

STUDI ANALISIS MODEL WATERFALL PADA PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI

Aprilta Ginting

Universitas Mandiri Bina Prestasi

Eka Prasista Bangun

Universitas Mandiri Bina Prestasi

Kezia Br Purba

Universitas Mandiri Bina Prestasi

Sri Wahyuni

Universitas Mandiri Bina Prestasi

Eva Nurmalasari Pasaribu

Universitas Mandiri Bina Prestasi

Oktaviana Bangun

Universitas Mandiri Bina Prestasi

Korespondensi penulis: aprilapriltaginting@gmail.com

Abstract The rapid development of information technology has increased the demand for reliable information systems that meet user requirements. The success of information system development is strongly influenced by the selection of an appropriate software development model. One of the models that is still widely used is the Waterfall model. This study aims to analyze the application of the Waterfall model in information system development and to evaluate its effectiveness in producing systems that meet user needs. This research employs a qualitative approach using a literature study by reviewing relevant books and scientific journal articles published after 2019. The results indicate that the Waterfall model is effective for information system development projects with clear, stable, and well-defined requirements from the early stages. The structured development phases and comprehensive documentation help maintain consistency between user requirements and the final system. However, the limited flexibility in handling requirement changes remains a major drawback, particularly in dynamic project environments. Therefore, the application of the Waterfall model should be carefully adjusted to the characteristics of the project to ensure that the developed information system optimally fulfills user needs.

Keywords: Waterfall model, information systems, system development, user requirements, literature study.

Abstrak. Perkembangan teknologi informasi mendorong meningkatnya kebutuhan akan sistem informasi yang andal dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Keberhasilan pengembangan sistem informasi sangat dipengaruhi oleh pemilihan model pengembangan perangkat lunak yang tepat. Salah satu model yang masih banyak digunakan hingga saat ini adalah model Waterfall. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model Waterfall dalam pengembangan sistem informasi serta menilai efektivitasnya dalam menghasilkan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan studi literatur, yaitu mengkaji berbagai buku dan artikel jurnal yang relevan dan diterbitkan di atas tahun 2019. Hasil kajian menunjukkan bahwa model Waterfall efektif diterapkan pada proyek pengembangan sistem informasi dengan kebutuhan yang jelas, stabil, dan terdefinisi sejak tahap awal. Struktur tahapan yang sistematis serta dokumentasi yang lengkap membantu menjaga kesesuaian antara kebutuhan pengguna dan sistem yang dikembangkan. Namun demikian, keterbatasan fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan menjadi kelemahan utama model Waterfall, terutama pada proyek yang bersifat dinamis. Oleh karena itu, penerapan model Waterfall perlu disesuaikan dengan

karakteristik proyek agar sistem informasi yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan pengguna secara optimal.

Kata kunci: model waterfall, sistem informasi, pengembangan sistem, kebutuhan pengguna, studi literatur.

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan, baik di bidang pendidikan, pemerintahan, bisnis, maupun layanan publik. Pemanfaatan sistem informasi menjadi kebutuhan strategis bagi organisasi untuk meningkatkan efektivitas, efisiensi, serta kualitas pengambilan keputusan. Sistem informasi tidak lagi dipandang sekadar sebagai alat pendukung, melainkan sebagai komponen utama dalam mencapai keunggulan kompetitif dan keberlanjutan organisasi (Sommerville, 2020).

Seiring meningkatnya kebutuhan akan sistem informasi yang andal, kompleksitas dalam proses pengembangannya juga semakin tinggi. Banyak proyek pengembangan sistem informasi menghadapi berbagai permasalahan, seperti keterlambatan penyelesaian, ketidaksesuaian kebutuhan pengguna, pembengkakan biaya, hingga kegagalan sistem saat diimplementasikan. Permasalahan tersebut umumnya disebabkan oleh lemahnya perencanaan, analisis kebutuhan yang tidak matang, serta pemilihan model pengembangan sistem yang kurang tepat (Pressman & Maxim, 2020).

Model pengembangan perangkat lunak menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan suatu sistem informasi. Salah satu model yang paling awal dan masih banyak digunakan hingga saat ini adalah model *Waterfall*. Model *Waterfall* menekankan pendekatan yang sistematis dan berurutan, dimulai dari tahap analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, sehingga proses pengembangan menjadi lebih terstruktur dan terdokumentasi dengan baik (Balaji & Murugaiyan, 2020).

Model *Waterfall* sering diterapkan pada pengembangan sistem informasi dengan kebutuhan yang relatif stabil dan ruang lingkup yang jelas sejak awal. Kelebihan utama model ini terletak pada kemudahan pengelolaan proyek, kejelasan tahapan kerja, serta dokumentasi yang lengkap. Dokumentasi yang baik sangat membantu dalam proses evaluasi, pengawasan, serta pemeliharaan sistem di masa mendatang, khususnya pada organisasi yang memiliki struktur birokrasi formal (Sommerville, 2020).

Namun demikian, model *Waterfall* juga memiliki sejumlah keterbatasan. Salah satu kelemahan utamanya adalah kurangnya fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Dalam praktiknya, kebutuhan pengguna sering kali mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Model *Waterfall* yang bersifat kaku menyebabkan perubahan di tahap akhir pengembangan menjadi sulit dan memerlukan biaya tambahan yang besar (Pressman & Maxim, 2020). Oleh karena itu, penerapan model *Waterfall* perlu dikaji secara mendalam agar sesuai dengan karakteristik sistem informasi yang dikembangkan.

Meskipun saat ini telah berkembang berbagai model pengembangan modern seperti Agile dan DevOps, model *Waterfall* masih relevan dan banyak digunakan, terutama pada proyek sistem informasi skala kecil hingga menengah, proyek pemerintahan, serta sistem yang memiliki regulasi dan standar dokumentasi yang ketat. Hal ini menunjukkan bahwa model *Waterfall* tetap memiliki peran penting dalam pengembangan sistem informasi apabila diterapkan pada konteks yang tepat (Rahayu & Pratama, 2021).

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu studi analisis yang membahas secara komprehensif penerapan model *Waterfall* dalam pengembangan sistem informasi. Studi ini penting untuk menilai bagaimana setiap tahapan *Waterfall* dijalankan, apa saja kelebihan dan kekurangannya dalam praktik, serta sejauh mana model ini mampu menghasilkan sistem informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan tujuan organisasi. Dengan adanya analisis yang sistematis, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai efektivitas model *Waterfall* serta rekomendasi penerapannya dalam pengembangan sistem informasi di masa mendatang.

Oleh karena itu, penelitian dengan judul “**Studi Analisis Model *Waterfall* pada Pengembangan Sistem Informasi**” menjadi relevan untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan ilmu sistem informasi serta kontribusi praktis bagi pengembang dan organisasi dalam memilih serta menerapkan model pengembangan sistem yang tepat.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tahapan penerapan model *Waterfall* dalam pengembangan sistem informasi?

2. Apa saja kelebihan dan kekurangan model Waterfall dalam pengembangan sistem informasi?
3. Sejauh mana model Waterfall efektif dalam menghasilkan sistem informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna?

KAJIAN TEORITIS

1. Sistem Informasi

Sistem informasi merupakan kombinasi terintegrasi antara manusia, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, serta prosedur yang berfungsi untuk mengumpulkan, mengolah, menyimpan, dan mendistribusikan informasi guna mendukung proses pengambilan keputusan dalam suatu organisasi. Sistem informasi berperan penting dalam meningkatkan efisiensi operasional dan efektivitas manajemen, terutama di era digital yang menuntut kecepatan dan ketepatan informasi (Laudon & Laudon, 2020).

Menurut Stair dan Reynolds (2021), sistem informasi tidak hanya berfungsi sebagai alat pemrosesan data, tetapi juga sebagai sarana strategis yang mampu meningkatkan daya saing organisasi. Sistem informasi yang dirancang dengan baik akan memberikan informasi yang akurat, relevan, dan tepat waktu sehingga dapat membantu organisasi dalam merespons perubahan lingkungan secara lebih adaptif.

Dalam konteks pengembangan sistem informasi, pemahaman terhadap kebutuhan pengguna menjadi aspek krusial. Kegagalan dalam mendefinisikan kebutuhan sistem secara tepat dapat berdampak pada ketidaksesuaian antara sistem yang dibangun dengan harapan pengguna. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pengembangan yang sistematis agar sistem informasi dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan (Sommerville, 2020).

2. Pengembangan Sistem Informasi

Pengembangan sistem informasi merupakan proses terstruktur yang melibatkan serangkaian tahapan mulai dari analisis kebutuhan hingga implementasi dan pemeliharaan sistem. Tujuan utama dari pengembangan sistem informasi adalah menghasilkan sistem yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna, meningkatkan kinerja organisasi, serta memberikan nilai tambah secara berkelanjutan (Pressman & Maxim, 2020).

Menurut Satzinger, Jackson, dan Burd (2021), pengembangan sistem informasi membutuhkan metode atau model pengembangan yang jelas agar setiap tahapan dapat dikendalikan dengan baik. Model pengembangan sistem berfungsi sebagai kerangka kerja (framework) yang mengarahkan aktivitas pengembang dalam membangun sistem secara sistematis dan terukur.

Pemilihan model pengembangan sistem informasi harus disesuaikan dengan karakteristik proyek, tingkat kompleksitas sistem, serta stabilitas kebutuhan pengguna. Model yang tepat akan membantu meminimalkan risiko kegagalan proyek dan meningkatkan kualitas sistem yang dihasilkan (Balaji & Murugaiyan, 2020).

3. Model Pengembangan Perangkat Lunak

Model pengembangan perangkat lunak merupakan representasi proses yang digunakan untuk mengembangkan sistem atau perangkat lunak secara terstruktur. Model ini berfungsi sebagai panduan dalam mengelola aktivitas pengembangan agar dapat berjalan secara efektif dan efisien (Sommerville, 2020).

Pressman dan Maxim (2020) menjelaskan bahwa model pengembangan perangkat lunak bertujuan untuk memberikan kejelasan alur kerja, pembagian tugas, serta mekanisme evaluasi pada setiap tahap pengembangan. Dengan adanya model pengembangan, proses pembuatan sistem dapat dikendalikan dengan lebih baik, baik dari segi waktu, biaya, maupun kualitas.

Berbagai model pengembangan perangkat lunak telah dikembangkan, seperti Waterfall, Spiral, Agile, dan DevOps. Masing-masing model memiliki karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan yang berbeda, sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan kebutuhan proyek dan lingkungan pengembangan sistem (Satzinger et al., 2021).

4. Model Waterfall

Model Waterfall merupakan salah satu model pengembangan sistem informasi yang paling klasik dan sistematis. Model ini diperkenalkan sebagai pendekatan linear yang menekankan penyelesaian setiap tahap secara berurutan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Tahapan dalam model Waterfall meliputi analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, serta pemeliharaan (Balaji & Murugaiyan, 2020).

Menurut Sommerville (2020), keunggulan utama model Waterfall terletak pada struktur prosesnya yang jelas dan dokumentasi yang lengkap. Hal ini membuat model

Waterfall mudah dipahami dan dikelola, terutama bagi tim pengembang yang bekerja pada proyek dengan kebutuhan yang telah didefinisikan secara jelas sejak awal.

Namun, Pressman dan Maxim (2020) menyatakan bahwa model Waterfall memiliki keterbatasan dalam menghadapi perubahan kebutuhan pengguna. Karena sifatnya yang kaku dan linear, perubahan yang terjadi pada tahap akhir pengembangan dapat menyebabkan peningkatan biaya dan waktu pengerjaan. Oleh karena itu, model Waterfall kurang sesuai diterapkan pada proyek yang memiliki kebutuhan dinamis.

Meskipun demikian, penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan Pratama (2021) menunjukkan bahwa model Waterfall masih relevan digunakan dalam pengembangan sistem informasi tertentu, seperti sistem administrasi dan sistem pemerintahan, yang cenderung memiliki kebutuhan stabil dan membutuhkan dokumentasi formal. Hal ini menegaskan bahwa efektivitas model Waterfall sangat bergantung pada konteks dan karakteristik proyek pengembangan sistem informasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi literatur. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami dan menganalisis secara mendalam konsep serta penerapan model Waterfall dalam pengembangan sistem informasi berdasarkan pandangan para ahli dan hasil penelitian terdahulu. Studi literatur digunakan sebagai teknik utama dalam pengumpulan data karena penelitian ini tidak melibatkan pengambilan data secara langsung di lapangan, melainkan berfokus pada kajian terhadap sumber-sumber tertulis yang relevan dengan topik penelitian.

Sumber data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai literatur ilmiah, seperti buku referensi, artikel jurnal nasional dan internasional, serta publikasi ilmiah lainnya yang membahas pengembangan sistem informasi dan model Waterfall. Literatur yang digunakan dibatasi pada sumber yang relevan dan diterbitkan di atas tahun 2019 guna memastikan kebaruan serta relevansi data yang dianalisis. Pemilihan sumber dilakukan secara selektif dengan mempertimbangkan kredibilitas penulis dan penerbit.

Pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran literatur secara sistematis menggunakan basis data ilmiah dan portal jurnal daring. Proses penelusuran dilakukan

dengan menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan pengembangan sistem informasi dan model Waterfall. Literatur yang telah diperoleh kemudian diseleksi dengan cara membaca abstrak dan isi pembahasan untuk memastikan kesesuaiannya dengan fokus penelitian. Data yang relevan selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan tema kajian guna mempermudah proses analisis.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dari berbagai literatur dianalisis dengan cara menginterpretasikan, membandingkan, dan mensintesis pandangan para ahli terkait konsep, tahapan, kelebihan, serta keterbatasan model Waterfall dalam pengembangan sistem informasi. Hasil analisis disajikan dalam bentuk uraian naratif yang sistematis sehingga mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai relevansi penggunaan model Waterfall.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Tahapan Penerapan Model Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi

Model Waterfall merupakan salah satu model pengembangan sistem informasi yang menggunakan pendekatan linear dan berurutan, di mana setiap tahapan harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Pendekatan ini menekankan perencanaan yang matang dan dokumentasi yang sistematis sehingga proses pengembangan sistem dapat dikendalikan dengan baik (Sommerville, 2020). Dalam pengembangan sistem informasi, penerapan model Waterfall dilakukan melalui beberapa tahapan utama yang saling berkaitan.



Gambar 1 Metode waterfall Sumber : (Pressman, 2012)

Tahap pertama adalah analisis kebutuhan. Pada tahap ini, pengembang melakukan identifikasi dan pengumpulan kebutuhan sistem berdasarkan tujuan organisasi dan kebutuhan pengguna. Analisis kebutuhan bertujuan untuk menghasilkan spesifikasi sistem yang jelas dan terstruktur sebagai dasar pengembangan selanjutnya. Kesalahan pada tahap ini dapat berdampak besar terhadap kualitas sistem informasi yang dihasilkan, karena model Waterfall sangat bergantung pada ketepatan kebutuhan awal (Pressman & Maxim, 2020). Oleh karena itu, analisis kebutuhan harus dilakukan secara mendalam dan terdokumentasi dengan baik.

Tahap kedua adalah perancangan sistem (system design). Pada tahap ini, spesifikasi kebutuhan yang telah diperoleh diterjemahkan ke dalam rancangan teknis sistem, meliputi arsitektur sistem, desain basis data, antarmuka pengguna, serta alur proses sistem. Perancangan sistem bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai bagaimana sistem akan dibangun dan dioperasikan. Dokumentasi desain yang dihasilkan menjadi acuan utama dalam tahap implementasi (Balaji & Murugaiyan, 2020).

Tahap selanjutnya adalah implementasi atau pengkodean. Pada tahap ini, rancangan sistem yang telah disusun diubah menjadi bentuk program atau aplikasi sesuai dengan bahasa pemrograman dan teknologi yang digunakan. Implementasi dilakukan berdasarkan desain yang telah ditetapkan tanpa adanya perubahan signifikan, karena model Waterfall tidak memberikan fleksibilitas yang tinggi terhadap perubahan di tahap ini (Satzinger et al., 2021).

Setelah proses implementasi selesai, tahap berikutnya adalah pengujian sistem. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem informasi berjalan sesuai dengan spesifikasi kebutuhan dan bebas dari kesalahan. Tahap ini meliputi pengujian fungsi, integrasi, serta kinerja sistem. Pengujian sangat penting dalam model Waterfall karena kesalahan yang tidak terdeteksi dapat berdampak pada kegagalan sistem saat diimplementasikan (Pressman & Maxim, 2020).

Tahap terakhir adalah pemeliharaan (maintenance). Pemeliharaan dilakukan setelah sistem diimplementasikan dan digunakan oleh pengguna. Tahap ini mencakup perbaikan kesalahan yang ditemukan, peningkatan kinerja sistem, serta penyesuaian sistem terhadap kebutuhan baru yang bersifat minor. Meskipun perubahan besar sulit dilakukan dalam model Waterfall, tahap pemeliharaan tetap berperan penting dalam menjaga keberlangsungan sistem informasi (Sommerville, 2020).

Secara keseluruhan, tahapan model Waterfall memberikan alur pengembangan sistem informasi yang jelas dan terstruktur. Model ini dinilai efektif untuk proyek dengan kebutuhan yang stabil dan ruang lingkup yang telah ditentukan sejak awal. Namun, keberhasilan penerapannya sangat bergantung pada ketepatan analisis kebutuhan dan kedisiplinan dalam menjalankan setiap tahapan pengembangan.

b. kelebihan dan kekurangan model Waterfall dalam pengembangan sistem informasi

Kelebihan Model Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi

- 1) Model Waterfall memiliki alur pengembangan yang terstruktur dan sistematis, sehingga setiap tahapan dapat dipahami dan dikendalikan dengan mudah oleh tim pengembang maupun pihak manajemen.
- 2) Dokumentasi yang dihasilkan pada setiap tahap pengembangan sangat lengkap, sehingga memudahkan proses evaluasi, audit, serta pemeliharaan sistem informasi di masa mendatang.
- 3) Perencanaan proyek menjadi lebih jelas karena kebutuhan sistem telah ditetapkan sejak awal, sehingga estimasi waktu dan biaya dapat dilakukan dengan lebih terukur.
- 4) Model ini cocok diterapkan pada pengembangan sistem informasi dengan kebutuhan yang stabil dan ruang lingkup yang jelas, seperti sistem administrasi, sistem akademik, atau sistem pemerintahan.
- 5) Proses pengawasan dan pengendalian proyek lebih mudah dilakukan karena setiap tahap memiliki hasil yang terdefinisi dengan jelas sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

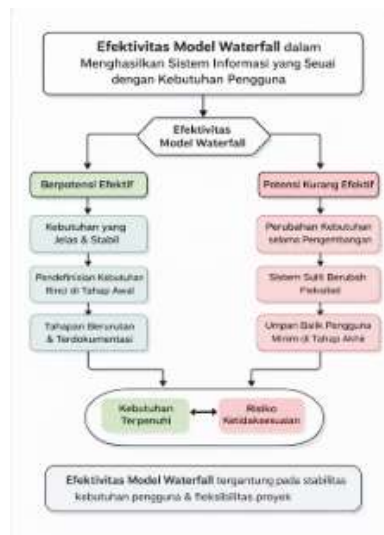
Kekurangan Model Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi

- 1) Model Waterfall kurang fleksibel terhadap perubahan kebutuhan pengguna, karena perubahan yang terjadi pada tahap akhir pengembangan dapat berdampak pada pengulangan tahapan sebelumnya.
- 2) Keterlibatan pengguna relatif terbatas setelah tahap analisis kebutuhan selesai, sehingga potensi ketidaksesuaian antara sistem yang dikembangkan dengan kebutuhan aktual pengguna cukup besar.

- 3) Risiko kesalahan pada tahap awal, khususnya pada analisis kebutuhan, dapat berakibat fatal terhadap keseluruhan proses pengembangan sistem informasi.
- 4) Proses pengujian dilakukan setelah tahap implementasi selesai, sehingga kesalahan baru dapat terdeteksi di akhir pengembangan dan membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar.
- 5) Model ini kurang sesuai untuk pengembangan sistem informasi yang bersifat dinamis dan kompleks, terutama pada lingkungan yang menuntut perubahan cepat dan iterasi berkelanjutan.

C. Efektivitas Model Waterfall dalam Menghasilkan Sistem Informasi yang Sesuai dengan Kebutuhan Pengguna

Model Waterfall dinilai efektif dalam menghasilkan sistem informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna apabila diterapkan pada proyek dengan karakteristik kebutuhan yang jelas dan relatif stabil sejak tahap awal pengembangan. Pendekatan linear yang digunakan dalam model ini memungkinkan pengembang untuk merumuskan kebutuhan sistem secara rinci melalui tahap analisis kebutuhan, sehingga spesifikasi sistem dapat dijadikan acuan utama dalam seluruh proses pengembangan. Ketepatan dalam mendefinisikan kebutuhan pengguna pada tahap awal menjadi faktor kunci keberhasilan penerapan model Waterfall.



Gambar 2. Efektivitas Model Waterfall dalam Menghasilkan Sistem Informasi yang Sesuai dengan Kebutuhan Pengguna

Efektivitas model Waterfall juga terlihat dari konsistensi antara kebutuhan pengguna dengan hasil akhir sistem informasi. Karena setiap tahapan pengembangan dilakukan secara berurutan dan terdokumentasi dengan baik, risiko penyimpangan dari kebutuhan awal dapat diminimalkan. Dokumentasi yang lengkap membantu pengembang memastikan bahwa sistem yang dibangun tetap selaras dengan tujuan dan fungsi yang telah disepakati bersama pengguna sejak awal perencanaan.

Namun demikian, efektivitas model Waterfall menjadi terbatas ketika kebutuhan pengguna mengalami perubahan selama proses pengembangan. Model ini tidak dirancang untuk menangani perubahan secara fleksibel, sehingga sistem informasi yang dihasilkan berpotensi tidak sepenuhnya mencerminkan kebutuhan aktual pengguna pada saat implementasi. Kondisi ini dapat mengurangi tingkat kepuasan pengguna, terutama pada lingkungan organisasi yang dinamis dan cepat berubah.

Selain itu, keterlibatan pengguna yang cenderung menurun setelah tahap analisis kebutuhan juga memengaruhi tingkat kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Minimnya umpan balik selama tahap implementasi dan pengujian dapat menyebabkan ketidaksesuaian fungsi atau antarmuka sistem yang baru disadari setelah sistem digunakan secara langsung.

Secara keseluruhan, model Waterfall dapat dinyatakan efektif dalam menghasilkan sistem informasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna apabila diterapkan pada proyek dengan kebutuhan yang terdefinisi secara jelas, perubahan yang minimal, serta perencanaan yang matang. Sebaliknya, pada proyek yang menuntut fleksibilitas tinggi dan keterlibatan pengguna secara berkelanjutan, efektivitas model Waterfall cenderung menurun.

KESIMPULAN DAN SARAN

- 1) Model Waterfall merupakan model pengembangan sistem informasi yang memiliki alur kerja terstruktur dan sistematis, sehingga memudahkan pengelolaan dan pengendalian proses pengembangan.
- 2) Penerapan model Waterfall efektif pada pengembangan sistem informasi dengan kebutuhan pengguna yang jelas, stabil, dan telah terdefinisi secara rinci sejak tahap awal.

- 3) Dokumentasi yang lengkap pada setiap tahapan pengembangan membantu menjaga konsistensi antara kebutuhan pengguna dan sistem informasi yang dihasilkan.
- 4) Keterbatasan fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan menjadi faktor utama yang dapat menurunkan efektivitas model Waterfall dalam proyek yang bersifat dinamis.
- 5) Tingkat kesesuaian sistem informasi dengan kebutuhan pengguna sangat bergantung pada ketepatan analisis kebutuhan dan kedisiplinan pelaksanaan setiap tahapan model Waterfall.

Model Waterfall disarankan untuk digunakan pada proyek pengembangan sistem informasi dengan ruang lingkup dan kebutuhan yang relatif stabil, serta perlu dikombinasikan dengan evaluasi berkala atau pendekatan tambahan agar dapat mengantisipasi perubahan kebutuhan pengguna secara lebih efektif..

DAFTAR REFERENSI

- Balaji, S., & Murugaiyan, M. S. (2020). Waterfall vs. V-model vs. agile: A comparative study on SDLC. *International Journal of Information Technology and Computer Science*, 12(2), 1–7. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2020.02.01>
- Bass, J. M., Weber, I., & Zhu, L. (2021). DevOps: A software architect's perspective. *IEEE Software*, 38(2), 45–52. <https://doi.org/10.1109/MS.2020.3045942>
- Bourque, P., & Fairley, R. E. (2021). *Guide to the software engineering body of knowledge (SWEBOOK Guide)* (Version 3.0). IEEE Computer Society.
- Dennis, A., Wixom, B. H., & Tegarden, D. (2021). *Systems analysis and design: An object-oriented approach with UML* (6th ed.). Wiley.
- Hidayat, R., & Nugroho, A. (2020). Analisis penerapan model waterfall dalam pengembangan sistem informasi. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(4), 785–792. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2020742301>
- Kurniawan, D., & Pratama, A. R. (2021). Evaluasi keberhasilan sistem informasi menggunakan pendekatan SDLC waterfall. *Jurnal Sistem Informasi*, 17(2), 89–98. <https://doi.org/10.21609/jsi.v17i2.1023>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management information systems: Managing the digital firm* (16th ed.). Pearson.
- Mahmoud, T., & Ahmad, M. (2022). Software development life cycle models: A comparative analysis. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(5), 233–240. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130530>
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software engineering: A practitioner's approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Rahayu, S., & Pratama, D. (2021). Penerapan model waterfall pada sistem informasi administrasi berbasis web. *Jurnal Informatika*, 15(1), 45–54. <https://doi.org/10.36723/juri.v15i1.321>

- Rosa, A. S., & Shalahuddin, M. (2020). *Rekayasa perangkat lunak terstruktur dan berorientasi objek*. Informatika Bandung.
- Satzinger, J. W., Jackson, R. B., & Burd, S. D. (2021). *Systems analysis and design in a changing world* (8th ed.). Cengage Learning.
- Sommerville, I. (2020). *Software engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Suryadi, A., & Lestari, F. (2022). Analisis efektivitas model waterfall dalam pengembangan sistem informasi akademik. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 6(3), 512–519. <https://doi.org/10.29207/resti.v6i3.4021>
- Utami, N. P., & Wibowo, A. (2021). Studi literatur model pengembangan perangkat lunak pada sistem informasi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi*, 19(2), 101–110. <https://doi.org/10.30872/jiti.v19i2.6154>
- Widodo, A., & Susanto, E. (2020). Implementasi SDLC waterfall pada pengembangan sistem informasi manajemen. *Jurnal Informatika dan Sistem Informasi*, 6(2), 134–142.
- Yulianto, R., & Hapsari, D. (2022). Analisis kelebihan dan kekurangan model waterfall pada sistem informasi organisasi. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 8(1), 23–31. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v8i1.2022>
- Zhang, H., Ali Babar, M., & Tell, P. (2021). Identifying challenges in software requirements change management. *Information and Software Technology*, 134, 106548. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106548>
- Zulkarnaen, F., & Ramadhan, R. (2023). Relevansi model waterfall dalam pengembangan sistem informasi di era digital. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 11(2), 145–154. <https://doi.org/10.26418/justin.v11i2.61345>.