

Analisis dan Pengoptimalisasi Jaringan Wireless Local Area Network (WLAN) Pada PT.XYZ Dengan Menggunakan Metode Network Development Life Cycle (NDLC)

1st Akbar Averian
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

akbaraverian@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Avon Budiono
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

avonbudi@telkomuniversity.ac.id

3rd Umar Yunan Kurnia Septo
Hedyanto

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

umaryunan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—PT.XYZ menggunakan jaringan WLAN dengan frekuensi 2.4 GHz dan frekuensi 5 GHz. Namun kondisi saat ini, penggunaan jaringan sering terjadinya drop connection atau internet menjadi lambat. Untuk mengatasi permasalahan dengan menggunakan metode Network Development Life Cycle (NDLC) dengan tahapan, analysis, design, simulation & prototyping. Topologi saat ini dianalisis untuk menyelesaikan masalah pada PT.XYZ. Pada konfigurasi frekuensi dilakukan pengujian QoS, pada frekuensi 2.4 GHz mendapatkan throughput dengan nilai 682 Kbps, packet loss dengan nilai 0.04%, dan delay dengan nilai 0.0147 sec, sedangkan frekuensi 5 GHz mendapatkan throughput sebesar 1882 Kbps, packet loss dengan nilai 0.17%, dan delay dengan nilai 0.0072 sec. Dengan hasil pengujian sangat baik, dan penempatan access point dengan menggunakan Ekahau Site Survey (ESS) dengan jangkauan signal yang tidak merata. Sehingga dengan hasil pengujian yang bagus, solusi untuk permasalahan adalah dengan penggantian access point yang memiliki kelebihan untuk mengatasi permasalahan, seperti airtime fairness, multiple SSID up to 16, seamless roaming, centralized management, dan tampungan user hingga 250 user. Dan dilakukan pengoptimalisasian topologi dengan konfigurasi frekuensi 2.4 GHz pada channel 1, 6, dan 11 dan frekuensi 5 GHz yang berbeda, serta perubahan penempatan ke atap mendapatkan signal yang luas dan terbagi sama rata. Sehingga mendapatkan topologi usulan untuk PT.XYZ.

Kata kunci— WLAN, QoS, NDLC, channel, ekahau, access point

PT. XYZ already uses a WLAN network with a frequency of 2.4 GHz and a frequency of 5 GHz. However, the current condition, network usage often results in drop connections or slow internet. To solve the problem using the Network Development Life Cycle (NDLC) method with stages, analysis, design, simulation & prototyping. The current topology design is analyzed to solve the problem at PT.XYZ. In using the frequency channel, QoS testing at a frequency of 2.4 GHz is carried out to get throughput with a value of 682 Kbps, packet loss with a value of 0.04%, and delay with a value of 0.0147 sec. At 5 GHz frequency, the throughput is 1882 Kbps, packet loss is 0.17%, and delay is 0.0072 sec. With very good test results, and placement of access points using the Ekahau Site Survey (ESS) so that signal strength coverage can reach the entire room. So the solution to the problem is to replace the access point that has advantages to overcome the problem, such as airtime

fairness, multiple SSID up to 16, seamless roaming, centralized management, and user accommodation up to 250 users. and topology optimization with 2.4 GHz frequency configuration on channels 1, 6, and 11 and different 5 GHz frequencies, as well as changes in placement to the roof to get a broad and evenly distributed signal. So get a topology proposal for PT.XYZ.

Keywords— WLAN, QoS, NDLC, channel, ekahau, access point

1. PENDAHULUAN

Teknologi IEEE 802.11-berdasarkan Wireless Local Area Network (WLAN) merupakan teknologi yang telah tumbuh secara cepat selama beberapa tahun ini. Beberapa alasan mengapa teknologi ini tumbuh secara pesat adalah karena biaya yang rendah dan mudah dalam penginstalasi. Dalam perangkat WLAN ini memungkinkan adanya sebuah pertukaran informasi atau data dengan menggunakan transmisi berupa signal atau wireless ataupun kabel atau wired. WLAN memberikan kemudahan kepada pengguna untuk bisa terhubung pada jaringan internet dalam cakupan area[1]. Berdasarkan standar IEEE, WLAN bekerja dalam dua jenis band frekuensi, yaitu 2.4 GHz dan 5 GHz. Teknologi WiFi dengan frekuensi 5 GHz memiliki kecepatan dalam transfer rate dan spektrum yang lebih lebar jika dibandingkan dengan frekuensi 2,4 GHz yang menjadi salah satu andalan dalam pengimplementasi WLAN[2].

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang e-commerce yang menyediakan berbagai macam produk untuk bisa meningkatkan pola hidup yang sehat untuk masyarakat. Dalam menjalankan bisnisnya PT. XYZ menggunakan aplikasi berbasis website dalam penjualannya. Pada PT. XYZ sudah terdapat jaringan yang digunakan untuk mendukung kegiatannya. Namun, dalam penggunaannya terdapat keluhan yang sering dirasakan oleh para pegawai. Keluhan tersebut adalah terjadinya drop connection atau

penggunaan internet menjadi lambat saat pemakaian, permasalahan ini bisa terjadi karena adanya beberapa faktor, seperti positioning access point yang kurang optimal, konfigurasi pada access point masih tidak sesuai, penggunaan perangkat access point dan sebagainya.

Berdasarkan masalah tersebut, melihat dari kondisi eksisting pada PT.XYZ bahwa pada konfigurasi access point masih menggunakan channel yang tidak sesuai seperti channel pada seluruh access point yang masih auto dan penggunaan channel yang sama dan positioning access point yang masih belum optimal. Penggunaan auto channeling dan channel yang sama ini, memberikan dampak yaitu memungkinkan interferensi antar access point baik dari lantai yang sama maupun lantai yang berbeda dan positioning access point yang juga berpengaruh dalam penyebaran signal. Menurut [3] dengan penerapan co-channel interference atau penggunaan channel yang sama memberikan pengaruh yang cukup signifikan dalam kualitas layanan yang diterima. Setelah mengetahui permasalahan yang dihadapi perlu dilakukannya optimasi jaringan pada access point, meliputi penggunaan frekuensi dalam pemilihan channel, positioning access point, dan perangkat access point.

Optimasi pada jaringan wireless dapat dilakukan dengan banyak cara dan metode untuk menyelesaikannya, dalam penelitian ini akan menggunakan metode Network Development Life Cycle (NDLC). metode ini adalah aturan yang digunakan untuk mengembangkan atau merancang sebuah infrastruktur jaringan yang digunakan untuk pemantauan dari sebuah jaringan dalam mengetahui statistic dan kinerja jaringan[4]. Selain itu perlu dilakukan analisis terhadap kondisi ekstising pada infrastruktur jaringan pada perusahaan untuk bisa memudahkan dalam pemeliharaan jaringan.

Dalam proses analisis dan optimasi jaringan wireless pada access point, peneliti melakukan analisis terhadap penggunaan frekuensi pada access point dalam penggunaan auto channeling, penggunaan channel yang sama, perangkat access point, dan positioning access point. Sehingga jaringan yang dioptimasi bisa diatasi dengan perubahan channel, penggantian perangkat access point, dan positioning access point untuk menjadi solusi terhadap permasalahan PT.XYZ.

II. KAJIAN TEORI

A. Radio Frekuensi & Channel Planning

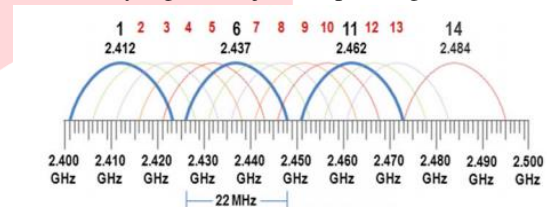
Nirkabel adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan frekuensi dalam penyebarannya. Teknologi WLAN memiliki frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz. Dalam penerapannya 2.4 GHz memiliki jarak frekuensi sepanjang lima inci sedangkan 5 GHz memiliki dua kali lipatnya. Penggunaan frekuensi yang tinggi akan membuat radio frekuensi menjadi padat. Tentu saja dalam penggunaan frekuensi yang tepat, harus melakukan pemilihan channel untuk menghindari overlapping. Channel planning adalah sebuah cara yang

digunakan dalam WLAN untuk menghindari sebuah bentrokan atau overlapping yang dilakukan oleh access point, dengan memilih sebuah channel yang tepat dapat menghindar overlapping yang terjadi [5].

1. 2.4 GHz

Frekuensi 2.4 GHz adalah frekuensi yang dipakai atau banyak digunakan secara luas dalam penggunaannya. Penggunaan frekuensi ini sudah tersebar dimana saja seperti, kamera, bluetooth, headset dan sebagainya, sehingga penggunaan pada frekuensi ini sering mengalami interferensi yang tinggi pada suatu daerah yang padat seperti lingkungan perkantoran, tempat umum dan sebagainya.

Dalam teknologi standar IEEE 802.11, memiliki 14 channel di 2.4 GHz band dengan setiap channel memiliki 22 MHz. Pada 2.4 GHz band, memiliki tiga channels yang tidak terjadi overlapping yaitu pada channel 1, 6, dan 11 yang ditunjukkan pada gambar II.3. [6].

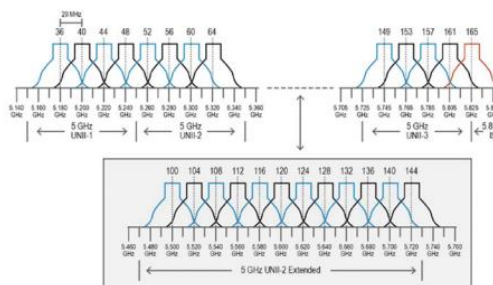


GAMBAR 1 Frekuensi 2.4 GHz

2. 5 GHz

Frekuensi 5 GHz pada standar IEEE 802.11 dengan frekuensi 5 GHz memiliki 23 channel dengan setiap channels 20 MHz (Lepaja et al., 2019) yang ditunjukkan pada gambar II.4. Frekuensi ini menjadi pilihan yang baik tidak hanya channels yang banyak tetapi memiliki transfer rate yang tinggi. Spektrum yang dihasilkan pada frekuensi ini lebih besar, spektrum 5 GHz ini dibagi menjadi jangkauan frekuensi yang disebut dengan U-NII bands, yang memiliki aturan sendiri [5].

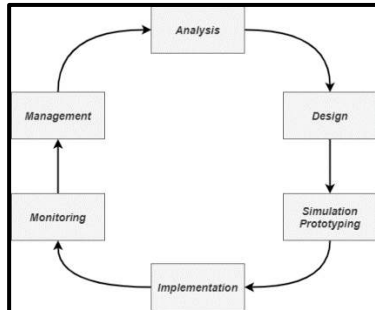
Dengan banyaknya channels yang tersedia pada frekuensi 5 GHz ini memberikan penggunaannya terhindar dari overlapping penggunaan channel satu sama lain [7]. Dengan penggunaan 5 GHz ini memiliki keuntungan pada perusahaan seperti pada gedung, dimana cakupan yang tidak perlu besar sehingga cocok untuk menggunakan frekuensi ini (Dolińska et al., 2017).



GAMBAR 2 Frekuensi 5 GHz

B. Network Development Life Cycle (NDLC)

Network Development Life Cycle (NDLC) adalah sebuah metode yang digunakan untuk pengembangan atau pembuatan sebuah infrastruktur jaringan yang memungkinkan memantau statistic jaringan dan performa jaringan. *Network development life cycle* mempunyai 6 tahapan, yaitu: *analysis, design, simulation prototyping, implementation, monitoring and management* [8] seperti yang terlihat pada gambar II.5.



GAMBAR 3 *Network Development Life Cycle*

C. Signal Strength

Signal strength menampilkan kekuatan sinyal dari access point yang dipilih dalam satuan dBm. Secara default, ekahau akan memberikan signal strength pada AP terkuat pada lokasi yang ditampilkan. Dalam hal umum, kekuatan sinyal yang maksimal menghasilkan kecepatan yang tinggi. Untuk setiap penerimaan yang diberikan, tingkat daya yang tinggi diperlukan untuk bisa mendukung kecepatan data yang tinggi.

Color Heatmaps	Signal Strength (dBm)	Kategori
	0 sampai -45	Sangat Bagus
	-45 sampai -67	Bagus
	-67 sampai -70	Kurang
	-70 sampai -90	Kurang Bagus

TABEL 1 *Signal Strength* [9]

D. Quality of Service (QoS)

Quality of Service adalah teknologi yang memungkinkan administrator dari sebuah jaringan untuk bisa melakukan berbagai macam terjadinya gangguan yang dialami oleh sebuah jaringan [5]. Parameter dalam menentukan QoS adalah sebagai berikut:

1. Throughput

Throughput merupakan jumlah kedatangan paket yang berhasil sampai ke tujuan dan kecepatan transfer data yang diukur dalam satuan bit per second (bps).

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah Data Yang Dikirim}}{\text{Waktu Pengiriman Data}}$$

TABEL 2 Kategori *throughput*[10]

Kategori	Throughput (%)
Sangat Bagus	100
Bagus	75
Sedang	50

Buruk	< 25
-------	------

2. Packet Loss

Packet loss merupakan parameter yang menunjukkan jumlah paket yang gagal dalam mencapai tujuan saat proses pengiriman berlangsung. Packet loss diukur dalam satuan persen (%).

$$Packet Loss = \frac{\text{Paket Yang Dikirim} - \text{Paket Yang Diterima}}{\text{Paket Yang Dikirim}} \times 100\%$$

TABEL 3 Kategori *Packet Loss*[10]

Kategori	Packet Loss (%)
Sangat Bagus	0%
Bagus	3%
Sedang	15%
Buruk	25%

3. Delay

Delay merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk oleh data dari sumber pengirim ke tujuan.

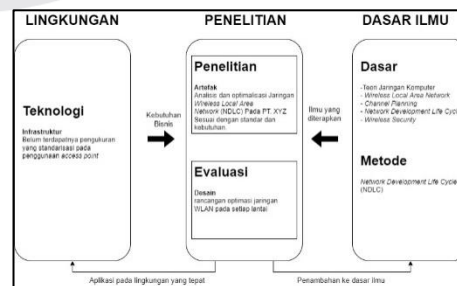
$$Delayu = \frac{\text{Total Waktu}}{\text{Total Paket Yang Diterima}}$$

TABEL 4 Kategori *Delay*[10]

Kategori	Delay (ms)
Sangat Bagus	< 150
Bagus	150 - 300
Sedang	300 - 450
Buruk	> 450

III. METODE

Model konseptual merupakan suatu kerangka kerja konseptual, sistem atau skema yang menerangkan tentang serangkaian ide global terkait keterlibatan individu, kelompok, situasi ataupun kejadian terhadap suatu ilmu dan pengembangannya. Model ini digunakan untuk membantu peneliti dalam merumuskan pemecahan masalah serta memberikan solusi dari permasalahan, identifikasi permasalahan yang relevan dan memberikan penjelasan untuk menyelesaikan masalah.



GAMBAR 4 Model Konseptual

Model konseptual yang akan digunakan pada penelitian ini berdasarkan keadaan infrastruktur jaringan pada PT. XYZ dapat diklasifikasikan

menjadi tiga bagian, yaitu lingkungan, penelitian, dan dasar ilmu. Pada bagian lingkungan berdasarkan hasil observasi sehingga bisa diambil teknologi. Pada komponen teknologi didapatkan bahwa permasalahan yang dialami bahwa jaringan wireless masih belum optimal.

Tahap selanjutnya yaitu, penelitian terdapat komponen penelitian dan evaluasi, komponen penelitian diambil disaat melakukan analisis optimasi jaringan WLAN terutama pada bagian wireless access point yang sesuai dengan standar dan kebutuhan, kemudian komponen evaluasi diambil berdasarkan desain dalam optimasi jaringan wireless access point pada setiap lantainya.

Tahap selanjutnya dasar ilmu yang terdapat komponen dasar dan metodologi, pada komponen dasar mengambil teori-teori yang penting sebagai pendukung dalam pengerjaan penelitian ini seperti, teori jaringan komputer, Wireless Local Area Network, Channel Planning, Network Development Life Cycle, Wireless Security. Pada bagian komponen metodologi mendeskripsikan metode yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu, Network Development Life Cycle (NDLC).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Eksisting

1. Perangkat Access Point

Netgear R7000P memiliki kapasitas user sebanyak 32 user dan menggunakan dual-band yang dimana bisa memancarkan frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz. Pada frekuensi 2.4 GHz dengan kecepatan 600 Mbps, sedangkan 5 GHz dengan kecepatan 1625 Mbps. Untuk penggunaan perangkat access point ini perusahaan sudah menggunakan 5 GHz sebagai jaringan utama pada laptop yang dipakai dan 2.4 GHz pada perangkat yang biasa atau masih belum bisa menggunakan 5 GHz seperti handphone dan sebagainya.

2. Konfigurasi Access Point

Berikut adalah penggunaan *channel* pada perangkat Netgear R7000P.

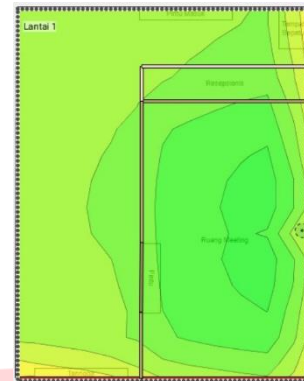
TABEL 5 Konfigurasi Access Point

Lantai	2.4 GHz	5 GHz
1	Auto	36
2	Auto	36
3	Auto	36
4	Auto	36

Konfigurasi yang digunakan pada perangkat Netgear R7000P adalah pada frekuensi 2.4 GHz menggunakan *auto channeling* dan frekuensi 5 GHz menggunakan *channel 36*.

3. Penempatan Access Point

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *Ekahau Site Survey (ESS)* pada PT.XYZ.

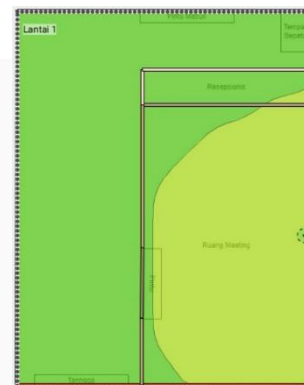


GAMBAR 4 Penempatan Perangkat Eksisting

Pada gambar 4 dapat dilihat rekomendasi dari penempatan access point pada lantai satu, lantai tersebut mewakili lantai dua, lantai tiga dan lantai empat. Berdasarkan hasil simulasi bahwa penempatan dinding mendapatkan penyebaran tidak luas.

4. Simulasi Konfigurasi Access Point

Hasil simulasi mengenai konfigurasi, maka didapatkan seperti berikut



GAMBAR 5 *Overlapping* Konfigurasi Eksisting

Pada Gambar 5 merupakan kondisi konfigurasi dari hasil simulasi yang terletak pada lantai satu, lantai tersebut mewakili lantai yang lain mengenai *overlapping channel* pada konfigurasi. Simulasi tersebut mengalami *overlapping* pada lantai dua.

a. Pengujian QoS Jaringan Wireless

Pengujian QoS dilakukan dengan 3 kali pengujian terhadap pengujian jaringan eksisting dengan jaringan manual dengan mengakses *virtual meetings* pada client.

1. Pengujian Eksisting

TABEL 6 Hasil Pengujian Eksisting

Frekuensi	Througput	Packet Loss	Delay
2.4 GHz	682 Kbps	0.04 %	0.0147 sec
5 GHz	1882 Kbps	0.17 %	0.0072 sec

Pada table 6 merupakan hasil nilai rata-rata dari pengujian jaringan QoS dengan menggunakan konfigurasi eksisting. Hasil nilai rata-rata dari pengujian jaringan QoS dengan konfigurasi eksisting pada 2.4 GHz mendapatkan nilai throughput dengan 682 Kbps, nilai

packet loss dengan 0.04%, dan nilai delay dengan 0.0147. Sedangkan pengujian nilai rata-rata pada frekuensi 5 GHz mendapatkan throughput dengan 1882 Kbps, nilai packet loss dengan 0.03%, dan nilai delay dengan 0.0067 sec. Hasil ini terdapat dalam kategori sangat bagus

b. Hasil Analisis Jaringan Usulan

a) Rekomendasi Perangkat Access Point

Dengan memenuhi kebutuhan perusahaan serta permasalahan yang ada pada PT.XYZ, maka diperlukan penggantian *access point* guna untuk memenuhi kebutuhan dan mengatasi permasalahan yang ada pada PT.XYZ. Rekomendasi penggantian ini dengan menggunakan *access point* bisnis yaitu TP Link EAP265, yang memiliki fitur dan kelebihan *airtime fairness, seamless roaming, multiple SSID upto 16, centralized management*, dan memiliki tampungan user sebanyak 250 user.

b) Konfigurasi Channel Frekuensi Access Point

Perubahan pada konfigurasi ini untuk menghindari interferensi dan *overlapping channel* dari penggunaan *channel* yang sama. Pada frekuensi 2.4 GHz *channel* yang tidak *overlapping* atau mengalami interferensi adalah 1, 6, dan 11, sedangkan 5 GHz memiliki banyak *channel* yang tersedia yang *channel* tersebut tidak adanya interferensi antar *channel*. Berikut adalah konfigurasi usulan yang digunakan.

TABEL 7 Konfigurasi Channel

Lantai	2.4 GHz	5 GHz
1	11	44
2	6	40
3	1	36
4	11	48

c) Rekomendasi Penempatan Access Point

Berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan *Ekahau Site Survey* (ESS) pada PT.XYZ setiap lantai maka didapat rekomendasi seperti berikut.



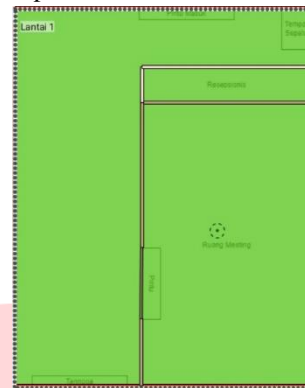
GAMBAR 5 Penempatan Access Point

Pada gambar 5 dapat dilihat rekomendasi dari penempatan *access point* pada lantai satu, lantai tersebut mewakili lantai dua, lantai tiga dan lantai empat. Rekomendasi ini yaitu dengan melakukan pemindahan *access*

point dengan tujuan untuk bisa mendapatkan signal yang sama rata dan tidak ada yang dirugikan

d) Kondisi Konfigurasi Channel Frekuensi

Hasil simulasi mengenai perubahan konfigurasi, maka didapatkan seperti berikut.



Pada Gambar 6 merupakan kondisi konfigurasi dari hasil simulasi yang terletak pada lantai satu, lantai tersebut mewakili lantai yang lain mengenai sudah tidak terjadinya *overlapping channel* pada perubahan konfigurasi.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam pengoptimasian jaringan wireless PT.XYZ dengan menggunakan NDLC dengan kondisi jaringan wireless yang masih belum optimal dalam penggunaannya berupa perangkat, konfigurasi, dan penempatan.

Dalam mengatasi permasalahan dengan mengganti *access point* dengan kelebihan yang dimiliki seperti, *airtime fairness, seamless roaming, multiple SSID upto 16, centralized management*, dan memiliki tampungan user sebanyak 250 user. serta dilakukan optimasi pada perubahan konfigurasi *access point* sesuai dengan standar penggunaan frekuensi 2.4 GHz dengan channel 1, 6, dan 11, dan frekuensi 5 GHz menggunakan 44,40,36 dan 48, dan perubahan penempatan *access point* ke atas atau langit untuk bisa menjangkau signal sehingga terbagi rata. Sehingga optimasi yang didapat mendapatkan hasil yang optimal dan sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Dalam pengoptimasian yang jaringan wireless perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut, dengan melihat bahwa perkembangan jaringan sudah pesat dengan hadirnya 802.11ax, lalu dengan pengujian lebih lanjut mengenai dampak dari penggunaan channel, dan dapat uji lebih lanjut dalam proses NDLC untuk mendapatkan hasil yang optimal.

REFERENSI

- [1] A. Farsi, N. Achir, and K. Boussetta, "WLAN planning: Separate and joint optimization of both access point placement and channel assignment," *Annales des Telecommunications/Annals of Telecommunications*, vol. 70, no. 5–6, pp. 263–274, Jun. 2015, doi: 10.1007/s12243-014-0447-2.
- [2] M. Amin Bakri, M. Farhan, and A. Sujatmiko, "Performansi Kinerja Jaringan WLAN 5 GHz Sebagai Alternatif WLAN 2,4 GHz pada Area Perkantoran," *JREC Journal of Electrical and Electronics*, vol. 7, no. 2, pp. 57–58, 2020.
- [3] A. A. Rabbany, R. Munadi, Syahril, D. E. Meutia, B. Devanda, and A. Bahri, "Analisis Pengaruh Co-Channel Interference Terhadap Kualitas Wi-Fi Pada Frekuensi 2,4 GHz," 2021.
- [4] O. Puspita, D. Anggorowati, M. T. Kurniawan, and U. Yunan, "DESAIN DAN ANALISA INFRASTRUKTUR JARINGAN WIRELESS DI PDII-LIPI JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN METODE NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) DESIGN AND ANALYSIS OF INFRASTRUCTURE WIRELESS NETWORK IN PDII-LIPI JAKARTA USING NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC)," *e-Proceeding of Engineering*, vol. Vol.2, 2015.
- [5] Yusantono, "Analisis dan Perbandingan Jaringan WiFi dengan frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz dengan Metode QoS," *Journal of Information System and Technology*, vol. 05, no. 05, pp. 37–38, 2020.
- [6] S. Lepaja, A. Maraj, and S. Berzati, "WLAN Planning and Performance Evaluation for Commercial Applications," in *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 20, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2019, pp. 53–69. doi: 10.1007/978-3-319-94117-2_3.
- [7] A. Rachmapramita, N. Mufti, and B. Syihabbudin, "ANALISIS KOEKSTENSI JARINGAN LTE-UNLICENSED DAN WIFI PADA FREKUENSI 5GHZ COEXISTENCE ANALYSIS LTE-UNLICENSED NETWORK AND WIFI AT 5GHZ BAND FREQUENCY," *e-Proceeding of Engineering*, vol. Vol.4, p. 2, 2017.
- [8] H. Sujadi and A. Mutaqin, "RANCANG BANGUN ARSITEKTUR JARINGAN KOMPUTER TEKNOLOGI METROPOLITAN AREA NETWORK (MAN) DENGAN MENGGUNAKAN METODE NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC) (Studi Kasus : Universitas Majalengka)," *Jurnal J-Ensitec*, p. 144, 2017.
- [9] N. Gunantara, P. K. Sudiarta, A. A. N. A. I. Prasetya, A. Dharma, and I. N. Gde Antara, "Measurements of the Received Signal Level and Service Coverage Area at the IEEE 802.11 Access Point in the Building," in *Journal of Physics: Conference Series*, Apr. 2018, vol. 989, no. 1, pp. 2–3. doi: 10.1088/1742-6596/989/1/012014.
- [10] "Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS)," 1999. [Online]. Available: <http://www.etsi.org>