



Analisis Perkembangan Teknologi Jaringan 5g Dan Dampaknya Terhadap Komunikasi Digital

Sitti Hadra¹, Nabila², Dewi Suci³, Firta Dewi⁴, Ketrin Rinayanti Manullang⁵

¹⁻⁴Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Sulawesi Barat

Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H.

*Penulis Korespondensi: sittihadra07@gmail.com

Abstract; 5G networks, as the fifth generation of cellular technology, provide ultra-high internet speeds, minimal latency, and superior connectivity compared to their predecessors. This research aims to examine the evolution, benefits, and obstacles to 5G implementation in various domains of life. The methodological approach employed is library research, collecting data from primary literature such as books, scientific journals, and peer-reviewed articles. The research findings indicate that 5G has a positive, transformational impact on education (VR learning), healthcare (telesurgery), industry (Industry 4.0), transportation (V2X), and smart city ecosystems. However, 5G deployment is hampered by massive infrastructure costs, a limited device ecosystem, and cybersecurity vulnerabilities. Recommendation: Integration of advanced security frameworks and policy-driven infrastructure support is needed to optimize 5G network adoption and sustainability.

Keywords: 5G technology, cellular networks, digital communications.

Abstrak; Jaringan 5G, sebagai generasi kelima teknologi seluler, menyediakan kecepatan internet ultratinggi, latensi minimal, dan konektivitas superior dibandingkan pendahulunya. Penelitian ini bertujuan mengkaji evolusi, manfaat, serta hambatan implementasi 5G dalam berbagai domain kehidupan. Pendekatan metodologis yang diterapkan adalah studi pustaka (*Library Research*) dengan pengumpulan data dari literatur primer seperti buku, jurnal ilmiah, dan artikel *peer-reviewed*. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa 5G menghasilkan dampak transformasional positif pada pendidikan (VR learning), kesehatan (*telesurgery*), industri (Industry4.0), transportasi (V2X), dan *smart city ecosystems*. Meski demikian, deployasi 5G terkendala oleh biaya infrastruktur masif, keterbatasan device ecosystem, serta vulnerabilitas keamanan siber. Rekomendasi: Diperlukan integrasi advanced security frameworks dan dukungan infrastruktur policy-driven untuk optimalisasi adopsi dan sustainability jaringan 5G.

Kata kunci: Teknologi 5G, jaringan seluler, komunikasi digital.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan zaman yang semakin cepat telah mendorong kemajuan teknologi secara signifikan. Salah satu buktinya adalah sektor telekomunikasi yang kini memberikan kemudahan luar biasa bagi penggunaannya. Dahulu, hanya mengenal telepon umum dan telepon rumah. Kemudian muncul bisnis wartel yang semakin mempermudah akses komunikasi masyarakat.

Seiring dengan perkembangan zaman yang pesat, muncul inovasi teknologi berupa perangkat telepon genggam (*handphone*). Pada awalnya, harga perangkat ini sangat mahal dan terbatas bagi kalangan tertentu. Namun, secara bertahap, harga handphone menjadi terjangkau oleh masyarakat umum. Secara fungsional, handphone generasi awal hanya mendukung komunikasi suara dan pesan singkat (SMS). Kemajuan selanjutnya ditandai dengan implementasi teknologi 3G, yang memungkinkan akses internet berkecepatan tinggi serta fitur

panggilan video, sehingga memfasilitasi komunikasi multimedia bagi seluruh pengguna. Semakin berkembangnya zaman teknologi ini juga sangat cepat berkembang, sehingga adanya teknologi 4G dan akhirnya generasi kelima lahirlah teknologi 5G.

Menurut Filenders. M & Smalley. I (2026). Jaringan 5G berjalan pada frekuensi radio yang sama dengan pendahulunya, jaringan 3G, 4G, dan 4G LTE, yang sebelumnya melayani sebagian besar telepon seluler di seluruh dunia. Namun, peningkatan dalam kecepatan, latensi, dan bandwidth membuat jaringan 5G memiliki waktu pengunduhan dan pengunggahan yang lebih singkat, konektivitas yang lebih kuat, dan keandalan yang lebih baik, menjadikannya penerus teknologi 4G.

Seperti halnya kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), dan machine learning (ML), 5G adalah teknologi disruptif yang berpotensi mengubah cara manusia berinteraksi dengan internet, media sosial, dan informasi secara umum. Lebih spesifik lagi, 5G memiliki implikasi besar pada teknologi yang menggerakkan mobil otonom, sistem gaming, dan streaming video melalui koneksi jaringan berkecepatan tinggi.

2. KAJIAN TEORITIS

Jaringan telekomunikasi adalah sistem yang memfasilitasi pertukaran informasi antar perangkat melalui media transmisi seperti kabel, gelombang radio, optik, dan sistem elektromagnetik lainnya. Menurut International Telecommunication Union (ITU), telecommunications mencakup kegiatan pengiriman, pemancaran, dan penerimaan informasi. Teknologi jaringan seluler berkembang dari generasi pertama (1G) hingga generasi kelima (5G) dengan peningkatan signifikan pada kecepatan, kapasitas, dan kualitas layanan.

Menurut Ghosh dan Ratasuk (2018), 5G merupakan sistem komunikasi seluler yang dapat menyediakan kecepatan hingga beberapa gigabit per detik dengan waktu tunda kurang dari 1 milidetik. Kemampuan ini menjadikan 5G sangat cocok untuk mendukung aplikasi seperti *Internet of Things* (IoT), kendaraan otonom, smart city, dan telemedicine.

Adapun perkembangan generasi jaringan seluler dapat diringkas sebagai berikut:

- a. **1G**: komunikasi suara analog.
- b. **2G**: komunikasi digital dan layanan SMS.
- c. **3G**: akses internet dan multimedia.
- d. **4G**: broadband mobile berkecepatan tinggi.
- e. **5G**: konektivitas ultra-cepat, latensi rendah, dan dukungan perangkat masif.

Penelitian berjudul Perkembangan Teknologi Jaringan 5G di Indonesia oleh Rizky et al. (2024). menyimpulkan bahwa 5G memberikan peningkatan signifikan pada kecepatan dan kapasitas jaringan, tetapi implementasinya masih membutuhkan dukungan infrastruktur yang memadai.

Penelitian Rizky et al. (2024) mengenai perkembangan teknologi jaringan 5G di Indonesia ini mengangkat topik yang sangat relevan dengan kondisi teknologi informasi saat ini. Kesimpulan penelitian yang menyatakan bahwa 5G memberikan peningkatan signifikan pada kecepatan dan kapasitas jaringan merupakan hal yang sudah terbukti secara teknis secara global, sementara penekanan bahwa implementasinya masih membutuhkan dukungan infrastruktur yang memadai menunjukkan pemahaman realistis terhadap tantangan yang dihadapi Indonesia.

Meskipun penelitian ini memberikan gambaran awal yang baik, ada beberapa aspek yang dapat diperkuat seperti penyajian data kuantitatif spesifik, analisis mendalam mengenai kondisi infrastruktur nasional, serta kajian mengenai dampak sosial-ekonomi bagi masyarakat dan dunia usaha. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi positif dan dapat menjadi dasar bagi pengembangan studi lebih lanjut mengenai implementasi teknologi 5G di Indonesia.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2017:2). Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini adalah metode studi kepustakaan (library research). Pendekatan ini melibatkan pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber literatur tertulis, meliputi buku akademik, jurnal ilmiah, artikel ilmiah, serta publikasi kredibel lainnya yang relevan dengan topik penelitian.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui pencarian sistematis, studi mendalam, dan pencatatan data dari referensi yang berkaitan dengan evolusi teknologi dan implikasinya. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis secara deskriptif-kualitatif untuk mengelaborasi konsep teoritis, manfaat praktis, serta dampak teknologi terhadap kehidupan sehari-hari dan dinamika pendidikan.

Tahapan penelitian mencakup:

- (1) identifikasi dan pengumpulan sumber pustaka.
- (2) seleksi referensi berbasis relevansi dan kredibilitas.
- (3) analisis konten data.

(4) sintesis dan penarikan kesimpulan berdasarkan temuan dari literatur yang telah dikaji.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi jaringan 5G merupakan generasi kelima (5th Generation) jaringan seluler yang menawarkan kecepatan transmisi data hingga 20 kali lebih tinggi dibandingkan generasi sebelumnya (4G). Teknologi ini menjanjikan performa internet seluler yang setara dengan konektivitas Wi-Fi, sehingga memberikan pengalaman akses data yang superior bagi para penggunanya.

Pionir teknologi 5G, Michael Lemke, merupakan fisikawan asal Jerman dengan gelar *Doctor of Philosophy* (PhD). Penelitian pengembangan 5G dipelopori sejak tahun 2016 di Technische Universität Dresden (TU Dresden), Jerman. Selain itu, Lemke menjabat sebagai Senior Technology Expert di Huawei Technologies Co., Ltd., perusahaan telekomunikasi global terkemuka. Dengan pengalaman 24 tahun di bidang teknologi komunikasi, kontribusinya menjadi landasan fundamental bagi standarisasi dan implementasi jaringan 5G secara global.

4.1. Cara Kerja Teknologi Jaringan 5G

Sebagaimana jaringan seluler generasi sebelumnya, teknologi 5G memanfaatkan situs seluler (*cell sites*) yang mentransmisikan data melalui gelombang radio. Situs-situs ini terhubung ke backbone jaringan melalui teknologi nirkabel atau koneksi serat optik. 5G beroperasi dengan modifikasi algoritma encoding data, yang secara signifikan meningkatkan spektrum efisiensi dan kapasitas gelombang udara bagi operator jaringan.

a. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM)

OFDM merupakan komponen kritis dalam arsitektur 5G. Teknologi modulasi OFDM mengkodekan gelombang pita lebar yang inkompatibel dengan standar 4G LTE, sambil menyediakan latensi lebih rendah dan fleksibilitas spektrum yang superior dibandingkan jaringan Long Term Evolution (LTE).

b. *Small Cell Deployment*

5G mengimplementasikan pemancar skala kecil (*small cells*) yang dipasang pada infrastruktur urban seperti gedung, tiang lampu, dan utilitas kota. Berbeda dengan 4G yang bergantung pada menara seluler makro (macro towers), pendekatan small cell memungkinkan dukungan simultan untuk ribuan perangkat dengan kecepatan dan reliabilitas yang lebih tinggi.

c. Network Slicing

Operator jaringan seluler memanfaatkan teknologi 5G untuk mengimplementasikan network slicing, yaitu pembagian infrastruktur fisik menjadi multiple jaringan virtual independen. Setiap network slice dapat dikustomisasi untuk use case dan model bisnis spesifik, seperti streaming media, aplikasi enterprise, atau IoT industrial. Pendekatan ini memungkinkan penyesuaian parameter QoS (Quality of Service) sesuai kebutuhan industri vertikal yang berbeda. Pemisahan layanan ini menghasilkan pengalaman pengguna yang lebih reliabel dan efisien pada perangkat akhir.

4.2. Keunggulan Teknologi 5G Dibandingkan Generasi Sebelumnya

Meskipun 5G memanfaatkan spektrum frekuensi radio yang serupa dengan 4G dan 3G, terdapat diferensiasi teknis krusial yang menjadikannya superior, khususnya bagi inisiatif transformasi digital dalam konteks bisnis.

a. Kecepatan dan Latensi

5G menyediakan kecepatan transmisi data 10 kali lebih tinggi dibandingkan 4G/3G, memungkinkan aktivitas berbandwidth tinggi seperti file transfer besar atau cloud backup diselesaikan dalam <1 detik (bukan menit/jam). Peak data rate mencapai 20 Gbps dengan average downlink 432 Mbps. Latensi end-to-end 5G turun drastis menjadi 1 ms (vs 200 ms pada 4G), mendukung aplikasi latency-sensitive seperti mobile gaming dan remote surgery.

b. Jejak Fisik dan Arsitektur *Small Cell*

Diferensiasi fisik 5G terletak pada deployasi small cell—stasiun pangkalan mini yang dapat dipasang pada infrastruktur urban (gedung, tiang, fasilitas publik). Berbeda dengan macrocell 4G yang *power-intensive* dan berukuran besar, small cell 5G meningkatkan *density coverage* dan kapasitas koneksi simultan.

c. Tingkat Kesalahan (*Error Rate*)

Adaptive Modulation and Coding Scheme (MCS) 5G merupakan evolusi dari MCS generasi sebelumnya, menghasilkan Block Error Rate (BER) yang minimal. Sistem secara otomatis menurunkan modulation order saat error rate meningkat, memprioritaskan akurasi data atas kecepatan secara real-time, sehingga mencapai near-zero error rate.

d. Kapasitas Bandwidth dan Spektrum

5G beroperasi pada multi-band spectrum yang lebih luas (low-band <1 GHz, mid-band 1-6 GHz, high-band mmWave >24 GHz), diperluas hingga 100 GHz+ dari sub-3 GHz pada 4G.

Ekspansi ini meningkatkan spectral efficiency, memungkinkan *massive device connectivity* dan *full duplex communication (simultan transmit/receive)*, mendukung ribuan perangkat per sel secara bersamaan.

Implikasi: 5G merevolusi IoT industrial, AR/VR, dan smart city applications melalui *enhanced Mobile Broadband (eMBB)*, *Ultra-Reliable Low Latency Communication (URLLC)*, dan *Massive Machine Type Communication (mMTC)*.

4.3. Dampak Positif 5G dalam Berbagai Sektor

a. Industri manufaktur

Teknologi 5G memfasilitasi otomatisasi industri melalui integrasi robotika canggih, sensor pintar (*Smart Sensors*), dan analitik *data real time*. Kestabilan jaringan yang tinggi dengan latensi ultra-rendah (1 ms) memungkinkan pemantauan dan pengendalian proses produksi secara remote, mendukung konsep Industry 4.0 dalam manufaktur cerdas (*Smart Manufacturing*).

b. Kesehatan

Layanan kesehatan jarak jauh (*Telemedicine*) mendapat manfaat signifikan dari implementasi jaringan 5G. Konsultasi virtual antar dokter-pasien dapat dilakukan secara real-time tanpa latensi, didukung oleh reliabilitas jaringan >99.999%. Lebih lanjut, perkembangan teknologi telesurgery memungkinkan operasi robotik jarak jauh dengan presisi sub-milimeter, diaktifkan oleh latensi URLLC 1 ms dan kecepatan data tinggi.

c. Transfortasi dan mobil otonom

Jaringan 5G memungkinkan *Vehicle to Everything (V2X) Communication*, mencakup *Vehicle to Vehicle (V2V)* dan *Vehicle-to-Infrastructure (V2I)*. Komunikasi ini krusial untuk kendaraan otonom (autonomous vehicles) dalam mengenali lingkungan secara real-time dan merespons kondisi jalan raya atau manuver kendaraan lain dengan latensi <10 ms, mendukung SAE Level 4/5 autonomy.

d. Pendidikan dan pembelajaran digital

Konektivitas 5G mendukung *implementasi Virtual Reality (VR)* dan *Augmented Reality (AR)* dalam metodologi pembelajaran imersif. Siswa dapat melakukan

praktikum laboratorium virtual dengan interaksi 360° real time serta rekonstruksi sejarah interaktif, didukung oleh kecepatan data 4K/8K dan latensi ultra rendah yang meminimalkan motion sickness dan latency induced disruption.

e. Smart city

Teknologi 5G berperan sentral dalam realisasi smart city ecosystem. Sensor lalu lintas cerdas, sistem penerangan jalan adaptif, dan pengawasan keamanan berbasis AI dapat beroperasi secara optimal melalui konektivitas Massive IoT (1 juta device/km²) dan edge computing, menghasilkan efisiensi operasional, pengurangan konsumsi energi, serta response time keamanan real time.

Tabel 1. Karakteristik & Spesiifikasi Jaringan 5G

Karakteristik	Spesifikasi	Perbandingan dengan 4G
Peak Data Rate	20 Gbps (downloadlink)	4G: 1 Gbps
Latency	1 ms (URLLC)	4G: 20-50 ms
Spectral Effeciensy	3x lebih tinggi	4G: Baseline
Connection Density	1 juta device/km ² /km ²	4G: 100 ribu/km ²
Mobilty	500 km/jam	4G:350 km/jam
Spectrum Range	Sub-6 GHz + mmWave (24-100 GHz)	4G: Sub-3 GHz

Perkembangan teknologi jaringan 5G memberikan kontribusi substansial terhadap ekosistem komunikasi digital, ditandai dengan kecepatan transmisi data ultratinggi, kapasitas jaringan masif, dan latensi ultra rendah (1ms). Inovasi ini diantisipasi akan mendukung transformasi digital lintas sektor, meliputi pendidikan (VR/AR learning), kesehatan (*telesurgery*), manufaktur (Industry 4.0), dan transportasi (V2X autonomy), menjadikannya pilar strategis dalam evolusi teknologi komunikasi kontemporer.

Meskipun menawarkan keunggulan superior, deployasi 5G masih menghadapi hambatan signifikan. Tantangan spektral berupa keterbatasan frekuensi dan kompleksitas infrastruktur (small cell, Massive MIMO) melebihi generasi sebelumnya. Operator jaringan dituntut mengembangkan strategi deployment optimal untuk menjaga Quality of Service (QoS), khususnya dalam throughput, stabilitas, dan end-to-end latency.

Defisit sumber daya manusia juga menjadi isu krusial, dengan kebutuhan tenaga ahli dalam network orchestration dan 5G core management. Pengujian berkala (drive test, KPI monitoring) esensial untuk performance assurance. Selain itu, ketersediaan perangkat endpoint (UE Category) masih heterogen, membatasi penetrasi pasar di wilayah tertentu.

Aspek finansial menonjol dengan CAPEX masif untuk backhaul fiber optic, additional tower, dan NG-RAN equipment. Regulasi spektrum dan perizinan infrastruktur oleh pemerintah turut memengaruhi timeline rollout global.

Dimensi keamanan siber menjadi preokupasi paramount, di mana Massive IoT connectivity meningkatkan vektor serangan (data breach, user tracking). Oleh karena itu, implementasi advanced security framework, meliputi network slicing isolation, zero-trust architecture, dan quantum-resistant encryption, mutlak diperlukan untuk melindungi privasi pengguna dan menjamin service integrity jaringan 5G.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Teknologi 5G sebagai generasi kelima jaringan seluler menawarkan kecepatan 20 Gbps, latensi 1 ms, dan kapasitas 1 juta device/km², merevolusi komunikasi dari telepon umum menjadi ekosistem digital transformasional dengan Michael Lemke sebagai pionir utama (TU Dresden, 2016). Manfaatnya mencakup Industry 4.0 (smartmanufacturing), telemedicine (telesurgery), V2X autonomy, VR/AR education, dan smart city IoT, namun tantangan seperti spektrum scarcity, infrastruktur CAPEX, talent shortage, device limitation, regulasi, dan cybersecurity menghambat adopsi.

Rekomendasi meliputi spectrum policy reform, PPP deployment, advanced security frameworks (zero-trust encryption), dan national skilling programs agar 5G optimal sebagai bridge ke 6G dengan triliunan dampak ekonomi global.

DAFTAR REFERENSI

- [Amazon Web Services \(AWS\)](#). (2026). *Apa Itu 5G?*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- [IBM Indonesia](#). (2026). *Apa Itu 5G?*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- [INSTIKI Bali](#). (2022). *Mengenal Teknologi 5G serta Kelebihan dan Kelemahannya*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- [Institut Teknologi PLN \(ITPLN\)](#). (2023). *Teknologi 5G dan Dampaknya bagi Kehidupan*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- [RantCell](#). (2026). *5G Network Deployment Challenges*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- [Telkom University](#). (2023). *Keunggulan dan Tantangan Implementasi 5G di Indonesia*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- [Telkom University](#). (2024). *Mengupas 5G dan Masa Depan Jaringan Nirkabel di Indonesia*. Diakses pada 13 Mei 2026.
- Ghosh, A., Maeder, A., Baker, M., & Chandramouli, D. (2018). *5G evolution: A view on 5G cellular technology beyond 3GPP release 15*. IEEE Access, 7, 127639–127651. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939938>
- International Telecommunication Union. (2020). *IMT-2020 requirements*. <https://www.itu.int/>

Rizky, M., Pratama, A., & Yusuf, R. (2024). Perkembangan teknologi jaringan 5G di Indonesia. *Jupiter: Jurnal Penelitian Ilmu dan Teknologi*, 6(2), 115–124. https://www.researchgate.net/publication/396235237_Perkembangan_Teknologi_Jaringan_5G_di_Indonesia