

Evaluasi Unjuk Kerja Jaringan Komunikasi Data pada Yayasan XYZ Manado

A Data Communication Network Performance Evaluation at the XYZ Foundation Manado

Daniel Febrian Sengkey*, Heilbert Armando Mapaly
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus Unsrat, Bahu, Manado, 95115, INDONESIA
*Email Korespondensi: danielsengkey@unsrat.ac.id

Article History:

Received: 27 May 2023
Revised: 05 June 2023
Accepted: 11 June 2023

Keywords:

community partnership program, computer networks evaluation, digital literacy index, quality of experience

Abstract

In the digital era, stable and fast Internet service is compulsory. Since 2017, the XYZ Foundation Manado has built and utilized a data communication networks infrastructure based on the wireless networking standard. The infrastructure is intended to support administrative works, such as financial operations, and admission processes. Unfortunately, in recent times, there has been an increase in complaints from employees who use the infrastructure. Therefore, in this Community Partnership Program, a thorough audit and evaluation were carried out, to find the location of the problems experienced by users, so that later when making repairs, the funds disbursed could be right on target. Evaluation is carried out on the physical condition of the infrastructure, network traffic, and user habits. From the evaluation, it was found that some equipment should be replaced, and the cable management must be restructured.

PENDAHULUAN

Di era Revolusi Industri 4.0 saat ini, Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) memainkan peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Penetrasi Internet telah lebih dari satu dekade yang lalu perlahan menyebabkan pergeseran pola beraktivitas dalam kehidupan manusia (van Dijk, 2006). Dalam beberapa tahun terakhir, terutama semenjak terjadinya pandemi COVID19, telah terjadi proliferasi adopsi Internet. Hal tersebut tercermin dari maraknya hal-hal yang dilakukan secara remote, seperti misalnya pendidikan jarak jauh (Suhendri et al., 2021) atau pendidikan berbasis teknologi daring melalui sebuah platform LMS (Labudasari et al., 2022; Nasution et al., 2020; Sengkey et al., 2020, 2021; Somantri et al., 2017).

Yayasan XYZ Manado merupakan sebuah yayasan pendidikan Kristen yang mengelola sebuah TK, dua SD, dua SMP, sebuah SMA dan sebuah STIE. Kantor pusat administrasi berada pada kompleks yang sama dengan kompleks persekolahan TK dan SMP, di Kota Manado. Kantor pusat yayasan merupakan lokasi kerja dari para pegawai yayasan yang menangani urusan keuangan dan kepegawaian. Selain itu, gedung ini juga merupakan tempat berkantor dari Gembala serta Direktur Persekolahan. Pelaksanaan tugas-tugas administratif di lokasi tersebut sejak tahun 2017 telah menggunakan layanan jaringan nirkabel, dengan standar IEEE 802.11 (Anonymous, 2010).

Infrastruktur yang telah dipergunakan terus menerus selama hampir lima tahun tentu saja mengalami penurunan (deteriorisasi). Di sisi lain, penggunaan layanan jaringan nirkabel di

perkantoran, tanpa adanya edukasi yang baik terhadap pengguna, bisa memicu akses terhadap situs-situs yang tidak berkaitan dengan pekerjaan dapat berakibat pada penggunaan bandwidth yang tidak dibutuhkan.

Dari kondisi tersebut diatas, didapati bahwa pada saat ini ada keluhan dari sejumlah pegawai bahwa akses Internet dirasa sudah lambat, sehingga mengganggu kelancaran pekerjaan. Situasi ini jika dibiarkan dalam jangka panjang dapat menghambat jalannya proses bisnis Yayasan XYZ Manado bahkan dapat menjadi sebuah ancaman. Oleh sebab itu, perlu sesegara mungkin untuk dilakukan evaluasi dan audit menyeluruh, bagi dari segi infrastruktur maupun kebiasaan pengguna.

Berdasarkan situasi yang dialami oleh Yayasan XYZ Manado, maka melakukan evaluasi yang komprehensif adalah sebuah hal yang sangat mendesak untuk segera dilakukan. Hasil evaluasi selanjutnya dimanfaatkan untuk melakukan perbaikan, baik dari segi infrastruktur, maupun kebijakan. Evaluasi pada infrastruktur dilakukan berdasarkan kriteria jaringan menurut Forouzan (Forouzan, 2022), yaitu:

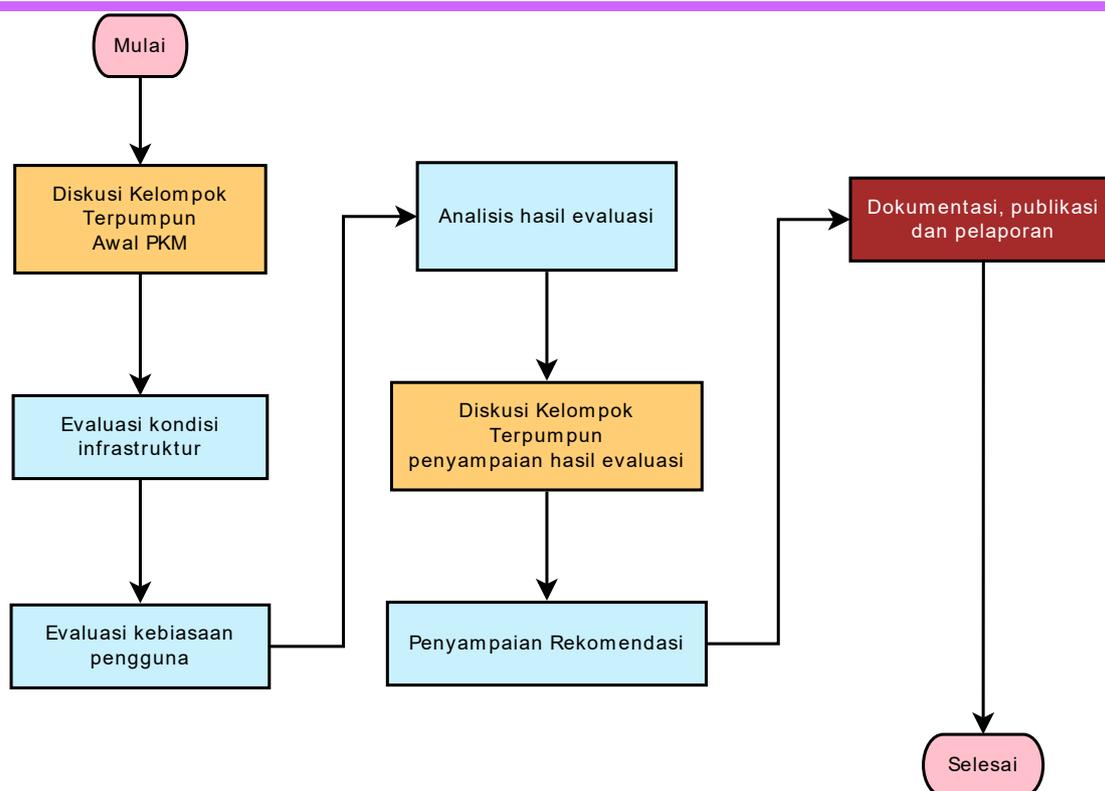
1. Unjuk kerja (performa), dalam hal ini throughput dari jaringan tersebut.
2. Keandalan, dinilai dari seberapa cepat jaringan kantor pusat Yayasan XYZ Manado dapat pulih setelah adanya gangguan.
3. Keamanan, yaitu perlindungan dari adanya akses dari yang tidak berhak, perlindungan terhadap kerusakan data dan penerapan kebijakan serta prosedur untuk pemulihan dari pembobolan dan kehilangan data.

Analisis dan evaluasi terhadap kualitas jaringan sendiri merupakan hal yang harus dilakukan. Penelitian-penelitian dalam topik ini menysasar mengenai isu throughput, yaitu kecepatan akses, seperti yang dilakukan oleh Wongkar dkk (Wongkar et al., 2015); kondisi infrastruktur jaringan nirkabel (Imron, 2010); dan evaluasi terhadap teknis rekayasa infrastruktur (Sukendar & Saputro, 2019).

Tim pelaksana Program Kemitraan Masyarakat (PKM) Pengabdian Masyarakat memiliki rekam jejak baik secara akademik, yang dapat dilihat dari riwayat penelitian, serta penguasaan implementasi di lapangan, dibuktikan dengan adanya sertifikasi profesional terkait jaringan komputer. Ketua pengusul berpengalaman melakukan riset pada penggunaan tunneling antar jaringan yang berbeda teknologi untuk mengirimkan stream video dengan menggunakan teknik multicast (Sengkey, 2012); rekayasa protocol jaringan nirkabel 802.11p untuk mengestimasi kepadatan jalan (Sengkey, 2015; Sengkey et al., 2015); penggunaan jaringan nirkabel darat-ke-laut untuk konten pembelajaran (Sambul et al., 2019); serta pembimbingan skripsi analisis keamanan jaringan nirkabel di salah satu kantor pemerintah daerah (Saraun et al., 2022).

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan PKM dilaksanakan pada Kantor Pusat Yayasan XYZ Manado, dengan tujuh tahap, seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 1**. Rangkaian kegiatan PKM akan diawali dengan melaksanakan Diskusi Kelompok Terpumpun (Focus Group Discussion [FGD]) bersama dengan pimpinan Yayasan XYZ Manado selaku mitra. Melalui FGD ini, akan dilakukan pendalaman masalah yang terjadi, untuk mengkonkritkan poin-poin yang hendak dievaluasi. Selanjutnya, dari hasil FGD akan dilakukan evaluasi terhadap kondisi infrastruktur, seperti kualitas perangkat keras yang ada, topologi jaringan dan layanan-layanan jaringan yang digunakan. Selain itu, akan dilakukan pula pengukuran Indeks Literasi Digital (ILD) dari pengguna berdasarkan instrumen yang digunakan oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia dan Katadata Insight Center ("Survei Literasi Digital Indonesia 2020," 2020), dilanjutkan dengan pengukuran kualitas pengalaman pengguna dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan untuk mengevaluasi QoE pengguna jaringan nirkabel (De Moor et al., 2010). Kemudian dilakukan pula evaluasi terhadap kebiasaan pengguna, seperti mengidentifikasi apakah selain mengakses aplikasi perkantoran staf juga menggunakan layanan lain misalnya streaming musik sambil bekerja. Seperti yang disebutkan sebelumnya, detail rencana evaluasi akan didapatkan dari FGD awal PKM.



Gambar 1. Bagan alir pelaksanaan PKM.

Setelah kedua evaluasi selesai, maka tim pengusul akan melakukan analisis terhadap temuan-temuan yang didapatkan. Hasil evaluasi tersebut kemudian akan disampaikan dalam sebuah FGD dengan pimpinan Yayasan XYZ Manado. Dalam FGD tersebut, selain tim menyampaikan evaluasi, akan didiskusikan juga mengenai rancangan-rancangan umum untuk perbaikan kedepan, menyesuaikan dengan kemampuan dari Yayasan XYZ Manado. Selanjutnya, berdasarkan hasil FGD tersebut, tim akan menyusun dan menyampaikan rekomendasi-rekomendasi untuk perbaikan. Setelah penyampaian rekomendasi selesai, maka tim akan menyusun laporan dan naskah publikasi, untuk mendiseminasikan hasil PKM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Focus Group Discussion (FGD) Awal

Kegiatan FGD awal dilaksanakan pada tanggal 30 Mei 2022, bertempat di Ruang Direktur Yayasan XYZ Manado. Kegiatan tersebut dihadiri oleh Direktur Yayasan XYZ Manado; Kepala Bidang Sarana dan Prasarana (Sarpras); dan anggota bidang Sarpras yang bertanggung jawab terhadap jaringan, dan Tim PKM. Dari FGD awal ini, didapatkan beberapa data terkait struktur organisasi dan personalia Yayasan XYZ Manado, gambaran kondisi infrastruktur, komunikasi dengan penyedia jasa Internet, gambaran penggunaan Internet, serta latar belakang dan deskripsi kerja bagian dari sarpras yang bertanggung jawab terhadap Internet.

Evaluasi Kondisi Infrastruktur

Evaluasi kondisi infrastruktur dilakukan dalam dua bagian. Bagian yang pertama adalah observasi lapangan, yang ditujukan untuk mendapatkan situasi dan kondisi fisik dari infrastruktur yang terpasang, serta kualitas lingkungan nirkabel, seperti kualitas sinyal dan interferensi. Bagian

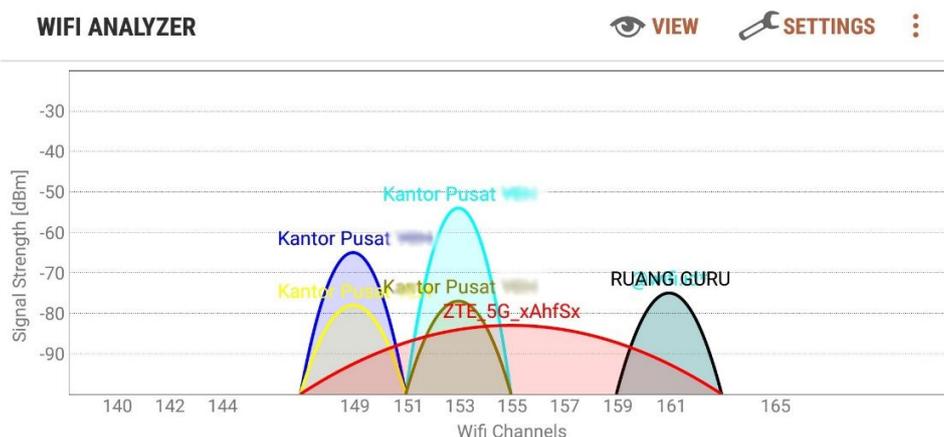
kedua adalah evaluasi dengan melakukan capture terhadap lalu lintas data yang ada di jaringan. Bagian ini dilakukan untuk mendapatkan data riil terkait volume data, jenis-jenis protokol yang digunakan untuk unduhan, dan besaran throughput.

Observasi Lapangan

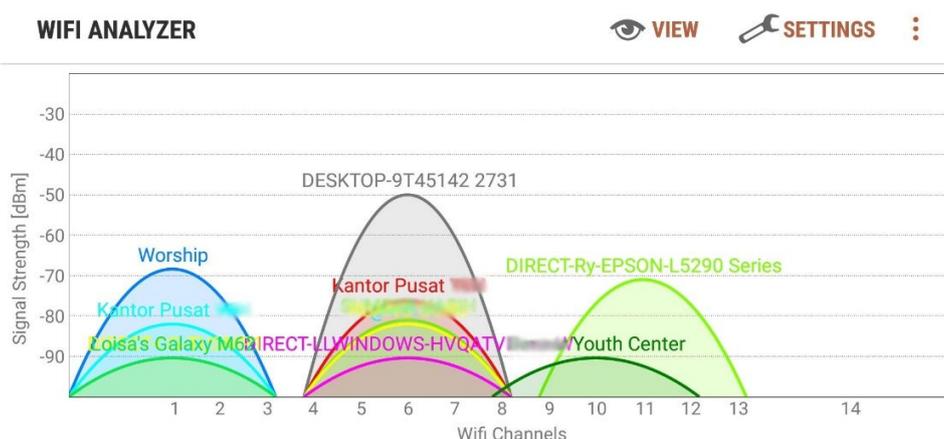
Kegiatan observasi lapangan untuk pengamatan kondisi fisik infrastruktur dilakukan pada Senin, 30 Mei 2022, setelah FGD dengan pimpinan Yayasan XYZ Manado. Fokus observasi adalah:

1. Ruang pegawai/staf administrasi
2. Ruang Guru
3. Lorong antara Kantor Pusat dan kompleks SMP
4. Ruang Sarpras

Dari observasi lapangan yang dilakukan didapati bahwa dari sisi frekuensi, terjadi kepadatan karena terdapat banyak jaringan nirkabel berstandar IEEE 802.11 lain dengan cakupan yang memiliki overlap, baik pada frekuensi 5 GHz, maupun pada frekuensi 2.4 GHz seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**. Hal ini menyebabkan terjadinya interferensi, dan meningkatkan probabilitas packet collision karena adanya jaringan-jaringan yang berbeda, namun bekerja pada spektrum frekuensi yang sama.

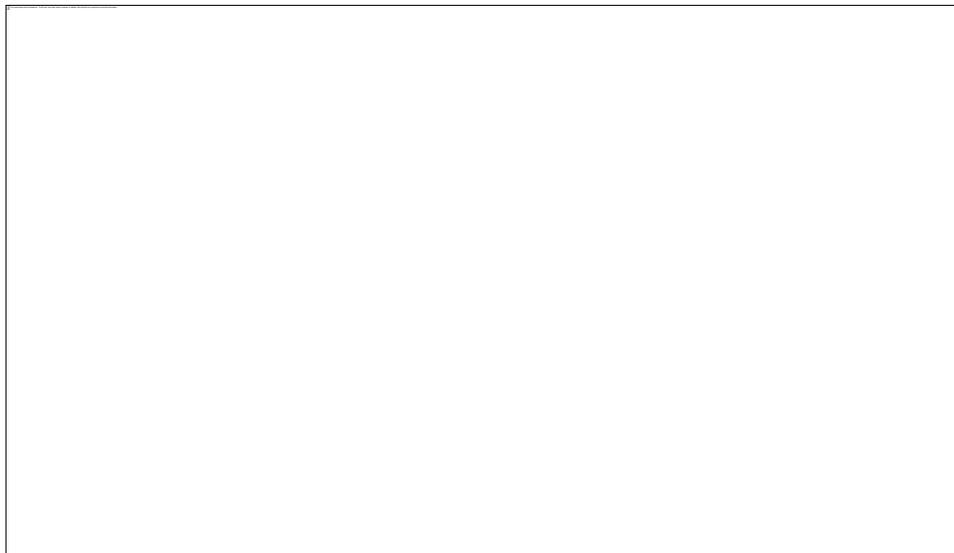


Gambar 2. Lingkungan RF pada frekuensi 5 GHz.



Gambar 3. Lingkungan RF pada frekuensi 2.4 GHz.

Pengamatan/observasi yang dilakukan pada fisik dari perangkat-perangkat AP menemukan bahwa lampu indikator yang ada sudah redup, seperti contoh salah satu AP yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Hal ini disinyalir berkaitan dengan penurunan kualitas komponen yang ada dikarenakan usia penggunaan yang sudah 5 tahun.



Gambar 4. Salah satu AP yang terpasang sejak tahun 2017.

Evaluasi untuk instalasi menunjukkan hasil yang buruk, karena tidak adanya manajemen kabel yang baik, sehingga pada konektor yang terpasang, rawan terjadi masalah fisik karena kabel yang tidak sengaja tertarik. **Gambar 5** menunjukkan kondisi instalasi perangkat *router* dan *core switch* yang digunakan, beserta pula perangkat *Optical Network Terminal (ONT)* yang disediakan penyedia jasa Internet.



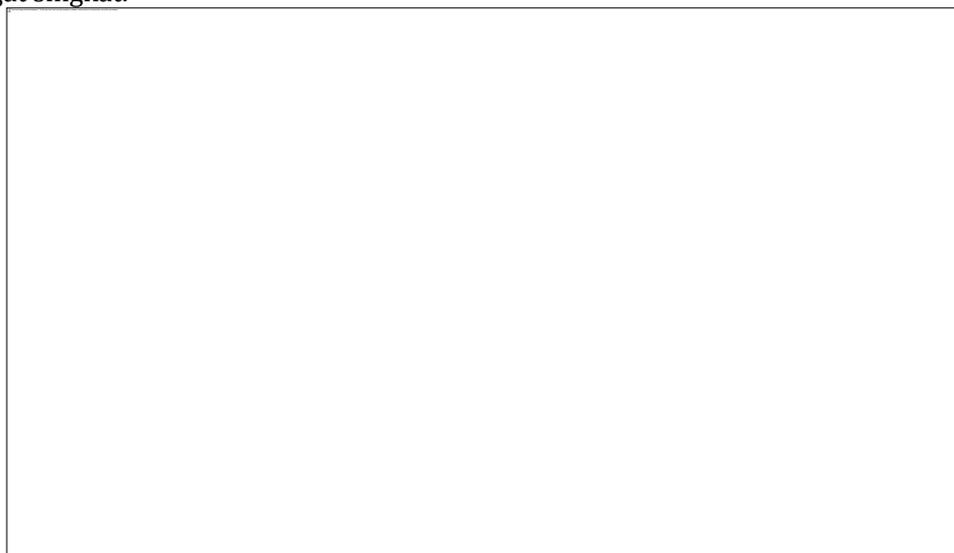
Gambar 5. Perangkat router, core switch, beserta perangkat pendukung lainnya.

Dapat dilihat bahwa kondisi kabel-kabel yang ada sangat semrawut, dan peralatan ditumpuk tanpa dilengkapi sistem pendingin. Kondisi ini dapat menyebabkan kesulitan dalam melakukan perbaikan apabila terjadi kerusakan, atau bahkan resiko kecelakaan fisik seperti tersandung kabel.

Traffic Capture

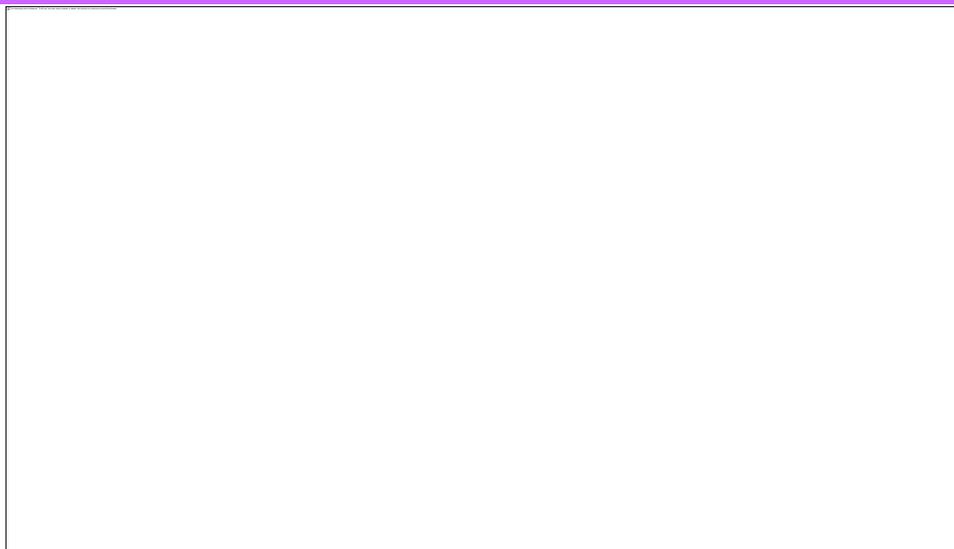
Traffic Capture dilakukan pada tanggal 6 Juni 2022, mulai pukul 08:27:29 sampai dengan pukul 14:48:19 WITA. Dari tahap ini berhasil dikumpulkan 2,853,161 paket jaringan. *Capture* dilakukan dengan menggunakan sebuah komputer yang dihubungkan dengan *router* yang ada di ruang Sarpras. Komputer tersebut terhubung pada sebuah subnet tersendiri, sehingga tidak terjadi duplikasi data dengan subnet yang menjadi fokus dari evaluasi ini. Paket-paket jaringan tersebut ditangkap dengan menggunakan aplikasi Wireshark dan hasilnya terbagi dalam tujuh buah berkas.

Berdasarkan hasil *traffic capture* dengan metode yang dijelaskan sebelumnya, didapati sering terdapat *burst connection* dengan *throughput* unduhan yang dapat mencapai angka 20an Mbps seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 6**, meskipun besaran *bandwidth* yang dilanggan oleh Yayasan XYZ Manado hanya 10 Mbps. Grafik tersebut menunjukkan adanya koneksi *burst*. *Burst* sendiri berarti koneksi yang terjadi dalam waktu singkat sehingga memungkinkan diberikan *data rate* yang lebih tinggi. Di sisi lain, penyedia jasa layanan Internet pada umumnya menggunakan perangkat *Network Monitoring System* (NMS) berbasis MRTG/Cacti yang memanfaatkan *Round Robin Database* (RRD) dengan siklus lima menit. Apabila data *throughput* pada **Gambar 6** dirata-ratakan per lima menit, maka didapatkan grafik sebagaimana ditunjukkan dalam **Gambar 7**. Pada grafik tersebut, dapat dilihat bahwa unduhan dengan *throughput* yang tinggi hanya terjadi dalam waktu yang sangat singkat.

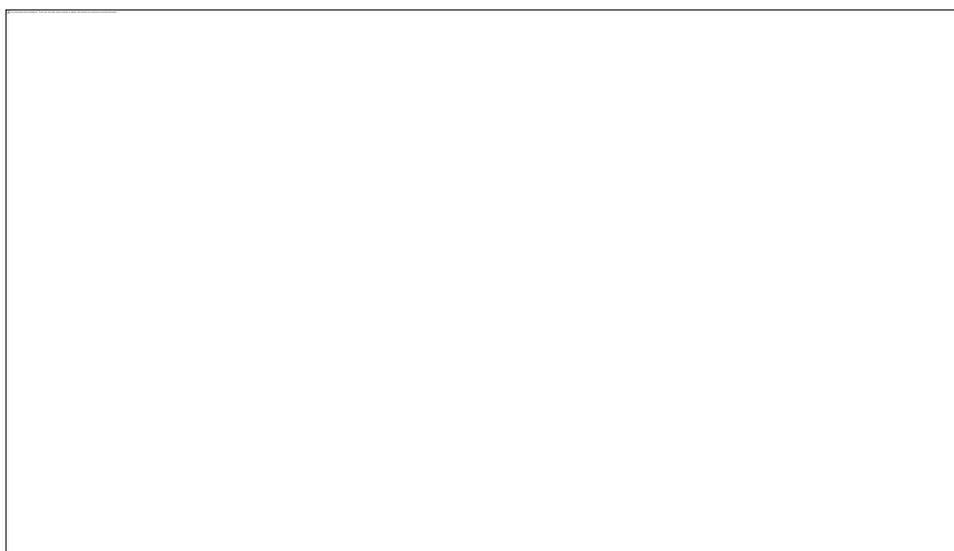


Gambar 6. *Throughput* unduhan setiap detiknya berdasarkan hasil *capture*.

Baik pada **Gambar 6** maupun **Gambar 7**, dapat dilihat bahwa *throughput* unduhan yang didapat cenderung rendah, atau dengan kata lain lebih sering tidak mencapai besaran *bandwidth* langganan. Hal tersebut terkonfirmasi dengan histogram yang menunjukkan distribusi besaran *throughput* selama durasi pengambilan data seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 8**. Histogram tersebut menunjukkan *throughput* pada umumnya berada pada rentang 0-1 Mbps, dengan sebagian terdistribusi normal di sekitar angka 2-4 Mbps. Dengan demikian dapat dilihat bahwa beberapa perangkat cenderung sering mengakses Internet namun dengan volume yang kecil, tetapi ada perangkat-perangkat yang jarang menggunakan Internet, namun dalam sekalinya menggunakan, mengakses konten dengan volume yang besar.



Gambar 7. Rata-rata *throughput* unduhan per-lima menit.

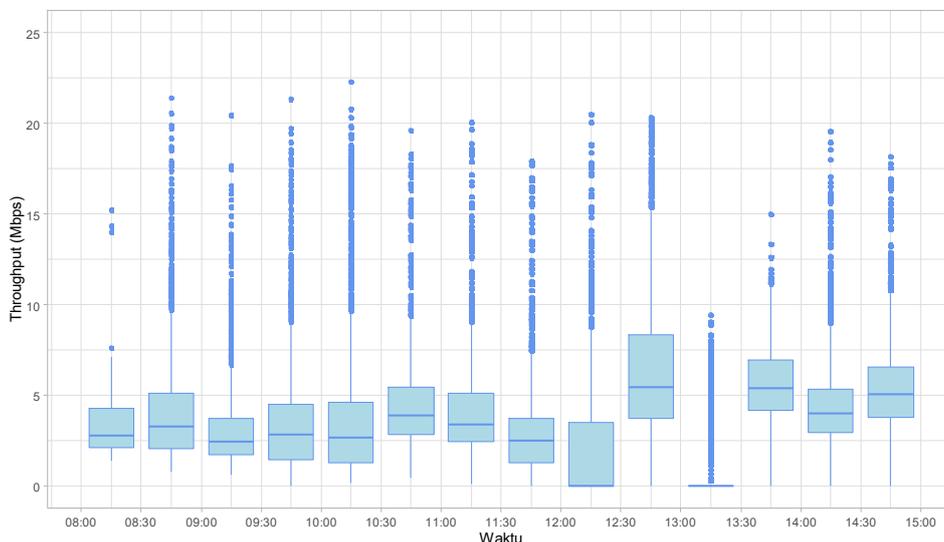


Gambar 8. Histogram *throughput* unduhan.

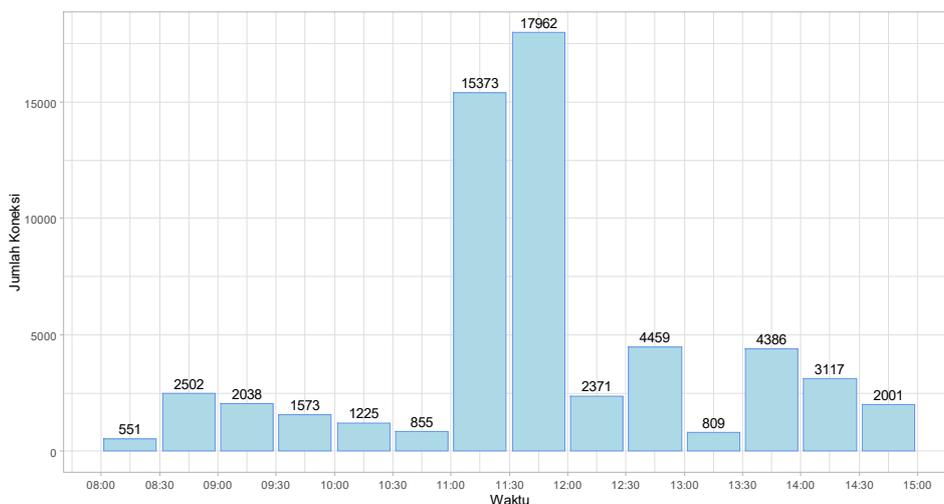
Sejalan dengan pola distribusi yang terlihat pada histogram dalam **Gambar 9** dan **Gambar 10** menunjukkan distribusi *throughput* yang dikelompokkan untuk setiap rentang waktu 30 menit. Grafik ini menunjukkan sebuah pola penggunaan sumber daya Internet, dimana pada waktu pagi hari terjadi kecenderungan *throughput* yang didapat pada umumnya kurang dari 5 Mbps, terlihat dari badan *boxplot* yang merepresentasikan *Inter-quartile Range* (IQR) rata-rata berada di bawah nilai tersebut. Di tengah hari, sekitar waktu istirahat, terlihat lonjakan *throughput* yang cukup signifikan, namun trennya kembali menurun setelah jam makan siang.

Jika dilakukan perbandingan antara grafik pada **Gambar 6**, **Gambar 7**, **Gambar 8**, **Gambar 9**, dan **Gambar 10**, maka dapat dilihat bahwa frekuensi penggunaan Internet tidak serta merta berbanding dengan *throughput*. Dapat dilihat bahwa pada jam 11.00 sampai dengan 12.00 terjadi

lonjakan menggunakan Internet dari segi jumlah koneksi, akan tetapi *throughput* tidaklah meningkat dengan signifikan. Hal tersebut dapat dibandingkan dengan tren pada pukul 12:30-13:00 dimana frekuensi akses lebih rendah, namun *throughput* yang didapat malah relatif lebih tinggi.

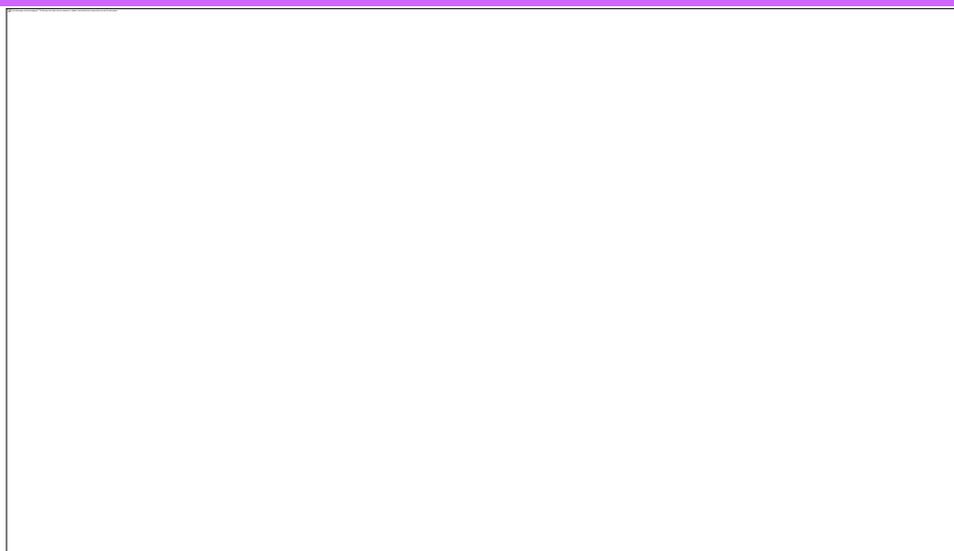


Gambar 9. Boxplot *throughput* unduhan, dikelompokkan dalam rentang waktu 30 menit.



Gambar 10. Frekuensi akses, dikelompokkan setiap 30 menit.

Dari segi protocol yang diakses oleh pengguna, sebagaimana ditunjukkan dalam **Gambar 11**, protokol QUIC, disusul dengan TLS, menempati urutan volume akses tertinggi. Selain itu, beberapa protokol lainnya merupakan protokol yang umum diakses, seperti HTTP, DNS, dan ICMP. Terdapat dua protokol yang tidak lazim diakses di tempat kerja, yaitu Bittorrent dan Teredo. Meskipun volume akses keduanya saat dilakukan *capture* cukup kecil dibandingkan protokol lainnya, hal tersebut dapat terjadi karena aplikasi yang menggunakan kedua protokol tersebut sedang dalam posisi *idle*, sehingga hanya mengirimkan paket-paket untuk yang sifatnya *keep alive*.



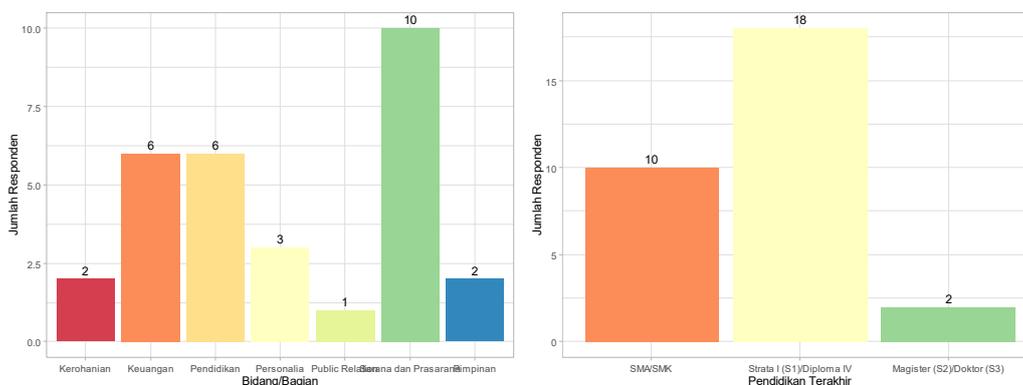
Gambar 11. Volume unduhan, berdasarkan jenis protokol jaringan.

Evaluasi Kebiasaan Pengguna

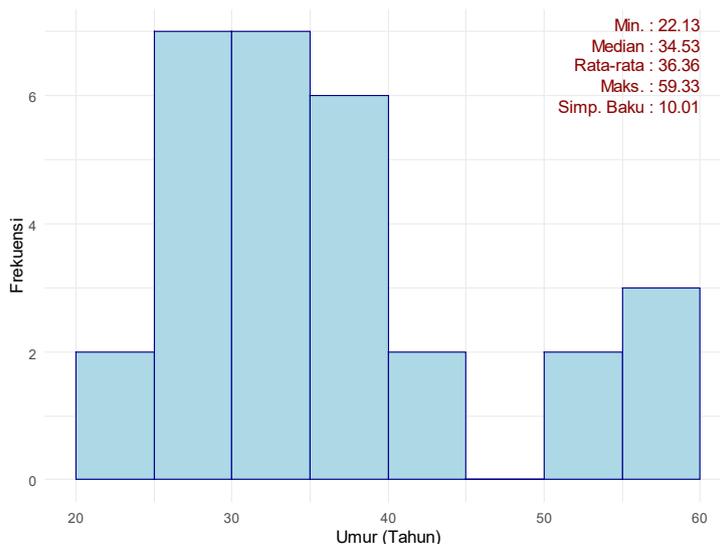
Seperti yang disebutkan sebelumnya, evaluasi terhadap kebiasaan pengguna dilakukan dengan menggunakan angket yang disebar secara daring. Angket dibuat dengan menggunakan layanan Google Forms, dan terdiri dari empat bagian, yaitu:

1. Biodata responden.
2. Literasi TIK.
3. Kualitas pengalaman pengguna.
4. Layanan yang biasa diakses pengguna.

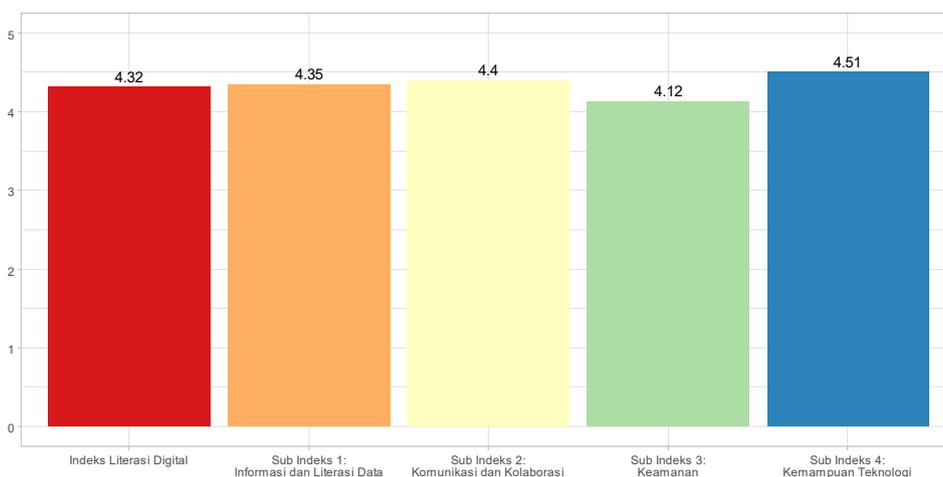
Dari penyebaran angket yang dilakukan secara daring pada bulan Juni 2022, terdapat 30 responden yang mengisi. **Gambar 12** menunjukkan demografi dari responden, yaitu a). bidang/unit kerja; dan b). pendidikan terakhir. Berdasarkan data kepegawaian, didapati bahwa proporsi responden dari tiap unit kerja telah sesuai. Pada umumnya, pegawai yang bekerja pada Yayasan XYZ Manado ini mengenyam pendidikan strata 1.



Gambar 12. Demografi responden: a). Bidang/unit kerja; dan b). Pendidikan Terakhir.



Gambar 13. Distribusi umur responden.



Gambar 14. Indeks literasi digital

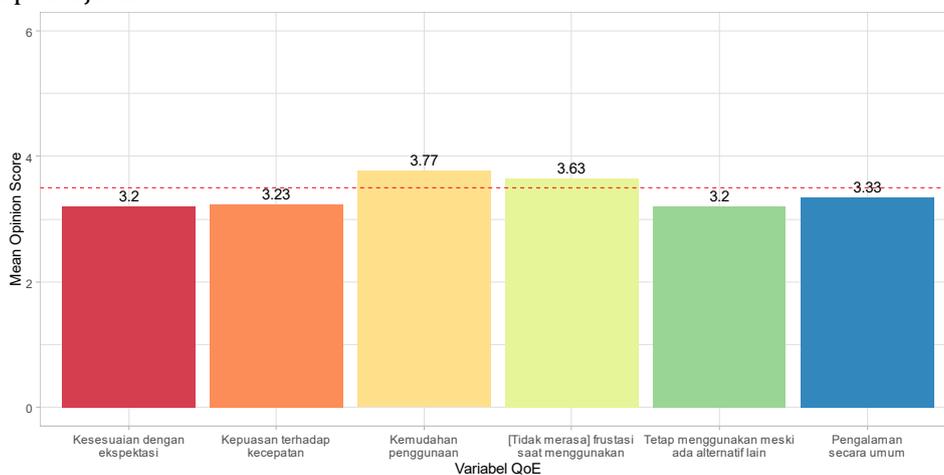
Gambar 13 menunjukkan histogram yang merepresentasikan distribusi usia dari responden dalam tahun. Dapat dilihat bahwa responden berada pada rentang usia produktif, dengan rata-rata usia 36 tahun pada saat survei dilaksanakan. Responden tertua berumur hampir 60 tahun. Histogram ini juga menunjukkan sebuah tren menarik dimana terdapat *gap* usia, dari pertengahan 40an ke 50an tahun.

Gambar 14 menunjukkan grafik Indeks Literasi Digital. Berdasarkan evaluasi yang dilakukan Indeks Literasi Digital responden berada pada angka 4.32. Angka ini jauh lebih baik dibandingkan Indeks Literasi Digital secara nasional pada tahun 2021, yaitu 3.49 (*Status Literasi Digital Di Indonesia, 2021*). Ini berarti pimpinan dan staf Yayasan XYZ Manado memiliki kemampuan dan keterampilan yang cukup dalam pemanfaatan TIK.

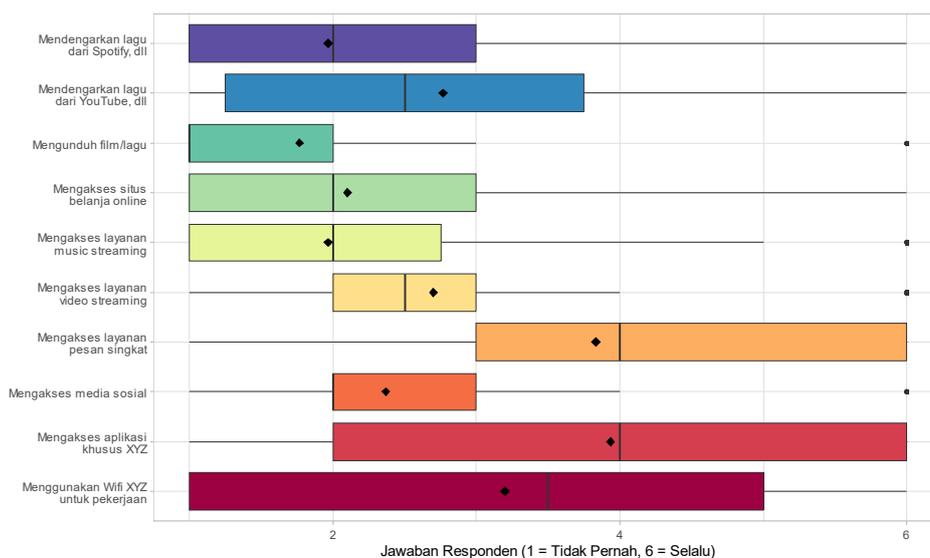
Dari segi kualitas pengalaman pengguna (*Quality of Experience [QoE]*) dalam memanfaatkan sumber daya yang ada, didapati bahwa responden cenderung tidak memiliki kualitas pengalaman pengguna yang baik, dilihat dari *Mean Opinion Score (MOS)* Sebagaimana ditunjukkan dalam **Gambar**

15, Pengalaman secara Umum (*General Experience*) yang berada di bawah ambang minimum yang diterima, yaitu 3.5 (Amin, 2019; Kuipers et al., 2010). Hanya parameter kemudahan penggunaan dan perasaan ketika menggunakan saja yang memiliki MOS di atas 3.5. Parameter QoE lainnya, memiliki MOS di bawah angka 3.5. Ini berarti layanan yang ada tidak memenuhi ekspektasi pengguna, pengguna tidak puas terhadap kecepatan yang ada, dan cenderung akan mencari alternatif lain apabila ada. Tentu saja hal ini sangat disayangkan, karena sumber daya yang tidak digunakan, sehingga seperti sebuah pemborosan.

Gambar 16 menunjukkan *boxplot* dari kebiasaan pengguna ketika melakukan pekerjaan dengan menggunakan akses Internet. Melihat kecenderungan dari *boxplot* untuk masing-masing parameter, dapat dilihat bahwa responden pada umumnya tidak menggunakan Internet untuk kebutuhan multimedia. Layanan yang cenderung diakses adalah layanan pesan singkat dan aplikasi administrasi milik Yayasan XYZ Manado. Parameter “Menggunakan WiFi Yayasan XYZ Manado untuk Pekerjaan” merupakan parameter dengan deviasi terbesar, namun nilai rata-rata maupun nilai tengahnya berada di bawah 4. Artinya layanan WiFi yang disediakan bukan prioritas untuk melakukan pekerjaan.



Gambar 15. Kualitas pengalaman pengguna.



Gambar 16. Aplikasi/layanan yang cenderung diakses responden.

Berdasarkan hasil-hasil evaluasi yang ada dari beberapa metode yang dilakukan, maka beberapa hal yang menjadi temuan dan perlu mendapat perhatian khusus adalah:

1. Pimpinan dan staf Yayasan XYZ Manado memiliki literasi TIK yang baik, bahkan lebih tinggi dari indeks nasional, sehingga diyakini dapat menggunakan dan mengoperasikan perangkat-perangkat berbasis TIK dengan baik. Dengan demikian masalah akses dapat disimpulkan tidak disebabkan oleh kemampuan pengguna.
2. Layanan WiFi Yayasan XYZ Manado yang menjadi fokus dalam evaluasi ini tidak menjadi preferensi utama pengguna untuk mengakses Internet dalam mendukung pekerjaan. Hal ini dapat dilihat dari MOS QoE yang rendah, khususnya untuk parameter "Tetap menggunakan meski ada alternatif lain" yang terkonfirmasi dengan parameter "Menggunakan WiFi Yayasan XYZ Manado untuk Pekerjaan" pada evaluasi penggunaan. Ini berarti layanan WiFi Yayasan XYZ Manado belum dianggap cukup baik oleh pengguna.
3. Infrastruktur yang ada sudah digunakan dalam waktu yang cukup lama tanpa adanya proteksi kelistrikan yang baik. Ditambah tidak adanya manajemen kabel hal ini bisa berpengaruh dalam kualitas layanan. Di sisi lain, tidak adanya perangkat untuk NMS, menyulitkan pemantauan dan evaluasi secara berkala.
4. Interferensi yang ada sangat tidak kondusif untuk komunikasi data menggunakan jaringan nirkabel, khususnya pada frekuensi 2.4 GHz.

KESIMPULAN

Berdasarkan poin-poin yang ditemukan dalam pelaksanaan evaluasi, maka beberapa hal yang dapat direkomendasikan untuk perbaikan adalah pertama, perlu ditambahkan/diadakan perangkat yang berfungsi sebagai NMS. Dengan adanya NMS, maka evaluasi dapat dilakukan dengan lebih mudah. NMS dapat menyajikan grafik-grafik penggunaan secara *real time*, sehingga tidak perlu dilakukan *network forensic* secara khusus untuk pemantauan harian. Selanjutnya, dilihat dari penggunaan yang berfokus pada administrasi, perangkat *core router* dan ONT dari penyedia jaringan Internet dapat dipindahkan ke Kantor Pusat.

Mengevaluasi umur peralatan yang ada, maka peremajaan infrastruktur dapat dilakukan, mengingat usia alat yang sudah lebih dari lima tahun. Apabila dilakukan peremajaan pada infrastruktur, maka sebaiknya ditambahkan perangkat *Ethernet Switch Manageable* yang memiliki fitur *Power Over Ethernet*, sehingga menyederhanakan manajemen kabel. Akan lebih baik lagi jika perangkat jaringan, selain *Access Point*, ditempatkan pada rak yang dirancang khusus untuk perangkat jaringan, dengan catu daya cadangan berupa *Uninterruptible Power Supply (UPS)* di masing-masing rak. Jika memungkinkan, perangkat kerja seperti komputer yang diprioritaskan untuk akses Internet dapat menggunakan kabel. Untuk masing-masing bidang, dapat dibuat SSID, VLAN, dan subnet tersendiri, sehingga memudahkan dalam pemantauan.

Dari segi tata kelola, penanggung jawab layanan jaringan sebaiknya membuat evaluasi dan laporan secara berkala. Selain itu, akan sangat baik jika pengembangan dan/atau penyegaran kompetensi pengelola jaringan dilakukan juga secara berkala.

UCAPAN TERIMA KASIH

Program Kemitraan Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan dengan pembiayaan yang bersumber dari Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Sam Ratulangi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Tahun 2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. (2019). Pengukuran Quality of Experiences (QoE) Layanan Telekomunikasi Bergerak di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Komunikasi Dan Informatika*, 21–30. <https://jurnal.kominfo.go.id/index.php/snki/article/view/2649>
- Anonymous. (2010). IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments. In *IEEE Std 802.11p-2010 (Amendment to IEEE Std 802.11-2007 as amended by IEEE Std 802.11k-*

- 2008, IEEE Std 802.11r-2008, IEEE Std 802.11y-2008, IEEE Std 802.11n-2009, and IEEE Std 802.11w-2009) (pp. 1–51). <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2010.5514475>
- De Moor, K., Joseph, W., Ketykó, I., Tanghe, E., Deryckere, T., Martens, L., & De Marez, L. (2010). Linking Users' Subjective QoE Evaluation to Signal Strength in an IEEE 802.11b/g Wireless LAN Environment. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2010 2010:1*, 2010(1), 1–12. <https://doi.org/10.1155/2010/541568>
- Forouzan, B. A. (2022). *Data Communications & Networking with TCP/IP Protocol Suite* (6th ed.). McGraw Hill LLC.
- Imron, M. (2010). PERANCANGAN DAN ANALISA JARINGAN KOMPUTER DENGAN MENGGUNAKAN TEKNOLOGI NIRKABEL BERBASIS WIFI PADA STMIK AMIKOM PURWOKERTO. *Telematika*, 3(2). <https://doi.org/10.35671/TELEMATIKA.V3I2.380>
- Kuipers, F., Kooij, R., De Vleeschauwer, D., & Brunnström, K. (2010). Techniques for Measuring Quality of Experience. In E. Osipov, A. Kassler, T. M. Bohnert, & X. Masip-Bruin (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 6074 LNCS (Wired/Wire)*, pp. 216–227. Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13315-2_18
- Labudasari, E., Rochmah, E., & Hastuti, S. S. (2022). PENDAMPINGAN PENYUSUNAN MEDIA PEMBELAJARAN DARING BERBASIS DIGITAL BAGI KKG GUGUS 3 KECAMATAN HARJAMUKTI KOTA CIREBON. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 28(1), 9–15. <https://doi.org/10.24114/JPKM.V28I1.28015>
- Nasution, R. D., Saragih, F. H., & Sembiring, P. S. M. A. (2020). PENDAMPINGAN SISTEM PEMBELAJARAN ONLINE BERBASIS APLIKASI GOOGLE MEET BAGI GURU-GURU SMP IT DAARUL ISTIQLAL DAN SMP IT RAHMAT MARINDALI, KECAMATAN PATUMBAK, KABUPATEN DELI SERDANG. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 26(4), 188–194. <https://doi.org/10.24114/JPKM.V26I4.20365>
- Sambul, A. M., Sompie, S. R. U. A., Sengkey, D. F., Jacobus, A., & Sinsuw, A. A. E. (2019). Ship-to-Shore Wireless Communication for Asynchronous Data Delivery to the Remote Islands. *Journal of Sustainable Engineering: Proceedings Series*, 1(1), 103–107. <https://doi.org/10.35793/joseps.v1i1.13>
- Saraun, A., Lumenta, A. S. M., & Sengkey, D. F. (2022). Analisa Keamanan Jaringan Nirkabel IEEE 802.11 pada Kantor Dinas Pendidikan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1), 565–572. <https://doi.org/10.35793/JTI.17.1.2022.35321>
- Sengkey, D. F. (2012). *Analisa dan Perancangan Video Streaming menggunakan Metode Multicast IPv6 melewati Jaringan IPv4 Unicast*. Universitas Sam Ratulangi.
- Sengkey, D. F. (2015). *Improving Vehicular Traffic Level of Service by Applying Vehicle Classification in Density Estimation using V2X Communication*. Universitas Gadjah Mada.
- Sengkey, D. F., Kambey, F. D., Lengkong, S. P., Joshua, S. R., & Kainde, H. V. F. (2020). Pemanfaatan Platform Pemrograman Daring dalam Pembelajaran Probabilitas dan Statistika di Masa Pandemi CoVID-19. *Jurnal Informatika*, 15(4), 217–224. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/informatika/article/view/31685>
- Sengkey, D. F., Paturusi, S. D. E., & Sambul, A. M. (2021). Correlations between Online Learning Media Types, First Access Time, Access Frequency, and Students' Achievement in a Flipped Classroom Implementation. *Jurnal Sistem Informasi*, 17(1), 44–57. <https://doi.org/10.21609/jsi.v17i1.1008>
- Sengkey, D. F., Widyawan, & Mustika, I. W. (2015). Vehicle Classification in Traffic Density Estimation Using Vehicular Ad hoc Network. *Proceedings of The 10th International Forum on Strategic Technology (IFOST) 2015*, 387–392.
- Somantri, O., Abidin, T., Wibowo, D. S., & Wiyono, S. (2017). PENINGKATAN KEMAMPUAN GURU DALAM MEMBUAT E-LEARNING SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI DI SMA NEGERI 1 SUBAH. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 23(3), 332–337. <https://doi.org/10.24114/JPKM.V23I3.7455>

- Status Literasi Digital di Indonesia*. (2021). <https://survei.literasidigital.id/>
- Suhendri, S., Sabri, R., Arifin, Z., Rahman, M. A., Ainaya, T., & Fahmi, H. A. (2021). PELATIHAN PEMBELAJARAN JARAK JAUH (PJJ) PADA MASA PANDEMI COVID-19 BAGI GURU SEKOLAH DASAR ISLAM TERPADU (SDIT) DOD MEDAN. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 27(1), 1–5. <https://doi.org/10.24114/JPKM.V27I1.22128>
- Sukendar, T., & Saputro, M. I. (2019). Analisa Jaringan LAN menggunakan Teknologi EtherChannel untuk meningkatkan performa jaringan pada SMU Panca Sakti Jakarta. *Jurnal Teknologi Informasi*, 5(2), 99–106. <https://doi.org/10.52643/JTI.V5I2.636>
- Survei Literasi Digital Indonesia 2020. (2020). In *Katadata Insight Center* (Issue November). <https://aptika.kominfo.go.id/wp-content/uploads/2020/11/Survei-Literasi-Digital-Indonesia-2020.pdf>
- van Dijk, J. A. G. M. (2006). Digital divide research, achievements and shortcomings. *Poetics*, 34(4–5), 221–235. <https://doi.org/10.1016/j.poetic.2006.05.004>
- Wongkar, S., Sinsuw, A. A. E., & Najoan, X. (2015). Analisa Implementasi Jaringan Internet Dengan Menggabungkan Jaringan LAN Dan WLAN Di Desa Kawangkoan Bawah Wilayah Amurang II. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(6), 62–68. <https://doi.org/10.35793/JTEK.4.6.2015.10400>