

Analisis Literatur Strategi *Handover* pada Infrastruktur Telekomunikasi Berbasis *Multi-Radio Access Technology*

Zahra Haiva Meydina¹, Yulindon²

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

*Penulis Korespondensi: zaharaad4@gmail.com

Abstract. *The evolution of telecommunication networks toward 5G and Beyond 5G (B5G)/6G introduces new challenges in mobility management, particularly in the handover process within Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT) environments. This study aims to comprehensively analyze handover strategies developed for heterogeneous networks. The method employed is a Systematic Literature Review (SLR) using the PRISMA approach on reputable international journal publications from 2020 to 2026. The results indicate that AI/ML-based methods are capable of reducing latency by approximately 30–50% and decreasing handover failure by 40–60% compared to traditional methods. In addition, hybrid approaches demonstrate improved performance with latency reductions of up to 50–70%, while dual connectivity is able to reduce handover interruption time by more than 95% and decrease latency by approximately 50%. MEC-based approaches have also been proven to improve network efficiency through latency reductions of around 20–40%.*

Keywords: *Artificial Intelligence; Handover; Mobility management; Multi-RAT; 5G; 6G*

Abstrak. Perkembangan jaringan telekomunikasi menuju 5G dan Beyond 5G (B5G)/6G menghadirkan tantangan baru dalam manajemen mobilitas, khususnya pada proses handover dalam lingkungan Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif strategi handover yang telah dikembangkan pada jaringan heterogen. Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan PRISMA terhadap jurnal internasional bereputasi pada periode 2020–2026. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode berbasis AI/ML mampu menurunkan latency sekitar 30–50% dan handover failure sebesar 40–60% dibandingkan metode tradisional. Selain itu, pendekatan hybrid menunjukkan peningkatan performa dengan penurunan latency hingga 50–70%, sedangkan dual connectivity mampu mengurangi handover interruption time lebih dari 95% dan menurunkan latency sekitar 50%. Pendekatan berbasis MEC juga terbukti meningkatkan efisiensi jaringan melalui pengurangan latency sebesar 20–40%.

Kata kunci: AI; Handover; *Mobility management*; Multi-RAT; 5G; 6G

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan jaringan telekomunikasi bergerak menuju era 5G dan Beyond 5G/6G telah membawa perubahan signifikan dalam kebutuhan layanan komunikasi, terutama dalam hal kecepatan data tinggi, latensi ultra-rendah, serta konektivitas masif antar perangkat. Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *augmented reality* (AR), kendaraan otonom, dan layanan *real-time* lainnya menuntut sistem jaringan yang mampu memberikan kualitas layanan (QoS) dan pengalaman pengguna (QoE) yang konsisten tanpa gangguan

Dalam konteks tersebut, manajemen mobilitas (*mobility management*) menjadi salah satu komponen kunci dalam jaringan seluler modern, khususnya melalui mekanisme handover (HO) yang memungkinkan perangkat pengguna berpindah antar sel atau base station tanpa memutuskan koneksi. Namun, implementasi *handover* pada jaringan 5G menghadapi kompleksitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan generasi sebelumnya, akibat penerapan ultra-dense networks (UDN), penggunaan frekuensi

mmWave, serta integrasi berbagai teknologi akses yang heterogen (Saoud et al., 2025; Wang et al., 2023).

Selain itu, kemunculan konsep *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT) yang mengintegrasikan berbagai teknologi seperti LTE, 5G NR, WiFi, dan bahkan satelit menambah tingkat kompleksitas dalam pengambilan keputusan *handover*. Multi-RAT memungkinkan fleksibilitas tinggi dalam pemilihan jaringan, tetapi juga menimbulkan tantangan dalam interoperabilitas, pemilihan jalur optimal, dan pengelolaan mobilitas lintas teknologi (Mangipudi & McNair, 2023)

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengoptimalkan strategi *handover* pada jaringan 5G dan seterusnya. Misalnya, pendekatan berbasis parameter seperti *Time-to-Trigger (TTT)* dan *Handover Margin (HOM)* masih banyak digunakan, meskipun memiliki keterbatasan dalam lingkungan dinamis (Umair et al., 2026). Selanjutnya, pendekatan berbasis *Artificial Intelligence (AI)* dan *Machine Learning (ML)* mulai dikembangkan untuk meningkatkan adaptivitas dan prediksi dalam proses *handover* (Bartsioka et al., 2025; Ullah et al., 2025) Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi kegagalan *handover* dan fenomena ping-pong, namun masih menghadapi kendala dalam kebutuhan data besar, kompleksitas komputasi, serta implementasi *real-time*.

Selain itu, integrasi teknologi seperti *Multi-Access Edge computing (MEC)* juga menjadi fokus penelitian karena mampu mengurangi latensi dengan mendekatkan komputasi ke pengguna. Namun, mobilitas pengguna dalam lingkungan MEC justru meningkatkan frekuensi *handover* dan kompleksitas pengambilan keputusan yang melibatkan aspek komunikasi dan komputasi secara simultan (Jahandar et al., 2025). Di sisi lain, solusi seperti *dual connectivity* dan *conditional handover* juga diusulkan untuk mengurangi waktu interupsi dan meningkatkan reliabilitas koneksi (Hamarsheh et al., 2026).

Penelitian terbaru juga mulai mengarah pada pendekatan *application-aware* dan *context-aware handover*, di mana keputusan *handover* tidak hanya didasarkan pada kualitas sinyal, tetapi juga mempertimbangkan jenis aplikasi, pola mobilitas pengguna, serta kondisi jaringan secara *real-time* (Sowndharya et al., 2025) . Selain itu, konsep masa depan seperti *handover free mobility* pada arsitektur 6G juga mulai diperkenalkan untuk mengurangi ketergantungan pada mekanisme *handover* tradisional (Zhang et al., 2024).

Meskipun berbagai pendekatan telah dikembangkan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada optimasi *handover* dalam satu jenis teknologi atau skenario tertentu, seperti jaringan homogen atau berbasis satu RAT. Selain itu, banyak studi yang masih menggunakan pendekatan simulasi tanpa validasi pada lingkungan nyata, serta belum mengintegrasikan secara komprehensif aspek heterogenitas jaringan, kecerdasan adaptif, dan kebutuhan layanan aplikasi secara simultan (Jahandar et al., 2025; Umair et al., 2026)

Hal ini menunjukkan bahwa masih terdapat keterbatasan dalam pendekatan holistik yang mampu mengakomodasi kompleksitas *handover* pada lingkungan Multi-RAT secara dinamis, adaptif, dan berbasis konteks layanan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis literatur secara komprehensif terhadap strategi *handover* pada infrastruktur telekomunikasi berbasis Multi-RAT, dengan meninjau berbagai pendekatan yang telah dikembangkan serta mengidentifikasi tantangan dan arah penelitian ke depan. Kajian ini menawarkan pendekatan sintesis yang mengintegrasikan aspek heterogenitas jaringan,

kecerdasan adaptif (AI/ML), serta konteks layanan aplikasi dalam satu kerangka analisis untuk memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh terhadap strategi *handover* di jaringan generasi berikutnya.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Handover pada Jaringan Seluler

Handover merupakan proses perpindahan koneksi perangkat pengguna dari satu sel atau base station ke sel lainnya tanpa memutuskan komunikasi yang sedang berlangsung. Mekanisme ini menjadi komponen utama dalam manajemen mobilitas pada jaringan seluler modern, khususnya pada jaringan 5G dan Beyond 5G (B5G)/6G yang memiliki karakteristik ultra-dense network (UDN), latensi rendah, dan mobilitas tinggi.

Pada jaringan generasi sebelumnya, keputusan *handover* umumnya didasarkan pada parameter kualitas sinyal seperti *Received Signal Strength (RSS)*, *Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR)*, *Time-to-Trigger (TTT)*, dan *Handover Margin (HOM)*. Namun, pada lingkungan jaringan heterogen dan *Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT)*, pendekatan tradisional tersebut memiliki keterbatasan karena kurang mampu beradaptasi terhadap perubahan kondisi jaringan yang dinamis.

Selain itu, meningkatnya penggunaan layanan *real-time* seperti Internet of Things (IoT), augmented reality (AR), virtual reality (VR), dan kendaraan otonom menyebabkan kebutuhan terhadap *handover* yang cepat, stabil, dan memiliki *latency* rendah menjadi semakin penting. Oleh karena itu, pengembangan strategi *handover* menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian jaringan generasi berikutnya.

B. Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT)

Multi-Radio Access Technology (Multi-RAT) merupakan konsep integrasi berbagai teknologi akses jaringan seperti LTE, 5G NR, WiFi, dan satelit dalam satu lingkungan komunikasi yang saling terhubung. Pendekatan ini memungkinkan perangkat pengguna memilih jaringan yang paling optimal berdasarkan kondisi jaringan, kebutuhan layanan, dan kualitas koneksi yang tersedia.

Implementasi Multi-RAT memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengelolaan jaringan serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya komunikasi. Namun demikian, integrasi berbagai teknologi akses juga menimbulkan tantangan baru dalam manajemen mobilitas, khususnya pada proses *handover* antar teknologi yang memiliki karakteristik berbeda dalam hal coverage, bandwidth, *latency*, dan kapasitas jaringan (Mangipudi & McNair, 2023).

Pada jaringan Multi-RAT, proses pengambilan keputusan *handover* menjadi lebih kompleks karena sistem harus mempertimbangkan berbagai parameter jaringan secara simultan. Oleh karena itu, diperlukan strategi *handover* yang lebih adaptif dan cerdas agar kualitas layanan (QoS) dan pengalaman pengguna (QoE) tetap terjaga pada lingkungan jaringan heterogen.

C. Mobility management

Mobility management merupakan mekanisme yang digunakan untuk menjaga kontinuitas layanan komunikasi ketika pengguna bergerak pada jaringan seluler. Proses ini mencakup location management dan *handover* management untuk memastikan perangkat tetap terhubung dengan jaringan secara optimal.

Pada jaringan 5G dan 6G, *mobility management* menjadi lebih kompleks akibat meningkatnya kepadatan jaringan, penggunaan frekuensi mmWave, serta integrasi Multi-RAT. Kondisi tersebut menyebabkan frekuensi *handover* meningkat dan

berpotensi menimbulkan masalah seperti *handover failure*, *ping-pong effect*, dan *signaling overhead* (Saoud et al., 2025).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, berbagai pendekatan *mobility management* mulai dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi *Artificial Intelligence* (AI), *Software-Defined Networking* (SDN), serta *Multi-Access Edge computing* (MEC). Pendekatan ini memungkinkan proses pengambilan keputusan *handover* dilakukan secara lebih adaptif dan prediktif sesuai kondisi jaringan secara *real-time*.

D. Artificial Intelligence (AI) pada Strategi Handover

Artificial Intelligence (AI) dan *Machine Learning* (ML) menjadi salah satu pendekatan utama dalam pengembangan strategi *handover* modern. Teknologi ini memungkinkan sistem mempelajari pola jaringan, memprediksi kondisi mobilitas pengguna, serta menentukan waktu *handover* yang optimal secara otomatis.

Berbagai algoritma AI seperti *Reinforcement Learning* (RL), *Deep Learning* (DL), dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) telah digunakan untuk meningkatkan performa *handover* pada jaringan Multi-RAT. Pendekatan berbasis AI terbukti mampu mengurangi *latency*, *handover failure*, dan *ping-pong effect* dibandingkan metode tradisional berbasis parameter statis (Ullah et al., 2025).

Selain itu, pendekatan AI memungkinkan sistem melakukan optimasi jaringan secara adaptif berdasarkan data historis dan kondisi jaringan *real-time*. Namun demikian, implementasi AI pada jaringan seluler masih menghadapi tantangan seperti kebutuhan data besar, kompleksitas komputasi, serta konsumsi sumber daya yang tinggi pada perangkat jaringan.

E. Multi-Access Edge computing (MEC)

Multi-Access Edge computing (MEC) merupakan teknologi komputasi yang menempatkan proses pengolahan data lebih dekat dengan pengguna pada edge network. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi *latency*, meningkatkan kecepatan respons sistem, serta meningkatkan efisiensi layanan komunikasi *real-time*.

Dalam konteks *handover*, integrasi MEC memungkinkan proses pengambilan keputusan dilakukan lebih cepat karena data diproses di edge server tanpa harus dikirim ke pusat data utama. Teknologi ini sangat penting pada aplikasi yang membutuhkan *latency* rendah seperti *autonomous vehicle*, *augmented reality*, dan *Ultra-Reliable Low Latency Communication* (URLLC).

Namun demikian, integrasi MEC pada lingkungan Multi-RAT juga meningkatkan kompleksitas manajemen mobilitas karena proses *handover* harus mempertimbangkan aspek komunikasi dan komputasi secara simultan (Jahandar et al., 2025).

F. Dual connectivity dan Multi-connectivity

Dual connectivity dan *multi-connectivity* merupakan pendekatan yang memungkinkan perangkat pengguna terhubung ke lebih dari satu base station atau teknologi akses secara bersamaan. Pendekatan ini dikembangkan untuk meningkatkan reliabilitas koneksi serta mengurangi *interruption time* selama proses *handover*.

Pada jaringan 5G, *dual connectivity* menggunakan konsep *make-before-break*, di mana koneksi baru dibangun terlebih dahulu sebelum koneksi lama diputus. Pendekatan ini terbukti mampu mengurangi *latency*, meningkatkan kontinuitas layanan, serta menurunkan *handover failure* secara signifikan (Hamarsheh et al., 2026).

Meskipun memberikan peningkatan performa yang baik, implementasi *dual connectivity* membutuhkan koordinasi yang kompleks antar base station serta

penggunaan sumber daya jaringan yang lebih besar. Oleh karena itu, pengembangan strategi *multi-connectivity* yang lebih efisien masih menjadi fokus penelitian pada jaringan 6G.

G. Penelitian Terdahulu

Berbagai penelitian terkait strategi *handover* pada jaringan Multi-RAT telah dilakukan menggunakan berbagai pendekatan optimasi. Munir et al. (2026) melakukan Systematic Literature Review terhadap optimasi *handover* pada jaringan 5G Self-Organizing Networks dan menunjukkan bahwa pendekatan hybrid memberikan performa yang lebih baik dibandingkan metode tradisional.

Selain itu, (Ullah et al., 2025) menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *Artificial Intelligence* mampu meningkatkan QoS dan mengurangi *handover failure* melalui pengambilan keputusan yang lebih adaptif. (Bartsioika et al., 2025) juga mengembangkan model berbasis *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk meningkatkan akurasi predictive *handover* pada lingkungan Multi-RAT.

Penelitian oleh (Jahandar et al., 2025) menunjukkan bahwa integrasi *Multi-Access Edge computing* (MEC) mampu mengurangi *latency* dan meningkatkan efisiensi *handover* pada jaringan 6G. Sementara itu, (Hamarsheh et al., 2026) membuktikan bahwa *dual connectivity* mampu mengurangi interruption time secara signifikan melalui pendekatan *make-before-break*.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu pendekatan tertentu dan belum mengintegrasikan aspek heterogenitas jaringan, kecerdasan adaptif, serta kebutuhan layanan aplikasi secara simultan. Selain itu, mayoritas penelitian masih dilakukan dalam lingkungan simulasi sehingga validasi pada kondisi jaringan nyata masih terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini melakukan sintesis komprehensif terhadap berbagai strategi *handover* pada lingkungan Multi-RAT untuk memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai arah pengembangan *handover* pada jaringan generasi berikutnya.

3. METODE PENELITIAN

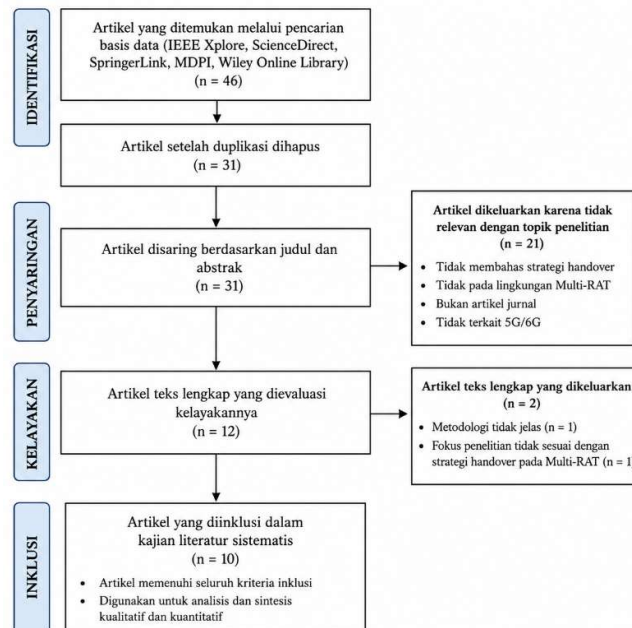
Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis secara komprehensif strategi *handover* pada infrastruktur telekomunikasi berbasis *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT). Pendekatan SLR dipilih karena mampu memberikan analisis yang sistematis, transparan, dan terstruktur terhadap penelitian terdahulu, serta banyak digunakan dalam studi terkait optimasi *handover* pada jaringan 5G dan seterusnya. Metodologi ini mengacu pada pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) dan kerangka kerja Kitchenham, yang telah digunakan dalam penelitian literatur *handover* berbasis *Self-Organizing Networks* untuk mengkaji berbagai pendekatan tradisional, AI, dan hybrid secara sistematis (Umair et al., 2026).

Tahap awal penelitian dimulai dengan perumusan pertanyaan penelitian (*research questions*) yang bertujuan untuk mengarahkan proses identifikasi dan analisis literatur. Pertanyaan penelitian difokuskan pada identifikasi metode *handover* dalam lingkungan Multi-RAT, klasifikasi pendekatan yang digunakan, parameter evaluasi performa, serta tantangan dan arah pengembangan ke depan. Pendekatan ini sejalan dengan studi literatur pada manajemen mobilitas jaringan 5G/6G yang menekankan pentingnya analisis berbasis pertanyaan penelitian untuk memahami kompleksitas *handover* dalam jaringan heterogen (Saoud et al., 2025).

Selanjutnya, proses pencarian literatur dilakukan secara sistematis dengan memanfaatkan beberapa database ilmiah bereputasi internasional, seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, MDPI, dan Wiley Online Library. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi kombinasi istilah seperti *handover management*, *multi-RAT handover*, *mobility management 5G/6G*, serta *AI-based handover*. Penggunaan operator Boolean seperti AND dan OR diterapkan untuk meningkatkan relevansi hasil pencarian. Strategi pencarian ini mengikuti pendekatan yang digunakan dalam studi survey terkait integrasi *handover* dengan teknologi *edge computing* dan jaringan generasi berikutnya (Jahandar et al., 2025).

Setelah proses pencarian, dilakukan tahap seleksi literatur berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan kualitas dan relevansi sumber yang digunakan. Kriteria inklusi mencakup artikel jurnal internasional bereputasi yang dipublikasikan pada rentang tahun 2020–2026, membahas topik *handover*, *mobility management*, atau Multi-RAT, serta tersedia dalam bentuk *full-text*. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan, duplikasi publikasi, serta artikel tanpa metodologi yang jelas. Pendekatan seleksi ini sejalan dengan studi literatur sebelumnya yang menekankan pentingnya validitas dan kualitas sumber dalam analisis *handover* pada jaringan heterogen (Saoud et al., 2025).

Proses seleksi literatur dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi awal berdasarkan kata kunci, penyaringan berdasarkan judul dan abstrak, evaluasi kelayakan melalui pembacaan *full-text*, serta pemilihan akhir artikel yang sesuai dengan kriteria penelitian. Tahapan ini penting untuk memastikan bahwa literatur yang digunakan benar-benar relevan dan berkualitas, mengingat sebagian besar penelitian *handover* masih didominasi oleh pendekatan berbasis simulasi dan belum banyak divalidasi pada lingkungan nyata (Umair et al., 2026). Divisualisasikan dalam bentuk *flowchart* berbasis PRISMA sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram PRISMA Seleksi Literatur

Gambar 1 menunjukkan proses seleksi literatur menggunakan metode PRISMA yang terdiri dari tahap identifikasi, screening, eligibility, dan inclusion untuk memperoleh artikel yang relevan dan sesuai dengan topik penelitian.

Selanjutnya, dilakukan proses ekstraksi data dari setiap artikel yang terpilih. Informasi yang dikumpulkan meliputi penulis dan tahun publikasi, jenis jaringan yang digunakan (5G, B5G, atau 6G), metode atau algoritma *handover* yang diterapkan, teknologi pendukung seperti *Artificial Intelligence* (AI), *Software-Defined Networking* (SDN), dan *Multi-Access Edge computing* (MEC), serta parameter evaluasi seperti *latency*, *throughput*, *handover failure*, dan *Quality of Service (QoS)*. Proses ekstraksi ini bertujuan untuk memudahkan analisis komparatif antar penelitian serta mengidentifikasi tren perkembangan teknologi *handover*.

Data yang telah diekstraksi kemudian dianalisis dan diklasifikasikan berdasarkan pendekatan metode yang digunakan. Secara umum, metode *handover* dikelompokkan menjadi metode tradisional berbasis parameter jaringan seperti RSS dan SINR, metode berbasis AI/ML yang memanfaatkan pembelajaran mesin untuk pengambilan keputusan adaptif, metode hybrid yang menggabungkan pendekatan konvensional dan AI, serta metode berbasis arsitektur jaringan seperti SDN dan MEC. Klasifikasi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa pendekatan berbasis AI dan hybrid semakin banyak digunakan untuk meningkatkan performa *handover* pada jaringan heterogen (Ullah et al., 2025).

Tahap akhir penelitian adalah sintesis dan evaluasi terhadap berbagai metode *handover* yang telah dianalisis. Evaluasi dilakukan berdasarkan parameter performa utama seperti *latency*, *handover failure* (HOF), *ping-pong effect*, *throughput*, serta kualitas layanan (QoS/QoE). Selain itu, dilakukan identifikasi terhadap tantangan utama dalam implementasi *handover* pada lingkungan Multi-RAT, seperti kompleksitas jaringan heterogen, kebutuhan adaptasi *real-time*, serta integrasi antara komunikasi dan komputasi pada lingkungan *edge computing*. Analisis ini mengacu pada studi yang menyoroti pentingnya integrasi antara mobilitas dan komputasi dalam meningkatkan efisiensi *handover* pada jaringan generasi berikutnya (Jahandar et al., 2025).

Dengan pendekatan metodologi ini, penelitian diharapkan mampu memberikan analisis literatur yang komprehensif dan sistematis terkait strategi *handover* pada jaringan Multi-RAT, serta mengidentifikasi peluang pengembangan di masa depan menuju jaringan 6G yang lebih adaptif dan cerdas.

A. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 1. Penelitian diawali dengan tahap identifikasi masalah untuk mengetahui berbagai permasalahan *handover* pada jaringan berbasis *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT), khususnya pada lingkungan jaringan 5G hingga 6G yang memiliki karakteristik heterogen dan dinamis. Permasalahan tersebut meliputi tingginya *handover failure*, *latency*, *ping-pong effect*, serta kompleksitas integrasi antar teknologi akses jaringan. Tahap berikutnya adalah perumusan *research questions* yang bertujuan untuk menentukan fokus kajian penelitian. Pada tahap ini dirumuskan beberapa pertanyaan terkait metode *handover* yang digunakan, parameter evaluasi performa, tantangan implementasi, serta arah pengembangan strategi *handover* pada jaringan generasi berikutnya.

Selanjutnya dilakukan pencarian literatur secara sistematis menggunakan beberapa database jurnal internasional bereputasi, seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, MDPI, dan Wiley Online Library. Proses pencarian dilakukan

menggunakan kombinasi kata kunci yang berkaitan dengan *handover*, *mobility management*, 5G/6G, dan Multi-RAT.

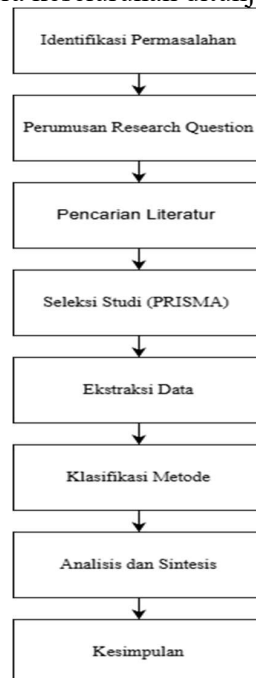
Literatur yang diperoleh kemudian melalui tahap seleksi menggunakan metode PRISMA yang mencakup proses identifikasi, screening, eligibility, dan inklusi akhir. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa artikel yang digunakan memiliki kualitas dan relevansi yang sesuai dengan topik penelitian.

Setelah proses seleksi selesai, dilakukan ekstraksi data dari setiap artikel terpilih. Data yang dikumpulkan meliputi metode *handover* yang digunakan, teknologi pendukung, parameter evaluasi performa, hasil penelitian, serta kontribusi utama dari masing-masing studi.

Tahap berikutnya adalah klasifikasi metode *handover* ke dalam beberapa kategori utama, yaitu metode tradisional, metode berbasis *Artificial Intelligence (AI)/Machine Learning (ML)*, metode hybrid, serta metode berbasis arsitektur jaringan seperti *Software-Defined Networking (SDN)* dan *Multi-Access Edge computing (MEC)*.

Data yang telah diklasifikasikan kemudian dianalisis dan disintesis untuk membandingkan performa masing-masing metode berdasarkan parameter seperti *latency*, *handover failure*, *throughput*, *Quality of Service (QoS)*, dan *Quality of Experience (QoE)*. Selain itu, dilakukan identifikasi terhadap tantangan dan tren pengembangan strategi *handover* menuju jaringan 6G.

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis literatur yang telah dilakukan. Kesimpulan penelitian memberikan gambaran mengenai perkembangan strategi *handover* pada lingkungan Multi-RAT serta arah pengembangan metode yang lebih adaptif, cerdas, dan efisien untuk mendukung jaringan generasi berikutnya. Alur penelitian secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 2. penelitian ini dilakukan melalui tahapan identifikasi masalah, perumusan *research questions*, pencarian dan seleksi literatur menggunakan metode PRISMA, ekstraksi data, klasifikasi metode *handover*, serta analisis dan sintesis hasil penelitian untuk memperoleh kesimpulan terkait strategi *handover* pada jaringan *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Seleksi Literatur

Berdasarkan proses seleksi literatur menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) berbasis PRISMA, diperoleh sejumlah artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam proses analisis penelitian. Distribusi penelitian menunjukkan bahwa kajian terkait strategi *handover* pada jaringan berbasis *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT) mengalami peningkatan signifikan dalam rentang tahun 2020 hingga 2026. Hal ini sejalan dengan perkembangan jaringan 5G dan Beyond 5G (B5G)/6G yang menuntut mekanisme mobilitas jaringan yang lebih adaptif, cepat, dan efisien.

Sebagian besar penelitian yang dianalisis dilakukan dalam lingkungan simulasi menggunakan perangkat seperti NS-3, MATLAB, OMNeT++, dan Mininet, sedangkan implementasi pada kondisi nyata (*real-world environment*) masih terbatas. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun berbagai pendekatan *handover* telah menunjukkan peningkatan performa yang signifikan, validasi pada jaringan nyata masih menjadi tantangan penting dalam penelitian selanjutnya.

Berdasarkan hasil ekstraksi data dari artikel yang terpilih, ditemukan bahwa peningkatan performa strategi *handover* bervariasi tergantung pada pendekatan yang digunakan. Pada metode berbasis *Artificial Intelligence* (AI)/*Machine Learning* (ML), beberapa penelitian menunjukkan penurunan *latency* sekitar 30–50% dan pengurangan *handover failure* sebesar 40–60% dibandingkan metode tradisional. Sementara itu, pendekatan hybrid menunjukkan peningkatan performa yang lebih optimal dengan penurunan *latency* hingga 50–70% karena mampu menggabungkan stabilitas metode konvensional dan adaptivitas AI. Selain itu, pendekatan *dual connectivity* mampu mengurangi *handover interruption time* lebih dari 95% dan menurunkan *latency* sekitar 50% melalui mekanisme *make-before-break*. Integrasi *Multi-Access Edge computing* (MEC) juga memberikan peningkatan efisiensi jaringan dengan pengurangan *latency* sebesar 20–40% karena proses komputasi dilakukan lebih dekat dengan pengguna. Ringkasan parameter kuantitatif strategi *handover* berdasarkan hasil literatur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Parameter Strategi *Handover* berdasarkan Literatur

Parameter	Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Rata-rata
<i>Latency Reduction</i> (AI/ML)	30%	50%	40%
<i>Handover failure Reduction</i>	40%	60%	50%
Hybrid Method Performance Improvement	50%	70%	60%
MEC-based <i>Latency Reduction</i>	20%	40%	30%
<i>Dual connectivity Interruption Reduction</i>	50%	>95%	72.5%

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa pendekatan hybrid dan AI/ML menjadi metode yang paling dominan dalam peningkatan performa *handover* pada jaringan Multi-RAT. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis kecerdasan buatan memiliki kemampuan yang lebih baik dalam melakukan pengambilan keputusan *handover* secara adaptif dibandingkan metode tradisional berbasis parameter statis. Selain itu, integrasi teknologi seperti MEC dan *dual connectivity* juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pengurangan *latency* dan peningkatan kontinuitas layanan pada jaringan 5G dan 6G.

B. Klasifikasi Pendekatan Penelitian

Berdasarkan hasil analisis literatur, pendekatan strategi *handover* pada jaringan berbasis *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT) dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori utama, yaitu metode tradisional, metode berbasis *Artificial Intelligence* (AI)/*Machine Learning* (ML), metode hybrid, pendekatan berbasis *Multi-Access Edge computing* (MEC), serta pendekatan *dual connectivity* dan *multi-connectivity*. Klasifikasi ini dilakukan berdasarkan metode optimasi dan teknologi yang digunakan dalam meningkatkan performa *handover* pada jaringan 5G dan Beyond 5G (B5G)/6G.

Pendekatan tradisional merupakan metode *handover* yang menggunakan parameter jaringan seperti *Received Signal Strength (RSS)*, *Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR)*, *Time-to-Trigger (TTT)*, dan *Handover Margin (HOM)*. Pendekatan ini memiliki implementasi yang sederhana dan kompleksitas rendah, namun kurang adaptif terhadap perubahan kondisi jaringan pada lingkungan heterogen sehingga berpotensi meningkatkan *handover failure* dan *ping-pong effect*.

Pendekatan berbasis *Artificial Intelligence* (AI)/*Machine Learning* (ML) menjadi salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam penelitian terbaru karena memiliki kemampuan adaptif dalam pengambilan keputusan *handover*. Metode ini memanfaatkan algoritma seperti *Reinforcement Learning* (RL), *Deep Learning* (DL), dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk memprediksi kondisi jaringan dan menentukan proses *handover* secara optimal. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan AI/ML mampu mengurangi *latency* dan *handover failure* secara signifikan dibandingkan metode tradisional.

Selain itu, pendekatan hybrid dikembangkan dengan menggabungkan metode tradisional dan AI/ML untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi *handover*. Pendekatan ini memanfaatkan keunggulan metode konvensional dalam menjaga kestabilan jaringan serta kemampuan AI dalam melakukan prediksi dan optimasi jaringan secara *real-time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode hybrid memberikan performa yang lebih optimal dalam menjaga kontinuitas layanan pada lingkungan Multi-RAT.

Pendekatan berbasis *Multi-Access Edge computing* (MEC) juga menjadi salah satu fokus penelitian dalam pengembangan *handover* modern. Integrasi MEC memungkinkan proses pengambilan keputusan dilakukan lebih dekat dengan pengguna sehingga mampu mengurangi *latency* dan meningkatkan efisiensi layanan komunikasi *real-time*. Teknologi ini sangat penting untuk mendukung aplikasi seperti *Ultra-Reliable Low Latency Communication* (URLLC), kendaraan otonom, dan *augmented reality* pada jaringan 5G dan 6G.

Selain itu, pendekatan *dual connectivity* dan *multi-connectivity* memungkinkan perangkat pengguna terhubung dengan lebih dari satu base station atau teknologi akses

secara bersamaan. Pendekatan ini menggunakan mekanisme *make-before-break* untuk menjaga kontinuitas koneksi selama proses *handover* sehingga mampu mengurangi *handover interruption time* dan meningkatkan reliabilitas komunikasi.

Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, terlihat bahwa pengembangan strategi *handover* pada jaringan Multi-RAT semakin mengarah pada pendekatan yang adaptif, prediktif, dan berbasis kecerdasan buatan untuk mendukung kebutuhan jaringan 6G yang semakin kompleks dan dinamis.

C. Tabel Perbandingan Penelitian

Untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai penelitian terdahulu, dilakukan perbandingan terhadap beberapa studi berdasarkan pendekatan yang digunakan, parameter kinerja, hasil utama, serta kelebihan dan keterbatasan masing-masing penelitian. Perbandingan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Penelitian Strategi Handover pada Multi-RAT

Peneliti	Pendekatan	Parameter	Hasil Utama	Kelebihan	Keterbatasan
Munir et al. (2026)	SLR (tradisional, AI, hybrid)	HOF, <i>latency</i> , <i>throughput</i>	Hybrid outperform metode lain	Analisis komprehensif	Minim validasi real
Saoud et al. (2025)	Survey	QoS, <i>latency</i> , <i>energy</i>	Identifikasi tantangan utama	Luas & sistematis	Tidak fokus Multi-RAT
Ullah et al. (2025)	AI/ML (RL, DL)	QoS, HOF, QoE	AI meningkatkan performa	Adaptif & prediktif	Kompleks & butuh data besar
Jahandar et al. (2025)	Survey MEC-based	<i>latency</i> , <i>reliability</i>	MEC kurangi <i>latency</i>	Integrasi komputasi	Kompleksitas tinggi
Hamarsheh et al. (2026)	<i>Dual connectivity</i>	<i>latency</i> , <i>packet loss</i>	Interupsi turun signifikan	Seamless HO	Butuh resource besar
Bartsioka et al. (2026)	LSTM, ML	HOF, ping-pong	HO lebih akurat	Prediktif	Bergantung data
Wang et al. (2024)	Simulasi TTT	HOF, <i>delay</i>	TTT optimasi performa	Detail parameter	Terbatas simulasi
Mangipudi & McNair (2023)	SDN	<i>throughput</i> , QoS	SDN fleksibel	Kontrol terpusat	Implementasi kompleks
Sowndharya et al. (2025)	AI + <i>context-aware</i>	QoE, <i>latency</i>	Lebih sesuai aplikasi	Adaptif layanan	Belum luas implementasi
Zhang et al. (2024)	AI-based architecture	<i>latency</i> , <i>continuity</i>	Minim interupsi	Inovatif	Masih konsep

Penelitian ini	Systematic Literature Review (SLR) Multi-RAT berbasis AI, hybrid, SDN, MEC, dan <i>multi-connectivity</i>	<i>Latency, HOF, QoS, QoE, throughput</i>	Mengintegrasikan berbagai strategi <i>handover</i> dalam satu kerangka analisis Multi-RAT secara komprehensif	Analisis holistik, membahas heterogenitas jaringan, AI/ML, MEC, SDN, serta tren 6G	Belum dilakukan validasi eksperimen atau simulasi langsung
----------------	---	---	---	--	--

Berdasarkan Tabel 2, Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa penelitian terkait strategi *handover* mengalami perkembangan yang signifikan dari pendekatan tradisional menuju pendekatan berbasis kecerdasan buatan dan arsitektur jaringan canggih. Pendekatan tradisional yang berbasis parameter seperti TTT dan RSS masih digunakan, namun memiliki keterbatasan dalam menghadapi dinamika jaringan yang kompleks, khususnya pada lingkungan Multi-RAT.

Selanjutnya, metode berbasis *AI/ML* menjadi tren utama dalam penelitian *handover* karena kemampuannya dalam melakukan prediksi dan adaptasi terhadap kondisi jaringan. Studi seperti Ullah et al. (2025) dan Bartsioka et al. (2026) menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan performa *handover* secara signifikan, terutama dalam mengurangi *handover failure* dan *ping-pong effect*.

Selain itu, pendekatan berbasis arsitektur seperti MEC, SDN, dan *multi-connectivity* juga menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas jaringan. Integrasi antara komunikasi dan komputasi menjadi faktor penting dalam mendukung layanan dengan kebutuhan *latency* rendah, seperti yang ditunjukkan oleh (Hamarsheh et al., 2026; Jahandar et al., 2025).

Namun demikian, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan, seperti ketergantungan pada simulasi, kompleksitas implementasi, serta kurangnya validasi pada lingkungan nyata. Hal ini menunjukkan bahwa masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan strategi *handover* yang lebih optimal, khususnya pada lingkungan Multi-RAT yang semakin kompleks.

Penelitian ini memiliki perbedaan dibandingkan penelitian terdahulu karena tidak hanya berfokus pada satu pendekatan tertentu, tetapi mengintegrasikan berbagai strategi *handover* berbasis AI/ML, hybrid, MEC, SDN, dan *multi-connectivity* dalam satu kerangka analisis Multi-RAT. Dengan demikian, penelitian ini memberikan analisis yang lebih komprehensif terkait perkembangan, tantangan, serta arah pengembangan strategi *handover* menuju jaringan 6G.

D. Pembahasan

Hasil analisis literatur menunjukkan bahwa evolusi strategi *handover* pada jaringan telekomunikasi mengalami pergeseran signifikan dari pendekatan berbasis parameter statis menuju pendekatan yang lebih adaptif dan cerdas. Pada jaringan generasi sebelumnya, keputusan *handover* umumnya didasarkan pada parameter seperti *Received Signal Strength (RSS)*, *Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR)*, serta parameter kontrol seperti *Time-to-Trigger (TTT)* dan *Handover Margin (HOM)*. Namun,

pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam menghadapi dinamika jaringan modern, khususnya pada lingkungan Multi-RAT yang bersifat heterogen dan dinamis. Studi oleh Munir et al. (2026) menunjukkan bahwa metode tradisional cenderung menghasilkan performa yang kurang optimal, terutama dalam kondisi jaringan dengan kepadatan tinggi dan mobilitas pengguna yang cepat (Umair et al., 2026).

Seiring dengan berkembangnya teknologi jaringan, pendekatan berbasis *Artificial Intelligence (AI)* dan *Machine Learning (ML)* menjadi solusi yang semakin dominan dalam penelitian *handover*. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk melakukan prediksi kondisi jaringan serta mengoptimalkan keputusan *handover* secara adaptif berdasarkan data historis dan kondisi *real-time*. Ullah et al. (2025) menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam manajemen mobilitas mampu meningkatkan QoS dan QoE secara signifikan, serta mengurangi *handover failure* dan *ping-pong effect* (Ullah et al., 2025). Selain itu, penelitian oleh Bartsioika et al. (2026) memperlihatkan bahwa model prediktif berbasis LSTM dapat meningkatkan akurasi keputusan *handover* pada lingkungan Multi-RAT dengan dinamika sinyal yang tinggi (Bartsioika et al., 2025).

Namun demikian, implementasi metode berbasis AI tidak terlepas dari berbagai tantangan. Salah satu kendala utama adalah kebutuhan data dalam jumlah besar untuk melatih model, serta kompleksitas komputasi yang tinggi, terutama pada skenario jaringan skala besar. Selain itu, penerapan AI secara *real-time* masih menjadi tantangan, khususnya pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun AI memberikan peningkatan performa, masih diperlukan optimasi lebih lanjut untuk memastikan efisiensi dan skalabilitas sistem.

Di sisi lain, pendekatan berbasis arsitektur jaringan seperti *Multi-Access Edge computing (MEC)* dan *Software-Defined Networking (SDN)* juga memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan strategi *handover*. Integrasi MEC memungkinkan pemrosesan data dilakukan lebih dekat dengan pengguna, sehingga mampu mengurangi *latency* dan meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan *handover*. Jahandar et al. (2025) menekankan bahwa integrasi antara mobilitas dan komputasi menjadi faktor penting dalam meningkatkan efisiensi sistem pada jaringan 5G dan 6G (Jahandar et al., 2025).

Selain itu, konsep *dual connectivity* dan *multi-connectivity* juga menunjukkan potensi dalam meningkatkan keandalan koneksi selama proses *handover*. Hamarsheh et al. (2026) menunjukkan bahwa pendekatan *make-before-break* mampu mengurangi waktu interupsi dan meningkatkan kontinuitas layanan secara signifikan (Hamarsheh et al., 2026). Namun, pendekatan ini memerlukan koordinasi yang kompleks antar base station serta konsumsi sumber daya yang lebih tinggi.

Dalam konteks jaringan Multi-RAT, salah satu tantangan utama adalah *heterogenitas teknologi akses*, di mana setiap teknologi memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal cakupan, kapasitas, dan *latency*. Hal ini menyebabkan proses pengambilan keputusan *handover* menjadi lebih kompleks dibandingkan jaringan homogen. Saoud et al. (2025) menyatakan bahwa integrasi berbagai teknologi dalam jaringan 5G/6G meningkatkan kompleksitas manajemen mobilitas, terutama dalam menjaga QoS dan QoE pengguna (Saoud et al., 2025).

Selain itu, pada jaringan *ultra-dense network (UDN)*, frekuensi *handover* yang tinggi menjadi permasalahan serius karena dapat meningkatkan *signaling overhead* dan risiko *handover failure*. Wang et al. (2024) menunjukkan bahwa parameter seperti TTT memiliki peran penting dalam mengoptimalkan performa *handover* pada lingkungan

dengan kepadatan tinggi, namun tetap memerlukan penyesuaian yang adaptif sesuai kondisi jaringan (Wang et al., 2023).

Tren penelitian terbaru juga menunjukkan pergeseran menuju pendekatan *context-aware dan application-aware handover*, di mana keputusan *handover* tidak hanya mempertimbangkan kualitas sinyal, tetapi juga kebutuhan aplikasi pengguna. (Sowndharya et al., 2025) menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan pengalaman pengguna dengan menyesuaikan keputusan *handover* berdasarkan jenis layanan yang digunakan.

Lebih lanjut, pada jaringan masa depan seperti 6G, konsep *handover-free mobility management* mulai diperkenalkan sebagai alternatif untuk mengurangi kompleksitas *handover*. Zhang et al. (2024) mengusulkan arsitektur jaringan yang memungkinkan konektivitas berkelanjutan tanpa proses *handover* tradisional, sehingga mampu mengurangi *latency* dan meningkatkan kontinuitas layanan.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa tidak terdapat satu pendekatan yang sepenuhnya optimal untuk semua kondisi jaringan. Pendekatan tradisional masih relevan untuk skenario sederhana, sementara metode berbasis AI dan hybrid lebih cocok untuk lingkungan Multi-RAT yang kompleks. Di sisi lain, integrasi dengan teknologi arsitektur seperti MEC dan SDN memberikan peluang baru dalam meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas jaringan. Oleh karena itu, kombinasi antara pendekatan algoritmik dan arsitektural menjadi solusi yang paling menjanjikan dalam mengatasi tantangan *handover* pada jaringan generasi berikutnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap strategi *handover* pada infrastruktur telekomunikasi berbasis *Multi-Radio Access Technology* (Multi-RAT), dapat disimpulkan bahwa perkembangan teknologi *handover* pada jaringan 5G hingga Beyond 5G (B5G)/6G mengalami peningkatan performa yang signifikan pada berbagai parameter utama. Hasil sintesis penelitian menunjukkan bahwa metode berbasis *Artificial Intelligence* (AI)/*Machine Learning* (ML) mampu menurunkan *latency* pada rentang 30% hingga 50% dengan rata-rata sekitar 40%, serta mengurangi *handover failure* sebesar 40% hingga 60% dengan rata-rata 50% dibandingkan metode tradisional. Selain itu, pendekatan hybrid menunjukkan peningkatan performa paling optimal dengan penurunan *latency* sebesar 50% hingga 70% dengan rata-rata sekitar 60%, sedangkan pendekatan berbasis *Multi-Access Edge computing* (MEC) mampu mengurangi *latency* sebesar 20% hingga 40% dengan rata-rata sekitar 30%. Pendekatan *dual connectivity* juga menunjukkan performa yang sangat baik dengan pengurangan *handover interruption time* lebih dari 95% serta penurunan *latency* sekitar 50%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa strategi *handover* modern memiliki kemampuan yang baik dalam meningkatkan efisiensi manajemen mobilitas pada jaringan heterogen.

Pendekatan berbasis AI/ML memberikan kontribusi terbesar dalam meningkatkan adaptivitas dan akurasi pengambilan keputusan *handover* melalui kemampuan prediksi kondisi jaringan secara *real-time*. Sementara itu, metode hybrid terbukti lebih efektif dalam menjaga keseimbangan antara stabilitas koneksi dan fleksibilitas adaptasi jaringan. Selain itu, integrasi teknologi seperti MEC, *Software-Defined Networking* (SDN), dan *multi-connectivity* memberikan peningkatan signifikan terhadap efisiensi komunikasi, kontinuitas layanan, serta pengurangan *latency* pada jaringan 5G dan 6G. Namun demikian, hasil kajian menunjukkan bahwa belum terdapat satu pendekatan

universal yang paling optimal untuk seluruh kondisi implementasi jaringan Multi-RAT karena efektivitas masing-masing metode sangat bergantung pada karakteristik jaringan, mobilitas pengguna, serta kebutuhan layanan aplikasi yang digunakan.

Sebagian besar penelitian yang dianalisis masih dilakukan dalam lingkungan simulasi sehingga validasi pada implementasi *real-world environment* masih diperlukan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan aplikatif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih banyak melakukan pengujian pada jaringan nyata dengan skenario implementasi yang lebih kompleks dan dinamis. Selain itu, integrasi teknologi *Artificial Intelligence (AI)*, *edge computing*, *Software-Defined Networking (SDN)*, serta *multi-connectivity* perlu dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi, adaptivitas, dan reliabilitas *handover* pada jaringan generasi berikutnya. Penelitian selanjutnya juga diharapkan mampu mengembangkan strategi *handover* yang dapat mengoptimalkan performa jaringan secara menyeluruh dengan mempertimbangkan keseimbangan antara parameter *latency*, *handover failure*, *throughput*, *Quality of Service (QoS)*, dan *Quality of Experience (QoE)*.

DAFTAR REFERENSI

- Bartsioka, M. L. A., Giannopoulos, A., & Spantideas, S. (2025). Intelligent Dynamic Handover via AI-assisted Signal Quality Prediction in 6G Multi-RAT Networks. *ArXiv Preprint ArXiv:2510.14832*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.14832>
- Hamarshah, A., El-Taj, H. R. K., Al-Qerem, A., & Alauthman, M. (2026). Optimizing Handover Performance in 5G Networks Using *Dual connectivity*. *Wireless Personal Communications*, *146*(4), 1923–1987. <https://doi.org/10.1007/s11277-026-11944-2>
- Jahandar, S., Shayea, I., Gures, E., El-Saleh, A. A., Ergen, M., & Alnakhli, M. (2025). Handover decision with *Multi-Access Edge computing* in 6G networks: A survey. *Results in Engineering*, *25*(December 2024), 103934. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.103934>
- Mangipudi, P. K., & McNair, J. (2023). SDN enabled *Mobility management* in Multi Radio Access Technology 5G networks: A Survey. *ArXiv Preprint ArXiv:2304.03346*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.03346>
- Saoud, B., Shayea, I., Alnakhli, M. A., & Mohamad, H. (2025). Mobility and Handover Management in 5G/6G Networks: Challenges, Innovations, and Sustainable Solutions. *Technologies*, *13*(8), 1–38. <https://doi.org/10.3390/technologies13080352>
- Sowndharya, R., Ahmed, A. H., Riadhusin, R., Satyanarayana, V., Brintha Rajakumari, S., & Kumar, P. (2025). *Application-aware Handover Decisions* in 5G and Beyond. *Journal of Internet Services and Information Security*, *15*(3), 32–49. <https://doi.org/10.58346/JISIS.2025.I3.003>
- Ullah, Y., Roslee, M., Mitani, S. M., Sheraz, M., Ali, F., Aurangzeb, K., Osman, A. F., & Ali, F. Z. (2025). A survey on AI-enabled mobility and handover management

in future wireless networks: key technologies, use cases, and challenges. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 37(4).
<https://doi.org/10.1007/s44443-025-00048-9>

Umair, M., Ahmedy, I., Razalli, S., Raj, B., Noor, R., & Ali, I. (2026). A systematic review of handover optimization techniques in 5G self-organizing networks. *ICT Express*, (April). <https://doi.org/10.1016/j.icte.2026.03.020>

Wang, D., Qiu, A., Zhou, Q., Partani, S., & Schotten, H. D. (2023). Investigating the Impact of Variables on Handover Performance in 5G Ultra-Dense Networks. *2023 Joint European Conference on Networks and Communications and 6G Summit, EuCNC/6G Summit 2023*, 567–572.
<https://doi.org/10.1109/EuCNC/6GSummit58263.2023.10188324>

Zhang, T., Xu, Y., Zhao, J., Xue, J., Chen, J., Zhou, H., & Zhao, L. (2024). Toward *Handover-free mobility management* in FD-RAN: Architecture, Challenges, and Solutions. *IEEE Network*, 38(6), 433–442.
<https://doi.org/10.1109/MNET.2024.3400596>