

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam era digital yang terus berkembang, kebutuhan akan infrastruktur jaringan yang andal dan efisien menjadi prioritas utama bagi institusi pendidikan. Labschool Rawamangun, sebagai lembaga pendidikan modern, memiliki sistem jaringan yang dirancang untuk mendukung aktivitas akademik, administrasi, dan operasional yang semakin bergantung pada teknologi. Saat ini, Labschool Rawamangun menggunakan bandwidth internet *dedicated* sebesar 1 Gbps untuk melayani sekitar 2.000 pengguna aktif yang tersebar di empat unit utama: KB-TK, SMP, SMA, dan Badan Pengelola Sekolah (BPS). Sistem jaringan ini didukung oleh topologi tree yang terdiri dari dua router, yaitu router firewall dan DHCP, core switch, distribution switch, access point, dan perangkat *Virtual Local Area Network* (VLAN) yang digunakan untuk segmentasi jaringan di tiap unit dan lantai.

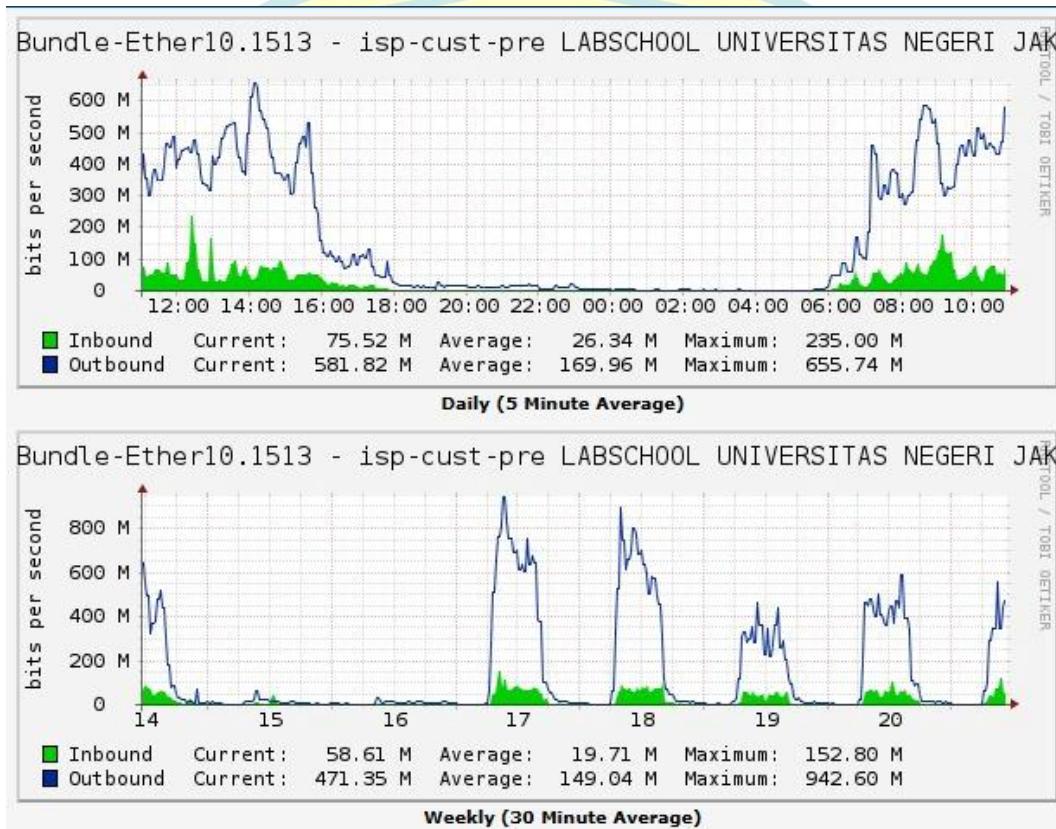
Data yang tercatat juga menunjukkan bahwa jumlah pengguna *online* maksimum pada hari tersebut adalah 1.437, dengan total sesi maksimum sebanyak 40.243, yang menunjukkan adanya lonjakan aktivitas pengguna pada waktu-waktu tertentu. Sementara itu, dalam laporan mingguan, jumlah pengguna *online* maksimum tercatat 2.005, dan total sesi mencapai 83.384, yang menggambarkan intensitas *traffic* tinggi pada hari-hari dengan banyaknya aktivitas pembelajaran atau penggunaan aplikasi.

Type	Created on	Downlink Traffic	Uplink Traffic	Average Bandwidth Usage	Max Online Users	Max Sessions	Action
Daily Report	2025-02-20	1899.67GB	264.94GB	Downlink:167.75Mbps(17.18%) Uplink:23.4Mbps(2.4%)	1437	40243	Details
Compared with Last Daily Report	2025-02-19	1409.68GB +34.76%	199.17GB +33.02%	Downlink:124.48Mbps(12.75%) Uplink:17.59Mbps(1.8%)	1233 +16.55%	37622 +6.97%	Details
Weekly Report	2025-02-10	12936.83GB	1716.68GB	Downlink:163.19Mbps(16.71%) Uplink:21.66Mbps(2.22%)	2005	83384	Details
Compared with Last Weekly Report	2025-02-03	13549.32GB -4.52%	1482.39GB +15.8%	Downlink:170.92Mbps(17.5%) Uplink:18.7Mbps(1.91%)	2055 -2.43%	69938 +19.23%	Details
Monthly Report	2025-01	51584.6GB	5800.39GB	Downlink:151.84Mbps(15.55%) Uplink:17.07Mbps(1.75%)	2181	85311	Details
Compared with Last Monthly Report	2024-12	18755.83GB +175.03%	2551.3GB +127.35%	Downlink:55.21Mbps(5.65%) Uplink:7.51Mbps(0.77%)	1995 +9.32%	133356 -36.03%	Details

Gambar 1.1. Rekap Penggunaan Bandwidth Labschool Rawamangun

Pemantauan penggunaan bandwidth di Labschool Rawamangun dilakukan dengan menggunakan *Multi Router Traffic Grapher* (MRTG), yang memungkinkan

analisis terperinci terhadap konsumsi data. Berdasarkan data yang diperoleh, rata-rata penggunaan bandwidth untuk *downlink* adalah 167,75 Mbps (17,18% dari total bandwidth 1 Gbps), sementara *uplink* tercatat 23,4 Mbps (2,4% dari total bandwidth). Penggunaan *downlink* mendominasi *traffic* karena lebih banyak data yang diunduh dari internet oleh pengguna, sementara *uplink* lebih rendah karena sebagian besar *traffic* adalah konsumsi data keluar yang lebih terbatas. Puncak *traffic* pada *downlink* bisa mencapai 581,82 Mbps, sedangkan *uplink* mencapai 80,84 Mbps pada jam-jam sibuk.



Gambar 1.2. Data *Traffic* Penggunaan Bandwidth Labschool Rawamangun

Grafik penggunaan bandwidth harian dan mingguan yang diperoleh melalui MRTG menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup signifikan. Pada jam sibuk, penggunaan bandwidth cenderung mendekati kapasitas maksimum yang tersedia, sementara pada waktu lainnya, *traffic* relatif rendah dan tidak terpakai sepenuhnya. Pemanfaatan bandwidth ini menunjukkan bahwa meskipun bandwidth 1 Gbps tersedia, pemanfaatannya belum optimal. Hal ini menciptakan peluang untuk pengelolaan *traffic* yang lebih efisien. Menurut Ramadhan (2024), optimalisasi

jaringan meliputi peningkatan kecepatan akses Internet, kapasitas bandwidth yang memadai, dan penerapan teknologi jaringan yang handal.

No.	Name	App Group	Details
1	FileTransfer/QUIC		Details
2	HTTP-VIDEO/TikTok		Details
3	IP-PROTOCOL-GROUP/UDP-TRANSFERS		Details
4	HTTP/Fast		Details
5	FileTransfer/HttpsProtocol		Details
6	HTTP-BROWSE-DETAIL/IT		Details
7	HTTP/AppStoreiTunes		Details
8	Chat/Discord		Details
9	Games/MobileLegends		Details
10	HTTP/HTTP-Single-Threaded		Details
11	SoftwareUpdate/Windows-UPDATE		Details
12	HTTP-VIDEO/FLV		Details
13	Video-APP/CapCut		Details
14	IP-PROTOCOL-GROUP/OTHER-UDP		Details
15	Social-Media/Facebook/Messenger		Details
16	P2P/P2P-DOWNLOAD-FLOW		Details
17	Social-Media/Twitter-Videos		Details
18	Chat/Whatsapp		Details
19	HTTP-VIDEO/Youtube		Details
20	Social-Media/Twitter		Details
21	HTTP-VIDEO/Spotify		Details
22	Chat/Wechat_Msg		Details
23	OnlineStorage/BaiduCloud		Details
24	ProtocolClass/STUN		Details
25	NewsMedia/OperaNews		Details
26	HTTP-VIDEO/Giphy		Details
27	FileTransfer/CloudflareCDN		Details
28	Social-Media/Instagram		Details
29	HTTP-VIDEO/RTCI+		Details
30	Chat/Wechat_Msg		Details
31	Games/Legends		Details
32	Social-applications/wikipedia		Details
33	IP-PROTOCOL-GROUP/UDP-COMMUTE		Details
34	Social-Media/Snapchat		Details
35	HTTP/Googleplay		Details
36	IP-PROTOCOL-GROUP/analyzing_app		Details
37	RFC/ASR		Details
38	WorkOA/MicrosoftOffice365		Details
39	Social-applications/Google		Details
40	Chat/Line		Details
41	HTTP-BROWSE-DETAIL/Videos		Details
42	ProtocolClass/DNS		Details
43	IP-PROTOCOL-GROUP/SYN-ACK		Details
44	HTTP-BROWSE-DETAIL/IT		Details
45	Online_Shopping/Tokopedia		Details
46	Social-applications/LinkedIn		Details
47	HTTP/HTTP-BROWSE		Details
48	SoftwareUpdate/MCafee-UPDATE		Details
49	Online_Shopping/Amazon		Details
50	Mail/Gmail		Details

Gambar 1.3. List Protokol dan Aplikasi di Labschool Rawamangun

Selain itu, aplikasi dan protokol yang mendominasi *traffic* jaringan di Labschool Rawamangun menunjukkan bahwa meskipun 20 protokol teratas sudah berhubungan dengan pendidikan, pemanfaatannya masih belum maksimal. Aplikasi seperti YouTube, TikTok, Instagram, WhatsApp, dan aplikasi untuk *file transfer* seperti QUIC dan HTTPS menyumbang sebagian besar *traffic outbound*, yang berpotensi menghambat kinerja aplikasi pendidikan yang membutuhkan bandwidth lebih stabil dan terjamin.

Penyaringan pengguna dan pengelompokan akses internet menjadi langkah yang perlu diterapkan untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth, dengan memprioritaskan aplikasi pendidikan dan membatasi akses ke aplikasi non-pendidikan. Hal ini didukung oleh penelitian Septuvania & Purnama (2023), yang menyebutkan bahwa jaringan komputer sudah menjadi salah satu kebutuhan penting bagi sebuah instansi pendidikan untuk mendukung berbagai aktivitas di sekolah. Penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2024) juga menyebutkan pentingnya jaringan yang stabil dan infrastruktur TI yang handal di sekolah tidak dapat diabaikan. Jaringan yang cepat dan handal memungkinkan akses tanpa batas

ke sumber daya pendidikan digital seperti platform *e-learning*, database digital, dan aplikasi pendidikan interaktif. Dengan cara ini, *traffic* jaringan bisa lebih terkelola dengan baik, dan akses aplikasi non-pendidikan tidak akan membebani jaringan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mulyanto & Kudratullah (2019), dikatakan bahwa dalam proses manajemen performa jaringan harus mengukur berbagai aspek dari performa jaringan termasuk besar bandwidth yang diperoleh dari ISP yang dapat dikelola. Dengan bandwidth yang ada saat ini, serta rata-rata penggunaan bandwidth yang masih rendah dan adanya perbaikan dalam manajemen pengguna, Labschool Rawamangun memiliki potensi besar untuk menerapkan teknologi Internet of Things (IoT). Penerapan IoT untuk keamanan, seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm, dapat meningkatkan keamanan fisik tanpa mengganggu kinerja jaringan yang ada. Perangkat-perangkat ini ditambahkan untuk meningkatkan keamanan lingkungan fisik sekolah seperti akses ruang terbatas dan pemantauan area strategis. Namun perlu ditegaskan bahwa fokus penelitian ini bukan pada peningkatan keamanan jaringan dari ancaman seperti serangan siber, melainkan pada keamanan fisik lingkungan sekolah melalui integrasi perangkat IoT. Bandwidth yang masih tersedia dan pengelolaan *traffic* yang lebih baik memungkinkan perangkat IoT berfungsi secara optimal dengan menghindari kemacetan jaringan.

Dengan denah topologi jaringan yang sudah ada, Labschool Rawamangun perlu melakukan penyesuaian untuk memastikan bahwa perangkat IoT dapat terhubung dengan baik ke jaringan yang ada tanpa menyebabkan gangguan. Topologi jaringan dan segmentasi VLAN perlu dipertimbangkan untuk mendukung konektivitas IoT, serta memastikan bahwa *traffic* utama tetap berjalan lancar. Menurut Mulyanto & Kudratullah (2019), perancangan infrastruktur jaringan komputer dilakukan sebagai penunjang proses pembelajaran bagi guru dan siswa terhadap ketersediaan akses internet yang memadai yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pembelajaran.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah menentukan desain topologi IoT yang paling sesuai untuk Labschool Rawamangun. Desain ini harus mempertimbangkan kapasitas bandwidth yang ada, serta memastikan bahwa perangkat IoT yang ditambahkan, seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID,

dan sensor gerak dengan alarm, dapat beroperasi dengan baik tanpa mengganggu kinerja jaringan utama. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Obinna John & Aliyu (2024) menunjukkan adanya hubungan positif yang signifikan antara kualitas infrastruktur pendidikan dan prestasi akademik. Sekolah yang memiliki fasilitas yang lebih baik cenderung mencatatkan skor prestasi siswa yang lebih tinggi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Pongoh et al. (2024) disebutkan bahwa penerapan IoT dalam pendidikan memberikan peluang besar untuk memperkaya pengalaman belajar, menjadikannya lebih interaktif dan disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing siswa. Namun, ada beberapa tantangan yang harus dihadapi, seperti kebutuhan akan infrastruktur yang memadai. Penerapan IoT dalam pendidikan telah terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pembelajaran. Misalnya, integrasi perangkat IoT seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm dapat meningkatkan keamanan sekolah, sementara penggunaan perangkat nirkabel memungkinkan akses ke materi pendidikan secara lebih fleksibel. Selain itu, manajemen jaringan yang efektif, termasuk penggunaan router dan server yang tepat, dapat mendukung kebutuhan yang berkembang dalam sebuah institusi pendidikan. Oleh karena itu, implementasi IoT yang direncanakan dengan baik di Labschool Rawamangun diharapkan dapat memberikan solusi efektif untuk permasalahan yang ada dan meningkatkan kualitas layanan pendidikan secara keseluruhan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan strategi quasi-eksperimen berbasis simulasi laboratorium menggunakan Cisco Packet Tracer. Strategi ini dipilih karena mampu membandingkan kondisi jaringan sebelum dan sesudah integrasi perangkat IoT, tanpa harus melakukan pengacakan subjek secara nyata. Pendekatan ini memungkinkan pengujian secara sistematis melalui pengukuran performa teknis seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* menggunakan *Discrete Event Simulation* (DES), sehingga hasil evaluasi dapat merepresentasikan kesiapan infrastruktur jaringan Labschool Rawamangun dalam mendukung implementasi teknologi IoT secara efisien.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini berfokus pada beberapa masalah utama yang perlu diidentifikasi dan diatasi, yaitu:

1. Jaringan yang ada belum teruji untuk menangani penerapan perangkat IoT yang dapat meningkatkan beban *traffic* secara signifikan, terutama dengan perangkat IoT yang berfokus pada keamanan seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm.
2. Kurangnya optimasi dalam pengelolaan *traffic* perangkat IoT, khususnya perangkat yang digunakan untuk tujuan keamanan, dapat menyebabkan *bottleneck* dan mengganggu kinerja layanan jaringan yang sudah ada.
3. Belum adanya simulasi dan pengujian yang memadai, seperti menggunakan Cisco Packet Tracer, untuk memastikan bahwa jaringan mampu mendukung perangkat IoT yang berfokus pada keamanan tanpa mengurangi kualitas layanan bagi pengguna lain.

1.3. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini diperlukan untuk menjaga fokus dan cakupan penelitian agar tetap jelas dan terarah. Batasan masalahnya yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis performa jaringan Labschool Rawamangun dengan kapasitas bandwidth 1 Gbps, yang disimulasikan menggunakan Cisco Packet Tracer versi 8.2.2, untuk menguji kesiapan dalam mendukung penerapan perangkat IoT.
2. Perangkat IoT yang digunakan dalam simulasi mencakup perangkat-perangkat berbasis keamanan fisik seperti CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm, namun evaluasi performa jaringan dilakukan secara menyeluruh terhadap seluruh infrastruktur jaringan yang ada, termasuk segmentasi VLAN dan interaksi antar perangkat jaringan *existing*.
3. Penelitian ini tidak membahas aspek keamanan jaringan (*cybersecurity*) seperti firewall, enkripsi, atau perlindungan terhadap serangan, melainkan difokuskan pada integrasi perangkat IoT untuk tujuan peningkatan keamanan lingkungan fisik sekolah, serta dampaknya terhadap performa jaringan secara umum.

4. Simulasi yang dilakukan dalam penelitian ini bersifat eksperimental dan berbasis laboratorium menggunakan mode simulation di Cisco Packet Tracer versi 8.2.2, sehingga hasilnya bersifat estimasi dan digunakan sebagai acuan sebelum implementasi nyata di Labschool Rawamangun.

1.4. Perumusan Masalah

Berikut adalah perumusan masalah berdasarkan identifikasi masalah yang telah dibuat:

1. Bagaimana kesiapan jaringan Labschool Rawamangun dengan kapasitas bandwidth 1 Gbps dalam mendukung penerapan perangkat IoT yang berfokus pada keamanan, seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm, tanpa mengganggu kinerja aplikasi pendidikan dan operasional lainnya?
2. Apa pengaruh penerapan perangkat IoT yang berfokus pada keamanan terhadap kestabilan jaringan dan pengelolaan bandwidth di Labschool Rawamangun?
3. Bagaimana performa jaringan Labschool Rawamangun setelah penerapan perangkat IoT yang berfokus pada keamanan, berdasarkan simulasi yang dilakukan menggunakan Cisco Packet Tracer?

1.5. Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan penelitian yang sesuai dengan perumusan masalah yang telah dibuat:

1. Menganalisis performa jaringan Labschool Rawamangun dengan bandwidth 1 Gbps dalam mendukung penerapan perangkat IoT. Analisis ini akan dilakukan menggunakan simulasi dengan Cisco Packet Tracer versi 8.2.2 untuk mensimulasikan skenario penggunaan jaringan berdasarkan kondisi nyata di Labschool Rawamangun.
2. Menambahkan dan melakukan integrasi perangkat IoT yang berfokus pada keamanan ke dalam jaringan Labschool Rawamangun, dan menganalisis pengaruhnya terhadap kestabilan jaringan dan pengelolaan bandwidth.

3. Mengukur performa jaringan setelah penerapan perangkat IoT yang berfokus pada keamanan terhadap efisiensi operasional jaringan Labschool Rawamangun melalui simulasi.

1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat yang diharapkan dapat memberikan solusi alternatif yang nyata bagi Labschool Rawamangun, antara lain:

1. Meningkatkan Kesiapan Jaringan Labschool Rawamangun dalam Mendukung Teknologi IoT

Penelitian ini akan memberikan gambaran yang jelas mengenai kesiapan jaringan Labschool Rawamangun dalam mendukung penerapan perangkat IoT, khususnya perangkat yang berfokus pada keamanan, seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm. Hal ini akan membantu Labschool Rawamangun untuk lebih siap dalam mengintegrasikan IoT tanpa mengganggu kinerja jaringan yang ada.

2. Optimalisasi Pengelolaan Bandwidth

Dengan melakukan analisis terhadap performa jaringan dan pengelolaan bandwidth, penelitian ini akan memberikan rekomendasi praktis untuk mengoptimalkan penggunaan bandwidth di Labschool Rawamangun. Manfaatnya, pengelolaan bandwidth dapat lebih efisien, sehingga dapat mendukung kegiatan pembelajaran secara lebih optimal, terutama di jam-jam sibuk, serta mengurangi kemacetan jaringan.

3. Peningkatan Efisiensi Operasional Jaringan

Penelitian ini dapat membantu Labschool Rawamangun dalam mengevaluasi dampak dari penerapan IoT terhadap efisiensi operasional jaringan. Dengan hasil simulasi yang dilakukan, rekomendasi untuk perbaikan dan penyesuaian jaringan dapat meningkatkan kestabilan dan kinerja jaringan, serta memastikan bahwa perangkat IoT dapat terintegrasi dengan baik tanpa mengganggu kualitas layanan.

4. Memberikan Panduan Implementasi IoT yang Berkelanjutan

Penelitian ini memberikan panduan teknis tentang bagaimana penerapan perangkat IoT yang berfokus pada keamanan dapat dilakukan dengan lancar.

Dengan mengidentifikasi potensi kendala dan solusi dalam penerapan IoT, penelitian ini berpotensi memberi rekomendasi yang dapat diimplementasikan secara berkelanjutan di masa depan.

5. Meningkatkan Keamanan Fisik dan Digital di Labschool Rawamangun

Melalui penerapan IoT seperti kamera CCTV, *smart door* dengan RFID, dan sensor gerak dengan alarm, penelitian ini juga akan membantu meningkatkan keamanan fisik di Labschool Rawamangun. Ini sangat penting untuk menjaga keamanan lingkungan sekolah sekaligus mendukung kelancaran proses pembelajaran dan operasional lainnya.

