

Integrasi Teknologi TCP dalam Pengembangan Infrastruktur Jaringan Intranet Skala Kecil

Ahmad Tabrani

¹Teknik Informatika, UIN SMH Banten, Indonesia

*e-mail : ahmad.tabrani@uinbanten.ac.id

Aan Ansori

²Teknik Informatika, UIN SMH Banten, Indonesia

*e-mail : aan.ansori@uinbanten.ac.id

Abstract

This study aims to explore the effectiveness of implementing the Transmission Control Protocol (TCP) in the development of small-scale intranet networks. The primary focus lies in testing network performance before and after TCP integration, as well as analyzing the stability and efficiency of data communication. The methodology involves designing the network topology, configuring TCP parameters, and conducting performance tests by measuring latency, packet loss, and throughput. The research findings indicate that TCP implementation significantly improves network stability, resulting in more consistent performance and lower transmission errors. TCP's reliability in managing data flow through mechanisms such as handshaking, error-checking, and flow control is a key factor in its success. The study also identifies challenges such as hardware limitations and the need for user training; however, the overall approach can be replicated in other small institutions with minimal adjustments. Recommendations include integrating TCP with security protocols such as SSL/TLS to enhance network integrity, as well as expanding future studies to hybrid and IoT-based network environments.

Keywords: TCP, intranet network, network protocol, communication stability.

Abstract

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas implementasi protokol Transmission Control Protocol (TCP) dalam pengembangan jaringan intranet skala kecil. Fokus utama terletak pada pengujian performa jaringan sebelum dan sesudah integrasi TCP, serta analisis terhadap stabilitas dan efisiensi komunikasi data. Metode yang digunakan mencakup desain topologi jaringan, konfigurasi parameter TCP, serta pengujian performa melalui pengukuran latency, packet loss, dan throughput. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan TCP mampu meningkatkan kestabilan jaringan secara signifikan, dengan performa yang lebih konsisten dan tingkat kesalahan transmisi yang rendah. Keandalan TCP dalam mengelola aliran data melalui mekanisme handshaking, error-checking, dan flow control menjadi kunci keberhasilan implementasi. Studi ini juga mengidentifikasi tantangan seperti keterbatasan perangkat keras dan kebutuhan pelatihan pengguna, namun secara umum pendekatan ini dapat direplikasi di institusi kecil lainnya dengan penyesuaian minimal. Rekomendasi diarahkan pada penggabungan TCP dengan protokol keamanan seperti SSL/TLS untuk meningkatkan integritas jaringan, serta perluasan studi pada jaringan hybrid dan berbasis IoT.

Kata Kunci: TCP, jaringan intranet, protokol jaringan, stabilitas komunikasi.

1. PENDAHULUAN

Pada era digital yang terus berkembang pesat, kebutuhan akan sistem komunikasi dan pertukaran data yang andal menjadi sangat penting, termasuk di lingkungan berskala kecil seperti lembaga pendidikan, usaha mikro, kecil dan menengah (UMKM), hingga

organisasi komunitas. Salah satu sarana komunikasi internal yang umum digunakan adalah jaringan intranet, yang memungkinkan berbagi informasi dan sumber daya secara lokal tanpa ketergantungan langsung pada jaringan internet global (Li et al., 2023). Pengembangan infrastruktur jaringan intranet yang efektif, efisien, dan aman memerlukan dukungan teknologi komunikasi data yang solid. Di sinilah Transmission Control Protocol (TCP) mengambil peran strategis sebagai tulang punggung dalam proses komunikasi digital yang handal, terutama karena kemampuannya dalam menjamin integritas data melalui mekanisme koneksi yang tersinkronisasi, error checking, dan pengiriman ulang data yang hilang (Kamalasegaran et al., 2025).

Namun demikian, dalam pengembangan jaringan intranet skala kecil, masih terdapat berbagai permasalahan yang kerap kali dihadapi oleh para pengelola jaringan. Keterbatasan sumber daya, baik dari sisi perangkat keras maupun kompetensi teknis SDM, menjadikan proses integrasi dan pengelolaan jaringan sering berjalan tidak optimal. Beberapa kendala seperti packet loss, keterlambatan transmisi data, konflik IP, dan jaringan yang tidak stabil menjadi tantangan yang signifikan. Dalam konteks ini, meskipun teknologi TCP telah menjadi standar komunikasi data dalam jaringan komputer, penerapannya yang sistematis dan terstruktur pada infrastruktur jaringan berskala kecil belum banyak dibahas secara mendalam. Hal ini mengindikasikan adanya kebutuhan mendesak untuk mengkaji secara akademik bagaimana teknologi TCP dapat dioptimalkan dalam konteks jaringan intranet lokal yang kecil namun tetap membutuhkan kinerja maksimal (Ouamri et al., 2025).

Berbagai studi terdahulu telah membahas peranan TCP dalam jaringan komputer, terutama pada jaringan berskala besar seperti korporasi multinasional dan penyedia layanan internet. Misalnya, penelitian oleh Usama et al., (2024) membahas efisiensi TCP dalam mengelola trafik data tinggi dan bagaimana protokol ini mengurangi terjadinya collision dan congestion. Sementara itu, studi lain oleh Khorov et al., (2023) lebih fokus pada implementasi TCP dalam jaringan nirkabel dan peranannya dalam memastikan kualitas layanan (Quality of Service/QoS). Namun, sangat sedikit penelitian yang secara khusus menelaah peran strategis TCP dalam pengembangan jaringan intranet berskala kecil, di mana kondisi jaringan tidak selalu ideal, dan pendekatan manajemen jaringan yang sederhana lebih dibutuhkan. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar urgensi dari penelitian ini.

Untuk menjawab tantangan tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan sistematis dalam mengintegrasikan teknologi TCP secara optimal ke dalam infrastruktur jaringan intranet skala kecil, dengan fokus pada peningkatan stabilitas jaringan, efisiensi komunikasi data, serta kemudahan pengelolaan. Integrasi ini dilakukan melalui desain topologi yang tepat, pemilihan perangkat jaringan yang kompatibel, serta konfigurasi TCP yang mendukung performa maksimal. Penelitian ini juga menyajikan analisis performa jaringan sebelum dan sesudah penerapan pendekatan ini untuk melihat sejauh mana TCP mampu menjawab permasalahan jaringan lokal yang sering kali muncul pada entitas berskala kecil.

Novelty atau kebaruan dari penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan integratif terhadap protokol TCP dalam konteks jaringan skala kecil, yang belum banyak dibahas dalam literatur sebelumnya. Selain itu, penelitian ini menyuguhkan metode evaluasi berbasis simulasi dan uji coba lapangan secara langsung pada jaringan intranet yang dibangun secara nyata, bukan hanya berbasis simulasi virtual semata. Pendekatan ini memungkinkan temuan penelitian menjadi lebih relevan dengan kondisi nyata yang dihadapi oleh pelaku usaha kecil, lembaga pendidikan, atau organisasi lokal dalam membangun dan mengelola infrastruktur jaringan internal mereka.

Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memberikan panduan praktis bagi pengelola jaringan pemula atau non-teknis agar dapat memahami bagaimana TCP dapat

dioptimalkan tanpa harus memiliki pemahaman mendalam tentang jaringan tingkat lanjut. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi terhadap kajian akademik dalam bidang teknologi jaringan, tetapi juga memiliki implikasi praktis yang signifikan bagi peningkatan kualitas komunikasi data lokal yang hemat biaya dan berdaya guna tinggi.

Sebagai kesimpulan awal dari pendahuluan ini, integrasi teknologi TCP dalam pengembangan jaringan intranet skala kecil merupakan langkah strategis yang layak untuk dikaji secara akademik dan praktis. Dengan memahami karakteristik TCP dan menyesuakannya dengan kebutuhan jaringan lokal, para pengelola jaringan dapat membangun sistem komunikasi internal yang lebih stabil, aman, dan efisien. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu upaya kontribusi dalam menjembatani kesenjangan antara teori protokol jaringan dan penerapannya dalam konteks nyata berskala kecil, sekaligus menjadi referensi bagi studi-studi lanjutan di bidang jaringan komputer.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode studi kasus yang difokuskan pada proses perancangan, implementasi, dan evaluasi integrasi teknologi TCP dalam pengembangan jaringan intranet skala kecil (Ansori, 2024). Lokasi studi dipilih adalah UMKM yang merupakan jaringan internet skala kecil. Pemilihan pendekatan ini didasarkan pada tujuan penelitian yang lebih menekankan pada pemahaman mendalam terhadap proses teknis dan non-teknis yang terjadi dalam pengembangan jaringan tersebut, bukan semata-mata pada hasil statistik atau generalisasi temuan. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengobservasi secara langsung berbagai tantangan dan solusi yang muncul selama proses integrasi protokol TCP dalam jaringan.

Proses penelitian dibagi dalam beberapa tahapan sistematis, dimulai dari tahap analisis kebutuhan jaringan, yang mencakup identifikasi jumlah perangkat, jenis layanan yang dibutuhkan (seperti file sharing, aplikasi berbasis server, dan sistem administrasi lokal), serta karakteristik trafik data yang diharapkan. Tahap selanjutnya adalah perancangan topologi jaringan yang sesuai, dengan mempertimbangkan efisiensi koneksi, skalabilitas, dan kemudahan dalam pengelolaan (Saifulloh et al., 2024). Setelah itu, dilakukan pengadaan perangkat keras yang diperlukan seperti router, switch, kabel LAN, serta perangkat lunak tambahan seperti server lokal dan sistem monitoring jaringan. Protokol TCP kemudian diimplementasikan melalui konfigurasi perangkat jaringan yang mendukung, termasuk pengaturan port, firewall, dan manajemen koneksi TCP agar dapat berjalan stabil dan sesuai dengan kebutuhan intranet lokal. Proses ini juga melibatkan simulasi lalu lintas data untuk melihat bagaimana protokol TCP merespons kondisi jaringan tertentu, seperti gangguan koneksi atau beban data yang tinggi.

Untuk mengukur efektivitas dari integrasi TCP dalam jaringan yang dibangun, dilakukan pengujian performa jaringan baik sebelum maupun sesudah implementasi. Pengujian ini menggunakan parameter-parameter utama seperti latency (waktu tunda), packet loss, throughput (kemampuan transfer data), dan stabilitas koneksi. Tools yang digunakan dalam pengujian antara lain Wireshark untuk menganalisis paket data, serta iperf3 untuk mengukur bandwidth dan kualitas koneksi TCP (Gustav & Pranata, 2022). Hasil dari pengujian ini dianalisis secara kualitatif untuk menggambarkan dampak nyata dari penerapan teknologi TCP terhadap peningkatan performa jaringan intranet skala kecil. Selain itu, dilakukan juga wawancara singkat dengan pengelola jaringan atau pengguna akhir untuk memperoleh insight tambahan mengenai kenyamanan, efisiensi, dan keandalan jaringan pasca implementasi. Data-data ini kemudian dijadikan dasar dalam merumuskan rekomendasi teknis dan praktis bagi pengembangan jaringan serupa di masa depan.

3. KAJIAN LITERATUR

Pengembangan jaringan komputer telah menjadi fokus penting dalam dunia teknologi informasi, terutama ketika membahas efisiensi komunikasi data dalam lingkup lokal. Salah satu elemen utama yang mendasari komunikasi data di jaringan adalah protokol komunikasi, dan Transmission Control Protocol (TCP) merupakan salah satu protokol inti dalam model TCP/IP yang bertanggung jawab atas pengiriman data yang handal dan terstruktur (Albanna, 2024). Menurut Abdelmoniem & Bensaou, (2021), TCP memberikan layanan pengiriman data end-to-end dengan menggunakan mekanisme kontrol aliran, pengendalian kemacetan, dan deteksi kesalahan. Karakteristik ini menjadikan TCP sangat cocok digunakan dalam sistem jaringan yang membutuhkan jaminan keandalan data, seperti pada jaringan intranet skala kecil yang mengutamakan kestabilan dan keutuhan informasi yang dikirimkan antarperangkat.

Dalam konteks jaringan lokal (Local Area Network), penggunaan TCP dinilai lebih unggul dibandingkan protokol lain seperti UDP, terutama ketika kualitas komunikasi data menjadi prioritas. Menurut Laghari et al., (2021), TCP sangat efektif dalam menjamin transmisi data secara berurutan dan bebas duplikasi, yang sangat relevan untuk kebutuhan intranet seperti transfer file, aplikasi administrasi berbasis server, atau sistem informasi internal. Di sisi lain, UDP lebih disukai untuk aplikasi real-time seperti video streaming, tetapi tidak memiliki keandalan yang sama seperti TCP. Maka dari itu, pemahaman tentang cara kerja TCP dalam lingkungan jaringan lokal menjadi sangat penting untuk menjamin kinerja sistem komunikasi yang optimal.

Beberapa penelitian terdahulu juga telah menyoroti efektivitas protokol TCP dalam lingkungan jaringan dengan berbagai skala. Penelitian oleh Zhang & Lee (2019) menunjukkan bahwa konfigurasi TCP yang tepat mampu menurunkan tingkat packet loss secara signifikan di lingkungan jaringan nirkabel. Sementara itu, studi oleh Saedi & El-Ocla, (2021) dalam konteks data center menunjukkan bahwa pengelolaan parameter TCP seperti ukuran window buffer dan timeout retransmisi dapat meningkatkan throughput hingga 30%. Namun, kedua studi ini lebih banyak berfokus pada jaringan berskala besar dengan infrastruktur yang kompleks, sehingga belum menjawab kebutuhan teknis dari jaringan intranet berskala kecil yang memiliki keterbatasan perangkat dan sumber daya manusia.

Lebih lanjut, studi lokal seperti yang dilakukan oleh Alrumaih & Alenazi, (2025) menggarisbawahi pentingnya penggunaan protokol komunikasi yang tepat dalam pengembangan jaringan skala kecil di lingkungan pendidikan. Dalam penelitiannya, integrasi TCP pada jaringan intranet sekolah terbukti meningkatkan stabilitas sistem administrasi dan layanan perpustakaan digital. Temuan serupa juga dikemukakan oleh Khalaf & Abdulsahib, (2021), yang menyatakan bahwa implementasi TCP yang dikombinasikan dengan teknik manajemen bandwidth sederhana mampu mengurangi bottleneck dan meningkatkan kualitas layanan jaringan kantor desa. Literatur ini memperkuat asumsi bahwa pendekatan teknis yang tepat terhadap protokol komunikasi sangat menentukan kualitas jaringan, bahkan di lingkungan dengan sumber daya terbatas.

Dari berbagai kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun TCP telah lama menjadi standar komunikasi dalam jaringan komputer, belum banyak studi yang secara khusus membahas strategi optimalisasi TCP dalam konteks jaringan intranet skala kecil. Padahal, jaringan-jaringan ini memiliki karakteristik tersendiri, seperti jumlah pengguna terbatas, perangkat yang tidak selalu standar enterprise, serta kebutuhan manajemen jaringan yang sederhana namun efektif. Maka, penelitian ini hadir untuk melengkapi celah kajian tersebut dengan fokus pada desain, konfigurasi, dan evaluasi performa TCP dalam membangun infrastruktur jaringan intranet yang terjangkau, efisien, dan andal bagi pengguna berskala kecil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Deskripsi Topologi Jaringan

Dalam penelitian ini, struktur jaringan intranet yang dikembangkan menggunakan topologi star (bintang), yang merupakan salah satu bentuk topologi paling efisien dan mudah diterapkan dalam jaringan skala kecil. Topologi ini dipilih karena memiliki karakteristik manajemen yang terpusat, memudahkan proses pemantauan serta pemeliharaan, dan dapat meminimalkan dampak kesalahan jaringan pada satu perangkat terhadap keseluruhan sistem. Pada desain ini, satu unit switch utama berfungsi sebagai pusat konektivitas yang menghubungkan semua perangkat klien (komputer pengguna) serta satu server lokal. Server ini menjalankan layanan berbasis TCP, seperti file sharing, layanan basis data internal, dan aplikasi administrasi.

Diagram topologi menunjukkan adanya satu router yang terhubung ke jaringan internet publik untuk kebutuhan sinkronisasi terbatas (misalnya, update sistem), sedangkan akses utama komunikasi data terjadi di dalam jaringan lokal melalui protokol TCP. Setiap komputer klien dikonfigurasi menggunakan alamat IP statis untuk meminimalisasi konflik IP, serta disesuaikan dengan pengaturan TCP Window Size dan Maximum Segment Size (MSS) untuk mengoptimalkan performa. Proses pengaturan ini dilakukan secara manual dan dikombinasikan dengan sistem monitoring jaringan menggunakan aplikasi Wireshark dan PRTG Network Monitor, untuk memastikan lalu lintas data terpantau secara real time selama pengujian berlangsung.

b. Hasil Pengujian TCP

Pengujian dilakukan dalam dua kondisi utama: sebelum dan sesudah optimasi konfigurasi TCP. Sebelum dilakukan optimasi, jaringan menunjukkan gejala bottleneck pada saat lebih dari 5 perangkat aktif melakukan transfer data bersamaan. Pengukuran menggunakan iperf3 menunjukkan nilai latency rata-rata sebesar 43 ms, dengan packet loss sebesar 2,1%, serta throughput maksimal berada di kisaran 19,3 Mbps. Nilai ini dianggap kurang optimal untuk skala jaringan lokal dengan jumlah perangkat hanya 10 unit, karena seharusnya koneksi tetap bisa berjalan di atas 25 Mbps dengan kondisi infrastruktur yang tersedia.

Setelah dilakukan konfigurasi ulang pada parameter TCP seperti window scaling, pengaturan buffer size, dan penghapusan delay algoritma Nagle, hasil pengujian menunjukkan peningkatan signifikan. Latency menurun hingga rata-rata 21 ms, packet loss menurun drastis menjadi 0,4%, dan throughput meningkat hingga 27,8 Mbps. Selain itu, kestabilan koneksi selama pengujian juga meningkat, terlihat dari kestabilan grafik bandwidth dalam kurva uji transfer file berukuran besar antar perangkat. Data tambahan dari Wireshark memperlihatkan pengurangan retransmisi paket hingga 65%, yang menjadi indikator penting dari peningkatan efisiensi penggunaan TCP dalam jaringan tersebut.

c. Efektivitas Implementasi

Hasil implementasi menunjukkan bahwa integrasi TCP dengan konfigurasi optimal memberikan dampak positif terhadap keandalan dan efisiensi komunikasi data dalam jaringan intranet skala kecil. Konektivitas antarperangkat menjadi lebih stabil bahkan dalam kondisi beban data sedang hingga tinggi. Respons sistem terhadap permintaan layanan dari klien juga meningkat, dengan waktu akses file server yang lebih cepat dan minim gangguan saat banyak perangkat mengakses secara simultan. Hal ini menunjukkan bahwa protokol TCP, jika dikonfigurasi secara benar, mampu memanfaatkan kapasitas jaringan lokal secara maksimal meskipun perangkat keras yang digunakan relatif sederhana dan tidak berkelas enterprise.

Dari sisi efisiensi penggunaan sumber daya, pendekatan ini terbukti hemat biaya karena tidak memerlukan perangkat tambahan seperti load balancer atau server backup khusus. Penggunaan perangkat jaringan umum seperti switch unmanaged dan router standar rumah tangga sudah cukup untuk menjalankan sistem secara optimal. Hasil

wawancara singkat dengan pengguna juga menunjukkan bahwa setelah implementasi, gangguan koneksi seperti “lag” atau “putus sambung” nyaris tidak terjadi, terutama saat melakukan transfer file besar dan akses simultan terhadap sistem administrasi lokal. Temuan ini memperkuat bahwa protokol TCP dapat dioptimalkan secara efektif dalam pengembangan jaringan intranet berskala kecil, memberikan jaminan keandalan dan performa tanpa memerlukan investasi infrastruktur yang besar.

d. Pembahasan

Salah satu keunggulan utama dari implementasi protokol Transmission Control Protocol (TCP) dalam jaringan intranet skala kecil terletak pada fitur-fitur fundamentalnya seperti three-way handshaking, error-checking, dan flow control. Proses handshaking memungkinkan terjadinya pembentukan koneksi yang valid antara dua perangkat sebelum pertukaran data dilakukan, memastikan bahwa kedua pihak siap untuk berkomunikasi. Selain itu, fitur error-checking melalui penggunaan checksum dan acknowledgement membuat TCP mampu mendeteksi kesalahan dalam transmisi data dan secara otomatis meminta pengiriman ulang. Hal ini berperan besar dalam menjaga keutuhan dan urutan data, yang sangat krusial dalam konteks jaringan internal, misalnya saat mengakses file sistem, aplikasi berbasis server, atau sistem informasi administrasi. Flow control juga turut mendukung stabilitas jaringan dengan mengatur volume data yang dikirim, disesuaikan dengan kapasitas penerima, sehingga mencegah terjadinya overload dan kehilangan paket secara masif.

Jika dibandingkan dengan protokol lain seperti User Datagram Protocol (UDP), TCP jelas memiliki sejumlah keunggulan dalam hal keandalan dan presisi transmisi. UDP memang lebih ringan dan cepat karena tidak memiliki overhead koneksi seperti TCP, tetapi kelemahan utamanya adalah tidak adanya mekanisme pengendalian kesalahan dan aliran data, yang membuatnya rentan terhadap hilangnya paket terutama dalam jaringan yang mengalami interferensi atau kemacetan. Dalam lingkungan jaringan kecil yang memiliki kebutuhan utama berupa komunikasi data yang konsisten dan akurat, seperti akses dokumen penting, autentikasi pengguna, dan interaksi aplikasi internal, TCP jauh lebih unggul. Pemilihan TCP dalam penelitian ini didasari oleh pertimbangan tersebut: bahwa meskipun lebih berat dari sisi overhead, protokol ini mampu menghadirkan stabilitas jaringan yang tidak bisa diberikan oleh UDP atau protokol lain sekelasnya tanpa tambahan teknologi pendukung.

Namun demikian, implementasi TCP dalam jaringan intranet skala kecil tidak lepas dari tantangan. Salah satu hambatan teknis utama adalah keterbatasan perangkat keras, seperti switch non-managed dan router dengan fitur terbatas, yang menyebabkan beberapa fungsi pengaturan jaringan seperti Quality of Service (QoS) tidak dapat dioptimalkan sepenuhnya. Selain itu, konfigurasi parameter TCP seperti window size atau congestion control memerlukan pemahaman teknis yang cukup tinggi. Hal ini menjadi masalah ketika operator jaringan adalah staf non-teknis yang tidak memiliki latar belakang mendalam dalam administrasi jaringan. Dibutuhkan pelatihan singkat dan dokumentasi konfigurasi yang jelas untuk memastikan bahwa sistem dapat dijalankan dan dipelihara dengan baik. Selain itu, pengawasan terhadap performa jaringan juga harus dilakukan secara berkala untuk menghindari penurunan kualitas komunikasi akibat perubahan beban jaringan atau konflik IP.

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa implementasi TCP pada jaringan intranet skala kecil memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan komunikasi data, selama ditunjang oleh desain topologi yang tepat dan konfigurasi yang sesuai. Keberhasilan integrasi TCP ini membuka peluang pengembangan lebih lanjut, khususnya dengan menggabungkannya dengan protokol keamanan seperti SSL/TLS untuk menjamin keamanan data yang berpindah antarperangkat. Selain itu, sistem manajemen

bandwidth sederhana dapat diterapkan untuk mengatur prioritas layanan jaringan, sehingga aplikasi penting mendapatkan alokasi sumber daya yang memadai. Hal ini sangat relevan untuk instansi kecil seperti sekolah, kantor desa, atau koperasi yang belum memiliki anggaran besar untuk infrastruktur IT tetapi membutuhkan sistem jaringan yang stabil dan aman.

Secara keseluruhan, integrasi teknologi TCP dalam infrastruktur jaringan kecil tidak hanya memberikan stabilitas dan keandalan yang lebih tinggi, tetapi juga menciptakan fondasi bagi peningkatan sistem jaringan secara bertahap di masa depan. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memperkenalkan pendekatan teknis yang mudah diimplementasikan, hemat biaya, dan memiliki dampak langsung terhadap kualitas layanan jaringan di skala mikro. Diharapkan dengan adanya studi ini, para pengelola jaringan di lingkungan kecil dapat melihat potensi besar dari protokol TCP yang selama ini mungkin dianggap terlalu kompleks, dan mulai mengoptimalkannya secara strategis untuk menunjang transformasi digital skala lokal yang berkelanjutan.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi protokol TCP dalam pengembangan infrastruktur jaringan intranet skala kecil memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan stabilitas, efisiensi, dan keandalan komunikasi data. Melalui penerapan topologi jaringan yang tepat dan pengaturan parameter TCP seperti window size, congestion control, dan buffer tuning, performa jaringan meningkat secara nyata, tercermin dari berkurangnya latency, menurunnya packet loss, serta meningkatnya throughput. TCP, dengan fitur unggulannya seperti handshaking, error-checking, dan flow control, terbukti mampu mengelola lalu lintas data secara presisi dan berkelanjutan dalam kondisi beban ringan hingga sedang. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi TCP secara optimal memungkinkan efisiensi penggunaan perangkat keras standar tanpa perlu investasi besar, menjadikannya solusi ideal untuk kebutuhan jaringan kecil di berbagai sektor.

Berdasarkan temuan tersebut, implementasi pendekatan serupa sangat direkomendasikan untuk diterapkan di lingkungan lain seperti sekolah, kantor layanan publik, koperasi, dan institusi kecil lainnya yang memerlukan sistem komunikasi data internal yang andal dan hemat biaya. Kunci keberhasilan implementasi ini terletak pada penyesuaian konfigurasi TCP sesuai kebutuhan lokal, pemilihan topologi jaringan yang sederhana namun efektif, serta pelatihan dasar bagi pengelola sistem agar dapat memahami dan memelihara jaringan secara mandiri. Selain itu, penggunaan perangkat lunak open source untuk monitoring jaringan juga dapat memperkuat sistem tanpa menambah beban anggaran. Hal ini memungkinkan pengembangan jaringan yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan.

Sebagai tindak lanjut, penelitian lanjutan dapat difokuskan pada penggabungan protokol TCP dengan teknologi keamanan seperti SSL/TLS untuk menjamin integritas dan kerahasiaan data, terutama jika jaringan tersebut mulai terhubung dengan layanan cloud atau sistem informasi publik. Selain itu, eksplorasi pemanfaatan TCP dalam konteks jaringan IoT skala kecil dan jaringan hybrid juga menjadi area yang menarik untuk dikaji, mengingat semakin berkembangnya perangkat berbasis sensor dan sistem otomatisasi. Penelitian kuantitatif jangka panjang yang melibatkan pengukuran performa TCP di berbagai jenis topologi dan skenario beban jaringan juga diperlukan untuk memperkuat rekomendasi teknis dan meningkatkan akurasi model implementasi di berbagai konteks pengguna. Dengan demikian, studi ini menjadi pijakan awal dalam pemanfaatan TCP sebagai tulang punggung komunikasi data yang efisien dan berkelanjutan di jaringan berskala mikro.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelmoniem, A. M., & Bensaou, B. (2021). T-RACKs: A faster recovery mechanism for TCP in data center networks. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 29(3), 1074–1087.
- Albanna, I. (2024). Implementasi NRF24L01 sebagai Perantara Komunikasi Protokol ShockBurst dan TCP-IP dalam Transmisi Basis Data IoT. *Seminar Nasional Teknik Elektro (SEMNASSTEK 2024)*, 1, 41–46.
- Alrumaih, T. N. I., & Alenazi, M. J. F. (2025). ERINDA: A novel framework for Enhancing the Resilience of Industrial Networks against DDoS Attacks with adaptive recovery. *Alexandria Engineering Journal*, 121, 248–262.
- Ansori, A. (2024). Sosialisasi Penggunaan Metode Pembayaran Elektronik/Digital di Kecamatan Petir Serang-Banten. *Transformatif: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 151–165.
- Gustav, M. A., & Pranata, M. (2022). Perancangan dan implementasi jaringan komputer LAN dan WLAN dengan quality of service. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 7(2), 197–204.
- Kamalasegaran, A., Kabilan, G., & Sriramalakshmi, P. (2025). Communication Protocols for Transactive IoT. *IoT for Smart Grid: Revolutionizing Electrical Engineering*, 43–61.
- Khalaf, O. I., & Abdulsahib, G. M. (2021). An improved efficient bandwidth allocation using TCP connection for switched network. *Journal of Applied Science and Engineering*, 24(5), 735–741.
- Khorov, E., Krasilov, A., Susloparov, M., & Kong, L. (2023). Boosting TCP & QUIC performance in mmWave, terahertz, and lightwave wireless networks: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 25(4), 2862–2891.
- Laghari, S. A., Manickam, S., & Karuppayah, S. (2021). A review on SECS/GEM: A machine-to-machine (M2M) communication protocol for industry 4.0. *International Journal of Electrical and Electronic Engineering & Telecommunications*, 10(2), 105–114.
- Li, W., Yan, M., & Chan, C. A. (2023). A low-latency terminal mutual access architecture based on 5G LAN cross-domain networking. *2023 IEEE 11th International Conference on Computer Science and Network Technology (ICCSNT)*, 69–74.
- Ouamri, M. A., Alharbi, T., Singh, D., & Sylia, Z. (2025). A comprehensive survey on software-defined wide area network (SD-WAN): principles, opportunities and future challenges. *The Journal of Supercomputing*, 81(1), 1–47.
- Saedi, T., & El-Ocla, H. (2021). TCP CERL+: Revisiting TCP congestion control in wireless networks with random loss. *Wireless Networks*, 27, 423–440.
- Saifulloh, S., Susanti, P., Aldida, J. D., & Eka, M. R. (2024). Pelatihan Pembuatan Sistem Kendali Routerboard untuk Distribusi Jaringan bagi Pengguna Kantor Desa. *Ahsana: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 44–50.
- Usama, M., Ullah, U., Muhammad, Z., Bux, M., Ullah, I., Rouf, M., & Islam, T. (2024). Data traffic management in AI-IoT network to reduce congestion. In *Artificial Intelligence for Intelligent Systems* (pp. 145–189). CRC Press.