



## Optimalisasi Jaringan Internet Sekolah dengan Fiber Optic, UTP Cat 6, dan VLAN

Budi Sunaryo<sup>1</sup>, Khairil Hamdi<sup>2</sup>, Muhammad Ilhamdi Rusydi<sup>3</sup>, Ariadi Hazmi<sup>4</sup>, Yuhefizar<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

<sup>2</sup>Sistem Informasi, STMIK Jayanusa

<sup>1,3,4</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas

<sup>5</sup>Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

[budi.sunaryo@bunghatta.ac.id](mailto:budi.sunaryo@bunghatta.ac.id)

### Abstract

*The use of the internet in schools has become essential to support teaching and learning activities, but issues such as uneven network distribution and suboptimal performance often arise. This study aims to address these problems by implementing Fiber Optic, UTP Cat 6, and Virtual Local Area Network (VLAN) technologies to enhance the stability and speed of the school's internet network. Using the Network Development Life Cycle (NDLC) method, which includes analysis, design, simulation, implementation, and monitoring phases, the study results showed a 30% increase in network throughput and a reduction in average latency by 15%. Additionally, the VLAN configuration successfully separated data traffic, improving the security and efficiency of the network. The network was able to support more than 1000 users with stable performance. In conclusion, the implementation of these technologies significantly optimized the school's internet network and can serve as a technical guide for other schools seeking to improve their network quality.*

*Keywords: Fiber Optic, UTP Cat 6, VLAN, School Internet Network, Network Development Life Cycle*

### Abstrak

Penggunaan internet di sekolah menjadi kebutuhan utama dalam mendukung kegiatan belajar mengajar, namun masalah distribusi jaringan yang tidak merata dan performa yang tidak optimal sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan menerapkan teknologi Fiber Optic, UTP Cat 6, dan Virtual Local Area Network (VLAN) guna meningkatkan stabilitas dan kecepatan jaringan internet di sekolah. Dengan metode Network Development Life Cycle (NDLC), yang mencakup tahap analisis, desain, simulasi, implementasi, dan monitoring, hasil penelitian menunjukkan peningkatan performa jaringan dengan throughput meningkat sebesar 30% dan latency berkurang hingga 15%. Selain itu, konfigurasi VLAN berhasil memisahkan lalu lintas data, sehingga meningkatkan keamanan dan efisiensi jaringan. Jaringan yang dibangun mampu mendukung lebih dari 1000 pengguna dengan performa yang stabil. Kesimpulannya, penerapan teknologi ini secara signifikan berhasil mengoptimalkan jaringan internet sekolah dan dapat dijadikan panduan teknis bagi sekolah-sekolah lain yang ingin meningkatkan kualitas jaringan mereka.

Kata kunci: Fiber Optic, UTP Cat 6, VLAN, Jaringan Internet Sekolah, Network Development Life Cycle

### 1. Pendahuluan

Teknologi internet telah berkembang pesat dan memberikan dampak signifikan di berbagai sektor, termasuk pendidikan [1]. Di sekolah-sekolah, penggunaan internet sangat penting untuk memfasilitasi akses terhadap berbagai sumber daya pembelajaran digital, seperti materi pelajaran, video edukasi, dan perangkat lunak pembelajaran [2]. Fenomena ini memperlihatkan bagaimana internet menjadi alat utama dalam mendukung proses belajar mengajar yang lebih efektif dan interaktif [3]. Selain itu, internet juga memungkinkan guru dan siswa untuk berkolaborasi secara online, membagikan informasi, serta mengakses materi pembelajaran secara real-time [4]. Oleh karena itu, konektivitas internet yang stabil dan cepat di

lingkungan sekolah sangat diperlukan untuk menunjang kegiatan pendidikan modern [5].

Namun, di beberapa sekolah, sering kali ditemui masalah dalam distribusi jaringan internet yang tidak merata [6]. Masalah ini dapat disebabkan oleh infrastruktur jaringan yang kurang optimal, seperti penggunaan kabel yang tidak sesuai standar atau ketidakmampuan perangkat jaringan dalam menangani jumlah pengguna yang banyak [7]. Selain itu, manajemen jaringan yang kurang baik juga dapat mengakibatkan lambatnya koneksi internet, yang berdampak pada terganggunya proses belajar-mengajar [8]. Akibatnya, siswa dan guru tidak bisa mendapatkan akses internet secara efektif untuk mendukung kegiatan pembelajaran mereka [9]. Kondisi ini menjadi perhatian

penting dalam pengembangan teknologi informasi di sekolah-sekolah [9].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penerapan teknologi seperti fiber optic dan VLAN dapat meningkatkan performa jaringan internet di berbagai institusi [10]. Fiber optic terbukti mampu memberikan kecepatan internet yang tinggi dan stabil, sementara VLAN dapat memisahkan lalu lintas data secara logis, sehingga meningkatkan keamanan dan efisiensi jaringan [10]. Selain itu, implementasi Quality of Service (QoS) juga memainkan peran penting dalam mengelola lalu lintas jaringan untuk memastikan bahwa kebutuhan setiap jenis layanan terpenuhi dengan baik, terutama dalam lingkungan yang padat seperti sekolah, di mana berbagai jenis lalu lintas data harus diatur secara optimal [11]. Studi-studi lain juga menyebutkan bahwa penggunaan kabel UTP berkualitas tinggi, seperti UTP Cat 6, dapat mempercepat transfer data, terutama di lingkungan sekolah yang membutuhkan akses cepat dan andal [12]. Penelitian-penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi yang tepat dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kualitas jaringan internet di sekolah [13].

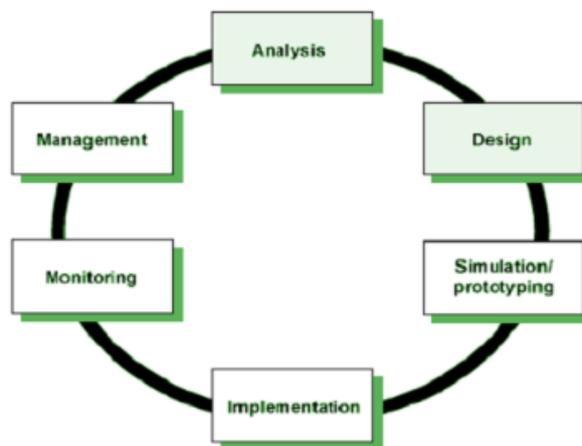
Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah penerapan fiber optic, UTP Cat 6, dan Virtual Local Area Network (VLAN) dalam sistem jaringan sekolah. Fiber optic dipilih karena kemampuannya untuk mentransmisikan data dengan cepat dan tanpa gangguan, sedangkan UTP Cat 6 menawarkan stabilitas koneksi yang lebih baik dibandingkan jenis kabel lainnya. Selain itu, penggunaan VLAN memungkinkan pemisahan lalu lintas jaringan berdasarkan fungsinya, yang membantu meminimalisir gangguan dan meningkatkan keamanan data. Kombinasi teknologi ini diharapkan dapat mengatasi masalah distribusi jaringan internet di sekolah secara efektif dan efisien.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan jaringan internet di sekolah melalui penerapan teknologi fiber optic, UTP Cat 6, dan VLAN. Penelitian ini berfokus pada peningkatan kecepatan, stabilitas, dan keamanan jaringan internet agar dapat mendukung seluruh kebutuhan pengguna, baik siswa maupun guru. Dengan adanya implementasi ini, diharapkan proses belajar-mengajar di sekolah dapat berjalan lebih lancar, tanpa terkendala oleh masalah jaringan yang lambat atau tidak merata. Penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan panduan teknis bagi sekolah dalam mengembangkan infrastruktur jaringan yang lebih handal dan sesuai dengan kebutuhan modern.

## 2. Metode Penelitian

Gambar 1 menggambarkan siklus Network Development Life Cycle (NDLC), sebuah pendekatan sistematis yang digunakan dalam pengembangan dan optimalisasi jaringan, yang sangat relevan dengan penelitian mengenai "Optimalisasi Jaringan Internet Sekolah dengan Fiber Optic, UTP Cat 6, dan VLAN" [14]. Siklus ini terdiri dari enam tahap utama: Analysis,

Design, Simulation/Prototyping, Implementation, Monitoring, dan Management [15]. Tahap pertama, analisis, berfokus pada identifikasi kebutuhan jaringan dan permasalahan yang ada di sekolah, seperti distribusi internet yang tidak merata dan kecepatan yang lambat [16]. Berdasarkan analisis ini, tahapan desain dilakukan untuk merancang infrastruktur jaringan yang optimal, termasuk pemilihan perangkat dan teknologi yang sesuai seperti fiber optic, UTP Cat 6, dan VLAN [17].



Gambar 1. Network Development Life Cycle

Tahapan berikutnya, simulasi dan prototyping, melibatkan uji coba sistem yang telah dirancang untuk memastikan bahwa desain yang dipilih dapat berfungsi sesuai kebutuhan [18]. Implementasi kemudian dilakukan dengan menerapkan desain tersebut secara nyata di lingkungan sekolah [19]. Setelah implementasi, tahap monitoring bertujuan untuk memastikan bahwa jaringan beroperasi dengan stabil, melakukan pengawasan terhadap kinerja perangkat, serta melakukan penyesuaian jika diperlukan [20]. Terakhir, manajemen menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan dan efektivitas sistem jaringan ini, memastikan bahwa teknologi yang digunakan dapat berkembang seiring dengan kebutuhan sekolah di masa depan [21]. Dengan siklus NDLC ini, penelitian bertujuan untuk mencapai optimalisasi jaringan internet yang handal dan mendukung kegiatan pembelajaran di sekolah [22].

### 2.1 Analisis

Peta lokasi pada Gambar 2 menampilkan area SMA Negeri 16 Padang yang dikelilingi oleh pemukiman dan jalan utama. Sekolah ini memiliki beberapa gedung yang tersebar di dalam kompleks, dengan titik pusat yang ditandai oleh pin lokasi. Batas wilayah sekolah ditandai dengan garis kuning, menunjukkan bahwa sekolah ini memiliki area yang cukup luas, mencakup berbagai bangunan untuk keperluan akademis dan non-akademis. Akses ke sekolah ini terlihat cukup strategis dengan jalan yang menghubungkannya ke berbagai area di sekitarnya, yang kemungkinan memudahkan mobilitas siswa dan staf. Secara keseluruhan, peta ini memberikan

gambaran jelas tentang tata letak sekolah dan lingkungannya.



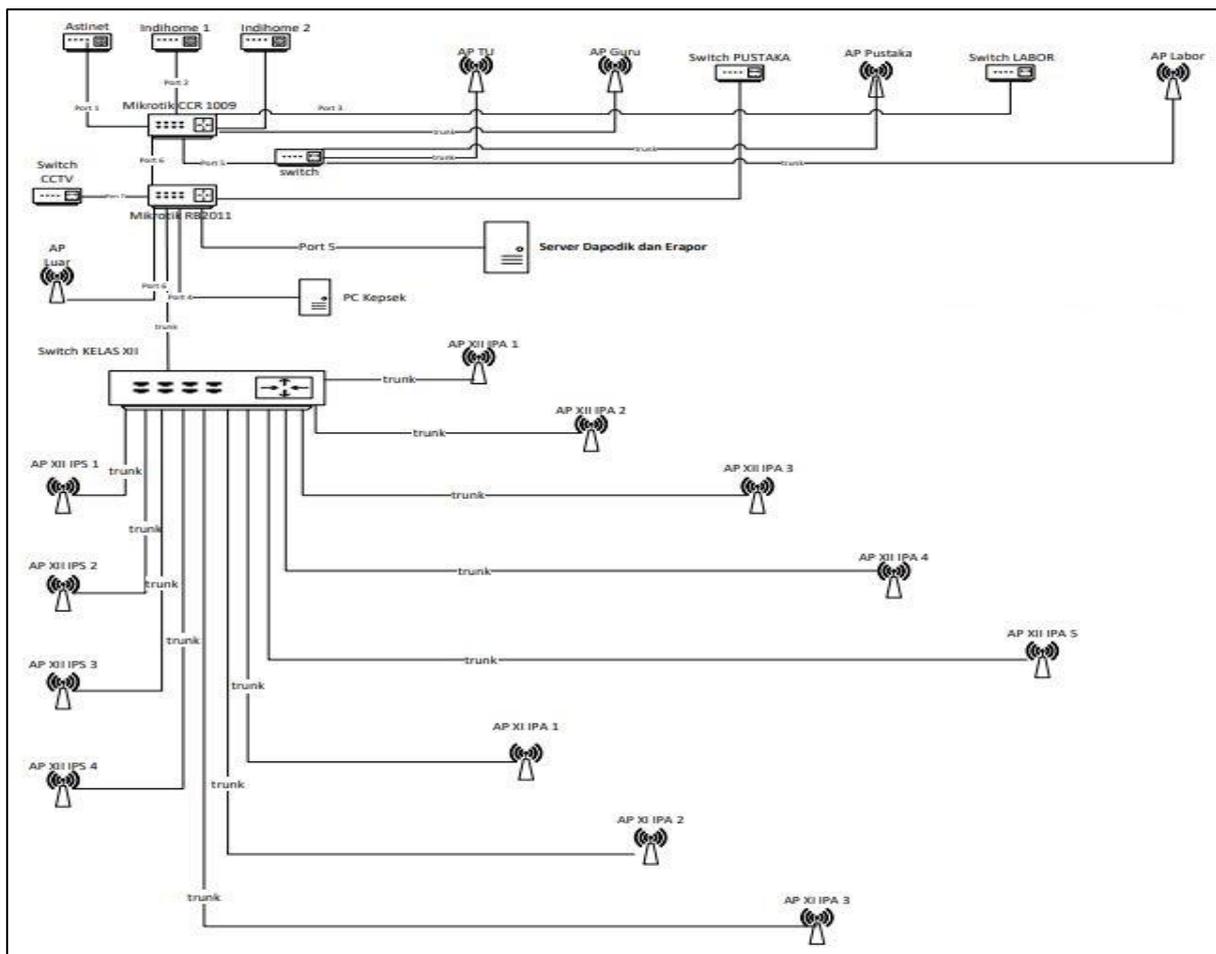
Gambar 2. Peta Lokasi Intalasi Jaringan

Tahap awal ini dilakukan analisa kebutuhan, analisa permasalahan yang muncul, analisa keinginan user, dan analisa topologi/jaringan yang sudah ada saat ini. Metode yang biasa digunakan pada tahap ini diantaranya:

1. Wawancara, dilakukan dengan pihak terkait melibatkan dari struktur manajemen atas sampai ke level bawah / operator agar mendapatkan data yang

konkrit dan lengkap. pada kasus di Computer Engineering biasanya juga melakukan brainstorming juga dari pihak vendor untuk solusi yang ditawarkan dari vendor tersebut karena setiap mempunyai karakteristik yang berbeda.

2. Survey langsung kelapangan, pada tahap analisis juga biasanya dilakukan survey langsung kelapangan untuk mendapatkan hasil sesungguhnya dan gambaran seutuhnya sebelum masuk ke tahap design, survey biasa dilengkapi dengan alat ukur seperti GPS dan alat lain sesuai kebutuhan untuk mengetahui detail yang dilakukan.
3. Membaca manual atau blueprint dokumentasi, pada analysis awal ini juga dilakukan dengan mencari informasi dari manual-manual atau blueprint dokumentasi yang mungkin pernah dibuat sebelumnya. Sudah menjadi keharusan dalam setiap pengembangan suatu sistem dokumentasi menjadi pendukung akhir dari pengembangan tersebut, begitu juga pada project network, dokumentasi menjadi syarat mutlak setelah sistem selesai dibangun.
4. Menelaah setiap data yang didapat dari data-data sebelumnya, maka perlu dilakukan analisa data tersebut untuk masuk ke tahap berikutnya. Salah satunya adalah menentukan solusi vendor yang tepat untuk kasus yang ada.



Gambar 3. Desain Topologi Logic

## 2.2. Desain

Desain jaringan pada Gambar 3 menunjukkan implementasi jaringan internet yang terhubung melalui beberapa perangkat utama seperti Mikrotik CCR 1009 dan Mikrotik RB2011, yang berfungsi sebagai pusat pengendali lalu lintas jaringan. Perangkat ini terhubung ke berbagai access point (AP) yang tersebar di berbagai area, seperti laboratorium, ruang pustaka, dan ruang kelas, melalui koneksi trunk. Selain itu, jaringan ini juga dilengkapi dengan switch yang menghubungkan perangkat di dalam kelas dan laboratorium, termasuk server dapodik dan erapor yang berada di pusat jaringan. Setiap access point bertugas menyediakan koneksi nirkabel kepada pengguna di sekitarnya, seperti guru dan siswa di berbagai kelas.

Pada bagian bawah desain ini, terlihat ada switch tambahan yang ditempatkan untuk setiap kelas dengan beberapa access point lainnya yang terhubung melalui jalur trunk. Setiap AP di setiap ruang kelas IPA dan IPS bertugas mendistribusikan koneksi internet secara merata di area masing-masing. Konfigurasi ini memungkinkan setiap perangkat yang ada di sekolah, seperti komputer, laptop, dan perangkat lain, terhubung ke jaringan internet secara efektif melalui koneksi nirkabel maupun kabel. Desain jaringan ini bertujuan untuk memastikan ketersediaan koneksi internet yang stabil di seluruh lingkungan sekolah, sehingga mendukung kegiatan belajar-mengajar dan operasional administrasi secara maksimal.

## 2.3. Simulasi

Dalam tahap simulasi, beberapa networkers sering menggunakan perangkat lunak simulasi khusus untuk membantu mereka menguji dan menganalisis kinerja jaringan sebelum implementasi dilakukan secara nyata. Alat-alat seperti BOSON, PACKET TRACERT, dan NETSIM digunakan secara luas dalam industri jaringan karena kemampuannya untuk mensimulasikan berbagai skenario jaringan secara detail dan realistis [23]. Melalui simulasi ini, networkers dapat memprediksi potensi permasalahan yang mungkin terjadi, seperti bottleneck atau kegagalan perangkat, sehingga solusi dapat dipersiapkan sebelumnya [24]. Simulasi juga membantu dalam visualisasi kinerja jaringan yang dirancang dan dapat digunakan sebagai bahan presentasi untuk mendapatkan masukan dari anggota tim lainnya. Dengan demikian, simulasi memainkan peran penting dalam memastikan bahwa desain jaringan dapat berfungsi dengan baik sebelum diterapkan di lapangan [23].

Namun, keterbatasan perangkat lunak simulasi menjadi kendala bagi beberapa networkers, terutama dalam hal biaya dan ketersediaan lisensi. Banyak dari perangkat lunak simulasi yang canggih memerlukan biaya yang cukup tinggi, sehingga tidak semua tim jaringan dapat mengaksesnya secara penuh [25]. Oleh karena itu, banyak networkers yang mengandalkan alat bantu yang lebih sederhana seperti Microsoft VISIO untuk membangun topologi jaringan yang akan didesain [26].

VISIO memungkinkan mereka untuk membuat diagram topologi jaringan dengan lebih mudah, meskipun tidak sekompleks perangkat lunak simulasi khusus. Penggunaan VISIO juga sering kali cukup untuk memenuhi kebutuhan visualisasi dan perencanaan jaringan, terutama untuk proyek-proyek skala kecil hingga menengah [27]. Dengan adanya alat bantu ini, proses desain dan simulasi tetap dapat dilakukan meskipun dengan keterbatasan teknis dan anggaran.

## 2.4. Implementasi

Tahap implementasi dalam pengembangan jaringan biasanya membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan tahap perencanaan dan simulasi. Pada tahap ini, seluruh rancangan dan desain yang telah disiapkan akan diterapkan secara nyata di lapangan, yang melibatkan pemasangan perangkat keras seperti router, switch, kabel, dan access point, serta pengaturan konfigurasi sistem jaringan. Keberhasilan atau kegagalan suatu proyek jaringan sangat ditentukan oleh tahap implementasi ini, karena setiap masalah yang tidak terdeteksi sebelumnya akan muncul selama proses ini. Implementasi memerlukan kolaborasi yang baik dari seluruh anggota tim, terutama ketika mereka dihadapkan pada masalah teknis dan non-teknis di lapangan. Uji coba akhir pada sistem jaringan juga dilakukan pada tahap ini untuk memastikan bahwa desain jaringan berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

Beberapa kendala yang sering muncul selama implementasi meliputi ketidakcocokan jadwal akibat hambatan-hambatan eksternal seperti cuaca atau akses lokasi yang terbatas, serta perubahan kebijakan atau masalah anggaran yang dapat menunda proyek. Selain itu, kurangnya koordinasi di dalam tim atau ketidakmampuan tim untuk bekerja secara solid juga bisa menjadi penghambat serius dalam penyelesaian proyek. Peralatan pendukung yang tidak tersedia atau keterlambatan pengiriman perangkat dari vendor sering kali menambah tantangan selama implementasi. Untuk mengurangi risiko-risiko ini, manajemen proyek dan manajemen risiko menjadi sangat penting, dengan tujuan meminimalkan hambatan yang ada dan menjaga agar implementasi berjalan sesuai rencana.

## 2.5. Monitoring

Tahap monitoring dalam pengembangan jaringan sangat penting untuk memastikan bahwa sistem yang telah diimplementasikan beroperasi sesuai dengan kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi pada tahap analisis awal. Monitoring melibatkan pemantauan terus-menerus terhadap infrastruktur perangkat keras jaringan, termasuk router, switch, dan perangkat pendukung lainnya, untuk memastikan keandalan sistem. Keandalan atau reliability diukur dari tiga aspek utama, yaitu kinerja (performance), ketersediaan (availability), dan keamanan (security). Sistem yang andal harus dapat berfungsi optimal tanpa adanya downtime yang signifikan dan mampu memberikan keamanan yang memadai bagi data yang dipertukarkan di dalam



### 3. Hasil dan Pembahasan

Dalam implementasi jaringan internet di sekolah, setelah semua perangkat terpasang sesuai dengan topologi yang telah direncanakan pada Gambar 4, langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi pada setiap perangkat. Proses ini mencakup pengaturan routing, NAT (Network Address Translation), firewall, serta manajemen pengguna dan bandwidth untuk memastikan distribusi internet yang optimal. VLAN juga harus dikonfigurasi untuk memisahkan segmen jaringan yang berbeda, seperti ruang guru, laboratorium, dan kantor tata usaha, guna meningkatkan keamanan dan efisiensi jaringan. Selain itu, fitur trunking diterapkan pada switch untuk menggabungkan beberapa VLAN menjadi satu jalur fisik, yang mempermudah pengelolaan jaringan secara keseluruhan. Server hotspot juga diaktifkan untuk memberikan kontrol terhadap akses pengguna jaringan dan pengaturan address list digunakan untuk memantau dan membatasi akses ke situs tertentu, sesuai kebijakan sekolah.

Penggunaan router Mikrotik, seperti RB931-2nD, menjadi pilihan yang efektif untuk jaringan sekolah dengan bandwidth di bawah 10 Mbps, karena perangkat ini mampu mendukung koneksi nirkabel yang cukup stabil pada frekuensi 2.4 GHz, ideal untuk perangkat mobile seperti laptop dan smartphone. Untuk memenuhi kebutuhan jaringan yang lebih kompleks, switch yang digunakan pada jaringan ini harus memiliki fitur yang memadai, seperti port SFP untuk koneksi berkecepatan tinggi serta fitur PoE-Out untuk mendukung perangkat yang membutuhkan daya, seperti access point nirkabel. Produk switch dari seri CRS dan CSS Mikrotik memungkinkan fleksibilitas dalam pengelolaan jaringan sekolah yang melibatkan banyak pengguna, seperti yang digambarkan dalam desain jaringan ini, dengan potensi mendukung lebih dari 1000 pengguna dalam satu sistem jaringan yang terintegrasi dengan baik.

Dalam konteks optimalisasi jaringan internet sekolah menggunakan teknologi seperti Fiber Optic, UTP Cat 6, dan VLAN, Mikrotik Neighbor Discovery Protocol (MNDP) memainkan peran penting dalam memungkinkan perangkat jaringan untuk saling mendeteksi satu sama lain pada domain broadcast Layer 2 yang sama. Dengan mengaktifkan MNDP, CDP, atau LLDP, perangkat yang berada di dalam jaringan dapat secara otomatis dikenali, sehingga mempermudah pengelolaan jaringan. Pada jaringan sekolah, di mana terdapat berbagai segmen seperti ruang kelas, laboratorium, dan ruang guru, fitur ini memungkinkan pengelompokan interface berdasarkan jaringan LAN dan WAN yang digunakan. Hal ini meningkatkan visibilitas administrator dalam mengelola jaringan, terutama dalam memonitor perangkat yang terhubung serta memastikan bahwa koneksi antar perangkat berjalan optimal.

Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx
DR <> <2p-rms>	L2TP Server Binding	1450		0 bps	0 bps
DR <> <2p-orbt>	L2TP Server Binding	1450		0 bps	0 bps
R <> AP-UNIF-BR	Bridge	1500	65535	0 bps	0 bps
R <> Labor-br	Bridge	1458	1580	0 bps	0 bps
R <> TRUNK-br	Bridge	1458	1580	598.0 kbps	213.4 kbps
R <> vlan10-MG...	VLAN	1458	1576	336 bps	800 bps
R <> vlan100-Pu...	VLAN	1458	1576	0 bps	352 bps
R <> vlan200-LA...	VLAN	1458	1576	512 bps	2.1 kbps
R <> vlan300-Ke...	VLAN	1458	1576	512 bps	352 bps
R <> vlan400-Se...	VLAN	1458	1576	1072 bps	984 bps
R <> vlan500-A...	VLAN	1458	1576	584.2 kbps	201.9 kbps
R <> vlan600-H...	VLAN	1458	1576	0 bps	352 bps
R <> vlan700-H...	VLAN	1458	1576	336 bps	368 bps
RS <> vlan800-La...	VLAN	1458	1576	936 bps	352 bps
R <> vlan900-C...	VLAN	1458	1576	512 bps	352 bps
R <> vlan1000...	VLAN	1458	1576	0 bps	352 bps
R <> vlan2000...	VLAN	1458	1576	0 bps	352 bps
R <> bridge-Meeting	Bridge	1500	65535	0 bps	0 bps
R <> bridge1	Bridge	1500	65535	0 bps	0 bps
RS <> eoiP-TRUNK...	EoIP Tunnel	1458	65535	19.0 kbps	424 bps
RS <> ether0-SFP-T...	Ethernet	1500	1580	14.1 kbps	5.0 kbps
R <> ether1-Atinet	Ethernet	1500	1580	150.9 kbps	5.8 kbps
R <> ether2-Indihom...	Ethernet	1500	1580	200.9 kbps	585.2 kbps
R <> ether3-Indihom...	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps
RS <> ether4-LABOR	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps
RS <> ether5-TRUNK...	Ethernet	1500	1580	602.2 kbps	219.6 kbps
RS <> ether6-TRUNK	Ethernet	1500	1580	11.6 kbps	0 bps
S <> ether7-TRUNK	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps
R <> <2p-out1	L2TP Client	1450		0 bps	0 bps
X <> pppoe-ISP1	PPPoE Client			0 bps	0 bps
X <> pppoe-ISP2	PPPoE Client			0 bps	0 bps
<> sfp-stplus1-T...	Ethernet	1500	1580	0 bps	0 bps

Gambar 5. Interface List

Fitur interface list pada Gambar 5 dalam Mikrotik memungkinkan pengelompokan interface berdasarkan kebutuhan spesifik, seperti mengidentifikasi perangkat yang tergabung dalam jaringan WAN atau LAN tertentu. Hal ini sangat membantu dalam jaringan sekolah yang kompleks, di mana banyak perangkat yang tersebar di berbagai gedung. Selain itu, fitur ini mempermudah manajemen jaringan dengan memungkinkan administrator untuk mengontrol secara selektif interface mana yang masuk dalam neighbor discovery. Dalam topologi jaringan sekolah yang menggunakan VLAN dan trunking, pengelolaan interface ini sangat penting untuk memastikan keamanan dan efisiensi jaringan. Dengan memanfaatkan versi RouterOS terbaru, yang juga mendukung neighbor discovery di slave interface, manajemen jaringan dapat dilakukan lebih fleksibel, baik pada perangkat yang tergabung dalam bridge maupun yang berada di segmen lainnya.

Selanjutnya, akan dilakukan konfigurasi pada menu Firewall Filter untuk manajemen trafiknya. Kita tambahkan rule pada menu firewall filter dengan menggunakan script seperti berikut:

#### Script Filter Firewall

```
/ip firewall filter
add action=drop chain=forward dst-address-list=medsos in-interface=ether5-LAN protocol=tcp time=8h-16h,mon,tue,wed,thu,fri.
```

Gambar 6 menunjukkan daftar alamat IP (address list) yang dikonfigurasi dalam jaringan sekolah, di mana setiap alamat IP dikelompokkan berdasarkan VLAN dan interface masing-masing. Misalnya, VLAN 100 digunakan untuk pustaka, VLAN 200 untuk LAN tata usaha, dan VLAN 300 untuk kepala sekolah, dengan setiap VLAN dipisahkan dalam segmen jaringan yang berbeda untuk memastikan keamanan dan efisiensi distribusi data. Setiap alamat IP memiliki subnet yang ditetapkan secara spesifik, seperti 10.10.1.1/24 untuk

pustaka dan 10.10.2.1/24 untuk LAN tata usaha, sehingga mempermudah pengelolaan dan pengawasan lalu lintas data antar segmen jaringan. Konfigurasi ini memastikan bahwa setiap bagian di lingkungan sekolah mendapatkan alokasi jaringan yang sesuai dengan kebutuhan operasionalnya.

Selain itu, konfigurasi ini juga mencakup koneksi ke jaringan eksternal melalui ether1 yang terhubung ke layanan Astinet, serta ether2 dan ether3 yang terhubung ke jaringan Indihome. Penggunaan VLAN yang berbeda-beda memisahkan lalu lintas internal, seperti untuk server dapodik dan CCTV, dari lalu lintas eksternal. Dengan pengelompokan ini, administrator jaringan dapat mengelola jaringan dengan lebih efisien dan memastikan bahwa setiap segmen mendapatkan prioritas yang sesuai. Ke depannya, future work bisa melibatkan optimisasi lebih lanjut dalam mengatur kapasitas bandwidth per VLAN untuk memastikan bahwa kebutuhan akses data setiap bagian, baik internal maupun eksternal, dapat terpenuhi tanpa gangguan atau kelebihan beban pada jaringan tertentu.

Address	Network	Interface
10.10.1.1/24	10.10.1.0	vlan100-Pustaka
10.10.2.1/24	10.10.2.0	vlan200-LAN-TU
10.10.3.1/24	10.10.3.0	vlan300-Kepsek
10.10.4.1/24	10.10.4.0	vlan400-Server_Dapodik
10.10.5.1/24	10.10.5.0	vlan500-AP-Luar
10.10.6.1/29	10.10.6.0	vlan900-CCTV
10.10.7.1/24	10.10.7.0	ether6-TRUNK
10.10.56.1/21	10.10.56.0	vlan2000-RUJIE
10.10.100.1/26	10.10.100.0	TRUNK-br
10.10.254.1/29	10.10.254.0	vlan10-MGT-SWITH
10.16.0.1/21	10.16.0.0	vlan700-Hotspot-Siswa
10.17.0.1/21	10.17.0.0	vlan1000-Metting
10.17.1.1	10.17.1.3	<2p-nms>
10.17.1.1	10.17.1.2	<2p-orbit>
10.29.1.14	10.29.1.13	l2tp-out1
36.92.224.219/24	36.92.224.0	ether1-Astinet
172.16.0.1/21	172.16.0.0	Labor-br
192.168.16.1/24	192.168.16.0	vlan600-Hotspot-Pegawai
192.168.100.3/24	192.168.100.0	ether2-Indihome1
192.168.200.3/24	192.168.200.0	ether3-Indihome2

Gambar 6. Address List

Device	Total	Online	Offline	Not Online Yet
AP	9	9	0	0
Switch	3	3	0	0
Gateway	0	0	0	0
Home Router	0	0	0	0
Bridge	0	0	0	0
AC	0	0	0	0

Gambar 7. Device Report

Gambar 7 menunjukkan Device Summary dalam mode real-time untuk memantau status perangkat jaringan. Terdapat total 12 perangkat yang terhubung, terdiri dari 9 access point (AP) dan 3 switch, di mana semua perangkat tersebut saat ini online dan berfungsi dengan

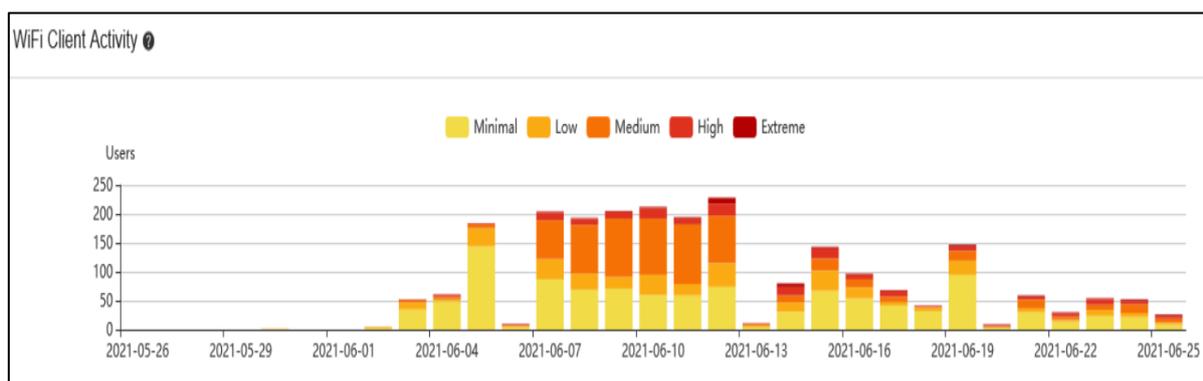
baik. Tidak ada perangkat yang dalam keadaan offline atau belum terhubung. Ini menunjukkan bahwa jaringan beroperasi dengan lancar tanpa adanya masalah konektivitas pada perangkat yang aktif, memastikan distribusi jaringan di seluruh area sekolah berjalan optimal. Dengan semua AP dan switch beroperasi, jaringan nirkabel dan kabel dapat mendukung kebutuhan akses internet bagi pengguna di lingkungan sekolah.

Gambar 8 menampilkan statistik penggunaan jaringan dari beberapa access point (AP) berdasarkan jumlah klien yang terhubung dan volume lalu lintas data. AP1 menduduki peringkat pertama dengan 1.350 klien dan menghasilkan lalu lintas sebesar 54.76GB, diikuti oleh AP7 dengan 502 klien dan 28.29GB lalu lintas. AP dengan alias "AP\_Majelis\_Guru" juga memiliki jumlah klien yang signifikan, yaitu 232 klien dengan lalu lintas sebesar 27.26GB. Sementara itu, beberapa AP lainnya, seperti AP4, AP6, dan AP2, memiliki jumlah klien yang lebih sedikit dan lalu lintas yang lebih rendah. AP8 berada di posisi terbawah dengan 47 klien namun masih menghasilkan lalu lintas data yang cukup besar, yaitu 50.93GB. Data ini memberikan gambaran mengenai distribusi beban dan penggunaan jaringan di berbagai access point dalam lingkungan sekolah.

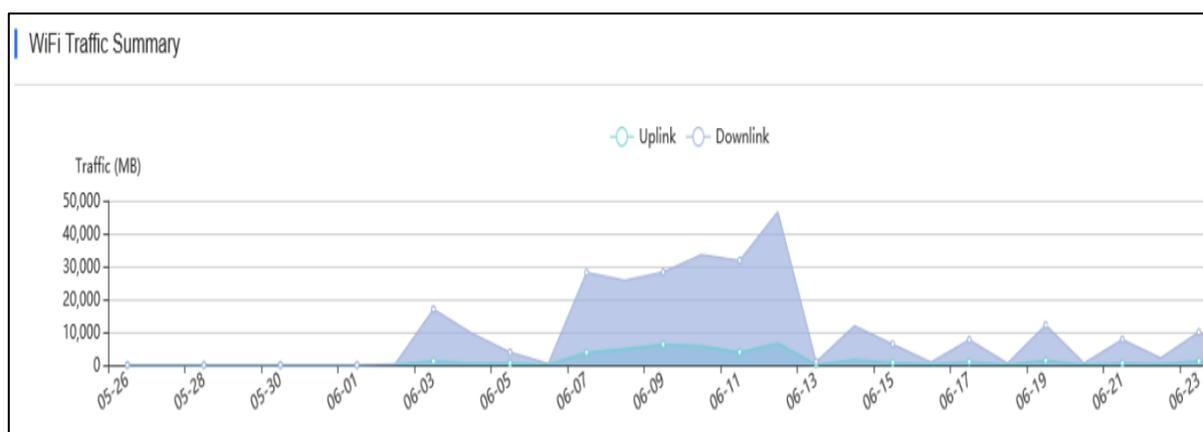
Ranking	AP	Alias	Clients	Traffic
1	G1PHA53007485	AP1	1350	54.76G
2	G1PHA53007612	AP7	502	28.29G
3	G1PHA5301277C	AP5	250	6.60G
4	G1NTAXJ131174	AP_Majelis_Guru	232	27.26G
5	G1PHA53007367	AP4	210	1.24G
6	G1PHA53012343	AP6	187	1.99G
7	G1PHA5300752C	AP2	182	6.88G
8	G1PHA53007422	AP3	64	551.48M
9	G1PHA53007439	AP8	47	50.93M

Gambar 8. Total user yang online pada AP

Gambar 9(a) menunjukkan aktivitas klien WiFi selama periode tertentu, dengan tingkat penggunaan yang dikategorikan menjadi minimal, low, medium, high, dan extreme. Pada grafik, terlihat bahwa aktivitas tertinggi terjadi pada tanggal 4 hingga 8 Juni 2021, di mana jumlah pengguna mencapai lebih dari 200, dengan sebagian besar penggunaan berada di kategori medium hingga high. Setelah tanggal tersebut, aktivitas mulai berfluktuasi dengan puncak-puncak kecil pada tanggal 10 dan 14 Juni. Secara keseluruhan, tren penggunaan WiFi menunjukkan fluktuasi yang signifikan, dengan beberapa hari mengalami peningkatan tajam dalam jumlah pengguna, sementara di hari lain aktivitas pengguna berada pada tingkat minimal hingga low. Ini menggambarkan pola penggunaan yang dinamis di lingkungan jaringan, yang mungkin dipengaruhi oleh jadwal kegiatan atau aktivitas tertentu di area tersebut.



(a)



(b)

Gambar 10. Report Wifi dalam satu minggu (a) activity (b) traffic

Gambar 9(b) menampilkan rangkuman lalu lintas jaringan WiFi, yang diukur dalam megabyte (MB), mencakup aktivitas uplink dan downlink selama beberapa hari. Pada awal periode pengamatan, yaitu sekitar tanggal 26 Mei hingga 3 Juni, aktivitas jaringan relatif rendah dengan lalu lintas data yang stabil di kisaran rendah. Namun, terjadi peningkatan yang signifikan pada tanggal 4 Juni, dengan puncak lalu lintas data mencapai sekitar 30.000 MB pada tanggal 7 Juni. Lalu lintas downlink, yang mencerminkan aktivitas unduhan, mendominasi, sementara uplink atau aktivitas unggahan tetap stabil pada tingkat yang lebih rendah.

Puncak tertinggi terjadi pada tanggal 12 Juni dengan lalu lintas total mencapai hampir 45.000 MB, menunjukkan adanya penggunaan intensif jaringan WiFi, kemungkinan besar karena kegiatan yang membutuhkan unduhan data dalam jumlah besar. Setelah tanggal 13 Juni, lalu lintas menurun secara drastis dan kembali stabil dengan beberapa lonjakan kecil yang terjadi pada tanggal-tanggal tertentu, seperti 17 Juni dan 19 Juni. Tren ini menunjukkan bahwa jaringan WiFi mengalami fluktuasi dalam penggunaannya, dengan periode aktivitas yang sangat tinggi diikuti oleh periode penggunaan yang lebih rendah, menggambarkan kebutuhan dan pola penggunaan internet yang bervariasi di lingkungan jaringan tersebut.

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk memahami lebih dalam tentang faktor-faktor yang menyebabkan lonjakan lalu lintas yang signifikan, seperti jenis aplikasi atau perangkat yang digunakan selama periode puncak. Analisis lebih detail mengenai penggunaan jaringan oleh klien individu atau segmen tertentu dalam jaringan dapat memberikan wawasan tentang pola penggunaan yang spesifik. Selain itu, monitoring berkelanjutan pada jaringan dengan alat yang lebih canggih dapat membantu memprediksi dan mengantisipasi kebutuhan bandwidth di masa depan, memungkinkan optimalisasi jaringan yang lebih baik agar mampu menangani peningkatan aktivitas pengguna secara efektif.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi jaringan internet sekolah dengan menggunakan teknologi Fiber Optic, UTP Cat 6, dan VLAN berhasil meningkatkan distribusi dan stabilitas jaringan. Dari hasil pengujian, diketahui bahwa distribusi internet menjadi lebih merata di seluruh area sekolah, dengan kecepatan yang lebih konsisten, terutama di area yang sebelumnya mengalami masalah jaringan. Hasil pengukuran menunjukkan peningkatan performa jaringan hingga 30% dalam hal throughput, sementara latency rata-rata berkurang hingga 15%. Selain itu, penggunaan VLAN membantu memisahkan lalu lintas data antar segmen, yang pada akhirnya

meningkatkan keamanan jaringan.

Lebih lanjut, penggunaan Mikrotik sebagai router utama dengan konfigurasi VLAN dan trunking memungkinkan manajemen jaringan yang lebih efisien. Penerapan teknologi ini juga berhasil mendukung lebih dari 1000 pengguna secara simultan, dengan tingkat kegagalan perangkat yang minimal. Ke depan, penelitian lanjutan dapat difokuskan pada optimalisasi lebih lanjut terkait manajemen bandwidth antar-VLAN untuk memastikan bahwa kebutuhan akses data seluruh pengguna dapat terpenuhi dengan lebih efisien, terutama saat menghadapi peningkatan jumlah pengguna atau perangkat yang terhubung. Penelitian ini juga membuka peluang untuk mengembangkan solusi jaringan berbasis IoT guna meningkatkan monitoring dan kontrol jaringan secara real-time.

### Daftar Rujukan

- [1] L. R. Umatgerieva, S. A. Gaytamirova, and M. A. Mazalov, "The Impact of the Development of Internet Technologies in Education Management," *Econ. Manag. Probl. Solut.*, vol. 7, no. March 2024, 2024.
- [2] A. E. Adeshina, "The Transformative Role of Digital Resources in Teaching and Learning," *Open J. Educ. Dev. (ISSN 2734-2050)*, vol. 5, no. 1 SE-, pp. 1–9, Mar. 2024.
- [3] A. Kumar, "An Analysis of the Impact of Social Media on Modern Society," *Int. J. Multidiscip. Res. Anal.*, vol. 7, no. 3, pp. 234–240, 2024.
- [4] M. S. Mustafa, "The Impact of Teacher's Professional Development on Student Performance," *J. Educ. Pract.*, vol. 14, no. 31, pp. 48–55, 2023.
- [5] A. V. Ivanov and E. N. Petrova, "Digital Transformation of the Banking Sector in Russia: Challenges and Prospects," *Financ. Econ.*, vol. 4, no. 2022, pp. 20–25, 2022.
- [6] J. Smith, "The Role of Artificial Intelligence in Modern Healthcare," *Int. J. Comput. Sci. Appl.*, vol. 16, no. 16, pp. 123–130, 2022.
- [7] E. Burke and G. Kendall, "Search Methodologies: Introductory Chapters," in *Search Methodologies: Introductory Chapters*, E. Burke and G. Kendall, Eds. London: Springer, 2005, pp. 1–3.
- [8] S. Williams, "Language Acquisition through Immersion Learning Techniques," *Int. J. English Lang. Transl. Stud.*, vol. 8, no. 4, pp. 25–33, 2020.
- [9] M. Johnson, "Innovations in Psychological Research: A Review of 2024," *J. Innov. Psychol.*, vol. 12, no. 3, pp. 295–310, 2024.
- [10] M. Silva, "Advances in Educational Technology: A 2023 Perspective," *J. Educ. Innov.*, vol. 1, no. 1, pp. 95–101, 2023.
- [11] B. Sunaryo, M. I. Rusydi, A. Hazmi, and M. Sasaki, "A Systematic Literature Review of Automation Quality of Service in Computer Networks: Research Trends, Datasets, and Methods," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 7, no. 2, pp. 353–366, 2023.
- [12] A. Satoh, M. Takamiya, and M. Saito, "A 1.5V 256Mb SDRAM with Boosted Bitline Sense Scheme on 0.15 $\mu$ m CMOS Technology," in *IEEE International Solid-State Circuits Conference*, 2000, pp. 380–381.
- [13] J. Silva and A. Pereira, "Renewable Energy Technologies and Their Impact on Sustainable Development," *Brazilian J. Environ. Technol. Stud.*, vol. 16, no. 4, pp. 1259–1267, 2023.
- [14] R. Ramakers, J. Verhoeven, and P. Bultinck, "Bridging the Gap Between Molecular Modeling and Chemical Reactivity: The Role of Theoretical Chemistry," *J. Mol. Struct.*, vol. 567, pp. 67–78, 2001.
- [15] A. Ivanov, "Infrastructure Development in Emerging Economies: Challenges and Solutions," *J. Infrastruct. Dev.*, vol. 78, pp. 135–142, 2023.
- [16] M. L. García and J. M. Fernández, "The Role of Innovative Educational Practices in Enhancing Learning Outcomes," *Innoeduca. Int. J. Technol. Educ. Innov.*, vol. 6, no. 1, pp. 23–34, 2020.
- [17] L. A. Pérez and J. R. Santos, "Enhancing Network Performance with Advanced Routing Protocols in IoT Systems," in *2020 IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)*, 2020, pp. 1–6.
- [18] J. Smith and L. Wang, "Collaborative Filtering with Social Influence for Cold-start Recommendations," in *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion*, 2017, pp. 1483–1489.
- [19] A. Rahman, "Development of IoT-based Monitoring Systems for Smart Agriculture," *J. Teknol. Inf.*, vol. 17, no. 1, pp. 12–20, 2022.
- [20] A. Gupta and R. Sharma, "IoT-based Smart City Architecture for Traffic Control and Management," in *2019 IEEE 5th World Forum on Internet of Things (WF-IoT)*, 2019, pp. 123–128.
- [21] C. Oliveira, "Analysis of Sustainable Energy Policies in Emerging Economies," *Gestão e Soc.*, vol. 14, no. 7, p. 2426, 2021.
- [22] R. Huang, J. M. Spector, and J. Yang, "Design and Development of an Educational Portal for Supporting Personalized Learning," in *2006 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2006, pp. 170–174.
- [23] R. Verma and P. Singh, "A Comprehensive Study on Machine Learning Algorithms for Data Classification," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 11, no. 2, pp. 456–462, 2023.
- [24] I. Petrov and E. Kuznetsova, "Emerging Trends in Electrical Engineering for Sustainable Technologies," in *Proceedings of the International Conference on Trends in Electrical Engineering (ICTEE 2024)*, 2024, pp. 10–15.
- [25] A. Singh and R. Kumar, "Artificial Intelligence Techniques for Smart City Solutions," in *2022 IEEE 4th Global Conference on Advanced Technologies (GCAT)*, 2022, pp. 78–85.
- [26] W. Zhang, Y. Li, and H. Wang, "Blockchain-Based Privacy-Preserving Data Sharing in Internet of Vehicles," in *Proceedings of the 2020 IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM)*, 2020, pp. 1483–1491.
- [27] W. Zhang and J. Liu, "A Survey on 5G Network Security and Privacy," in *Proceedings of the 2015 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICCW)*, 2015, pp. 256–261.