

Analisis Komparatif metode Spiral dan Incremental Berdasarkan Manajemen Resiko dan Fokus Utama Pengembangan

Evi Dwi Wahyuni¹, Firdatul Nurul Ramadha², Fatimatus Zahroh³, Ayesha Fahrelia Ningrum⁴,
Radhiya Astifa⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Muhammadiyah Malang

e-mail: *¹evidwi@umm.ac.id, ²firdatulnr@webmail.umm.ac.id, ³fatimatuszahroh105@webmail.umm.ac.id,
⁴ayeshafahrelia@webmail.umm.ac.id, ⁵radiyaastifa@webmail.umm.ac.id

Abstract – This study aimed to compare the Spiral and Incremental development models in terms of risk management and development focus. A systematic literature review (SLR) method was used to analyze 25 journal articles published between 2018 and 2024. The Spiral model emphasized iterative risk identification and mitigation, making it suitable for complex and high-risk projects. Meanwhile, the Incremental model focused on delivering system functionality gradually, suitable for modular and time-sensitive projects. The findings revealed that the Spiral model was more effective in managing uncertainty and risks, while the Incremental model excelled in flexibility and speed of delivery. These results provide practical recommendations for software developers and project managers to select the appropriate model based on project characteristics and risk profiles.

Keywords – Spiral, Incremental, Management Risk, Development Focus

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan model pengembangan Spiral dan Incremental dalam aspek manajemen risiko dan fokus pengembangan. Metode Systematic Literature Review (SLR) digunakan untuk menganalisis 25 artikel jurnal yang diterbitkan antara tahun 2018 hingga 2024. Model Spiral menekankan pada identifikasi dan mitigasi risiko secara iteratif, sehingga sesuai untuk proyek yang kompleks dan berisiko tinggi. Sementara itu, model Incremental menekankan pada penyampaian fungsionalitas sistem secara bertahap, cocok untuk proyek modular dengan kebutuhan yang stabil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Spiral lebih efektif dalam mengelola ketidakpastian dan risiko, sedangkan Incremental unggul dalam fleksibilitas dan kecepatan pengembangan. Temuan ini memberikan panduan praktis bagi pengembang perangkat lunak dan manajer proyek dalam memilih metode yang paling tepat berdasarkan karakteristik proyek.

Kata Kunci - Spiral, Incremental, Manajemen Risiko, Fokus Pengembangan

I. PENDAHULUAN

Dalam menghadapi proyek rekayasa perangkat lunak yang bersifat kompleks dan dinamis, kerangka kerja *System Development Life Cycle* (SDLC) memberikan landasan metodologis yang kuat dalam pengelolaan tahapan pengembangan secara sistematis. Metode Spiral dan Incremental merupakan bagian dari variasi SDLC yang dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan proyek dengan tingkat ketidakpastian dan perubahan yang tinggi. Spiral, dengan pendekatannya yang iteratif dan berbasis pada analisis risiko di setiap fase, terbukti efektif dalam memitigasi potensi kegagalan sejak awal, sebagaimana dijelaskan oleh Boehm & Turner (2022) dalam studi mereka mengenai manajemen risiko dalam SDLC [1], [2]. Sementara itu, pendekatan Incremental memungkinkan pengembangan fungsionalitas sistem secara bertahap, yang dapat mempercepat proses pengujian dan penyampaian versi awal sistem. Hal ini dinilai meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam pengembangan perangkat lunak berbasis SDLC, sebagaimana dijelaskan dalam [3]. Dengan demikian, pemanfaatan SDLC melalui pendekatan Spiral maupun Incremental mampu memberikan keseimbangan antara kontrol proses dan adaptasi terhadap kebutuhan yang berkembang.

Metode Spiral dikenal dengan pendekatannya yang iteratif dan berorientasi pada pengelolaan risiko secara sistematis di setiap fase pengembangan [4]. Sementara itu, metode Incremental lebih menitikberatkan pada pengembangan bertahap, dengan pembagian sistem menjadi bagian-bagian kecil yang dapat dikembangkan dan diimplementasikan secara bertahap [5]. Keduanya menawarkan fleksibilitas, namun memiliki perbedaan signifikan dalam cara mereka menangani tantangan dan perubahan yang terjadi sepanjang siklus hidup proyek.

Meskipun kedua metode ini telah banyak dikaji sebelumnya, namun kebanyakan penelitian hanya membahas salah satu metode secara terpisah tanpa membandingkan keduanya secara langsung dalam konteks manajemen risiko dan fokus pengembangan. Novelty dalam penelitian ini terletak pada pendekatan komparatif antara Spiral dan Incremental dengan menitikberatkan pada dua indikator spesifik, yaitu bagaimana kedua metode menyelesaikan masalah risiko dan strategi penyampaian fungsionalitas sistem. Pendekatan ini memberikan kontribusi baru karena mengintegrasikan dua dimensi penting dalam pengambilan keputusan metodologi, yang sebelumnya lebih banyak dikaji secara individual [6].

Melalui analisis komparatif ini, pembaca akan diajak untuk memahami secara mendalam bagaimana kedua metode tersebut menghadapi risiko, serta apa yang menjadi fokus utama masing-masing pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak. Harapannya, kajian ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi para praktisi TI, pengembang perangkat lunak, maupun pihak manajemen dalam memilih metode yang paling sesuai dengan kebutuhan proyek mereka.

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Penelitian mengenai metode pengembangan perangkat lunak terus mengalami perkembangan, khususnya dalam konteks manajemen risiko dan pendekatan pengembangan bertahap. Beberapa studi terdahulu telah membahas keunggulan dan keterbatasan masing-masing metode, baik Spiral maupun Incremental, dalam menangani kompleksitas proyek perangkat lunak.

Boehm dan Turner (2022) dalam jurnal *Journal of Systems and Software Engineering* menekankan bahwa model Spiral secara eksplisit mengintegrasikan proses manajemen risiko dalam setiap iterasi pengembangan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan Spiral sangat cocok diterapkan pada proyek berskala besar yang memiliki banyak ketidakpastian karena mampu mengantisipasi risiko sejak awal melalui tahapan analisis dan evaluasi yang berulang. Temuan ini sejalan dengan fokus utama penelitian kami, namun penelitian Boehm dan Turner lebih menitikberatkan pada aspek teoritis dan historis pengembangan Spiral, sedangkan penelitian kami membandingkannya secara langsung dengan metode Incremental dalam satu kajian[2]. Model Incremental merupakan salah satu pendekatan dalam SDLC yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak dilakukan secara bertahap dengan penambahan fungsionalitas pada setiap iterasi. Model ini memberikan kemudahan dalam pengujian dan pemeliharaan, serta mampu menghasilkan versi awal sistem dalam waktu yang lebih singkat. Berdasarkan studi dalam [3], pendekatan ini cocok diterapkan pada proyek dengan kebutuhan yang telah dipahami dengan baik dan bersifat modular. Berbeda dengan pendekatan kami yang menekankan pada aspek manajemen risiko, penelitian tersebut lebih fokus pada efektivitas pengembangan bertahap dalam meningkatkan efisiensi pengembangan system.

Penelitian Ibrahim et al. (2020) mengevaluasi model pengembangan iteratif dan incremental pada sistem informasi karier vokasional. Hasil studi mereka mengindikasikan bahwa pendekatan incremental dapat memfasilitasi pengujian bertahap dan umpan balik pengguna yang lebih cepat[7]. Namun, tantangan dalam manajemen integrasi sistem secara keseluruhan tidak dibahas secara eksplisit dalam penelitian tersebut. Perbedaan dengan penelitian ini adalah fokus pada perbandingan langsung antara metode Spiral dan Incremental dari aspek manajemen risiko dan fokus pengembangan, sebagaimana yang dijelaskan Boehm dalam model Spiral[2].

Penelitian Nasir dan Ali (2024) membandingkan berbagai metodologi pengembangan perangkat lunak dalam konteks era perangkat lunak berbasis mesin, termasuk model Spiral dan Incremental. Hasil studi mereka menyoroti bahwa model Spiral memiliki keunggulan dalam penilaian dan mitigasi risiko melalui pendekatan iteratif yang terstruktur, sedangkan model Incremental dinilai lebih efektif dalam penyampaian fungsionalitas sistem secara bertahap[8].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis dan membandingkan dua metode pengembangan perangkat lunak, yaitu Spiral dan Incremental. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menginterpretasikan seluruh studi relevan yang tersedia terkait manajemen risiko dan fokus pengembangan dalam kedua metode tersebut. Metode SLR dipilih karena mampu memberikan landasan analisis yang kuat melalui sintesis literatur yang sistematis dan terstruktur dalam bidang rekayasa perangkat lunak [9]. Tahapan pelaksanaan SLR dalam penelitian ini mengacu pada kerangka kerja dari Stapić et al. (2012), yang mencakup langkah-langkah sebagai berikut:

1. Formulasi Pertanyaan Penelitian (Research Questions/RQs)
 - RQ1: Bagaimana metode Spiral mengelola risiko dalam setiap siklus pengembangan perangkat lunak?
 - RQ2: Bagaimana metode Incremental menyusun fokus utama dalam pengembangan sistem?
2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi
 - Inklusi: artikel jurnal atau karya ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2015–2025, membahas secara eksplisit model Spiral atau Incremental, dan relevan dengan aspek manajemen risiko atau pengembangan modular.
 - Eksklusi: sumber non-jurnal, artikel populer, atau yang tidak menjelaskan pendekatan secara metodologis.
3. Pencarian Literatur yang relevan
4. menganalisis hasil temuan secara tematik.

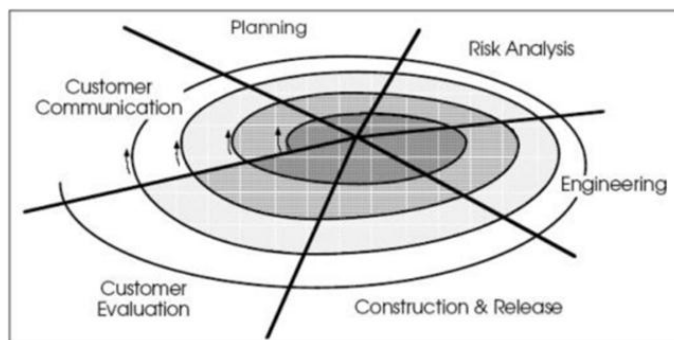
Artikel yang disertakan merupakan jurnal atau karya ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2024. Sebanyak 25 artikel dipilih berdasarkan relevansi. Proses ini mengacu pada praktek SLR yang lazim digunakan dalam penelitian rekayasa perangkat lunak [10][11].

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil dan Pembahasan Perbandingan metode Spiral dan Incremental

Metode Spiral adalah model pengembangan perangkat lunak yang menggabungkan pendekatan iteratif dengan fokus pada manajemen risiko secara sistematis. Model ini menguraikan proses pengembangan perangkat lunak secara menyeluruh dan

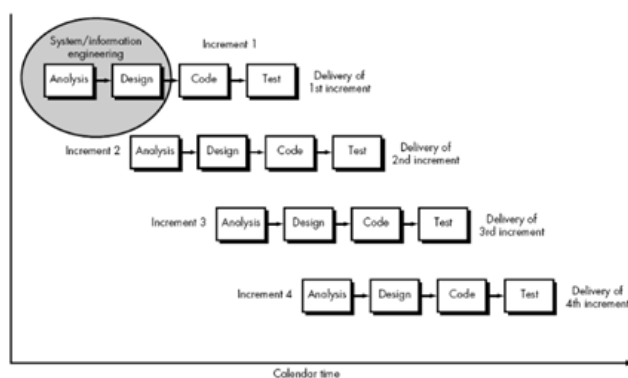
mencakup batasan-batasan yang mungkin terjadi dalam pembuatan serta pemeliharaan sistem [12]. Tahapannya terdiri dari empat fase utama yang berlangsung secara berulang, yaitu perencanaan, analisis risiko, rekayasa, dan evaluasi pengguna [13]. Setiap iterasi menghasilkan versi perangkat lunak yang lebih lengkap, memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi dan mengatasi risiko sejak awal, serta menyesuaikan sistem berdasarkan umpan balik pengguna [14]. Pendekatan ini efektif diterapkan pada proyek berskala besar dan kompleks yang membutuhkan fleksibilitas tinggi terhadap perubahan kebutuhan selama proses pengembangan. Untuk memahami alur kerja dalam model ini, berikut ditampilkan ilustrasi dari tahapan-tahapan utama dalam Metode Spiral. Gambar ini menggambarkan siklus pengembangan yang berulang, dimulai dari perencanaan hingga evaluasi, yang terus berputar seiring bertambahnya kompleksitas sistem.



Gambar 1. Tahapan Metode Spiral.

Metode Incremental adalah pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak yang membagi proses pembangunan menjadi beberapa bagian kecil yang disebut "inkremen". Setiap inkremen melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan evaluasi, sehingga memungkinkan sistem dikembangkan secara bertahap [15]. Pendekatan ini memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah sejak dini, serta menyesuaikan sistem berdasarkan umpan balik pengguna. Model Incremental tetap menjadi pendekatan yang relevan dalam era modern, terutama dalam mendukung pengembangan bertahap yang dipercepat oleh adopsi generative AI. Mohamed (2025) menyatakan bahwa strategi ini meningkatkan efisiensi iterasi dan memungkinkan validasi fungsionalitas sistem secara lebih cepat [16].

Berikut ilustrasi tahapan dalam model Incremental. Gambar ini menunjukkan bagaimana setiap inkremen dibangun secara berurutan namun saling terintegrasi, sehingga mendukung pengembangan sistem yang lebih terstruktur dan adaptif terhadap perubahan kebutuhan.



Gambar 2. Tahapan Metode Incremental.

Fokus utama metode Spiral dan Incremental menunjukkan perbedaan pendekatan yang mendasar dalam mengelola kompleksitas dan kebutuhan pengguna selama siklus hidup proyek. Metode Spiral menitikberatkan pada identifikasi dan mitigasi risiko secara berulang dalam setiap siklus pengembangan [16][17]. Setiap iterasi dimulai dengan evaluasi risiko yang mendalam, disusul oleh pengembangan prototipe dan pengujian terhadap pengguna [14]. Hal ini juga dikuatkan oleh Henri (2020) yang menegaskan bahwa Spiral merupakan satu-satunya model pengembangan perangkat lunak yang secara eksplisit menyertakan mekanisme mitigasi risiko pada setiap fase pengembangannya. Ini membedakannya dari model Incremental yang tidak secara sistematis mengatur manajemen risiko dalam siklus iteratifnya [18]. Fokus ini memungkinkan pengembang untuk menyesuaikan sistem berdasarkan umpan balik pengguna, serta mengurangi potensi kegagalan proyek sejak tahap awal. Model ini sangat cocok untuk proyek berskala besar dan kompleks dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi, karena memungkinkan fleksibilitas dalam merespons perubahan kebutuhan. Sementara itu, metode Incremental berfokus pada penyampaian fungsionalitas sistem secara bertahap melalui beberapa tahap pengembangan (increment). Setiap tahap menghasilkan bagian sistem yang dapat langsung diuji dan digunakan oleh pengguna, sehingga memungkinkan umpan balik lebih cepat dan adaptasi

terhadap perubahan kebutuhan secara lebih efisien[7]. Metode ini juga mempercepat *time-to-market* karena fungsionalitas utama dapat segera dirilis walaupun sistem belum sepenuhnya lengkap. Pendekatan ini sangat efektif untuk proyek dengan fitur-fitur yang dapat dipecah menjadi bagian kecil dan independen. Dengan demikian, metode Spiral lebih unggul dalam hal mitigasi risiko untuk proyek yang kompleks dan tidak pasti, sedangkan Incremental lebih menonjol dalam hal fleksibilitas dan efisiensi pengembangan untuk sistem modular dengan kebutuhan yang lebih jelas. Hal ini juga didukung oleh temuan Shopnil et al. (2023) yang menunjukkan bahwa model Spiral sangat efektif dalam menghadapi lingkungan pengembangan dengan risiko tinggi karena pendekatannya yang eksplisit dalam mitigasi dan adaptasi risiko. Sebaliknya, pendekatan Incremental dipandang lebih sesuai untuk proyek dengan perubahan yang dapat diprediksi secara bertahap dan stabil[19]. Pada **Tabel 1** di bawah disajikan hasil analisis deskriptif dalam membandingkan karakteristik metode Spiral dan Incremental. Analisis ini bertujuan untuk menyoroti perbedaan utama pada aspek alur kerja, metodologi, dokumentasi, serta keunggulan dan kelemahan masing-masing metode dalam pengembangan perangkat lunak.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Spiral dan Incremental

No	Aspek	Metode Spiral	Metode Incremental
1.	Metodologi	Menggabungkan elemen prototyping dan waterfall; fokus pada manajemen risiko.	Pendekatan bertahap; tiap iterasi menghasilkan peningkatan fungsionalitas
2.	Dokumentasi	Detail; mencatat risiko, evaluasi, dan perencanaan; cocok untuk proyek besar dan kompleks[12].	Ringkas; fokus pada bagian yang selesai; tidak se-komprehensif Spiral, tapi cukup untuk tiap modul.
3.	Fokus Utama	Menitik beratkan pada identifikasi dan mitigasi risiko secara berulang dalam setiap siklus pengembangan [14][20][22].	Penyampaian fungsionalitas sistem secara bertahap melalui beberapa tahap pengembangan (increment)[14][23].
4.	Manajemen Risiko	Menjadikan manajemen risiko sebagai inti tiap iterasi[21]; cocok untuk proyek dengan banyak ketidakpastian[17].	Tidak memiliki tahap khusus untuk risiko; risiko ditangani lokal per modul dan secara menyeluruh.
5.	Kesesuaian penggunaan	Proyek besar, kompleks, penuh ketidakpastian, dan risiko tinggi.[17]	Proyek dengan kebutuhan stabil dan dipecah menjadi bagian kecil.
6.	Kelebihan	Efektif identifikasi risiko sejak dini dan adaptasi berdasarkan umpan balik pengguna.	Fleksibel terhadap perubahan kebutuhan[21], mengurangi risiko kegagalan, meningkatkan kepuasan pengguna.
7.	Kekurangan	- Membutuhkan tim dengan pengalaman tinggi dalam manajemen risiko - Biaya dan waktu lebih besar - Kompleksitas tinggi dalam pengelolaan tiap iterasi	- Kurang efektif untuk proyek dengan integrasi kompleks - Rentan terhadap masalah integrasi antar modul dan bisa mengabaikan risiko jika tidak direncanakan secara menyeluruh.

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan bahwa metode spiral sangat bagus dalam aspek manajemen risiko karena setiap iterasi pengembangan melibatkan tahapan eksplorasi risiko. Dimana model ini cocok untuk proyek besar dan kompleks yang memiliki tingkat risiko dan ketidakpastian tinggi, terutama dengan perubahan kebutuhan pengguna, pendekatan dengan model ini memungkinkan tim pengembang untuk menghindari kerugian besar sejak dini melalui simulasi risiko dan validasi berkelanjutan. Sedangkan metode incremental cocok digunakan untuk proyek dengan kebutuhan yang jelas dan stabil dengan fokus utamanya adalah penambahan fungsionalitas secara bertahap, yang memungkinkan perangkat digunakan lebih awal meskipun belum sepenuhnya selesai. Dimana hal ini memberikan keuntungan dari sisi time-to-market dan umpan balik pengguna yang lebih cepat. Akan tetapi, pendekatan ini kurang efektif dalam proyek dengan tingkat risiko dan ketidakpastian yang tinggi, karena fokus utamanya bukan pada eksplorasi risiko, melainkan pada pengembangan bertahap. Hal ini sejalan dengan temuan Subbarayudu et al. (2023), yang menyatakan bahwa model Spiral memberikan kontrol risiko yang terstruktur dalam setiap siklus iteratif, menjadikannya unggul dalam proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi. Sementara itu, model Incremental lebih berfokus pada peningkatan fungsionalitas sistem secara linier, dan cocok untuk sistem modular yang memiliki spesifikasi kebutuhan yang telah stabil[24].

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa temuan dari penelitian ini secara langsung menjawab dua pertanyaan penelitian (RQ). Pertama (RQ1), model Spiral terbukti mengelola risiko secara sistematis melalui iterasi pengembangan yang mencakup perencanaan, identifikasi risiko, hingga evaluasi pengguna, menjadikannya sangat sesuai untuk proyek dengan tingkat ketidakpastian tinggi. Kedua (RQ2), model Incremental menunjukkan bahwa fokus pengembangan diarahkan pada penyampaian fungsionalitas sistem secara bertahap, sehingga memberikan keunggulan dalam kecepatan dan fleksibilitas, khususnya pada proyek yang bersifat modular dan memiliki kebutuhan yang stabil. Hubungan antara metode dan tujuan pengembangan ini menunjukkan bahwa pendekatan yang dipilih harus disesuaikan dengan karakteristik proyek yang dihadapi.

4.2 Hasil dan Pembahasan Literature Review metode Spiral dan Incremental

Tabel 2. Literatur Review metode Spiral dan Incremental

NO	Tahun	Publisher	Topik/Judul
[1]	2012	Emerald Insight (International Journal of Managing Projects in Business)	Spiral model analysis in risk-oriented software development
[2]	1986	ACM SIGSOFT Software Engineering Notes	Spiral model reflection & risk
[3]	2015	International Journal of Software Engineering and Its Applications	Survey of SDLC models
[4]	2023	Jurnal Sistem Informasi dan Sistem Komputer (STMIK Bina Sarana Informatika)	Implementation of spiral model in tuition payment system development
[5]	2017	Jurnal ELTIKOM	Comparative analysis of SDLC models including Spiral, Agile, V-Model, RAD, and Prototyping
[7]	2020	SSRN	Analysis of iterative & incremental development in vocational systems
[8]	2024	IEEE Khi-HTC (Karachi Section Humanitarian Technology Conference)	Comparative evaluation of SDLC models (Waterfall, Spiral, Agile, V-shape, Iterative) in software-defined systems
[11]	2020	ACM (Association for Computing Machinery)	Overview and comparison of SDLC models (Waterfall, V-Model, Spiral, Incremental, Agile, RAD) with use cases and strengths/weaknesses
[12]	2023	JTT (Jurnal Teknologi Harapan)	Spiral-driven Android app for cooperative savings-loans: risk analysis, UML modeling, iterative development
[13]	2015	International Journal of Engineering Research and	A Comparative Study on Utilization of Scrum and Spiral Software Development Methodologies: A Review
[14]	2012	International Journal of Applications	Comparative risk-management support across SDLC models: Waterfall, V- Model, Incremental, Spiral, Agile
[15]	2022	Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi (Undiknas)	Penerapan metode incremental pada pengembangan sistem informasi tugas akhir berbasis web
[16]	2025	Jamk University of Applied Sciences, Finland (Master's	Impact of generative AI on SDLC phases: coding, testing, deployment; mixed-methods study

		thesis) / theseus.fi	
[17]	2025	International Journal of Computer Theory and Engineering	Comparative review of multiple SDLC models (Waterfall, Spiral, Iterative, Agile, DevOps, etc.), focusing on flexibility, documentation, risk management & complexity
[18]	2020	University of Mauritius (Research Paper)	Comparative risk- management across SDLC models (Waterfall, Spiral, Incremental, V- Model, Scrum)
[19]	2023	AIUB (Bachelor's Thesis on ResearchGate)	Comparative analysis of SDLC models (Waterfall, Spiral, Agile, etc.) with focus on risk mitigation and software security
[20]	2024	Merkurius : Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika	Evaluating suitability of five SDLC models based on flexibility, complexity, documentation, and user interaction needs
[21]	2022	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	Spiral-based tool path algorithm for incremental metal forming of asymmetric parts
[22]	2023	Journal of Artificial Intelligence and Engineering Applications (IO Informatic)	Application of the Spiral model in designing a cooperative finance system with iterative development and user evaluation
[23]	2022	JNKTI (Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi)	Web-based department service system using SDLC (analysis, design, implementation, testing)
[24]	2017	International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)	Comparative review of SDLC models (Waterfall, V- Model, Incremental, Spiral, Agile, DevOps) with evaluation criteria like time-to-market, risk handling, and documentation requirements
[25]	2015	IJCSI – International Journal of Computer Science Issues, Vol. 12 No. 1	Comparative evaluation of Waterfall, Spiral, and Incremental models based on risk handling, project complexity, flexibility, and client involvement

4.3 Research Questions/RQs

1. RQ1: Bagaimana metode Spiral mengelola risiko dalam setiap siklus pengembangan perangkat lunak?

Metode Spiral mengelola risiko dengan menjadikannya fokus utama dalam setiap iterasi pengembangan. Menurut Boehm (1988), setiap putaran spiral dimulai dengan identifikasi tujuan, alternatif, dan batasan, dilanjutkan dengan evaluasi risiko secara menyeluruh dan pengembangan strategi mitigasi[2]. selain itu, pendekatan iteratif spiral memungkinkan identifikasi risiko teknis maupun non-teknis sejak awal, serta evaluasi berkelanjutan di setiap fase[13]. Dengan kata lain, setiap siklus spiral bertujuan untuk meminimalkan ketidakpastian dengan pendekatan eksploratif dan prototipe, memastikan bahwa risiko tidak hanya terdeteksi tetapi juga ditangani sebelum melangkah ke fase berikutnya

2. RQ2: Bagaimana metode Incremental menyusun fokus utama dalam pengembangan sistem?.

Metode Incremental menyusun fokus utama dalam pengembangan sistem dengan cara membagi proses pengembangan ke dalam beberapa tahap atau inkremen yang bersifat modular. Setiap inkremen dikembangkan, diuji, dan dirilis secara bertahap berdasarkan prioritas kebutuhan sistem. Penerapan Incremental Model dilakukan dengan membangun fungsionalitas inti terlebih dahulu, lalu menambahkan fitur tambahan di tahap berikutnya sesuai dengan skala kebutuhan dan tingkat kepentingan[23]. Pendekatan ini memungkinkan fokus pengembangan diarahkan secara terstruktur—dimulai dari fungsi yang paling krusial, sambil tetap membuka ruang untuk iterasi dan penyempurnaan di setiap tahap berikutnya. Dengan demikian, model ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam mengelola pengembangan sistem yang kompleks dan memungkinkan evaluasi berkala terhadap setiap modul yang telah dikembangkan.

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa metode Spiral sangat direkomendasikan untuk proyek perangkat lunak yang berskala besar, kompleks, serta memiliki tingkat risiko dan ketidakpastian yang tinggi. Hal ini didukung oleh berbagai studi seperti yang diungkapkan oleh Boehm & Turner [2], Alda [12], dan Sanmocte & Costales [17] yang menegaskan bahwa pendekatan Spiral efektif dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko secara iteratif di setiap fase pengembangan. Dukungan terhadap temuan ini juga datang dari penelitian lokal seperti Aspriyono [4], yang dalam implementasinya terhadap aplikasi pembayaran kuliah di ITBM Banyuwangi menunjukkan keberhasilan penggunaan Spiral dalam menangani dinamika kebutuhan pengguna yang kompleks dan berubah-ubah. Selain itu, penelitian Henri [18] dan Shopnil

et al. [19] turut menguatkan argumen bahwa Spiral memberikan mitigasi risiko yang eksplisit, sehingga sangat cocok dalam konteks pengembangan dengan risiko tinggi. Pendekatan ini sangat efektif karena setiap iterasi pengembangan dimulai dengan analisis risiko mendalam, pembuatan prototipe, dan evaluasi berkelanjutan terhadap kebutuhan pengguna. Di sisi lain, metode Incremental lebih sesuai diterapkan pada proyek yang bersifat modular dengan kebutuhan yang sudah terdefinisi dan stabil. Pendekatan ini memungkinkan pengembangan bertahap dari fungsi-fungsi sistem, sehingga mempercepat waktu ke pasar (*time-to-market*) dan mempermudah pengujian sistem secara parsial. Penelitian oleh Ibrahim et al. [7] dan Sutjiadi et al. [15] menunjukkan bahwa Incremental dapat memberikan umpan balik pengguna lebih cepat dan memungkinkan penerapan sistem yang efisien dalam lingkup terbatas. Mohamed [16] juga mencatat bahwa adopsi AI generatif pada model Incremental dapat meningkatkan kecepatan iterasi dan efisiensi pengembangan. Hal ini dipertegas oleh Utomo et al. [23] dalam pengembangan sistem pelayanan berbasis web yang menunjukkan keberhasilan Incremental dalam menghasilkan sistem modular yang terintegrasi. Lebih lanjut, hasil ini juga selaras dengan studi Subbarayudu et al. [24], yang menyatakan bahwa Spiral lebih unggul dalam kontrol risiko proyek yang dinamis, sementara Incremental lebih efisien dalam pengembangan linier pada sistem yang kebutuhannya stabil. Keselarasan ini diperkuat pula oleh Alshamrani dan Bahattab [25], yang secara langsung membandingkan kedua metode tersebut dari segi efektivitas dalam manajemen risiko dan efisiensi pengembangan. Mereka menyimpulkan bahwa Spiral unggul dalam identifikasi dan mitigasi risiko sepanjang siklus hidup proyek, sedangkan Incremental lebih baik dalam penyampaian bertahap fungsionalitas sistem, sesuai dengan kebutuhan proyek yang lebih stabil.

Dengan demikian, metode Spiral lebih unggul dalam hal mitigasi risiko karena setiap siklusnya secara eksplisit mencakup tahapan analisis dan penanganan risiko. Hal ini menjadikannya sangat sesuai untuk proyek yang kompleks dan penuh ketidakpastian. Sebaliknya, metode Incremental menonjol dalam fleksibilitas dan efisiensi pengembangan karena memungkinkan penyampaian fungsionalitas sistem secara bertahap. Pendekatan ini lebih tepat digunakan pada proyek dengan kebutuhan yang sudah terdefinisi dan modular.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis komparatif terhadap metode Spiral dan Incremental, dapat disimpulkan bahwa masing-masing metode memiliki keunggulan dan kelemahan yang perlu dipertimbangkan sesuai dengan karakteristik proyek perangkat lunak yang dijalankan. Metode Spiral unggul dalam hal manajemen risiko karena setiap siklus pengembangannya secara eksplisit mencakup tahapan identifikasi dan mitigasi risiko. Hal ini menjadikannya sangat cocok untuk proyek berskala besar, kompleks, dan penuh ketidakpastian. Namun, kompleksitas tinggi dan kebutuhan sumber daya yang besar menjadi tantangan utama dalam penerapannya. Sementara itu, metode Incremental lebih menitikberatkan pada pengembangan bertahap yang memungkinkan penyampaian fungsionalitas lebih cepat kepada pengguna serta adaptasi yang lebih baik terhadap perubahan kebutuhan. Pendekatan ini cocok digunakan untuk proyek dengan kebutuhan yang sudah stabil dan dapat dibagi menjadi modul-modul kecil, meskipun pengelolaan risiko tidak menjadi fokus utama dan berpotensi menimbulkan masalah integrasi jika tidak direncanakan dengan baik. Dengan memahami perbedaan mendasar antara kedua metode ini, pengembang dan manajer proyek diharapkan dapat memilih pendekatan yang paling sesuai dengan tujuan, sumber daya, dan tingkat risiko proyek yang sedang mereka jalankan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, arahan, serta kontribusi berharga dalam proses penyusunan jurnal ini. Secara khusus, penghargaan setinggi-tingginya disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan ilmiah, saran yang membangun, serta motivasi yang konsisten selama proses penelitian dan penulisan berlangsung. Panduan dan wawasan yang diberikan sangat berperan penting dalam memperkuat landasan teoritis dan metodologis penelitian ini.

Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada seluruh anggota tim yang telah menunjukkan dedikasi dan kolaborasi yang luar biasa dalam menyelesaikan setiap tahapan kegiatan ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada institusi, pihak akademik, serta semua individu yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Semoga kontribusi dari berbagai pihak ini menjadi amal jariyah yang bermanfaat, dan semoga karya ilmiah ini dapat memberikan sumbangsih positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang rekayasa perangkat lunak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nilsson And D. Wilson, "Reflections On Barry W. Boehm's 'A Spiral Model Of Software Development And Enhancement'," 2012. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17538371211269031/full/html>
- [2] B. W. Boehm, "A Spiral Model Of Software Development And Enhancement," *Acm Sigsoft Software Engineering Notes*, Vol. 11, No. 4, Pp. 14–24, 1986. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/59>
- [3] I. H. Sarker, F. Faruque, U. Hossen, And A. Rahman, "A Survey Of Software Development Process Models In Software Engineering," 2015. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/298656663>

- [4] H. Aspriyono, "Implementasi Spiral Model Dalam Pengembangan Aplikasi Pembayaran Kuliah Pada Itbm Banyuwangi," *J. Sistem Informasi Dan Sistem Komputer*, Vol. 8, No. 1, Pp. 55–62, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.51717/Simkom.V8i1.126>
- [5] M. Bolung And H. R. K. Tampangela, "Analisa Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak," *J. Eltikom: J. Teknik Elektro, Teknologi Informasi Dan Komputer*, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–10, 2017. [View Of Analisa Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak](#)
- [6] Z. Luo, W. Lu, J. He, And Y. Wang, "Combination Of Research Questions And Methods: A New Measurement Of Scientific Novelty," *J. Informetrics*, Vol. 16, No. 2, Art. 102842, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751157722000347>
- [7] I. M. Ibrahim, O. F. Nonyelum, And I. R. Saidu, "Iterative And Incremental Development Analysis Study Of Vocational Career Information Systems," *Int. J. Softw. Eng. & Appl. (Ijsea)*, Vol. 11, No. 5, Pp. 13–24, 2020. [Iterative And Incremental Development Analysis Study Of Vocational Career Information Systems By Ogwueleka Francisca Nonyelum :: Ssrn](#)
- [8] T. Nasir And A. Ali, "Comparative Analysis Of Software Development Methodologies In The Age Of Software-Defined Machines," *Ieee*, 2024. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10482226/>
- [9] Z. Stapić, E. G. López, A. G. Cabot, L. D. M. Ortega, And V. Strahonja, "Performing Systematic Literature Review In Software Engineering," In *Proc. Central Eur. Conf. Inf. Intell. Syst. (Ceciis)*, Varaždin, Croatia, Sep. 2012, Pp. 441–447. [Online]. Available: <https://archive.ceciis.foi.hr/public/conferences/1/papers2012/Se1.Pdf>
- [10] B. Kitchenham, D. Budgen, And O. P. Brereton, "Using Mapping Studies As The Basis For Further Research—A Participant-Observer Case Study," *Information And Software Technology*, Vol. 95, Pp. 68–82, 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950584910002272>
- [11] C. R. B. De Souza, N. Anquetil, And K. De Oliveira, "A Study Of The Documentation Essential To Software Maintenance," *Empirical Software Engineering*, Vol. 25, No. 5, Pp. 3950–3979, 2020. <https://people.cs.pitt.edu/~chang/231/Y20/Hebg2.Pdf>
- [12] M. Alda, "Implementasi Metode Spiral Pada Pengembangan Aplikasi Simpan Pinjam Berbasis Android," *J. Teknol. Terapan*, Vol. 9, Pp. 63–74, 2023. <https://www.researchgate.net/publication/369945674> Implementasi Metode Spiral Pada Pengembangan Aplikasi Simpan Pinjam Berbasis Android
- [13] A. Mathur And A. Acharya, "A Comparative Study On Utilization Of Scrum And Spiral Software Development Methodologies: A Review," *International Journal Of Engineering Research & Technology (Ijert)*, Vol. 4, No. 11, Pp. 90–94, Nov. 2015. https://www.academia.edu/74674391/A_Comparative_Study_On_Utilization_Of_Scrum_And_Spiral_Software_Development_Methodologies_A_Review
- [14] H. Hijazi, T. Khmour, And A. Alarabeyyat, "A Review Of Risk Management In Different Software Development Methodologies," *Int. J. Comput. Appl.*, Vol. 45, No. 7, Pp. 8–12, 2012. <https://www.ijcaonline.org/archives/volume45/number7/6790-9113/>
- [15] R. Sutjiadi, A. Wirapraja, E. M. Trianto, T. Rahmawati, R. Basatha, B. Adiweni, And A. Krisopras, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Tugas Akhir Pada Institut Informatika Indonesia Menggunakan Metode Incremental," *J. Telsinas*, Vol. 5, No. 2, 2022. <https://doi.org/10.38043/Telsinas.V5i2.4334>
- [16] F. H. Mohamed, "Impact Of Generative Artificial Intelligence In Software Development Life Cycle," *Theseus.Fi*, 2025. [Online]. Available: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/886344/Mohamed_Fahad.Pdf
- [17] E. M. T. Sanmacte And J. A. Costales, "Exploring Effectiveness In Software Development: A Comparative Review Of System Analysis And Design Methodologies," *Int. J. Comput. Theory Eng.*, Vol. 17, No. 1, Pp. 1–8, 2025. [Online]. Available: <https://www.ijcte.org/Vol17/Ijcte-V17n1-1367.Pdf>
- [18] E. Henri, "A Review Of Risk Management In Different Software Development Methodologies," 2020. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Evans-Henri/publication/343584508_A_Review_Of_Risk_Management_In_Different_Software_Development_Methodologies/
- [19] M. S. M. Shopnil, M. Akhter, M. M. H. Dipu, And M. T. R. Shakil, "A Review Of Secure And Risk-Free Software Development Lifecycle (Sdlc) And Models," 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Tanvir-Rahman-Shakil/publication/363755466_A_Review_Of_Secure_And_Risk-Free_Software_Development_Lifecycle_Sdlc_And_Models/
- [20] A. Z. D. Adiya, D. L. Anggraeni, And I. Albana, "Analisa Perbandingan Penggunaan Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak (Waterfall, Prototype, Iterative, Spiral, Rapid Application Development (Rad)),," *Deleted Journal*, Vol. 2, No. 4, Pp. 122–134, Jun. 2024, Doi: 10.61132/Merkurius.V2i4.148. <https://scispace.com/papers/Analisa-Perbandingan-Penggunaan-Metodol>
- [21] L. Giraud-Moreau, P. Kece, M. Batal, And I. E. Chabu, "Automatic Generation Of 3d Spiral Tool Path For Incremental Sheet Metal Forming Of Mechanical Parts With Complex Geometry," *Iop Conference Series: Materials Science And Engineering*, Vol. 1238, No. 1, P. 012075, May 2022, Doi: 10.1088/1757-899x/1238/1/012075. Available: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1238/1/012075>
- [22] M. Khadapi, "Implementation Of The Spiral Method For Analyzing And Designing Financial Information Systems And Financial Archives For Cashier Financial Management Section (Cash Information Replacement)," Vol. 2, No. 2, Pp. 53–58, Feb. 2023, Doi: 10.59934/Jaiea.V2i2.160. Available: <https://ioinformatic.org/index.php/Jaiea/article/download/160/149>
- [23] P. E. P. Utomo, D. B. Setiawan, And R. H. Saputra, "Implementasi Sistem Pelayanan Jurusan Berbasis Web Menggunakan Incremental Model," *Jurnal Nasional Komputasi Dan Teknologi Informasi*, Vol. 5, No. 6, Pp. 887–896, Dec. 2022, Doi: 10.32672/Jnkti.V5i6.5285. Available: <https://doi.org/10.32672/Jnkti.V5i6.5285>
- [24] B. Subbarayudu, S. Harshika, Dan E. Amarswar, "Review And Comparison On Software Process Models," *Researchgate*, 2017. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/320063821_Review_And_Comparison_On_Software_Process_Models
- [25] A. Alshamrani And A. Bahattab, "A Comparison Between Five Models Of Software Engineering," *International Journal Of Computer Science And Information Security (Ijcsis)*, Vol. 12, No. 1, Pp. 1694–0814, January 2015. [Online]. Available: [A Comparison Between Three Sdlc Models Waterfall Model, Spiral Model, And Incremental/Iterative Model](#)