



## **MODEL REFERENSI *OPEN SYSTEMS INTERCONNECTION (OSI)* DAN *TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL/INTERNET PROTOCOL (TCP/IP)* DALAM TANTANGAN ERA INDUSTRI**

**Tri Wahyudi**

*Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika, Yogyakarta*

*Email: tri.twi@bsi.ac.id*

### **Abstract**

*The purpose of this research is to explore the roles and adaptations required by the OSI and TCP/IP Reference Models in addressing the challenges of the Industry 4.0 era. This study employs the Systematic Literature Review (SLR) approach to provide a comprehensive overview of literature analysis within the context of Industry 4.0. Data sources from scientific journals, reference books, and other related publications serve as the primary sources of information. Secondary data may also be utilized to support the findings and arguments generated in the study. The results indicate that the OSI and TCP/IP reference models remain relevant in the Industry 4.0 era. The OSI model assists in understanding network functions in detail through its seven layers, while the TCP/IP model focuses on end-to-end connectivity with its four layers. The implementation of the TCP/IP protocol enables seamless communication worldwide in accordance with ISO and OSI standards. The findings of this study provide a deeper understanding of both models and their relevance in the Industry 4.0 era, offering new insights for the development of efficient and secure computer networks in the future. With a thorough understanding of these models, organizations can develop robust network infrastructures aligned with current technological advancements. The OSI model consists of seven layers, each having a specific role in the network communication process. From the physical layer, which governs bit-data transmission, to the application layer, which provides an interface for user applications, these models assist in understanding the fundamental concepts of network communication and dividing network functions into more manageable components. Meanwhile, the TCP/IP model, despite comprising only four layers, is effective in managing end-to-end connectivity and ensuring reliable data delivery between devices within a network. These protocols adhere to ISO and OSI standards, enabling seamless communication across various platforms worldwide. In an era where technologies such as the Internet of Things (IoT), cloud computing, and big data are becoming increasingly significant, a solid understanding of these two models is vital. They help in designing, implementing, and managing efficient and secure networks, facilitating smooth communication between various devices and systems in an increasingly interconnected environment. By using these models as a guide, organizations can develop resilient network infrastructures capable of adapting to the technological changes occurring in the Industry 4.0 era.*

**Keyword:** *Open Systems Interconnection (OSI), dan Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP), Industri 4.0.*

### **Abstrak**

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang analisis literatur dalam konteks Industri 4.0. Sumber data dari jurnal ilmiah, buku referensi, dan publikasi terkait lainnya akan menjadi sumber informasi utama. Data sekunder juga dapat digunakan untuk mendukung temuan dan argumen yang dihasilkan dalam penelitian. Hasil penelitian bahwa model referensi OSI dan TCP/IP tetap relevan dalam era industri 4.0. OSI membantu dalam memahami fungsi jaringan secara rinci dengan tujuh lapisannya, sedangkan TCP/IP fokus pada konektivitas end-to-end dengan empat lapisan. Penerapan protokol TCP/IP memungkinkan komunikasi yang mulus di seluruh dunia sesuai dengan standar ISO dan OSI. Temuan penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kedua model dan relevansinya dalam era industri 4.0, memberikan pandangan baru untuk pengembangan jaringan komputer yang efisien dan aman di masa depan. Dengan pemahaman yang mendalam tentang keduanya, organisasi dapat mengembangkan infrastruktur jaringan yang kokoh sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini. Model OSI terdiri dari tujuh lapisan, masing-masing memiliki peran khusus dalam proses komunikasi jaringan. Mulai dari lapisan fisik yang mengatur transmisi bit-data hingga lapisan aplikasi yang menyediakan antarmuka untuk aplikasi pengguna, model ini membantu dalam memahami konsep dasar komunikasi jaringan dan membagi fungsi jaringan menjadi bagian yang lebih terkelola. Sementara itu, model TCP/IP, meskipun hanya terdiri dari empat lapisan, efektif dalam mengelola konektivitas dari ujung ke ujung dan pengiriman data antara perangkat dalam jaringan. Protokol ini juga mengikuti standar ISO dan OSI, memungkinkan komunikasi yang lancar antara berbagai platform di seluruh dunia. Di era di mana teknologi seperti Internet of Things (IoT), komputasi awan, dan big data semakin penting, pemahaman yang kuat tentang kedua model ini sangatlah vital. Mereka membantu dalam merancang, menerapkan, dan mengelola jaringan yang efisien dan aman, memfasilitasi komunikasi yang lancar antara berbagai perangkat dan sistem dalam lingkungan yang semakin terhubung. Dengan menggunakan model-model ini sebagai panduan, organisasi dapat mengembangkan infrastruktur jaringan yang tangguh yang dapat beradaptasi dengan perubahan teknologi yang terjadi di era industri 4.0.



**Kata Kunci:** *Open Systems Interconnection (OSI)*, dan *Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)*, *Industri 4.0*.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam era Industri 4.0 yang ditandai oleh integrasi teknologi digital yang mendalam dalam industri, pentingnya infrastruktur jaringan yang kokoh dan adaptif menjadi semakin menonjol. Teknologi Industri 4.0 mengintegrasikan sistem produksi yang cerdas dengan infrastruktur produksi yang telah mengubah cara nilai-nilai produksi, nilai-nilai industri, dan model bisnis tradisional organisasi beroperasi. Teknologi-teknologi seperti IoT, CPS, realitas tambahan dan virtual, blockchain, pembelajaran mesin (ML), kecerdasan buatan (AI), analisis data besar, dan digital twin merupakan elemen kunci yang mendukung implementasi praktik Industri 4.0[1]. Dalam era perkembangan teknologi yang pesat, pencapaian kinerja dan hasil maksimal membutuhkan tingkat efektivitas dan mobilitas kerja yang tinggi. Untuk mencapai hal tersebut, dibutuhkan berbagai sarana pendukung seperti perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), dan sumber daya manusia (*Brainware*) yang berkualitas tinggi dan dapat diandalkan. Selain itu, efisiensi waktu dalam pertukaran dan aliran data yang cepat dan akurat juga memainkan peran penting dalam meningkatkan produktivitas kerja sehari-hari. Dengan adanya perangkat keras, perangkat lunak, dan sumber daya manusia yang handal, serta proses pertukaran data yang efisien, maka kemajuan produktivitas dapat terwujud secara optimal[2].

Sebuah jaringan adalah kumpulan komputer yang dapat berkomunikasi satu sama lain dan berbagi peralatan yang dapat diakses secara bersama-sama. Topologi komunikasi yang terhubung dengan komputer lain dibagi menjadi empat jenis: topologi bintang, topologi cincin, topologi bus[3]. Untuk memungkinkan komunikasi antar komputer, diperlukan protokol jaringan. Protokol adalah seperangkat aturan dan standar yang memungkinkan komputer untuk berkomunikasi satu sama lain[4]. Manfaat yang diperoleh dari menghubungkan komputer satu sama lain dalam sebuah jaringan menggunakan protokol TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) sangatlah signifikan. TCP/IP, selain menjadi protokol berlapis, juga mematuhi standar ISO (*International Organization for Standardization*) dan OSI (*Open Systems Interconnection*), memungkinkan komunikasi di seluruh dunia bahkan jika platform yang berbeda digunakan[5].

Model *Open Systems Interconnection (OSI)* untuk Jaringan Terbuka adalah model jaringan arsitektural yang dikembangkan oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) di Eropa pada tahun 1977[6]. Model ini juga disebut sebagai "Model Tujuh Lapis OSI." Makalah ini akan membahas Lapisan OSI dan TCP/IP. Dalam dunia jaringan komputer, ada dua model referensi yang sangat penting untuk memahami dan mengembangkan sistem komunikasi yang kompleks: Model Referensi OSI (*Open Systems Interconnection*) dan Model TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*)[7]. Kedua model ini tetap menjadi landasan kritis dalam pengembangan jaringan komputer di era Industri 4.0. Model Referensi OSI, yang dikembangkan oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi (ISO), terdiri dari tujuh lapisan[8]. Setiap lapisan memiliki fungsi spesifik dalam proses komunikasi jaringan, mulai dari mengatur transmisi bit-data hingga menyediakan antarmuka untuk aplikasi pengguna. Model ini membantu dalam memahami konsep dasar komunikasi jaringan dan memisahkan fungsi jaringan menjadi unit yang lebih kecil[9].

Di sisi lain, model TCP/IP adalah model yang digunakan dalam merancang protokol jaringan yang digunakan di Internet[10]. Meskipun hanya terdiri dari empat lapisan, model ini sangat efektif dalam mengelola konektivitas ujung ke ujung dan pengiriman data antara perangkat dalam jaringan. Protokol TCP/IP juga mematuhi standar ISO dan OSI, memungkinkan komunikasi lancar antara berbagai platform di seluruh dunia[11]. Di era Industri 4.0, yang ditandai dengan adopsi teknologi seperti Internet of Things (IoT), komputasi awan, dan big data, pemahaman yang baik tentang kedua model ini sangatlah penting[12]. Mereka membantu dalam desain, implementasi, dan manajemen jaringan yang efisien dan aman, memungkinkan komunikasi lancar antara berbagai perangkat dan sistem dalam lingkungan yang semakin terhubung. Dengan menggunakan model-model ini sebagai panduan, organisasi dapat mengembangkan infrastruktur jaringan yang tangguh dan dapat beradaptasi sesuai dengan perubahan teknologi yang terjadi di era Industri 4.0[13].

Model Referensi OSI (*Open Systems Interconnection*) dan TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) telah lama menjadi landasan dalam desain, pengembangan, dan pengelolaan jaringan. Namun, di hadapan kompleksitas Industri 4.0, tantangan baru muncul yang mempertanyakan relevansi serta kesiapan kedua model ini. Dalam konteks jaringan komputer, model referensi OSI (*Open Systems Interconnection*) dan TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) tetap menjadi landasan penting dalam pengembangan sistem komunikasi yang kompleks, terutama di era Industri 4.0. Meskipun keduanya telah ada sejak sebelum era ini dimulai, relevansi dan kebutuhan mereka tetap tinggi dalam memahami prinsip dasar komunikasi jaringan. Era Industri 4.0 menuntut transformasi besar dalam infrastruktur jaringan untuk mendukung konektivitas yang lebih luas, keamanan yang ditingkatkan, dan integrasi teknologi yang kompleks. Dalam konteks ini, Model Referensi OSI dan TCP/IP berperan penting dalam menyediakan kerangka kerja untuk menghadapi tantangan ini[14]. Dengan pemahaman yang lebih dalam tentang peran serta tantangan



yang dihadapi oleh Model Referensi OSI dan TCP/IP dalam era Industri 4.0, diharapkan dapat diidentifikasi langkah-langkah strategis yang diperlukan untuk memastikan kelangsungan serta keberhasilan implementasi infrastruktur jaringan di masa depan. Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi peran serta adaptasi yang diperlukan oleh Model Referensi OSI dan TCP/IP dalam menghadapi tantangan era Industri 4.0. Dipercayai bahwa teknologi Industri 4.0 akan membantu meningkatkan keberlanjutan sosial dan ekonomi organisasi [15]. Teknologi Industri 4.0 memiliki potensi yang luar biasa untuk penciptaan nilai yang berkelanjutan melintasi dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial dari keberlanjutan dengan meningkatkan efisiensi sumber daya [16]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi bagaimana model OSI dan TCP/IP beradaptasi dalam menghadapi tantangan era Industri 4.0 dan sejauh mana model ini masih relevan dalam membangun infrastruktur jaringan modern.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang analisis literatur dalam konteks Industri 4.0. SLR dianggap lebih efisien daripada tinjauan literatur deskriptif karena mampu mengidentifikasi peluang penelitian baru dengan menganalisis dan mensintesis artikel-artikel yang telah diterbitkan sebelumnya. *Systematic Literature Review (SLR)* akan menjadi dasar utama untuk penelitian ini, memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan informasi relevan dan terkini tentang penggunaan model referensi OSI dan TCP/IP dalam Industri 4.0. Analisis konten akan membantu dalam analisis menyeluruh terhadap informasi ini, mengidentifikasi pola dan tren potensial, serta menghubungkan konsep-konsep yang saling terkait. Sumber data dari jurnal ilmiah, buku referensi, dan publikasi terkait lainnya akan menjadi sumber informasi utama. Data sekunder juga dapat digunakan untuk mendukung temuan dan argumen yang dihasilkan dalam penelitian. Analisis data kualitatif akan memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman mendalam tentang model referensi OSI dan TCP/IP serta relevansinya dalam era Industri 4.0. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dan rekomendasi berharga untuk pengembangan lebih lanjut dalam bidang jaringan komputer. Dengan menggunakan metodologi penelitian yang tepat, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan untuk memahami dan mengembangkan model referensi OSI dan TCP/IP dalam konteks Industri 4.0.

### 2.1. Identifikasi

Pada tahap ini, dimulai dengan merumuskan pertanyaan penelitian, menentukan kriteria inklusi dan eksklusi, serta merencanakan strategi pencarian literatur. Pencarian literatur (Google Scholar, Himalayan, EAS, PubMed dan Research Net).

### 2.2. Skrining

Artikel diskrining berdasarkan judul, abstrak dan kata kunci. Artikel yang ditemukan dari pencarian awal akan disaring berdasarkan judul dan abstrak untuk menentukan apakah mereka relevan dengan topik. Artikel yang tidak relevan dengan model OSI/TCP/IP atau yang tidak membahas penerapan dalam konteks industri modern akan dikeluarkan.

### 2.3. Kelayakan

Setelah artikel yang relevan dipilih, tahap ekstraksi data dilakukan untuk mengidentifikasi informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut. Kontribusi artikel, tantangan yang dihadapi, solusi dan inovasi, keterkaitan dengan Industri 4.0

### 2.4. Include

Artikel yang diterima akan dianalisis secara tematik, mengidentifikasi tren utama, tantangan yang muncul, dan solusi yang diusulkan terkait dengan penggunaan model OSI dan TCP/IP dalam era industri. Perbandingan antara penerapan OSI dan TCP/IP dalam berbagai sektor industri, serta bagaimana kedua model tersebut beradaptasi dengan kemajuan teknologi modern (seperti industri pintar, otomatisasi, dan konektivitas yang lebih tinggi).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Model OSI dalam Konteks Industri 4.0

Model referensi OSI adalah kerangka yang diterima secara global untuk pengembangan standar yang lengkap dan terbuka. Model OSI membantu menciptakan standar terbuka untuk sistem-sistem berinterkoneksi dan berkomunikasi, terutama di bidang teknologi informasi. Model referensi OSI secara konseptual terbagi menjadi 7 lapisan, setiap lapisan memiliki fungsi jaringan yang spesifik. Model ini dibuat berdasarkan proposal dari Organisasi Standar Internasional (ISO) sebagai langkah awal untuk menstandarisasi protokol internasional yang digunakan di berbagai lapisan. Model Referensi OSI menguraikan pendekatan berlapis untuk jaringan. Setiap lapisan model mewakili bagian yang berbeda dari proses komunikasi. Dengan memisahkan proses komunikasi menjadi lapisan-lapisan, model OSI menyederhanakan cara

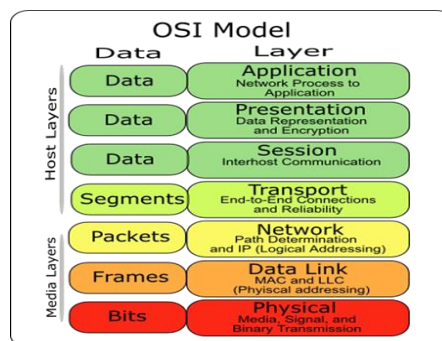


perangkat lunak dan perangkat keras bekerja sama, sehingga memudahkan upaya pemecahan masalah dengan menyediakan metode spesifik untuk memahami bagaimana komponen-komponen tersebut berfungsi [17].

### 3.2. Analisis Relevansi Model TCP/IP di Era Teknologi Modern

Model referensi OSI dibuat dengan tujuan memungkinkan komunikasi data berlangsung melalui langkah-langkah yang jelas, yang umumnya disebut sebagai "lapisan-lapisan." Model OSI terdiri dari tujuh lapisan. Prinsip-prinsip yang digunakan untuk tujuh lapisan ini adalah:

- Sebuah lapisan harus dibuat jika diperlukan tingkat abstraksi yang berbeda.
- Setiap lapisan harus memiliki fungsi-fungsi spesifik.
- Fungsi-fungsi dari lapisan-lapisan yang lebih rendah bertugas untuk mendukung fungsi-fungsi dari lapisan-lapisan di atasnya.
- Fungsi-fungsi dari setiap lapisan harus dipilih dengan hati-hati sesuai dengan standar protokol internasional.
- Batas-batas lapisan harus dirancang untuk meminimalkan aliran informasi yang melewati antarmuka.
- Jumlah lapisan harus cukup sehingga fungsi-fungsi yang berbeda tidak perlu digabungkan menjadi satu lapisan secara tidak perlu. Namun, jumlah lapisan juga harus dijaga seminimal mungkin agar arsitektur jaringan tidak terlalu rumit.



Gambar 1 Model Tujuh Lapisan OSI

Model referensi OSI menurut [18] secara konseptual terbagi menjadi 7 lapisan, setiap lapisan memiliki fungsi jaringan yang spesifik yaitu lapisan fisik berfungsi sebagai transmisi bit mentah melalui saluran komunikasi. Masalah desain yang harus dipertimbangkan di sini termasuk memastikan bahwa ketika satu sisi mengirimkan bit data 1, itu diterima oleh sisi lain sebagai bit 1 juga, bukan bit 0. Umumnya, masalah desain yang ditemukan di sini berkaitan dengan masalah antarmuka mekanis, elektrik, dan prosedural, serta media fisik di bawah lapisan fisik.

Lapisan data link adalah sebagai fasilitas untuk mentransmisikan data mentah dan mengubahnya menjadi saluran transmisi bebas dari kesalahan transmisi. Sebelum diteruskan ke Lapisan Jaringan, lapisan data link menyelesaikan tugas ini dengan memungkinkan pengirim untuk mengelompokkan data masukan menjadi sejumlah frame data (biasanya ratusan atau ribuan byte). Kemudian, lapisan data link secara berurutan mentransmisikan frame-frame ini dan memproses frame pengakuan yang dikirim kembali oleh penerima. Masalah yang muncul dalam lapisan data link melibatkan memastikan pengiriman data yang lancar dari pengirim yang cepat ke penerima yang lambat. Mekanisme kontrol lalu lintas harus memungkinkan pengirim mengetahui jumlah ruang buffer yang tersedia untuk penerima pada waktu tertentu. Secara umum, tugas utama dari lapisan data link dalam proses komunikasi data meliputi beberapa fungsi kunci. Pertama, ada framing, di mana lapisan data link membagi aliran bit yang diterima dari lapisan jaringan menjadi unit data yang disebut frame. Selain itu, ada juga alamat fisik, yang melibatkan definisi identitas pengirim dan/atau penerima yang ditambahkan dalam header. Selain itu, kontrol aliran diimplementasikan untuk menjaga stabilitas laju bit jika laju aliran bit berlebihan atau berkurang. Kontrol kesalahan mencakup penambahan mekanisme untuk mendeteksi dan mentransmisikan kembali frame yang gagal. Akhirnya, kontrol komunikasi menentukan perangkat mana yang harus dikendalikan ketika ada dua koneksi yang serupa. Semua fungsi ini bersama-sama membentuk peran penting dari lapisan data link dalam memfasilitasi proses komunikasi data yang efisien dan andal.

Lapisan jaringan berfungsi untuk mengontrol operasi subnet. Masalah yang muncul dalam lapisan jaringan melibatkan penentuan rute untuk pengiriman paket dari sumber ke tujuan [19]. Ketika beberapa paket ada secara bersamaan dalam sebuah subnet, ada kemungkinan bahwa paket-paket ini dapat tiba secara bersamaan. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya bottleneck. Mengelola kemacetan seperti ini juga merupakan tugas dari lapisan jaringan, memungkinkan jaringan-jaringan yang berbeda, dengan protokol, alamat, dan arsitektur jaringan yang berbeda, untuk saling terhubung satu sama lain. Secara umum, tugas utama dari lapisan jaringan dalam proses komunikasi data mencakup



beberapa fungsi kunci. Pertama, ada penyebaran alamat logis, di mana alamat logis ditambahkan ke header lapisan jaringan. Dalam jaringan TCP/IP, alamat logis ini dikenal sebagai Alamat IP. Selanjutnya, ada pengalihan, yang melibatkan hubungan antara jaringan yang membentuk internet dan memerlukan metode penunjukkan rute sehingga paket dapat ditransfer dari satu perangkat yang berasal dari satu jaringan ke perangkat lain di jaringan lain. Fungsi routing didukung oleh protokol routing, yang bertujuan untuk menemukan jalur terbaik ke tujuan dan bertukar informasi tentang topologi jaringan dengan router lainnya. Kedua fungsi ini bekerja sama untuk memastikan pengiriman data yang efisien dan akurat di seluruh jaringan[20].

Lapisan transport berfungsi untuk membagi data menjadi paket data dan memberikan nomor urutan pada paket-paket ini sehingga mereka dapat disusun kembali di sisi tujuan setelah diterima. Selain itu, di lapisan ini, pengakuan dibuat untuk menunjukkan penerimaan paket yang berhasil, dan pengiriman ulang diinisiasi untuk paket-paket yang hilang dalam perjalanan. Semua tugas ini harus dilaksanakan secara efisien dan bertujuan untuk melindungi lapisan-lapisan atas dari perubahan teknologi perangkat keras yang tak terhindarkan.

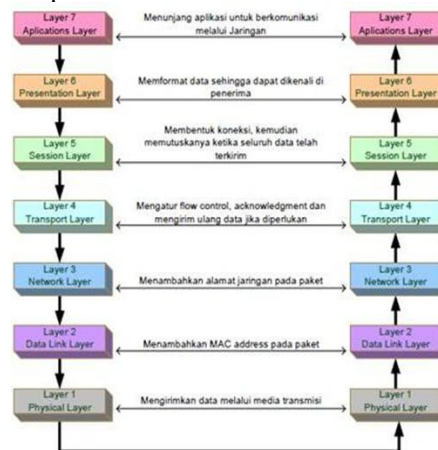
Lapisan sesi mengendalikan "dialog" selama komunikasi, bertanggung jawab untuk menetapkan koneksi, mengelola penggunaannya, dan mengakhiri koneksi setelah sesi komunikasi berakhir. Ia menambahkan header kontrol ke paket data selama pertukaran data dan memungkinkan pengguna untuk menjalin sesi satu sama lain. Selain memungkinkan transportasi data reguler seperti lapisan transport, sesi juga menyediakan layanan khusus untuk aplikasi tertentu, seperti masuk ke sistem timesharing jarak jauh atau mentransfer file antar mesin.

Tugas utama dari lapisan presentasi adalah memastikan bahwa data atau informasi ditransmisikan dalam bahasa atau sintaks yang dapat dipahami oleh host tujuan. Protokol di lapisan presentasi dapat menerjemahkan data ke dalam bahasa atau sintaks yang dapat dipahami, dan mengompres data sebelum mengirimkannya ke lapisan sesi. Ia melakukan fungsi spesifik yang diminta untuk menemukan solusi umum untuk masalah tertentu, dengan fokus pada sintaks dan informasi yang ditransmisikan. Salah satu layanan contoh dari lapisan presentasi adalah encoding data.

Lapisan aplikasi berfungsi sebagai antarmuka antara aplikasi dan fungsionalitas jaringan, mengelola bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan dan menangani pesan-pesan kesalahan. Ia menentukan terminal jaringan virtual abstrak, memungkinkan editor dan program lainnya ditulis untuk saling cocok. Untuk menangani setiap jenis terminal, komponen perangkat lunak harus ditulis untuk memetakan fungsi terminal jaringan virtual ke terminal sebenarnya. Fungsi lain dari lapisan aplikasi adalah transfer file. Sistem file yang berbeda memiliki konvensi penamaan dan cara representasi baris teks yang berbeda. Transfer file antar sistem yang berbeda memerlukan penanganan untuk menangani inkonsistensi. Tugas-tugas dari lapisan aplikasi meliputi email, entri pekerjaan jarak jauh, pencarian direktori, dan berbagai fasilitas tujuan umum dan tujuan khusus lainnya. Protokol yang ditemukan dalam lapisan aplikasi ini termasuk FTP, SMTP, dan HTTP[21].

### 3.3. Operasi Model Referensi OSI

Operasi model referensi OSI dimulai dari lapisan paling atas, yaitu lapisan Aplikasi. Data dikirim dari lapisan ini ke lapisan di bawahnya, yaitu lapisan Presentasi. Di lapisan Presentasi, data dilengkapi dengan header atau trailer dan kemudian ditransmisikan ke lapisan di bawahnya. Proses ini berlanjut ke lapisan di bawahnya, di mana setiap lapisan menambahkan header atau trailer sebelum meneruskannya ke lapisan di bawahnya lagi, sampai mencapai lapisan Fisik. Di lapisan Fisik, data ditransmisikan melalui media ke host tujuan. Dengan demikian, setiap lapisan menangani proses spesifik dalam pembentukan dan transmisi paket data.



Gambar 2. Struktur Operasi Model OSI



Pada host tujuan, paket data mengalir ke arah yang berlawanan, dari lapisan bawah ke lapisan atas. Protokol di lapisan fisik di host tujuan mengambil paket data dari media transmisi dan kemudian mengirimkannya ke lapisan data link. Lapisan data link memeriksa header lapisan data link yang ditambahkan oleh host pengirim ke paket. Jika host bukan penerima yang dimaksud dari paket tersebut, paket akan dibuang. Namun, jika host adalah penerima yang dimaksud, paket akan diteruskan ke lapisan jaringan. Proses ini berlanjut sampai mencapai lapisan aplikasi di host tujuan. Proses pengiriman paket dari lapisan ke lapisan disebut "komunikasi lapisan sebaya."

### 3.4. Operasi Model TCP/IP

Model TCP/IP dibangun di atas empat lapisan yang masing-masing memiliki tanggung jawab yang sangat spesifik dalam proses komunikasi. Keempat lapisan ini bekerja bersama untuk mengelola pengiriman data dari pengirim ke penerima, memastikan bahwa data dapat sampai dengan akurat dan efisien. Lapisan pertama dalam model TCP/IP adalah Lapisan Link, yang juga sering disebut sebagai lapisan interface jaringan. Lapisan ini bertanggung jawab untuk menghubungkan perangkat komputer dengan jaringan fisik [22]. Semua perangkat yang terhubung dalam satu jaringan lokal, seperti jaringan rumah atau kantor, akan menggunakan lapisan ini untuk mengirimkan dan menerima data. Lapisan Link mengelola komunikasi antar perangkat dalam jaringan lokal, yang dapat berupa perangkat keras seperti kabel Ethernet, Wi-Fi, atau teknologi jaringan lainnya. Tugas utamanya adalah mengubah data menjadi format yang dapat diterima oleh perangkat keras, serta menangani pengalamatan fisik. Di sinilah protokol seperti Ethernet dan Wi-Fi berperan dalam memastikan bahwa data dapat dikirimkan dengan benar antara perangkat yang terhubung [23].

Setelah data melewati lapisan Link, ia dilanjutkan ke Lapisan Internet. Lapisan ini bertanggung jawab untuk mengatur bagaimana data dapat dikirimkan antara jaringan yang berbeda. Salah satu protokol utama yang bekerja pada lapisan ini adalah Internet Protocol (IP), yang mengatur pengalamatan dan pengiriman paket data melalui jaringan yang terhubung ke Internet. Setiap perangkat yang terhubung ke jaringan berbasis TCP/IP diberikan sebuah alamat IP, yang berfungsi sebagai identifikasi unik. Alamat IP ini memungkinkan data untuk menemukan jalur yang benar dan mencapai tujuannya, bahkan jika melalui banyak jaringan yang berbeda. Protokol IP melakukan routing, yaitu menentukan jalur terbaik yang harus ditempuh oleh paket data berdasarkan alamat IP pengirim dan penerima [24].

Lapisan Transport berperan penting dalam memastikan bahwa data yang dikirimkan melalui jaringan dapat sampai ke tujuan dengan cara yang andal dan tanpa kesalahan. Pada lapisan ini, dua protokol utama yang digunakan adalah Transmission Control Protocol (TCP) dan User Datagram Protocol (UDP). Kedua protokol ini memiliki cara kerja yang berbeda, tergantung pada jenis aplikasi dan kebutuhan komunikasi [25].

Lapisan paling atas dari model TCP/IP adalah Lapisan Aplikasi, yang berhubungan langsung dengan pengguna dan aplikasi jaringan. Lapisan ini mencakup berbagai protokol yang digunakan oleh aplikasi untuk berkomunikasi di jaringan, seperti HTTP untuk browsing web, FTP untuk transfer file, dan SMTP untuk pengiriman email. Protokol ini berfungsi untuk mentransfer data antar aplikasi yang dijalankan pada perangkat yang berbeda.

### 3.5. Model OSI dan TCP/IP dalam Era Industri

Protokol IP (Internet Protocol) digunakan untuk memberikan alamat unik kepada setiap perangkat yang terhubung dalam jaringan. Dalam konteks industri, hal ini memungkinkan perangkat seperti sensor, mesin, robot, dan komputer industri untuk saling berkomunikasi dengan cara yang dapat dipahami oleh semua perangkat yang terhubung, baik dalam jaringan lokal maupun global. Kehadiran protokol IPv6, yang menggantikan IPv4, sangat relevan dengan kebutuhan Industri 4.0, mengingat jumlah perangkat yang terhubung dalam jaringan semakin meningkat. Dengan IPv6, setiap perangkat dapat memiliki alamat unik tanpa khawatir kehabisan ruang alamat, yang sangat penting dalam skenario dunia industri yang terus berkembang dengan semakin banyaknya perangkat IoT [26].

Protokol TCP (*Transmission Control Protocol*) digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikirim melalui jaringan diterima dengan utuh dan dalam urutan yang benar. Hal ini sangat penting dalam dunia industri, di mana keandalan data sangat diperlukan untuk menjaga kelancaran operasi. Sebagai contoh, dalam sistem monitoring dan kontrol otomatis yang digunakan di pabrik, protokol TCP memastikan bahwa data yang dikirim dari sensor atau perangkat kontrol diterima dengan akurat oleh sistem pengendalian pusat. Kehilangan atau kerusakan data dalam sistem ini bisa menyebabkan kesalahan produksi, kerusakan mesin, atau kecelakaan yang berbahaya bagi pekerja dan peralatan.

Model OSI memberikan gambaran terperinci tentang bagaimana data dapat dikirimkan dengan aman dan efisien melalui berbagai lapisan sistem [27]. Dalam konteks Industri 4.0, model ini berfungsi untuk memastikan bahwa komunikasi antar perangkat dan sistem dalam ekosistem produksi yang besar dan terhubung dapat berjalan dengan lancar. Di dalam model OSI, lapisan fisik bertanggung jawab atas pengiriman data melalui media fisik, seperti kabel, fiber optik, atau saluran nirkabel. Di era Industri 4.0, perangkat seperti sensor, aktuator, robot, dan perangkat IoT (*Internet of Things*) yang tersebar di pabrik atau fasilitas manufaktur harus dapat terhubung secara fisik dan mengirimkan data ke sistem pusat untuk diproses. Tanpa lapisan fisik yang handal, komunikasi antara perangkat-perangkat ini akan terganggu. Dengan



adanya protokol standar untuk komunikasi fisik, perangkat dari berbagai vendor dapat saling terhubung dalam satu sistem yang koheren [28].

Pada lapisan data link, komunikasi antar perangkat dalam satu jaringan fisik dikelola. Dalam konteks Industri 4.0, perangkat-perangkat yang berkomunikasi dalam jaringan lokal, seperti sensor IoT, robot industri, dan sistem kontrol otomatis, bergantung pada lapisan ini untuk mengelola pengiriman data antar perangkat yang terhubung dalam pabrik atau gudang. Protokol yang digunakan pada lapisan ini, seperti Ethernet atau Wi-Fi, memungkinkan perangkat untuk saling berinteraksi dengan memastikan data yang dikirim tidak rusak dan dapat diproses oleh perangkat tujuan. Lapisan ini juga berfungsi untuk deteksi kesalahan dan pengontrolan aliran data, yang sangat penting dalam sistem yang memerlukan komunikasi waktu nyata dan andal.

Pada lapisan jaringan, IP (*Internet Protocol*) digunakan untuk mengatur pengalamatan dan routing data, memastikan bahwa data dapat dikirim dari satu jaringan ke jaringan lainnya. Dalam konteks Industri 4.0, lapisan ini sangat penting karena komunikasi antar pabrik atau fasilitas produksi yang tersebar di berbagai lokasi global memerlukan pengalamatan dan routing yang tepat untuk memastikan data mencapai tujuan yang tepat. Sistem-sistem di industri yang terhubung ke pusat data cloud, misalnya, memerlukan kemampuan routing yang efisien untuk mengirimkan data dengan cara yang paling efisien. Protokol IPv6, yang memberikan ruang alamat yang lebih luas dibandingkan IPv4, menjadi sangat penting dalam dunia industri yang semakin mengandalkan perangkat IoT dan sistem yang terhubung ke internet [29].

Lapisan transport memastikan bahwa data dikirim dengan cara yang andal dan dalam urutan yang benar. Protokol TCP (*Transmission Control Protocol*) di lapisan ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap bit data yang dikirim sampai ke tujuan tanpa kesalahan dan dalam urutan yang tepat. Keandalan pengiriman data ini sangat penting di sektor industri, di mana kehilangan data atau keterlambatan dapat menyebabkan kerusakan pada proses produksi. Di sisi lain, UDP (*User Datagram Protocol*) digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan komunikasi lebih cepat meski ada risiko kehilangan data, seperti pada aplikasi yang mendukung kontrol waktu nyata atau streaming video di pabrik [30].

Lapisan aplikasi adalah tempat interaksi antara pengguna dan aplikasi yang berjalan di sistem. Dalam konteks Industri 4.0, aplikasi yang berada di lapisan ini mencakup perangkat lunak manajemen produksi, sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), dan aplikasi analisis data berbasis IoT. Protokol seperti HTTP, MQTT, dan CoAP digunakan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dapat dianalisis dan dikendalikan dengan tepat [31]. Protokol MQTT sering digunakan dalam aplikasi IoT karena kemampuannya untuk mendukung komunikasi publish-subscribe yang efisien, yang memungkinkan perangkat di pabrik untuk mengirimkan data ke server pusat tanpa perlu melakukan permintaan data berulang.

#### 4. KESIMPULAN

Model referensi OSI dan TCP/IP tetap relevan dalam era industri 4.0. OSI membantu dalam memahami fungsi jaringan secara rinci dengan tujuh lapisannya, sedangkan TCP/IP fokus pada konektivitas end-to-end dengan empat lapisan. Penerapan protokol TCP/IP memungkinkan komunikasi yang mulus di seluruh dunia sesuai dengan standar ISO dan OSI. Temuan penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kedua model dan relevansinya dalam era industri 4.0, memberikan pandangan baru untuk pengembangan jaringan komputer yang efisien dan aman di masa depan. Dengan pemahaman yang mendalam tentang keduanya, organisasi dapat mengembangkan infrastruktur jaringan yang kokoh sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini. Model OSI terdiri dari tujuh lapisan, masing-masing memiliki peran khusus dalam proses komunikasi jaringan. Mulai dari lapisan fisik yang mengatur transmisi bit-data hingga lapisan aplikasi yang menyediakan antarmuka untuk aplikasi pengguna, model ini membantu dalam memahami konsep dasar komunikasi jaringan dan membagi fungsi jaringan menjadi bagian yang lebih terkelola. Sementara itu, model TCP/IP, meskipun hanya terdiri dari empat lapisan, efektif dalam mengelola konektivitas dari ujung ke ujung dan pengiriman data antara perangkat dalam jaringan. Protokol ini juga mengikuti standar ISO dan OSI, memungkinkan komunikasi yang lancar antara berbagai platform di seluruh dunia. Di era di mana teknologi seperti Internet of Things (IoT), komputasi awan, dan big data semakin penting, pemahaman yang kuat tentang kedua model ini sangatlah vital. Mereka membantu dalam merancang, menerapkan, dan mengelola jaringan yang efisien dan aman, memfasilitasi komunikasi yang lancar antara berbagai perangkat dan sistem dalam lingkungan yang semakin terhubung. Dengan menggunakan model-model ini sebagai panduan, organisasi dapat mengembangkan infrastruktur jaringan yang tangguh yang dapat beradaptasi dengan perubahan teknologi yang terjadi di era industri 4.0.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Bina Sarana Informatika dan kepada pihak-pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] R. Sharma, C. J. C. Jabbour, and A. B. Lopes de Sousa Jabbour, 'Sustainable manufacturing and industry 4.0: what we know and what we don't', *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 34, no. 1, pp. 230–266, Jan. 2020, doi: 10.1108/JEIM-01-2020-0024.
- [2] A. Halim, 'Sistem Jaringan Intranet Berbasis Tcp', *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, Jun. 2021, doi: 10.46306/sm.v1i1.4.
- [3] Jeremy Bentham, *TCP/IP lean: web servers for embedded systems*. CMP Media, Inc, 2001. doi: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/365145>.
- [4] M. L. Afit and B. Yusuf, 'Analisis Sistem Pengelolaan, Pemeliharaan dan Keamanan Jaringan Internet Pada IT Telkom Purwokerto', *Evolusi: Jurnal Sains dan Manajemen*, vol. 6, no. 2, Sep. 2018, doi: 10.31294/evolusi.v6i2.4427.
- [5] Latifa, *Perancangan dan implementasi sistem diskless pada laboratorium Sekolah Menengah Pertama Negeri 252 Jakarta*. 2011.
- [6] A. Manginsela, 'Modul2: Model Referensi OSI dan TCP/IP', 2019.
- [7] Y. Christian, 'Analisis Sistem Pengamanan Akses Autentikasi Jaringan dengan Metode Port Knocking dan Action Tarpit pada Router Mikrotik', *Telcomatics*, vol. 4, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [8] klarisa anugrah, 'Tugas Jaringan Komputer (Klarisa Anugrah 175100018) Pengenalan Osi Layer', Apr. 01, 2019. doi: 10.31219/osf.io/nkzc3.
- [9] S. Melwin, *Pengantar Jaringan Komputer*. Penerbit Andi, 2005.
- [10] W. Buana, A. Hariyandi, and F. Rezi, 'Pengembangan Jaringan Local Area Network (Lan) Dan Wide Area Network (Wan) Pada Smkn 4 Padang Dengan Metode Research Dan Development', *JOISIE Journal Of Information System And Informatics Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 120–134, 2023.
- [11] M. A. Muslim, 'Analisa Teknis Perbandingan Router Linux dengan Router Mikrotik pada Jaringan Wireless', *Dinamik - Jurnal Teknologi Informasi*, vol. XII, no. Vol 12, No 1 (2007), pp. 10–21, 2007.
- [12] D. Asep, *Manajemen Strategi di Era Industri 4.0*. Yayasan Cendikia Mulia Mandiri, 2003.
- [13] S. Maesaroh, R. R. Lubis, L. N. Husna, R. Widyaningsih, and R. Susilawati, 'Efektivitas Implementasi Manajemen Business Intelligence pada Industri 4.0', *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, Jul. 2022, doi: 10.34306/abdi.v3i2.764.
- [14] A. Gorkhali, 'Industry 4.0 and Enabling Technologies: Integration Framework and Challenges', *Journal of Industrial Integration and Management*, vol. 7, no. 3, pp. 311–348, 2022, doi: 10.1142/S2424862222500075.
- [15] T. Stock and G. Seliger, 'Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0', *Procedia CIRP*, vol. 40, pp. 536–541, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.01.129.
- [16] A. B. L. de Sousa Jabbour, C. J. C. Jabbour, C. Foropon, and M. G. Filho, 'When titans meet – Can industry 4.0 revolutionise the environmentally-sustainable manufacturing wave? The role of critical success factors', *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 132, pp. 18–25, 2018, doi: 10.1016/j.techfore.2018.01.017.
- [17] J. V, *Compressing TCP/IP Headers for Low-Speed Serial Links*. Network Working Group, 1990.
- [18] J. Nagle, 'Congestion control in IP/TCP internetworks', *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, vol. 14, no. 4, pp. 11–17, Oct. 1984, doi: 10.1145/1024908.1024910.
- [19] K. McCloghrie and M. Rose, 'Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets:MIB-II', Mar. 1991. doi: 10.17487/rfc1213.
- [20] S. J. Murdoch and S. Lewis, 'Embedding covert channels into TCP/IP', *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 3727 LNCS, pp. 247–261, 2006, doi: 10.1007/11558859\_19.
- [21] C. H. Rowland, 'Covert channels in the TCP/IP protocol suite', *First Monday*, May 1997, doi: 10.5210/fm.v2i5.528.
- [22] K. Mccloghrie, 'Network Working Group Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II', 1991.
- [23] A. Wahab, A. hari Wibowo Teknik Fakultas Teknik, U. Halu Oleo Kendari Kampus Hijau Bumi Tridharma, K. Kambu, K. Kendari, and S. Tenggara, 'ANALISIS KINERJA PROTOKOL TCP PADA TOPOLOGI JARINGAN SEDERHANA MENGGUNAKAN CISCO PACKET TRACER', 2024.
- [24] J. Y. Seong, R. Ranjan, J. Kye, S. Lee, and S. Lee, 'Enhancing Industrial Communication with Ethernet/Internet Protocol: A Study and Analysis of Real-Time Cooperative Robot Communication and Automation via Transmission Control Protocol/Internet Protocol', *Sensors (Basel)*, vol. 23, no. 20, Oct. 2023, doi: 10.3390/s23208580.
- [25] Mardiana Yesi and Sahputra Julidan, 'Analisa Performa Protokol TCP, UDP dan SCTP Pada Lalu Lintas



- Multimedia', *Jurnal Media Infotama*, vol. 13, no. 2, pp. 73–84, Sep. 2017.
- [26] V. Jacobson, 'Network Working Group Compressing TCP/IP Headers for Low-Speed Serial Links', 1990.
- [27] K. Mccloghrie, 'Network Working Group Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II', 1991.
- [28] S. J. Murdoch and S. Lewis, 'Embedding Covert Channels into TCP/IP', Cambridge, Jul. 2005. [Online]. Available: <http://www.cl.cam.ac.uk/users/{sjm217,srl32}/>
- [29] I. L. Kharisma and M. Selpiyana, 'Pembelajaran Konfigurasi Mikrotik Berbasis Model OSI Layer di PT Proxi Jaringan Nusantara', *Jurnal Pengabdian Sosial dan Kemanusiaan*, no. 1, pp. 25–30, 2025, doi: 10.62383/aksinyata.v1i4.977.
- [30] M. Hasibuan and C. Eko Suharyanto, 'IMPLEMENTASI DAN PERANCANGAN VOIP SERVER MENGGUNAKAN TRIXBOX OPENSOURCE DAN VPN SEBAGAI PENGAMANAN ANTAR CLIENT', 2021.
- [31] Susilawati Susilawati, Marcel Ade Satria, Khaila Martina, Juniwan Juniwan, and Didik Aribowo, 'Implementasi Teknologi Komunikasi Data Menggunakan Open System Interconnection (OSI) Untuk Berkirir Pesan Antar Perangkat', *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik*, vol. 2, no. 3, pp. 124–129, May 2024, doi: 10.61132/venus.v2i3.307.