JURNAL REKAYASA SISTEM DAN INDUSTRI
e-ISSN: 2579-9142 p-ISSN: 2356-0843
http://jrsi.sie.telkomuniversity.ac.id

Optimasi Jaringan Komputer Nirkabel berdasarkan Desain Bangunan pada Universitas Telkom

Optimizing Wireless Network based on Building Design in Telkom University

Muhammad Fathinuddin*[1], Umar Yunan Kurnia Septo Hediyanto[1], Aurora Margaretha Rompas[1], Muhammad Hibban Mikhail[1]

[1]Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

ARTICLE INFO

Article history:
Diterima 15-06-2023
Diperbaiki 30-06-2023
Disetujui 30-06-2023

Kata Kunci:
Jaringan Nirkabel, Optimasi, Frekuensi Sinyal, *Network Development Life Cycle*, Lebar Pita, Kualitas Layanan

ABSTRAK

Jaringan komputer didesain berdasarkan fungsi yang disesuaikan dengan desain bangunan yang harus dianalisis untuk mempertimbangkan intensitas penggunaan dan pemeliharaannya. Studi kasus kali ini berada pada Gedung Universitas di Bandung yang menggunakan kombinasi *fiber optic* dan jaringan nirkabel menggunakan frekuensi 2,4GHz & 5GHz. Kondisi *existing* diuji dalam tahapan survei lapangan dan ditemukan beberapa permasalahan yaitu tingginya interferensi frekuensi sinyal nirkabel, penggunaan *channel band* tidak terkonfigurasi dengan baik yang menyebabkan terganggunya koneksi ketika berada pada dua area akses poin terdekatnya, serta terdapat *blank spot* membuat perangkat pengguna tidak dapat terkoneksi. Optimasi jaringan nirkabel perlu dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan. Metode yang digunakan untuk proses optimasi jaringan adalah *Network Development Life Cycle* (NDLC) yang terdiri dari tahap Analisis, Desain dan *Simulation Prototyping*, serta pengukuran menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS). Hasil pengujian menunjukkan tingginya *interference area* karena konfigurasi pada akses poin dapat menggunakan *channel band* yang sama, serta akses poin yang bertipe *wall-mount* namun digunakan pada plafon sehingga bisa menginterferensi jaringan atas maupun bawahnya. Pengujian QoS dilakukan sesuai standar TIPHON yaitu parameter *throughput*>1kbps, *packet loss* <3%, dan *delay*<150ms. Rekomendasi untuk mengoptimasi jaringan adalah dengan mengubah penggunaan *channel band* dengan format *channel* 1-6-11 bagi ruangan yang berdekatan agar meminimalisir interferensi antar *channel band* yang sama. Dan juga dilakukan simulasi perubahan perangkat bertipe *ceiling-mount* sesungguhnya, menunjukkan *interference* yang menurun baik ke lantai atas maupun bawahnya.

Keywords:
Wireless Network, Optimization, Signal Frequency, Network Development Life Cycle, Bandwidth, Quality of Services

ABSTRACT

Computer network designed according to its functions and building design which must be analyzed to consider usage intensity and maintenance. This paper's study case is in one of the buildings in University at Bandung which uses fiber optic and wireless network for both 2,4GHz and 5GHz frequencies. Existing conditions were tested in site surveys which are high frequency interference of wireless signals, misconfigured channel bands caused frequent disconnections close to two different access points, and there are blank spots causing user's devices cannot properly connect to network. Wireless network optimization needs to be done to solve its problems. Method used is the Network Development Life Cycle (NDLC) which consists of Analysis, Design, and Simulation Prototyping phases, and performance measurements using Quality of Service (QoS) parameters. Site survey results showed many high interference areas caused by channel misconfiguration in each access point that the same channel can be used for adjacent access points, misplacing wall-mounted access points on ceiling which can interfering both upper floor and lower floor networks. QoS performance measurements to match TIPHON Standardization for throughput is higher than 1kbps, packet loss lower than 3%, and delay lower than 150ms. Recommendation for optimizing network is properly configuring channel band using non-overlapping channel configuration (1-6-11) for all adjacent access points, and there is simulation for replacing wall-mounted access points that placed on the ceiling to a ceiling-mounted type access point. It showed a decreasing interference in the entire network, whether its on the same floor or between upper and lower floor.

Email: muhammadfathinuddin@telkomuniversity.ac.id (Fathinuddin, M.)*, umaryunan@telkomuniversity.ac.id (Hediyanto, U. Y. K. S.), auroramr@student.telkomuniversity.ac.id (Rompas, A. M.), hibban@student.telkomuniversity.ac.id (Mikhail, M. H.)

*Penulis korespondensi

DOI: https://doi.org/10.25124/jrsi.v10i01.614

1. Pendahuluan

Jaringan nirkabel merupakan salah satu media transmisi yang menggunakan gelombang radio untuk komunikasi dua arah. Penggunaan jaringan nirkabel memudahkan pengguna dalam bertukar informasi baik internal maupun eksternal (*internet*). Mengacu pada standar yang telah ditetapkan IEEE, jaringan nirkabel beroperasi menggunakan standar 802.11b/g untuk frekuensi 2,4GHz, standar 802.11a/ac beroperasi pada frekuensi 5GHz, dan 802.11n/ax yang beroperasi pada kedua frekuensi [1]. Perbedaan frekuensi 2,4GHz dan 5GHz terdapat pada kecepatan transmisi data, *bandwidth*, dan daya cakupan. Pada 2,4GHz memiliki daya cakupan yang lebih jauh dibandingkan dengan 5GHz, namun 5GHz memiliki sinyal yang lebih kuat. Pada frekuensi 5GHz memiliki kecepatan transmisi data dan *bandwidth* yang lebih tinggi dibandingkan dengan 2,4GHz. Namun demikian, desain bangunan dan ruangan menjadi *parameter* kekuatan sinyal sebagai interferensi sinyal.

Pada studi kasus penelitian ini bercakup pada suatu Gedung universitas di kota Bandung dan berfokus pada fasilitas yang dimiliki suatu fakultas. Gedung tersebut telah memiliki jaringan komputer yang berjalan bagi para penggunanya. Pada penelitian ini dilakukan identifikasi masalah dan pengujian lapangan (*site survey*) untuk mengidentifikasi kondisi *existing* jaringan yang dimiliki oleh Gedung universitas di kota Bandung. Gedung ini memiliki berbagai macam fasilitas yaitu ruang kelas, ruang kerja dosen, ruang laboratorium, ruang rapat, ruang serbaguna, mushola, ruang sidang tugas akhir, serta terdapat juga *research center* yang berjumlah 288 ruangan secara keseluruhan. Setiap lantai sudah diimplementasikan jaringan nirkabel yang mendukung penggunaan *dual band* frekuensi 2,4GHz dan 5GHz. Terdapat beberapa permasalahan yang teridentifikasi Setelah dilakukan survei lapangan, antara lain permasalahan interferensi tinggi sinyal frekuensi yang mempengaruhi kekuatan sinyal dan kecepatan transfer data, konfigurasi channel yang tidak dikonfigurasi dengan baik yang membuat pengguna sering kehilangan sinyal ketika di antara dua akses poin yang cukup berdekatan, serta terdapat blank spot yang menyulitkan pengguna untuk terhubung dengan jaringan atau bandwidth yang kurang memadai.

Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah *Network Development Life Cycle* (NDLC). Metode ini bersifat siklus yang mendukung *continuous improvement*. Tahapan yang dimiliki oleh metode ini adalah Analisis, Desain, *Simulation Prototyping*, *Implementation*, *Monitoring* dan *Management* [2]. Tahap Analisis akan dilakukan jika akan memulai siklus pengembangan selanjutnya. Dalam mendapatkan kebutuhan dan data yang baik, dilakukan pengukuran kualitas jaringan menggunakan *Quality of Service* (QoS) dengan *parameter* yang digunakan adalah *throughput*, *packet loss* dan *delay*. Dikarenakan interferensi tinggi yang ditemukan, maka dilakukan pengujian radio frekuensi yang digunakan oleh sinyal 2,4GHz dan 5GHz. Tujuan melakukan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi masalah pada kondisi *existing*, kemudian akan menjadi rekomendasi optimasi yang diajukan kepada universitas untuk optimasi jaringan komputer nirkabel yang lebih baik dari sebelumnya.

2. Kajian Teori

2.1 Jaringan Nirkabel

Jaringan nirkabel adalah jaringan komputer yang menggunakan gelombang radio untuk melakukan komunikasi antarperangkat yang mendukung. Jaringan nirkabel memiliki standar yang dikeluarkan oleh *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) sebagai standar baku untuk proses komunikasi jaringan komputer. Standar frekuensi yang digunakan antara lain 802.11b/g/n/ax pada frekuensi 2,4GHz dan 802.11a/n/ac/ax pada frekuensi 5GHz.

2.1.1 Frekuensi 2,4GHz

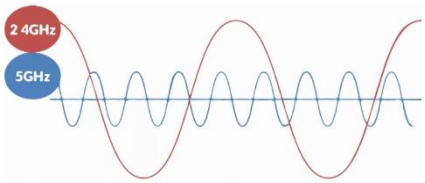
Frekuensi 2,4GHz dirilis untuk publik pada tahun 1999 digunakan untuk *home router* dengan standar 802.11b [3]. Frekuensi ini masih digunakan hingga saat ini namun penggunaannya sudah meluas ke perangkat selain *router*, contohnya adalah *headphone* nirkabel, *mouse* & *keyboard* nirkabel, *remote control*, dan sebagainya. Hal ini yang membuat frekuensi 2,4GHz beredar luas dan bertabrakan satu lain yang meningkatkan interferensi.

2.1.2 Frekuensi 5GHz

Frekuensi 5GHz dapat digunakan untuk jaringan nirkabel sekitar tahun 2008 dimana pertama kalinya standar 802.11n digunakan untuk mendukung frekuensi 2,4GHz dan 5Ghz. digunakan untuk *home router* dengan standar 802.11b. Frekuensi ini memiliki cakupan yang lebih pendek namun kecepatan *transfer* datanya lebih cepat karena karakteristik sinyal gelombang radio yang dimiliki.

2.1.3 Perbandingan frekuensi 2,4GHz dan 5GHz

Frekuensi 2,4GHz dan 5GHz menggunakan tipe gelombang radio yang berbeda, sehingga karakteristik masing-masing frekuensi menentukan kinerja pada jaringan nirkabel. Pada 2,4GHz gelombang yang dihasilkan lebih besar yang menyebabkan cakupan areanya lebih besar dibandingkan 5Ghz. Namun pada 5GHz memiliki frekuensi yang lebih rapat sehingga memberikan kecepatan data yang lebih cepat pada jarak yang dekat.



Gambar 1 Gelombang radio 2,4GHz dan 5GHz

2.2 Standar Pemasangan Perangkat Nirkabel

Cisco merilis standar yang dapat digunakan sebagai panduan dalam pembuatan jaringan nirkabel untuk mendapatkan bandwidth dan cakupan sinyal yang optimal dalam menangani jumlah pengguna yang banyak.

Tabel 1.
Cisco *Wireless High Client Density Design Guide* [4]

Kriteria	Nilai
Signal Strength Min	-65.0 - -70.0 dBm
Signal-to-Noise Ratio Min	25.0 dB

Kriteria	Nilai
Data Rate Min	24 Mbps
Channel Interference Max	2 at min. -85.0 dBm
Round Trip Time Max	300 ms
Packet Loss Max	2.0%

2.3 Channel Band

Terdapat 11 *channel* yang dapat digunakan pada *range* 2,4GHz *band* (802.11b/g/n). Setiap *channel* memiliki *bandwidth* 20MHz yang dapat digunakan dalam proses komunikasi data.

2.4 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah salah satu metode pengukuran kualitas layanan pada suatu jaringan. Parameter yang digunakan untuk pengujian pada penelitian ini yaitu:

a. *Throughput* adalah *parameter* untuk mengukur jumlah paket data yang berhasil terkirim dari pengirim menuju ke penerima, dalam satuan *bit per second* (bps).
b. *Packet Loss* merupakan parameter pengukuran berapa jumlah paket yang tidak berhasil sampai ke penerima.
c. *Delay* adalah durasi yang dihitung mulai dari waktu pertama paket data keluar dari pengirim hingga sampai data tersebut masuk ke penerima. [5]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Kondisi Existing

Tahapan pertama pada NDLC yang dilakukan pada penelitian ini adalah tahap Analisis, dimana dilakukan proses pengumpulan data dimulai dari identifikasi dan pemilihan lantai serta ruangan yang akan masuk dalam lingkup penelitian. Penelitian ini mencakup tiga lantai dari satu fakultas, yaitu lantai 4 sebagai ruangan dosen dan sidang tugas akhir, lantai 8 sebagai ruangan kelas dan laboratorium, dan lantai 18 sebagai ruangan rapat dan ruang pejabat struktural. Setelah dilakukan pengujian lapangan, diperoleh data mengenai *coverage area*, *interference area* dan pengukuran parameter QoS untuk masing-masing lantai tersebut.

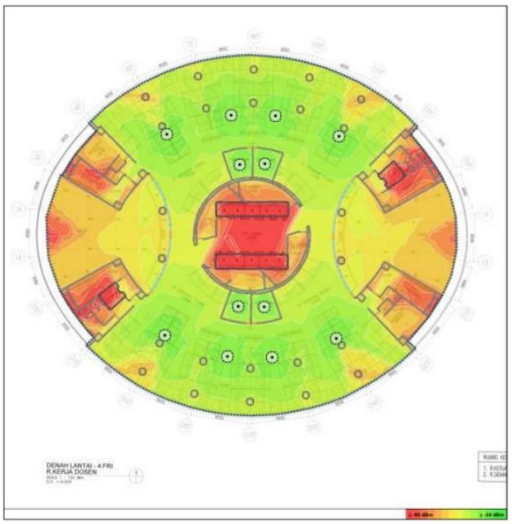
3.1.1 Kondisi Existing Lantai 4

Pada lantai 4 ini menggunakan 4 AP untuk 4 ruangan sidang tugas akhir, dan 8 AP untuk ruangan dosen yang bertipe kubikel untuk komunikasi data. Terdapat *blank spot* pada area lift dan toilet, dan *weak spot* di beberapa titik dikarenakan jauh dari lokasi AP.

Tabel 2.
Sinyal Frekuensi 2,4GHz pada Lantai 4

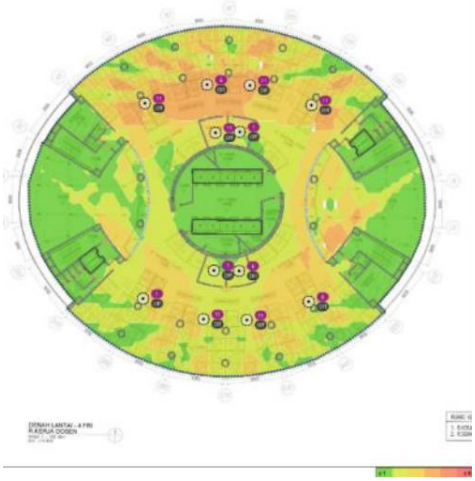
Ruangan	Sinyal	*Channel*	Kategori
Ruang Sidang 1	-31	1	*Excellent*
Ruang Sidang 2	-57	11	*Excellent*
Ruang Sidang 3	-36	1	*Excellent*
Ruang Sidang 4	-34	6	*Excellent*
5	-37	6	*Excellent*
6	-35	11	*Excellent*
7	-39	11	*Excellent*
8	-35	1	*Excellent*
9	-37	11	*Excellent*
10	-35	6	*Excellent*
11	-58	11	*Good*
12	-33	11	*Excellent*

Berikut adalah tampilan posisi AP beserta *coverage area* yang ada.



Gambar 2 Penempatan AP dan *coverage area* lantai 4

Tabel 2 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa sinyal yang dipancarkan AP dan area cakupannya sudah menaungi semua ruangan yang ada. Namun pada Gambar 3 terlihat besarnya *interference area* yang dimiliki, ditandai dengan warna kuning-jingga-merah.



Gambar 3 *Interference* area pada lantai 4

Hal ini terjadi dikarenakan penempatan dan pencakupan area yang berlebihan sehingga antarperangkat akan menginterferensi area satu sama lain. Hal ini dibuktikan juga dari hasil pengukuran menggunakan *Cisco Wireless High Client Density Guide* yang menunjukkan rasio dan interferensi yang gagal/tidak lolos uji.

Tabel 3.
Hasil Uji *Wireless High Client Density Design Guide* Lantai 4

Kriteria	Syarat	Pass Rate	Status
Signal Strength Min	-70.0 dBm	**82%**	PASS
Signal-to-Noise Ratio Min	25.0 dB	**71%**	FAIL
Channel Interference Max	2 at min. -85.0 dBm	**63%**	FAIL

Pengukuran QoS telah dilakukan untuk mendapatkan nilai dari *throughput*, *packet loss* dan *delay*.

Tabel 4.
Hasil Pengukuran QoS Lantai 4

Waktu Uji	*Throughput*		*Packet Loss*		*Delay*	
	2,4GHz	5GHz	2,4GHz	5GHz	2,4GHz	5GHz
07.00	216 kbps	299 kbps	0,004%	0,008%	13,94 ms	11,677 ms
10.00	205 kbps	355 kbps	0,005%	0,004%	15,25 ms	10,747 ms
14.00	683 kbps	668 kbps	0,003%	0,005%	7,57 ms	7,983 ms
17.00	195 kbps	667 kbps	0,009%	0,003%	15,19 ms	8,067 ms
Rata-rata	324,75 kbps	497,25 kbps	0,005%	0,005%	12,987 ms	9,619 ms

Throughput yang dihasilkan baik untuk 2,4GHz maupun 5GHz telah sesuai standar *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network* (TIPHON) yaitu di atas 1000 *bit per second* (bps). *Packet loss* yang terjadi telah sesuai standar juga yaitu kurang dari 3% total paket data. Untuk *delay* memiliki rata-rata waktu 12,987ms dan 9,619ms juga memenuhi standar yaitu kurang dari 150ms.

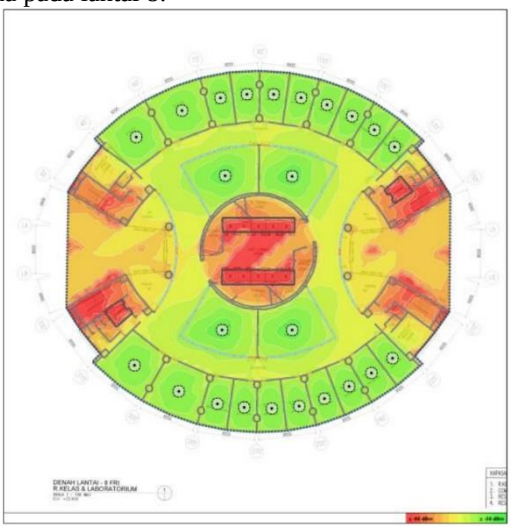
3.1.2 Kondisi Existing Lantai 8

Pada lantai 8 ini mencakup 4 ruangan kelas dan 20 ruangan laboratorium. AP diletakkan di dalam masing-masing ruangan. Terdapat *blank spot* pada area lift dan toilet.

Tabel 5.
Sinyal Frekuensi 2,4GHz pada Lantai 8

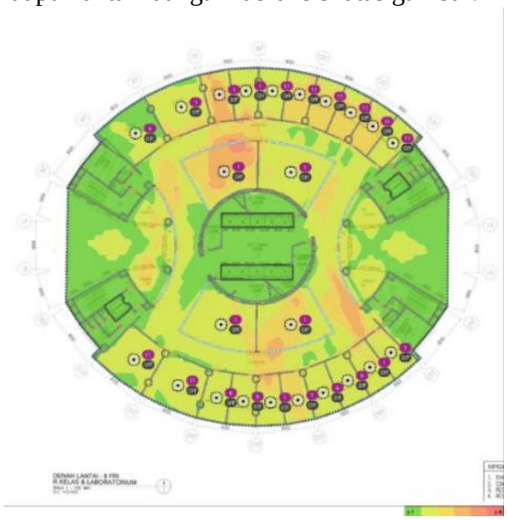
Ruangan	**Sinyal**	***Channel***	**Kategori**
Ruang Kelas 1	-51	11	*Excellent*
Ruang Kelas 2	-65	11	*Good*
Ruang *Laboratorium 1*	-64	6	*Good*
Ruang *Laboratorium 2*	-57	6	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 3*	-63	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 4*	-59	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 5*	-63	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 6*	-65	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 7*	-54	6	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 8*	-54	6	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 9*	-54	1	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 10*	-67	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 11*	-56	11	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 12*	-64	11	*Good*
Ruang *Laboratorium 13*	-49	11	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 14*	-52	11	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 15*	-57	11	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 16*	-52	11	*Excellent*
Ruang *Laboratorium 17*	-68	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 18*	-66	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 19*	-61	1	*Good*
Ruang *Laboratorium 20*	-68	1	*Good*
Ruang Kelas 3	-60	1	*Good*
Ruang Kelas 4	-60	6	*Good*

Berikut adalah tampilan posisi AP beserta *coverage area* yang ada pada lantai 8.



Gambar 4 Penempatan AP dan *coverage area* lantai 8

Tabel 5 dan Gambar 4 terlihat bahwa sinyal yang berada pada lantai 8 telah menaungi masing-masing ruangan. menunjukkan bahwa sinyal yang dipancarkan AP dan area cakupannya sudah menaungi semua ruangan yang ada. Namun pada Gambar 5 terlihat beberapa area interferensi di bagian tengah maupun antar ruangan lab di sisi atas gambar.



Gambar 5 *Interference area* pada lantai 8

Area interferensi tersebut terbentuk dikarenakan pencakupan area yang belum dibarengi dengan penyesuaian kekuatan transmisi sinyal AP sehingga meskipun berbeda ruangan masih bisa mendapatkan sinyal dari ruangan sebelahnya karena cakupan area yang saling bertabrakan. Menurut hasil uji pada Tabel 6 juga menampilkan *signal-to-noise ratio* yang tidak sesuai standar idealnya.

Tabel 6.
Hasil Uji *Wireless High Client Density Design Guide* Lantai 8

Kriteria	Syarat	Pass Rate	Status
Signal Strength Min	-70.0 dBm	**80%**	PASS
Signal-to-Noise Ratio Min	25.0 dB	**70%**	FAIL
Channel Interference Max	2 at min. -85.0 dBm	**46%**	FAIL

Selanjutnya dilakukan pengukuran QoS untuk memperoleh nilai parameter *throughput*, *packet loss* dan *delay*.

Tabel 7.
Hasil Pengukuran QoS Lantai 8

Waktu Uji	*Throughput*		*Packet Loss*		*Delay*	
	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	5GHz
07.00	124 kbps	378 kbps	0,0069%	0,0314%	21,488 ms	11,886 ms
10.00	194 kbps	106 kbps	0,0055%	0,0277%	17,867 ms	21,82 ms
14.00	470 kpbs	1082 kbps	0,0031%	0,0018%	10,307 ms	5,818 ms
17.00	682 kbps	772 kbps	0,0026%	0,0033%	7,358 ms	7,902 ms
Rata-rata	367,5 kbps	584,5 kbps	0,0045%	0,0161%	14,255 ms	11,8565 ms

Throughput yang dimiliki oleh 2,4GHz dan 5GHz sebesar 367,5kbps dan 584,5kbps. Sedangkan *packet loss* yang terjadi keduanya di bawah 3% yaitu 0,0045% dan 0,0161%. Bagi *delay* sebesar 14,255ms untuk 2,4GHz dan 11,8565ms untuk 5GHz. Kedua hasil pengukuran QoS tersebut telah sesuai standar TIPHON.

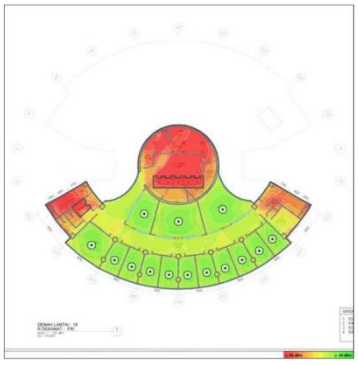
3.1.3 Kondisi Existing Lantai 18

Pada lantai 18 ini terdapat beberapa jenis ruangan, antara lain 11 ruangan pejabat struktural fakultas, 1 ruangan rapat dan 2 ruangan staf fakultas. Perangkat AP diposisikan dalam ruangan masing-masing dan terdapat *blank spot* di area toilet dan juga area lift.

Tabel 8.
Sinyal Frekuensi 2,4GHz pada Lantai 18

Ruangan	Sinyal	*Channel*	Kategori
Ruangan pejabat struktural 1	-68	6	*Good*
Ruangan pejabat struktural 2	-53	6	*Excellent*
Ruangan staf fakultas 1	-41	6	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 3	-35	1	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 4	-45	11	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 5	-50	11	*Excellent*
Ruangan rapat 1	-62	11	*Good*
Ruangan pejabat struktural 6	-47	6	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 7	-44	6	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 8	-49	1	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 9	-46	6	*Excellent*
Ruangan staf fakultas 2	-55	6	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 10	-51	11	*Excellent*
Ruangan pejabat struktural 11	-39	11	*Excellent*

Berikut adalah tampilan posisi AP beserta *coverage area* yang ada pada lantai 18.



Gambar 6 Penempatan AP dan *coverage area* lantai 18

Tabel 8 dan Gambar 6 menunjukkan sinyal yang berada di lantai 18 telah diletakkan dalam setiap ruangan. Cakupan setiap AP juga telah berhasil menaungi setiap area, meskipun area lift dan toilet terdapat *blank spot*. Meski demikian, Gambar 7 menunjukkan adanya gangguan area interferensi setiap ruangan khususnya di ruangan paling besar.

Gambar 7 *Interference* area pada lantai 8

Area interferensi tersebut terbentuk karena kebutuhan penggunaan jaringan nirkabel lebih banyak terjadi pada ruangan rapat, sehingga ketika pengguna ingin terhubung dengan internet, setiap AP terdekat akan mencoba menerima permohonan koneksi sehingga muncul area interferensi yang terpusat di tengah lantai 18. Menurut hasil uji pada Tabel 9 juga menampilkan baik *channel interference* maupun signal-to-noise ratio yang tidak sesuai standar idealnya.

Tabel 9.
Hasil Uji *Wireless High Client Density Design Guide* Lantai 18

Kriteria	Syarat	Pass Rate	Status
Signal Strength Min	-70.0 dBm	**72%**	PASS
Signal-to-Noise Ratio Min	25.0 dB	**70%**	FAIL
Channel Interference Max	2 at min. -85.0 dBm	**49%**	FAIL

Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengukuran parameter QoS agar dapat melihat kualitas jaringan nirkabel yang berada pada lantai 18. Parameter yang diukur antara lain *throughput*, *packet loss* dan *delay*.

Tabel 10.
Hasil Pengukuran QoS Lantai 8

Waktu Uji	*Throughput*		*Packet Loss*		*Delay*	
	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	5GHz	2.4GHz	5GHz
07.00	742 kbps	436 kbps	0,0024%	0,0016%	8 ms	9,425 ms
10.00	532 kbps	213 kbps	0,0064%	0,0142%	9,648 ms	14,46 ms
14.00	205 kbps	212 kbps	0,0044%	0,0082%	15,261 ms	13,18 ms
17.00	212 kbps	518 kbps	0,0043%	0,0020%	13,952 ms	9,35 ms
Rata-rata	422,75 kbps	344,75 kbps	0,0044%	0,0065%	11,715 ms	11,605 ms

Throughput yang dimiliki oleh 2,4GHz dan 5GHz sebesar 422,75kbps dan 344,75kbps. Sedangkan *packet loss* yang terjadi keduanya yaitu 0,0044% dan 0,0065%. Bagi *delay*

sebesar 11,715ms untuk 2,4GHz dan 11,605ms untuk 5GHz. Kedua hasil pengukuran QoS tersebut telah sesuai standar TIPHON yaitu *throughput* lebih dari 1kbps, *packet loss* kurang dari 3% dan *Delay* kurang dari 150ms

3.2 Analisis dan Rekomendasi Optimasi Jaringan

3.2.1 Analisis Kondisi Existing

Pada ketiga lantai yaitu lantai 4, lantai 8, dan lantai 18 dilakukan analisis terhadap hasil pengujian kondisi *existing* jaringannya. Poin-poin yang diperoleh antara lain:

a. Parameter QoS telah terukur dengan baik dan sudah sesuai standar TIPHON baik untuk frekuensi 2,4GHz maupun 5GHz yaitu untuk *throughput* lebih besar dari 1kbps, *packet loss* yang dimiliki kurang dari 3%, dan *delay* yang berada di bawah angka 150ms.
b. *Coverage area* yang dipancarkan oleh setiap AP telah mencakup dengan baik setiap ruangan di setiap lantainya, meskipun terdapat *blank spot* pada area yang minim aktivitas jaringan (lift dan toilet).
c. Dengan tingginya *coverage area* menimbulkan area interferensi yang tinggi juga karena setiap AP akan mencoba menerima *request* bagi yang ingin terkoneksi dengan jaringan nirkabel, sehingga tidak memenuhi standar *Cisco Wireless High Client Density Design Guide* pada parameter *Channel Interference Max* dan *Signal-to-Noise Ratio Min*.

3.2.2 Rekomendasi Optimasi Jaringan Nirkabel

Tahapan selanjutnya pada NDLC adalah Tahap Desain yang akan melakukan rekomendasi desain perbaikan dan akan dilakukan simulasi kemudian. Terdapat beberapa rekomendasi yang diberikan untuk optimasi jaringan nirkabel, yaitu:

a. Konfigurasi *Channel*
   Channel yang sudah digunakan pada ketiga lantai masih belum optimal karena terdapat *channel* yang sama dengan AP di dekatnya sehingga terjadi *overlapping channel*, maka perlu dilakukan Analisis dan konfigurasi *channel* pada spektrum yang berbeda untuk meminimalisir interferensi antar akses poin [7]. Rekomendasi *channel* yang dapat digunakan adalah *channel* 1, 6, dan 11. Berikut rekomendasi konfigurasi *channel* untuk setiap ruangan pada lantai 4, lantai 8, dan lantai 18:

Tabel 11.
Rekomendasi *Channel* 2,4GHz dan 5GHz Lantai 4

Ruangan	*Channel*	
	2,4GHz	5GHz
Ruang Sidang 1	6	153
Ruang Sidang 2	11	157
Ruang Sidang 3	11	157
Ruang Sidang 4	1	153
5	1	157
6	11	149
7	6	161
8	1	153
9	11	153
10	6	161
11	1	149
12	11	157

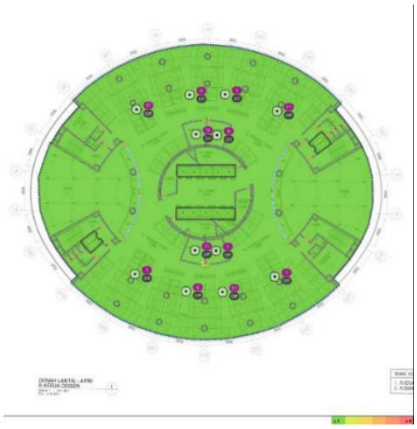
Tabel 12.
Rekomendasi *Channel* 2,4GHz dan 5GHz Lantai 8

Ruangan	*Channel*	
	2,4GHz	5GHz
Ruang Kelas 1	1	153
Ruang Kelas 2	6	161
Ruang *Laboratorium 1*	11	153
Ruang *Laboratorium 2*	1	161
Ruang *Laboratorium 3*	6	149
Ruang *Laboratorium 4*	6	153
Ruang *Laboratorium 5*	1	157
Ruang *Laboratorium 6*	11	149
Ruang *Laboratorium 7*	1	161
Ruang *Laboratorium 8*	6	149
Ruang *Laboratorium 9*	11	157
Ruang *Laboratorium 10*	1	161
Ruang *Laboratorium 11*	11	161
Ruang *Laboratorium 12*	1	157
Ruang *Laboratorium 13*	11	149
Ruang *Laboratorium 14*	6	161
Ruang *Laboratorium 15*	1	149
Ruang *Laboratorium 16*	11	153
Ruang *Laboratorium 17*	6	157
Ruang *Laboratorium 18*	1	161
Ruang *Laboratorium 19*	11	149
Ruang *Laboratorium 20*	6	153
Ruang Kelas 3	1	161
Ruang Kelas 4	6	153

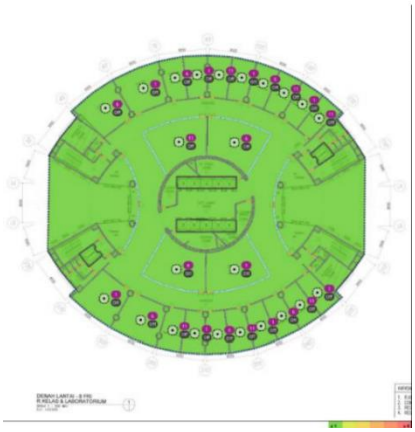
Tabel 13.
Rekomendasi *Channel* 2,4GHz dan 5GHz Lantai 18

Ruangan	*Channel*	
	2,4GHz	5GHz
Ruangan pejabat struktural 1	11	149
Ruangan pejabat struktural 2	6	157
Ruangan staf fakultas 1	1	161
Ruangan pejabat struktural 3	11	161
Ruangan pejabat struktural 4	1	153
Ruangan pejabat struktural 5	6	161
Ruangan rapat 1	11	149
Ruangan pejabat struktural 6	1	157
Ruangan pejabat struktural 7	6	161
Ruangan pejabat struktural 8	11	149
Ruangan pejabat struktural 9	1	161
Ruangan staf fakultas 2	6	157
Ruangan pejabat struktural 10	11	149
Ruangan pejabat struktural 11	6	157

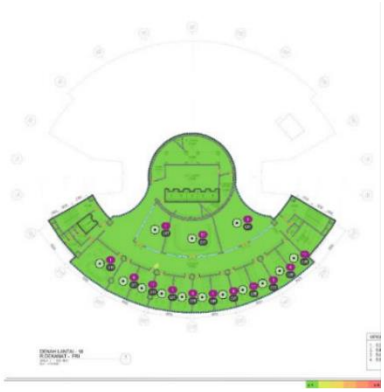
b. Rekomendasi Perangkat
   Tahapan NDLC selanjutnya yaitu Tahap Simulasi akan melakukan simulasi dari konfigurasi perangkat serta penggunaan *channel* yang telah dikonfigurasikan ulang. Setiap lantai akan dilihat *coverage area*, kemudian apakah masih terdapat *interference area* yang terjadi dari desain yang dilakukan simulasinya.
   Perangkat yang digunakan saat ini spesifikasinya berupa *Wall-mount* AP yang diletakkan pada *Ceiling*, dan antenna yang digunakan adalah *antenna directional* sehingga kurang mencakup seluruh area. Optimasi yang dapat dilakukan adalah mengganti perangkat *wall-mount* AP menjadi *ceiling-mount* AP dan menggunakan tipe antenna *omnidirectional* yang dapat memancarkan ke segala arah. Simulasi telah dilakukan pada aplikasi Ekahau untuk setiap lantainya.



Gambar 8 Simulasi penggunaan *ceiling-mount* AP dan *omnidirectional antenna* pada lantai 4



Gambar 9 Simulasi penggunaan *ceiling-mount* AP dan *omnidirectional* antenna pada lantai 8



Gambar 10 Simulasi penggunaan *ceiling-mount* AP dan *omnidirectional antenna* pada lantai 18

c. Rekomendasi penggunaan spesifik frekuensi
Optimasi juga dapat dilakukan melalui pendekatan yang membuat kategori ruangan untuk digunakan secara spesifik frekuensi 2,4GHz saja atau 5GHz saja. Hal ini dilatarbelakangi dengan jenis ruangan khususnya pada lantai 8 dan lantai 18 yang memiliki lebih banyak ruangan skala kecil sehingga bisa menggunakan frekuensi 5GHz dalam ruangan, sedangkan penggunaan 2,4GHz yang cakupannya lebih luas akan dikonfigurasikan pada koridor atau ruangan-ruangan besar seperti ruangan rapat atau ruangan sidang tugas akhir.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dalam optimasi jaringan komputer nirkabel dengan berdasarkan desain bangunan pada studi kasus di universitas, dimulai dari identifikasi kondisi *existing* lalu analisis untuk menentukan optimasi jaringan komputer yang tepat. Kondisi *existing* teridentifikasi dengan baik mencakup *coverage area*, *interference area*, konfigurasi *channel*, dan pengukuran kualitas jaringan menggunakan QoS dengan parameter *throughput*, *packet loss*, dan *delay*. Hasil pengukuran QoS cukup baik dan sudah sesuai standar TIPHON untuk setiap lantainya yaitu *throughput* >1kbps, *packet loss* < 3%, dan *delay* < 150ms. Pada lantai 4 terdapat *throughput* sebesar 324,75kbps, *packet loss* sebesar 0,0054% dan *delay* 12,98ms. Pada lantai 8 terdapat *throughput* sebesar 367,5kbps, *packet loss* sebesar 0,0045% dan *delay* 14,25ms. Pada lantai 18 terdapat *throughput* sebesar 422,75kbps, *packet loss* sebesar 0,0044% dan *delay* 11,71ms.

Terdapat masalah kelebihan cakupan area yang menyebabkan tingginya area interferensi sehingga perlu dilakukan optimasi dengan konfigurasi ulang *channel* sesuai ketentuan *non-overlapping channel* dengan format *channel* 1-6-11 untuk akses poin yang berdekatan. Penggantian AP menjadi AP *ceiling-mount* juga perlu dilakukan karena perangkat *existing* menimbulkan interferensi ke lantai atas dan lantai bawah. Terdapat juga penggantian antenna dari *directional* menjadi *omnidirectional* untuk menjangkau setiap sudut pada lantai 4, 8, maupun 18.

Serta terdapat rekomendasi penggunaan spesifik frekuensi untuk tipe ruangan yang skala kecil menggunakan 5GHz, sedangkan ruangan skala besar dan koridor khusus menggunakan 2,4GHz untuk cakupan yang luas. Keterbatasan yang dialami pada penelitian ini adalah periode data yang diambil adalah ketika perkuliahan bersifat transisi dari COVID (*online*) menjadi kembali *onsite*. Sehingga saran untuk penelitian selanjutnya adalah untuk melakukan uji kondisi eksisting periode waktu sibuk (*peak time*) karena perkuliahan sudah kembali *onsite*, serta menggunakan aplikasi/perangkat terbaru untuk mendapatkan data yang akurat dan hasil analisis yang lebih baik.

Referensi

[1] R. B. M. Abdelrahman, A. B. A. Mustafa, and A. A. Osman, *A Comparison between IEEE 802.11 a, b, g, n and ac Standards*. IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JEC), vol. 17, no. 5, 2015, pp. 26–29.

[2] M. I. G. Febrianto, M. T. Kurniawan, and U. Y. K.S.H., *ANALISIS DAN PERANCANGAN OPTIMASI SISTEM NETWORK CABLING DI FAKULTAS REKAYASA INDUSTRI DENGAN METODE NETWORK DEVELOPMENT LIFE CYCLE (NDLC)*, PhD Thesis, 2020.

[3] F. Ammar and H. Hanafi, *Analisis Transfer Rate Wireless Local Area Network Dengan Standar IEEE 802.11a Dan IEEE 802.11g Pada Kanal Line of Sight*, Jurnal Ecotipe (Electronic, Control,Telecommunication, Information, and Power Engineering), vol. 3, no. 1, pp. 31–39, 2016.

[4] Cisco, *Wireless High Client Density Design Guide About Wireless LAN Design Guide*, 2018. Diakses pada tanggal 15 Juni 2023. https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/technotes/8-7/b_wireless_high_client_density_design_guide.html

[5] Y. Yusantono, *Analisis dan Perbandingan Jaringan WiFi dengan Frekuensi 2.4 GHz dan 5 GHz dengan Metode QoS*, PhD Thesis, Universitas Internasional Batam, 2019.

[6] Telecommunication Standardization Sector of ITU (ITU-T). *Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks, Network Model for Evaluating Multimedia Transmission Performance over Internet Protocol (G.1050).* Telecommunication Standardization Sector of ITU (ITU-T), 2005.

[7] I. Dolińska, M. Jakubowski, A. Masiukiewicz, *Interference Comparison in Wi-Fi 2.4 GHz and 5 GHz Bands*. International Conference on Information and Digital Technologies (IDT), IEEE, 2017.

[8] Y. Yanti, N. Pramita, dan Maulizar, *Analisa Pengukuran Interferensi Pada Access Point (AP) Untuk Mengetahui Kualitas Quality of Service (QoS)*, Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI), vol. 1, no. 1, hlm. 17–21, 2018.