

PERAN *CIRCUIT SWITCHED FALLBACK* (CSFB) DALAM TRANSISI LAYANAN SUARA DARI LTE KE VOLTE DAN 5G: STUDI LITERATUR

Dhuha Rais, Dikky Chandra, Afrizal Yuhaneff, Yulindon

Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang

Jl. Kampus, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, Sumatera Barat 25164, Indonesia

dhuharais308@gmail.com

ABSTRAK

Transformasi arsitektur jaringan seluler dari *circuit-switched* ke *packet-switched* pada teknologi *Long Term Evolution* (LTE) menimbulkan permasalahan dalam penyediaan layanan komunikasi suara, akibat tidak tersedianya dukungan *native* terhadap layanan *voice* sebagaimana pada jaringan generasi sebelumnya. Pada jaringan 2G dan 3G, layanan suara menggunakan arsitektur *circuit-switched* yang menyediakan kanal komunikasi khusus selama panggilan berlangsung. Namun, pada jaringan LTE, arsitektur jaringan beralih menjadi *packet-switched* yang berfokus pada layanan data sehingga layanan suara tidak dapat dijalankan secara langsung. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperkenalkan mekanisme *Circuit Switched Fallback* (CSFB) yang memungkinkan perangkat LTE kembali ke jaringan 2G atau 3G saat melakukan panggilan suara. Seiring perkembangan teknologi, solusi berbasis Internet Protocol seperti *Voice over LTE* (VoLTE) digunakan untuk menyediakan layanan suara langsung pada jaringan LTE dengan kualitas lebih baik dan waktu *call setup* lebih cepat. Pada jaringan generasi kelima (5G), layanan suara berkembang menuju teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) dengan dukungan *EPS fallback*. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap publikasi tahun 2021–2025 untuk menganalisis peran CSFB dalam transisi layanan suara dari LTE menuju VoLTE dan 5G. Hasil kajian menunjukkan bahwa CSFB berfungsi sebagai teknologi transisi, namun memiliki keterbatasan dalam efisiensi jaringan dan waktu *call setup* dibandingkan VoLTE.

Kata kunci : CSFB, VoLTE, LTE, 5G, VoNR

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi jaringan seluler terus mengalami peningkatan dari generasi ke generasi untuk memenuhi kebutuhan komunikasi data dan suara yang semakin tinggi. Pada jaringan generasi kedua dan ketiga, layanan komunikasi suara diimplementasikan menggunakan arsitektur *circuit-switched* yang memungkinkan jalur komunikasi khusus dialokasikan selama sesi panggilan berlangsung. Metode ini memberikan kualitas suara yang stabil, namun memiliki keterbatasan dalam efisiensi penggunaan spektrum dan integrasi dengan layanan data berbasis internet.

Dengan diperkenalkannya teknologi *Long Term Evolution* (LTE), arsitektur jaringan seluler mengalami perubahan signifikan menjadi sistem berbasis *packet-switched* yang sepenuhnya menggunakan protokol IP untuk komunikasi data. Perubahan ini memungkinkan peningkatan kapasitas jaringan serta kecepatan transfer data yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Namun, desain LTE yang tidak memiliki domain *circuit-switched* menyebabkan layanan suara tradisional tidak dapat dijalankan secara langsung pada jaringan tersebut [1].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, diperkenalkan mekanisme *Circuit Switched Fallback* (CSFB) yang memungkinkan perangkat LTE kembali ke jaringan 2G atau 3G ketika terjadi panggilan suara. Mekanisme ini memungkinkan operator jaringan tetap menyediakan layanan suara meskipun jaringan LTE belum memiliki solusi *voice* berbasis IP. Akan tetapi,

penggunaan CSFB memiliki beberapa kelemahan seperti meningkatnya waktu setup panggilan serta kebutuhan proses *handover* antar teknologi jaringan [2].

Seiring berkembangnya teknologi jaringan seluler, solusi *voice* berbasis IP mulai diperkenalkan melalui teknologi *Voice over LTE* (VoLTE) yang memanfaatkan arsitektur *IP Multimedia Subsystem* (IMS) untuk menyediakan layanan komunikasi suara secara langsung pada jaringan LTE. Teknologi VoLTE mampu memberikan kualitas layanan suara yang lebih baik, waktu setup panggilan yang lebih cepat, serta efisiensi jaringan yang lebih tinggi dibandingkan CSFB [3].

Dalam perkembangan menuju jaringan generasi kelima, mekanisme layanan suara juga mengalami perubahan lebih lanjut. Pada tahap awal implementasi jaringan 5G *Non-Standalone* (NSA), layanan suara masih memanfaatkan VoLTE melalui mekanisme *EPS fallback* yang memungkinkan perangkat kembali ke jaringan LTE untuk melakukan panggilan suara [4].

Sementara itu, pada arsitektur 5G *Standalone* (SA), layanan suara dapat disediakan secara *native* melalui teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) yang memanfaatkan jaringan inti 5G secara penuh [5].

Urgensi penelitian ini semakin meningkat seiring dengan kebutuhan akan layanan komunikasi suara yang tidak hanya memiliki kualitas tinggi, tetapi juga mampu terintegrasi secara optimal dengan layanan data berbasis IP pada jaringan generasi baru. Transisi dari LTE menuju 5G menuntut adanya solusi layanan *voice* yang efisien, rendah *latency*, serta mampu

mendukung mobilitas pengguna secara seamless. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai evolusi teknologi layanan suara, khususnya peran CSFB sebagai teknologi transisi menuju VoLTE dan VoNR, menjadi sangat penting dalam mendukung proses migrasi jaringan seluler menuju arsitektur 5G yang lebih modern dan efisien.

Beberapa penelitian terbaru telah membahas performa teknologi *voice* pada jaringan LTE dan 5G. Penelitian oleh Ratul et al. (2023) menunjukkan bahwa VoLTE mampu memberikan performa yang lebih baik dibandingkan metode panggilan suara tradisional pada jaringan LTE, terutama dalam hal waktu setup panggilan dan efisiensi energi [3].

Penelitian lain oleh Ait Laghchim et al. (2024) membahas evolusi layanan suara dari LTE menuju jaringan 5G serta berbagai tantangan implementasi teknologi *voice* pada jaringan generasi baru [6].

Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada analisis performa satu teknologi tertentu, seperti VoLTE atau VoNR, tanpa mengkaji secara komprehensif hubungan evolusi teknologi *voice* tersebut dalam proses migrasi jaringan seluler. Kajian yang memetakan secara sistematis peran CSFB sebagai teknologi transisi antara LTE, VoLTE, dan solusi *voice* pada jaringan 5G masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan kajian literatur komprehensif yang memetakan evolusi teknologi layanan suara dari CSFB menuju VoLTE dan VoNR serta menganalisis posisi strategis CSFB dalam proses migrasi jaringan seluler menuju teknologi 5G. Pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dipilih dalam penelitian ini karena mampu menyajikan sintesis pengetahuan yang sistematis, terstruktur, dan berbasis bukti terhadap berbagai penelitian terdahulu, sehingga menghasilkan analisis yang lebih objektif dan komprehensif. Selain itu, metode ini memungkinkan identifikasi pola perkembangan teknologi, arah perkembangan penelitian, serta kesenjangan (research gap) yang masih terbatas dalam kajian evolusi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler. Dengan demikian, penggunaan SLR diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah yang lebih mendalam dalam memahami dinamika transisi teknologi *voice* dari LTE menuju jaringan 5G.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian mengenai perkembangan layanan komunikasi pada jaringan seluler telah banyak dilakukan, khususnya terkait evolusi teknologi dari jaringan 4G menuju jaringan 5G. Penelitian yang dilakukan oleh W. S. Lee, E. Kwak et al. (2021) membahas arsitektur komunikasi pada jaringan 5G yang dirancang untuk mendukung layanan multimedia berbasis protokol internet (IP) [1].

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa jaringan 5G memiliki arsitektur yang lebih fleksibel dan mampu mendukung berbagai jenis layanan

komunikasi modern seperti layanan multimedia dan komunikasi real-time [7]. Namun demikian, penelitian tersebut lebih berfokus pada desain arsitektur jaringan dan belum membahas secara spesifik mengenai performa layanan komunikasi suara pada implementasi jaringan 5G.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2021) mengkaji mekanisme *Evolved Packet System* (EPS) *fallback* pada jaringan 5G. Penelitian ini menjelaskan bahwa pada tahap awal implementasi jaringan 5G, layanan suara masih memanfaatkan jaringan LTE melalui mekanisme EPS *fallback* [8].

Mekanisme ini memungkinkan perangkat yang terhubung ke jaringan 5G kembali ke jaringan LTE ketika melakukan panggilan suara sehingga layanan komunikasi tetap dapat berjalan menggunakan teknologi *Voice over LTE* (VoLTE) [8]. Namun demikian, penelitian tersebut hanya berfokus pada mekanisme *fallback* tanpa melakukan evaluasi performa jaringan secara menyeluruh.

Beberapa penelitian juga membahas peningkatan kualitas layanan komunikasi suara pada jaringan LTE melalui teknologi *Voice over LTE* (VoLTE). Penelitian yang dilakukan oleh I. Vetoshko dan V. Noskov (2021) menunjukkan bahwa penerapan mekanisme *Quality of Service* (QoS) yang tepat dapat meningkatkan kualitas layanan VoLTE, terutama pada parameter *delay* dan *packet loss* [9].

Sementara itu, penelitian oleh S. Leonte et al. (2022) melalui pendekatan simulasi jaringan menunjukkan bahwa teknologi VoLTE mampu memberikan kualitas suara yang lebih baik dibandingkan metode komunikasi suara tradisional pada jaringan LTE [10]. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih berbasis simulasi sehingga belum sepenuhnya menggambarkan kondisi jaringan pada implementasi nyata.

Penelitian lain yang berkaitan dengan implementasi VoLTE dilakukan oleh Da Silva et al. (2026) yang membahas proses migrasi layanan suara dari jaringan LTE menuju jaringan 5G. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses migrasi layanan komunikasi suara memerlukan integrasi arsitektur *IP Multimedia Subsystem* (IMS) serta peningkatan kapasitas infrastruktur jaringan untuk mendukung layanan komunikasi berbasis IP [11].

Namun demikian, penelitian ini belum membahas secara mendalam mekanisme transisi teknologi suara seperti penggunaan *Circuit Switched Fallback* (CSFB) pada tahap awal implementasi jaringan LTE.

Evaluasi performa layanan VoLTE juga dilakukan oleh Ratul et al. (2023) yang meneliti performa layanan VoLTE pada kondisi mobilitas tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi VoLTE tetap mampu mempertahankan kualitas layanan suara yang stabil meskipun pengguna berada dalam kondisi mobilitas tinggi [3].

Namun demikian, penelitian tersebut hanya berfokus pada jaringan LTE dan belum

mempertimbangkan integrasi layanan suara dengan jaringan 5G.

Perbandingan antara teknologi *Circuit Switched Fallback* (CSFB) dan VoLTE juga telah dikaji dalam beberapa penelitian. Bahwa teknologi VoLTE memiliki performa yang lebih baik dibandingkan CSFB, terutama dalam hal waktu *call setup* yang lebih cepat serta kualitas layanan suara yang lebih stabil [2] [3].

Hal ini disebabkan oleh VoLTE yang memungkinkan layanan suara berjalan langsung pada jaringan LTE tanpa perlu melakukan perpindahan jaringan ke teknologi *legacy* seperti 2G atau 3G.

Dalam konteks evolusi teknologi jaringan seluler, penelitian yang dilakukan oleh Ait Laghchim et al. (2024) menjelaskan bahwa teknologi layanan komunikasi suara mengalami perkembangan dari CSFB menuju VoLTE dan selanjutnya menuju teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) pada jaringan 5G [6]. Evolusi ini terjadi seiring dengan perubahan arsitektur jaringan seluler yang semakin mengarah pada komunikasi berbasis IP. Namun demikian, penelitian tersebut hanya bersifat studi literatur sehingga tidak menyajikan analisis performa teknologi secara kuantitatif.

Penelitian terkait layanan komunikasi suara pada jaringan 5G juga dilakukan oleh D.Zhang et al. (2025) yang meneliti optimasi *latency* layanan komunikasi suara pada jaringan 5G menggunakan teknologi VoNR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi VoNR mampu mengurangi *latency* komunikasi suara serta meningkatkan kualitas layanan komunikasi dibandingkan teknologi *voice* pada jaringan sebelumnya [12].

Namun demikian, penelitian tersebut hanya berfokus pada jaringan 5G dan tidak membandingkan performa layanan suara dengan teknologi pada jaringan LTE.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Masli et al. (2022) menunjukkan bahwa optimasi parameter *Quality of Service* (QoS) dapat meningkatkan kualitas layanan VoLTE secara signifikan, terutama pada parameter *delay*, *packet loss*, dan stabilitas komunikasi suara. Namun demikian, penelitian ini lebih berfokus pada optimasi parameter QoS dan belum membahas evolusi teknologi layanan suara pada jaringan seluler secara keseluruhan [13].

Penelitian terbaru yang dilakukan oleh Aqrizal et al. (2025) menganalisis performa layanan komunikasi suara pada jaringan LTE dengan membandingkan teknologi CSFB dan VoLTE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi VoLTE memiliki performa yang lebih baik dibandingkan CSFB terutama dalam hal *latency* dan waktu *call setup* [2].

Namun demikian, penelitian tersebut hanya dilakukan pada jaringan LTE sehingga belum mempertimbangkan integrasi layanan suara dengan jaringan 5G.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu tersebut, dapat diketahui bahwa sebagian besar

penelitian masih berfokus pada analisis teknologi layanan suara tertentu seperti CSFB, VoLTE, atau VoNR secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian literatur secara sistematis guna mengidentifikasi peran teknologi *Circuit Switched Fallback* (CSFB) sebagai teknologi transisi dalam evolusi layanan komunikasi suara dari jaringan LTE menuju teknologi VoLTE dan VoNR pada jaringan 5G.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji secara sistematis perkembangan teknologi layanan suara pada jaringan seluler, khususnya peran *Circuit Switched Fallback* (CSFB) dalam proses transisi menuju teknologi *Voice over LTE* (VoLTE) dan *Voice over New Radio* (VoNR) pada jaringan 5G. Pendekatan *Systematic Literature Review* dipilih karena mampu memberikan analisis yang komprehensif terhadap berbagai penelitian terdahulu yang relevan sehingga dapat diperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai evolusi teknologi layanan suara pada jaringan seluler. Metode SLR merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian yang telah dipublikasikan secara sistematis dan transparan sehingga menghasilkan kesimpulan yang lebih objektif terhadap suatu topik penelitian (Kitchenham et al., 2020). Pendekatan ini banyak digunakan dalam penelitian di bidang teknologi informasi dan telekomunikasi untuk menganalisis perkembangan teknologi secara komprehensif berdasarkan berbagai sumber literatur ilmiah.

Proses pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pencarian literatur pada beberapa basis data ilmiah internasional bereputasi, antara lain IEEE Xplore, Elsevier ScienceDirect, Springer SpringerLink, dan Wiley Wiley Online Library. Basis data tersebut dipilih karena merupakan sumber utama publikasi ilmiah pada bidang jaringan komunikasi dan teknologi telekomunikasi. Pencarian literatur dilakukan menggunakan beberapa kata kunci yang relevan dengan topik penelitian, seperti *Circuit Switched Fallback*, *Voice over LTE*, *EPS Fallback*, *Voice over New Radio*, dan *5G voice service*. Untuk memastikan relevansi dengan perkembangan teknologi terbaru, artikel yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi pada rentang publikasi tahun 2021 hingga 2025 [4].

Berdasarkan hasil pencarian literatur pada basis data tersebut, diperoleh sebanyak 13 artikel ilmiah yang relevan dengan topik penelitian dan seluruhnya tercantum dalam daftar pustaka.

Setelah proses pencarian literatur dilakukan, artikel yang diperoleh kemudian diseleksi menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi artikel yang berasal dari jurnal internasional atau prosiding konferensi ilmiah,

penelitian yang membahas layanan komunikasi suara pada jaringan LTE atau 5G, serta studi yang menganalisis teknologi seperti CSFB, VoLTE, EPS *fallback*, atau VoNR. Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak berkaitan dengan topik layanan suara pada jaringan seluler, publikasi non-ilmiah, serta artikel yang tidak menyediakan akses teks lengkap (full text). Proses seleksi literatur ini dilakukan untuk memastikan bahwa penelitian yang dianalisis memiliki kualitas ilmiah yang baik serta relevan dengan tujuan penelitian.

Hasil proses seleksi menunjukkan bahwa dari total 13 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 10 artikel memenuhi kriteria inklusi dan digunakan dalam analisis utama penelitian. Tiga artikel lainnya tetap disertakan sebagai referensi pendukung dalam daftar pustaka, namun tidak dimasukkan dalam analisis mendalam karena keterbatasan relevansi terhadap fokus kajian. Pendekatan ini memastikan konsistensi antara sumber literatur yang digunakan dengan daftar pustaka, serta menjaga integritas dan transparansi proses penelitian.

Tahapan penelitian dalam metode *Systematic Literature Review* meliputi beberapa langkah utama, yaitu identifikasi literatur, proses penyaringan (screening) berdasarkan judul dan abstrak, evaluasi artikel berdasarkan teks lengkap, ekstraksi data penelitian, serta sintesis hasil penelitian. Pada tahap ekstraksi data, informasi penting dari setiap artikel yang dianalisis dikumpulkan, seperti fokus penelitian, teknologi yang digunakan, metode penelitian, serta temuan utama yang diperoleh. Selanjutnya, hasil dari berbagai penelitian tersebut dianalisis dan disintesis untuk mengidentifikasi pola perkembangan teknologi layanan suara serta memahami peran CSFB dalam proses migrasi layanan komunikasi suara dari jaringan LTE menuju teknologi VoLTE dan jaringan 5G [6].

Melalui pendekatan ini diharapkan dapat diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai evolusi teknologi layanan suara pada jaringan seluler modern. Layanan komunikasi suara e melalui teknologi *Voice over New Radio* (VoNR).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Berdasarkan hasil analisis literatur yang dilakukan terhadap berbagai publikasi ilmiah pada periode 2021–2025, diperoleh gambaran mengenai perkembangan teknologi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler dari LTE menuju jaringan 5G.

Hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi *Circuit Switched Fallback* (CSFB) berperan sebagai solusi awal dalam menyediakan layanan komunikasi suara pada jaringan *Long Term Evolution* (LTE) yang berbasis *packet-switched*. Karena arsitektur LTE tidak mendukung layanan suara berbasis *circuit-switched* secara langsung, mekanisme CSFB digunakan untuk memungkinkan perangkat LTE kembali ke jaringan 2G atau 3G saat pengguna melakukan panggilan suara [2].

Perkembangan teknologi selanjutnya ditandai dengan diperkenalkannya teknologi *Voice over LTE* (VoLTE) yang memanfaatkan arsitektur *IP Multimedia Subsystem* (IMS) untuk menyediakan layanan komunikasi suara secara langsung pada jaringan LTE [11].

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa VoLTE mampu meningkatkan kualitas layanan komunikasi suara, mempercepat waktu *call setup*, serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya jaringan dibandingkan dengan mekanisme CSFB. Selain itu, implementasi teknologi VoLTE juga memungkinkan integrasi yang lebih baik antara layanan komunikasi suara dan layanan data berbasis IP.

Dalam perkembangan menuju jaringan generasi kelima, layanan komunikasi suara terus mengalami evolusi menuju teknologi berbasis IP yang lebih canggih. Pada tahap awal implementasi jaringan 5G *Non-Standalone* (NSA), layanan suara masih memanfaatkan teknologi VoLTE melalui mekanisme EPS *fallback*, yang memungkinkan perangkat 5G kembali ke jaringan LTE untuk melakukan panggilan suara [12].

Sementara itu, pada arsitektur jaringan 5G *Standalone* (SA), layanan komunikasi suara dapat disediakan secara *native* menggunakan teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) yang memanfaatkan jaringan inti 5G secara penuh. Hasil kajian ini menunjukkan evolusi layanan suara CSFB menuju VoLTE dan menuju VoNR pada jaringan 5G.

Hasil kajian literatur juga menunjukkan bahwa implementasi CSFB mampu menjaga kontinuitas layanan komunikasi suara pada tahap awal penerapan jaringan LTE. Namun demikian, beberapa penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan mekanisme ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti meningkatnya waktu *call setup*, kebutuhan proses perpindahan jaringan (*handover*) antara LTE dan jaringan *legacy*, serta efisiensi jaringan yang relatif lebih rendah.

Tabel 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Teknologi	Metode	Temuan Utama	Keterbatasan
Lee et al.	2021	Analisis arsitektur jaringan komunikasi 5G.	5G	Analisis arsitektur	Arsitektur 5G dirancang secara fleksibel untuk mendukung layanan multimedia berbasis IP [1].	Tidak membahas performa layanan suara secara spesifik.

Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Teknologi	Metode	Temuan Utama	Keterbatasan
Zhang et al.	2021	Mekanisme EPS <i>fallback</i> pada jaringan 5G.	5G / LTE	Analisis sistem	EPS <i>fallback</i> memungkinkan perangkat 5G kembali ke jaringan LTE untuk layanan suara [12].	Tidak melakukan evaluasi performa jaringan.
Vetoshko & Noskov	2021	Peningkatan kualitas layanan VoLTE.	VoLTE	Analisis QoS	QoS yang tepat dapat meningkatkan kualitas layanan VoLTE pada parameter <i>delay</i> dan <i>packet loss</i> [9].	Tidak membandingkan dengan teknologi <i>voice</i> lainnya.
Leonte et al.	2022	Evaluasi kualitas layanan VoLTE.	VoLTE	Simulasi jaringan	VoLTE mampu memberikan kualitas suara yang lebih baik dibandingkan dengan <i>voice</i> tradisional pada LTE [10].	Studi berbasis simulasi.
Masli et al.	2022	Optimasi QoS pada layanan VoLTE.	VoLTE	Analisis QoS	Optimasi QoS meningkatkan stabilitas komunikasi suara [13].	Tidak membahas evolusi teknologi <i>voice</i> .
Ratul et al.	2023	Evaluasi performa VoLTE pada kondisi mobilitas.	VoLTE	Eksperimen jaringan	VoLTE tetap stabil pada kondisi mobilitas tinggi [3].	Tidak membahas integrasi dengan jaringan 5G.
Ait Laghchim et al.	2024	Evolusi layanan suara dari LTE menuju 5G	CSFB / VoLTE / VoNR	Studi literatur	Teknologi <i>voice</i> berkembang dari CSFB menuju VoLTE dan VoNR [6].	Tidak melakukan analisis performa kuantitatif.
Zhang et al.	2025	Optimasi <i>latency</i> layanan suara pada 5G	VoNR	Analisis jaringan	VoNR mampu mengurangi <i>latency</i> komunikasi suara [12].	Fokus hanya pada jaringan 5G.
Aqrizal et al.	2025	Perbandingan performa CSFB dan VoLTE	CSFB / VoLTE	Pengukuran QoS	VoLTE memiliki performa lebih baik dalam <i>latency</i> dan <i>call setup</i> [2].	Studi hanya pada jaringan LTE.
Penelitian ini	2026	Evolusi layanan <i>voice</i> LTE menuju 5G	CSFB / VoLTE / VoNR	Systematic Literature Review	Mengidentifikasi peran CSFB sebagai teknologi transisi dalam migrasi layanan suara.	Tidak menyajikan pengukuran performa jaringan secara langsung.

Berdasarkan hasil analisis terhadap berbagai penelitian terdahulu yang dirangkum pada Tabel 1, dapat diketahui bahwa perkembangan teknologi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler mengalami evolusi yang signifikan seiring dengan perkembangan teknologi jaringan dari LTE menuju 5G. Setiap penelitian memberikan kontribusi terhadap pemahaman mengenai teknologi *voice service* pada jaringan seluler, baik dari sisi arsitektur jaringan, mekanisme layanan suara, maupun performa jaringan.

Selain itu, berdasarkan Tabel 1, kontribusi dari masing-masing penelitian dapat dikelompokkan ke dalam beberapa aspek utama. Pertama, kontribusi pada aspek arsitektur jaringan, yang ditunjukkan oleh penelitian Lee et al. (2021) dan Zhang et al. (2021) dalam menjelaskan desain jaringan 5G serta mekanisme *fallback* sebagai solusi awal layanan suara. Kedua, kontribusi pada aspek peningkatan kualitas layanan (*Quality of Service*), yang ditunjukkan oleh penelitian Vetoshko & Noskov (2021), Leonte et al. (2022), dan Masli et al. (2022) melalui optimasi parameter jaringan seperti *delay*, *packet loss*, dan

stabilitas komunikasi. Ketiga, kontribusi pada aspek evaluasi performa layanan *voice*, yang ditunjukkan oleh penelitian Ratul et al. (2023) dan Aqrizal et al. (2025) dalam menganalisis performa VoLTE dibandingkan dengan metode lain, khususnya dalam kondisi mobilitas serta parameter *latency* dan *call setup*. Keempat, kontribusi pada aspek evolusi teknologi layanan suara, yang ditunjukkan oleh penelitian Ait Laghchim et al. (2024) dan Zhang et al. (2025) dalam menggambarkan perkembangan teknologi dari CSFB menuju VoLTE dan VoNR pada jaringan 5G. Dengan demikian, Tabel 1 tidak hanya merangkum penelitian terdahulu, tetapi juga menunjukkan bahwa setiap penelitian memberikan kontribusi yang saling melengkapi dalam memahami perkembangan teknologi layanan komunikasi suara. Hal ini sekaligus memperkuat posisi penelitian ini dalam mengintegrasikan berbagai kontribusi tersebut secara komprehensif melalui pendekatan *Systematic Literature Review*.

Penelitian yang dilakukan oleh Lee et al. (2021) menyoroti arsitektur jaringan 5G yang dirancang untuk

mendukung berbagai layanan komunikasi berbasis IP. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa jaringan 5G memiliki arsitektur yang lebih fleksibel dan mampu mendukung berbagai layanan multimedia modern [1].

Namun demikian, penelitian tersebut tidak membahas secara spesifik bagaimana layanan komunikasi suara diimplementasikan pada jaringan tersebut, sehingga belum memberikan gambaran mengenai mekanisme layanan *voice* pada jaringan generasi baru.

Selanjutnya, penelitian oleh Zhang et al. (2021) membahas mekanisme *EPS fallback* pada jaringan 5G yang memungkinkan perangkat kembali ke jaringan LTE untuk melakukan panggilan suara [12].

Mekanisme ini menunjukkan bahwa pada tahap awal implementasi jaringan 5G, layanan suara masih bergantung pada teknologi jaringan sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses migrasi teknologi *voice* pada jaringan seluler tidak terjadi secara langsung, melainkan melalui tahap transisi yang melibatkan integrasi antara jaringan LTE dan 5G.

Beberapa penelitian lain lebih berfokus pada peningkatan kualitas layanan komunikasi suara pada jaringan LTE melalui teknologi *Voice over LTE* (VoLTE). Penelitian yang dilakukan oleh Vetoshko dan Noskov (2021) menunjukkan bahwa penerapan mekanisme *Quality of Service* (QoS) yang tepat dapat meningkatkan kualitas layanan VoLTE, khususnya pada parameter *delay* dan *packet loss* [9].

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa optimasi parameter jaringan memiliki peran penting dalam menjaga kualitas komunikasi suara berbasis IP. Penelitian yang dilakukan oleh Leonte et al. (2022) melalui pendekatan simulasi jaringan juga menunjukkan bahwa teknologi VoLTE mampu memberikan kualitas suara yang lebih baik dibandingkan metode komunikasi suara tradisional pada jaringan LTE [10].

Hal ini disebabkan oleh VoLTE yang memungkinkan layanan suara berjalan langsung pada jaringan LTE tanpa perlu melakukan perpindahan jaringan ke teknologi *legacy* seperti 2G atau 3G.

Selain itu, penelitian oleh Masli et al. (2022) juga menegaskan bahwa optimasi parameter QoS dapat meningkatkan stabilitas komunikasi suara pada layanan VoLTE. Meskipun demikian, penelitian tersebut hanya berfokus pada aspek optimasi kualitas layanan tanpa membahas perkembangan teknologi layanan suara secara keseluruhan dalam konteks evolusi jaringan seluler [13].

Penelitian oleh Ratul et al. (2023) melakukan evaluasi performa VoLTE pada kondisi mobilitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi VoLTE tetap mampu mempertahankan kualitas layanan komunikasi suara yang stabil meskipun pengguna berada dalam kondisi mobilitas tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa teknologi VoLTE memiliki keunggulan dalam mendukung mobilitas

pengguna dibandingkan dengan metode layanan suara tradisional.

Dalam konteks evolusi teknologi *voice* pada jaringan seluler, penelitian yang dilakukan oleh Ait Laghchim et al. (2024) menjelaskan bahwa layanan komunikasi suara mengalami perkembangan dari teknologi *Circuit Switched Fallback* (CSFB) menuju *Voice over LTE* (VoLTE) dan selanjutnya menuju teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) pada jaringan 5G [6].

Penelitian tersebut memberikan gambaran umum mengenai arah perkembangan teknologi *voice*, namun masih bersifat konseptual karena tidak menyajikan analisis performa jaringan secara kuantitatif.

Penelitian terbaru oleh Zhang et al. (2025) menunjukkan bahwa teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) pada jaringan 5G mampu mengurangi *latency* komunikasi suara serta meningkatkan kualitas layanan komunikasi dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi layanan *voice* secara *native* pada jaringan 5G dapat memberikan performa yang lebih optimal dibandingkan dengan mekanisme *fallback* ke jaringan sebelumnya [12].

Selain itu, penelitian oleh Aqrizal et al. (2025) melakukan perbandingan performa antara teknologi CSFB dan VoLTE pada jaringan LTE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi VoLTE memiliki performa yang lebih baik dibandingkan CSFB terutama dalam hal *latency* dan waktu *call setup* [2].

Hal ini disebabkan oleh mekanisme CSFB yang memerlukan proses perpindahan jaringan dari LTE ke jaringan *legacy* sebelum panggilan suara dapat dilakukan.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi dalam memetakan evolusi teknologi layanan komunikasi suara dari CSFB menuju VoLTE dan VoNR secara lebih komprehensif melalui pendekatan *Systematic Literature Review*. Hasil kajian ini menunjukkan bahwa CSFB berfungsi sebagai teknologi transisi dalam proses migrasi layanan suara pada jaringan seluler menuju arsitektur komunikasi berbasis IP yang lebih modern pada jaringan LTE dan 5G.

4.2. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis literatur yang telah dilakukan terhadap berbagai penelitian pada periode 2021–2025, dapat diidentifikasi beberapa pola perkembangan teknologi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler. Analisis ini menunjukkan bahwa evolusi layanan komunikasi suara tidak hanya dipengaruhi oleh perkembangan teknologi jaringan, tetapi juga oleh kebutuhan efisiensi jaringan, kualitas layanan komunikasi, serta integrasi layanan berbasis Internet Protocol (IP).

Salah satu temuan penting dari hasil kajian literatur adalah adanya perubahan pendekatan dalam penyediaan layanan komunikasi suara pada jaringan seluler. Pada tahap awal implementasi jaringan LTE,

teknologi *Circuit Switched Fallback* (CSFB) digunakan sebagai solusi sementara untuk mempertahankan layanan komunikasi suara dengan memanfaatkan jaringan *legacy* seperti 2G dan 3G. Pendekatan ini memungkinkan operator jaringan tetap menyediakan layanan suara meskipun jaringan LTE tidak memiliki dukungan *native* terhadap layanan *circuit-switched*. Namun demikian, mekanisme CSFB memiliki beberapa keterbatasan, seperti meningkatnya waktu *call setup* serta kebutuhan proses perpindahan jaringan antar teknologi yang dapat memengaruhi kualitas layanan komunikasi. Keunggulan tersebut terlihat pada beberapa parameter performa jaringan seperti *latency* yang lebih rendah, waktu *call setup* yang lebih cepat, serta efisiensi penggunaan sumber daya jaringan yang lebih baik. Selain itu, VoLTE juga memungkinkan integrasi layanan komunikasi suara dengan berbagai layanan data berbasis IP lainnya pada jaringan LTE.

Dalam perkembangan menuju jaringan generasi kelima, teknologi layanan komunikasi suara kembali mengalami evolusi yang lebih lanjut. Pada tahap awal implementasi jaringan 5G *Non-Standalone* (NSA), layanan komunikasi suara masih bergantung pada jaringan LTE melalui mekanisme *EPS fallback*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun jaringan 5G telah diperkenalkan, implementasi layanan komunikasi suara masih memerlukan dukungan dari teknologi sebelumnya. Namun, pada arsitektur jaringan 5G *Standalone* (SA), layanan komunikasi suara dapat disediakan secara *native* melalui teknologi *Voice over New Radio* (VoNR) yang memanfaatkan jaringan inti 5G secara penuh.

Hasil kajian literatur juga menunjukkan adanya tren penelitian yang semakin meningkat terkait teknologi komunikasi suara berbasis IP pada jaringan seluler. Penelitian-penelitian terbaru lebih banyak berfokus pada optimasi kualitas layanan VoLTE, peningkatan performa VoNR pada jaringan 5G, serta integrasi layanan komunikasi suara dengan berbagai aplikasi multimedia modern. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan teknologi layanan komunikasi suara semakin mengarah pada sistem komunikasi berbasis paket yang lebih efisien dan fleksibel.

Selain itu, analisis terhadap penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar studi masih membahas teknologi *voice* secara terpisah, seperti penelitian yang hanya berfokus pada optimasi VoLTE atau evaluasi performa VoNR. Kajian yang menganalisis hubungan evolusi teknologi *voice* secara komprehensif dari CSFB menuju VoLTE dan VoNR masih relatif terbatas.

Melalui pendekatan *Systematic Literature Review*, penelitian ini mampu mengidentifikasi posisi strategis teknologi *Circuit Switched Fallback* (CSFB) dalam evolusi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler. Hasil kajian menunjukkan bahwa meskipun teknologi CSFB memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi jaringan dan waktu *call setup*, teknologi ini memiliki peran penting sebagai mekanisme transisi

yang memungkinkan operator jaringan mempertahankan layanan komunikasi suara selama proses migrasi dari jaringan *circuit-switched* menuju jaringan berbasis IP.

Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai evolusi teknologi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler, mulai dari penggunaan CSFB pada tahap awal implementasi LTE, perkembangan teknologi VoLTE sebagai solusi komunikasi suara berbasis IP pada jaringan LTE, hingga implementasi teknologi VoNR sebagai solusi layanan komunikasi suara *native* pada jaringan 5G.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perkembangan teknologi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler mengalami evolusi yang signifikan dari mekanisme *Circuit Switched Fallback* (CSFB) menuju teknologi berbasis Internet Protocol seperti *Voice over LTE* (VoLTE) dan selanjutnya *Voice over New Radio* (VoNR) pada jaringan 5G. Pada tahap awal implementasi jaringan LTE, teknologi CSFB berperan penting sebagai solusi transisi yang memungkinkan layanan komunikasi suara tetap berjalan dengan memanfaatkan jaringan *legacy* seperti 2G dan 3G. Namun demikian, mekanisme ini memiliki keterbatasan dalam hal waktu *call setup* yang lebih lama serta efisiensi jaringan yang lebih rendah. Seiring dengan berkembangnya teknologi jaringan, implementasi VoLTE mampu meningkatkan kualitas layanan komunikasi suara melalui *latency* yang lebih rendah, kualitas suara yang lebih baik, serta integrasi layanan berbasis IP yang lebih efisien. Perkembangan selanjutnya pada jaringan 5G menghadirkan teknologi VoNR yang memungkinkan layanan komunikasi suara berjalan secara *native* pada jaringan 5G dengan performa yang lebih optimal. Oleh karena itu, penelitian ini menunjukkan bahwa CSFB memiliki peran strategis sebagai teknologi transisi dalam proses migrasi layanan komunikasi suara menuju arsitektur jaringan berbasis IP yang lebih modern.

Keterbatasan penelitian ini meliputi beberapa aspek, yaitu penggunaan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang hanya bergantung pada data sekunder tanpa melibatkan pengambilan data primer atau pengukuran langsung di lapangan, adanya variasi metode penelitian dan parameter evaluasi pada literatur yang dianalisis sehingga menyulitkan perbandingan performa secara kuantitatif yang seragam, serta keterbatasan dalam merepresentasikan kondisi jaringan secara real-time dan spesifik pada wilayah tertentu. Selain itu, hasil analisis juga bergantung pada kualitas dan cakupan literatur yang tersedia.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis performa secara eksperimental atau berbasis pengukuran lapangan guna memperoleh data yang lebih aktual dan

kontekstual. Penggunaan parameter pengukuran yang terstandarisasi, seperti *latency*, *packet loss*, *throughput*, dan *call setup time*, serta pengujian pada berbagai skenario jaringan seperti lingkungan urban, suburban, dan rural juga diperlukan agar hasil penelitian dapat memberikan validasi empiris yang lebih akurat terhadap implementasi teknologi layanan komunikasi suara pada jaringan seluler generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Lee, E. S. Suh, W. Y. Kwak, and H. Han, "Comparative Analysis of 5G Mobile Communication Network Architectures," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 7, p. 2478, Apr. 2020, doi: 10.3390/app10072478.
- [2] M. A. Aqrizal, "Comparative Analysis of Voice Call Service Quality Between CSFB and VoLTE Technologies," *Int. J. Wirel. Multimed. Commun.*, vol. 2, no. 1, pp. 45–51, Feb. 2025, doi: 10.62671/jowim.v2i1.81.
- [3] R. H. Ratul, M. Iqbal, J.-Y. Pan, M. M. Al Deen, M. T. Kawser, and M. M. Billah, "Performance Comparison Between VoLTE and non-VoLTE Voice Calls During Mobility in Commercial Deployment: A Drive Test-Based Analysis," in *2023 10th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics (EECSI)*, IEEE, Sep. 2023, pp. 446–452. doi: 10.1109/EECSI59885.2023.10295903.
- [4] M. F. De Aguiar *et al.*, "Performance Analysis of 5G Voice Solutions via EPS Fallback and VoNR," in *2023 IEEE Latin-American Conference on Communications (LATINCOM)*, IEEE, Nov. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/LATINCOM59467.2023.10361889.
- [5] E.-R. Modroiu, J. Mwangama, M. Corici, and T. Magedanz, "Experimental Evaluation of Open-Source-based VoNR and OTT Voice Services in 5G SA Network Deployments," *J. Commun. Softw. Syst.*, vol. 21, no. 2, pp. 166–177, 2025, doi: 10.24138/jcomss-2025-0007.
- [6] F. E. Ait Laghchim, M. Habibi, and T. Mazri, "Evolution of Mobile Networks from 4G to 5G: Architectural Transformations, New Services, and Enhancement of Key Performance Indicators," in *Proceedings of the 7th International Conference on Networking, Intelligent Systems and Security*, New York, NY, USA: ACM, Apr. 2024, pp. 1–8. doi: 10.1145/3659677.3659741.
- [7] J. P. Ferreira, V. C. Ferreira, S. L. Nogueira, J. M. Faria, and J. A. Afonso, "A Flexible Infrastructure-Sharing 5G Network Architecture Based on Network Slicing and Roaming," *Information*, vol. 15, no. 4, p. 213, Apr. 2024, doi: 10.3390/info15040213.
- [8] X. Li, M. Wei, and W. Xie, "Practical Performance Analyses of 5G Sharing Voice Solution," *Electronics*, vol. 11, no. 15, p. 2412, Aug. 2022, doi: 10.3390/electronics11152412.
- [9] I. Vetoshko and V. Noskov, "EVALUATION OF VOICE TRANSMISSION QUALITY IN THE LTE NETWORKS," *Inf. Telecommun. Sci.*, no. 2, pp. 22–26, Dec. 2021, doi: 10.20535/2411-2976.22021.22-26.
- [10] S. Leonte, A. Pastrav, C. Zamfirescu, and E. Puschita, "Voice Quality Evaluation in a Mobile Cellular Network: In Situ Mean Opinion Score Measurements," *Sensors*, vol. 24, no. 20, p. 6630, Oct. 2024, doi: 10.3390/s24206630.
- [11] J. da Silva *et al.*, "VoLTE and ViLTE Quality Measurement for LTE Over IMS Technology," *J. Commun. Inf. Syst.*, vol. 41, no. 1, pp. 26–31, 2026, doi: 10.14209/jcis. 2026.3.
- [12] D. Zhang, M. Chen, S. Li, and B. Zhang, "End-to-End Optimization of VoNR Call Setup Latency in 5G Standalone Networks: A Practical Framework with Field Validation," in *2025 7th International Conference on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing (ICMSP)*, IEEE, Nov. 2025, pp. 239–243. doi: 10.1109/ICMSP68723.2025.11407759.
- [13] A. A. Masli, F. Y. H. Ahmed, and A. M. Mansoor, "QoS-Aware Scheduling Algorithm Enabling Video Services in LTE Networks," *Computers*, vol. 11, no. 5, p. 77, May 2022, doi: 10.3390/computers11050077.