

Analisis Dan Optimasi Teknologi Jaringan Wireless Pada Gedung Cacuk Fri Telkom University Dengan Menggunakan Wireless Site Survey

1st Fatih Fadhillah
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fadhillahfatih@student.telkomuniversit
y.ac.id

2nd Umar Yunan K. S. H
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

umaryunan@telkomuniversity.ac.id

3rd M. Teguh Kurniawan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

teguhkurniawan@telkomuniversity.ac.i
d

Abstrak — Penelitian ini fokus pada analisis dan optimasi cakupan sinyal nirkabel di Gedung Cacuk B di Telkom University. Pendekatan Siklus Hidup Pengembangan Jaringan (NDLC) memandu langkah-langkah proses penelitian. Pengumpulan data melibatkan Wireless Site Survey dengan perangkat lunak Ekahau menggunakan standar IEEE 802.11. Penelitian ini mengkaji analisis optimal jangkauan sinyal nirkabel dan interferensi, terutama pada frekuensi 2.4GHz dan 5GHz, dengan memanfaatkan metodologi NDLC dan Quality of Service (QoS). Analisis teknis menggunakan perangkat lunak Ekahau, Netspot, dan Wireshark untuk distribusi sinyal dan penilaian kualitas internet yang berbeda pada kondisi penggunaan rendah dan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan penurunan throughput saat penggunaan puncak, sementara kekuatan sinyal tetap baik pada 2.4GHz. Namun, kekuatan sinyal 5GHz menurun terutama di lantai 3 karena penggunaan padat dan penempatan titik akses terbatas, yang ditempatkan di antara dua ruang kelas. Meskipun tingkat delay dan packet loss yang memuaskan karena konfigurasi yang baik, terjadi penurunan throughput sebesar 50%.

Kata kunci— wireless, coverage network development life cycle, wireless site survey, Quality of Service

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman yang sangat pesat, kebutuhan informasi, ilmu pengetahuan, komunikasi, dan hiburan yang bisa didapat secara instan sangat dibutuhkan masyarakat, dalam hal ini internet mempunyai peranan penting dalam semua kegiatan tersebut. Meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap internet harus diimbangi dengan kecepatan akses data yang dapat memenuhi kebutuhan internet yang semakin hari semakin bertambah

Teknologi saat ini sudah berkembang begitu cepat yang berawal dari ide sekarang telah terealisasi seperti pesawat mobil dan hal lainnya, dan semua terbuat secara beriringan dengan informasi dan komunikasi yang dapat dimengerti oleh generasi selanjutnya, dan semua itu tersampaikan hingga saat ini dengan tujuan mempermudah pekerjaan sekitar sehingga efisien dengan jumlah waktu yang minim dari sebelumnya, oleh karena itu saat ini manusia tidak lepas dari teknologi yang berkembang saat ini seperti handphone, Laptop hingga smart home. itu dikarenakan teknologi sudah berada di

tingga dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan setiap individu yang berada di dunia, dan dengan teknologi ini dapat melakukan banyak hal seperti telepon, mengirim pesan, dan hal hal lainnya, tetapi hal itu dibutuhkannya internet, hal ini membuat internet tersebut menjadi sangat penting karena digunakan untuk hal hal yang dikerjakan oleh orang yang menggunakan teknologi.

Internet juga merupakan hasil dari perkembangan teknologi yang perubahannya sangat terasa terutama di daerah-daerah yang dapat dijangkau dengan kecepatan akses internet, padahal sebelumnya penggunaan internet dapat dihitung dan sangat umum bagi masyarakat dan internet masih sulit untuk dijangkau. menggunakan. atau sendiri, kemudian mengembangkan jaringan tepi awal, 2G, 3G, dan mungkin sekarang ada jaringan 5G, tidak hanya komunikasi internet, tetapi teknologi jaringan menciptakan berbagi informasi, sehingga perusahaan menggunakan jaringan internal untuk meningkatkan berbagi informasi antar karyawan untuk memfasilitasi atau departemen / departemen dan bahkan antar perusahaan.

Pada Universitas Telkom, hampir semua perusahaan menerapkan jaringan internal untuk memudahkan pertukaran data dan akses informasi. Di Gedung Graha Cacuk, Universitas Telkom, telah diterapkan teknologi jaringan nirkabel (wireless) dan kabel untuk mendukung proses pembelajaran dan pertukaran data. Namun, terdapat keinginan untuk menganalisis sejauh mana efektivitas penerapan jaringan nirkabel tersebut dan mengidentifikasi permasalahan dalam penyebaran sinyal dan potensi gangguan yang mungkin disebabkan oleh mesin produksi dan luas bangunan. Penelitian ini akan menggunakan metode Network Development Life Cycle (NDLC) sebagai alur penelitian dan metode Wireless Site Survey (WSS) dengan standar wireless 802.11 untuk mengumpulkan data. Setelah analisis dilakukan, diharapkan dapat menilai tingkat optimalitas jaringan nirkabel di Gedung Graha Cacuk dan memberikan usulan perbaikan jika diperlukan.

II. KAJIAN TEORI

A. Jaringan Komputer

Jaringan Komputer adalah sebuah Kumpulan barang Elektronik Seperti Komputer, printer, dan hal lainnya, yang

dihubungkan melalui media tertentu seperti kabel maupun frekuensi radio atau disebut wireless (nirkabel)[1]

B. Wireless Fidelity

Wireless Local Area Network (WLAN) adalah teknologi komunikasi nirkabel yang menggunakan sinyal WiFi berdasarkan standar IEEE 802.11[2] WLAN memanfaatkan gelombang radio frekuensi untuk mentransmisikan data antara perangkat elektronik secara tanpa kabel fisik. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk menghubungkan perangkat seperti komputer, smartphone, atau tablet ke jaringan lokal atau internet tanpa memerlukan konektivitas kabel.

C. Topologi

Topologi jaringan adalah susunan fisik dan logis dari perangkat keras dan perangkat lunak dalam suatu jaringan yang memfasilitasi komunikasi antara node-node jaringan[3]. Pemilihan topologi jaringan bergantung pada faktor-faktor seperti ukuran jaringan, biaya, tujuan, dan penggunaan yang diinginkan. Beberapa topologi jaringan umum yang digunakan adalah bus, star, dan ring.

D. WiFi

WiFi adalah singkatan dari "Wireless Fidelity" teknologi yang memanfaatkan gelombang radio sebagai penghubung antar perangkat untuk dapat saling bertukar informasi. Secara historis, teknologi WiFi telah berkembang dalam jangka waktu yang lama[2]. Pada tahun 1971, Sistem ALOHA mengembangkan WiFi untuk menggunakan frekuensi UHF untuk komunikasi. Pada tahun 1991, NCR Corporation, bersama dengan AT&T, mempopulerkan teknologi protokol standar 802.11 untuk digunakan dalam mesin kasir. Hingga saat ini, teknologi WLAN telah digunakan di banyak perangkat sehari-hari. Seperti ponsel, laptop, TV, printer, kamera digital, konsol game, dan lain sebagainya.

E. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah sekumpulan teknologi yang digunakan dalam jaringan untuk memastikan kemampuannya dalam menjalankan aplikasi dan lalu lintas dengan prioritas tinggi secara dapat diandalkan[4]. QoS mencapai hal ini dengan memberikan penanganan dan alokasi kapasitas yang berbeda untuk aliran-aliran khusus dalam lalu lintas jaringan serta memungkinkan administrator jaringan untuk menentukan urutan penanganan paket dan jumlah bandwidth yang tersedia untuk aplikasi atau aliran lalu lintas tersebut.[5]

1. Packet Loss

fenomena dimana paket data yang dikirim melalui jaringan tidak sampai karena adanya gangguan atau kesalahan dalam proses pengiriman. Secara ilmiah, kehilangan paket terjadi ketika satu atau lebih paket data hilang dalam perjalanan melalui jaringan. Hal ini dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, seperti kemacetan jaringan, interferensi elektromagnetik, interferensi sinyal, kualitas koneksi yang buruk, atau kerusakan peralatan jaringan.[4]

2. Average Delay

Average Delay, dalam konteks jaringan komputer, mengacu pada rata-rata waktu penundaan atau waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan paket dari sumber ke tujuan melalui jaringan.[4] Delay ini terjadi karena berbagai faktor, termasuk latensi (penundaan yang terjadi karena waktu yang dibutuhkan sinyal untuk melakukan perjalanan), antrian (penundaan karena paket harus menunggu giliran untuk dikirim), dan proses routing (penundaan karena pemilihan jalur yang optimal)

3. Throughput

throughput adalah bandwidth aktual yang diukur selama transmisi sebuah file. Berbeda dengan bandwidth, yang memiliki satuan yang sama dalam bit per detik (bps), throughput menggambarkan bandwidth aktual pada suatu waktu tertentu dan dalam kondisi dan jaringan tertentu yang digunakan untuk mengunduh file dengan ukuran tertentu. Throughput dihitung dengan membagi jumlah total kedatangan paket yang berhasil diamati di tujuan selama interval waktu tertentu dengan durasi interval waktu tersebut. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung nilai throughput. [4]

F. Netspot

Netpots adalah sebuah perangkat lunak untuk melakukan Wireless Site Survey (WSS) yang dapat di install pada perangkat komputer berbasis sistem operasi Windows ataupun Mac yang memiliki kemampuan Menerima sinyal WiFi. Netpots dapat Mengidentifikasi mengenai masalah koneksi dan interferensi jaringan nirkabel dan menemukan access point yang ada disekitar pengguna. Dengan menggunakan fitur Survey maka pengguna akan mendapatkan signal to interference ratio yang akan dianalisis untuk mengoptimalkan jaringan wireless yang ada di lokasi ..

G. Ekahau

Ekahau Site Survey (ESS) adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk merancang, menganalisis, mengoptimalkan, dan mengatasi masalah jaringan WiFi.[2] Ekahau berjalan pada perangkat komputer berbasis Windows maupun Mac, perangkat ini merupakan alat untuk seorang network engineer di setiap kalangan perusahaan .Ekahau memastikan high peforma yang mencakup kapasitas, perencanaan, dan analisis. Jika jaringan WiFi belum ada. Ekahau akan secara otomatis menentukan

H. Wireshark

Wireshark adalah sebuah perangkat lunak yang dikembangkan untuk melakukan analisis jaringan secara ilmiah. Aplikasi ini digunakan untuk mengeksplorasi dan memahami lalu lintas data dalam jaringan komputer. Dalam konteks ilmiah, Wireshark digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang protokol jaringan yang digunakan dalam komunikasi data.

I. Kekuatan Sinyal

Frekuensi 2,4 GHz telah lama digunakan dalam teknologi WiFi dan merupakan frekuensi yang paling umum. Frekuensi ini memiliki jangkauan yang lebih jauh dan dapat menembus objek fisik seperti dinding lebih baik daripada frekuensi 5

GHz[6]. Namun, karena kepopuleran nya, spektrum 2,4 GHz seringkali dipadati oleh perangkat lain yang menggunakan frekuensi yang sama, seperti peralatan rumah tangga dan elektronik lainnya. Ini dapat menyebabkan gangguan dan memengaruhi kualitas sinyal WiFi.

J. Frekuensi 2,4Ghz Dan 5Ghz

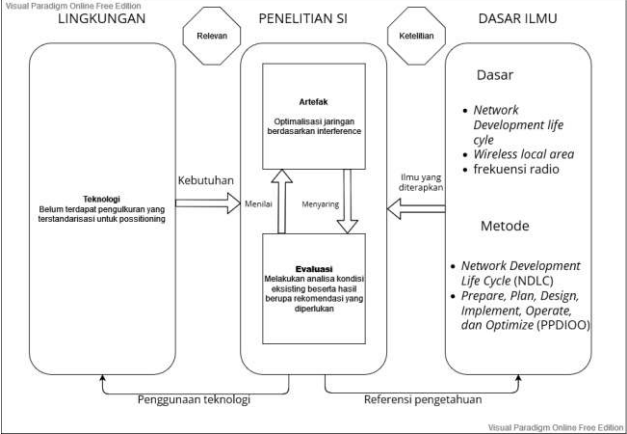
Frekuensi 2,4 GHz telah lama digunakan dalam teknologi WiFi dan merupakan frekuensi yang paling umum. Frekuensi ini memiliki jangkauan yang lebih jauh dan dapat menembus objek fisik seperti dinding lebih baik daripada frekuensi 5 GHz.[6] Namun, karena kepopuleran nya, spektrum 2,4 GHz seringkali dipadati oleh perangkat lain yang menggunakan frekuensi yang sama, seperti peralatan rumah tangga dan elektronik lainnya. Ini dapat menyebabkan gangguan dan memengaruhi kualitas sinyal WiFi.[7]

K. IEEE 802.11

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) merupakan sebuah organisasi internasional yang melakukan riset dan pengembangan dalam bidang teknologi. Salah satu bidang yang menjadi fokus IEEE adalah teknologi jaringan WLAN (wireless local area network).[8] Mereka telah mengeluarkan serangkaian standar yang dikenal sebagai IEEE 802.11 untuk teknologi WLAN. Standar ini mencakup beberapa jenis berdasarkan evolusinya

III. METODE

Modul konseptual adalah suatu sistem atau diagram yang menunjukkan hubungan antara faktor-faktor tertentu yang memberikan dampak kepada penelitian yang diambil. Model konseptual membantu peneliti dalam merumuskan pemecahan masalah dan solusi dari permasalahan yang ada. Dengan begitu model konseptual dapat dijabarkan sebagai serangkaian konsep dan asumsi yang terintegrasi menjadi suatu gambaran yang bermakna. Model konseptual yang digunakan penelitian yakni :



GAMBAR 1 Konseptual Hevner
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting Jaringan Wireless

Gedung Graha CACUK merupakan salah satu gedung yang penting di Telkom University. Gedung ini memiliki peran yang vital dalam memfasilitasi kegiatan akademik dan riset di bidang teknologi informasi dan komputasi. Gedung Graha CACUK didesain dengan baik dan dilengkapi dengan fasilitas modern guna mendukung

kegiatan belajar mengajar serta penelitian. Fasilitas yang ada di dalamnya mencakup ruang kelas, laboratorium komputer, ruang baca, serta ruang rapat dan diskusi. Seluruh fasilitas tersebut dirancang untuk memastikan kenyamanan dan produktivitas para mahasiswa, dosen, dan peneliti

B. Jaringan Wireless Eksisting

1. Spesifikasi Perangkat

Gedung Cacuk B memiliki berbagai perangkat keras yang digunakan sebagai infrastruktur jaringan *wireless* maupun *wired*, berikut spesifikasi perangkat-perangkat

TABEL 2
Perangkat Gedung Cacuk B

Perangkat	Keterangan
APCiscoAIR-CAP1702I-F-K9	Access Point
APCiscoAIR-CAP3702I-F-K9	Access Point
AP Ruijie AP720-I	Access Point
AP Ruijie AP720-I	Access Point
CiscoWS-C2960X-24PS-L	Switch
HP 1920-24G-PoE+	Switch

C. Analisa Ruangan kelas Lantai 1

1. Waktu segang

Pada lantai 1 terdapat ruangan kelas , untuk *access point* pada lantai ini menggunakan *access point* Cisco AIR 1700 dan 2 *access point* Ruijie 740-I dan 720-I, *access point* terletak pada lorong dan di dalam ruangan, berikut perbandingan kekuatan sinyal pada frekuensi 2,4 Ghz dan 5 Ghz pada ruangan Kelas dan lorong

TABEL 3
Perbandingan Kekuatan Sinyal pada Rangan Dosen

Frekuensi	Kekuatan Sinyal	Klasifikasi	Persentase
2,4 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	67%
	-55 to -65 dBm	Baik	33%
	-65 to -85 dBm	Sedang	-
	>85 dBm	Buruk	-
5 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	6%
	-55 to -65 dBm	Baik	85%
	-65 to -85 dBm	Sedang	9%
	>85 dBm	Buruk	-

Hasil perbandingan pada table terdapat hasil perbandingan dari frekuensi 2,4 dan 5 Ghz pada ruangan kelas, terdapat

perbedaan kekuatan sinyal dengan 2,4 Ghz 52% kekuatan sinyal terindikasi baik sedangkan 61% terindikasi sedang pada 5 Ghz, hal ini disebabkan karena penempatan access point berada didepan ruangan lebih tepatnya pada langit-langit lorongnya, maka dengan itu penyebaran sinyal terhambat dengan konstruksi bangunan seperti dinding, pintu, kaca ,dll.

1. Waktu ramai

"High WiFi user density" mengacu pada kondisi di mana banyak pengguna atau perangkat di suatu area terhubung ke jaringan WiFi. Ini dapat mempengaruhi kualitas dan kecepatan koneksi WiFi Anda karena persaingan untuk sumber daya jaringan yang terbatas. Manajemen jaringan yang efektif dan peningkatan kapasitas diperlukan untuk kepadatan pengguna yang tinggi.

Frekuensi	Kekuatan Sinyal	Klasifikasi	Persentase
2,4 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	80%
	-55 to -65 dBm	Baik	20%
	-65 to -85 dBm	Sedang	-
	>85 dBm	Buruk	-
5 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	5%
	-55 to -65 dBm	Baik	50%
	-65 to -85 dBm	Sedang	45%
	>85 dBm	Buruk	-

Hasil perbandingan pada table terdapat hasil perbandingan dari frekuensi 2,4 dan 5 Ghz pada ruangan kelas, terdapat perbedaan kekuatan sinyal dengan 2,4 Ghz 30% kekuatan sinyal terindikasi baik sedangkan 75% terindikasi sedang pada 5 Ghz, hal ini disebabkan karena penempatan access point berada didepan ruangan lebih tepatnya pada langit-langit lorongnya, maka dengan itu penyebaran sinyal terhambat dengan konstruksi bangunan seperti dinding, pintu, kaca ,dll.

D. Analisa Ruang Kelas Lantai 3

1. Waktu sedang

Pada lantai 3 terdapat ruangan kelas , access point yang digunakan pada lantai ini yaitu Cisco AIR 3700 yang terletak pada lorong dan di dalam ruangan, berikut table perbandingan kekuatan sinyal pada frekuensi 2,4 dan 5 Ghz.

TABEL 3
Perbandingan Kekuatan Sinyal Lantai 2

Frekuensi	Kekuatan Sinyal	Klasifikasi	Persentase
2,4 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	98%
	-55 to -65 dBm	Baik	2%

Frekuensi	Kekuatan Sinyal	Klasifikasi	Persentase
	-65 to -85 dBm	Sedang	-
	>85 dBm	Buruk	-
5 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	90%
	-55 to -65 dBm	Baik	8%
	-65 to -85 dBm	Sedang	2%
	>85 dBm	Buruk	-

Hasil perbandingan pada table terdapat hasil perbandingan dari frekuensi 2,4 dan 5 Ghz pada ruangan kelas, terdapat perbedaan kekuatan sinyal dengan 2,4 Ghz 6% kekuatan sinyal terindikasi baik sedangkan 8% terindikasi sedang pada 5 Ghz, hal ini disebabkan karena penempatan access point berada didepan ruangan lebih tepatnya pada langit-langit lorongnya, maka dengan itu penyebaran sinyal terhambat dengan konstruksi bangunan seperti dinding, pintu, kaca ,dll.

2. Waktu ramai

"High WiFi user density" mengacu pada kondisi di mana banyak pengguna atau perangkat di suatu area terhubung ke jaringan WiFi. Ini dapat mempengaruhi kualitas dan kecepatan koneksi WiFi Anda karena persaingan untuk sumber daya jaringan yang terbatas. Manajemen jaringan yang efektif dan peningkatan kapasitas diperlukan untuk kepadatan pengguna yang tinggi

Frekuensi	Kekuatan Sinyal	Klasifikasi	Persentase
2,4 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	100%
	-55 to -65 dBm	Baik	20%
	-65 to -85 dBm	Sedang	-
	>85 dBm	Buruk	-
5 Ghz	-30 to -55 dBm	Sangat Baik	3%
	-55 to -65 dBm	Baik	30%
	-65 to -85 dBm	Sedang	67%
	>85 dBm	Buruk	-

Hasil perbandingan pada table terdapat hasil perbandingan dari frekuensi 2,4 dan 5 Ghz pada ruangan kelas, terdapat perbedaan kekuatan sinyal dengan 2,4 Ghz 10% kekuatan sinyal terindikasi baik sedangkan 97% terindikasi sedang pada 5 Ghz, hal ini disebabkan karena penempatan access point berada didepan ruangan lebih tepatnya pada langit-langit lorongnya, maka dengan itu penyebaran sinyal terhambat dengan konstruksi bangunan seperti dinding, pintu, kaca ,dll.

E. Analisis network testing pada gedung Graha cacuk

Berdasarkan hasil dari survei yang dilakukan sebelumnya sehingga mendapatkan data yang diperlukan untuk mengambil kesimpulan melalui analisis yang dilakukan, dapat dilihat terjadinya penurunan kecepatan dan saat dilakukannya testing network pada kecepatan internet yang berada di gedung Graha Cacuk gedung B, agar membuat lebih jelas Dapat dilihat pada tabel berikut:

Lantai	Frekuensi	Packet Loss (%)		Delay (ms)		Throughput (kbits)	
		Senggang	Ramai	Senggang	Ramai	Senggang	Ramai
1	2,4Ghz	0,2%	0,0%	12.4	19.9	537	359
1	5Ghz	0,1%	0,0%	9.61	15,8	776	475
3	2,4Ghz	0,1%	0,0%	12.6	21.6	639	327
3	5Ghz	0,0%	0,0%	10.5	16.8	754	468

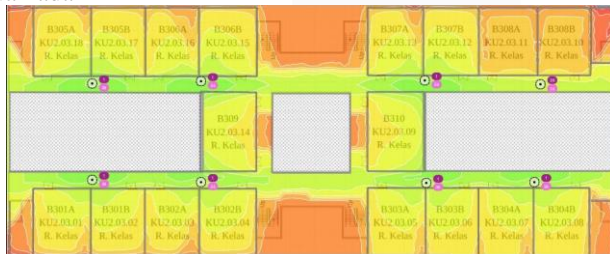
F. Analisis dan Perancangan Usulan

1. Analisis Permasalahan Jaringan Wireless

Berdasarkan *site survey* melalui ekahau, dapat dianalisa bahwa akses jaringan *wireless* pada ruangan dosen mendapatkan sinyal yang relatif baik, begitu juga dengan lantai 2, *access point* pada lantai 2 lebih diprioritaskan kepada ruangan yang tidak menggunakan perangkat, , peneliti mengusulkan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas sinyal pada objek penelitian, rekomendasi juga mempertimbangkan kebutuhan-kebutuhan tiap ruangan pada objek penelitian

2. rekomendasi untuk memiliki dana yang low budget

Pertimbangan untuk mengalokasikan sumber daya internal yang ada secara efisien, seperti menggunakan perangkat yang ada atau mengoptimalkan infrastruktur yang sudah ada



REFERENSI

- [1] M. Rajab, A. Budiono, and U. Yunan, "ANALISIS PERMASALAHAN DAN OPTIMALISASI OPTIMALISASI PENGGUNAAN JARINGAN WIRELESS PADA E-COMMERCE PT. X," 2022. [Online]. Available: <https://app.diagrams.net/>
- [2] Akbar Averian, "Analisis dan Pengoptimalisasi Jaringan Wireless Local Area Network (WLAN) Pada PT.XYZ Dengan Menggunakan Metode Network Development Life Cycle (NDLC)," 2022. Accessed: Jan. 04, 2023. [Online]. Available: https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/open/index.php/download/flippingbook_url_download/eyJkb3dubG9hZCI6IjEiLCJkd24iOusia25vd2xlZGdlX2l0ZW1faWQiOiIiLCJtZW1iZXJfaWQiOiI4MDkzNyIsIm5hbWUiOiIyMi4wNC4yMTY0X2p1cm5hbC5wZGYifSwicmVhZCI6eyJrbm93bGVkZ2VfaXRlbV9pZCI6IjE4MTIyOSIsIm1lbWJlc9pZCI6IjgwOTM3IiwibmFtZSI6IjIyLjA0LjIiLCJmF5bF5mF5LnBkZiJ9LCJyZWFKb25seSI6IjEiLCJyZW1iIjoiMjIuMDQuMjE2NF9qdXJuYWwucGRmliwibGl uayI6IiwvZGF0YVwvYmF0aWtL3N5bWZvbnlfcHJvamVjdHNcL2Jvb2tcLzIyLjA0LjIiLCJmF5bF5mF5LnBkZiJ9A0LjIiLCJyZWFKb25seSI6IjEiLCJyZW1iIjoiMjIuMDQuMjE2NF9qdXJuYWwucGRmliwibGl uayI6IiwvZGF0YVwvYmF0aWtL3N5bWZvbnlfcHJvamVjdHNcL2Jvb2tcLzIyLjA0LjIiLCJmF5bF5mF5LnBkZiJ9
- [3] A. T. Rizki, M. T. Kurniawan, and U. Yunan, "ANALYSIS AND DESIGN OPTIMIZATION OF WIRELESS NETWORK INFRASTRUCTURE IN GOVERNMENT OFFICE ENVIRONMENT OF KABUPATEN BANDUNG WITH NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) METHOD USING WIRELESS SITE SURVEY (WSS)," 2019.
- [4] F. Naim, R. Rohmat Saedudin, U. Yunan, and K. Septo Hedyanto, "ANALYSIS OF WIRELESS AND CABLE NETWORK QUALITY-OF-SERVICE PERFORMANCE AT TELKOM UNIVERSITY LANDMARK TOWER USING NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) METHOD."
- [5] P. D. P. Adi *et al.*, "A Performance Evaluation of ZigBee Mesh Communication on the Internet of Things (IoT)," in *3rd 2021 East Indonesia Conference on Computer and Information Technology, EIconCIT 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2021, pp. 7–13. doi: 10.1109/EIconCIT50028.2021.9431875.
- [6] by Midul Kurian Jacob, "Analyzing the Signal Strength of 2,946 Clients Operating in 446 WiFi Networks."
- [7] M. Puguh Pamungkas, C. Iswahyudi, and S. Raharjo, "ANALISIS PERBANDINGAN PERFORMANSI JARINGAN WLAN 2.4 GHz DAN 5 GHz," 2021. [Online]. Available: www.speedtest.net.
- [8] M. Iqbal, G. Febrianto, M. T. Kurniawan, U. Yunan, and K. S. Hedyanto, "ANALISIS DAN PERANCANGAN OPTIMASI SISTEM NETWORK CABLING DI FAKULTAS REKAYASA INDUSTRI DENGAN METODE NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) ANALYSIS AND OPTIMIZATION DESIGN OF NETWORK CABLING SYSTEM IN SCHOOL OF INDUSTRIAL AND ENGINEERING USING NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) METHOD."