

# ***Optimalisasi Jaringan Fiber Optic Antar Gedung untuk Meningkatkan Stabilitas Koneksi Internet dan Kemandirian Pengelolaan Infrastruktur Digital di MA Al-Ihsan Boarding School***

Mochamad Susantok<sup>1</sup>, Hamid Azwar<sup>1</sup>, Wiwin Styorini<sup>2</sup>, Cyntia Widiyari<sup>2</sup>, Muhammad Diono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi Jurusan Teknologi Industri, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari No. 1 Rumbai, Pekanbaru, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi Jurusan Teknologi Industri, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umbansari No. 1 Rumbai, Pekanbaru, Indonesia

**Abstract**— *This community service project aims to enhance the stability and performance of the internet infrastructure at MA Al-Ihsan Boarding School through the implementation of a fiber optic (FO) backbone between buildings and wireless network optimization. Prior to the intervention, the inter-building connection relied on wireless links, resulting in unstable connectivity, limited bandwidth (28.5 Mbps download), and service interruptions that affected academic and administrative digital systems. The project was conducted through five stages: needs assessment, network design, technical implementation, training and mentoring, and performance evaluation. A 200-meter single-mode FO backbone was deployed to connect the Kuwait Dormitory building using a Fiber-to-the-Building (FTTB) scheme. Additionally, wireless optimization was carried out in the Darul Ihsan Mosque through structured cell planning and non-overlapping channel configuration (1, 6, and 11). Performance evaluation showed a significant improvement in download speed become 157 Mbps or 4.5 times increase, and upload speed improvement from 17.4 Mbps to 53.8 Mbps, and reduced latency from 18 ms to 15 ms. Wi-Fi coverage in the mosque increased from approximately 60% to 100% of the entire mosque. In addition to improved network performance, training provided to two IT staff members at the partner organization raised the average competency score from 66.9 to 82.5, with the perceived level of autonomy in infrastructure management reaching 80%. The results of the initiative demonstrate that the implementation of technology, coupled with knowledge transfer, is effective in enhancing network service quality while supporting sustainable autonomy in digital infrastructure management.*

**Abstrak**— *Proyek pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan stabilitas dan performa infrastruktur internet di MA Al-Ihsan Boarding School melalui implementasi backbone serat optik (FO) antar gedung dan optimasi jaringan nirkabel. Sebelum intervensi dilakukan, koneksi antar gedung mengandalkan tautan nirkabel yang mengakibatkan konektivitas tidak stabil, bandwidth terbatas (unduh 28,5 Mbps), serta gangguan layanan yang memengaruhi sistem digital akademik dan administratif. Proyek ini dilaksanakan melalui lima tahapan yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan jaringan, implementasi teknis, pelatihan dan pendampingan, serta evaluasi kinerja. Sebuah backbone FO single-mode sepanjang 200 meter digelar untuk menghubungkan gedung Asrama Kuwait menggunakan skema Fiber-to-the-Building (FTTB). Selain itu, optimasi nirkabel dilakukan di Masjid Darul Ihsan melalui perencanaan sel terstruktur dan konfigurasi saluran yang tidak tumpang tindih (non-overlapping channel 1, 6, dan 11). Hasil evaluasi kinerja menunjukkan peningkatan signifikan pada kecepatan unduh menjadi 157 Mbps atau 4,5 kali lipat dari sebelumnya, dan peningkatan kecepatan unggah dari 17,4 Mbps menjadi 53,8 Mbps, serta fluktuasi koneksi menurun dari 18 ms menjadi 15 ms. Cakupan Wi-Fi di masjid juga meningkat dari sekitar 60% menjadi cakupan penuh atau 100% pada seluruh area masjid. Selain peningkatan performa jaringan, pelatihan kepada dua staf TI mitra meningkatkan nilai kompetensi rata-rata dari 66,9 menjadi 82,5, dengan tingkat persepsi kemandirian pengelolaan infrastruktur mencapai 80%. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa implementasi teknologi yang disertai transfer pengetahuan efektif dalam meningkatkan kualitas layanan jaringan sekaligus mendukung kemandirian pengelolaan infrastruktur digital secara berkelanjutan.*

**Kata Kunci**— *Infrastruktur Internet, Fiber Optic, Fiber-to-the-Building, Cell Planning, Kemandirian Pengelolaan.*

## I. PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam sektor pendidikan telah menjadi kebutuhan strategis dalam meningkatkan kualitas layanan akademik dan administrasi. Institusi pendidikan berbasis pesantren, termasuk MA Al-Ihsan Boarding School, mulai mengintegrasikan berbagai sistem informasi berbasis web untuk mendukung proses pembelajaran, manajemen akademik, serta tata kelola kelembagaan. Saat ini, lebih dari sepuluh sistem informasi digunakan secara aktif dalam operasional harian sekolah. Ketergantungan terhadap sistem digital tersebut menuntut tersedianya infrastruktur jaringan yang stabil, andal, dan berkapasitas memadai.

Namun, hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa konektivitas antar-gedung di lingkungan MA Al-Ihsan Boarding School masih mengandalkan backbone nirkabel (Wi-Fi) yang rentan terhadap interferensi, fluktuasi bandwidth, serta keterbatasan kapasitas transmisi (YWIR, 2025). Kondisi ini menyebabkan kecepatan akses internet di beberapa gedung hanya mencapai rata-rata 28,5 Mbps, dengan latency yang relatif tinggi dan sering terjadi putus koneksi. Dampak langsung dari kondisi tersebut adalah terganggunya aktivitas penginputan data akademik, pengelolaan administrasi santri, serta layanan digital lainnya, khususnya di Gedung Asrama Kuwait dan Masjid Darul Ihsan yang memiliki intensitas penggunaan tinggi.

Permasalahan tersebut tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berkaitan dengan keberlanjutan ekosistem digital lembaga pendidikan berbasis asrama yang memerlukan konektivitas stabil sepanjang waktu. Ketidakstabilan jaringan berpotensi menurunkan efektivitas layanan pendidikan dan menghambat optimalisasi sistem informasi yang telah dikembangkan. Oleh karena itu, diperlukan intervensi infrastruktur yang lebih robust melalui implementasi backbone *fiber optic* (FO) antar gedung serta penataan ulang jaringan nirkabel berbasis perencanaan sel (*cell planning*).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengoptimalkan infrastruktur jaringan antar-gedung melalui penerapan skema *Fiber to the Building* (FTTB) serta peningkatan kualitas cakupan Wi-Fi di area publik. Selain peningkatan performa teknis, kegiatan ini juga menekankan pada transfer pengetahuan kepada mitra agar mampu mengelola dan memelihara infrastruktur jaringan secara mandiri dan berkelanjutan. Kemandirian pengelolaan jaringan dalam kegiatan ini didefinisikan sebagai kemampuan staf sekolah dalam melakukan monitoring, identifikasi gangguan, serta pemeliharaan dasar perangkat jaringan tanpa ketergantungan penuh kepada pihak eksternal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Fiber optic (FO) merupakan media transmisi berbasis cahaya yang memiliki keunggulan signifikan dibandingkan media tembaga maupun koneksi nirkabel, khususnya dalam hal kapasitas bandwidth, kecepatan transmisi, serta ketahanan terhadap interferensi elektromagnetik. Teknologi ini sangat sesuai untuk implementasi jaringan antar gedung pada lingkungan

pendidikan yang membutuhkan konektivitas stabil dan berkelanjutan. Penggunaan FO sebagai backbone jaringan telah banyak diterapkan pada lingkungan kampus dan institusi pendidikan untuk mengatasi keterbatasan koneksi nirkabel jarak menengah hingga jauh.

Untuk koneksi antar gedung, kabel fiber optic single-mode umumnya dipilih karena memiliki redaman rendah dan mampu mempertahankan kualitas sinyal pada jarak ratusan meter hingga beberapa kilometer. Implementasi FO pada skema *Fiber to the Building* (FTTB) memungkinkan distribusi bandwidth yang lebih konsisten ke setiap gedung, sekaligus mengurangi bottleneck yang sering terjadi pada backbone nirkabel berbasis shared medium. Integrasi jaringan FO dengan jaringan lokal memerlukan perangkat aktif seperti gigabit switch dan media converter untuk menjembatani sinyal optik dan elektrik, sehingga dapat diakses oleh perangkat pengguna akhir (Ramaswami & Sivarajan, 2002).

Perancangan jaringan antar gedung memerlukan topologi yang tidak hanya efisien, tetapi juga mudah dikelola dan dikembangkan. Topologi extended star merupakan pengembangan dari topologi star konvensional, di mana satu node pusat terhubung ke beberapa node distribusi yang kemudian melayani perangkat akses akhir (Watanabe & Okawa, 2006). Topologi ini banyak diterapkan pada lingkungan pendidikan karena mempermudah proses manajemen jaringan, isolasi gangguan, serta memungkinkan skalabilitas infrastruktur di masa depan.

Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, penggunaan topologi extended star mendukung pendekatan peningkatan infrastruktur secara bertahap sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan mitra. Apabila terjadi gangguan pada salah satu segmen jaringan, dampaknya tidak akan memengaruhi keseluruhan sistem, sehingga tingkat keandalan layanan tetap terjaga.

Meskipun backbone FO mampu menyediakan konektivitas berkecepatan tinggi, kualitas layanan jaringan di sisi pengguna tetap sangat dipengaruhi oleh desain jaringan nirkabel. Pada area publik berskala besar seperti masjid atau aula, perencanaan jaringan nirkabel yang tidak tepat dapat menyebabkan dead zone, interferensi kanal, serta penurunan throughput ketika jumlah pengguna meningkat. Oleh karena itu, pendekatan cell planning menjadi aspek krusial dalam optimalisasi jaringan Wi-Fi.

Cell planning bertujuan untuk menentukan jumlah, posisi, dan konfigurasi access point berdasarkan luas area, hambatan fisik bangunan, serta pola kepadatan pengguna. Pada pita frekuensi 2.4 GHz, penggunaan kanal non-overlapping seperti kanal 1, 6, dan 11 direkomendasikan untuk meminimalkan interferensi antar access point (Catedra & Perez Jesus, 1999). Pengaturan kanal yang tepat berkontribusi langsung terhadap peningkatan stabilitas koneksi dan kualitas layanan jaringan nirkabel (Shengzhong Zhang et al., 2023). Selain pengaturan kanal juga penempatan posisi access point sangat menentukan cakupan sinyal dalam ruang kelas atau ruang publik seperti masjid (Ramayanti & Saputra, 2025).

Evaluasi performa jaringan merupakan bagian penting dalam memastikan keberhasilan implementasi infrastruktur. Parameter utama yang umum digunakan meliputi kecepatan

download dan upload, latency, serta throughput. Penggunaan alat bantu seperti WiFi Analyzer memungkinkan pemetaan kekuatan sinyal dan identifikasi potensi gangguan frekuensi pada jaringan nirkabel (Jivthesh et al., 2022). Selain itu, fitur monitoring trafik pada perangkat jaringan, seperti real-time traffic monitoring pada router atau switch, membantu administrator dalam melakukan pemeliharaan dan troubleshooting secara berkelanjutan (Styorini et al., 2024). Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, proses monitoring tidak hanya bertujuan untuk menilai keberhasilan teknis, tetapi juga sebagai sarana transfer pengetahuan kepada mitra agar mampu melakukan evaluasi mandiri terhadap infrastruktur jaringan yang telah dibangun.

### III. METODE

Pelaksanaan kegiatan ini dibagi menjadi lima tahapan utama:

1. Identifikasi Kebutuhan: Survei lapangan untuk mengukur jarak kabel dan hambatan teknis.
2. Perancangan Jaringan: Desain topologi backbone FO dan analisis cell planning untuk area masjid.
3. Implementasi Teknis: Penarikan kabel FO sejauh 200 meter, terminasi kabel, serta pemasangan switch dan access point tambahan.
4. Evaluasi: Uji performansi melalui speedtest dan pengamatan latency.
5. Pelatihan dan Pendampingan: Edukasi kepada 2 orang staf TI mitra mengenai manajemen perangkat dan troubleshooting dasar. Pelaksanaan metode ini berupa kegiatan langsung di lapangan baik saat installasi, pengujian dan monitoring. Materi yang diberikan meliputi :
  - a. Pengenalan topologi jaringan
  - b. Pengecekan konektivitas FO
  - c. Troubleshooting dasar dan pengaturan kanal pada access point
  - d. Backup konfigurasi perangkat

Kegiatan langsung di lapangan dilakukan dengan metode demonstrasi dan praktik lapangan. Sedangkan evaluasi dilakukan dengan cara diskusi dan tanya jawab saat praktik dilapangan.

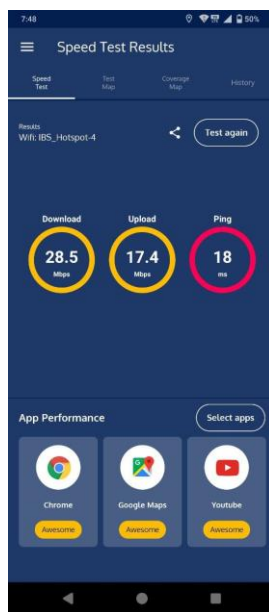
### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan dimulai dengan koordinasi bersama pengurus Yayasan Wakaf Al-Ihsan Riau (YWIR) pada 25 Juli 2025. Tim merancang jaringan FTTB (Fiber to the Building) dari Gedung Arab Saudi ke Gedung Kuwait sepanjang 200 meter menggunakan kabel single mode. Instalasi dilakukan pada 16 Agustus 2025 dengan menempatkan kabel pada tiang listrik yang sudah ada. Untuk area masjid, dilakukan penambahan tiga wireless router (WR) di sisi kanan dan kiri mimbar serta area belaka dengan menggunakan saluran (channel) 1, 6, dan 11 untuk menghindari interferensi frekuensi.

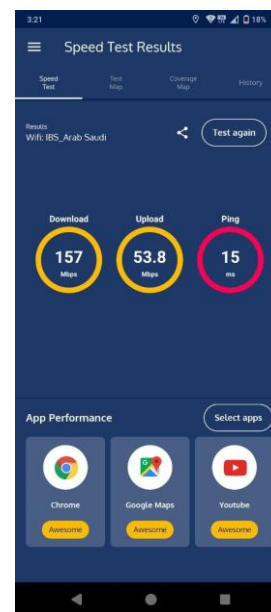
Hasil pengujian menunjukkan peningkatan performa yang sangat signifikan seperti terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 1. Kecepatan download di Gedung Kuwait meningkat dari 28,5 Mbps menjadi 157 Mbps (4,5 kali lipat), sementara kecepatan upload juga meningkat dua kali lipat. Latency mengalami penurunan sebesar 2ms, yang menandakan koneksi lebih stabil. Di Masjid Darul Ihsan, cakupan sinyal yang sebelumnya hanya 60% kini mencapai 100% area masjid, dengan throughput mencapai 178 Mbps pada kondisi normal seperti terlihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Perbandingan Performa Jaringan

Parameter	Sebelum (WiFi)	Sesudah (FO)
Kecepatan Download	28,5 Mbps	157 Mbps
Kecepatan Upload	17,4 Mbps	53,8 Mbps
Latency	18 ms	15 ms

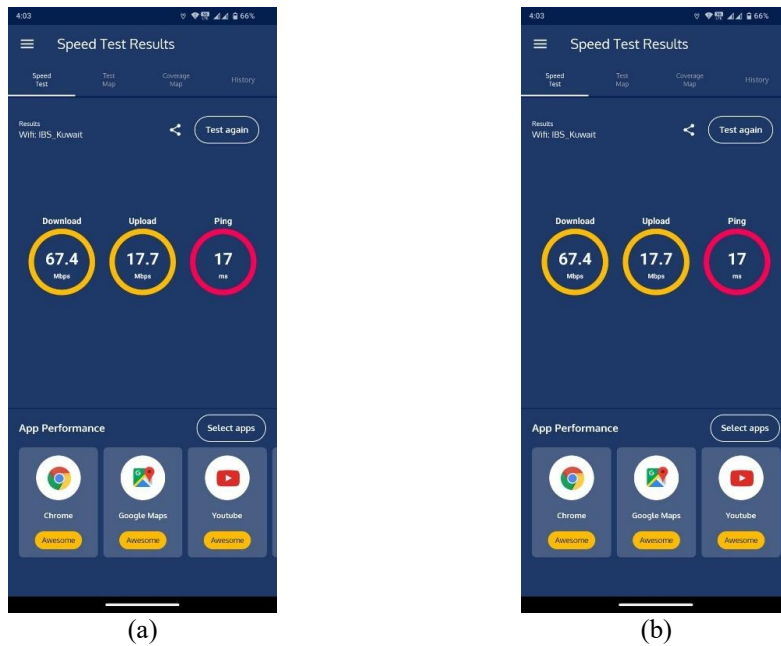


(a)



(b)

Gambar 1. Perbandingan kecepatan akses (a) sebelum dan (b) sesudah FO pada Gedung Kuwait



Gambar 2. Pengujian koneksi WiFi di Masjid Darul Ihsan (a) kondisi ramai pengguna (b) kondisi normal

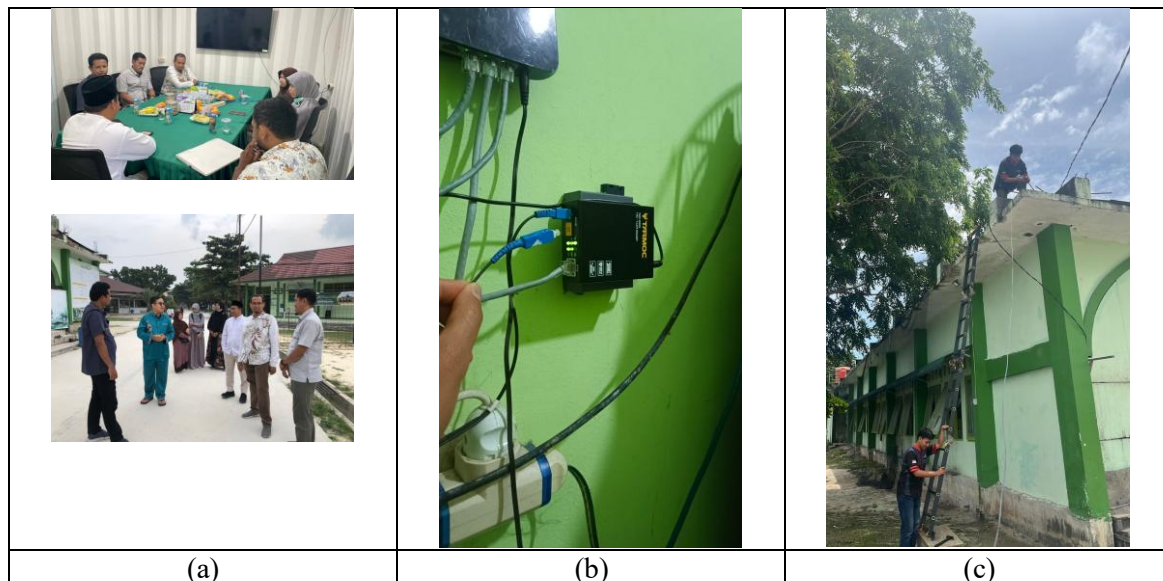
Kegiatan pelatihan dan pendampingan seperti terlihat pada Gambar 3 berikut yang menunjukkan (a) pengenalan topologi jaringan dan tinjauan konektivitas FO (b) pelatihan konfigurasi pada access point dan LAN, serta (c) troubleshooting dasar pada jaringan FO dan backup jaringan. Dua staf TI sebagai peserta pelatihan ini diberi tanggung jawab pada bagian infrastruktur dan topologi serta bagian monitoring dan konfigurasi router. Secara keseluruhan materi seperti yang tertuang di bagian metode telah tersampaikan dengan baik dengan nilai rata-rata 82,5 seperti terperinci pada Tabel 2 hasil evaluasi pelatihan. Sedangkan persepsi mitra dalam kemandirian pengelolaan setelah kegiatan pelatihan mencapai rata-rata 80%, yang menunjukkan tingkat kemandirian pengelolaan infrastruktur yang baik.

Tabel 2. Evaluasi Pelatihan Staf TI

Kompetensi	Score Evaluasi			
	Sebelum		Setelah	
	Staf 01	Staf 02	Staf 01	Staf 02
Memahami topologi jaringan	70	40	90	60
Monitoring jaringan	85	60	100	80
Troubleshooting dasar	60	60	80	70
Backup Konfigurasi	80	80	90	90
<b>Rata-rata</b>	<b>66,9</b>		<b>82,5</b>	

Tabel 3. Evaluasi Persepsi Mitra

Pernyataan	Setuju
Mampu memonitor jaringan	90%
Mampu identifikasi gangguan	70%
Mampu restart dan konfigurasi perangkat	80%
<b>Rata-Rata</b>	<b>80%</b>



Gambar 3. Kegiatan pelatihan di lapangan (a) pengenalan topologi WLAN (b) konfigurasi dasar router dan FO (c) troubleshooting jaringan FO

#### V. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini telah berhasil mengoptimalkan infrastruktur digital di MA Al-Ihsan melalui implementasi backbone fiber optic dan penataan access point. Optimalisasi ini secara langsung meningkatkan kecepatan internet hingga 4,5 kali lipat dan memperluas cakupan sinyal di area publik pesantren. Melalui transfer pengetahuan yang diberikan, hasil evaluasi menunjukkan peningkatan kompetensi staf TI mitra dalam monitoring jaringan, troubleshooting dasar, dan pengelolaan perangkat jaringan sehingga mendukung kemandirian pengelolaan infrastruktur digital secara berkelanjutan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Caltex Riau yang telah mendanai kegiatan ini melalui anggaran Tahun 2025, serta kepada pihak Yayasan Wakaf Al-Ihsan Riau atas kerja sama dan dukungannya selama pelaksanaan kegiatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Catedra, M. F., & Perez Jesus. (1999). *Cell Planning for Wireless Communications*. Artech House, Inc., United States.
- Jivthesh, M. R., Gaushik, M. R., Adarsh, P., Niranga, G. H., & Rao, N. S. (2022). A Comprehensive survey of WiFi Analyzer Tools. *2022 IEEE 3rd Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/GCAT55367.2022.9972040>
- Ramaswami, R., & Sivarajan, K. N. (2002). *Optical Network: A Practical Perspective* (R. Adams, Ed.). Morgan Kaufmann Elsevier.

- Ramayanti, D., & Saputra, V. (2025). Optimasi Infrastruktur Wi-Fi dan Manajemen Bandwidth di Sekolah Menengah Pertama Menggunakan Teknologi Mikrotik. *Arcitech: Journal of Computer Science and Artificial Intelligence*, 5(1), 1–17. <https://doi.org/10.29240/arcitech.v5i1.12408>
- Shengzhong Zhang, Lei Yu, & Yinqian Cheng. (2023). 2.4GHz Wireless Local Area Network Optimization in University Dormitory Buildings. *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, 6(7). <https://doi.org/10.25236/AJETS.2023.060702>
- Styorini, W., Azwar, H., & Mochammad Susantok. (2024). Implementasi Firewall Pada Laboratorium Jaringan Komputer SMAIT AL-ITTIHAD. *JITER-PM (Jurnal Inovasi Terapan - Pengabdian Masyarakat)*, 2(1), 38–44. <https://doi.org/10.35143/jiter-pm.v2i1.6162>
- Watanabe, S., & Okawa, S. (2006). An extended star graph: a proposal of a new network topology and its fundamental properties. *International Journal of Computational Science and Engineering*, 2(1/2), 32. <https://doi.org/10.1504/IJCSE.2006.009932>
- YWIR. (2025, June 1). *Sejarah IBS*. <https://www.ibs.sch.id/sejarah>