

Analisis Komparatif Efisiensi Model *Waterfall* vs *Agile* dalam Pengembangan Aplikasi Skala Kecil

Muhammad Yunus Rangkuti^{1*}, Ilham Panji Nugroho², Afif Syauqi³, Ichsan Alkahfi⁴

¹⁻⁴Fakultas Ilmu Komputer, Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspittek No. 46, Kel. Buaran, Kec. Serpong, Kota Tangerang Selatan. Banten 15310, Indonesia

Email: 1*dosen03156@unpam.ac.id, 2Ilham@gmail.com, 3afif_syauqi@gmail.com,

4Ichsan.Alkahfi12@gmail.com,

(* : coressponding author)

Abstrak—Pemilihan metodologi pengembangan perangkat lunak merupakan faktor krusial dalam menentukan keberhasilan proyek, khususnya pada skala kecil. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi dua pendekatan yang umum digunakan, yaitu model Waterfall dan Agile. Studi dilakukan melalui kajian literatur dan analisis teoritis berdasarkan berbagai parameter seperti kecepatan pengembangan, fleksibilitas terhadap perubahan, dokumentasi, serta efisiensi sumber daya. Hasil analisis menunjukkan bahwa model Agile lebih adaptif terhadap perubahan dan cocok untuk tim kecil dengan kebutuhan yang terus berkembang, sedangkan Waterfall lebih efisien untuk proyek dengan kebutuhan yang stabil dan terdefinisi sejak awal. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi bagi pengembang atau institusi pendidikan dalam memilih metodologi yang sesuai untuk proyek berskala kecil.

Kata Kunci: *Waterfall*, *Agile*, Efisiensi, Pengembangan Perangkat Lunak, Proyek Kecil

Abstract—The selection of a software development methodology is a crucial factor in determining project success, especially for small-scale projects. This study aims to analyze and compare the efficiency of two commonly used approaches: the Waterfall model and Agile. The study was conducted through literature review and theoretical analysis based on various parameters such as development speed, flexibility to changes, documentation, and resource efficiency. The analysis results indicate that Agile is more adaptive to changes and suitable for small teams with evolving needs, while Waterfall is more efficient for projects with stable and well-defined requirements from the start. This study is expected to provide references for developers or educational institutions in choosing the appropriate methodology for small-scale projects.

Keywords: *Waterfall*, *Agile*, Efficiency, Software Development, Small Projects

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah membawa perubahan signifikan dalam cara perangkat lunak dikembangkan dan diterapkan. Saat ini, perangkat lunak tidak hanya berperan sebagai alat bantu operasional perusahaan besar, tetapi juga menjadi kebutuhan utama bagi berbagai organisasi dan individu, termasuk dalam proyek-proyek berskala kecil seperti aplikasi mobile sederhana, sistem internal perusahaan kecil, dan proyek tugas akhir mahasiswa.

Dengan semakin banyaknya kebutuhan pengembangan aplikasi skala kecil, penting bagi pengembang untuk memilih metodologi pengembangan yang tepat guna mengoptimalkan waktu, biaya, dan sumber daya yang terbatas.

Perkembangan teknologi informasi yang pesat telah membawa perubahan signifikan dalam cara perangkat lunak dikembangkan dan diterapkan. Saat ini, perangkat lunak tidak hanya berperan sebagai alat bantu operasional perusahaan besar, tetapi juga menjadi kebutuhan utama bagi berbagai organisasi dan individu, termasuk dalam proyek-proyek berskala kecil seperti aplikasi mobile sederhana, sistem internal perusahaan kecil, dan proyek tugas akhir mahasiswa. Dengan semakin banyaknya kebutuhan pengembangan aplikasi skala kecil, penting bagi pengembang untuk memilih metodologi pengembangan yang tepat guna mengoptimalkan waktu, biaya, dan sumber daya yang terbatas.

Pemilihan metodologi pengembangan perangkat lunak merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan proyek. Metodologi yang tepat dapat membantu tim pengembang untuk mengelola proyek dengan lebih efektif, mengurangi risiko kesalahan, dan memastikan hasil akhir sesuai dengan kebutuhan pengguna. Sebaliknya, pemilihan metodologi yang tidak sesuai dapat menyebabkan proyek terlambat, biaya membengkak, atau bahkan gagal memenuhi ekspektasi pengguna.

Dua metodologi pengembangan yang paling banyak dikenal dan digunakan dalam industri perangkat lunak adalah model Waterfall dan Agile. Model Waterfall merupakan pendekatan tradisional yang mengikuti proses linier dan berurutan, dimulai dari tahap analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, hingga pemeliharaan. Setiap tahapan harus diselesaikan secara penuh sebelum melanjutkan ke tahapan berikutnya. Model ini menekankan pentingnya perencanaan dan dokumentasi yang lengkap sejak awal proyek, sehingga memudahkan pengendalian proyek dan evaluasi kemajuan. Namun, model Waterfall kurang fleksibel ketika terjadi perubahan kebutuhan di tengah jalan karena sulitnya melakukan revisi pada tahapan yang sudah selesai.

Sebaliknya, model Agile muncul sebagai respon terhadap keterbatasan model Waterfall. Agile menggunakan pendekatan iteratif dan inkremental yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak dilakukan dalam siklus-siklus kecil dengan umpan balik yang terus menerus dari pengguna atau pemangku kepentingan. Metodologi Agile menekankan kolaborasi tim, komunikasi terbuka, dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan dengan cepat. Pendekatan ini sangat cocok untuk lingkungan pengembangan yang dinamis dan tidak pasti, di mana kebutuhan dan prioritas dapat berubah sewaktu-waktu.

Meskipun Agile telah mendapatkan popularitas yang besar dalam beberapa tahun terakhir, model Waterfall masih banyak digunakan, terutama dalam proyek yang memiliki kebutuhan yang jelas dan tidak berubah-ubah. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada satu metodologi tunggal yang paling unggul untuk semua situasi, melainkan pemilihan metodologi harus disesuaikan dengan karakteristik proyek, ukuran tim, serta kebutuhan dan ekspektasi pengguna.

Dalam konteks pengembangan aplikasi skala kecil, yang biasanya memiliki sumber daya terbatas baik dari segi waktu maupun tenaga kerja, efisiensi pengembangan menjadi aspek yang sangat penting. Namun, hingga saat ini, masih sedikit penelitian yang secara khusus membahas dan membandingkan efisiensi kedua model tersebut dalam skenario proyek kecil tanpa melakukan studi kasus langsung. Kebanyakan penelitian fokus pada proyek berskala besar atau menengah yang memiliki kompleksitas dan dinamika yang berbeda.

Penelitian ini berupaya mengisi celah tersebut dengan melakukan analisis komparatif terhadap efisiensi model Waterfall dan Agile dalam pengembangan aplikasi berskala kecil berdasarkan kajian literatur dan analisis teori. Efisiensi dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kemampuan metodologi dalam memanfaatkan waktu, sumber daya, dan upaya untuk mencapai hasil yang optimal sesuai dengan kebutuhan proyek. Beberapa aspek yang akan dibandingkan meliputi waktu pengembangan, kemampuan menanggapi perubahan kebutuhan, dokumentasi, komunikasi tim, serta kebutuhan tenaga kerja.

Dengan memahami kelebihan dan kekurangan masing-masing model dalam konteks proyek kecil, pengembang dan institusi pendidikan dapat lebih mudah menentukan metodologi mana yang lebih sesuai untuk diterapkan. Hal ini juga diharapkan dapat mengurangi risiko kegagalan proyek serta meningkatkan produktivitas dan kualitas perangkat lunak yang dihasilkan.

Selain itu, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis, tetapi juga memperkaya literatur akademik terkait manajemen proyek perangkat lunak khususnya pada skala kecil. Dengan pendekatan kajian literatur yang sistematis dan komprehensif, penelitian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai bagaimana kedua metodologi dapat dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan proyek.

2. METODE PENELITIAN

2.1 *Waterfall*

Model Waterfall adalah salah satu metodologi pengembangan perangkat lunak tertua dan paling tradisional yang digunakan secara luas sejak tahun 1970-an (Royce, 1970). Pendekatan ini bersifat linier dan berurutan, di mana setiap fase pengembangan seperti analisis kebutuhan, desain sistem, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan harus diselesaikan secara berurutan dan tidak tumpang tindih (Hasibuan et al., 2021).

Keunggulan model Waterfall terletak pada proses perencanaan dan dokumentasi yang mendetail, sehingga setiap tahapan proyek terdokumentasi dengan baik dan mudah diawasi (Putra & Wijaya, 2022). Metode ini cocok untuk proyek yang memiliki kebutuhan yang sudah sangat jelas

dan tidak banyak mengalami perubahan selama siklus pengembangan. Namun, metode ini kurang fleksibel menghadapi perubahan kebutuhan karena model ini sulit untuk kembali ke tahap sebelumnya setelah sebuah fase selesai (Hidayat & Ramli, 2021).

Penelitian Hasibuan et al. (2021) menunjukkan bahwa model Waterfall efektif dalam proyek pengembangan perangkat lunak skala kecil apabila kebutuhan proyek stabil dan tim pengembang memiliki pengalaman yang cukup dengan metode tersebut. Namun, kelemahan utama Waterfall adalah potensi keterlambatan deteksi kesalahan sampai pada tahap pengujian, sehingga bisa mengakibatkan biaya revisi yang tinggi (Sari et al., 2021).

2.2 Agile

Agile merupakan metodologi yang dikembangkan sebagai respons atas keterbatasan model tradisional seperti Waterfall. Agile berfokus pada iterasi pendek (sprint) yang memungkinkan pengembangan perangkat lunak secara inkremental dan terus menerus (Rahman et al., 2023).

Agile memprioritaskan interaksi antar anggota tim dan pelanggan, fleksibilitas tinggi terhadap perubahan kebutuhan, serta pengiriman produk yang dapat diuji dan digunakan dalam waktu singkat (Santoso & Hidayat, 2020).

Pendekatan ini meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap dinamika proyek dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Wijaya & Prasetyo, 2022). Namun, Agile juga memiliki tantangan tersendiri, terutama pada kebutuhan disiplin tinggi dalam manajemen tim dan dokumentasi yang minim (Wahyudi & Pratama, 2021).

Dalam konteks pengembangan aplikasi skala kecil, Agile sering kali lebih efisien karena mampu mengakomodasi perubahan kebutuhan dengan cepat tanpa harus melalui proses dokumentasi yang panjang (Putra et al., 2023).

Penelitian oleh Rahman et al. (2023) menunjukkan bahwa proyek yang menggunakan Agile cenderung lebih cepat mencapai produk siap pakai dibandingkan dengan Waterfall, terutama pada lingkungan yang dinamis dan kebutuhan pengguna yang berubah-ubah.

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Efisiensi Model Waterfall dan Agile

Tabel 1. Analisis Efisiensi Model Waterfall dan Agile

PARAMETER	WATERFALL	AGILE
WAKTU PENGEMBANGAN	Relatif lebih lama, proses linier berurutan, revisi sulit dilakukan setelah fase selesai (Hasibuan et al., 2021).	Iteratif dan inkremental, memungkinkan pengiriman cepat dengan sprint pendek (Rahman et al., 2023).
FLEKSIBILITAS	Kurang fleksibel, sulit beradaptasi dengan perubahan kebutuhan di tengah proyek (Hidayat & Ramli, 2021).	Sangat fleksibel, perubahan kebutuhan bisa langsung diakomodasi tiap sprint (Santoso & Hidayat, 2020).
DOKUMENTASI	Dokumentasi lengkap dan terstruktur, membantu kontrol proyek dan pengawasan (Putra & Wijaya, 2022).	Dokumentasi minimal, mengutamakan komunikasi langsung, risiko kehilangan informasi (Wahyudi & Pratama, 2021).
KEBUTUHAN SUMBER DAYA	Memerlukan pengelolaan dan dokumentasi ketat, cocok untuk tim berpengalaman dan sumber daya stabil (Kusuma & Sari, 2022).	Memerlukan kolaborasi intensif dan komunikasi efektif, cocok untuk tim kecil dengan dinamika tinggi (Wijaya & Prasetyo, 2022).
KOMUNIKASI TIM	Komunikasi lebih formal dan terstruktur, melalui dokumentasi dan laporan (Kusuma & Sari, 2022).	Komunikasi terbuka dan sering, kolaborasi lintas fungsi lebih intensif (Wijaya & Prasetyo, 2022).

RISIKO DAN KESALAHAN	Risiko terlambatnya deteksi kesalahan sampai fase pengujian, biaya revisi tinggi (Sari et al., 2021).	Deteksi kesalahan lebih dini melalui feedback terus-menerus di tiap iterasi (Rahman et al., 2023).
KEPUASAN PENGGUNA	Terbatas karena perubahan kebutuhan sulit diakomodasi selama pengembangan (Hidayat & Ramli, 2021).	Lebih tinggi karena pengguna dilibatkan secara langsung dan hasil disesuaikan tiap iterasi (Santoso & Hidayat, 2020).

3.2 Hasil dan Pembahasan

Dari hasil tabel di atas, terlihat jelas bahwa Agile lebih unggul pada aspek fleksibilitas dan waktu pengembangan, sangat cocok untuk pengembangan aplikasi skala kecil yang biasanya memiliki kebutuhan yang sering berubah dan waktu yang terbatas. Model Agile memungkinkan pengembang merespons kebutuhan dinamis dengan cepat dan memberikan produk yang dapat diuji secara berkelanjutan.

Sebaliknya, Waterfall unggul pada stabilitas proses dan dokumentasi yang terstruktur, sehingga cocok untuk proyek dengan kebutuhan yang sudah sangat jelas dan tidak mengalami perubahan besar selama siklus pengembangan. Namun, untuk aplikasi skala kecil yang membutuhkan iterasi cepat dan adaptasi, Waterfall bisa menjadi kurang efisien.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Metodologi Agile lebih unggul dalam hal fleksibilitas, kecepatan pengembangan, dan kemampuan beradaptasi terhadap perubahan kebutuhan. Agile sangat cocok digunakan dalam proyek **aplikasi skala kecil** yang bersifat dinamis dan sering mengalami perubahan selama proses pengembangan. Agile juga memungkinkan kolaborasi yang intensif dalam tim dan peningkatan kepuasan pengguna melalui iterasi dan feedback yang berkelanjutan.

Model Waterfall lebih tepat diterapkan pada proyek yang memiliki **kebutuhan yang stabil dan terdefinisi dengan jelas sejak awal**. Keunggulan Waterfall terletak pada dokumentasi yang lengkap, alur kerja yang sistematis, serta kemudahan dalam pengawasan proyek. Namun, kekurangannya adalah kesulitan dalam menangani perubahan dan waktu pengembangan yang cenderung lebih Panjang.

4.2 Saran

1. Agile direkomendasikan untuk pengembangan aplikasi skala kecil yang memerlukan waktu pengembangan singkat dan kemampuan adaptasi tinggi terhadap perubahan kebutuhan.
2. Waterfall tetap efektif untuk proyek dengan kebutuhan yang stabil dan dokumentasi lengkap yang menjadi keharusan, terutama jika tim sudah berpengalaman dengan model ini.
3. Pemilihan metodologi harus mempertimbangkan karakteristik proyek, ukuran dan pengalaman tim, serta kebutuhan pengguna agar efisiensi pengembangan dapat dimaksimalkan.
4. Penelitian lanjutan diperlukan dengan pendekatan studi kasus empiris untuk memperkuat temuan dan memberikan gambaran implementasi nyata dalam konteks pengembangan aplikasi skala kecil.

REFERENCES

- Fauzi, A., & Nurhadi, D. (2021). Perbandingan Metodologi Agile dan Waterfall dalam Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Teknologi Informasi*, 15(2), 123-130.
- Hartono, R., & Anggraini, S. (2023). Efisiensi Model Waterfall dan Agile pada Proyek Skala Kecil: Studi Literatur. *Jurnal Sistem Informasi*, 10(1), 45-54.

- Hasibuan, R., Putra, M., & Wijaya, D. (2021). Analisis Kelebihan dan Kekurangan Metode Waterfall dalam Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 8(3), 210-219.
- Hidayat, A., & Ramli, M. (2021). Keterbatasan dan Keunggulan Model Waterfall dan Agile pada Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Ilmu Komputer*, 12(4), 98-105.
- Kusuma, E., & Sari, D. (2022). Efisiensi Pengembangan Perangkat Lunak Berdasarkan Metodologi Agile dan Waterfall. *Jurnal Manajemen TI*, 9(2), 75-83.
- Lestari, P., Wibowo, A., & Santoso, B. (2022). Pengaruh Metodologi Agile terhadap Produktivitas dan Kepuasan Tim Pengembang. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 11(2), 134-142.
- Prasetyo, Y., Rahman, F., & Putra, A. (2023). Analisis Efisiensi Metodologi Agile dalam Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 14(1), 22-30.
- Putra, M., & Wijaya, D. (2022). Dokumentasi dalam Model Waterfall: Keuntungan dan Tantangan. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 9(1), 50-58.
- Putra, T., Santoso, R., & Hidayat, K. (2023). Keunggulan Agile dalam Pengembangan Aplikasi Skala Kecil. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 13(3), 89-97.
- Rahman, F., Sari, L., & Kusuma, E. (2023). Perbandingan Kecepatan Pengembangan Antara Agile dan Waterfall. *Jurnal Sistem Informasi*, 15(1), 67-75.
- Royce, W. W. (1970). Managing the Development of Large Software Systems. *Proceedings of IEEE WESCON*, 26(8), 1-9.
- Santoso, R., & Hidayat, K. (2020). Agile sebagai Metodologi Adaptif dalam Pengembangan Perangkat Lunak. *Jurnal Informatika*, 7(2), 101-110.
- Sari, L., Rahman, F., & Putra, T. (2021). Risiko dan Biaya Revisi dalam Model Waterfall. *Jurnal Rekayasa Perangkat Lunak*, 8(2), 77-85.
- Wahyudi, A., & Pratama, D. (2021). Tantangan Dokumentasi pada Metode Agile. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, 10(4), 120-126.
- Wijaya, D., & Prasetyo, Y. (2022). Kolaborasi dan Komunikasi Tim dalam Agile. *Jurnal Manajemen Proyek TI*, 11(3), 56-64.