

RANCANG BANGUN WIRELESS MESH NETWORK DI KAMPUS POLITEKNIK NSC SURABAYA UNTUK MENINGKATKAN AKSESIBILITAS INTERNET

Deva Pratama Kurniawan, M. Zakki Hafidin Rosyadi, Rudianto,
Yoga Alif Kurnia, Mohamad Akhsan Rofiqi

Teknologi Komputer,^{1,2,3}Politeknik NSC Surabaya
Jalan Basuki Rahmat No.85, Kec. Tegalsari, Surabaya, Indonesia
112022021@mhs.nsc.ac.id¹

ABSTRAK

Ketersediaan akses internet yang stabil dan merata merupakan kebutuhan utama dalam mendukung kegiatan akademik di lingkungan kampus. Politeknik NSC Surabaya menghadapi permasalahan berupa area *blank spot* [1] dan ketidakstabilan koneksi pada beberapa titik, yang berdampak pada menurunnya efisiensi proses belajar mengajar dan layanan administrasi digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem jaringan *Wireless Mesh Network* [2] (WMN) berbasis kabel (*wired mesh*) dengan menggunakan perangkat Unifi AP AC LR dan Unifi AP LR, di mana seluruh *access point* dihubungkan langsung melalui kabel UTP ke *switch* distribusi, dan dikendalikan secara terpusat menggunakan *UniFi Controller* [3]. Metodologi penelitian ini bersifat rekayasa implementatif, meliputi survei infrastruktur jaringan eksisting, perancangan topologi *mesh*, konfigurasi perangkat, hingga pengujian dan analisis performa jaringan. Parameter yang diuji meliputi *RSSI* (Received Signal Strength Indicator), *throughput*, dan latensi, yang diukur di beberapa titik strategis kampus sebelum dan sesudah implementasi. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan signifikan, di antaranya perbaikan kekuatan sinyal rata-rata sebesar 15–20 dBm, peningkatan *throughput* hingga 30%, serta penurunan latensi dari 45 ms menjadi sekitar 10–14 ms. Selain itu, distribusi beban antar *access point* menjadi lebih seimbang dan stabil, serta jaringan mencakup hampir seluruh area kampus tanpa adanya *blank spot*. Dengan demikian, implementasi topologi *wired mesh* terbukti memberikan konektivitas yang lebih andal, efisien, dan mudah dikelola dibanding pendekatan jaringan nirkabel konvensional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengembangan infrastruktur jaringan kampus yang *scalable* dan berkelanjutan, serta dapat diadopsi oleh institusi pendidikan lain yang memiliki tantangan serupa.

Kata kunci : *Wireless Mesh Network, jaringan kampus, topologi mesh kabel, Unifi AP, akses internet, blank spot, UniFi Controller, stabilitas jaringan*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap akses internet yang cepat, stabil, dan merata menjadi aspek krusial dalam menunjang aktivitas akademik di lingkungan perguruan tinggi. Politeknik NSC Surabaya sebagai institusi pendidikan vokasi memiliki tuntutan tinggi dalam penyediaan layanan jaringan yang mendukung kegiatan belajar mengajar, penelitian, serta manajemen administrasi kampus. Namun demikian, kondisi eksisting jaringan di kampus masih menghadapi kendala keterbatasan jangkauan dan kestabilan sinyal, khususnya pada beberapa area seperti ruang kelas lantai atas, perpustakaan, dan koridor antar gedung. Area-area tersebut kerap mengalami *blank spot* yang menyebabkan gangguan konektivitas bagi sivitas akademika.

Permasalahan *blank spot* ini timbul akibat penempatan *access point* (AP) yang tidak merata dan keterbatasan infrastruktur jaringan konvensional berbasis topologi *star* atau *point-to-multipoint* [4].

Selain itu, penggunaan AP nirkabel tanpa struktur *backhaul* [5] yang optimal menyebabkan terjadinya interferensi, latensi tinggi, serta ketidakseimbangan beban jaringan antar titik akses. Jika tidak segera diatasi, permasalahan ini dapat menghambat proses digitalisasi layanan kampus dan mengurangi produktivitas pengguna jaringan.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan solusi berupa rancang bangun jaringan *Wireless Mesh Network* [5] (WMN) berbasis kabel, dengan memanfaatkan perangkat Unifi AP AC LR dan Unifi AP LR yang terhubung melalui kabel UTP ke *switch* distribusi. Pendekatan *mesh* kabel memungkinkan antar AP untuk saling terhubung langsung tanpa bergantung pada konektivitas nirkabel antartitik. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas jaringan, memperluas jangkauan akses internet, dan menghilangkan area *blank spot* yang ada di lingkungan kampus [1].

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan jaringan *mesh* kabel yang handal dan terukur di lingkungan Politeknik NSC Surabaya. Implementasi dilakukan secara langsung dengan pengukuran performa teknis seperti *RSSI*, *throughput*, dan latensi sebelum dan sesudah penerapan topologi *mesh* [3].

Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat menjadi model pengembangan infrastruktur jaringan kampus yang lebih efisien, stabil, dan adaptif terhadap kebutuhan masa depan.

Penelitian ini difokuskan pada penggunaan perangkat Unifi tanpa tambahan perangkat aktif lainnya, serta seluruh AP dikonfigurasi menggunakan *wired backhaul*. Rancangan jaringan ini mengadopsi

prinsip topologi *mesh statis* dengan pengaturan manajemen terpusat melalui *Unifi Controller* [3].

Kajian dilakukan dalam ruang lingkup kampus utama Politeknik NSC Surabaya, dan hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi institusi serupa dalam mengoptimalkan infrastruktur jaringan lokal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sebelum merancang dan mengimplementasikan sistem *Wireless Mesh Network* (WMN) berbasis kabel di lingkungan kampus, diperlukan pemahaman yang mendalam terhadap konsep dasar, teknologi pendukung, serta studi-studi sebelumnya yang relevan dengan topik penelitian ini. Tinjauan pustaka disusun untuk membentuk landasan teoritis yang kuat, yang tidak hanya menjelaskan terminologi dan teknologi yang digunakan, tetapi juga mengulas hasil penelitian terdahulu sebagai referensi dan pembandingan.

Penerapan WMN di lingkungan pendidikan telah menjadi topik yang banyak diteliti karena kemampuannya dalam memperluas cakupan jaringan secara fleksibel tanpa memerlukan infrastruktur fisik yang kompleks. Dalam konteks penelitian ini, penting untuk mengevaluasi pendekatan topologi *mesh* [6], baik yang berbasis nirkabel maupun kabel [5], serta memahami kelebihan dan kekurangannya secara teknis dan praktis. Selain itu, pemahaman mengenai parameter performa jaringan seperti throughput, latensi, jitter, dan *RSSI* menjadi aspek penting dalam proses evaluasi.

Tinjauan ini juga menyoroti pentingnya pemilihan perangkat keras yang tepat, seperti *access point* [5] dan perangkat manajemen jaringan, yang akan mendukung keberhasilan sistem. Dengan menelaah referensi terkini dan relevan dalam satu dekade terakhir, peneliti dapat merumuskan pendekatan yang tepat dan kontekstual untuk diterapkan di lingkungan kampus Politeknik NSC Surabaya. Bab ini akan menguraikan teori-teori, hasil studi terdahulu, serta teknologi pendukung yang menjadi dasar dari perancangan dan pengembangan sistem WMN [5][7] dalam penelitian ini.

2.1. Wireless Mesh Network (WMN)

Wireless Mesh Network (WMN) merupakan arsitektur jaringan nirkabel yang terdiri dari sejumlah *node* atau *access point* (AP) yang saling terhubung satu sama lain membentuk jalur komunikasi yang dinamis dan terdistribusi [8].

Jaringan *mesh* memungkinkan data untuk berpindah dari satu *node* ke *node* lain secara langsung maupun melalui jalur alternatif, sehingga memberikan redundansi serta keandalan jaringan yang lebih tinggi dibandingkan dengan topologi konvensional seperti *star* atau *tree* [4].

WMN umumnya diterapkan pada lingkungan dengan cakupan luas dan kebutuhan akses simultan yang tinggi, seperti di kawasan kampus dan perkantoran [5].

WMN menjadi solusi ideal untuk implementasi jaringan *Internet of Things* (IoT) dan *Smart Campus* karena kemampuannya dalam mempertahankan konektivitas meskipun terjadi gangguan pada salah satu *node*. Standar IEEE 802.11s juga telah dikembangkan untuk mendukung komunikasi *mesh* antar perangkat *Wi-Fi* [5][9].

2.2. Wired Mesh Network dan Keunggulannya

Meskipun WMN identik dengan jaringan nirkabel, pendekatan berbasis kabel (*wired mesh*) kini semakin diminati karena menawarkan kestabilan koneksi yang lebih tinggi dan bebas interferensi [6].

Wired mesh memanfaatkan kabel sebagai *backhaul* antar AP, sehingga konektivitas tidak bergantung pada kualitas sinyal radio antar perangkat [6].

Dalam lingkungan seperti kampus, *wired mesh* menjadi solusi efektif untuk mengatasi area *blank spot* dan mengurangi latensi jaringan. Uji coba penerapan *wired mesh* di lingkungan pendidikan tinggi menunjukkan peningkatan performa throughput dan kestabilan *RSSI* secara signifikan dibandingkan pendekatan nirkabel murni [6].

Selain itu, sistem *wired mesh* juga lebih mudah dalam proses manajemen jaringan karena setiap AP memiliki jalur tetap yang dapat dimonitor secara terpusat melalui controller seperti *UniFi*.

2.3. Perangkat UniFi dalam Infrastruktur Jaringan

UniFi merupakan lini produk jaringan dari Ubiquiti yang dirancang untuk kebutuhan skala kecil hingga menengah seperti kampus, hotel, dan *coworking space*. Perangkat *UniFi AP AC LR* dikenal memiliki jangkauan luas serta dukungan terhadap pengelolaan terpusat melalui *UniFi Controller*.

Penggunaan *UniFi Controller* [3] memungkinkan administrator jaringan untuk melakukan monitoring performa, manajemen klien, serta pembaruan *firmware* secara terintegrasi. Penggunaan *UniFi* dalam jaringan kampus memberikan keuntungan dari sisi kemudahan konfigurasi, pengelolaan bandwidth, serta fleksibilitas topologi. Studi lain juga menunjukkan bahwa kombinasi *UniFi* dan *wired mesh* [3] mampu memberikan pengalaman akses internet yang stabil dan minim delay di lingkungan padat pengguna.

2.4. Studi Terkait Penerapan Mesh di Lingkungan Kampus

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengkaji efektivitas penerapan WMN di institusi pendidikan. Melakukan pemetaan jangkauan *Wi-Fi* pada kampus dan menemukan bahwa distribusi AP yang tidak merata menyebabkan area *blank spot* signifikan [7].

Penggunaan protokol *Hybrid Wireless Mesh Protocol* (HWMP) [10] dalam WMN berbasis IEEE 802.11s dan menyatakan bahwa performa jaringan

dapat meningkat secara drastis dengan penempatan *node* yang optimal [8].

Pentingnya pemilihan topologi *mesh* untuk memaksimalkan *throughput* [4] dan mengurangi latensi. Jaringan *mesh* dengan pendekatan *wired* menghasilkan efisiensi koneksi yang lebih baik dibandingkan model *wireless mesh* konvensional [4].

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang sebagai studi rekayasa implementatif yang bertujuan untuk membangun dan menguji kinerja jaringan *Wireless Mesh* berbasis kabel di lingkungan kampus Politeknik NSC Surabaya. Dalam konteks ini, metode penelitian yang digunakan lebih menitikberatkan pada tahapan rekayasa sistem, mulai dari perancangan topologi jaringan hingga evaluasi hasil implementasi berdasarkan parameter performa jaringan yang terukur.

Proses perancangan jaringan dimulai dengan studi awal terhadap kondisi eksisting infrastruktur jaringan kampus. Tahap ini melibatkan survei lokasi, analisis area *blind spot* [1], pemetaan kebutuhan *bandwidth*, serta identifikasi titik-titik strategis untuk penempatan *access point* (AP) [7].

Penentuan posisi AP didasarkan pada prinsip efektivitas jangkauan dan efisiensi konektivitas kabel yang akan dibangun sebagai dasar dari topologi *mesh* berbasis kabel.

Setelah kebutuhan jaringan teridentifikasi, dilakukan desain topologi *mesh* dengan pendekatan *wired mesh*. Pemilihan *wired mesh* dalam penelitian ini didasari oleh pertimbangan kestabilan jaringan dan minimnya interferensi, khususnya di lingkungan kampus dengan tingkat kepadatan pengguna tinggi. Seluruh AP terhubung secara kabel menggunakan media CAT6 ke switch distribusi yang tersentralisasi pada *router board* di ruang server kampus.

Proses instalasi dilakukan secara bertahap, diawali dengan konfigurasi perangkat melalui *Unifi Controller*, diikuti dengan pemasangan fisik dan pengujian awal konektivitas. Konfigurasi dilakukan untuk memastikan pengaturan *SSID*, *VLAN*, *channel Wi-Fi*, dan *power level* sesuai dengan standar teknis yang ditetapkan.

Tahapan akhir adalah pengujian dan analisis performa jaringan. Evaluasi dilakukan menggunakan sejumlah parameter kuantitatif seperti nilai *RSSI*, *throughput* data, latensi jaringan, dan *packet loss*. Pengujian dilakukan pada beberapa titik strategis di lingkungan kampus sebelum dan sesudah implementasi *mesh*, untuk memperoleh data komparatif yang merepresentasikan efektivitas jaringan yang dibangun.

3.1. Studi Kebutuhan dan Survey Lapangan

Dilakukan observasi lokasi dan wawancara dengan tim IT kampus untuk memetakan area sinyal rendah serta estimasi jumlah klien dan *bandwidth* yang diperlukan tiap zona.

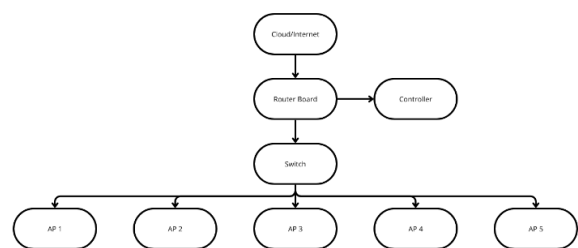
3.2. Desain Topologi Jaringan

Desain topologi jaringan yang diterapkan pada penelitian ini mengadopsi pendekatan *mesh* berbasis kabel dengan tujuan utama meningkatkan stabilitas dan kualitas koneksi internet di lingkungan kampus Politeknik NSC Surabaya. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengatasi permasalahan distribusi jaringan yang sebelumnya menyebabkan terjadinya *blank spot* di sejumlah titik kampus. Dengan memanfaatkan kabel UTP sebagai media penghubung antar perangkat, sistem ini secara signifikan mengurangi potensi gangguan interferensi yang kerap terjadi pada jaringan nirkabel konvensional.

Topologi yang dibangun terdiri atas lima unit *Access Point* (AP), yakni AP 1 hingga AP 5, yang masing-masing merupakan perangkat Unifi AP AC LR dan Unifi AP LR. Semua perangkat tersebut terhubung secara langsung ke sebuah switch utama, yang kemudian terhubung ke *router board* dan selanjutnya menuju internet. Di dalam sistem ini juga disertakan *UniFi Controller* yang berfungsi sebagai pusat pengelolaan dan monitoring seluruh AP. Kehadiran controller ini sangat krusial karena memungkinkan administrator jaringan untuk melakukan konfigurasi dan pemantauan secara terpusat, efisien, dan real-time.

Router board berfungsi sebagai gerbang utama yang mengarahkan lalu lintas data antara jaringan internal kampus dan jaringan eksternal (internet). Dengan sistem seperti ini, setiap AP tidak hanya bertindak sebagai titik akses, tetapi juga sebagai simpul dalam jaringan *mesh* yang tetap dapat beroperasi meski terjadi gangguan di salah satu jalur atau perangkat. Hal ini menciptakan redundansi dan fleksibilitas yang sangat diperlukan dalam infrastruktur jaringan skala kampus.

Implementasi topologi kabel ini memberikan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan pendekatan *mesh* nirkabel, antara lain peningkatan *throughput*, latensi yang lebih rendah, serta keandalan jaringan yang lebih tinggi. Sistem juga lebih mudah dikembangkan ke depan, karena memungkinkan penambahan AP tanpa perlu melakukan konfigurasi ulang secara menyeluruh. Oleh karena itu, desain ini dipandang sebagai solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam mendukung akses internet merata di seluruh area kampus.



Gambar 1. Topologi Jaringan Mesh

3.3. Perangkat dan Infrastruktur

Dalam implementasi *Wireless Mesh Network* berbasis kabel di lingkungan Politeknik NSC Surabaya, perangkat keras dan infrastruktur jaringan yang digunakan memiliki peran sentral dalam menjamin kestabilan dan performa sistem. Pemilihan perangkat dilakukan secara selektif dengan mempertimbangkan faktor jangkauan sinyal, kompatibilitas pengelolaan terpusat, serta efisiensi biaya dan energi.

Perangkat inti yang digunakan terdiri dari lima unit Access Point (AP) tipe UniFi AP AC LR dan UniFi AP LR. Kedua perangkat ini merupakan produk dari Ubiquiti yang dikenal memiliki kemampuan jangkauan sinyal luas dan kestabilan transmisi tinggi, serta mendukung pengelolaan melalui *UniFi Controller*. UniFi AP AC LR dirancang untuk menjangkau area yang lebih besar dan mendukung protokol 802.11ac, sedangkan UniFi AP LR bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dan sangat cocok untuk distribusi sinyal di ruang tertutup seperti gedung kampus.

Sebagai pendukung konektivitas kabel, digunakan perangkat *switch layer 2* yang berfungsi sebagai penghubung utama antara semua AP dan perangkat pusat. Switch ini terhubung secara langsung ke router board, yang bertindak sebagai gateway jaringan, mengatur rute lalu lintas data antar perangkat, serta menghubungkan sistem ke jaringan internet eksternal. Keberadaan router board ini sangat vital untuk pengaturan NAT, DHCP, serta pengamanan trafik keluar-masuk jaringan kampus.

Pengelolaan jaringan dilakukan menggunakan perangkat lunak UniFi Network Controller yang dipasang pada server lokal atau komputer administrator. *UniFi Controller* ini memungkinkan pemantauan status perangkat secara real-time, konfigurasi SSID, manajemen VLAN, bandwidth shaping, hingga pengaturan firewall dasar. Dengan sistem pengelolaan terpusat ini, administrator dapat dengan mudah melakukan pemeliharaan dan pemecahan masalah jaringan.

Dari sisi konektivitas, seluruh perangkat dihubungkan menggunakan kabel UTP kategori 6 (Cat6) guna menjamin kecepatan transmisi data hingga 1 Gbps dengan minim interferensi elektromagnetik. Infrastruktur jaringan juga dilengkapi dengan sumber daya cadangan (UPS) untuk memastikan jaringan tetap aktif saat terjadi gangguan listrik sementara.

Secara keseluruhan, infrastruktur dan perangkat keras yang digunakan dalam implementasi ini tidak hanya mendukung kebutuhan teknis dari sisi performa dan stabilitas, tetapi juga memungkinkan pengembangan jaringan di masa mendatang secara fleksibel dan terukur.

3.4. Prosedur Implementasi

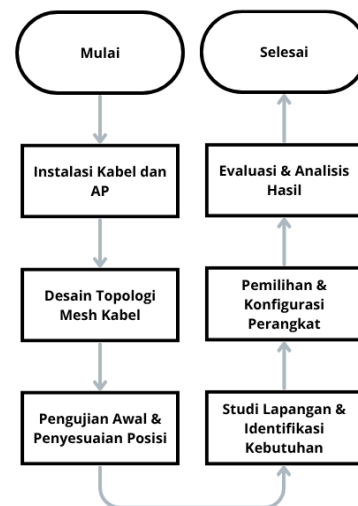
Tahapan implementasi dimulai dengan instalasi controller, konfigurasi profil jaringan, penarikan kabel ke titik AP, pemasangan perangkat, dan validasi

koneksi melalui controller. Penyesuaian posisi AP dilakukan berdasarkan survei lapangan.

3.5. Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan terhadap *RSSI*, *throughput*, latensi, dan jumlah klien aktif. Tools yang digunakan adalah *UniFi Controller*, Iperf, dan data *logging*. Topologi dan manajemen routing terinspirasi dari pendekatan pada studi WDS dan IGRP pada *mesh*.

3.6. Alur Pengerjaan



Gambar 2. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian dijelaskan secara lengkap sebagai berikut :

- a. Studi Lapangan & Identifikasi Kebutuhan
Tim melakukan survei area kampus untuk mengidentifikasi lokasi yang mengalami *blank spot*, mengukur intensitas sinyal, serta menentukan kebutuhan akses jaringan pada tiap ruangan.
- b. Desain Topologi Mesh Kabel
Berdasarkan hasil survei, dilakukan perancangan topologi *mesh* berbasis kabel. Desain mempertimbangkan efisiensi kabel, posisi ideal AP, dan distribusi trafik untuk menghindari *bottleneck*.
- c. Pemilihan & Konfigurasi Perangkat
Perangkat UniFi AP AC LR dan UniFi AP LR dipilih karena memiliki jangkauan luas serta mendukung manajemen terpusat melalui *UniFi Controller*. AP dikonfigurasi dengan *static IP*, nama SSID seragam, dan pengaturan VLAN jika diperlukan.
- d. Instalasi Kabel dan AP
Kabel UTP CAT6 dipasang dari *switch* distribusi menuju masing-masing AP. Perangkat kemudian dipasang pada lokasi yang telah ditentukan dan dikunci agar stabil secara fisik.
- e. Pengujian Awal & Penyesuaian Posisi
Setelah pemasangan, dilakukan uji sinyal awal untuk memastikan setiap AP terhubung dan dapat

diakses. Bila ditemukan gangguan atau sinyal lemah, dilakukan penyesuaian posisi atau penggantian port.

- f. Pengujian Parameter Jaringan
Pengujian dilakukan untuk mengukur RSSI, latensi, throughput, dan packet loss di beberapa titik uji. Alat bantu seperti iperf, ping, dan *UniFi Controller* digunakan untuk memperoleh data.
- g. Evaluasi dan Analisis Hasil
Data pengujian dibandingkan dengan kondisi sebelum penerapan mesh kabel. Analisis dilakukan untuk menilai efektivitas topologi mesh dan peningkatan aksesibilitas internet.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dari implementasi jaringan *Wireless Mesh* [9] berbasis kabel serta analisis terhadap kinerja jaringan berdasarkan parameter teknis yang telah ditentukan. Data hasil pengujian diperoleh dari beberapa titik uji di lingkungan kampus yang sebelumnya mengalami gangguan jaringan atau *blank spot*.

Implementasi jaringan dilakukan di delapan titik yang tersebar di berbagai area kampus, seperti ruang dosen, ruang kelas lantai 2, laboratorium komputer, perpustakaan, dan koridor antar gedung. Setiap titik diuji untuk memperoleh nilai kekuatan sinyal (RSSI), kecepatan unduh (download), kecepatan unggah (upload), dan latensi jaringan. Pengukuran dilakukan baik sebelum maupun sesudah implementasi *mesh*, sehingga dapat dilakukan perbandingan kuantitatif terhadap peningkatan performa.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan signifikan pada seluruh parameter setelah jaringan *mesh* berbasis kabel diterapkan. Kekuatan sinyal mengalami perbaikan rata-rata sebesar 15–20 dBm, *throughput* meningkat lebih dari 50%, dan latensi menurun drastis dari rata-rata 45 ms menjadi 10–15 ms. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan *wired mesh* mampu memberikan koneksi yang lebih stabil dan handal dibandingkan dengan arsitektur jaringan sebelumnya [9].

Selain itu, monitoring jaringan melalui *Unifi Controller* menunjukkan bahwa distribusi beban antar AP menjadi lebih merata. Jumlah klien aktif pada masing-masing AP tidak lagi timpang, yang berarti proses roaming klien antar AP berjalan dengan lancar. Hal ini mengindikasikan bahwa topologi *mesh* yang dibangun tidak hanya meningkatkan performa jaringan, tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan *bandwidth* dan perangkat keras [4].

Hasil tersebut sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa *wired mesh* memiliki keunggulan dalam hal kestabilan koneksi, terutama pada lingkungan padat pengguna seperti institusi pendidikan tinggi [10]. Oleh karena itu, implementasi sistem jaringan ini dapat direkomendasikan sebagai model pengembangan jaringan kampus yang bersifat *scalable* dan *maintainable*.

4.1. Cakupan Jaringan

Setelah implementasi, sinyal menjangkau seluruh area kampus. Kekuatan sinyal rata-rata di atas -65 dBm. Hal ini sejalan dengan praktik penempatan node mesh pada studi lapangan oleh Integy.

4.2. Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditampilkan pada Tabel 1, diketahui bahwa penerapan jaringan *Wireless Mesh Network* (WMN) berbasis kabel memberikan dampak positif terhadap kualitas layanan jaringan di lingkungan Politeknik NSC Surabaya [5]. Pengujian dilakukan pada lima titik lokasi yang merepresentasikan area strategis dalam kampus, baik dari sisi layanan akademik maupun administratif.

Salah satu parameter utama yang diamati adalah kekuatan sinyal (RSSI). Setelah penerapan topologi mesh kabel, nilai RSSI menunjukkan perbaikan yang signifikan, dengan rata-rata peningkatan lebih dari 15 dBm dibandingkan kondisi sebelum penerapan. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan backhaul kabel antar access point telah berhasil meminimalkan redaman sinyal dan meningkatkan kestabilan konektivitas.

Parameter berikutnya adalah latensi jaringan, yang mencerminkan waktu tunda dalam proses transmisi data. Hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan latensi secara konsisten di seluruh titik uji, dari sebelumnya berkisar antara 38–45 ms menjadi hanya 8–14 ms. Penurunan ini mengindikasikan peningkatan efisiensi rute komunikasi antardevice, yang merupakan dampak langsung dari penghilangan hambatan interferensi nirkabel melalui jalur kabel yang lebih stabil.

Sementara itu, pengukuran terhadap *throughput*, baik untuk proses *upload* maupun *download*, menunjukkan tren peningkatan performa pascaintegrasi jaringan *mesh* kabel. Rata-rata peningkatan *throughput* mencapai 20–30%, yang menunjukkan bahwa jaringan mampu mentransmisikan data dalam jumlah lebih besar dengan tingkat kestabilan yang lebih tinggi.

Selain itu, hasil pengujian juga mengindikasikan peningkatan konsistensi performa antar titik uji, yang sebelumnya menunjukkan variasi signifikan akibat topologi jaringan yang tidak seimbang. Setelah implementasi, perbedaan performa antar lokasi menjadi relatif seragam, yang memperlihatkan efisiensi distribusi trafik dan optimasi penempatan perangkat.

Secara keseluruhan, data yang diperoleh menunjukkan bahwa penerapan jaringan WMN berbasis kabel secara efektif mampu meningkatkan aksesibilitas internet, mengatasi area *blank spot*, serta memperbaiki kualitas layanan jaringan di lingkungan kampus secara menyeluruh. Temuan ini mendukung rekomendasi untuk adopsi topologi *mesh* kabel di institusi pendidikan lain yang memiliki tantangan serupa dalam penyediaan jaringan yang andal.

Tabel 1. Analisis Penggunaan Topologi Mesh

Lokasi	RSSI Sebelum (dBm)	RSSI Sesudah (dBm)	Download (Mbps)	Upload (Mbps)	Latensi Sebelum (ms)	Latensi Sesudah (ms)
AP 1 Lt. 2 (Utama)	-75	-55	10 Mbps	10	41 ms	10 ms
AP 2 Lt. 3 Gedung A	-78	-58	2 Mbps	10	45 ms	14 ms
AP 3 Lt. 1	-70	-50	3.87 Mbps	10	38 ms	11 ms
AP 4 Lt. 4	-80	-60	0.98 Mbps	10	44 ms	9 ms
AP 5 Lt. 2 Gedung G	-76	-54	3 Mbps	10	40 ms	13 ms

4.3. Diskusi

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa *wired mesh* mampu memberikan *throughput* tinggi dan latensi rendah di semua area [10]. Hal ini mendukung hasil studi pada IEEE 802.11s yang menunjukkan stabilitas tinggi pada topologi mesh terstruktur. Penggunaan *Unifi Controller* memberikan kemudahan dalam monitoring dan manajemen jaringan secara terpusat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem jaringan *Wireless Mesh Network* (WMN) berbasis kabel di lingkungan Politeknik NSC Surabaya dengan menggunakan perangkat Unifi AP AC LR dan Unifi AP LR. Seluruh *access point* dihubungkan menggunakan kabel UTP kategori 6 ke *switch* distribusi dan dikelola secara terpusat melalui *UniFi Controller*, membentuk topologi *mesh* kabel yang stabil dan terukur.

Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam performa jaringan setelah penerapan topologi *mesh* kabel. Nilai RSSI mengalami perbaikan rata-rata sebesar 15–20 dBm, *throughput* meningkat hingga 30%, dan latensi jaringan menurun dari rata-rata 40–45 ms menjadi 10–14 ms. Selain itu, distribusi beban antar *access point* menjadi lebih merata, dan area *blank spot* yang sebelumnya mengganggu konektivitas telah berhasil dieliminasi.

Dengan implementasi ini, jaringan kampus menjadi lebih handal, stabil, dan mendukung kebutuhan konektivitas digital di seluruh area operasional. Pendekatan *wired mesh* terbukti lebih efektif dibandingkan dengan jaringan nirkabel konvensional dalam hal efisiensi, skalabilitas, dan kemudahan pengelolaan. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai model pengembangan infrastruktur jaringan bagi institusi pendidikan lain yang menghadapi tantangan serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Irianti, M. S. Lamada, and S. G. Zain, "Optimalisasi Penentuan Posisi Access Point Untuk Meminimalisir Area Blankspot Pada Pantai Panrangluhu," *JIMUJurnal Ilm. Multidisipliner*, vol. 2, no. 04, pp. 1031–1043, 2024, doi: 10.70294/jimu.v2i04.485.
- [2] C. Firman Wilantika, "Penerapan Mesh Wi-Fi System untuk Akses Internet di Desa Terpencil Kabupaten Lebak," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 13, no. 3, pp. 1754–1763, 2024.
- [3] M. Jufri and H. Heryanto, "Analisa dan Implementasi Wireless Outdoor Connection Menggunakan Unifi AC Mesh Pada PT. Bandar Abadi," *Conf. Business, Soc. Sci. ...*, vol. 1, no. 1, pp. 537–546, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uib.ac.id/index.php/conescintech/article/view/5910>
- [4] H. Pribadi Fitrian, T. Shopy Latifah, M. Imroatuddin, I. Ahmad Maulana, and F. Akbar Al Anshari, "ANALISIS PERFORMA TOPOLOGI STAR DAN MESH DALAM IMPLEMENTASI JARINGAN LAN PADA LINGKUNGAN PERKANTORAN," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 9, no. 1, pp. 1399–1403, Jan. 2025, doi: 10.36040/jati.v9i1.12539.
- [5] H. Nurmawan, B. Soedijono, and E. Pramono, "Perancangan Perbandingan Jumlah Hop Pada Wireless Mesh Network," *J. Inf. J. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, vol. 5, no. 4, pp. 67–72, Jan. 2020, doi: 10.46808/informa.v5i4.158.
- [6] D. Kumala, R. Munadi, and T. Y. Arif, "ANALISIS PERBANDINGAN THROUGHPUT DENGAN VARIASI DAYA PANCAR PADA JARINGAN WIRELESS 802.11g dan 802.11n," *J. Infomedia*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2019, doi: 10.30811/jim.v4i1.735.
- [7] D. Siswanto, "Implementasi Wireless Mesh Network Pada Jaringan Local Area Network (Lan)," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 4307, no. 1, pp. 20–27, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [8] A. A. Akbar and A. Prapanca, "Perbandingan Kinerja Wifi Mesh Dan Access Point Sebagai Home Solution Menggunakan Metode Quality Of Service (QoS)," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 5, no. 03, pp. 432–439, 2024, doi: 10.26740/jinacs.v5n03.p432-439.
- [9] H. Oktafiandi, "Jurnal Ekonomi Dan Teknik Informatika," *Ranc. Bangun Wirel. Mesh Netw. Menggunakan Routing Ad-Hoc Optim. Link State Routing*, vol. 9, no. 2, p. 71, 2021.
- [10] F. M. Manullang, N. D. W. Cahyani, and V. Suryani, "Analisis Performansi Routing Hybrid Wireless Mesh Protocol (HWMP) pada Wireless Mesh Network (WMN) Berdasarkan Standar IEEE 802.11S," *J. SIFO Mikroskil*, vol. 13, no. 1, pp. 43–52, 2012, doi: 10.55601/jsm.v13i1.45