

Kajian Literatur Sistematis Performansi Sistem Komunikasi Berbasis *Software Defined Radio*

Muhamad Ilham¹, Andi Ahmad Dahlan², Yulindon³

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

*Penulis Korespondensi: mmuhamadilham01@gmail.com

Abstract. *The rapid development of wireless communication requires flexible and efficient systems in spectrum utilization. Software Defined Radio (SDR) enables communication functions to be implemented through software, increasing system flexibility. This study aims to analyze the performance of SDR-based digital communication systems using a Systematic Literature Review (SLR). A total of 18 articles published between 2021–2026 were analyzed based on key performance parameters. The results show that accuracy or detection probability is the most dominant parameter (22%), followed by throughput, latency, and system efficiency (17%), while Bit Error Rate (BER) accounts for 11%. The study also identifies trade-offs among performance parameters in SDR systems. These findings provide insights for optimizing future SDR-based communication systems.*

Keywords: BER; Latency; Software Defined Radio; System Performance; Throughput

Abstrak. Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel menuntut sistem yang fleksibel dan efisien dalam pemanfaatan spektrum frekuensi. Software Defined Radio (SDR) memungkinkan fungsi komunikasi diimplementasikan melalui perangkat lunak sehingga meningkatkan fleksibilitas sistem. Penelitian ini bertujuan menganalisis performansi sistem komunikasi digital berbasis SDR menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR). Sebanyak 18 artikel dari tahun 2021–2026 dianalisis berdasarkan parameter performansi utama. Hasil menunjukkan bahwa parameter akurasi/detection probability merupakan yang paling dominan (22%), diikuti throughput, latency, dan efisiensi sistem (17%), serta Bit Error Rate (BER) sebesar 11%. Selain itu, ditemukan adanya trade-off antarparameter performansi dalam sistem SDR. Penelitian ini memberikan gambaran komprehensif untuk pengembangan strategi optimasi sistem komunikasi berbasis SDR.

Kata kunci: BER; Latency; Performansi Sistem; Software Defined Radio; Throughput

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi komunikasi nirkabel dalam beberapa dekade terakhir telah mendorong peningkatan kebutuhan terhadap sistem komunikasi yang fleksibel, efisien, serta mampu beradaptasi terhadap berbagai standar komunikasi modern. Pertumbuhan pesat perangkat komunikasi seperti *Internet of Things (IoT)*, sistem kendaraan terhubung, radar *modern*, serta berbagai sistem sensor nirkabel telah meningkatkan kompleksitas pengelolaan spektrum frekuensi. Kondisi ini mendorong kebutuhan terhadap teknologi komunikasi yang mampu beroperasi secara dinamis dalam lingkungan spektrum yang semakin padat. Sistem radio konvensional yang berbasis perangkat keras umumnya dirancang untuk fungsi komunikasi tertentu sehingga memiliki keterbatasan dalam hal fleksibilitas konfigurasi serta kemampuan untuk mendukung berbagai standar komunikasi yang berbeda. Oleh karena itu, pendekatan teknologi radio yang lebih fleksibel dan dapat diprogram menjadi sangat penting dalam pengembangan sistem komunikasi nirkabel modern.

Salah satu pendekatan teknologi yang berkembang pesat untuk mengatasi keterbatasan tersebut adalah *Software Defined Radio (SDR)*. SDR merupakan paradigma komunikasi radio yang memungkinkan berbagai fungsi radio seperti *modulasi*, *demodulasi*, *filtering*, *encoding*, dan *decoding* diimplementasikan melalui perangkat

lunak sehingga konfigurasi sistem komunikasi dapat diubah tanpa memerlukan perubahan perangkat keras yang signifikan. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam pengembangan sistem komunikasi karena satu platform radio dapat digunakan untuk mendukung berbagai protokol komunikasi serta berbagai standar komunikasi nirkabel (Molla et al., 2022). Selain itu, SDR juga memungkinkan proses prototyping sistem komunikasi dilakukan secara lebih cepat dan ekonomis dibandingkan dengan implementasi radio berbasis perangkat keras khusus (Ramos et al., 2023).

Perkembangan teknologi SDR juga didukung oleh kemajuan teknologi pemrosesan sinyal digital serta peningkatan kemampuan komputasi modern. Integrasi antara perangkat keras radio dan perangkat lunak pemrosesan sinyal memungkinkan implementasi berbagai algoritma komunikasi digital secara fleksibel serta mendukung eksperimen berbagai protokol komunikasi dalam lingkungan penelitian. Penelitian mengenai stabilitas frekuensi pada platform SDR menunjukkan bahwa karakteristik perangkat radio serta stabilitas frekuensi perangkat memiliki pengaruh signifikan terhadap performansi sistem komunikasi berbasis SDR (Bednarz et al., 2025).

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai SDR berkembang pesat dan telah diterapkan dalam berbagai domain komunikasi modern. Salah satu bidang yang banyak memanfaatkan teknologi SDR adalah sistem *Internet of Things* (IoT). Implementasi SDR dalam sistem IoT memungkinkan pengembangan protokol komunikasi yang fleksibel serta memudahkan proses pengujian berbagai konfigurasi komunikasi pada lapisan fisik. Penelitian oleh Joosens et al. (2025) menunjukkan bahwa SDR dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem komunikasi IoT berbasis protokol DASH7 yang mampu memproses dan mendekode paket data secara real-time pada berbagai kondisi lingkungan komunikasi. Selain itu, implementasi protokol LoRa berbasis SDR juga menunjukkan potensi besar dalam mendukung komunikasi IoT jarak jauh dengan konsumsi daya rendah (Busacca et al., 2024).

Selain pada sistem IoT, teknologi SDR juga banyak digunakan dalam penelitian mengenai *cognitive radio* dan *spectrum sensing*. *Cognitive radio* merupakan konsep komunikasi yang memungkinkan perangkat komunikasi untuk mendeteksi spektrum frekuensi yang tersedia dan menyesuaikan parameter komunikasi secara adaptif untuk meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa platform SDR sering digunakan sebagai *testbed eksperimental* untuk mengimplementasikan berbagai metode *spectrum sensing* pada sistem komunikasi berbasis *cognitive radio* (Manco et al., 2022). Selain itu, berbagai metrik performansi seperti *probability of detection*, *probability of false alarm*, serta parameter geolokasi spektrum digunakan untuk mengevaluasi performansi teknik *spectrum sensing* dalam sistem komunikasi berbasis *cognitive radio* (Guimarães, 2025).

Teknologi SDR juga telah diterapkan dalam berbagai aplikasi komunikasi modern lainnya seperti sistem radar, sistem komunikasi satelit, sistem sensing nirkabel, serta sistem komunikasi kendaraan. Penelitian oleh Xu et al. (2022) mengembangkan sistem sensing nirkabel berbasis SDR yang memanfaatkan sensor *Surface Acoustic Wave* untuk melakukan pengukuran sensor secara nirkabel dengan hasil yang mendekati performansi alat ukur komersial. Selain itu, penelitian oleh Oncu et al. (2024) menunjukkan bahwa platform SDR dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem klasifikasi radar secara *real-time* dengan akurasi tinggi melalui pemrosesan sinyal radio frekuensi berbasis GPU.

Selain itu, SDR juga digunakan dalam berbagai penelitian untuk mengevaluasi performansi sistem komunikasi melalui implementasi teknik modulasi digital seperti *Quadrature Amplitude Modulation* pada sistem komunikasi berbasis SDR (Le et al., 2025). Implementasi teknik modulasi dan algoritma komunikasi digital pada platform SDR juga diteliti dalam berbagai sistem komunikasi berbasis spread spectrum seperti *chaos shift keying communication system* (Aboltins & Tihomorskis, 2023).

Selain implementasi pada berbagai aplikasi komunikasi, penelitian juga dilakukan untuk meningkatkan performansi sistem komunikasi berbasis SDR melalui optimasi arsitektur pemrosesan sinyal. Penelitian oleh Maragathasundari et al. (2024) menunjukkan bahwa optimasi proses antrian dalam sistem SDR dapat meningkatkan efisiensi pemrosesan sinyal serta mengurangi *latency* pada sistem komunikasi nirkabel. Selain itu, penelitian lain juga menyoroti aspek keamanan sistem SDR yang menjadi perhatian penting dalam pengembangan sistem komunikasi modern (Wu et al., 2026). Pengembangan sistem komunikasi berbasis SDR juga telah diterapkan pada berbagai sistem komunikasi satelit untuk meningkatkan fleksibilitas konfigurasi komunikasi pada platform satelit kecil (Abbas & Asami, 2021).

Selain itu, integrasi teknologi jaringan seperti *Software Defined Networking* (SDN) dengan SDR juga mulai dikaji untuk meningkatkan fleksibilitas pengelolaan jaringan komunikasi nirkabel modern (Bertuletto et al., 2025). Penelitian oleh Kafetzis et al. (2022) menunjukkan bahwa integrasi antara SDN dan SDR memungkinkan pengendalian jaringan yang lebih adaptif serta pengelolaan sumber daya spektrum yang lebih efisien dalam jaringan *mobile ad hoc*.

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, penelitian mengenai SDR secara umum dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori utama yaitu pengembangan arsitektur platform SDR, optimasi algoritma komunikasi digital, serta implementasi SDR pada berbagai aplikasi komunikasi modern seperti IoT, radar, sensing nirkabel, komunikasi satelit, dan komunikasi kendaraan. Meskipun berbagai penelitian telah mengeksplorasi implementasi teknologi *Software Defined Radio* (SDR) dalam berbagai domain komunikasi seperti *Internet of Things* (IoT), sistem radar, komunikasi satelit, serta jaringan *cognitive radio*, sebagian besar penelitian tersebut masih mengevaluasi performansi sistem secara terpisah dengan berfokus pada parameter tertentu saja. Banyak studi hanya menganalisis metrik seperti *Bit Error Rate* (BER), *throughput*, atau performansi spectrum sensing secara individual tanpa mempertimbangkan hubungan dan trade-off antar berbagai parameter performansi tersebut. Akibatnya, kajian yang secara komprehensif mengintegrasikan berbagai parameter performansi utama seperti BER, *throughput*, *latency*, serta ketahanan terhadap interferensi pada sistem komunikasi digital berbasis SDR masih relatif terbatas dalam literatur terkini.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian literatur sistematis terhadap performansi sistem komunikasi digital berbasis *Software Defined Radio* (SDR) dengan mengidentifikasi, mengklasifikasikan, serta mensintesis berbagai parameter performansi utama seperti *Bit Error Rate* (BER), *throughput*, *latency*, dan ketahanan terhadap interferensi. Melalui pendekatan ini diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan dan trade-off antar parameter performansi serta arah pengembangan teknologi komunikasi berbasis SDR di masa depan.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Software Defined Radio (SDR)

Software Defined Radio (SDR) merupakan teknologi komunikasi radio yang memungkinkan sebagian besar fungsi radio seperti *modulasi*, *demodulasi*, *filtering*, *encoding*, dan *decoding* diimplementasikan melalui perangkat lunak. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas tinggi karena konfigurasi sistem komunikasi dapat diubah tanpa memerlukan perubahan perangkat keras secara signifikan. SDR mampu mendukung berbagai standar komunikasi nirkabel dalam satu platform sehingga banyak digunakan pada sistem komunikasi *modern*, seperti *Internet of Things* (IoT), radar, komunikasi satelit, dan *cognitive radio* (Molla et al., 2022).

Selain itu, SDR memungkinkan proses pengembangan dan pengujian sistem komunikasi dilakukan secara lebih fleksibel dan ekonomis dibandingkan dengan sistem radio konvensional berbasis perangkat keras tetap. Teknologi ini juga mendukung implementasi berbagai algoritma pemrosesan sinyal digital secara real-time sehingga banyak dimanfaatkan dalam penelitian komunikasi modern (Ramos et al., 2023).

B. Sistem Komunikasi Digital

Sistem komunikasi digital merupakan sistem komunikasi yang mentransmisikan informasi dalam bentuk sinyal digital melalui media transmisi tertentu. Pada sistem komunikasi digital, proses pengiriman data melibatkan beberapa tahapan seperti *encoding*, *modulasi*, transmisi, *demodulasi*, *decoding*, dan deteksi sinyal. Penggunaan sistem komunikasi digital memberikan berbagai keuntungan, seperti ketahanan terhadap *noise*, efisiensi transmisi data, serta kemampuan integrasi dengan teknologi jaringan *modern*.

Dalam implementasinya, teknologi SDR memungkinkan berbagai teknik komunikasi digital diterapkan secara fleksibel menggunakan perangkat lunak. Berbagai teknik modulasi digital seperti *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM), *spread spectrum*, dan sistem komunikasi berbasis *cognitive radio* dapat diimplementasikan pada platform SDR untuk meningkatkan performansi sistem komunikasi (Hapsari & Ismail, 2021).

C. Parameter Performansi Sistem Komunikasi

Performansi sistem komunikasi berbasis SDR umumnya dievaluasi menggunakan beberapa parameter utama, seperti *Bit Error Rate* (BER), *throughput*, *latency*, dan *detection probability*. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menilai kualitas transmisi data serta efisiensi sistem komunikasi digital.

a. Bit Error Rate (BER)

Bit Error Rate (BER) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan bit selama proses transmisi data. Nilai BER menunjukkan perbandingan antara jumlah bit yang mengalami kesalahan dengan total bit yang dikirimkan. Semakin kecil nilai BER, maka kualitas sistem komunikasi semakin baik. Performansi BER dipengaruhi oleh teknik modulasi, kondisi kanal komunikasi, interferensi, dan *noise* pada sistem komunikasi (Hapsari & Ismail, 2021).

b. Throughput

Throughput merupakan jumlah data yang berhasil ditransmisikan dalam satuan waktu tertentu. Parameter ini digunakan untuk mengukur efisiensi sistem komunikasi dalam mentransmisikan data. Nilai *throughput* yang tinggi menunjukkan kemampuan sistem komunikasi dalam mengirimkan data secara efektif. Implementasi protokol

komunikasi berbasis SDR diketahui mampu meningkatkan *throughput* pada sistem komunikasi IoT dan komunikasi nirkabel modern (Busacca et al., 2024).

c. Latency

Latency adalah waktu yang dibutuhkan sistem komunikasi untuk memproses dan mengirimkan data dari pengirim ke penerima. Pada sistem komunikasi *real-time*, *latency* menjadi parameter penting karena berpengaruh terhadap kecepatan respons sistem. Optimasi arsitektur pemrosesan sinyal pada sistem SDR dapat membantu mengurangi *latency* dan meningkatkan efisiensi komunikasi (Maragathasundari et al., 2024).

d. Detection Probability

Detection probability merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi keberadaan sinyal pada lingkungan spektrum tertentu. Parameter ini banyak digunakan pada sistem *cognitive radio* dan *spectrum sensing* untuk meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi (Guimarães, 2025).

D. Cognitive Radio dan Spectrum Sensing

Cognitive radio merupakan teknologi komunikasi cerdas yang mampu mendeteksi kondisi spektrum frekuensi dan menyesuaikan parameter komunikasi secara adaptif. Teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi pada sistem komunikasi nirkabel modern. Dalam implementasinya, SDR sering digunakan sebagai platform eksperimen untuk pengembangan sistem *cognitive radio* karena memiliki fleksibilitas konfigurasi yang tinggi.

Spectrum sensing merupakan salah satu komponen utama pada *cognitive radio* yang berfungsi mendeteksi keberadaan pengguna utama pada suatu kanal frekuensi. Berbagai metode *spectrum sensing* telah dikembangkan untuk meningkatkan *detection probability* dan mengurangi *probability of false alarm* pada sistem komunikasi berbasis SDR (Manco et al., 2022).

E. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai performansi sistem komunikasi berbasis SDR telah banyak dilakukan dalam berbagai bidang komunikasi modern. Abbas dan Asami (2021) mengembangkan sistem komunikasi satelit berbasis SDR yang mampu meningkatkan fleksibilitas konfigurasi komunikasi satelit. Busacca et al. (2024) mengimplementasikan protokol *LoRa* berbasis SDR untuk komunikasi IoT jarak jauh dengan konsumsi daya rendah. Selain itu, Oncu et al. (2024) mengembangkan sistem radar berbasis SDR dengan akselerasi *GPU* untuk meningkatkan akurasi klasifikasi radar secara *real-time*.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Maragathasundari et al. (2024) yang menunjukkan bahwa optimasi arsitektur pemrosesan sinyal dapat meningkatkan efisiensi sistem serta mengurangi *latency* pada komunikasi berbasis SDR. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknologi SDR memiliki fleksibilitas tinggi dan berpotensi besar dalam pengembangan sistem komunikasi modern. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada satu parameter performansi tertentu sehingga kajian komprehensif mengenai hubungan antar parameter performansi masih diperlukan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* untuk menganalisis perkembangan penelitian terkait performansi sistem komunikasi digital

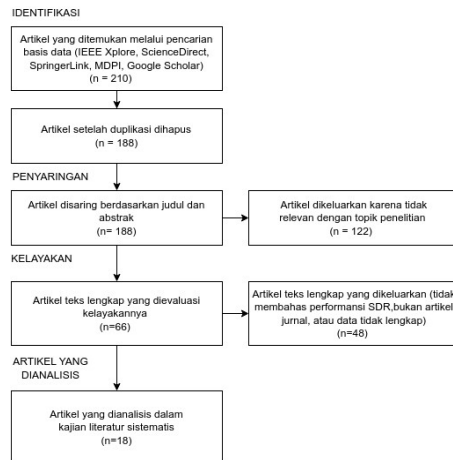
berbasis *Software Defined Radio* (SDR). Metode SLR dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, serta mensintesis berbagai hasil penelitian sebelumnya secara sistematis dan terstruktur. Dengan pendekatan ini, berbagai temuan penelitian yang relevan dapat dianalisis secara komprehensif guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai karakteristik performansi sistem komunikasi berbasis SDR.

Proses pengumpulan literatur dilakukan melalui beberapa basis data jurnal ilmiah internasional, yaitu IEEE Xplore, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, MDPI, dan *Google Scholar*. Artikel yang dipilih merupakan publikasi ilmiah dalam rentang tahun 2021–2026 yang berkaitan dengan implementasi dan performansi sistem komunikasi digital berbasis SDR. Proses pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan beberapa kata kunci yang relevan, antara lain “*Software Defined Radio*”, “*SDR communication system*”, “*SDR performance*”, “*Bit Error Rate SDR*”, “*throughput SDR*”, serta “*latency in SDR systems*”. Kata kunci tersebut digunakan secara kombinasi dengan operator logika seperti *AND* dan *OR* untuk memperoleh literatur yang relevan dengan fokus penelitian.

Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Kriteria inklusi meliputi artikel yang dipublikasikan pada jurnal internasional bereputasi, membahas teknologi *Software Defined Radio*, serta menganalisis parameter performansi sistem komunikasi digital seperti *Bit Error Rate (BER)*, *throughput*, *latency*, atau ketahanan terhadap interferensi. Sementara itu, artikel yang tidak secara langsung membahas performansi sistem komunikasi berbasis SDR, tidak tersedia dalam versi teks lengkap, atau tidak relevan dengan fokus penelitian dikeluarkan dari proses analisis.

Proses seleksi literatur dilakukan dengan mengikuti tahapan PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang meliputi tahap identifikasi, penyaringan, evaluasi kelayakan, dan pemilihan artikel. Pada tahap identifikasi, sejumlah artikel diperoleh dari berbagai basis data menggunakan kata kunci yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan berdasarkan judul dan abstrak untuk menentukan relevansi penelitian. Artikel yang lolos tahap tersebut kemudian dievaluasi secara lebih mendalam melalui penelaahan teks lengkap. Artikel yang memenuhi seluruh kriteria seleksi selanjutnya dipilih sebagai literatur utama yang dianalisis dalam penelitian ini.

Data dari artikel yang terpilih kemudian diekstraksi dan dianalisis dengan mempertimbangkan beberapa aspek utama, seperti jenis sistem SDR yang digunakan, parameter performansi yang dianalisis, metode atau algoritma yang diterapkan, serta hasil evaluasi performansi yang dilaporkan. Hasil ekstraksi data tersebut kemudian disintesis untuk mengidentifikasi hubungan antara berbagai parameter performansi utama dalam sistem komunikasi digital berbasis SDR, seperti *Bit Error Rate (BER)*, *throughput*, *latency*, dan ketahanan terhadap interferensi. Melalui proses sintesis ini, penelitian bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai karakteristik performansi sistem komunikasi berbasis SDR serta hubungan *trade-off* antar parameter performansi yang dilaporkan dalam berbagai penelitian sebelumnya. Diagram alur proses seleksi literatur ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur seleksi literatur menggunakan metode PRISMA

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses seleksi literatur menggunakan metode PRISMA, diperoleh sebanyak 18 artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis dalam penelitian ini. Artikel-artikel tersebut berasal dari berbagai jurnal internasional bereputasi dan membahas berbagai aspek terkait implementasi serta performansi sistem komunikasi berbasis *Software Defined Radio* (SDR). Analisis literatur dilakukan dengan mengkaji fokus penelitian, parameter performansi yang dianalisis, serta temuan utama dari masing-masing penelitian. Untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai perkembangan penelitian *Software Defined Radio*, dilakukan sintesis terhadap berbagai penelitian yang telah dianalisis. Ringkasan fokus penelitian, parameter performansi yang dianalisis, serta temuan utama dari masing-masing penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintesis penelitian terkait performansi sistem komunikasi berbasis Software Defined Radio

No	Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Parameter Performansi	Temuan Utama
1	Abbas & Asami	2021	SDR untuk komunikasi satelit kecil	Throughput, latency	SDR meningkatkan fleksibilitas konfigurasi komunikasi satelit
2	Hapsari & Ismail	2021	Implementasi modulasi QAM pada SDR	BER	Teknik modulasi mempengaruhi performansi BER pada sistem SDR
3	Xu et al.	2022	Sistem sensing	Akurasi sensing	SDR mampu melakukan sensing RF dengan

No	Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Parameter Performansi	Temuan Utama
			nirkabel berbasis SDR		performansi mendekati alat ukur komersial
4	Manco et al.	2022	Spectrum sensing pada cognitive radio berbasis SDR	Probability of detection	SDR efektif digunakan sebagai platform eksperimen cognitive radio
5	Kafetzis et al.	2022	Integrasi SDN dan SDR	Efisiensi spektrum	Integrasi SDN–SDR meningkatkan fleksibilitas manajemen jaringan
6	Yun et al.	2022	Implementasi WiFi real-time berbasis SDR	Latency	SDR memungkinkan implementasi komunikasi real-time dengan latency rendah
7	Ramos et al.	2023	Penggunaan SDR dalam pendidikan komunikasi	Fleksibilitas sistem	SDR mempermudah proses prototyping sistem komunikasi
8	Aboltins & Tihomorskis	2023	Chaos shift keying pada sistem SDR	BER	Teknik modulasi chaos dapat meningkatkan ketahanan komunikasi terhadap noise
9	Busacca et al.	2024	Implementasi LoRa berbasis SDR	Throughput	SDR mendukung komunikasi IoT jarak jauh dengan konsumsi daya rendah
10	Oncu et al.	2024	Radar berbasis SDR dengan GPU	Akurasi klasifikasi	Pemrosesan GPU meningkatkan

No	Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Parameter Performansi	Temuan Utama
					kecepatan klasifikasi radar
11	Maragathasundari et al.	2024	Optimasi antrian dalam sistem SDR	Latency	Optimasi arsitektur pemrosesan dapat mengurangi latency sistem
12	Molla et al.	2022	Platform SDR untuk teknologi nirkabel	Fleksibilitas sistem	SDR memungkinkan implementasi berbagai standar komunikasi
13	Bednarz et al.	2025	Stabilitas frekuensi pada SDR	Stabilitas frekuensi	Stabilitas perangkat mempengaruhi performansi komunikasi SDR
14	Guimarães	2025	Metrik performansi spectrum sensing	Detection probability	Evaluasi metrik penting untuk analisis efisiensi spektrum
15	Joosens et al.	2025	Sistem IoT berbasis SDR dengan protokol DASH7	Throughput	SDR mampu memproses paket IoT secara real-time
16	Le et al.	2025	Klasifikasi modulasi real-time pada SDR	Akurasi klasifikasi	SDR efektif untuk analisis sinyal modulasi secara real-time
17	Bertuletti et al.	2025	Simulasi baseband SDR untuk jaringan radio akses	Efisiensi komputasi	Arsitektur multi-core meningkatkan performansi pemrosesan SDR
18	Wu et al.	2026	Keamanan sistem SDR	Ketahanan sistem	Keamanan spektrum menjadi isu penting pada

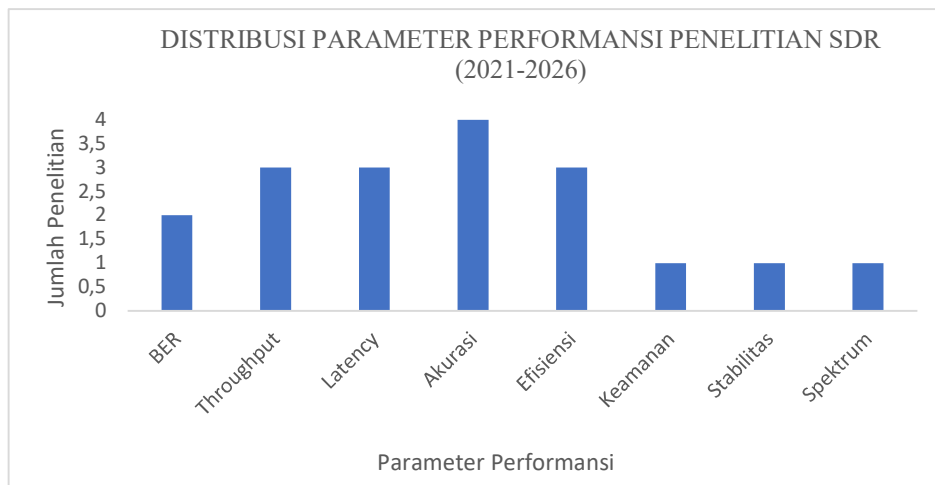
No	Peneliti	Tahun	Fokus Penelitian	Parameter Performansi	Temuan Utama
					sistem SDR modern

Setelah dilakukan sintesis terhadap penelitian terdahulu, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi distribusi parameter performansi yang paling banyak digunakan dalam penelitian Software Defined Radio. Hasil distribusi parameter tersebut ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Distribusi Parameter Performansi Penelitian SDR

No	Parameter Performansi	Jumlah Penelitian	Persentase
1	Bit Error Rate (BER)	2	11%
2	Throughput	3	17%
3	Latency	3	17%
4	Akurasi / Detection Probability	4	22%
5	Efisiensi / Fleksibilitas Sistem	3	17%
6	Keamanan Sistem	1	6%
7	Stabilitas Frekuensi	1	6%
8	Efisiensi Spektrum	1	6%
	Total	18	100%

Tabel 2 menunjukkan distribusi parameter performansi yang digunakan dalam penelitian sistem komunikasi berbasis *Software Defined Radio*. Parameter akurasi atau detection probability merupakan parameter yang paling sering digunakan dengan jumlah empat penelitian. Parameter *throughput*, *latency*, serta efisiensi sistem masing-masing



Gambar 2. Grafik distribusi parameter performansi

muncul pada tiga penelitian. Sementara itu, parameter *Bit Error Rate* (BER) muncul pada dua penelitian, sedangkan parameter keamanan sistem, stabilitas frekuensi, serta efisiensi spektrum muncul pada masing-masing satu penelitian. Untuk mempermudah interpretasi distribusi parameter performansi yang telah disajikan pada Tabel 2, visualisasi data tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.

Setelah mengetahui distribusi parameter performansi yang dominan, dilakukan analisis lebih lanjut untuk membandingkan penelitian terdahulu dengan penelitian ini berdasarkan fokus penelitian, parameter performansi, dan temuan utama. Hasil perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Perbandingan Penelitian Terdahulu dan Hasil Penelitian Ini

Penelitian	Fokus Penelitian	Parameter Performansi	Temuan Penelitian	Keterbatasan Penelitian
Hapsari & Ismail (2021)	Implementasi modulasi QAM pada sistem SDR	BER	Teknik modulasi mempengaruhi tingkat kesalahan bit pada sistem komunikasi SDR	Hanya menganalisis satu parameter performansi yaitu BER
Yun et al. (2022)	Implementasi WiFi real-time berbasis SDR	Latency	Sistem SDR mampu mencapai latency rendah pada komunikasi real-time	Tidak menganalisis hubungan latency dengan parameter performansi lainnya
Busacca et al. (2024)	Implementasi LoRa berbasis SDR untuk IoT	Throughput	SDR mampu mendukung komunikasi IoT jarak jauh dengan throughput stabil	Fokus hanya pada analisis throughput
Maragathasundari et al. (2024)	Optimasi arsitektur pemrosesan sinyal SDR	Latency	Optimasi pemrosesan mampu meningkatkan efisiensi sistem dan menurunkan latency	Tidak mengkaji hubungan latency dengan BER atau throughput
Penelitian ini	Kajian literatur sistematis	BER, throughput,	Analisis terhadap 18 artikel	Memberikan analisis komprehensif

Penelitian	Fokus Penelitian	Parameter Performansi	Temuan Penelitian	Keterbatasan Penelitian
	performansi sistem komunikasi SDR	latency, akurasi	penelitian menunjukkan bahwa parameter akurasi paling dominan digunakan (22%), diikuti throughput, latency, dan efisiensi sistem (17%), serta BER (11%)	hubungan antar parameter performansi sistem SDR

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa sebagian besar penelitian terdahulu mengenai *Software Defined Radio* (SDR) umumnya berfokus pada analisis performansi sistem menggunakan satu parameter tertentu, seperti *Bit Error Rate* (BER), *throughput*, atau *latency*. Misalnya, penelitian oleh Hapsari & Ismail (2021) menganalisis performansi BER pada sistem SDR menggunakan teknik modulasi QAM, sedangkan Busacca et al. (2024) mengevaluasi performansi *throughput* pada implementasi komunikasi IoT berbasis SDR. Berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini melakukan kajian literatur sistematis terhadap 18 artikel ilmiah untuk mengintegrasikan berbagai parameter performansi utama seperti BER, *throughput*, *latency*, serta akurasi sistem. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter akurasi merupakan parameter yang paling banyak digunakan dalam penelitian SDR dengan proporsi 22%, diikuti oleh *throughput*, *latency*, serta efisiensi sistem masing-masing sebesar 17%.

A. Klasifikasi Penelitian Software Defined Radio

Hasil kajian menunjukkan bahwa penelitian mengenai teknologi SDR dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu pengembangan platform SDR, optimasi algoritma komunikasi digital, serta implementasi SDR pada berbagai aplikasi komunikasi *modern*. Beberapa penelitian berfokus pada pengembangan platform dan arsitektur SDR yang mampu mendukung berbagai teknologi komunikasi nirkabel secara fleksibel. Misalnya, penelitian oleh Molla et al. (2022) mengkaji berbagai platform SDR yang digunakan dalam pengembangan sistem komunikasi nirkabel modern serta menjelaskan fleksibilitas implementasi berbagai protokol komunikasi menggunakan pendekatan SDR.

Selain itu, beberapa penelitian juga berfokus pada implementasi SDR pada berbagai aplikasi komunikasi seperti *Internet of Things* (IoT), radar, sistem sensing nirkabel, serta komunikasi satelit. Penelitian oleh Joosens et al. (2025) menunjukkan bahwa teknologi SDR dapat digunakan untuk mengimplementasikan sistem komunikasi IoT berbasis protokol DASH7 secara real-time. Sementara itu, penelitian oleh Busacca et al. (2024)

mengembangkan implementasi protokol LoRa berbasis SDR yang memungkinkan pengujian berbagai konfigurasi komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah.

Implementasi SDR juga banyak digunakan dalam sistem radar dan sensing nirkabel. Penelitian oleh Oncu et al. (2024) menunjukkan bahwa sistem radar berbasis SDR dapat melakukan klasifikasi sinyal radar secara real-time dengan memanfaatkan akselerasi pemrosesan berbasis GPU. Selain itu, penelitian oleh Xu et al. (2022) mengembangkan sistem sensing nirkabel berbasis SDR untuk melakukan pengukuran sensor secara nirkabel menggunakan teknologi *Surface Acoustic Wave*.

B. Parameter Performansi Sistem Komunikasi SDR

Berbagai penelitian yang dianalisis dalam kajian ini menunjukkan bahwa performansi sistem komunikasi berbasis SDR umumnya dievaluasi menggunakan beberapa parameter utama, yaitu *Bit Error Rate (BER)*, *throughput*, *latency*, serta ketahanan terhadap interferensi. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk menilai kualitas komunikasi serta efisiensi sistem komunikasi digital yang diimplementasikan menggunakan teknologi SDR.

Bit Error Rate (BER) merupakan salah satu parameter yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi performansi sistem komunikasi digital. BER menunjukkan tingkat kesalahan bit yang terjadi selama proses transmisi data. Penelitian oleh Hapsari & Ismail (2021) menunjukkan bahwa performansi BER dalam sistem komunikasi berbasis SDR sangat dipengaruhi oleh teknik modulasi yang digunakan serta kondisi kanal komunikasi. Selain itu, implementasi teknik modulasi tertentu dapat memberikan perbedaan performansi BER yang signifikan dalam sistem komunikasi berbasis SDR.

Selain BER, parameter *throughput* juga sering digunakan untuk mengevaluasi efisiensi sistem komunikasi. *Throughput* menunjukkan jumlah data yang berhasil ditransmisikan dalam satuan waktu tertentu. Penelitian oleh Busacca et al. (2024) menunjukkan bahwa implementasi protokol komunikasi berbasis SDR dapat memberikan performansi *throughput* yang cukup tinggi dalam sistem komunikasi IoT jarak jauh. Namun demikian, peningkatan *throughput* sering kali berkaitan dengan peningkatan kompleksitas pemrosesan sinyal dalam sistem komunikasi.

Parameter lainnya yang sering dianalisis adalah *latency*, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk memproses dan mentransmisikan data (Yun et al., 2022). Penelitian oleh Maragathasundari et al. (2024) menunjukkan bahwa optimasi proses antrian dalam sistem SDR dapat mengurangi *latency* serta meningkatkan efisiensi pemrosesan sinyal pada sistem komunikasi nirkabel. Selain itu, aspek interferensi juga menjadi faktor penting dalam evaluasi performansi sistem komunikasi berbasis SDR, terutama pada lingkungan spektrum yang padat.

C. Analisis Trade-Off Performansi Sistem SDR

Berdasarkan sintesis literatur yang dianalisis, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan *trade-off* antar berbagai parameter performansi dalam sistem komunikasi berbasis SDR. Peningkatan performansi pada satu parameter sering kali mempengaruhi performansi parameter lainnya. Misalnya, peningkatan *throughput* melalui penggunaan teknik modulasi yang lebih kompleks dapat meningkatkan efisiensi transmisi data, namun juga berpotensi meningkatkan nilai BER apabila kondisi kanal komunikasi tidak mendukung.

Selain itu, peningkatan kompleksitas algoritma pemrosesan sinyal yang digunakan untuk meningkatkan kualitas komunikasi juga dapat menyebabkan peningkatan *latency*

pada sistem komunikasi. Oleh karena itu, optimasi sistem komunikasi berbasis SDR perlu mempertimbangkan keseimbangan antara berbagai parameter performansi tersebut. Penelitian oleh Maragathasundari et al. (2024) menunjukkan bahwa optimasi arsitektur pemrosesan sinyal dapat meningkatkan efisiensi sistem SDR tanpa secara signifikan meningkatkan *latency*.

Di sisi lain, penelitian mengenai keamanan dan ketahanan sistem komunikasi berbasis SDR juga menjadi perhatian penting dalam pengembangan teknologi komunikasi modern. Penelitian oleh Wu et al. (2026) menunjukkan bahwa sistem komunikasi berbasis SDR perlu mempertimbangkan aspek keamanan spektrum serta potensi gangguan elektromagnetik yang dapat mempengaruhi performansi sistem komunikasi.

D. Implikasi Penelitian

Hasil kajian literatur ini menunjukkan bahwa teknologi SDR memiliki potensi besar dalam pengembangan sistem komunikasi nirkabel modern karena fleksibilitas serta kemampuannya dalam mendukung berbagai standar komunikasi. Namun demikian, optimasi performansi sistem komunikasi berbasis SDR memerlukan pendekatan yang mempertimbangkan hubungan *trade-off* antar berbagai parameter performansi. Oleh karena itu, penelitian di masa depan perlu mengembangkan metode optimasi yang mampu meningkatkan performansi sistem komunikasi SDR secara menyeluruh dengan mempertimbangkan keseimbangan antara BER, *throughput*, *latency*, serta ketahanan terhadap interferensi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur sistematis terhadap 18 artikel ilmiah mengenai performansi sistem komunikasi berbasis *Software Defined Radio* (SDR), dapat disimpulkan bahwa teknologi SDR memiliki fleksibilitas tinggi dalam mendukung berbagai sistem komunikasi modern seperti *Internet of Things* (IoT), radar, komunikasi satelit, dan *cognitive radio*. Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter performansi yang paling dominan digunakan dalam penelitian SDR adalah akurasi atau *detection probability* sebesar 22%, diikuti *throughput*, *latency*, dan efisiensi sistem sebesar 17%, serta *Bit Error Rate* (BER) sebesar 11%.

Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan adanya hubungan *trade-off* antar parameter performansi sistem komunikasi berbasis SDR. Peningkatan performansi pada satu parameter dapat mempengaruhi parameter lainnya, seperti peningkatan *throughput* yang berpotensi meningkatkan nilai BER atau peningkatan kompleksitas pemrosesan sinyal yang dapat meningkatkan *latency*. Oleh karena itu, optimasi sistem komunikasi berbasis SDR perlu mempertimbangkan keseimbangan antar parameter performansi agar sistem dapat bekerja secara optimal dan efisien.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat mengembangkan metode optimasi performansi SDR berbasis kecerdasan buatan untuk meningkatkan efisiensi komunikasi secara menyeluruh. Selain itu, integrasi SDR dengan teknologi IoT, *machine learning*, dan *Software Defined Networking* (SDN) juga perlu dikembangkan untuk mendukung sistem komunikasi nirkabel modern yang lebih adaptif, efisien, dan *real-time*. Penelitian selanjutnya juga diharapkan dapat menganalisis performansi SDR menggunakan dataset dan skenario implementasi yang lebih luas sehingga diperoleh hasil evaluasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

- Abbas, Y. M. O., & Asami, K. (2021). Design of software-defined radio-based adaptable packet communication system for small satellites. *Aerospace*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/aerospace8060159>
- Aboltins, A., & Tihomorskis, N. (2023). Software-Defined Radio Implementation and Performance Evaluation of Frequency-Modulated Antipodal Chaos Shift Keying Communication System †. *Electronics (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/electronics12051240>
- Bednarz, K., Wojtuń, J., Kelner, J. M., Ziólkowski, C., & Leśnik, C. (2025). Frequency Stability of Software-Defined Radios – Part I. Measurements. *Metrology and Measurement Systems*, 32(3), 1–18. <https://doi.org/10.24425/mms.2023.155803>
- Bertuletti, M., Zhang, Y., Abdollahpour, M., Riedel, S., Vanelli-Coralli, A., & Benini, L. (2025). Fast End-to-End Simulation and Exploration of Many-RISCV-Core Baseband Transceivers for Software-Defined Radio-Access Networks. *Proceedings - Design Automation Conference*. <https://doi.org/10.1109/DAC63849.2025.11132863>
- Busacca, F., Mangione, S., Palazzo, S., Restuccia, F., & Tinnirello, I. (2024). SDR-LoRa, an open-source, full-fledged implementation of LoRa on Software-Defined-Radios: Design and potential exploitation. *Computer Networks*, 241(January), 110194. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2024.110194>
- Guimarães, D. A. (2025). A Survey of Performance Metrics for Spectrum Sensing and Spectrum Hole Geolocation for Wireless Spectrum Access. *Sensors*, 25(12), 1–28. <https://doi.org/10.3390/s25123770>
- Hapsari, J. P., & Ismail, M. (2021). Analisa Unjuk Kerja Software Defined Radio (SDR) dengan Teknik Quadrature Amplitude Modulation (QAM). *Infotekmesin*, 12(2), 139–143. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v12i2.726>
- Joosens, D., BniLam, N., Berkvens, R., & Weyn, M. (2025). Software-Defined Radio-Based Internet of Things Communication Systems: An Application for the DASH7 Alliance Protocol †. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(1), 1–34. <https://doi.org/10.3390/app15010333>
- Kafetzis, D., Vassilaras, S., Vardoulis, G., & Koutsopoulos, I. (2022). Software-Defined Networking Meets Software-Defined Radio in Mobile ad hoc Networks: State of the Art and Future Directions. *IEEE Access*, 10, 9989–10014. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3144072>
- Le, Q. N., Ta, H. Q., Ho-Van, K., & Nguyen, L. L. (2025). Real-time modulation classification architecture in software defined radio. *Physical Communication*, 68. <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2024.102573>
- Manco, J., Dayoub, I., Nafkha, A., Alibakhshikenari, M., & Thameur, H. Ben. (2022). Spectrum Sensing Using Software Defined Radio for Cognitive Radio Networks: A Survey. *IEEE Access*, 10(December), 131887–131908.

<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3229739>

- Maragathasundari, S., Sudhakar, P. K., Vignesh, P., Balamurugan, B., Swedheetha, C., & Vanalakshmi, R. (2024). Queuing process optimization in software-defined radio: Enhancing system performance and adaptability. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(10), 102976. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102976>
- Molla, D. M., Badis, H., George, L., & Berbineau, M. (2022). Software Defined Radio Platforms for Wireless Technologies. *IEEE Access*, 10, 26203–26229. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3154364>
- Oncu, S., Karakaya, M., Dalveren, Y., Kara, A., & Derawi, M. (2024). Real-Time Radar Classification Based on Software-Defined Radio Platforms: Enhancing Processing Speed and Accuracy with Graphics Processing Unit Acceleration. *Sensors*, 24(23). <https://doi.org/10.3390/s24237776>
- Ramos, M. A., Camacho, R., Buitrago, P. A., Urda, R. D., & Restrepo, J. P. (2023). Software Defined Radio, a perspective from education. *Frontiers in Education*, 8(January), 1–10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1228610>
- Wu, T., Zhou, X., & Fu, W. (2026). Security issues in software-defined radio: a review. *Cybersecurity*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s42400-025-00433-x>
- Xu, Y., Aminch, R. K., Dong, Z., Li, F., Kirton, K., & Kohler, M. (2022). Software Defined Radio-Based Wireless Sensing System. *Sensors*, 22(17). <https://doi.org/10.3390/s22176455>
- Yun, Z., Wu, P., Zhou, S., Mok, A. K., Nixon, M., & Han, S. (2022). RT-WiFi on Software-Defined Radio: Design and Implementation. *Proceedings of the IEEE Real-Time and Embedded Technology and Applications Symposium, RTAS, 2022-May*, 254–266. <https://doi.org/10.1109/RTAS54340.2022.00028>