Fr_{rx} = frame diterima (bit)

d) Back-to-Back

Back-to-back adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai *frame* terbanyak dan tidak ada *frame loss* yang dapat dilewatkan melalui suatu jaringan komunikasi. Pengujian ini dilakukan dengan mengirimkan sejumlah *frame* secara serentak dan dengan jumlah *inter frame gap* minimum. Jika jumlah *frame* yang dilewatkan sama dengan jumlah *frame* yang diterima, maka pengujian akan dilakukan kembali dengan menambah jumlah *frame* yang dikirim. Begitu juga jika jumlah *frame* yang diterima lebih sedikit dari jumlah *frame* yang dikirim, maka pengujian akan dilakukan kembali dengan mengurangi jumlah *frame* yang dikirim.

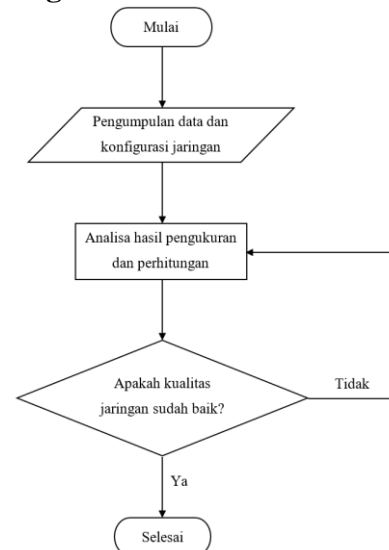
$$Fr_{b2b} = \frac{B}{FL_{total}} \times 100\% \quad (2.7)$$

Dimana:

- Fr_{b2b} = frame back-to-back

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian

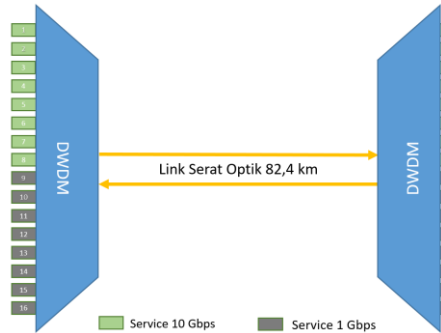


Gambar 6. Alur Kerja Penelitian

3.2 Konfigurasi Jaringan

DWDM pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan memiliki kapasitas yang diimplementasikan sebesar 100 Gbps

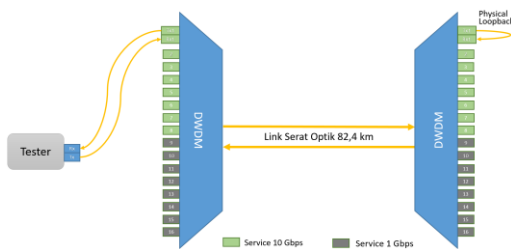
menggunakan satu panjang gelombang. Dikarenakan adanya perbedaan kebutuhan trafik pada jaringan tersebut, maka kapasitasnya dipecah menggunakan transponder menjadi 8 x 10 Gbps dan 8 x *any-rate* (maksimum 2,5 Gbps).



Gambar 7. Konfigurasi Jaringan SKKL Kota Kendari - Kabupaten Konawe Kepulauan

3.3 Konfigurasi Pengukuran RFC 2544

Pada pengukuran RFC 2544 di jaringan SKKL Kota Kendari - Kabupaten Konawe Kepulauan akan digunakan alat ukur yang ditempatkan di salah satu lokasi. Skema pengukuran akan dilakukan sebagaimana gambar berikut:



Gambar 8. Skema Pengukuran RFC 2544

Pengukuran dilakukan pada salah satu *port service* 10 Gbps di perangkat DWDM Kota Kendari. Pada *port transmit* dari alat ukur akan dihubungkan pada *port receive* perangkat DWDM, sedangkan *port receive* alat ukur akan dihubungkan pada *port transmit* perangkat DWDM. Sementara di

perangkat DWDM Kabupaten Konawe Kepulauan akan dilakukan *physical loopback* dari *port transmit* ke *port receive* menggunakan kabel serat optik. Selain itu, pada perangkat akan dilakukan konfigurasi *service* 10 Giga Ethernet (GE) agar layanan tetap dapat terhubung antar perangkat di jaringan tersebut.

Adapun pengujian RFC 2544 dilakukan untuk jenis paket data yang dikirimkan berupa *frame* dengan ukuran 64, 128, 256, 512, 1024, 1280, dan 1518 *bytes*. Hal ini dilakukan agar didapat hasil pengukuran performansi dengan melewati jenis paket data aktual yang umumnya dilewatkan pada jaringan komunikasi.

a) Throughput

Pengukuran *throughput* dilakukan untuk mendapatkan nilai *bandwidth* aktual yang dapat diakomodir oleh suatu jaringan. Pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan pengukuran *throughput* dilakukan dengan cara mengirimkan sejumlah paket data berupa *frame* dengan rate tertentu dari alat ukur melalui jaringan tersebut. Jumlah *frame* yang dapat dikirim akan dibandingkan dengan jumlah *frame* yang diterima untuk didapatkan nilai *throughput* jaringan tersebut.

b) Latency

Pengukuran *latency* dilakukan untuk mendapatkan waktu yang dibutuhkan (*round-trip-time*) paket data mulai dikirimkan alat ukur sampai kembali diterima oleh alat ukur setelah melalui suatu jaringan komunikasi. Pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan pengukuran *latency* dilakukan dengan cara mengirimkan sejumlah *frame* sesuai nilai *throughput* yang didapatkan pada pengukuran sebelumnya. Pengukuran *latency* diharuskan memiliki durasi setidaknya 120 detik. Alat ukur akan menyisipkan

tag pada paket data yang dikirim untuk mendapatkan *timestamp* yang menjadi penanda atas suatu paket yang sama. Nantinya *timestamp* waktu dari paket data dikirim dan diterima akan dibandingkan untuk mendapat nilai *latency* jaringan tersebut.

c) Frame Loss

Pengukuran *frame loss* dilakukan untuk mendapatkan persentase *frame* yang hilang ketika dilewatkan pada suatu jaringan komunikasi. Pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan pengukuran *frame loss* dilakukan dengan mengirimkan *frame* pada *rate* maksimum *bandwidth* yang ditawarkan. Kemudian prosedur tersebut diulangi oleh alat ukur dengan pengurangan sebesar 10% dari pengujian sebelumnya. Prosedur pengujian tersebut akan terus diulangi sampai didapatkan dua hasil tanpa ada *frame* yang hilang. Dari dua hasil yang didapat tadi kemudian dilakukan perhitungan persentase *frame loss* yang muncul oleh alat ukur dan dimunculkan dalam bentuk grafik dan tabel.

d) Back-to-Back

Pengukuran *back-to-back* dilakukan untuk mendapatkan jumlah *frame* terbanyak dan tanpa ada *frame loss* yang dapat dilewatkan melalui suatu jaringan komunikasi. Pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan pengukuran *back-to-back* dilakukan dengan mengirimkan sejumlah *frame* secara serentak dan dengan jumlah *inter frame gap* minimum selama dua detik dan diulangi setidaknya 50 kali oleh alat ukur. Jika jumlah *frame* yang dilewatkan sama dengan jumlah *frame* yang diterima, maka pengukuran akan dilakukan kembali dengan menambah jumlah *frame* yang dikirim. Begitu juga jika jumlah *frame* yang diterima lebih sedikit dari jumlah *frame* yang dikirim, maka

pengukuran akan dilakukan kembali dengan mengurangi jumlah *frame* yang dikirim. Dari pengukuran tersebut akan didapat jumlah *frame* terbesar yang dapat dilewatkan melalui jaringan komunikasi tanpa adanya *frame* yang hilang.

3.4 Metode Analisa

Metode analisa hasil pengukuran RFC 2544 pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan akan dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu sejumlah parameter yang menjadi nilai ideal yang bisa didapat oleh hasil pengukuran. Parameter yang dilakukan perhitungan adalah *throughput*, *latency*, dan *back-to-back*. Hasil perhitungan akan menjadi dasar analisa terhadap hasil pengukuran yang dilakukan pada jaringan tersebut.

Selain itu analisa juga akan dibandingkan dengan hasil pengukuran ketika jaringan tersebut baru selesai dibangun pada tahun 2018. Hal ini untuk mendapatkan konsistensi performansi jaringan tersebut.

3.5 Parameter Pengujian

Pengujian dan analisis dilakukan dengan membandingkan hasil analisis perhitungan dan analisis pengukuran yang dilakukan pada jaringan serat optik Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan. Adapun data teknis acuan dalam analisis adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Acuan Pengujian dan Analisa

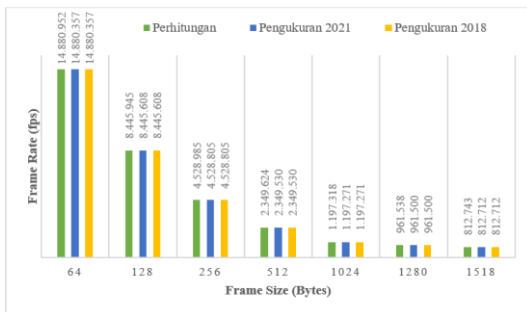
Parameter Acuan	Nilai	Satuan
<i>Bandwidth</i> pengukuran	10	Gbps
Jenis layanan	Gigabit Ethernet	-
<i>Frame length</i>	64, 128, 256, 512, 1024, 1280, 1518	Bytes
<i>Preamble</i> paket <i>ethernet</i>	8	Bytes

<i>Inter Gap</i> Frame paket <i>ethernet</i>	12	Bytes
<i>Latency</i> Perangkat	109,363	µs
Kecepatan Cahaya	299.792.458	m/s
<i>Refractive</i> <i>Index</i> Serat Fiber	1,5	-

Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa *latency* yang terukur, baik pada pengukuran tahun 2021 maupun pengukuran pada tahun 2018, memiliki nilai yang lebih kecil dibanding *latency* hasil perhitungan. Nilai *latency* antara pengukuran pada tahun 2021 dan 2018 juga memiliki nilai yang sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa jaringan tersebut memiliki performansi *latency* yang konsisten.

IV. ANALISA HASIL

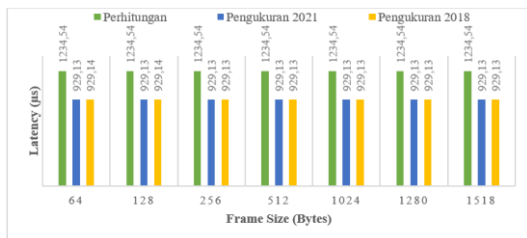
4.1 Analisa Hasil Throughput



Gambar 9. Grafik Perbandingan Hasil Throughput

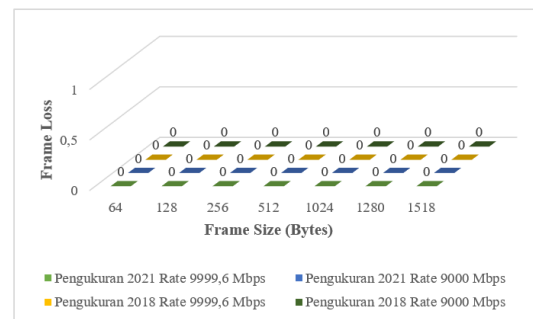
Berdasar hasil pengukuran yang dikonversi dari jumlah frame menjadi jumlah bit yang dapat dilewatkan pada jaringan dan kemudian dipersentasekan terhadap *bandwidth* yang ditawarkan akan didapat nilai sebesar 99,996%. Dimana hasil tersebut sudah memenuhi standar *Service Level Agreement* (SLA) yang disepakati sebesar 95%.

4.2 Analisa Hasil Latency



Gambar 10. Grafik Perbandingan Hasil Latency

4.3 Analisa Hasil Frame Loss

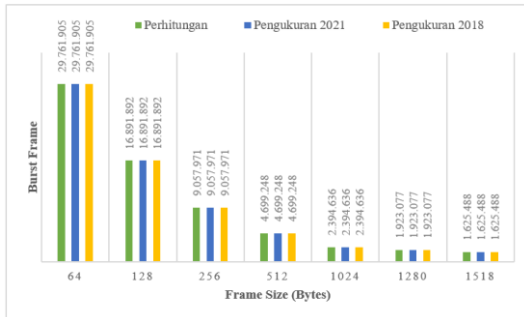


Gambar 11. Grafik Perbandingan Hasil Frame Loss

Berdasar grafik tersebut terlihat bahwa tidak adanya *frame* yang hilang ketika dilakukan dengan *frame rate* 9999,6 Mbps dan 9000 Mbps. Selain itu terlihat bahwa nilai *frame loss* antara pengukuran pada tahun 2021 dan 2018 memiliki nilai yang sama, sehingga dapat disimpulkan bahwa jaringan tersebut memiliki performansi *frame loss* yang konsisten.

4.4 Analisa Hasil Back-to-Back

Pengujian *back-to-back* pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan dapat dianalisa dengan berdasar grafik berikut:



Gambar 12. Grafik Perbandingan Hasil Back-to-Back

Berdasar hasil perhitungan dan pengukuran yang dilakukan dapat dilihat bahwasannya seiring dengan kenaikan jenis frame size yang dilewatkan pada jaringan, maka jumlah frame yang dilewatkan akan berkurang rata-rata 37%. Hal ini, dikarenakan jumlah bit *preamble* dan *intergap frame* yang terkandung dalam setiap jenis *ethernet frame size* memiliki nilai yang tetap, sedangkan frame sizenya bertambah baik secara eksponensial maupun proporsional.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada jaringan SKKL Kota Kendari – Kabupaten Konawe Kepulauan, didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsistensi performansi jaringan dilakukan dengan analisa berupa perhitungan, pengukuran terkini, dan dibandingkan dengan pengukuran performansi ketika jaringan baru selesai dibangun berdasar pengukuran performansi RFC 2544.
2. Berdasar hasil analisa perhitungan didapat nilai *throughput* rata-rata 99,999975%, nilai *latency (RTT)* 1234,537 μ s, dan pada perhitungan *back-to-back* jumlah *frame* yang dilewatkan pada jaringan, rata-rata berkurang 37% seiring kenaikan jumlah bit *frame sizenya*.

3. Berdasar hasil pengukuran pada tahun 2021 dan pengukuran tahun 2018 didapat nilai *throughput* rata-rata 99,996%, nilai *latency (RTT)* 929,13 μ s, nilai *frame loss* 0 (*zero frame loss*), dan pada pengujian *back-to-back* jumlah *frame* yang dilewatkan pada jaringan, rata-rata berkurang 37% seiring kenaikan jumlah bit *frame sizenya*.
4. Dari analisa yang dilakukan didapat kesimpulan bahwa kondisi performansi jaringan masih konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agrawal, Govind P. 2012. *Fiber Optic Communication System: Fourth Edition*. New York: University of Rochester.
- [2] Bradner, S. dan J. McQuaid. 1999. *RFC 2544 Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*. The Internet Society..
- [3] Coffey, Joseph. 2017. *Latency in Optical Fiber Systems*. Commscope Inc.
- [4] EANTC AG. 2021. *EANTC Independent Test Report Huawei WDM Compatibility Test OptiX OSN 9800*. Berlin, Germany: European Advanced Networking Test Center.
- [5] ITU-T Recommendation G.654. 2020. *Characteristic of a Cut-off Shifted Single-Mode Optical Fibre and Cable*. Telecommunication Standardization Sector of ITU.
- [6] ITU-T Recommendation G.652. 2009. *Characteristics of a Single-*

- Mode Optical Fibre and Cable.*
Telecommunication
Standardization Sector of ITU.
- [7] Laferrière, J. dan G. Lietaert, R. Taws, S. Wolszczak. 2018. *Reference Guide to Fiber Optic Testing: Volume 1.* Viavi Solutions.
- [8] *Optical Fiber.* Artikel oleh web phys.utk.edu.
<http://labman.phys.utk.edu/phys22>
[2core/modules/m7/optical-fibers.html](http://labman.phys.utk.edu/phys22)
- [9] Senior, John M., dan M. Yousif Jamro. 2009. *Optical Fiber Communications Principle and Practice: Third Edition.* Harlow, England: Prentice Hall.
- [10] *Submarine Communication Cable.* Artikel oleh web Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Submarine_communications_cable