

MODEL EVOLUSI DAN MODEL SPIRAL DALAM PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

IF2232

Dasar Rekayasa Perangkat Lunak

Kelompok 2

Anggota :

Putu Ary Kusuma Yudha (119140098)

Randi Baraku (119140061)

Rian Andri Waskito (119140030)

Rifan Firmansyah (119140055)

Samuel Jovial Pardede (119140104)

Rabu, 24 Februari 2021



**TEKNIK INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA**

DAFTAR ISI

BAB I.....	3
PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
BAB II.....	4
MODEL PROSES SPIRAL	4
2.1 Pengertian Model Spiral	4
2.2 Tipikal Model Spiral	4
BAB III	6
MODEL EVOLUSI	6
BAB IV	8
KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MODEL	8
4.1 Kelebihan dan Kekurangan Model Proses Spiral dan Evolusi	8
4.2 Pemanfaatan Model Proses Spiral dan Evolusi	9
BAB V	10
KESIMPULAN.....	10
DAFTAR PUSTAKA.....	11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses Pengembangan Perangkat Lunak (Software Development Process) adalah suatu penerapan struktur pada pengembangan suatu Perangkat Lunak (Software), yang bertujuan untuk mengembangkan sistem dan memberikan panduan untuk menyukkseskan proyek pengembangan sistem melalui tahapan-tahapan tertentu. Dalam prosesnya, terdapat beberapa paradigma model pengembangan sistem perangkat lunak, contohnya saja yang akan kami bahas kali ini yaitu model proses spiral dan evolusi.

Secara prinsip metode pengembangan perangkat lunak bertujuan untuk membantu menghasilkan perangkat lunak yang berkualitas. Ada banyak faktor-faktor yang perlu dicermati dalam pengembangan perangkat lunak. Metode pengembangan perangkat lunak (disebut juga model proses atau paradigma rekayasa perangkat lunak) adalah suatu strategi pengembangan yang memadukan proses, metode, dan perangkat (tools). Metode- metode pengembangan perangkat lunak, memberikan teknik untuk membangun perangkat lunak yang berkaitan dengan serangkaian tugas yang luas yang menyangkut analisis kebutuhan, konstruksi program, desain, pengujian, dan pemeliharaan.

Ketidaktahuan dan kurang fahamnya pengguna terhadap proses pengembangan sistem informasi yang khususnya dalam model pengembangan perangkat lunak. Ini merupakan tugas seorang pengembang dalam menjembatani maksud yang dikehendaki secara bahasa umum untuk ditidak lanjuti ke dalam bahasa teknis sistem, walaupun terkadang pengembang kurang memperhatikan algoritma alur sistem, perangkat bantu sistem, ataupun model interface yang akan diwujudkan. Untuk mendekatkan ketidak tahuan pengguna dengan pengembang tersebut, maka harus ada kerjasama yanga baik diantara keduanya sehingga pengembang akan mengetahui dengan baik apa yang diinginkan pengguna dengan tidak meninggalkan kaidah serta landasan teknis pengembangan sistem informasi, sehingga pengguna akan mengetahui proses-proses yang akan dilakukan oleh pengembang dalam memenuhi kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Pada akhirnya akan dihasilkan sebuah sistem yang sesuai dengan kebutuhan pengguna serta pemahaman yang tepat dan sesuai dengan penjadwalan pengerjaan sistem yang telah disepakati.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam model proses spiral dan evolusi memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa contoh aplikasi yang mempergunakan model proses spiral dan evolusi ?
2. kapan model proses spiral dan evolusi harus digunakan dan harus dihindari ?

1.3 Tujuan

Tujuan mempelajari model proses spiral dan evolusi adalah

1. Memperdalam pengetahuan tentang model proses spiral dan evolusi
2. Mengetahui sistem kerja dari midel proses spiral dan evolusi
3. Mengetahui kelebihan dan kekurangan dari model proses spiral dan evolusi

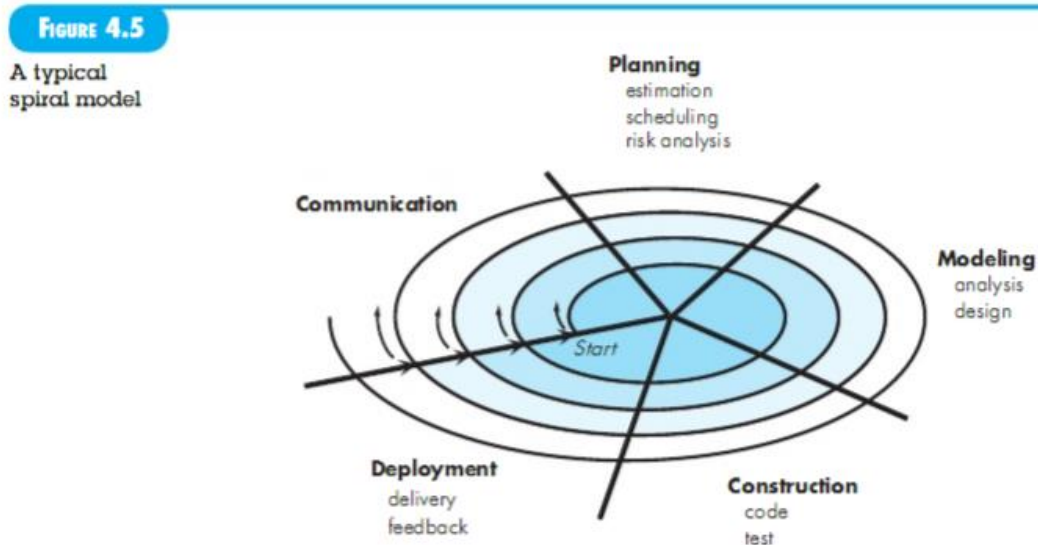
BAB II

MODEL PROSES SPIRAL

2.1 Pengertian Model Spiral

Model spiral awalnya diusulkan oleh Barry Boehm Boesel, spiral model adalah model proses perangkat lunak evolusioner yang menggabungkan sifat iteratif prototyping dengan aspek terkontrol dan sistematis dari model waterfall. Ini memberikan potensi untuk perkembangan pesat dari versi yang semakin lengkap dari perangkat lunak Boehm Boesel menjelaskan model dengan cara berikut : Model pengembangan spiral adalah generator model proses yang digerakkan yang digunakan untuk memandu perekayasa multistakeholder bersamaan dengan sistem intensif perangkat lunak. Model ini memiliki dua fitur pembeda utama. Pertama adalah pendekatan siklik untuk secara bertahap menumbuhkan derajat definisi dan implementasi sistem sambil mengurangi tingkat risikonya. Yang lainnya adalah serangkaian tonggak titik jangkar untuk memastikan komitmen pemangku kepentingan terhadap solusi sistem yang layak dan saling memuaskan. (Roger,2014)

Menggunakan model spiral, perangkat lunak dikembangkan dalam serangkaian sewa evolusi. Selama iterasi awal, rilis mungkin berupa model atau prototipe. Selama iterasi selanjutnya, versi yang semakin lengkap dari sistem rekayasa diproduksi. Model spiral dibagi menjadi satu set aktivitas kerangka kerja yang ditentukan oleh tim rekayasa perangkat lunak untuk tujuan ilustrasi, kami menggunakan aktivitas kerangka umum yang dibahas sebelumnya. Aktivitas kerangka kerja mewakili satu segmen dari jalur spiral yang diilustrasikan pada gambar 1. Sebagai Proses evolusi ini dimulai, tim peranti lunak melakukan aktivitas yang disiratkan oleh sirkuit di sekitar spiral searah jarum jam, dimulai dari tengah. (Roger,2014)



Gambar 1

2.2 Tipikal Model Spiral

Sirkuit pertama di sekitar spiral dapat menghasilkan pengembangan spesifikasi produk, lalu lintas berikutnya di sekitar spiral dapat digunakan untuk mengembangkan prototipe dan kemudian versi perangkat lunak yang semakin canggih. Setiap melewati wilayah perencanaan menghasilkan penyesuaian pada rencana proyek. Biaya dan jadwal disesuaikan berdasarkan umpan balik yang diperoleh dari pelanggan setelah pengiriman. Selain itu, manajer proyek menyesuaikan jumlah iterasi yang direncanakan yang diperlukan untuk menyelesaikan perangkat lunak. (Roger,2014)

Tidak seperti model proses lain yang berakhir ketika perangkat lunak dikirimkan, model spiral dapat diadaptasi untuk diterapkan selama masa pakai perangkat lunak komputer. Oleh karena itu, rangkaian pertama di sekitar spiral mungkin mewakili proyek pengembangan konsep yang dimulai pada inti spiral dan berlanjut untuk beberapa iterasi sampai pengembangan konsep selesai. Jika konsep tersebut akan dikembangkan menjadi produk yang sebenarnya, proses berlanjut ke luar spiral dan proyek pengembangan produk baru dimulai. Produk baru akan berkembang melalui sejumlah iterasi di sekitar spiral. Nanti, sirkuit di sekitar spiral dapat digunakan untuk mewakili "proyek peningkatan produk". intinya, spiral. Bila dicirikan dengan cara ini, tetap beroperasi hingga perangkat lunak dihentikan. Ada kalanya proses tidak aktif, tetapi setiap kali perubahan dimulai. Proses dimulai dari titik masuk yang sesuai (misalnya peningkatan produk). (Roger,2014)

Model spiral adalah pendekatan realistis untuk pengembangan sistem dan perangkat lunak skala besar. Karena perangkat lunak mengevaluasi seiring kemajuan proses, pengembang dan pelanggan lebih memahami dan bereaksi terhadap risiko di setiap evolusi tingkat selesai. Model spiral menggunakan prototyping sebagai mekanisme pengurangan risiko tetapi yang lebih penting, memungkinkan Anda untuk menerapkan pendekatan pembuatan prototipe pada setiap tahap dalam evolusi produk. Ia mempertahankan pendekatan bertahap sistematis yang disarankan oleh siklus hidup klasik, tetapi menggabungkannya ke dalam kerangka kerja berulang yang lebih realistis mencerminkan dunia nyata. Model spiral menuntut pertimbangan langsung risiko teknis di semua tahap proyek dan diterapkan dengan benar, harus mengurangi risiko sebelum menjadi bermasalah. (Roger,2014)

Namun seperti paradigma lainnya, model spiral bukanlah model yang dapat diterapkan di semua perangkat lunak. Mungkin sulit untuk meyakinkan pelanggan (terutama dalam situasi kontrak bahwa pendekatan evolusioner dapat dikendalikan). Ini menuntut keahlian penilaian risiko yang cukup dan mengandalkan keahlian ini untuk sukses. Dari risiko besar tidak terungkap dan masalah manusia pasti akan terjadi. (Roger, 2014)

2.3 Contoh Penerapan Model Spiral

Salah satu penerapan model spiral ini adalah rancang bangun game platformer pada game “Voxy Rescue”. Game ini menggunakan model spiral yang menitikberatkan pada tahap evaluasi dan analisis risiko.

1. Tahap Planning

Pada tahap ini para developer game melakukan survei online menggunakan google form yang disebarluaskan melalui media sosial. Dari hasil survei tersebut menjadi pertimbangan untuk menambahkan fitur menarik ke dalam game tersebut

2. Tahap Analisa Risiko

Pada tahap ini dibuat daftar risiko yang teridentifikasi serta penilaian besarnya prioritas. Pada akhir tahap ini akan dibuat sebuah prototipe untuk pembuatan game.

3. Tahap Perancangan

Pada tahap ini terdapat pengembangan dari game, test coding, dan kekurangan dari game tersebut.

4. Tahap Evaluasi

Pada tahap ini game akan diujicobakan pada gamer tester. Penilaian dari gamer tester akan menentukan game ini diperbaiki atau tidak. Jika ada perbaikan maka perlu perbaikan dengan menambah proses iterasi berdasarkan model spiral.

BAB III

MODEL EVOLUSI

Perkembangan teknologi dan komputer terus berjalan seiring waktu, perkembangan itu menuntut berbagai perubahan. Dalam pengembangannya, suatu perangkat lunak akan dibangun untuk memenuhi kebutuhan tertentu, Proses untuk membangun perangkat lunak tersebut dikerjakan dalam memenuhi kebutuhan yang terus berkembang. Atas dasar itu pula munculah model evolusi sebagai salah satu model dalam pengembangan perangkat lunak. Model evolusi perangkat lunak adalah evolusi dari model iteratif dan model incremental dengan mengirimkan proses yang bertahap dalam suatu waktu selama proses pengembangan. Model evolusi melingkupi berbagai model seperti model spiral dan model prototype. Setiap model evolusi perangkat lunak membuat asumsi tertentu tentang apa arti evolusi. Dalam salah satu analisis asumsi ini, terdapat pandangan yaitu model evolusi memusatkan perhatian ke arah perubahan dalam hal kemajuan melalui serangkaian tahapan yang pada akhirnya mengarah ke beberapa tahap akhir dan di sisi lain memusatkan perhatian pada mekanisme dan proses yang mengubah sistem (Gowtham V, 2017).

Model evolusi pada dasarnya menggunakan rangkaian berulang. Setelah persyaratan dianalisis, perangkat tersebut melewati serangkaian iterasi sehingga perangkat lunak dapat dikembangkan. Model evolusi mendukung programmer untuk mengembangkan versi lengkap dari perangkat lunak setelah mendapat masukan dari tiap versi rilisnya. Dalam penerapannya, model evolusi melingkupi model prototype yang menggunakan purwarupa dalam pengembangan perangkat lunak, bahkan dalam sebuah jurnal yang berjudul *Evolutionary Models in Software Engineering* yang diterbitkan oleh International Journal of New Technology and Research (IJNTR) menyebutkan bahwa Model incremental juga merupakan bagian dari Model Evolusi.

Model evolusi yang mengembangkan perangkat lunak dengan menggunakan bantuan prototype dalam merepresentasikan produknya disebut Model Prototype. Prototype adalah teknik untuk menyediakan versi fungsionalitas yang lebih rendah dari sistem perangkat lunak sejak awal perkembangan produk perangkat lunak tersebut. Pada model prototype biasanya memberikan beberapa bentuk spesifikasi fungsional pada perangkat lunak yang akan dikembangkan, meskipun fungsionalitas tersebut hanya bagian kecil dari keseluruhan fungsi yang akan dibangun nantinya. Fungsionalitas tersebut kemudian akan disimulasikan, dianalisis, atau dieksekusi secara langsung. Dengan demikian, Model Perancangan ini memerlukan disain dan visualisasi dari perangkat lunak pada awal pembuatannya. Pada gilirannya, Model prototype ini memungkinkan pengembangan yang cepat untuk membangun versi awal atau sistem perangkat lunak primitif yang dapat dievaluasi oleh pengguna. Evaluasi pengguna ini kemudian akan ditampung dan digunakan sebagai umpan balik untuk menyempurnakan spesifikasi dan desain sistem sesuai kebutuhan produk hingga selanjutnya dapat bergantung pada proses pembuatan yang dilakukan (Scacch, 1991).

Pengerjaan model prototype dilakukan setelah mendapat kejelasan dari proses pertama serta perbaikan dilakukan pada proses setelahnya. Proses uji yang ditinjau dan dinilai melalui purwarupa pada tahap pertama, dikembangkan dan ditingkatkan ke versi kerja berdasarkan umpan balik yang diterima. Dengan demikian model pengembangan prototype ini memberikan kejelasan dan prasyarat yang lebih tinggi dalam mencapai kebutuhan produk yang akan dibangun. Prototipe didefinisikan sebagai proses mengembangkan replikasi kerja dari suatu produk atau sistem yang harus direalisasikan. Model ini menawarkan purwarupa skala kecil dari produk akhir dan digunakan untuk mendapatkan umpan balik dari pelanggan. Pengembang akan membentuk suatu purwarupa yang akan diberikan kepada pelanggan dan setelah melakukan pengujian, umpan balik yang diperoleh akan digunakan kembali untuk membangun produk sesuai kebutuhan.

Dalam jurnal yang berjudul *Usage of Prototyping In Software Testing* yang diterbitkan oleh Mountine San Jacinto Collage menyebutkan bahwa terdapat empat tipe dari model prototype. Model tersebut yaitu :

- 1) Rapid (Throwaway) prototyping
- 2) Evolutionary prototyping
- 3) incremental prototyping
- 4) Extreme prototyping

Rapid Prototype adalah metode prototype yang paling sering digunakan karena mencoba berbagai ide yang ditemukan dan mengajukannya kepada pengguna untuk memperoleh umpan balik. Prototype ini juga dikenal dengan nama “Prototype sekali pakai” karena hanya bertahan dalam jangka pendek. Jenis ini memungkinkan beberapa kali siklus dalam melakukan pengujian dan mengumpulkan informasi dalam bentuk umpan balik agar mendapat kejelasan dari produk. Jenis prototype ini biasanya berupa gambar atau file yang sementara dan hanya sekali pakai dalam proses pengembangan. Prototype selanjutnya adalah evolutionary prototype. Prototype ini merupakan prototype yang mampu mengerjakan fungsional dari produk meskipun hanya sebatas fungsional untuk pemahaman. Artinya prototype ini tidak memiliki fungsi keseluruhan dari produk melainkan hanya sekedar pengguna mampu memahami fungsi-fungsi dan hal-hal apa saja yang akan terdapat pada produk nantinya. Selanjutnya prototype incremental merupakan prototype yang digunakan apabila produk tersebut memiliki berbagai fitur atau modul. Prototype ini memberikan purwarupa dari masing-masing modul agar dapat dipahami oleh pelanggan. Tipe terakhir dari model prototype adalah prototype ekstrim. Model ini lebih umum digunakan dalam pengembangan web sehingga pelanggan akan mampu melihat antar muka (interface) produk yang nantinya akan ia dapatkan. Disebut ekstrim karena pengguna meminta prototype berupa antarmuka yang nantinya dapat difungsikan secara utuh pada produk jadi.

Model evolusi yang telah dijelaskan diatas sering digunakan dalam industri besar maupun dalam proyek kecil. Metode prototype biasa digunakan dalam pengembangan website untuk meyakinkan pelanggan tentang apa yang akan mereka dapatkan pada produknya nanti, selain itu penggunaan metode ini sering digunakan dalam industri besar seperti dalam pengembangan game yang seringkali meluncurkan terlebih dahulu prototype mereka ke publik baik dalam bentuk gameplay maupun promotion video untuk memberikan gambaran awal kepada pengguna mengenai produk tersebut. Contoh lain adalah dalam pengembangan Microsoft Word yang sering kita gunakan, menggunakan metode evolusi incremental agar dapat menghadirkan fitur yang dibutuhkan secara aktual sesuai kebutuhan user.

BAB IV

KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MODEL

4.1 Kelebihan dan Kekurangan Model Proses Spiral dan Evolusi

1. Model proses spiral

Model ini menggunakan prototipe sebagai mekanisme pengurangan risiko dan memungkinkan pengembangan prototipe pada setiap tahap perkembangan evolusioner. Jika digunakan dengan benar, model ini dapat mengurangi risiko sebelum menjadi lebih rumit karena pertimbangan risiko teknis dipertimbangkan di semua tahap.

Kelebihan model proses spiral, yaitu :

- a. Pembangunan dan perubahan perangkat lunak yang terjadi dapat diselesaikan secara sistematis.
- b. Mudah dalam mengestimasi biaya karena proses pembuatan prototype yang jelas dan terencana dalam tahapan yang sistematis.
- c. Manajemen dan analisa risiko yang lebih cepat dan mudah.
- d. Mudah dalam melakukan perubahan kebutuhan dan dokumentasi.
- e. Produksi software bisa terjadi lebih cepat.

Kekurangan model proses spiral, yaitu :

- a. Tidak cocok dan sulit diimplementasikan dalam proyek kecil.
- b. Memakan waktu yang cukup lama.
- c. Membutuhkan best practice atau pengalaman sebelumnya karena proses yang sangat kompleks.
- d. Resiko dalam tahap planning cukup besar. Misalnya terjadi perbedaan dalam jadwal pengembangan dan anggaran belanja.

2. Model proses evolusi

Model prototipe evolusioner digunakan dalam proyek pembuatan perangkat lunak baru. Dalam model ini, prototipe dibangun pada tahap persyaratan. Prototipe yang dibangun dievaluasi oleh pelanggan. Pelanggan memberikan umpan balik mengenai prototipe. Dengan menggunakan umpan balik dari pelanggan, pengembang menyempurnakan prototipe.

Kelebihan dari model proses evolusi, yaitu :

- a. Beberapa fungsi dapat dikembangkan dengan cepat di awal siklus pengembangan
- b. Pengembangan paralel dapat diterapkan
- c. Kemajuannya mudah diukur
- d. Semakin pendek iterasinya - semakin mudah tahapan pengujian dan debugging
- e. Lebih mudah untuk mengontrol risiko karena tugas berisiko tinggi diselesaikan terlebih dahulu
- f. Masalah dan risiko yang ditentukan dalam satu iterasi dapat dicegah pada tahap berikutnya
- g. Fleksibilitas dan kesiapan terhadap perubahan persyaratan

Kekurangan dari model proses evolusi, yaitu :

- a. Model ini membutuhkan lebih banyak sumber daya daripada model proses waterfall
- b. Diperlukan manajemen yang konstan
- c. Masalah dengan arsitektur atau desain dapat terjadi karena tidak semua persyaratan dapat diramalkan selama tahap perencanaan singkat
- d. Pilihan buruk untuk proyek kecil
- e. Prosesnya sulit untuk dikelola
- f. Risiko mungkin tidak sepenuhnya ditentukan bahkan pada tahap akhir proyek

- g. Analisis risiko membutuhkan keterlibatan spesialis yang berkualifikasi tinggi

4.2 Pemanfaatan Model Proses Spiral dan Evolusi

1. Model proses spiral

Model proses spiral digunakan ketika terjadi hal-hal berikut ini, yaitu :

- a. Model spiral dalam rekayasa perangkat lunak biasanya digunakan saat proyek besar.
- b. Ketika peluncuran harus sering dilakukan, model spiral sangat baik digunakan.
- c. Ketika pembuatan prototipe dapat diterapkan.
- d. Ketika evaluasi risiko dan biaya sangat penting.
- e. Metodologi spiral berguna untuk proyek berisiko menengah hingga tinggi.
- f. Jika persyaratan tidak jelas dan kompleks, model spiral sangat berguna.
- g. Ketika perubahan mungkin diperlukan setiap waktu.
- h. Ketika komitmen proyek jangka panjang tidak memungkinkan karena adanya perubahan dalam prioritas ekonomi.

2. Model Proses Evolusi

Model proses evolusi digunakan ketika terjadi hal-hal berikut ini, yaitu :

- a. Model ini digunakan dalam proyek besar di mana kita dapat dengan mudah menemukan modul untuk implementasi tambahan. Model evolusi biasanya digunakan ketika pelanggan ingin mulai menggunakan fitur inti daripada menunggu ketika perangkat lunak telah lengkap.
- b. Model evolusi juga digunakan dalam pengembangan perangkat lunak berorientasi objek karena sistem dapat dengan mudah dibagi menjadi beberapa unit dalam hal objek.

BAB V

KESIMPULAN

Spiral model merupakan salah satu metode yang sangat cocok digunakan terhadap sebuah proyek berskala besar serta rentan akan perubahan dan juga membutuhkan jangka waktu yang cukup panjang. Model proses perangkat lunak evolusioner ini menggunakan sifat iteratif prototyping serta menggunakan model waterfall sebagai tahap desain pada umumnya. Model ini menggunakan prototype (model perangkat lunak yang belum jadi sepenuhnya) sebagai contoh untuk diberikan kepada pelanggan maupun kepada calon pengguna nantinya guna mendapatkan ulasan maupun saran untuk pembentukan *software* yang sesuai dengan target yang akan dicapai. Umumnya model ini digunakan sebagai metode dalam pembuatan sebuah game. Salah satu game yang menggunakan model ini adalah “Voxy Rescue”. Dengan menggunakan model ini perangkat lunak dapat diselesaikan dengan sistematis, estimasi biaya yang dapat terencana, analisis resiko menjadi lebih cepat dan mudah, mudah dalam melakukan perubahan, serta produksi *software* yang lebih cepat dikarenakan dengan adanya *prototyping* yang menggambarkan hasil akhir dari proyek tersebut. Namun model ini kurang tepat digunakan untuk proyek yang tergolong kecil. Tidak hanya itu, model ini dapat dikatakan memakan waktu yang relatif lama bergantung dengan banyaknya evaluasi yang dilakukan. Model ini tidak fleksibel dikarenakan membutuhkan pengalaman pada proses-proses sebelumnya jika memulai pada pertengahan proyek. Model ini juga rentan akan terjadinya ketidaksesuaian dengan jadwal dan biaya yang telah ditentukan dari awal.

Model evolusi merupakan evolusi dari model iteratif serta model incremental. Model ini membutuhkan *prototype* sebagai syarat awal dalam pembentukan *software*. *Prototype* tadinya, akan digunakan sebagai referensi bentuk akhir dari *software* yang akan dituju. Model *prototype* akan dilanjutkan pengerjaannya jika sudah mendapatkan persetujuan dan kejelasan. Pada tahap selanjutnya akan dilakukan perbaikan yang ada berdasarkan hasil uji coba pada model *prototype* sebelumnya. Umumnya pemodelan ini digunakan oleh industri-industri besar dan pembuatan proyek kecil. Salah satu yang sering menggunakan pemodelan ini adalah pembuatan website. Model *prototype* akan memudahkan kita dalam memberikan gambaran kepada kustomer. Selain itu, pengembangan game juga umumnya menggunakan pemodelan ini dalam proyek mereka. Dengan meluncurkan *prototype model* baik itu dalam bentuk video promosi maupun *gameplay* dari game tersebut. Menggunakan pemodelan ini akan mempercepat siklus awal dalam proyek yang ada. Selain itu, pemodelan ini akan memberikan fleksibilitas terhadap perubahan-perubahan yang ada selama proses pengerjaan proyek. Resiko-resiko yang besar juga akan dapat dicegah lebih awal dengan menggunakan pemodelan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. P. G. P. A. S. R. d. K. A. Gowtham V., “Evolutionary Models in Software Engineering,” *International Journal of New Technology and Research (IJNTR)*, vol. 3, pp. 30-33, 2017.
- [2] W. Scacchi, “Research Gate,” Oktober 1987. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/2261280>. [Diakses 23 Februari 2021].
- [3] Junyanti, “Pengembangan Sistem Spiral Model,” Binus University, 29 April 2019. [Online]. Available: <https://sis.binus.ac.id/2019/04/29/pengembangan-sistem-spiral-model/>. [Diakses 23 Februari 2021].
- [4] B. Afif, R. M. Rani dan R. Andy, “Penerapan Model Spiral Pada Rancang Bangun Game Platformer,” pp. 1-6, 2019.
- [5] S. P. Roger dan R. M. Bruce, “Software Engineering,” dalam *Software Engineering*, New York, McGraw-Hill Education, 2015.