GAMIFIKASI EDUKASI KEAMANAN SIBER



Disusun Oleh:

Nama : Haifan Naqi Rafdhaizmar Syah

NIM : 20523075

PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2025

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

GAMIFIKASI EDUKASI KEAMANAN SIBER

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

N a m a : Haifan Naqi Rafdhaizmar Syah
NIM : 20523075

Yogyakarta, 20 Januari 2025

Pembimbing 1,	Pembimbing 2,
(Fayruz Rahma, S.T., M.Eng.)	(Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs.)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

GAMIFIKASI EDUKASI KEAMANAN SIBER

TUGAS AKHIR

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 Januari 2025

Tim Penguji

Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs.

Anggota 1

Moh. Idris, S.Kom., M.Kom.

Anggota 2

Rahadian Kurniawan, S.Kom., M.Kom.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haifan Naqi Rafdhaizmar Syah

NIM : 20523075

Tugas akhir dengan judul:

GAMIFIKASI EDUKASI KEAMANAN SIBER

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 20 Januari 2025



Haifan Naqi Rafdhaizmar Syah

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya ini dipersembahkan kepada:

Allah SWT,

yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan petunjuk dalam setiap langkah perjalanan ini. Tanpa pertolongan-Nya, keberhasilan ini tidak mungkin tercapai.

Kedua orang tua dan keluarga tercinta,

yang selalu menjadi sumber kekuatan, kasih sayang, dan inspirasi dalam setiap perjalanan hidup. Dukungan tulus serta doa yang tiada henti menjadi alasan utama keberhasilan dalam menyelesaikan karya ini

Para dosen dan pembimbing,

Khususnya Ibu Fayruz Rahma, S.T., M.Eng. dan Ibu Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs. yang telah memberikan bimbingan, ilmu, serta motivasi tanpa mengenal lelah. Terima kasih atas kesabaran dan memberikan saya kepercayaan untuk menyelesaikan karya ini.

Teman-teman dan sahabat,

yang selalu memberikan dukungan moral dan semangat selama proses penelitian dan penyusunan karya ini. Terima kasih telah menjadi mitra dalam berbagi suka dan duka selama proses penelitian dan pengembangan karya ini.

Semua pihak yang telah memberikan kontribusi,

yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala dukungan, bantuan, serta kerja sama yang telah diberikan selama proses penelitian dan penyusunan karya ini.

HALAMAN MOTO

"Kita membutuhkan waktu kelam untuk membenahi diri kita"

"Terkadang untuk melihat cahaya, kita harus jatuh dalam kegelapan"

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Gamifikasi Edukasi Keamanan Siber dengan Konsep Capture The Flag". Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Informatika - Program Sarjana di Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa pencapaian ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Swt., atas rahmat, nikmat, dan kekuatan yang diberikan selama proses penulisan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, atas doa, dukungan moral, dan kasih sayang yang tiada henti.
3. Bapak Dr. Raden Teduh Dirgahayu, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Informatika Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Informatika Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Fayruz Rahma, S.T., M.Eng. dan Ibu Sheila Nurul Huda, S.Kom., M.Cs. selaku dosen pembimbing yang telah memberi waktu, bimbingan, ilmu, dan arahannya selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar di jurusan Informatika Universitas Islam Indonesia, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
7. Teman-teman dan rekan seperjuangan, atas dukungan moral, kebersamaan, dan motivasi selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan karya ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi kecil dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang keamanan siber.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini.

Yogyakarta, 20 Januari 2025



Haifan Naqi Rafdhaizmar Syah

SARI

Keamanan siber merupakan tantangan serius dalam dunia teknologi informasi saat ini, dan kurangnya jumlah ahli keamanan siber di Indonesia memperburuk situasi ini. Oleh karena itu, diperlukan pendidikan sejak dini, terutama di kalangan pelajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah gim edukasi yang dirancang untuk memperkenalkan siswa pada dasar-dasar keamanan siber secara interaktif dan menyenangkan. Gim ini dirancang menggunakan pendekatan ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi) untuk memastikan efektivitas dan kualitasnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa gim ini berhasil meningkatkan pemahaman pelajar terhadap topik-topik keamanan siber yang diajarkan, walaupun sebagian besar peserta masih kesulitan memahami topik yang diajarkan. Melalui berbagai tahapan pengembangan, gim ini tidak hanya mengedukasi pelajar tentang topik-topik antara lain kriptografi, OSINT, steganografi, dan forensika digital, tetapi juga membangkitkan minat mereka untuk mempelajari keamanan siber lebih dalam. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran pelajar tentang pentingnya keamanan siber, serta mendorong mereka untuk mendalami bidang ini, yang pada gilirannya dapat menambah jumlah ahli keamanan siber di Indonesia di masa depan.

Kata kunci: Gamifikasi, Gim Edukasi, Keamanan Siber.

GLOSARIUM

Glosarium memuat daftar kata tertentu yang digunakan dalam laporan dan membutuhkan penjelasan, misalnya kata serapan yang belum lazim digunakan. Urutkan sesuai abjad. Contoh penulisannya seperti di bawah ini:

ADDIE	(*Analysis, Design, Develop, Implement, Evaluate*) adalah model pengembangan instruksional yang terdiri dari lima tahap: Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi.
Evaluasi Sistem	Proses untuk menilai efektivitas dan kinerja suatu sistem setelah diterapkan, termasuk mengukur dampaknya terhadap pengguna dan tujuan yang ingin dicapai.
Forensika Digital	Proses mengumpulkan, menganalisis, dan menyimpan bukti digital untuk digunakan dalam investigasi.
Gamifikasi	Penerapan elemen-elemen permainan (seperti poin, level, atau tantangan) dalam konteks non-permainan untuk meningkatkan partisipasi dan keterlibatan pengguna.
Gim Edukasi	Penggunaan elemen-elemen permainan dalam konteks pendidikan untuk membuat pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif.
Keamanan Siber	Praktik melindungi sistem komputer, jaringan, dan data dari ancaman, serangan, dan akses yang tidak sah.
Kriptografi	Teknik untuk mengamankan komunikasi dan data dengan mengubah informasi menjadi bentuk yang tidak dapat dibaca tanpa kunci tertentu.
OSINT	(*Open Source Intelligence*) Adalah teknik pengumpulan informasi yang diperoleh dari sumber terbuka, seperti internet, media sosial, dan publikasi lainnya.
Scene	Istilah dalam pengembangan gim yang merujuk pada tampilan atau adegan tertentu dalam gim.
Steganografi	Teknik menyembunyikan data dalam fail untuk menghindari deteksi.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
HALAMAN MOTO vi
KATA PENGANTAR vii
SARI ix
GLOSARIUM x
DAFTAR ISI xi
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR GAMBAR xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Metode Penelitian 4
1.7 Sistematika Penelitian 4
BAB II LANDASAN TEORI 5
2.1 Keamanan Siber 5
2.2 Gamifikasi 5
2.3 Genre Gim 6
2.4 Penelitian Terkait 6
2.4.1 Genre Gim 6
2.4.2 Peserta Edukasi 8
2.4.3 Materi Edukasi Keamanan Siber 9
BAB III METODOLOGI 11
3.1 Metodologi Penelitian 11
3.2 Analisis Kebutuhan Sistem (Analyze) 12
3.2.1 Analisis Genre Gim 13

3.2.2 Analisis Target Peserta 13
3.2.3 Analisis Materi Edukasi 14
3.3 Perancangan Sistem (*Design)* 15
3.3.1 Game Design Document (GDD) 16
3.3.2 Desain Alur Gim 16
3.3.3 Desain Alur Cerita 17
3.3.4 Desain Aset 19
3.3.5 Desain Antarmuka 20
3.3.6 Desain Tantangan Soal Keamanan Siber 21
3.4 Pengembangan Sistem (Develop) 22
3.5 Implementasi Sistem (Implementation) 23
3.6 Evaluasi Sistem (Evaluate) 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 Hasil Analisis Kebutuhan Sistem 28
4.2 Implementasi Desain 29
4.2.1 Implementasi Desain Alur Cerita 30
4.2.2 Implementasi Desain Karakter 33
4.2.3 Implementasi Desain Gambar Latar Belakang 36
4.2.4 Implementasi Desain Antarmuka 39
4.2.5 Implementasi Tantangan Keamanan Siber 42
4.3 Pengembangan Sistem dengan GDevelop 47
4.4 Implementasi Sistem 51
4.5 Hasil Evaluasi Sistem 53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 61
5.1 Kesimpulan 61
5.2 Saran 61
DAFTAR PUSTAKA 63
LAMPIRAN 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar genre gim untuk mengedukasi pada penelitian sebelumnya 7
Tabel 2.2 Peserta edukasi dalam gim edukasi keamanan siber pada penelitian sebelumnya 8
Tabel 2.3 Topik materi keamanan siber.....9
Tabel 3.1 Elemen formal dalam gim.....15
Tabel 3.2 Contoh soal *pre-test* untuk metode evaluasi 26
Tabel 3.3 Contoh soal *post-test* untuk metode evaluasi.....27
Tabel 3.4 Contoh soal pengalaman pengguna untuk metode evaluasi 27
Tabel 4.1 *Dramatic arc* pada cerita 31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan model pengembangan ADDIE 12
Gambar 3.2 Alur gim edukasi keamanan siber 17
Gambar 3.3 Bagan percabangan alur cerita 19
Gambar 4.1 Diagram lingkaran narasi dalam gim meniningkatkan pengalaman belajar 29
Gambar 4.2 Diagram lingkaran narasi dalam gim membantu memahami dan mengigat materi pembelajaran 29
Gambar 4.3 Bagan alur cerita gim edukasi 32
Gambar 4.4 Visualisasi karakter pemain 33
Gambar 4.5 Visualisasi karakter detektif 34
Gambar 4.6 Visualisasi karakter host 35
Gambar 4.7 Visualisasi karakter Dr. Julia 36
Gambar 4.8 Latar belakang ruangan apartemen 37
Gambar 4.9 Latar belakang acara gala 38
Gambar 4.10 Latar belakang laboratorium 38
Gambar 4.11 Latar belakang tantangan keamanan siber 39
Gambar 4.12 Antarmuka *scene* mulai tantangan 40
Gambar 4.13 Antarmuka tantangan keamanan siber 41
Gambar 4.14 Antarmuka umpan balik jawaban salah 41
Gambar 4.15 Antarmuka skor keamanan siber 42
Gambar 4.16 Alur soal edukasi keamanan siber 43
Gambar 4.17 Gambar bahan soal edukasi keamanan siber 44
Gambar 4.18 Pengerjaan soal menggunakan alat (Google Lens) 45
Gambar 4.19 Pengerjaan soal menggunakan alat (Google Maps) 45
Gambar 4.20 Pengerjaan soal dengan alat (*Forensic Photo Analysis*) 46
Gambar 4.21 Pengerjaan soal dengan alat (steganografi) 47
Gambar 4.22 Pengimporan aset ke dalam GDevelop 48
Gambar 4.23 Pembuatan variabel untuk *scene* 49
Gambar 4.24 Penulisan logika untuk *scene* 50
Gambar 4.25 Uji coba gim menggunakan menu *preview* 51
Gambar 4.26 Memilih server *hosting* dan mengekspor gim 52
Gambar 4.27 Memberi deskripsi gim 52
Gambar 4.28 Hasil implementasi ke server *hosting* 53

Gambar 4.29 Diagram *pre-test* pemahaman topik kriptografi 54
Gambar 4.30 Diagram *post-test* pemahaman topik kriptografi 54
Gambar 4.31 Diagram *pre-test* pemahaman topik OSINT secara umum 55
Gambar 4.32 Diagram post-test penggunaan teknik OSINT untuk mengidentifikasi sebuah lokasi 55
Gambar 4.33 Diagram *pre-test* pemahaman topik forensika digital 56
Gambar 4.34 Diagram *post-test* pemahaman topik forensika digital 57
Gambar 4.35 Diagram *pre-test* pemahaman topik steganografi 57
Gambar 4.36 Diagram *post-test* pemahaman topik steganografi 58
Gambar 4.37 Diagram minat pembelajaran lebih lanjut 59
Gambar 4.38 Perbandingan persentase pemahaman responden 60

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Keamanan siber merupakan aspek krusial dalam dunia teknologi informasi saat ini. Dengan kemajuan pesat dalam teknologi dan konektivitas global, ancaman siber telah berkembang menjadi tantangan serius bagi individu, perusahaan, dan bahkan negara-negara. Ancaman siber dapat berupa serangan terhadap infrastruktur kritis, pencurian data pribadi, atau sabotase sistem yang dapat mengganggu kehidupan sehari-hari kita.

Banyak dari pelajar yang tidak mengetahui atau tidak memiliki latar belakang keamanan siber (Jordan et al., 2011). Hal tersebut menjadikan tugas yang menantang bagi seorang pengajar. Bidang keamanan siber penuh dengan prinsip-prinsip yang kompleks dan terus berubah. Ancaman siber terus berkembang, dan para pelaku jahat selalu mencari cara baru untuk mengeksploitasi sistem.

Dalam upaya untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan minat belajar dalam keamanan siber, pendekatan inovatif telah muncul, yaitu dengan penggunaan gamifikasi untuk pembelajaran (Chapman et al., 2014). Gamifikasi edukasi keamanan siber adalah metode pembelajaran yang menggunakan elemen permainan untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan peserta dalam topik keamanan siber. Dalam pendekatan ini, peserta dihadapkan pada serangkaian tantangan keamanan siber. Gamifikasi ini menciptakan lingkungan belajar yang interaktif dan menantang, memberikan pengalaman yang mendekati situasi nyata yang dihadapi oleh para profesional keamanan siber.

Hasilnya, pendekatan gamifikasi untuk edukasi keamanan siber telah terbukti efektif dalam meningkatkan minat belajar dan pemahaman peserta terhadap keamanan siber (Costa et al., 2020). Hal ini memungkinkan mereka untuk belajar sambil bermain, menghadapi tantangan yang menantang, dan merasakan kepuasan ketika mereka berhasil menyelesaikan tugas-tugas tersebut. Dengan demikian, gamifikasi membantu mengubah persepsi keamanan siber dari sesuatu yang menakutkan menjadi sesuatu yang menarik dan menantang. Hal ini tidak hanya memotivasi lebih banyak orang untuk belajar tentang keamanan siber, tetapi juga membantu menciptakan para profesional keamanan siber yang lebih kompeten dan siap menghadapi ancaman yang berkembang pesat dalam dunia digital.

Salah satu masalah utama yang berusaha diselesaikan dalam penelitian ini adalah kurangnya media edukasi keamanan siber yang berbahasa Indonesia dan relevan dengan konteks lokal. Saat ini, sebagian besar edukasi keamanan siber yang tersedia cenderung ditujukan untuk mahasiswa atau profesional di perusahaan, sementara siswa sekolah belum menjadi target utama dalam penelitian maupun pengembangan media pembelajaran serupa. Padahal, siswa pada usia ini mulai aktif menggunakan internet untuk belajar, bermain, dan berkomunikasi, sehingga rentan terhadap ancaman siber seperti *phishing*, peretasan akun, atau penyebaran *malware*.

Tidak hanya itu, kurangnya tenaga ahli pada bidang keamanan siber di Indonesia menjadi salah satu tantangan utama dalam menghadapi ancaman dan permasalahan keamanan siber (Mahendra & Pinatih, 2023). Meskipun kebutuhan akan profesional di sektor ini semakin meningkat, jumlah tenaga ahli yang kompeten masih sangat terbatas. Untuk mengatasi masalah ini, penting untuk mempersiapkan generasi muda dengan memberikan pengetahuan tentang keamanan siber sejak dini (Devianto et al., 2024). Dengan memperkenalkan konsep dasar keamanan siber kepada siswa sekolah, mereka dapat dilatih untuk mengenali dan menangani ancaman di dunia maya sejak tahap awal pendidikan. Hal ini tidak hanya akan memperluas jumlah tenaga ahli siber di masa depan, tetapi juga meningkatkan kesadaran dan kemampuan masyarakat dalam menghadapi risiko yang muncul seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi digital.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengatasi berbagai permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya, yaitu dengan mengembangkan gim edukasi keamanan siber yang dirancang khusus untuk siswa sekolah menengah. Gim ini bertujuan tidak hanya untuk meningkatkan kesadaran siswa terhadap ancaman keamanan siber, tetapi juga untuk memperkenalkan keterampilan dasar dalam keamanan siber. Dengan menyasar siswa sekolah menengah sebagai target utama, penelitian ini diharapkan dapat memberikan edukasi lebih dini dan menjadi langkah awal dalam membangun fondasi keterampilan teknis di bidang siber.

Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta minat yang lebih besar di kalangan generasi muda terhadap bidang keamanan siber, yang pada akhirnya akan membantu memenuhi kebutuhan tenaga ahli di Indonesia. Mengingat masih terbatasnya tenaga profesional di bidang ini, gim edukasi ini dapat menjadi salah satu solusi inovatif untuk mempersiapkan generasi penerus yang lebih kompeten, kreatif, dan tangguh dalam menghadapi tantangan keamanan siber.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan pokok yang menjadi fokus penelitian. Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagaimana penerapan gamifikasi dalam pembelajaran keamanan siber memengaruhi minat belajar peserta?
b. Bagaimana penggunaan gamifikasi dalam pembelajaran keamanan siber dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta terkait dengan topik ini?

1.3 Batasan Masalah

Dalam rangka menjaga fokus penelitian, penelitian ini memiliki batasan-batasan yang perlu diperhatikan. Adapun batasan-batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Penelitian tidak akan mencakup evaluasi aspek teknis khusus yang terkait dengan detail ancaman keamanan siber, seperti jenis-jenis ancaman siber dan cara mencegah atau menanggulanginya.
b. Gim ini ditujukan untuk siswa sekolah menengah. Hal ini karena pada tingkat sekolah menengah, anak-anak mulai membutuhkan pengetahuan dasar tentang keamanan siber, sementara pendidikan formal tentang topik ini biasanya baru diberikan di tingkat perguruan tinggi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

a. Menerapkan gamifikasi dalam edukasi keamanan siber.
b. Menyediakan media pembelajaran untuk mengenalkan materi keamanan siber dalam bentuk video gim.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

a. Memberikan pengalaman belajar yang mendekati dengan masalah keamanan siber yang ada.
b. Menyajikan pengalaman serupa skenario kehidupan nyata untuk pembelajaran keamanan siber.
c. Dapat mendorong anak untuk nantinya belajar materi keamanan siber.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan penelitian ini adalah ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate*).

1.7 Sistematika Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang permasalahan yang mendasari pengembangan, rumusan masalah, batasan masalah, serta tujuan dan manfaat dari penelitian yang dilakukan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bagian ini memuat penjelasan mengenai teori-teori yang relevan dengan pengembangan, termasuk teori pendukung yang digunakan untuk memperkuat pelaksanaan penelitian. Teori yang dibahas meliputi konsep gim dan teori lainnya yang berkaitan dengan tujuan penelitian.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menguraikan tahapan penelitian, model yang digunakan, serta langkah-langkah yang dilakukan selama proses pengembangan. Termasuk dalam pembahasan ini adalah analisis dan perancangan aplikasi dengan pendekatan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*).

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan hasil implementasi dan pengujian aplikasi yang dilakukan. Pembahasan mencakup analisis kinerja sistem, deskripsi proses kerja sistem.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini memuat kesimpulan yang merupakan rangkuman dari hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan. Selain itu, bab ini juga memberikan saran untuk pengembangan lebih lanjut, dengan mempertimbangkan keterbatasan yang ditemukan selama pelaksanaan penelitian.

BAB II
LANDASAN TEORI

Dalam pentingnya pembelajaran keamanan siber, pendekatan yang inovatif dan interaktif semakin menjadi kebutuhan utama. Bab ini akan mengulas landasan teori yang mendukung pengembangan gim edukasi keamanan siber. Pembahasan meliputi teori tentang keamanan siber, serta penerapan gamifikasi dalam pembelajaran. Selain itu, tinjauan literatur terhadap penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan gamifikasi dalam pendidikan akan disertakan. Kajian ini memberikan pemahaman mendalam sebagai pijakan dalam merancang gim edukasi yang relevan.

2.1 Keamanan Siber

Keamanan siber menunjukkan tiga faktor penting. Metode untuk melindungi Teknologi Informasi (TI), data itu sendiri, dan data yang diproses dan ditransmisikan bersama dengan cara fisik ataupun pengaturan virtual. Tingkat perlindungan yang diperoleh didapatkan dengan menerapkan langkah-langkah tersebut dan aspek-aspek profesional yang terkait (Thakur et al., 2016). Selain itu, keamanan siber tidak hanya terbatas pada perlindungan sumber daya informasi, tetapi juga mencakup perlindungan aset lain, termasuk individu itu sendiri. Hal ini termasuk bahwa faktor manusia dapat menjadi target potensial serangan siber atau ikut serta dalam serangan siber tanpa disadari (Von Solms & Van Niekerk, 2013).

2.2 Gamifikasi

Gamifikasi mengacu pada penerapan dinamika, mekanisme, dan kerangka kerja permainan ke dalam latar yang bukan permainan, seperti pendidikan. Hal ini melibatkan penggabungan elemen desain permainan, seperti *badges*, *experience points*, dan *storytelling*, ke dalam lingkungan pembelajaran untuk melibatkan dan memotivasi siswa. Tujuan dari gamifikasi adalah untuk meningkatkan motivasi dan pencapaian siswa dengan memanfaatkan motivasi intrinsik yang seringkali dihasilkan oleh permainan (Stott & Neustaedter, 2013). Ide menggunakan gim sebagai alat untuk mengajar bukanlah hal baru, tetapi merupakan salah satu cara terbaik untuk mengajar/belajar. Jika elemen kompetitif dengan kesenangan ditambahkan ke dalam platform pembelajaran, maka akan menjadi lebih menyenangkan dan membawa semangat belajar (Li et al., 2016).

2.3 Genre Gim

Genre game adalah aspek fundamental dari industri video gim, yang berfungsi sebagai kerangka kerja untuk memahami, mengkategorikan, dan menikmati gim (Căşvean, 2015). Genre gim memberikan gambaran tentang sifat permainan dan keterampilan yang dibutuhkan pemain. Beberapa genre yang umum meliputi *Action Games*, yang menuntut refleks cepat; *Role-Playing Games* (RPG), dengan narasi kompleks dan perkembangan karakter; *Adventure Games*, yang berfokus pada eksplorasi dan teka-teki; *Strategy Games*, yang menekankan perencanaan; *Fighting Games*, dengan aksi intens; *Casual Games*, yang sederhana dan mudah dimainkan; serta *Sandbox Games*, yang menawarkan kebebasan tanpa aturan kemenangan. Penelitian ini menggunakan genre *Storytelling*, yang mengutamakan narasi, dialog, dan cerita untuk menyampaikan edukasi keamanan siber secara menarik dan imersif.

2.4 Penelitian Terkait

Subbab ini membahas berbagai penelitian terkait yang menjadi acuan dalam pengembangan gim edukasi keamanan siber. Penelitian-penelitian sebelumnya dirangkum dalam beberapa tabel yang memuat informasi penting, seperti hasil yang diperoleh, serta relevansinya terhadap penelitian ini. Dengan menyajikan tabel ini, pembaca dapat memahami bagaimana penelitian sebelumnya memberikan landasan teoritis maupun praktis dalam merancang dan mengembangkan gim edukasi ini. Selain itu, analisis terhadap penelitian terkait membantu mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, serta celah penelitian yang dapat diisi oleh penelitian ini, sehingga menghasilkan kontribusi yang lebih signifikan dalam bidang edukasi keamanan siber.

2.4.1 Genre Gim

Genre gim yang sering digunakan dalam penerapan konsep gamifikasi untuk edukasi mencakup berbagai pendekatan yang dirancang untuk menarik minat pemain sekaligus menyampaikan materi keamanan siber secara efektif. Genre *Adventure* memberikan pengalaman eksplorasi dan penyelesaian misi, sementara genre *Quiz-based* berfokus pada tantangan berbasis soal yang menguji pengetahuan pemain. Genre *Simulator* digunakan untuk menciptakan lingkungan virtual yang mendekati situasi dunia nyata, membantu pemain mempraktikkan skenario keamanan siber secara realistis. Genre *Storytelling*, yang menekankan pada narasi yang kuat untuk membangun keterlibatan pemain, memungkinkan mereka memahami konsep keamanan siber melalui alur cerita yang mendalam. Genre *RPG*

memungkinkan pemain berkembang melalui narasi dan peran yang mendalam, memotivasi mereka untuk menyelesaikan tantangan berbasis cerita. *Board Game*, yang terinspirasi dari permainan tradisional, menyajikan edukasi dalam format yang interaktif dan santai. Teknologi *Augmented Reality* (AR) menambahkan elemen dunia nyata untuk memperkaya pengalaman belajar, sedangkan genre *Point and Click* mengarahkan pemain untuk mencari solusi dengan berinteraksi secara langsung dengan elemen di dalam gim. *Escape Room* menantang pemain untuk memecahkan teka-teki dalam batas waktu tertentu, menciptakan pengalaman yang intens dan mendalam dalam memahami aspek keamanan siber.

Setiap genre ini menawarkan pendekatan unik untuk menghadirkan edukasi keamanan siber, memungkinkan pengembang untuk memilih genre yang paling sesuai dengan kebutuhan target pemain. Pada Tabel 2.1 diberikan contoh genre gim yang sering digunakan untuk mengedukasi.

Tabel 2.1 Daftar genre gim untuk mengedukasi pada penelitian sebelumnya

No.	Genre	Literatur
1	Adventure	(Haziq et al., 2021), (Karagiannis & Magkos, 2020), (Jaffray et al., 2021), (Chen et al., 2019), (Ros et al., 2020)
2	Quiz based	(Giannakas et al., 2019), (Maqsood & Chiasson, 2021), (Zahed et al., 2019), (Abu-Amara et al., 2021), (Scholefield & Shepherd, 2019)
3	Simulator	(Wen et al., 2019), (Karagiannis & Magkos, 2021), (Katsantonis & Mavridis, 2021), (Mittal et al., 2021)
4	Visual Novel	(Vorontsova et al., 2023), (Hernandez et al., 2022), (Huynh et al., 2017), (Hudaya et al., 2024)
5	RPG	(Scholefield & Shepherd, 2019), (Wen et al., 2019), (Karagiannis & Magkos, 2020)
6	Board Game	(Hart et al., 2020), (Yasin et al., 2019)
7	Augmented Reality	(Korkiakoski et al., 2023), (Alqahtani & Kavakli-Thorne, 2020)
8	Point and Click	(Giannakas et al., 2019), (Zahed et al., 2019)
9	Escape Room	(Costa et al., 2020)

Berdasarkan Tabel 2.1, genre gim yang paling banyak digunakan dalam penerapan edukasi adalah *Adventure*, yang menawarkan pengalaman eksplorasi dan penyelesaian misi yang menarik. Genre ini diikuti oleh *Quiz-Based*, yang fokus pada tantangan berbasis soal untuk menguji pengetahuan pemain secara langsung. Selanjutnya, genre *Simulator* menempati posisi ketiga, memberikan pengalaman realistis dalam simulasi skenario keamanan siber. Ketiga genre ini mencerminkan popularitas pendekatan yang tidak hanya edukatif tetapi juga

mampu menciptakan pengalaman bermain yang interaktif dan menghibur. Genre *Adventure* berfokus pada eksplorasi, pemecahan teka-teki, dan pengembangan cerita. *Visual Novel* dan *adventure* memiliki kesamaan dalam penekanan pada narasi dan interaksi pemain. Beberapa *Visual Novel* menggabungkan elemen permainan petualangan, seperti eksplorasi lingkungan dan pemecahan teka-teki, untuk memperkaya *gameplay* dan memberikan pengalaman yang lebih interaktif.

2.4.2 Peserta Edukasi

Bagian ini membahas kelompok-kelompok yang telah menjadi target dalam edukasi keamanan siber. Fokus utama adalah siapa saja yang sudah mendapatkan atau berpotensi untuk mendapatkan pembelajaran terkait keamanan siber, seperti siswa, mahasiswa, profesional muda, hingga masyarakat umum. Penentuan kelompok peserta yang tepat berdasarkan seberapa banyak mereka mendapatkan edukasi. Tabel 2.2 dapat menjadi acuan untuk melihat peserta edukasi.

Tabel 2.2 Peserta edukasi dalam gim edukasi keamanan siber pada penelitian sebelumnya

No.	Peserta	Literatur
1	Mahasiswa	(Karagiannis & Magkos, 2020), (Jaffray et al., 2021), (Ros et al., 2020), (Karagiannis & Magkos, 2021), (Katsantonis & Mavridis, 2021), (Mittal et al., 2021), (Korkiakoski et al., 2023), (Alqahtani & Kavakli-Thorne, 2020)
2	Siswa SD	(Giannakas et al., 2019), (Maqsood & Chiasson, 2021), (Zahed et al., 2019)
3	Orang Umum	(Wen et al., 2019), (Korkiakoski et al., 2023)
4	Pegawai	(Abu-Amara et al., 2021), (Hart et al., 2020)
5	Siswa Sekolah Menengah	(Costa et al., 2020), (Haziq et al., 2021)

Berdasarkan Tabel 2.2, mayoritas literatur menunjukkan bahwa mahasiswa lebih sering menjadi target utama dalam edukasi keamanan siber. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas materi yang umumnya sudah berada pada tingkat lanjutan, sehingga sulit diakses oleh siswa sekolah menengah. Selain itu, mahasiswa cenderung memiliki keterampilan teknis yang lebih baik dibandingkan siswa sekolah menengah. Namun demikian, siswa sekolah menengah juga membutuhkan edukasi keamanan siber karena pentingnya memberikan edukasi lebih dini dalam bidang ini. Dengan jumlah fasilitas edukasi keamanan siber yang terbatas untuk siswa sekolah menengah, mereka dapat menjadi target potensial untuk pengembangan gim edukasi

keamanan siber di masa mendatang, tentunya dengan penyesuaian tingkat kompleksitas materi yang disajikan.

2.4.3 Materi Edukasi Keamanan Siber

Subbab ini membahas berbagai topik yang umumnya diajarkan dalam program edukasi untuk meningkatkan pemahaman peserta tentang keamanan siber. Materi ini mencakup aspek-aspek penting dalam keamanan siber yang dirancang untuk membantu peserta mengenali, memahami, dan mengatasi berbagai ancaman siber. Fokus pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan peserta untuk memastikan materi yang diberikan relevan dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Tabel 2.3 dapat menjadi acuan untuk memilih materi pembelajaran. Namun, contoh materi dalam Tabel 2.3 kebanyakan menggunakan bahasa non-Indonesia, sehingga diperlukan penyesuaian dengan materi yang lebih relevan dan menggunakan bahasa Indonesia agar peserta lebih mudah memahaminya.

Tabel 2.3 Topik materi keamanan siber

No.	Peserta	Topik pembelajaran
1	Mahasiswa	*Basic terminal operations*, *Digital forensics*, *Network intrusion* (Karagiannis & Magkos, 2021), dan *Cybersecurity threat* (Alqahtani & Kavakli-Thorne, 2020).
2	Siswa Sekolah Menengah	*Cryptography*, *Open source intelligence* (Costa et al., 2020), *Web investigation*, *Steganography*, dan *Digital forensics* (Haziq et al., 2021).
3	Siswa SD	*Basic Security*, *Privacy* (Giannakas et al., 2019), *Cyberbullying*, *Data privacy*, *Online reputation*, *Privacy and ethics*, dan *Fact checking* (Maqsood & Chiasson, 2021).
4	Lainnya	*Cyber awareness* (Hart et al., 2020).

Berdasarkan Tabel 2.2 dan Tabel 2.3, materi keamanan siber yang cocok untuk diajarkan kepada siswa sekolah menengah adalah materi yang memiliki tingkat kesulitan yang dapat disesuaikan dengan pemahaman mereka serta relevan dengan penelitian yang sudah ada. Beberapa topik yang direkomendasikan antara lain kriptografi dasar, yang mudah dipahami dan dapat digunakan untuk menunjukkan bagaimana informasi dapat diamankan. Selain itu, *Open Source Intelligence* (OSINT) juga menjadi topik yang menarik, karena mengajarkan cara

mencari dan menganalisis informasi yang tersedia secara publik di internet, membantu siswa memahami jejak digital serta pentingnya menjaga privasi daring. Forensika digital turut menjadi materi yang bermanfaat, karena memberikan wawasan tentang bagaimana data tersembunyi dapat ditemukan dan dianalisis dalam investigasi keamanan siber dasar. Selain itu, steganografi dapat diajarkan untuk memperkenalkan konsep penyembunyian informasi dalam file digital seperti gambar atau audio. Materi-materi ini dipilih karena bersifat fundamental, dan dapat meningkatkan kesadaran siswa khususnya sekolah menengah terhadap ancaman keamanan siber serta cara menghadapinya dengan lebih bijak.

BAB III
METODOLOGI

Bab ini membahas metodologi yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengembangkan gim edukasi keamanan siber. Metodologi ini mencakup langkah-langkah yang diambil untuk merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan gim, serta cara-cara untuk menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman peserta tentang isu-isu keamanan siber. Dalam bab ini, akan dijelaskan pendekatan yang digunakan, mulai dari analisis kebutuhan, desain antarmuka, pengembangan sistem, hingga evaluasi yang dilakukan untuk memastikan gim ini dapat memberikan pengalaman edukatif yang optimal bagi para penggunanya.

3.1 Metodologi Penelitian

Dalam penelitian terkait pengembangan gim edukasi keamanan siber, diperlukan pemilihan metode pengembangan yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Metode ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dapat dipilih sebagai pendekatan yang paling relevan untuk pengembangan gim ini karena layak digunakan dalam pembelajaran (Hasanah et al., 2021). Metode ADDIE dipilih karena memiliki struktur yang sistematis dan fleksibel, sehingga mampu mendukung pengembangan gim edukasi yang interaktif dan terukur.

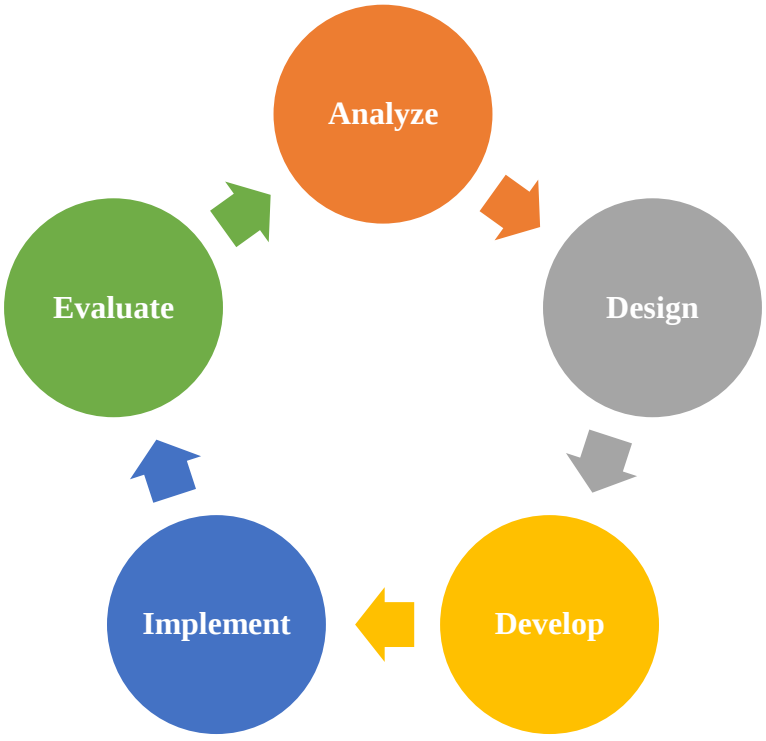
Penelitian ini difokuskan pada pengembangan gim edukasi berbasis web untuk meningkatkan pemahaman keamanan siber pada siswa tingkat menengah. Pendekatan ADDIE memungkinkan perancangan dan pengembangan yang terorganisasi, mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi hasil implementasi. Dengan pendekatan ADDIE, gim ini diharapkan tidak hanya menjadi alat pembelajaran yang inovatif tetapi juga berkontribusi pada peningkatan literasi keamanan siber di kalangan siswa tingkat menengah.

Tahapan pengembangan gim edukasi keamanan siber menggunakan metode ADDIE adalah sebagai berikut:

1. *Analysis*: Menganalisis kebutuhan sistem pembelajaran, termasuk materi keamanan siber yang akan diajarkan, serta genre gim yang dapat digunakan.
2. *Design*: Merancang alur gim berbasis tantangan keamanan siber yang mencerminkan situasi keamanan siber dunia nyata. Menyusun mekanisme gim seperti merancang soal keamanan siber.

3. *Development*: Mengembangkan gim sesuai dengan desain yang telah direncanakan.
4. *Implementation*: Mengimplementasikan gim di platform berbasis web, memungkinkan target peserta mengakses gim kapan saja dan di mana saja.
5. *Evaluation*: Melakukan analisis efektivitas gim dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang keamanan siber.

Berdasarkan penjelasan di atas, model ADDIE merupakan kerangka sederhana yang dirancang untuk mengembangkan pembelajaran, dengan proses yang fleksibel untuk diterapkan di berbagai konteks karena strukturnya yang *universal*. Setiap tahap dalam model ini saling berkaitan dan selalu merujuk pada langkah sebelumnya, yang telah melalui evaluasi dan revisi untuk memastikan hasil akhirnya optimal. Dengan pendekatan ini, media pembelajaran yang dihasilkan diharapkan menarik dan mampu menciptakan pengalaman belajar yang efektif. Dalam penelitian ini, pengembangan gim edukasi keamanan siber juga mengikuti alur model ADDIE sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan model pengembangan ADDIE

3.2 Analisis Kebutuhan Sistem (*Analyze*)

Tahap analisis kebutuhan sistem bertujuan untuk mengidentifikasi elemen-elemen yang diperlukan dalam pengembangan gim edukasi keamanan siber. Analisis ini mencakup tiga

aspek utama, yaitu genre gim yang cocok digunakan untuk gim edukasi, target peserta sebagai pengguna gim, dan materi kemanan siber yang akan digunakan sebagai konten pembelajaran.

3.2.1 Analisis Genre Gim

Bahasan ini bertujuan untuk memahami preferensi dan target peserta terhadap gim secara umum serta mengidentifikasi elemen-elemen yang dianggap menarik dan menyenangkan dalam gim edukasi. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan genre gim yang paling sesuai untuk pengembangan gim edukasi keamanan siber.

Selain itu, analisis ini akan berfokus pada aspek psikologis dan motivasional peserta dalam memilih dan menikmati gim. Genre-genre gim tertentu, seperti *Adventure*, *Quiz-based*, atau *Simulator*, memiliki daya tarik yang berbeda-beda tergantung pada kebutuhan dan karakteristik peserta. Dengan menggali preferensi ini lebih jauh, pengembang dapat mengidentifikasi genre yang tidak hanya sesuai dengan tujuan edukasi, tetapi juga dapat mempertahankan keterlibatan dan minat peserta sepanjang permainan.

Data yang diperoleh dari analisis genre gim ini akan digunakan sebagai acuan untuk menentukan genre mana yang paling sesuai untuk pengembangan gim edukasi keamanan siber. Genre ini akan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran, seperti pemahaman konsep kriptografi, forensika digital, OSINT, dan steganografi, serta memberikan pengalaman yang menantang namun tetap menyenangkan. Dengan demikian, genre yang dipilih tidak hanya akan meningkatkan efektivitas pembelajaran, tetapi juga membuat peserta lebih tertarik dan termotivasi untuk terus berpartisipasi.

3.2.2 Analisis Target Peserta

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa untuk mengatasi kurangnya jumlah ahli keamanan siber di Indonesia, pendidikan keamanan siber sejak dini sangat penting. Terutama karena hingga saat ini, pendidikan terkait keamanan siber di tingkat sekolah menengah masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penting untuk memberikan edukasi tentang topik ini kepada siswa sekolah menengah agar mereka dapat memahami dan mengatasi ancaman siber yang ada. Dengan memperkenalkan konsep dasar keamanan siber sejak dini, diharapkan dapat menciptakan kesadaran dan keterampilan yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di dunia digital, serta mempersiapkan mereka untuk berkontribusi dalam mengatasi masalah keamanan siber di masa depan.

3.2.3 Analisis Materi Edukasi

Berdasarkan analisis target peserta, materi edukasi yang akan diberikan dalam pengembangan gim ini mencakup beberapa topik penting dalam keamanan siber, yaitu:

1. *Cryptography*,

   Cryptography akan membantu peserta memahami teknik enkripsi dan dekripsi untuk melindungi data. Metode yang digunakan dalam topik ini adalah teknik dekripsi sederhana dan peserta diberikan petunjuk agar mencoba beberapa teknik dekripsi sederhana antara lain Caesar cipher, ROT13, Bacon cipher, dan A1Z26. Metode tersebut dipilih karena sederhana dan mudah dipelajari oleh peserta

2. *Open Source Intelligence* (OSINT),

   OSINT mengajarkan peserta bagaimana mengumpulkan informasi dari sumber terbuka dan menyelidiki aktivitas di dunia maya. Tetapi, dengan luasnya *framework* OSINT, maka memerlukan pemilihan *framework* yang tepat agar materi lebih mudah dipahami oleh peserta. Oleh karena itu, *framework image search* dan *framework maps* dipilih karena bersifat sederhana dan dapat dijelaskan dengan cara yang lebih praktis. *Framework image search*, yang digunakan karena memungkinkan pemain menelusuri informasi dari gambar menggunakan Google Lens. Kemudian *framework maps* diguanakan karena dapat membantu peserta dalam menganalisis lokasi berdasarkan data geografis menggunakan Google Maps.

3. *Steganography*,

   Steganography akan mengajarkan peserta tentang teknik menyembunyikan informasi dalam berbagai media digital, dan media yang dipilih pada penelitian ini adalah sebuah fail gambar. Fail gambar dipilih karena dapat meggunakan bahan soal yang sebelumnya dipakai pada topik OSINT.

4. *Digital Forensics*,

   Digital Forensics berfokus pada analisis bukti digital untuk mendalami kasus-kasus keamanan siber. Topik yang digunakan pada *Digital Forensics* adalah foto forensika. Foto forensika dipilih karena dapat meggunakan bahan soal yang sebelumnya dipakai pada topik OSINT.

Materi-materi tersebut dipilih karena relevansinya dengan kebutuhan peserta khususnya anak sekolah menengah yang berfokus pada peningkatan pemahaman dan keterampilan dalam menghadapi ancaman siber yang semakin kompleks. Dengan mengintegrasikan materi ini,

diharapkan dapat memudahkan peserta untuk belajar keamanan siber lebih lanjut di masa depan.

3.3 Perancangan Sistem (*Design)*

Proses perancangan gim edukasi keamanan siber dilakukan setelah kebutuhan sistem dirumuskan secara lengkap berdasarkan hasil analisis. Tahap ini memungkinkan peneliti untuk memahami bagaimana alur permainan dirancang agar mendukung pembelajaran keamanan siber secara efektif dan menarik.

Perancangan gim meliputi beberapa langkah utama, seperti penyusunan *Game Design Document* (GDD), perancangan alur gim (*game flow*), desain antarmuka pengguna (*user interface*), serta integrasi mekanisme tantagan keamanan siber ke dalam gim. GDD digunakan sebagai kerangka awal yang menjelaskan elemen-elemen penting dalam gim, termasuk tantangan, interaksi, dan elemen edukatif yang ingin disampaikan.

Gim secara formal adalah sistem yang mencakup elemen-elemen seperti aturan, yang mengatur jalannya permainan; konflik, yang memberikan tantangan bagi pemain; tujuan, yang menjadi pencapaian yang ingin diraih; pemain, yang mengacu pada pengguna gim; batasan, yaitu batasan antara tempat pemain berinteraksi dan dunia nyata; dan elemen hasil, yang harus tidak pasti agar menarik perhatian pemain. Semua elemen ini bekerja bersama untuk menciptakan pengalaman bermain yang menarik dan berkesan (Fullerton, 2008). Hal tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Elemen formal dalam gim

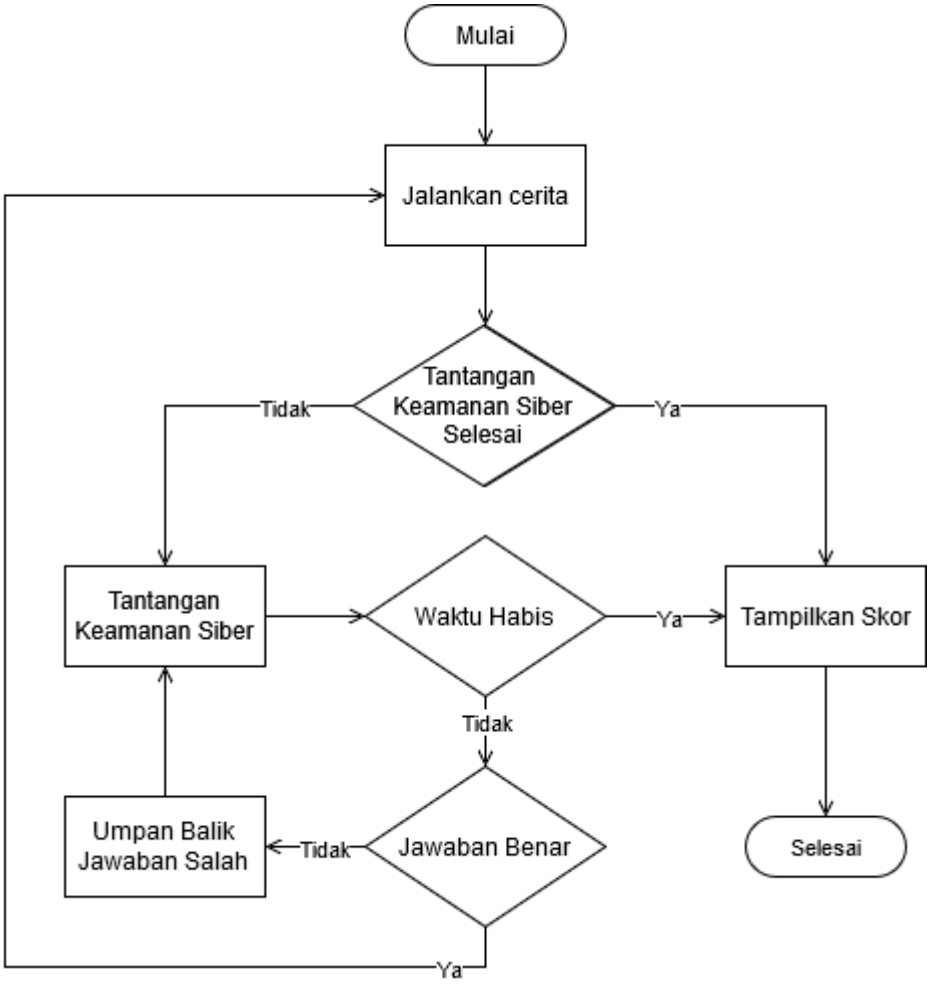
No.	Elemen	Konten
1	Aturan	Pada sistem yang dikembangkan, ada aturan yang mengikat, yaitu pemain harus menyelesaikan tantangan keamanan siber untuk bisa memenangkan gim.
2	Konflik	Saat pemain bermain, mereka diberikan konflik berupa tantangan keamanan siber itu sendiri.
3	Tujuan	Tujuan dari sistem ini adalah untuk memberikan tantangan kemanan siber.
4	Pemain	Pemain dari sistem ini yaitu anak sekolah menengah.
5	Batasan	Peristiwa yang terjadi dalam sistem ini dibatasi dan tidak ada kaitannya dengan dunia nyata.
6	Hasil	Hasil dari gim ini tidak menentu. Pemain belum tentu bisa mengerjakan semua tantangan keamanan siber.

3.3.1 Game Design Document (GDD)

Game Design Document (GDD) adalah dokumen penting yang digunakan untuk merinci semua aspek pengembangan gim edukasi keamanan siber. GDD berfungsi sebagai panduan bagi pengembang untuk memastikan semua elemen gim dirancang dengan konsisten dan sesuai dengan tujuan edukasi yang ingin dicapai. Dokumen ini mencakup berbagai komponen, seperti deskripsi konsep gim, tujuan pembelajaran, mekanisme permainan, alur cerita, desain antarmuka pengguna (UI), dan sistem evaluasi. GDD juga menyertakan spesifikasi teknis, seperti platform pengembangan yang akan digunakan, alat dan teknologi yang dipilih, serta detail tentang integrasi sistem yang diperlukan untuk mendukung fitur-fitur permainan, seperti pengelolaan data peserta dan pelacakan kemajuan. Dengan adanya GDD, proses pengembangan gim dapat berlangsung lebih terstruktur dan efisien, serta memudahkan dalam mengidentifikasi kebutuhan dan masalah potensial yang mungkin muncul selama proses pembuatan gim. GDD tersebut dapat dilihat lebih detail pada lampiran

3.3.2 Desain Alur Gim

Alur gim adalah representasi alur permainan yang menggambarkan perjalanan pemain dari awal hingga akhir gim. Dalam gim edukasi keamanan siber, alur gim memandu cara pemain berinteraksi dengan elemen-elemen permainan secara berurutan. Alur permainan dimulai dari pemain memasuki menu utama untuk membaca informasi dan instruksi gim, lalu langsung diarahkan ke tantangan pertama. Pemain harus menjawab soal dalam batas waktu tertentu. Jika jawaban benar, pemain otomatis melanjutkan ke tantangan berikutnya dengan sisa waktu yang tersedia. Jika jawaban salah, umpan balik diberikan tanpa penalti waktu, memungkinkan pemain memperbaiki kesalahan mereka. Pada akhir gim, halaman skor akan menampilkan hasil kinerja pemain, termasuk waktu penyelesaian dan jumlah percobaan. Alur gim ini dirancang untuk memastikan pengalaman bermain yang lancar, mendukung tujuan edukasi, serta menjaga alur permainan tetap dinamis dan interaktif. Ilustrasi untuk alur gim dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alur gim edukasi keamanan siber

3.3.3 Desain Alur Cerita

Alur cerita dalam gim merupakan narasi yang menghubungkan setiap tantangan dan peristiwa yang dialami pemain dari awal hingga akhir permainan. Dalam gim edukasi keamanan siber ini, alur cerita dirancang untuk memberikan konteks yang menarik dan meningkatkan keterlibatan pemain dalam memahami konsep keamanan siber.

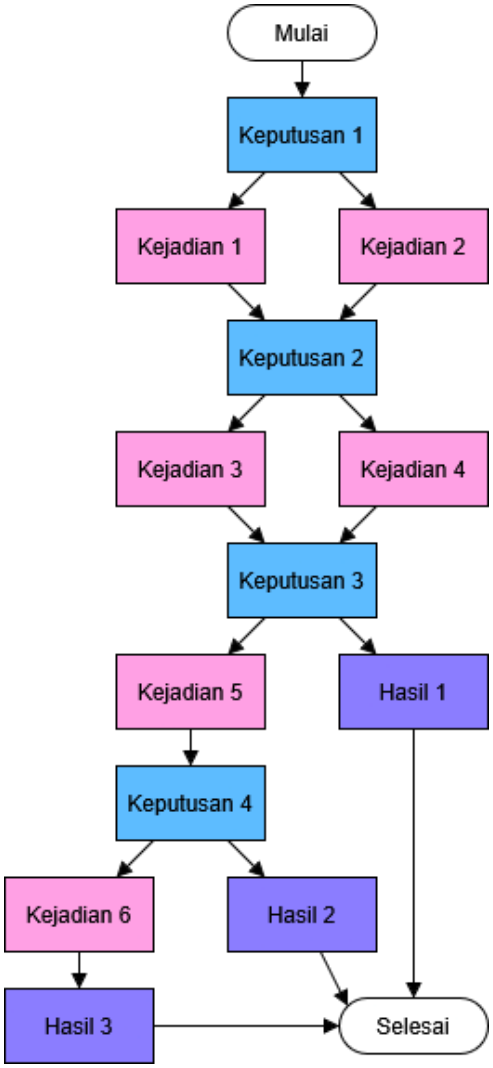
Pemain memulai cerita di apartemennya, menikmati waktu luang sambil menonton *live stream* gala teknologi dari StellarSync. Acara tersebut memamerkan alat implan canggih yang memungkinkan integrasi asisten virtual ke dalam tubuh manusia. Namun, gala mendadak kacau akibat pemadaman listrik, diikuti oleh pencurian alat implan oleh drone misterius.

Seorang detektif privat yang disewa oleh perusahaan menghubungi pemain, meminta bantuannya sebagai ahli keamanan siber. Pemain setuju dan menuju lokasi di mana drone itu diamankan. Setelah menganalisis data drone dengan cara memecahkan tantangan berbasis kriptografi, pemain menemukan file gambar misterius yang mengarah ke sebuah bangunan.

Pemain kembali ke apartemen untuk menyelidiki gambar menggunakan teknik OSINT, akhirnya menemukan lokasi bangunan tersebut. Detektif menyelidiki lokasi, tetapi hasilnya nihil. Merasa ada yang terlewat, pemain menggunakan teknik forensika digital untuk menggali informasi lebih dalam, menemukan petunjuk baru berupa kata sandi tersembunyi.

Dengan kata sandi tersebut, pemain memecahkan tantangan steganografi, mengungkap lokasi dan waktu di mana peretas akan menjual alat yang dicuri. Informasi ini diberikan kepada detektif, yang segera bergerak untuk menangkap pelaku dan mengamankan alat implan. Cerita berakhir dengan keberhasilan misi dan kontribusi pemain dalam menyelesaikan kasus.

Percabangan alur cerita juga dirancang untuk memberikan fleksibilitas dalam pengalaman bermain, memungkinkan pemain menentukan jalannya sendiri berdasarkan keputusan yang diambil. Dengan adanya percabangan, cerita tidak bersifat linear, melainkan dapat berubah sesuai dengan tindakan pemain, menciptakan dinamika yang lebih interaktif dan imersif. Setiap pilihan yang dibuat dapat memengaruhi perkembangan cerita, seperti bagaimana tantangan diselesaikan, informasi yang diperoleh, serta hasil akhir yang dicapai. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan pemain, tetapi juga memberikan variasi dalam pengalaman bermain, sehingga setiap sesi permainan dapat terasa unik dan lebih menarik. Alur tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Bagan percabangan alur cerita

3.3.4 Desain Aset

Desain aset merupakan tahap penting dalam pengembangan gim edukasi keamanan siber. Aset mencakup elemen visual seperti latar belakang, karakter, ikon, tombol, serta elemen grafis lainnya yang digunakan untuk mendukung antarmuka gim. Desain aset dilakukan dengan mempertimbangkan tema edukasi dan estetika yang sederhana, tetapi tetap menarik, agar dapat memberikan pengalaman bermain yang intuitif dan menyenangkan bagi pemain. Setiap aset dirancang agar mendukung navigasi, memperjelas informasi yang disajikan, dan memperkuat nuansa tantangan dalam permainan. Aset-aset ini dioptimalkan untuk kompatibilitas dengan platform pengembangan gim, seperti GDevelop, sehingga proses integrasi berjalan lancar. Desain yang konsisten di seluruh elemen gim membantu menciptakan identitas visual yang kuat sekaligus meningkatkan fokus pemain pada tujuan pembelajaran.

3.3.5 Desain Antarmuka

Pada tahap pengembangan game edukasi ini, desain antarmuka (UI) memegang peranan penting dalam memberikan pengalaman yang nyaman dan menarik bagi pemain. Desain yang baik tidak hanya memperhatikan elemen visual yang estetis, tetapi juga memastikan fungsionalitas dan kemudahan navigasi selama permainan. Untuk itu, langkah pertama adalah merancang dan membuat berbagai aset grafis yang akan digunakan dalam game, termasuk *background*, ikon, dan tombol interaktif. Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan berbagai *tools* yang sesuai untuk menghasilkan elemen-elemen yang dibutuhkan. Salah satu *tools* yang digunakan untuk membuat *background* adalah Fotor (https://www.fotor.com), sementara untuk elemen seperti ikon dan border tombol, digunakan Photopea (https://www.photopea.com). Berikut adalah langkah-langkah terperinci dalam proses implementasi desain antarmuka untuk game ini.

a. Mempersiapkan Konsep Desain

   Sebelum memulai pengembangan elemen grafis, tahap pertama yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan konsep desain yang jelas dan konsisten. Dalam konteks permainan ini, konsep desain yang dipilih adalah *cyberpunk*, yang mencerminkan dunia futuristik, teknologi canggih, dan dunia digital. Konsep ini akan digunakan untuk setiap elemen visual, mulai dari latar belakang hingga ikon dan tombol. Selama tahap persiapan, penting untuk mempertimbangkan pengalaman pengguna (UX) yang ingin dicapai, memastikan bahwa desain tidak hanya estetis tetapi juga fungsional. Warna-warna neon, elemen grafis berbasis digital, serta pencahayaan yang mencolok akan digunakan untuk menciptakan atmosfer yang mendalam dan imersif. Dengan konsep desain yang matang, seluruh elemen grafis dapat dirancang agar sesuai dengan tema dan mendukung tujuan permainan edukasi yang ingin dicapai.

b. Membuat *Background*

   Setelah konsep desain ditetapkan, langkah selanjutnya adalah membuat *background* untuk setiap *scene* dalam permainan. *Background* ini bertujuan untuk menciptakan atmosfer yang mendalam dan mendukung tema yang telah dipilih. Untuk menghasilkan gambar latar belakang yang sesuai dengan tema, digunakan Fotor, alat berbasis AI yang memungkinkan pembuatan gambar secara otomatis. Dengan Fotor, latar belakang yang menggambarkan dunia futuristik dengan elemen teknologi dan pencahayaan neon, ciri khas tema *cyberpunk*,

dapat dihasilkan. Proses ini memastikan bahwa setiap scene memiliki visual yang menarik dan konsisten, mendukung pengalaman pemain.

c. Membuat Elemen Antarmuka

Untuk membuat elemen antarmuka, langkah pertama adalah merancang berbagai komponen grafis yang diperlukan, seperti ikon, tombol, dan lainnya untuk setiap elemen interaktif. Elemen-elemen ini harus konsisten dengan tema dan gaya desain yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu *cyberpunk*. Photopea digunakan sebagai alat utama untuk pembuatan elemen-elemen ini. Dengan fitur yang mirip dengan Photoshop, Photopea memungkinkan pembuatan aset seperti ikon, border tombol, dan elemen lainnya. Setiap elemen dirancang dengan memperhatikan fungsionalitas dan kesan visual yang diinginkan, untuk memastikan bahwa antarmuka yang dihasilkan sesuai dengan tujuan permainan dan memberikan pengalaman yang menarik bagi pemain.

d. Mengimpor Aset ke Gdevelop

Setelah elemen-elemen antarmuka dan *background* siap, langkah selanjutnya adalah mengimpor semua aset yang telah dibuat ke dalam platform GDevelop. Proses ini melibatkan pengunggahan berbagai elemen visual seperti gambar latar, ikon, tombol, dan elemen grafis lainnya yang akan digunakan dalam gim. Di GDevelop, aset dapat diatur dengan mudah pada layer yang berbeda, memungkinkan penempatan dan pengaturan elemen sesuai dengan desain antarmuka yang telah dirancang. Mengimpor aset ke dalam GDevelop juga termasuk memastikan setiap elemen memiliki ukuran dan resolusi yang tepat untuk menjaga kualitas visual saat gim dijalankan pada berbagai perangkat. Dengan aset yang sudah terorganisir dengan baik, dapat dilanjutkan ke tahap pengaturan logika dan interaksi di dalam gim.

3.3.6 Desain Tantangan Soal Keamanan Siber

Pada tahap ini, tantangan dalam gim edukasi keamanan siber dirancang dengan tujuan menguji pemahaman pemain terhadap konsep-konsep keamanan siber yang telah ditentukan. Setiap tantangan dibangun untuk menghadirkan soal yang relevan dengan topik seperti kriptografi, OSINT, steganografi, serta forensika digital. Desain tantangan mencakup berbagai elemen, seperti mekanisme soal, tingkat kesulitan, dan format jawaban yang interaktif. Tantangan ini dirancang untuk memberikan pengalaman yang berkesan dalam, dengan skenario yang menyerupai situasi nyata di dunia digital. Setiap soal juga dilengkapi dengan batas waktu tertentu untuk memberikan tekanan realistis yang mendorong pemain berpikir

cepat dan strategis. Dengan pendekatan ini, gim tidak hanya berfungsi sebagai alat pembelajaran, tetapi juga sebagai sarana pelatihan keterampilan praktis yang dapat langsung diterapkan.

3.4 Pengembangan Sistem (*Develop*)

Pada subbab ini, dijelaskan mengenai proses pengembangan sistem menggunakan platform GDevelop. GDevelop dipilih karena kemampuannya dalam membuat gim edukasi berbasis web tanpa memerlukan keterampilan pemrograman yang mendalam. Pengembangan dimulai dengan mengimpor aset-aset yang telah disiapkan sebelumnya, seperti gambar dan elemen antarmuka ke dalam platform. Setelah itu, dilakukan penataan elemen-elemen tersebut ke dalam *scene* yang sudah dirancang. GDevelop memungkinkan penyesuaian logika gim secara visual, sehingga mempermudah dalam pengaturan interaksi antar elemen, seperti tombol, mulai tantangan, dan sistem waktu. Penentuan alur permainan, seperti urutan tantangan dan pengaturan waktu, diatur menggunakan *event-based system* yang ada di GDevelop. Setelah elemen-elemen utama disusun, dilakukan uji coba untuk memastikan semua fitur berjalan dengan baik, seperti penghitungan waktu, navigasi antar *scene*, dan kelancaran antarmuka pengguna. Dengan demikian, GDevelop memfasilitasi pembuatan gim edukasi keamanan siber ini secara efisien dan efektif tanpa memerlukan kode yang rumit.

a. Mengimpor aset-aset

   Pada tahap pengembangan, langkah pertama yang dilakukan adalah mengimpor berbagai aset yang diperlukan ke dalam platform GDevelop. Aset-aset ini meliputi gambar, ikon, tombol, dan elemen visual lainnya yang akan digunakan dalam antarmuka dan tampilan gim.

b. Membuat variabel

   Pada tahap pengembangan berikutnya, langkah yang dilakukan adalah membuat variabel di dalam platform GDevelop. Variabel ini berfungsi untuk menyimpan data dan mengatur logika permainan, seperti menghitung skor pemain, melacak waktu yang tersisa, menyimpan status setiap tantangan, atau menentukan navigasi antar scene. Variabel dapat dibuat dalam berbagai jenis, seperti variabel global untuk data yang berlaku di seluruh permainan, variabel *scene* untuk data khusus dalam satu *scene*, atau variabel objek untuk menyimpan data terkait dengan elemen tertentu dalam gim.

c. Menulis logika

Setelah variabel berhasil dibuat, langkah berikutnya adalah menulis logika permainan di dalam platform GDevelop. Proses ini melibatkan penggunaan *event editor* untuk menetapkan aturan, kondisi, dan tindakan yang membentuk mekanisme permainan. Misalnya, logika digunakan untuk mengatur transisi antar *scene*, menampilkan umpan balik berdasarkan jawaban pemain, menghitung skor secara *real-time*, serta mengatur batas waktu setiap tantangan. Dengan menggunakan pendekatan berbasis *event*, pengembang dapat mengimplementasikan logika tanpa harus menulis kode secara langsung, sehingga mempercepat proses pengembangan gim dan memastikan setiap elemen berfungsi sesuai desain.

d. Menguji coba

Setelah logika permainan ditulis, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba untuk memastikan bahwa semua fungsi dan mekanisme yang telah diimplementasikan berjalan sesuai dengan desain. Uji coba ini mencakup pengujian setiap *event* yang telah dibuat, seperti transisi antar *scene*, respons tombol, penghitung waktu, dan penghitungan skor. Proses ini dilakukan dengan memainkan gim secara menyeluruh, mencoba berbagai skenario, dan memeriksa apakah logika permainan menghasilkan output yang sesuai dengan input pemain. Jika ditemukan kesalahan atau *bug*, pengembang dapat langsung memperbaiki *event* yang terkait dalam editor GDevelop, sehingga memastikan pengalaman bermain yang lancar dan bebas gangguan.

3.5 Implementasi Sistem (*Implementation*)

Pada tahap ini, setelah gim berhasil dikembangkan menggunakan GDevelop, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikannya ke platform web agar dapat diakses oleh target pengguna. Implementasi ini bertujuan untuk memastikan gim dapat berjalan secara optimal di berbagai perangkat dengan koneksi internet. Proses ini mencakup pengunggahan fail gim ke server *hosting*, pengaturan domain atau URL agar mudah diakses, serta pengujian performa untuk memastikan stabilitas, kecepatan, dan kompatibilitas gim. Dengan implementasi berbasis web, pemain dapat dengan mudah mengakses gim ini melalui peramban tanpa perlu mengunduh aplikasi tambahan, sehingga memaksimalkan jangkauan dan kenyamanan pengguna. Berikut adalah detail pengimplementasian sistem:

a. Memastikan Gim Sudah Selesai

Langkah yang pertama yaitu memastikan semua aspek pengembangan gim telah selesai, termasuk semua fitur, tantangan, dan antarmuka. Setiap mekanisme permainan, seperti logika tantangan keamanan siber, sistem waktu, dan transisi antar-*scene*, harus diuji untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan dengan baik.

b. Memilih Platform Hosting

Pada tahap implementasi, pemilihan platform *hosting* menjadi langkah penting untuk memastikan gim dapat diakses secara luas. Dalam proyek ini, platform GD.games, yang merupakan server *hosting* resmi dari GDevelop, telah dipilih.

GD.games menawarkan sejumlah keunggulan, seperti kemudahan konfigurasi, kompatibilitas penuh dengan gim yang dikembangkan menggunakan GDevelop, dan antarmuka yang sederhana untuk proses unggah dan manajemen file gim. *Hosting* ini juga mendukung koneksi yang stabil serta memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung potensi jumlah pemain.

Pilihan GD.games didasarkan pada pertimbangan efisiensi dan kesederhanaan. Dengan memanfaatkan platform ini, proses implementasi dapat dilakukan tanpa memerlukan konfigurasi tambahan yang rumit, sehingga pengembang dapat fokus pada pengujian dan optimalisasi gim. Hal ini membuat GD.games menjadi solusi ideal untuk mendistribusikan gim edukasi keamanan siber secara efektif kepada target pengguna.

c. Unggah Fail Gim.

Setelah platform hosting dipilih, langkah berikutnya adalah mengunggah file gim ke server *hosting*. Pada GD.games, proses ini dapat dilakukan langsung melalui antarmuka pengguna yang disediakan. Dengan menyelesaikan proses ini, gim edukasi keamanan siber sudah tersedia secara daring dan siap diakses oleh target pengguna melalui peramban.

d. Edit Detail Deskripsi Gim.

Setelah fail gim berhasil diunggah ke platform *hosting*, langkah berikutnya adalah mengedit dan melengkapi detail deskripsi gim. Deskripsi ini penting untuk memberikan gambaran singkat namun menarik kepada calon pemain, sekaligus membantu mereka memahami tujuan dan mekanisme gim sebelum mulai bermain.

Langkah awal dalam proses ini adalah dengan masuk ke dashboard GD.games menggunakan akun yang telah terdaftar. Setelah itu, membuka halaman pengelolaan gim yang telah diunggah dan gunakan fitur opsi untuk mengedit atau memperbarui informasi terkait gim. Hal ini memungkinkan pengembang untuk menyempurnakan tampilan serta memberikan informasi yang relevan.

Deskripsi gim harus mencakup beberapa elemen penting. Langkah pertama yaitu menjelaskan konsep dasar gim, seperti fokus pada edukasi keamanan siber. Lalu, memastikan untuk menyoroti topik yang disajikan dalam gim, termasuk kriptografi, OSINT, steganografi, dan forensika digital, agar pemain dapat memahami nilai pembelajaran yang akan mereka peroleh. Selain itu, tambahkan informasi tentang pengalaman unik yang ditawarkan, seperti mekanisme pembelajaran interaktif atau waktu terbatas untuk menyelesaikan tantangan.

Detail tambahan seperti genre gim dan target pemain juga perlu disertakan. Misalnya, genre gim dapat diklasifikasikan sebagai Edukasi. Lalu, menyertakan instruksi singkat untuk memudahkan pemain memahami cara memainkan gim ini.

e. Pengujian Fungsionalitas.

Pengujian fungsionalitas merupakan langkah penting setelah gim berhasil diunggah ke platform *hosting*. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa gim dapat berjalan dengan baik di peramban web sehingga pengguna dapat mengaksesnya tanpa kendala. Pengujian dilakukan untuk memeriksa apakah semua fitur, elemen antarmuka, dan mekanisme permainan bekerja sesuai dengan yang dirancang.

Langkah pertama adalah membuka tautan gim yang dihosting melalui berbagai peramban populer, seperti Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, atau Safari. Hal ini dilakukan untuk memastikan kompatibilitas gim dengan berbagai platform peramban. Selanjutnya, memastikan setiap elemen visual, seperti latar belakang, ikon, tombol, dan teks, tampil dengan benar di setiap peramban yang diuji.

Selain itu, interaksi pemain dengan antarmuka gim harus diuji secara menyeluruh. Maka, dilakukan uji coba untuk memulai gim, menyelesaikan beberapa tantangan, dan memeriksa apakah alur permainan berjalan dengan lancar. Lalu langkah terakir yaitu memerhatikan apakah ada jeda waktu yang berlebihan saat memuat gim atau saat berpindah dari satu *scene* ke *scene* lainnya.

3.6 Evaluasi Sistem (*Evaluate*)

Pada tahap ini, evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas gim edukasi yang telah dikembangkan dalam menyampaikan materi keamanan siber kepada peserta. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mengetahui topik-topik apa saja yang telah berhasil dipahami oleh target peserta, berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap tantangan, dan seberapa banyak upaya yang dilakukan oleh peserta untuk mencoba menyelesaikan tantangan

yang ada dalam gim. Evaluasi ini juga akan memberikan wawasan tentang seberapa baik gim ini dapat mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, dan seberapa menarik serta menantang tantangan yang disediakan untuk peserta.

Langkah pertama dari evaluasi ini adalah mengumpulkan data dari hasil interaksi pemain dengan gim. Ini dapat mencakup waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan setiap soal, tingkat keberhasilan peserta dalam menyelesaikan tantangan, serta *feedback* atau tanggapan langsung dari peserta mengenai pengalaman mereka saat bermain. Dengan data ini, pengembang dapat mengevaluasi bagian mana dari gim yang perlu diperbaiki atau ditingkatkan, baik dalam hal kesulitan tantangan, kejelasan instruksi, atau aspek teknis lainnya.

Setelah data evaluasi terkumpul, langkah selanjutnya adalah menganalisis hasilnya untuk melihat pola dan tren yang muncul. Misalnya, jika sebagian besar peserta kesulitan dalam tantangan tertentu, ini bisa menjadi indikasi bahwa tingkat kesulitan atau materi yang disajikan perlu disesuaikan. Begitu pula jika ada bagian yang berhasil dikuasai peserta dengan cepat, ini mungkin menandakan bahwa tantangan tersebut terlalu mudah atau tidak cukup menantang.

Sebagai bagian dari evaluasi, *pre-test* dan *post-test* digunakan untuk mengukur perubahan pemahaman peserta sebelum dan sesudah memainkan gim edukasi. Soal *pre-test* dan *post-test* dirancang untuk mencakup berbagai topik yang disajikan dalam gim, seperti kriptografi, OSINT, forensika digital, dan steganografi. Contoh soal-soal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3:

Tabel 3.2 Contoh soal *pre-test* untuk metode evaluasi

No.	Pertanyaan
1	Apakah Anda mengetahui apa itu enkripsi dalam konteks keamanan siber?
2	Seberapa besar pengetahuan Anda tentang teknik enkripsi dasar seperti Caesar Cipher?
3	Apakah Anda pernah mendengar tentang konsep forensika digital?
4	Sejauh mana Anda memahami cara menganalisis jejak digital atau metadata dalam suatu gambar atau dokumen?
5	Apakah Anda tahu bahwa informasi tersembunyi dalam gambar atau file digital dapat diakses menggunakan teknik tertentu?
6	Apakah Anda mengetahui teknik OSINT (Open Source Intelligence) untuk mengumpulkan informasi dari sumber terbuka, seperti gambar atau metadata?
7	Apakah Anda tahu bahwa lokasi seseorang dapat diketahui melalui metadata gambar atau foto?
8	Apakah Anda mengetahui teknik steganografi yang digunakan untuk menyembunyikan informasi dalam gambar atau file lainnya?
9	Sejauh mana Anda memahami pentingnya privasi informasi yang dibagikan melalui foto atau media sosial?

Tabel 3.3 Contoh soal *post-test* untuk metode evaluasi

No.	Pertanyaan
1	Setelah mengikuti gim ini, apakah Anda lebih memahami konsep dasar enkripsi, seperti Caesar Cipher
2	Apakah gim ini membantu Anda memahami bagaimana informasi tersembunyi dapat ditemukan menggunakan teknik forensika digital?
3	Setelah mengikuti gim ini, apakah Anda lebih memahami bagaimana OSINT (Open Source Intelligence) digunakan untuk mengidentifikasi sebuah lokasi dalam gambar atau data terbuka lainnya?
4	Apakah gim ini membantu Anda mengerti bahwa lokasi seseorang dapat diketahui hanya dengan menggunakan sebuah gambar?
5	Setelah mengikuti gim ini, apakah Anda lebih memahami konsep steganografi dan cara menyembunyikan informasi dalam gambar atau file lainnya?
6	Apakah gim ini meningkatkan pemahaman Anda mengenai penggunaan alat dan teknik untuk mengungkapkan informasi yang tersembunyi dalam gambar atau data lainnya?
7	Setelah memainkan gim ini, sejauh mana Anda merasa lebih sadar akan pentingnya privasi informasi yang dibagikan dalam foto atau media sosial?
8	Apakah gim ini membantu Anda mengerti bagaimana menggunakan alat steganografi untuk menemukan informasi tersembunyi?
9	Apakah Anda merasa lebih siap untuk menganalisis data digital dan menemukan informasi tersembunyi menggunakan teknik enkripsi, forensika digital, OSINT, atau steganografi setelah mengikuti gim ini?
10	Apakah Anda merasa lebih tertarik untuk mempelajari lebih lanjut tentang enkripsi, forensika digital, OSINT, atau steganografi setelah memainkan gim ini?

Evaluasi sistem tidak hanya berfokus pada efektivitas penyampaian materi pembelajaran, tetapi juga pada aspek interaksi dan kenyamanan dalam menggunakan sistem yang telah dikembangkan. Pengalaman pengguna mencakup berbagai faktor, seperti kemudahan navigasi, tingkat keterlibatan dalam permainan, serta kepuasan terhadap tantangan yang disajikan. Dengan mengevaluasi aspek-aspek ini, dapat diketahui sejauh mana sistem berhasil memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menarik bagi pemain. Contoh soal-soal tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Contoh soal pengalaman pengguna untuk metode evaluasi

No.	Pertanyaan
1	Seberapa mudah Anda merasa untuk menggunakan aplikasi ini?
2	Apakah aplikasi ini memenuhi kebutuhan Anda?
3	Seberapa sering Anda mengalami masalah saat menggunakan aplikasi ini?
4	Bagaimana Anda menilai desain aplikasi ini?
5	Seberapa jelas dan mudah dipahami navigasi aplikasi ini?
6	Apakah font dan warna yang digunakan nyaman di mata?
7	Apakah Anda mengalami gangguan atau crash saat menggunakan aplikasi?
8	Seberapa puas Anda dengan pengalaman keseluruhan menggunakan aplikasi ini?
9	Apakah Anda akan merekomendasikan aplikasi ini kepada orang lain?

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan disajikan hasil dari implementasi dan pengujian gim edukasi keamanan siber yang telah dikembangkan. Pembahasan akan mencakup evaluasi terhadap efektivitas gim dalam mencapai tujuan pembelajaran, yakni peningkatan pemahaman peserta mengenai topik-topik penting dalam keamanan siber, seperti kriptografi, forensika digital, OSINT, dan steganografi. Selain itu, akan dianalisis pula respons dan umpan balik dari peserta yang diuji coba, serta seberapa baik gim ini diterima oleh target peserta dalam konteks interaktivitas, keterlibatan, dan kemudahan penggunaan. Hasil yang diperoleh dari evaluasi dan analisis ini akan menjadi dasar untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut, guna memastikan gim ini dapat memberikan pengalaman belajar yang efektif dan menyenangkan bagi pengguna.

4.1 Hasil Analisis Kebutuhan Sistem

Pada subbab ini, akan dibahas hasil dari analisis kebutuhan sistem yang dilakukan untuk pengembangan gim edukasi keamanan siber berbasis. Proses analisis kebutuhan sistem bertujuan untuk menentukan spesifikasi teknis dan fungsional yang diperlukan agar gim dapat berjalan dengan optimal. Sedangkan kebutuhan perangkat lunak melibatkan platform pengembangan seperti GDevelop dan alat-alat lain yang digunakan untuk mendesain dan mengimpor aset, serta platform hosting web yang akan digunakan untuk distribusi gim. Selain itu, dalam analisis ini juga ditentukan kebutuhan sistem untuk mendukung fungsionalitas gim, termasuk sistem evaluasi peserta, manajemen data, serta mekanisme untuk memastikan gim dapat diakses dengan lancar oleh berbagai jenis pengguna. Dengan analisis kebutuhan sistem yang jelas, tahap pengembangan gim dapat dilakukan dengan lebih terstruktur dan terarah, sehingga hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

Berdasarkan analisis yang dilakukan, genre yang dipilih untuk gim edukasi keamanan siber ini adalah *visual novel*. *Visual novel* dipilih karena genre ini sangat berfokus pada narasi dan pengembangan cerita, yang memungkinkan integrasi materi edukasi secara mendalam. Dalam konteks gim ini, narasi berperan penting untuk menyampaikan informasi dan tantangan-tantangan yang terkait dengan topik keamanan siber, antara lain kriptografi, OSINT, forensika digital, dan steganografi. Dengan menggunakan *visual novel*, pemain dapat terlibat dalam alur cerita yang menarik sambil secara aktif memecahkan tantangan yang disajikan, sehingga proses

pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menyenangkan. Genre *visual novel* juga memungkinkan penyesuaian elemen visual yang mendukung atmosfer serta memfasilitasi pemahaman peserta terhadap materi yang disampaikan, menjadikannya pilihan yang tepat untuk menciptakan pengalaman edukatif yang efektif dan menarik. Hal ini dapat dilihat dalam Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Diagram lingkaran narasi dalam gim meniningkatkan pengalaman belajar



Gambar 4.2 Diagram lingkaran narasi dalam gim membantu memahami dan mengigat materi pembelajaran

4.2 Implementasi Desain

Pada subbab ini, akan dibahas mengenai langkah-langkah yang diambil dalam implementasi desain untuk gim edukasi keamanan siber. Implementasi desain dimulai dengan

pengembangan alur cerita karena gim ini menggunakan genre *visual novel*. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan antarmuka pengguna (UI) yang intuitif dan menarik. Proses ini mencakup pembuatan elemen-elemen visual seperti *background*, tombol, dan ikon menggunakan alat seperti Fotor dan Photopea. Setiap elemen desain dipilih dan disesuaikan dengan tema *cyberpunk* untuk menciptakan suasana yang sesuai dengan konteks keamanan siber. Setelah desain elemen grafis selesai, langkah berikutnya adalah pengintegrasian aset ke dalam platform GDevelop. Pada tahap ini, logika permainan dan alur cerita yang telah direncanakan dimasukkan ke dalam *game engine* untuk memastikan interaksi yang mulus antara pemain dan tantangan yang disajikan. Selain itu, implementasi desain juga mencakup pengujian awal untuk memastikan bahwa elemen antarmuka berfungsi dengan baik di berbagai perangkat dan platform. Semua tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan pengalaman bermain yang tidak hanya menarik tetapi juga mendukung tujuan edukasi yang diinginkan.

4.2.1 Implementasi Desain Alur Cerita

Desain alur cerita merupakan salah satu elemen penting dalam pengembangan sebuah gim edukasi, karena alur cerita yang baik dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi pemain untuk terus berinteraksi dengan permainan. Dalam subbab ini, akan dibahas bagaimana alur cerita dikembangkan secara sistematis untuk mendukung tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Penyusunan alur cerita yang menarik dan sesuai dengan konteks permainan tidak hanya berfungsi sebagai hiburan, tetapi juga sebagai sarana untuk memperkenalkan konsep-konsep penting dalam keamanan siber. Melalui pendekatan yang terstruktur, alur cerita diharapkan dapat memandu pemain melalui berbagai tantangan yang relevan dengan materi pembelajaran secara efektif dan menyenangkan. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3.

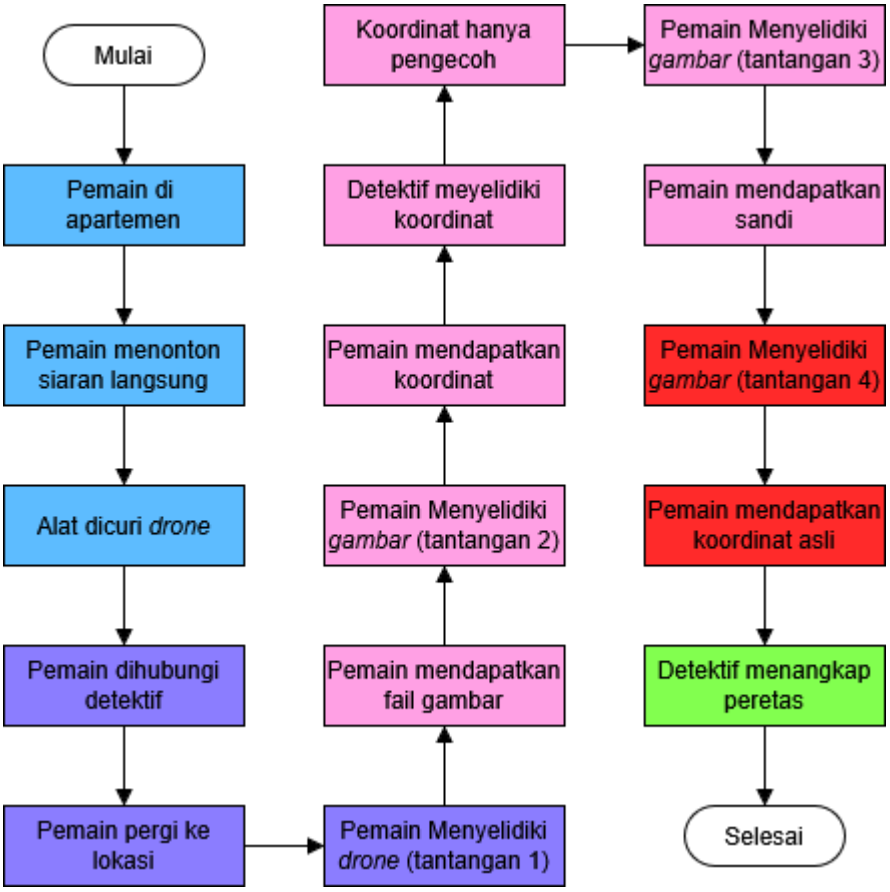
Salah satu elemen yang penting dalam sebuah alur cerita yaitu *dramatic arc*, yang berfungsi sebagai kerangka utama untuk membangun ketegangan dan keterlibatan pemain. Struktur ini terdiri dari *exposition*, *conflict*, *rising action*, *climax*, *falling action*, dan *resolution*, yang memastikan perkembangan cerita berjalan secara dinamis. *Exposition* berfungsi sebagai pengenalan terhadap seting, karakter, dan konsep yang penting untuk jalannya cerita. *Rising action* dalam berfungsi sebagai peningkatan kompleksitas cerita. *Climax* menjadi titik puncak ketegangan yang menentukan arah akhir cerita, sementara *falling action* dan *resolusi* memberikan akhiran pada cerita. Dengan mengintegrasikan *dramatic arc* ke dalam sistem permainan, gim dapat menghadirkan pengalaman yang lebih mendalam, bermakna, dan emosional bagi pemain. *Dramatic arc* tersebut dapat dilihat lebih detail pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 *Dramatic arc* pada cerita

No.	Dramatic Arc	Konten
1	*Exposition*	Pemain memulai cerita di apartemennya, menikmati waktu luang sambil menonton live stream gala teknologi dari StellarSync. Acara tersebut memamerkan alat implan canggih yang memungkinkan integrasi asisten virtual ke dalam tubuh manusia. Namun, gala mendadak kacau akibat pemadaman listrik, diikuti oleh pencurian alat implan oleh drone misterius.
2	*Conflict*	Seorang detektif privat yang disewa oleh perusahaan menghubungi pemain, meminta bantuannya sebagai ahli keamanan siber. Pemain setuju dan menuju lokasi di mana drone itu diamankan. Setelah menganalisis data drone dengan cara memecahkan tantangan berbasis kriptografi, pemain menemukan file gambar misterius yang mengarah ke sebuah bangunan.
3	*Rising action*	Pemain kembali ke apartemen untuk menyelidiki gambar menggunakan teknik OSINT, akhirnya menemukan lokasi bangunan tersebut. Detektif menyelidiki lokasi, tetapi hasilnya nihil. Merasa ada yang terlewat, pemain menggunakan teknik forensika digital untuk menggali informasi lebih dalam, menemukan petunjuk baru berupa kata sandi tersembunyi.
4	*Climax*	Dengan kata sandi tersebut, pemain memecahkan tantangan steganografi, mengungkap lokasi dan waktu di mana peretas akan menjual alat yang dicuri.
5	*Falling action*	Informasi ini diberikan kepada detektif, yang segera bergerak untuk menangkap pelaku dan mengamankan alat implan.
6	*Resolution*	Cerita berakhir dengan keberhasilan misi dan kontribusi pemain dalam menyelesaikan kasus.

Percabangan dalam *dramatic arc* terjadi pada berbagai tahap untuk memberikan pengalaman yang lebih interaktif dan menantang bagi pemain. Pada tahap *Conflict*, percabangan terjadi ketika pemain menghadapi tantangan kriptografi. Jika pemain memilih untuk melewati tantangan, maka akan diceritakan pemain akan mengguanakan *brute force* yang memakan waktu, sehingga konsekuensinya mereka akan kehilangan waktu untuk menyelesaikan tantangan berikutnya. Saat memasuki *rising action*, percabangan terjadi dalam tantangan OSINT. Jika pemain memilih untuk melewati tantangan, maka diceritakan pemain akan mencoba teknik OSINT lain kali apabila pemain masih tidak menemukan informasi pada teknik selanjutnya. Lalu, percabangan lain terjadi dalam tantangan forensika digital. Jika pemain memilih untuk melewatkannya, maka informasi mengenai lokasi asli peretas tidak bisa diungkap, yang berujung pada kegagalan menemukan keberadaan peretas, sehingga konsekuensinya pemain kalah. Pada tahap *climax*, percabangan kembali muncul ketika pemain harus menentukan apakah akan menyelesaikan tantangan terakhir. Jika pemain memilih untuk

melewatinya, mereka diceritakan tetap berhasil mendapatkan informasi tentang lokasi asli, tetapi peretas telah melarikan diri sebelum bisa ditangkap. Dengan adanya percabangan ini, pemain dihadapkan pada konsekuensi dari setiap keputusan yang mereka ambil, sehingga menciptakan pengalaman yang lebih mendalam dan menantang dalam memahami konsep keamanan siber.



Gambar 4.3 Bagan alur cerita gim edukasi

Hubungan antara *dramatic arc* dan bagan alur cerita terletak pada bagaimana struktur dramatik membentuk alur permainan secara keseluruhan. *Dramatic arc* memberikan kerangka naratif yang menentukan titik-titik penting dalam perkembangan cerita, sementara bagan alur cerita menggambarkan bagaimana pemain berinteraksi dengan elemen-elemen tersebut melalui mekanisme permainan. Bagan alur cerita dalam gim ini dikelompokkan berdasarkan warna untuk merepresentasikan tahapan *dramatic arc* yang berbeda, sehingga memudahkan dalam memahami perkembangan cerita dan tantangan yang dihadapi pemain. Warna biru sebagai *Exposition*, ungu sebagai *Conflict*, pink sebagai *Rising action*, merah sebagai *Climax*, dan hijau sebagai *Falling action*.

4.2.2 Implementasi Desain Karakter

Desain karakter dalam gim ini berfokus pada visualisasi setiap tokoh yang berperan dalam alur cerita. Setiap karakter dibuat dengan mempertimbangkan identitas, peran, dan keterkaitannya dengan dunia keamanan siber. Visualisasi karakter mencerminkan kepribadian serta fungsi mereka dalam gim. Selain itu, desain karakter juga mempertimbangkan aspek estetika dan fungsionalitas agar selaras dengan gaya visual gim serta memberikan pengalaman yang lebih imersif bagi pemain.

a. Pemain

Pemain dalam gim ini digambarkan sebagai seorang ahli keamanan siber yang memiliki kemampuan dalam menganalisis data dan memecahkan masalah. Visualisasinya sederhana dan netral agar pemain dapat merasa terhubung dengan karakter tersebut. Karakter ini dirancang tanpa identitas spesifik untuk memungkinkan pemain lebih mudah masuk ke dalam peran dan menjalani pengalaman interaktif dalam gim. Visualisasi karakter tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Visualisasi karakter pemain

b. Detektif

Detektif dalam gim ini berperan sebagai mitra yang memberikan instruksi dan arahan kepada pemain sepanjang perjalanan penyelidikan. Secara visual, detektif disajikan dengan

tampilan yang serius, mengenakan pakaian ala detektif, yaitu mantel dan topi fedora berwarna coklat. Visualisasi karakter tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Visualisasi karakter detektif

c. Host

Host dalam gim ini berperan sebagai pembawa acara dalam gala yang menjadi titik awal cerita. Sebagai karakter yang penuh energi dan karisma, host memandu jalannya acara dengan lancar, menciptakan atmosfer yang menyenangkan dan penuh antusiasme. Secara visual, host digambarkan dengan penampilan yang modern dan stylish, mengenakan pakaian formal yang sesuai dengan acara gala. Visualisasi karakter tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Visualisasi karakter host

d. Dr Julia

Dr. Julia adalah seorang tamu undangan yang hadir dalam acara gala, dikenal sebagai seorang ilmuwan terkemuka yang terlibat dalam pengembangan alat implan inovatif. Secara visual, Dr. Julia digambarkan dengan penampilan yang khas seorang ilmuwan terkemuka. Ia mengenakan jas laboratorium putih yang panjang, dengan kacamata tipis di atas hidungnya. Visualisasi karakter tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Visualisasi karakter Dr. Julia

4.2.3 Implementasi Desain Gambar Latar Belakang

Desain latar belakang memiliki peran penting dalam menciptakan atmosfer yang mendalam untuk narasi dan tantangan dalam gim edukasi keamanan siber ini. Latar belakang tidak hanya berfungsi sebagai elemen visual, tetapi juga menjadi alat untuk memperkuat cerita dan suasana permainan. Untuk mendukung jalan narasi, latar belakang yang dipilih mengusung tema *cyberpunk*, memberikan kesan dunia digital yang futuristik dan penuh tantangan. Setiap *scene* dalam permainan, baik untuk narasi maupun tantangan keamanan siber, memiliki latar belakang yang dirancang secara khusus untuk mencocokkan konteks yang sedang berlangsung. Dengan latar belakang yang tepat, pemain dapat lebih terlibat dalam cerita dan merasa seolah-olah mereka benar-benar berada dalam dunia yang menantang.

a. Gambar Latar Belakang Ruangan Apartemen

   Latar belakang ruangan apartemen dirancang untuk menciptakan suasana santai dan nyaman di awal cerita. Pada bagian ini, pemain digambarkan sedang beristirahat di tempat tinggal pribadinya, sebelum memasuki tantangan-tantangan dalam dunia *cyberpunk*. Ruangan apartemen yang sederhana, tetapi modern ini dilengkapi dengan furnitur minimalis dan pencahayaan hangat, menciptakan atmosfer yang tenang dan mengundang. Elemen-elemen seperti jendela dengan pemandangan kota, rak buku, dan sofa memberikan kesan bahwa pemain sedang berada di tempat yang familiar dan pribadi. Latar belakang ini membantu menyampaikan bahwa pemain berada di dunia nyata sebelum terjun ke dalam

dunia tantangan keamanan siber yang lebih kompleks, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Latar belakang ruangan apartemen

b. Gambar Latar Belakang Acara Gala

Latar belakang acara gala dirancang untuk memberikan kesan bahwa pemain sedang menonton siaran acara gala melalui televisi di apartemennya. Desain ini menampilkan suasana yang lebih tenang dan formal, dengan fokus pada layar televisi yang menayangkan acara gala tersebut. Latar belakang acara gala ini memberikan kesan bahwa meskipun pemain sedang bersantai, mereka tetap terhubung dengan dunia luar melalui siaran tersebut, yang dapat dilihat dari pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Latar belakang acara gala

c. Gambar Latar Belakang Lab

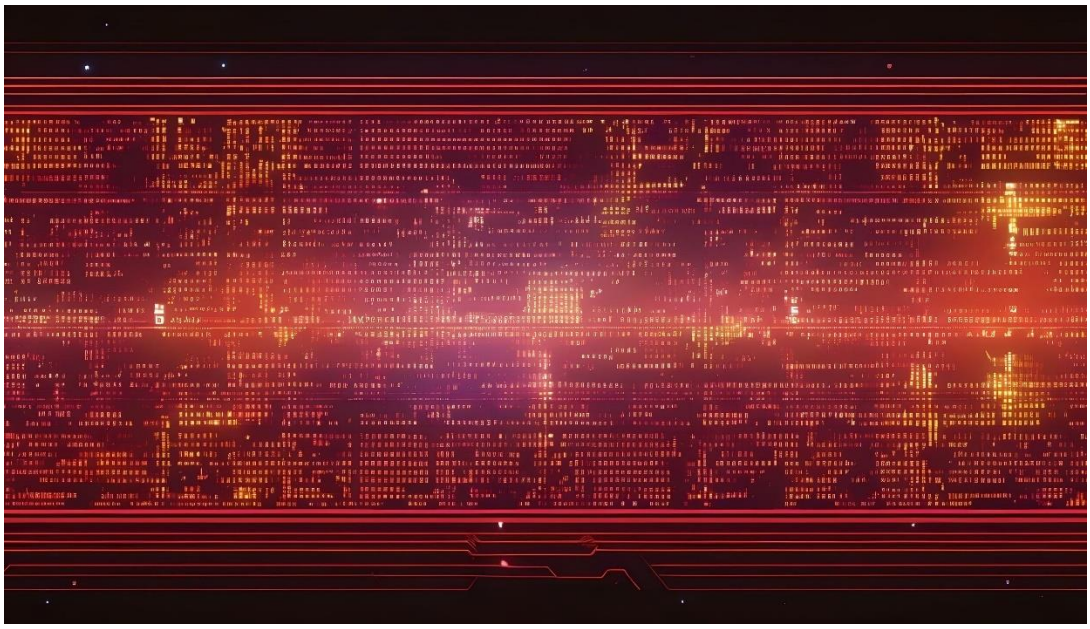
Latar belakang untuk laboratorium ini dirancang untuk menggambarkan lingkungan yang profesional dan penuh fokus, tempat di mana pemain akan menghadapi tantangan keamanan siber pertama mereka. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.10, pemain diceritakan memasuki sebuah laboratorium.



Gambar 4.10 Latar belakang laboratorium

d. Gambar Latar Belakang Tantangan Keamanan Siber

Latar belakang untuk tantangan keamanan siber menggambarkan aliran data yang abstrak, yang menciptakan kesan dunia maya yang dinamis. Latar belakang ini memberikan pemain suasana untuk berfokus, berpikir analitis, dan berkompetisi dalam waktu yang terbatas. Latar belakang tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Latar belakang tantangan keamanan siber

4.2.4 Implementasi Desain Antarmuka

Pada tahap ini, desain antarmuka yang telah dirancang sebelumnya diimplementasikan ke dalam platform pengembangan gim menggunakan GDevelop. Proses ini mencakup pengintegrasian elemen-elemen visual seperti tata letak, ikon, tombol, warna, dan animasi sesuai dengan rancangan yang telah dibuat dalam dokumen Game Design Document (GDD). Antarmuka dirancang untuk mendukung pengalaman pengguna yang intuitif dan ramah bagi siswa tingkat menengah, dengan navigasi yang sederhana dan mudah dipahami.

a. Antarmuka *scene* mulai tantangan

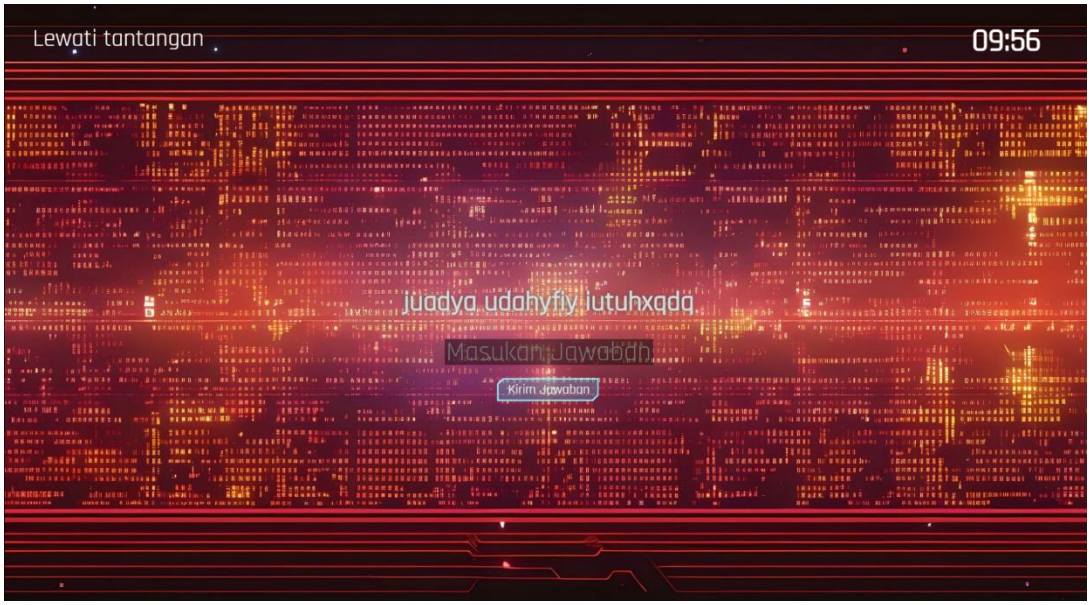
Antarmuka *scene* mulai tantangan dirancang sederhana dengan satu tombol yang berfungsi untuk memulai tantangan. Desain ini memberikan momen singkat bagi pemain untuk bersiap sebelum tantangan dimulai, tanpa gangguan elemen tambahan. Fokus utama scene ini adalah memastikan pemain siap memulai dengan menekan tombol. Pendekatan minimalis ini membantu menjaga alur permainan tetap lancar dan efisien. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Antarmuka *scene* mulai tantangan

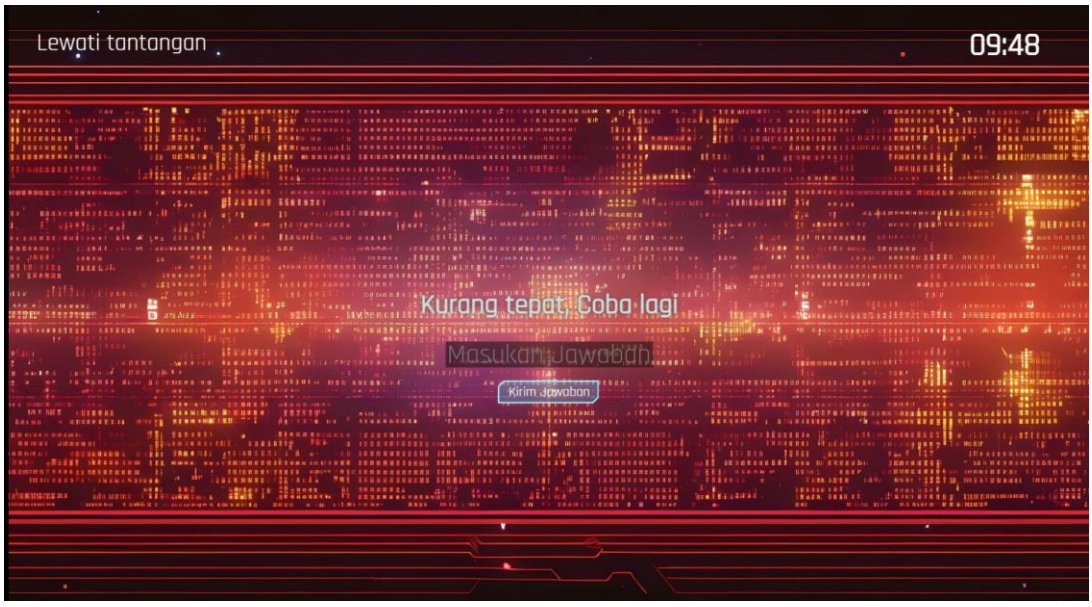
b. Antarmuka *scene* tantangan keamanan siber

Scene tantangan keamanan siber dirancang untuk memberikan pengalaman interaktif yang fokus pada penyelesaian soal dengan batasan waktu yang jelas. Di *scene* ini, pemain akan dihadapkan pada soal terkait keamanan siber yang harus dijawab sebelum waktu habis. Antarmuka menampilkan soal di bagian utama layar, dengan *countdown timer* yang terus berjalan untuk memberikan tekanan pada pemain agar menjawab dalam waktu yang terbatas. Terdapat juga area untuk pemain mengetikkan jawabannya, serta tombol untuk mengirimkan jawaban yang sudah dipilih. Desain ini memastikan bahwa pemain tetap terfokus pada tugas utama mereka, yaitu menyelesaikan tantangan dalam batas waktu yang ditentukan. Selain itu, untuk meningkatkan pengalaman, elemen visual yang menarik dan responsif juga diterapkan, memastikan setiap interaksi terasa dinamis dan memotivasi pemain untuk terus mencoba menyelesaikan tantangan. Antarmuka tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Antarmuka tantangan keamanan siber

Lalu masih pada *scene* yang sama, jika salah menjawab, pemain akan diberi umpan balik yang memberi tahu bahwa jawaban yang diberikan tidak benar. Selain itu, pemain tetap diberikan opsi untuk mencoba menjawab lagi atau melanjutkan ke tantangan berikutnya, sesuai dengan mekanisme yang telah ditentukan dalam gim. Desain antarmuka pada *scene* ini memastikan bahwa umpan balik disampaikan secara jelas dan membantu pemain untuk terus belajar serta mencoba lagi. Antarmuka tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Antarmuka umpan balik jawaban salah

c. Desain antarmuka *scene* skor keamanan siber

Scene skor keamanan siber dirancang untuk memberikan umpan balik langsung kepada pemain setelah mereka menyelesaikan tantangan. Di *scene* ini, pemain dapat melihat hasil dari upaya mereka, termasuk jumlah soal yang berhasil dijawab dengan benar, waktu yang digunakan untuk menyelesaikan tantangan, dan berapa kali mereka mencoba menjawab. Antarmuka ini menggunakan desain yang sederhana, tetapi informatif, dengan warna-warna yang kontras agar pemain dapat dengan mudah membaca hasilnya. Desain antarmuka *scene* skor ini bertujuan untuk memotivasi pemain dengan menunjukkan pencapaian mereka dan memberikan kesempatan untuk terus berkembang. Antarmuka tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.15 .



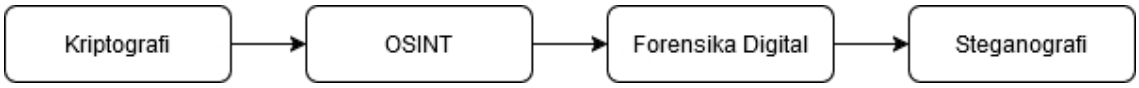
Gambar 4.15 Antarmuka skor keamanan siber

4.2.5 Implementasi Tantangan Keamanan Siber

Pada subbab ini, implementasi tantangan keamanan siber berfokus pada penerapan elemen-elemen yang membentuk setiap tantangan dalam gim edukasi keamanan siber. Setiap tantangan dirancang untuk menguji pengetahuan pemain tentang topik-topik keamanan siber seperti kriptografi, forensika digital, OSINT, dan steganografi. Waktu untuk setiap tantangan dihitung secara berkelanjutan, artinya pemain akan memiliki batas waktu yang terus berjalan dari satu soal ke soal berikutnya. Setelah menyelesaikan soal dengan jawaban yang benar, pemain akan langsung melanjutkan ke tantangan berikutnya, dengan sisa waktu yang masih

tersedia. Jika pemain memberikan jawaban yang salah, mereka tetap bisa mencoba lagi tanpa penalti pengurangan waktu. Dengan cara ini, pemain tetap mendapatkan pengalaman belajar yang menantang, mendorong mereka untuk berpikir cepat dan tepat, sekaligus meningkatkan pemahaman mereka dalam keamanan siber.

Bagan alur soal membantu menggambarkan struktur setiap tantangan dan proses yang dilalui pemain, mulai dari pemilihan soal, penyajian pertanyaan, hingga pemberian umpan balik berdasarkan jawaban yang diberikan. Melalui visualisasi ini, pengembang dapat memastikan bahwa setiap langkah dalam proses penyelesaian soal berjalan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Selain itu, bagan ini berfungsi untuk menunjukkan hubungan antara jenis soal dan topik edukasi, sehingga alur permainan menjadi lebih terstruktur dan mudah dipahami oleh pemain. Bagan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Alur soal edukasi keamanan siber

a. Soal kriptografi

   Soal kriptografi dalam gim ini dirancang menggunakan algoritma Caesar Cipher, di mana pemain diberikan tugas untuk mendekripsi kode rahasia berdasarkan algoritma kriptografi dasar. Setiap soal, seperti "Kriptografi Caesar Cipher," "Dekripsi Kode Rahasia," "Algoritma Kriptografi Dasar," "Teknik Enkripsi Sederhana," dan "Sandi Kriptografi Mudah," diacak untuk memastikan bahwa setiap pemain menerima kombinasi soal yang berbeda. Untuk membantu proses dekripsi, pemain dapat menggunakan alat berbasis web yang tersedia di https://cryptii.com/pipes/caesar-cipher. Alat ini memungkinkan pemain fokus memecahkan kode dan memahami pola kriptografi secara praktis, sehingga memberikan pengalaman bermain yang interaktif dan edukatif.

b. Soal OSINT

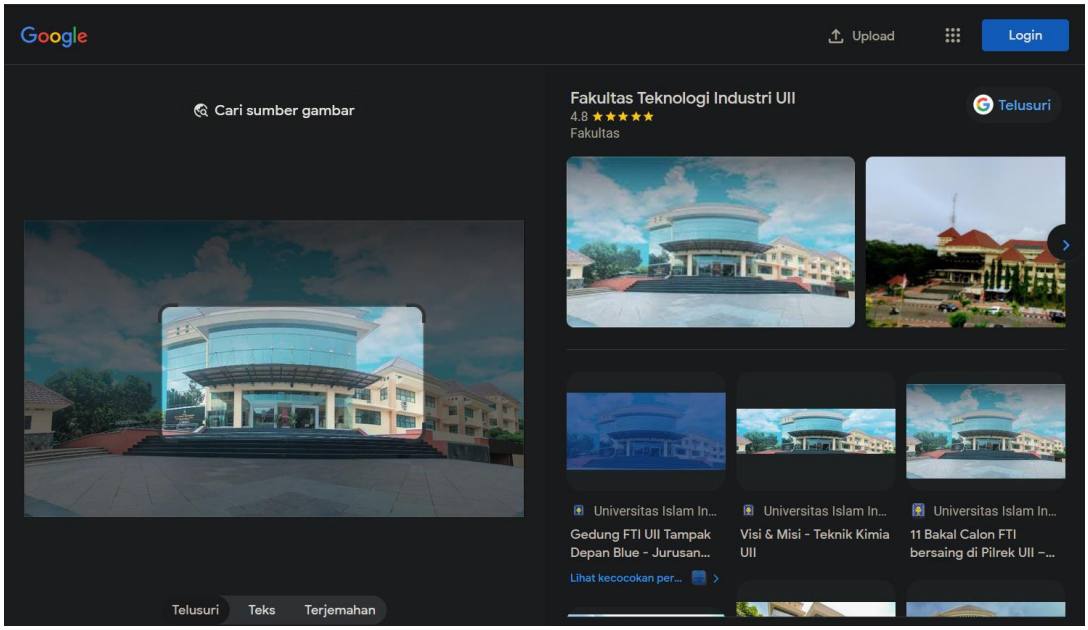
   Open Source Intelligence (OSINT) adalah metode pengumpulan informasi dari sumber yang tersedia secara publik untuk menganalisis dan menemukan data penting. Dalam gim ini, tantangan OSINT dirancang untuk mengajarkan pemain cara memanfaatkan teknologi modern dalam proses investigasi.

   Pemain akan diberikan sebuah soal berbentuk gambar seperti Gambar 4.17 yang mengandung petunjuk tentang suatu lokasi tertentu. Untuk menyelesaikan tantangan,

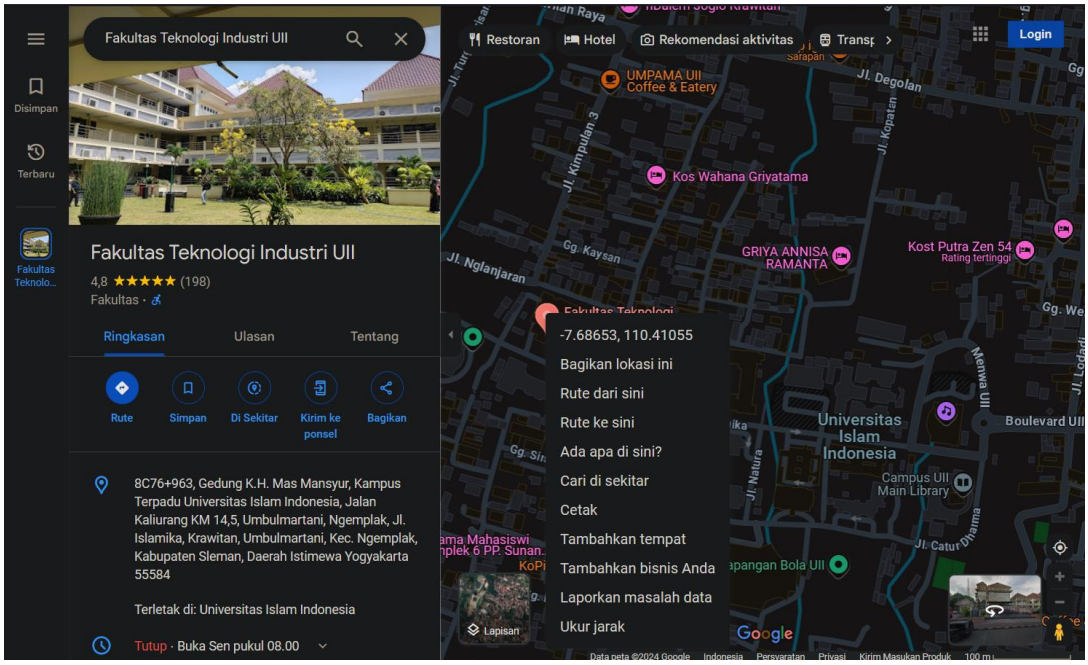
pemain menggunakan Google Lens sebagai alat utama untuk mengidentifikasi tempat yang ada dalam gambar seperti Gambar 4.18. Setelah lokasi berhasil diidentifikasi, pemain melanjutkan dengan Google Maps untuk menemukan koordinat geografis tempat tersebut seperti pada Gambar 4.19. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan analisis pemain tetapi juga melatih mereka untuk menggunakan alat digital secara cerdas dan strategis.



Gambar 4.17 Gambar bahan soal edukasi keamanan siber



Gambar 4.18 Pengerjaan soal menggunakan alat (Google Lens)

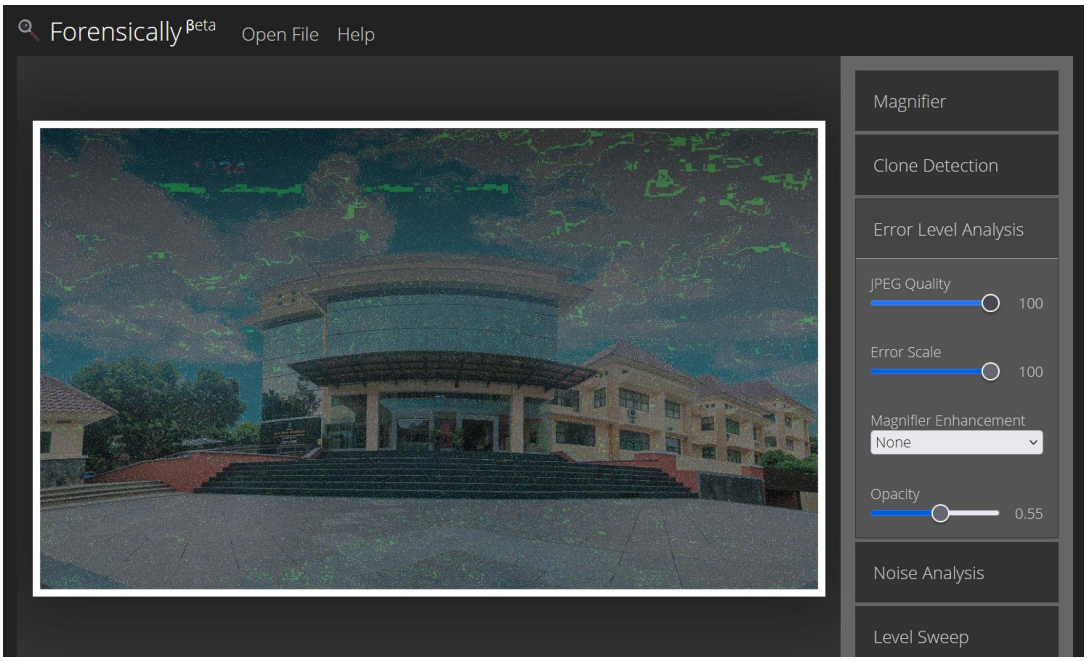


Gambar 4.19 Pengerjaan soal menggunakan alat (Google Maps)

c. Soal forensika digital

Forensika Digital adalah proses menganalisis data atau informasi digital untuk menemukan bukti yang dapat digunakan dalam penyelidikan. Dalam konteks permainan ini, soal forensika digital mengajarkan pemain untuk mengidentifikasi bukti tersembunyi dalam gambar yang dapat mengungkap informasi lebih lanjut.

Pemain masih menggunakan gambar yang sama seperti Gambar 4.17 yang berisi petunjuk atau pesan tersembunyi. Untuk menyelesaikan tantangan ini, pemain menggunakan alat *Forensic Photo Analysis* yang dapat diakses melalui tautan https://29a.ch/photo-forensics/#forensic-magnifier. Alat ini memungkinkan pemain untuk melakukan *Error Level Analysis* (ELA), sebuah teknik untuk mendeteksi perubahan pada gambar yang tidak tampak secara kasat mata seperti pada Gambar 4.20. Dengan teknik ini, pemain dapat mengungkap elemen tersembunyi dalam gambar yang akan mengarah pada penemuan pesan atau bukti penting yang dibutuhkan untuk melanjutkan permainan.



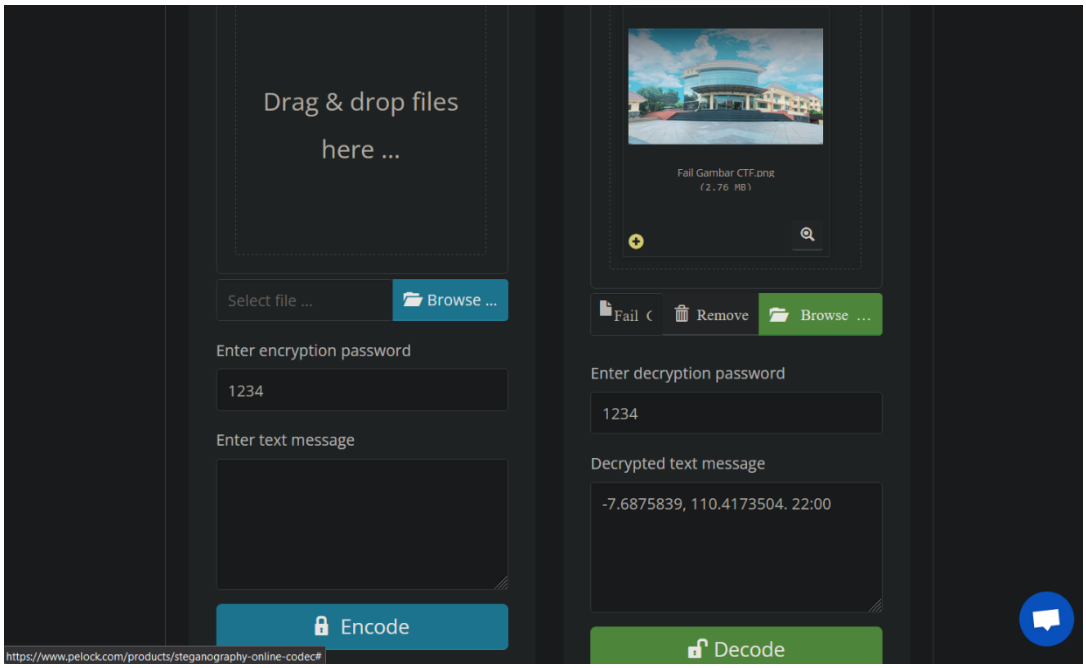
Gambar 4.20 Pengerjaan soal dengan alat (*Forensic Photo Analysis*)

d. Soal steganografi

Steganografi adalah teknik menyembunyikan pesan dalam media, seperti gambar, audio, atau video, sehingga pesan tersebut tidak terlihat oleh mata biasa. Dalam konteks permainan ini, soal steganografi bertujuan untuk mengajarkan pemain cara mengidentifikasi dan mengekstrak pesan tersembunyi yang disembunyikan di dalam gambar.

Pemain masih menggunakan gambar yang sama seperti pada Gambar 4.17 yang mengandung pesan tersembunyi. Untuk menyelesaikan tantangan ini, pemain akan menggunakan alat *Steganography Online Codec* yang dapat diakses melalui tautan https://www.pelock.com/products/steganography-online-codec. Alat ini

memungkinkan pemain untuk mengunggah gambar dan mengekstrak pesan tersembunyi yang disembunyikan menggunakan teknik steganografi. Dengan menggunakan alat tersebut, pemain dapat menemukan informasi tersembunyi yang diperlukan untuk melanjutkan permainan, sekaligus memperdalam pemahaman mereka tentang steganografi sebagai bagian dari teknik keamanan siber. Gambar 4.21 menunjukan penggunaan alat steganografi.



Gambar 4.21 Pengerjaan soal dengan alat (steganografi)

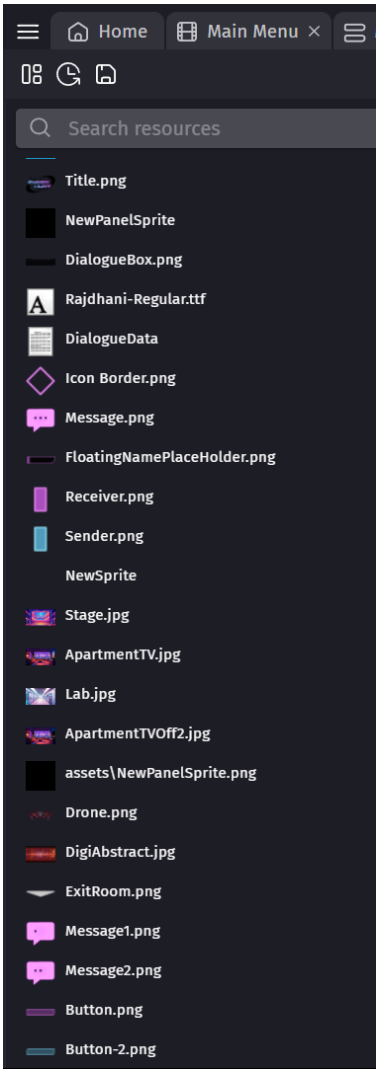
4.3 Pengembangan Sistem dengan GDevelop

Pada subbab ini, dijelaskan mengenai proses pengembangan sistem menggunakan platform GDevelop. GDevelop dipilih karena kemampuannya dalam membuat gim edukasi berbasis web tanpa memerlukan keterampilan pemrograman yang mendalam. Pengembangan dimulai dengan mengimpor aset-aset yang telah disiapkan sebelumnya, seperti gambar dan elemen antarmuka ke dalam platform. Setelah itu, dilakukan penataan elemen-elemen tersebut ke dalam *scene* yang sudah dirancang. GDevelop memungkinkan penyesuaian logika gim secara visual, sehingga mempermudah dalam pengaturan interaksi antar elemen, seperti tombol, tantangan keamanan siber, dan sistem waktu. Penentuan alur permainan, seperti urutan tantangan dan pengaturan waktu, diatur menggunakan *event-based system* yang ada di GDevelop. Setelah elemen-elemen utama disusun, dilakukan uji coba untuk memastikan semua fitur berjalan dengan baik, seperti penghitungan waktu, navigasi antar *scene*, dan kelancaran

antarmuka pengguna. Dengan demikian, GDevelop memfasilitasi pembuatan gim edukasi keamanan siber ini secara efisien dan efektif tanpa memerlukan kode yang rumit.

a. Mengimpor aset-aset

Pada tahap pengembangan, langkah pertama yang dilakukan adalah mengimpor berbagai aset yang diperlukan ke dalam platform GDevelop. Aset-aset ini meliputi gambar, ikon, tombol, dan elemen visual lainnya yang akan digunakan dalam antarmuka dan tampilan gim. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 4.22.

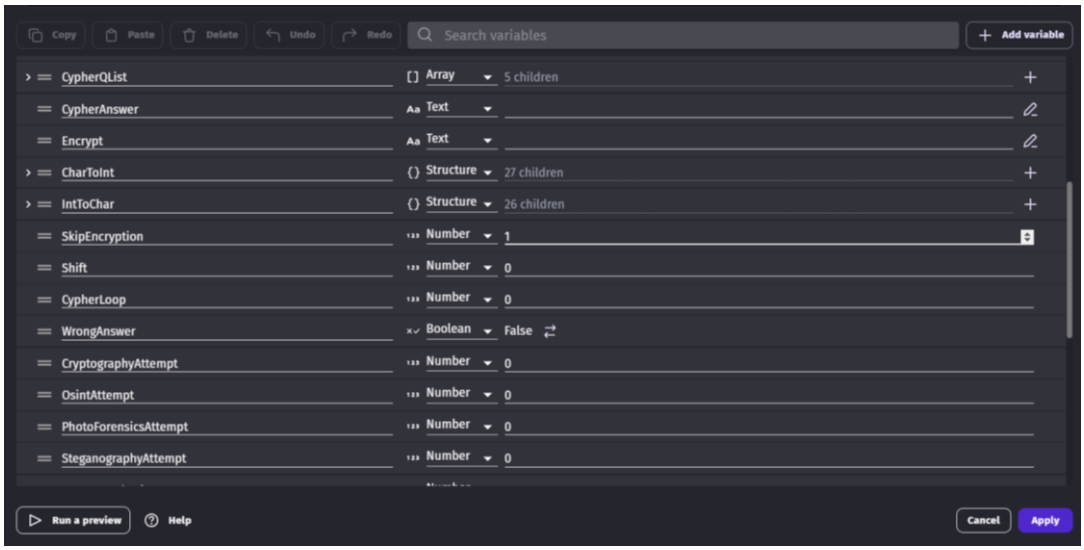


Gambar 4.22 Pengimporan aset ke dalam GDevelop

b. Membuat variabel

Pada tahap pengembangan berikutnya, langkah yang dilakukan adalah membuat variabel di dalam platform GDevelop. Variabel ini berfungsi untuk menyimpan data dan mengatur

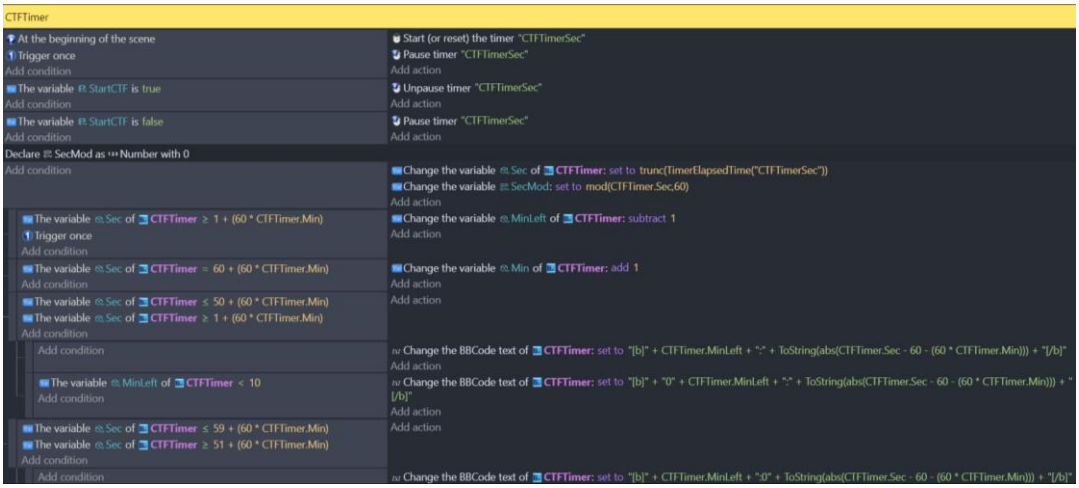
logika permainan, seperti menghitung skor pemain, melacak waktu yang tersisa, menyimpan status setiap tantangan, atau menentukan navigasi antar *scene*. Variabel dapat dibuat dalam berbagai jenis, seperti variabel global untuk data yang berlaku di seluruh permainan, variabel *scene* untuk data khusus dalam satu *scene*, atau variabel objek untuk menyimpan data terkait dengan elemen tertentu dalam gim. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Pembuatan variabel untuk *scene*

c. Menulis logika

Setelah variabel berhasil dibuat, langkah berikutnya adalah menulis logika permainan di dalam platform GDevelop. Proses ini melibatkan penggunaan *event editor* untuk menetapkan aturan, kondisi, dan tindakan yang membentuk mekanisme permainan. Misalnya, logika digunakan untuk mengatur transisi antar *scene*, menampilkan umpan balik berdasarkan jawaban pemain, menghitung skor secara *real-time*, serta mengatur batas waktu setiap tantangan. Dengan menggunakan pendekatan berbasis *event*, pengembang dapat mengimplementasikan logika tanpa harus menulis kode secara langsung, sehingga mempercepat proses pengembangan gim dan memastikan setiap elemen berfungsi sesuai desain. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Penulisan logika untuk *scene*

d. Menguji coba

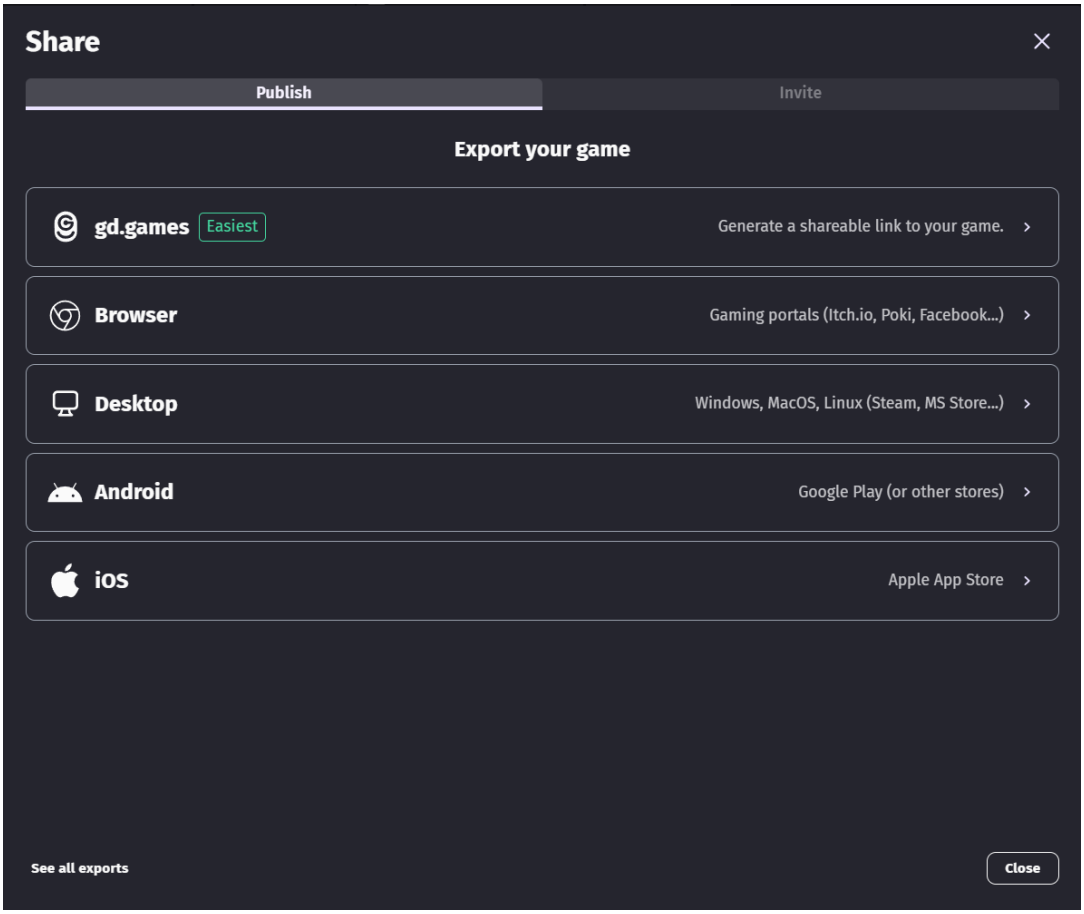
Setelah logika permainan ditulis, langkah berikutnya adalah melakukan uji coba menggunakan menu *Preview* untuk memastikan bahwa semua fungsi dan mekanisme yang telah diimplementasikan berjalan sesuai dengan desain. Uji coba ini mencakup pengujian setiap *event* yang telah dibuat, seperti transisi antar *scene*, respons tombol, penghitung waktu, dan penghitungan skor. Proses ini dilakukan dengan memainkan gim secara menyeluruh, mencoba berbagai skenario, dan memeriksa apakah logika permainan menghasilkan output yang sesuai dengan input pemain. Jika ditemukan kesalahan atau *bug*, pengembang dapat langsung memperbaiki *event* yang terkait dalam editor GDevelop, sehingga memastikan pengalaman bermain yang lancar dan bebas gangguan. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 4.25.



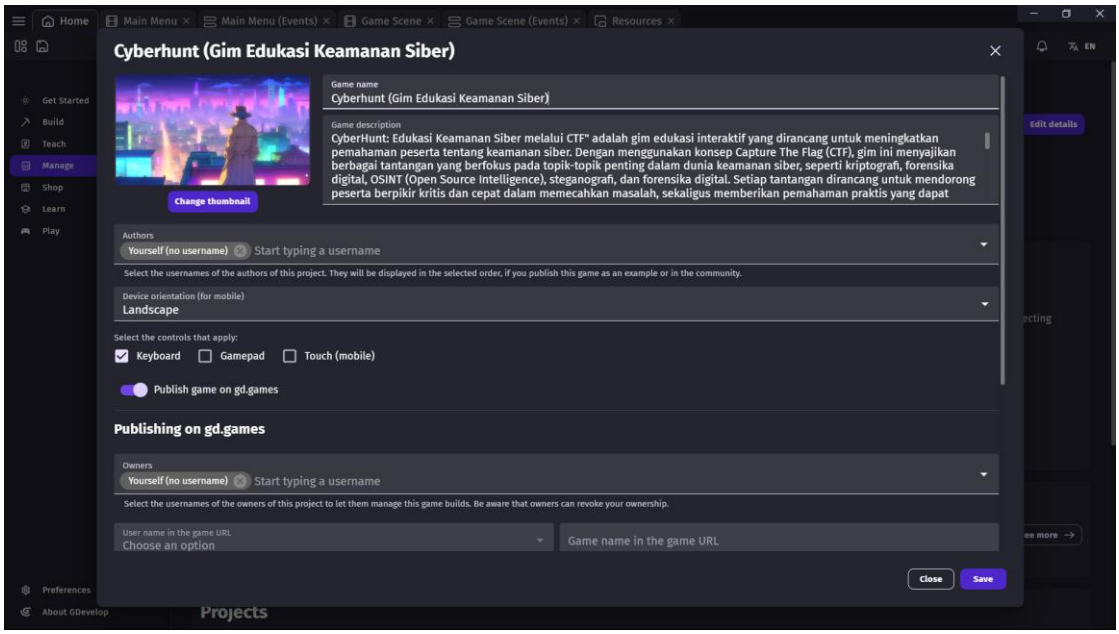
Gambar 4.25 Uji coba gim menggunakan menu *preview*

4.4 Implementasi Sistem

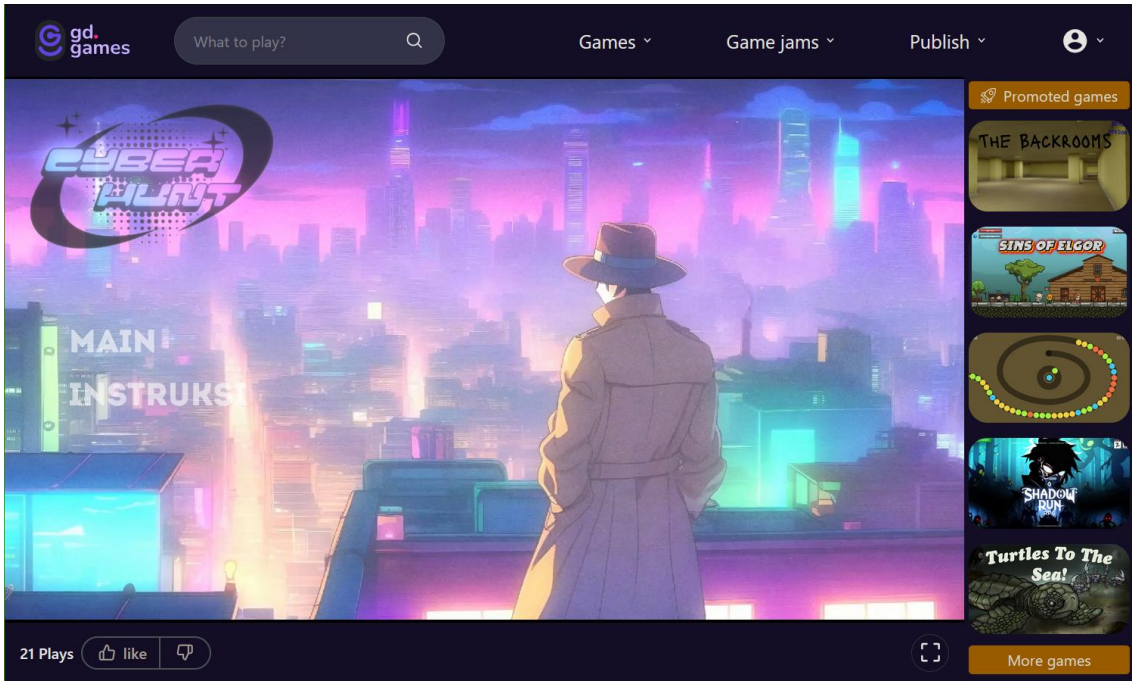
Hasil implementasi sistem menunjukkan bahwa gim edukasi keamanan siber telah berhasil diterapkan di platform web. Gim ini sekarang dapat diakses oleh pengguna melalui tautan resmi yang disediakan, yaitu https://gd.games/games/1fc99e76-6fec-4696-b924-47ef649e47e7. Proses implementasi mencakup pengunggahan file ke server *hosting* seperti pada Gambar 4.26, pengaturan deskripsi gim seperti pada Gambar 4.27, dan pengujian fungsionalitas untuk memastikan gim berjalan dengan lancar di berbagai peramban. Implementasi berbasis web ini memudahkan aksesibilitas bagi target peserta, memungkinkan mereka memainkan gim tanpa perlu mengunduh atau menginstal aplikasi tambahan. Gambar 4.28 menampilkan antarmuka halaman utama gim sebagaimana yang terlihat setelah implementasi berhasil dilakukan.



Gambar 4.26 Memilih server *hosting* dan mengekspor gim



Gambar 4.27 Memberi deskripsi gim



Gambar 4.28 Hasil implementasi ke server *hosting*

4.5 Hasil Evaluasi Sistem

Pada tahap evaluasi, analisis difokuskan pada perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* yang dilakukan oleh peserta. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur efektivitas gim edukasi dalam meningkatkan pemahaman peserta terhadap berbagai topik keamanan siber. Hasil evaluasi ini memberikan gambaran komprehensif tentang efektivitas gim. Grafik yang dihasilkan dari analisis ini dapat dilihat untuk memberikan visualisasi yang lebih jelas terkait keberhasilan gim dalam memenuhi tujuan pembelajaran. Responden dalam evaluasi ini mencakup siswa sekolah menengah dengan rentang usia antara 15 hingga 17 tahun. Jumlah total responden yang berpartisipasi adalah sebanyak 5 siswa, seluruhnya merupakan siswa laki-laki. Informasi demografis ini membantu dalam memahami latar belakang peserta dan memberikan konteks tambahan dalam menganalisis hasil *pre-test* dan *post-test*.

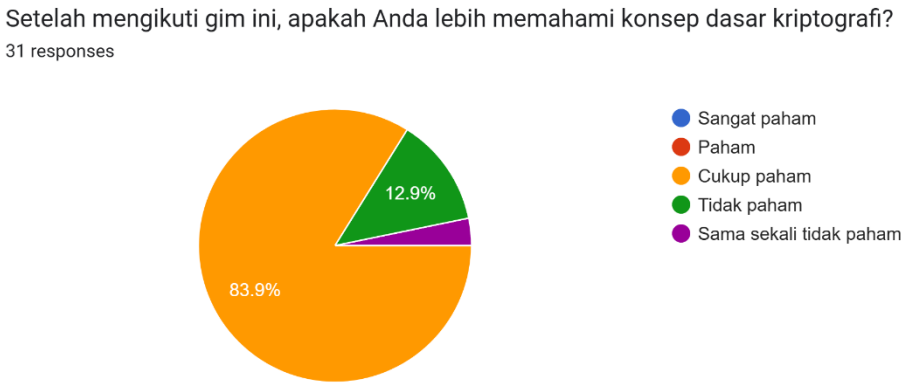
a. Topik kriptografi

   Analisis terhadap topik kriptografi, menunjukkan tingkat pemahaman yang bervariasi di antara responden sebelum memainkan gim edukasi. Sebagian besar responden tidak memiliki pengetahuan dasar tentang konsep kriptografi dalam konteks keamanan siber, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Diagram *pre-test* pemahaman topik kriptografi

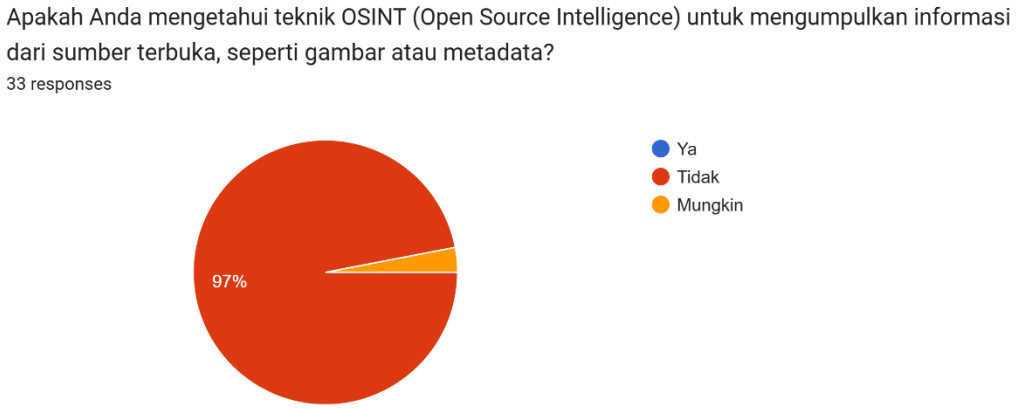
Setelah memainkan gim edukasi yang menyertakan tantangan berbasis kriptografi, banyak responden mengalami peningkatan pemahaman. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Diagram *post-test* pemahaman topik kriptografi

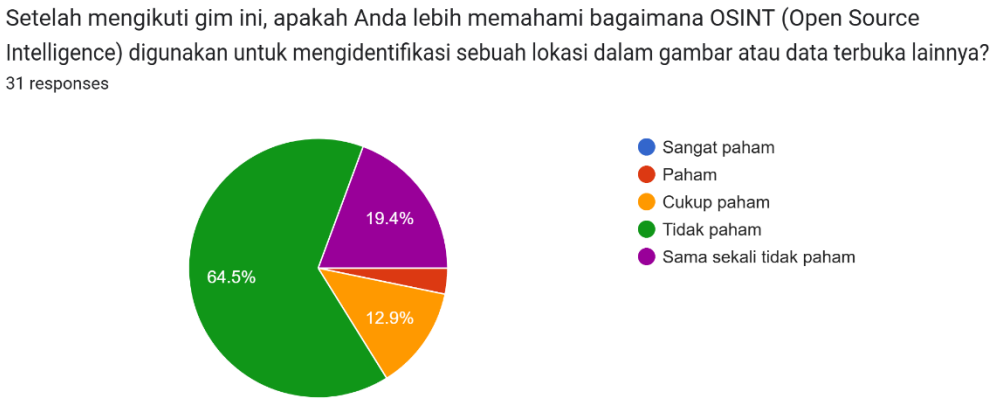
b. Topik OSINT

Analisis terhadap topik OSINT (*Open Source Intelligence*) menunjukkan bahwa semua responden pada awalnya tidak memiliki pemahaman umum tentang konsep ini. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.33 dan Gambar 4.34.



Gambar 4.31 Diagram *pre-test* pemahaman topik OSINT secara umum

Setelah memainkan gim edukasi yang menyertakan tantangan berbasis OSINT, kebanyakan responden masih kesulitan untuk memahami konsep dan aplikasi teknik ini dengan baik. Meskipun beberapa responden mulai menyadari bahwa OSINT dapat digunakan untuk memperoleh informasi dari sumber terbuka, pemahaman mereka tidak berkembang secara signifikan setelah berinteraksi dengan tantangan tersebut. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.32, di mana hanya sedikit responden yang menunjukkan peningkatan pemahaman tentang cara penggunaan teknik OSINT dalam konteks keamanan siber.



Gambar 4.32 Diagram post-test penggunaan teknik OSINT untuk mengidentifikasi sebuah lokasi

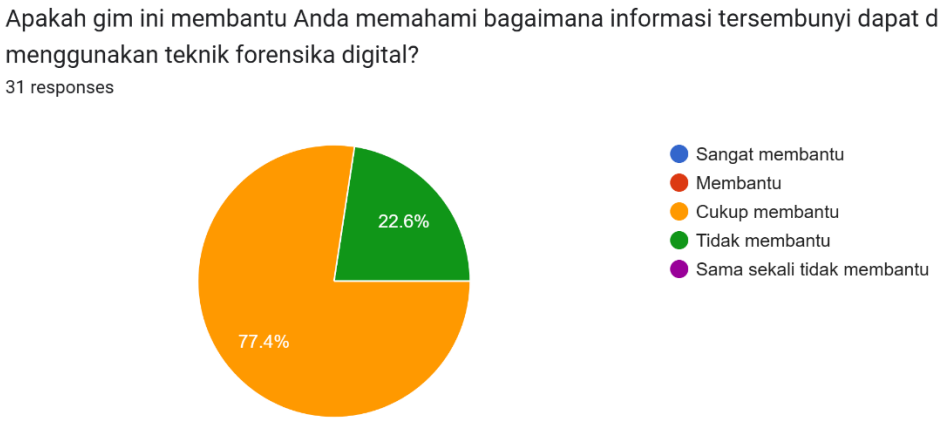
c. Topik forensika digital

Analisis terhadap topik forensika digital menunjukkan bahwa sebagian besar responden tidak memiliki pengetahuan sebelumnya tentang konsep ini. Sebelum memainkan gim edukasi, banyak dari mereka belum memahami bahwa informasi tersembunyi dapat diungkap melalui teknik forensika digital. Hal ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.33.



Gambar 4.33 Diagram *pre-test* pemahaman topik forensika digital

Setelah memainkan gim edukasi yang mencakup tantangan berbasis forensika digital, banyak responden mulai memahami konsep dasar ini. Mereka belajar bahwa data yang tampaknya tidak terlihat dapat diakses dengan menggunakan metode tertentu, seperti analisis file menggunakan alat forensik foto. Namun, beberapa peserta masih kesulitan dalam topik ini, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Diagram *post-test* pemahaman topik forensika digital

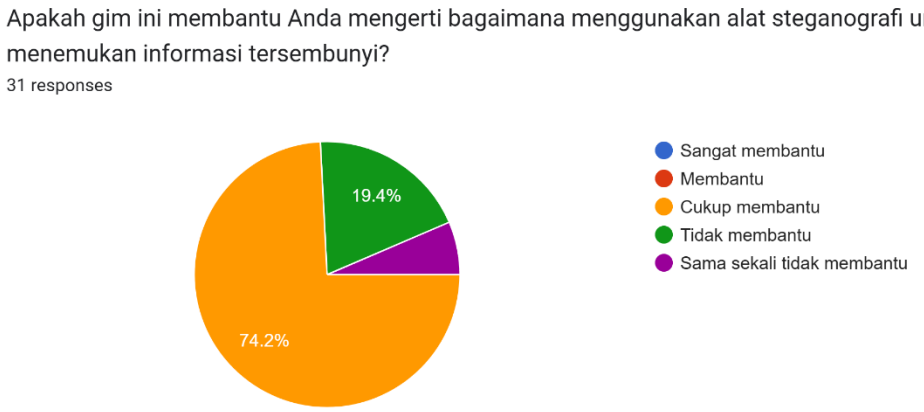
d. Topik steganografi

Analisis terhadap topik steganografi menunjukkan bahwa sebelum memainkan gim edukasi, semua responden tidak memiliki pemahaman tentang konsep steganografi. Mereka tidak familiar dengan teknik menyembunyikan pesan dalam media lain, seperti gambar atau audio, yang sering digunakan untuk menyembunyikan data dalam konteks yang lebih luas. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.35, yang menunjukkan bahwa sebagian besar responden tidak mengetahui sama sekali tentang steganografi.



Gambar 4.35 Diagram *pre-test* pemahaman topik steganografi

Setelah memainkan gim edukasi yang menyertakan tantangan berbasis steganografi, semua responden mengalami peningkatan pemahaman. Banyak responden yang merasa lebih terbantu dalam memahami cara kerja steganografi, terutama dalam hal bagaimana informasi bisa disembunyikan dalam media digital, seperti gambar. Meskipun beberapa responden masih membutuhkan penjelasan lebih lanjut untuk menguasai teknik ini sepenuhnya, hasil evaluasi menunjukkan adanya pemahaman yang lebih baik setelah berinteraksi dengan tantangan yang ada dalam gim. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.36, di mana responden merasa cukup terbantu untuk memahami topik steganografi setelah edukasi melalui gim.



Gambar 4.36 Diagram *post-test* pemahaman topik steganografi

Tidak hanya evaluasi efektivitasmateri pembelajaran yang dilakukan, tetapi juga evaluasi kepuasan pengguna terhadap gim edukasi ini. Pengalaman pengguna mencakup berbagai faktor, seperti kemudahan navigasi, tingkat keterlibatan dalam permainan, serta masalah yang ditemukan saat menggunakan sistem ini. Hal tersebut dapat dilihat pada lampiran.

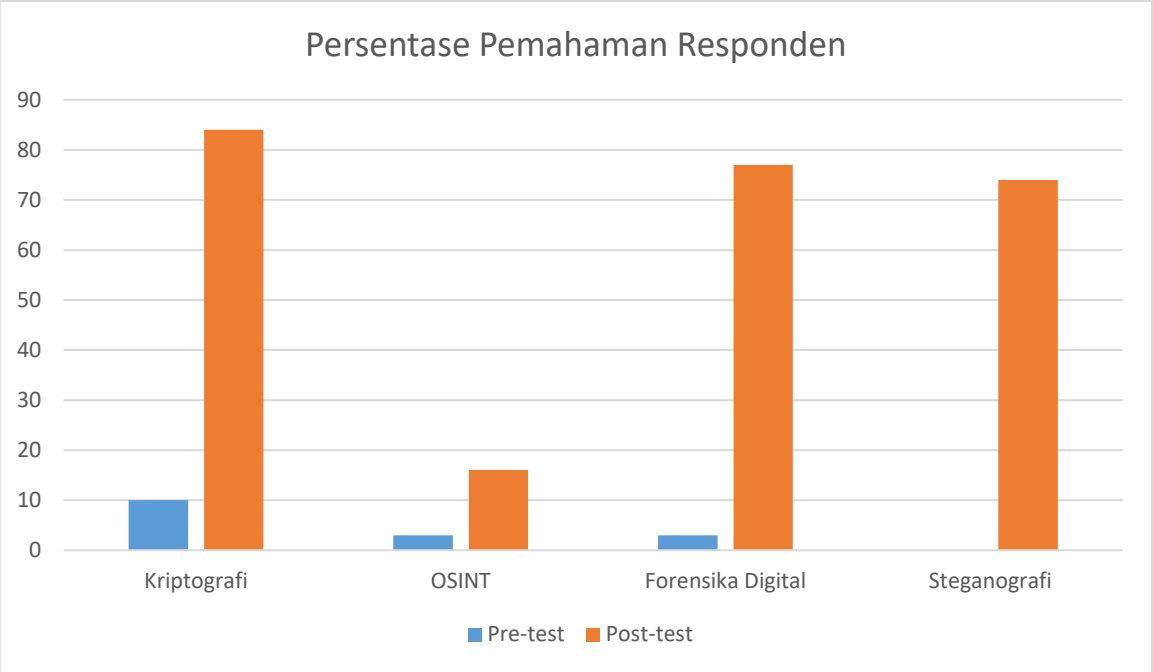
Meskipun sebagian peserta masih merasa kesulitan memahami beberapa topik, banyak dari mereka menunjukkan keinginan untuk menggali lebih dalam setelah berinteraksi dengan materi yang disajikan. Pengalaman bermain gim yang interaktif berhasil menarik minat mereka dan memberikan pemahaman yang lebih baik, sehingga meningkatkan keinginan untuk belajar lebih lanjut tentang konsep-konsep keamanan siber. Hal ini menegaskan bahwa selain memberikan pengetahuan dasar, gim edukasi ini juga efektif dalam mendorong minat peserta

untuk mendalami topik keamanan siber lebih lanjut, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Diagram minat pembelajaran lebih lanjut

Berdasarkan tahap evaluasi ini, dapat dikatakan bahwa gim edukasi ini dapat meningkatkan pemahaman responden terhadap beberapa topik keamanan siber, khususnya enkripsi, forensika digital, dan steganografi. Namun, pada topik OSINT, peningkatan pemahaman masih kurang signifikan, menunjukkan perlunya perbaikan dalam desain tantangan untuk topik ini. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.38. Selain itu, gim edukasi ini juga berhasil membangkitkan minat peserta untuk mempelajari lebih lanjut, yang merupakan hasil positif untuk mendorong pembelajaran berkelanjutan dalam bidang keamanan siber.



Gambar 4.38 Perbandingan persentase pemahaman responden

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses pengembangan dan evaluasi gim edukasi keamanan siber, serta memberikan saran-saran yang dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut. Kesimpulan akan merangkum temuan utama yang diperoleh dari analisis hasil implementasi gim, mulai dari pemahaman peserta terhadap topik-topik keamanan siber hingga efektivitas gim dalam meningkatkan pengetahuan mereka. Selain itu, saran yang diberikan bertujuan untuk memberikan rekomendasi konstruktif dalam perbaikan dan penyempurnaan gim ini di masa depan, guna meningkatkan kualitas dan jangkauan pembelajaran yang lebih baik bagi peserta..

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa gim edukasi yang dikembangkan berhasil memberikan dampak positif dalam meningkatkan pemahaman peserta terhadap berbagai topik keamanan siber, seperti kriptografi, forensika digital, OSINT, dan steganografi. Melalui implementasi gim ini, peserta dapat berinteraksi langsung dengan materi melalui tantangan yang menarik, yang membuat mereka lebih aktif dalam belajar dan memahami konsep-konsep tersebut. Meskipun ada beberapa topik yang masih sulit dipahami oleh sebagian peserta, minat untuk mempelajari lebih lanjut tentang keamanan siber semakin meningkat. Secara keseluruhan, gim ini sejalan dengan konsep utama penelitian ini, yaitu untuk mengedukasi keamanan siber sejak dini guna meningkatkan minat untuk belajar keamanan siber di masa mendatang, yang nantinya akan membantu menambah jumlah ahli keamanan siber di Indonesia.

5.2 Saran

Berdasarkan berbagai kekurangan dan keterbatasan yang ditemukan dalam pengembangan gim edukasi keamanan siber ini, beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

a. Menambahkan topik keamanan siber yang lebih umum atau mudah dipahami
b. Memberikan pendekatan alternatif dalam menyampaikan materi yang dianggap sulit, seperti OSINT.

c. Menambahkan fitur panduan atau *tutorial* interaktif untuk membantu pemain memahami setiap konsep keamanan siber yang disajikan dalam gim.
d. Mengintegrasikan sumber eksternal, seperti video tutorial atau forum diskusi, untuk memberi pemain kesempatan lebih besar dalam mendalami topik yang mereka pelajari dalam gim.

DAFTAR PUSTAKA

Abu-Amara, F., Almansoori, R., Alharbi, S., Alharbi, M., & Alshehhi, A. (2021). A novel SETA-based gamification framework to raise cybersecurity awareness. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, *13*(6), 2371–2380. https://doi.org/10.1007/s41870-021-00760-5

Alqahtani, H., & Kavakli-Thorne, M. (2020). Design and evaluation of an augmented reality game for cybersecurity awareness (CybAR). *Information (Switzerland)*, *11*(2). https://doi.org/10.3390/info11020121

Căşvean, T.-M. (2015). An Introduction to Videogame Genre Theory. Understanding Videogame Genre Framework. *Athens Journal of Mass Media and Communications*, *2*(1), 57–68. https://doi.org/10.30958/ajmmc.2.1.5

Chapman, P., Burket, J., & Brumley, D. (2014). *PicoCTF: A Game-Based Computer Security Competition for High School Students*.

Chen, T., Dabbish, L., & Hammer, J. (2019, May 2). Self-efficacy-based game design to encourage security behavior online. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. https://doi.org/10.1145/3290607.3312935

Costa, G., Lualdi, M., Ribaudo, M., & Valenza, A. (2020). A NERD DOGMA: Introducing CTF to Non-expert Audience. *SIGITE 2020 - Proceedings of the 21st Annual Conference on Information Technology Education*, 413–418. https://doi.org/10.1145/3368308.3415405

Devianto, Y., Jatikusumo, D., & Sukowo, B. (2024). *Pengenalan Keamanan Siber Untuk Siswa SMK Media Informatika* (Vol. 3, Issue 1).

Fullerton, T. (2008). *Game Design Workshop, Second Edition: A Playcentric Approach to Creating Innovative Games*.

Giannakas, F., Papasalouros, A., Kambourakis, G., & Gritzalis, S. (2019). A comprehensive cybersecurity learning platform for elementary education. *Information Security Journal*, *28*(3), 81–106. https://doi.org/10.1080/19393555.2019.1657527

Hart, S., Margheri, A., Paci, F., & Sassone, V. (2020). *Riskio: A Serious Game for Cyber Security Awareness and Education*. https://www.thinkfun.com/learn-coding/

Hasanah, F. N., Taurusta, C., Sri Untari, R., Nurul Hidayah, D., & Rindiani, R. (2021). Gim edukasi berbasis android sebagai optimasi pembelajaran daring di masa pandemi Covid

19. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, *7*(1), 55–67. https://doi.org/10.22219/jinop.v7i1.15176

Haziq, A., Hanafi, A., Rokman, H., Dahaqin Ibrahim, A., Ibrahim, Z.-A., Zawawi, N. A., & Rahim, F. A. (2021). A Scenario CTF-Based Approach in Cybersecurity Education for Secondary School Students 1. In *Journal of Computer Science and Information Technology (eJCSIT)* (Vol. 7, Issue 1).

Hernandez, J., Muratet, M., Pierotti, M., & Carron, T. (2022). *How to Model a Visual Novel Game to Train and Identify Players' Soft Skills?* https://hal.science/hal-03375514v1

Hudaya, A., Salsabila, N., & Vidya, S. M. (2024). *DESIGNING A GAMIFIED LEARNING TOOL USING VISUAL BASIC: A VISUAL NOVEL APPROACH*.

Huynh, D., Luong, P., Iida, H., & Beuran, R. (2017). *Design and Evaluation of a Cybersecurity Awareness Training Game*. 183–188. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66715-7_19ï

Jaffray, A., Finn, C., & Nurse, J. (2021). *SherLOCKED: A Detective-themed Serious Game for Cyber Security Education* (S. Furnell & N. Clarke, Eds.; Vol. 613). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81111-2

Jordan, C., Knapp, M., Mitchell, D., Claypool, M., & Fisler, K. (2011). *CounterMeasures: A Game for Teaching Computer Security*. http://p6drad-teel.net/

Karagiannis, S., & Magkos, E. (2020). *Adapting CTF Challenges into Virtual Cybersecurity Learning Environments*.

Karagiannis, S., & Magkos, E. (2021). *Engaging Students in Basic Cybersecurity Concepts Using Digital Game-Based Learning: Computer Games as Virtual Learning Environments*. http://www.zachtronics.com/tis-100/

Katsantonis, M. N., & Mavridis, I. (2021). Evaluation of hacklearn cofelet game user experience for cybersecurity education. *International Journal of Serious Games*, *8*(3), 3–24. https://doi.org/10.17083/IJSG.V8I3.437

Korkiakoski, M., Antila, A., Annamaa, J., Sheikhi, S., Alavesa, P., & Kostakos, P. (2023). Hack the Room: Exploring the potential of an augmented reality game for teaching cyber security. *ACM International Conference Proceeding Series*, 349–353. https://doi.org/10.1145/3582700.3583955

Li, C., Kulkarni, M. R., & Kulkarni, R. (2016). *Survey of Cybersecurity Education through Gamification Cybersecurity Education through Gamification-the CTF Approach*.

Mahendra, Y. C., & Pinatih, N. K. D. S. A. (2023). *STRATEGI PENANGANAN KEAMANAN SIBER (CYBER SECURITY) DI INDONESIA*. *6*, 1941–1949.

Maqsood, S., & Chiasson, S. (2021). Design, Development, and Evaluation of a Cybersecurity, Privacy, and Digital Literacy Game for Tweens. *ACM Transactions on Privacy and Security*, *24*(4). https://doi.org/10.1145/3469821

Mittal, A., Gupta, M. P., Chaturvedi, M., Chansarkar, S. R., & Gupta, S. (2021). Cybersecurity Enhancement through Blockchain Training (CEBT) – A serious game approach. *International Journal of Information Management Data Insights*, *1*(1). https://doi.org/10.1016/j.jjimei.2020.100001

Ros, S., Gonzalez, S., Robles, A., Tobarra, L. L., Caminero, A., & Cano, J. (2020). Analyzing Students' Self-Perception of Success and Learning Effectiveness Using Gamification in an Online Cybersecurity Course. *IEEE Access*, *8*, 97718–97728. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2996361

Scholefield, S., & Shepherd, L. A. (2019). *Gamification Techniques for Raising Cyber Security Awareness*.

Stott, A., & Neustaedter, C. (2013). *Analysis of Gamification in Education*.

Thakur, K., Qiu, M., Gai, K., & Ali, M. L. (2016). An Investigation on Cyber Security Threats and Security Models. *Proceedings - 2nd IEEE International Conference on Cyber Security and Cloud Computing, CSCloud 2015 - IEEE International Symposium of Smart Cloud, IEEE SSC 2015*, 307–311. https://doi.org/10.1109/CSCloud.2015.71

Von Solms, R., & Van Niekerk, J. (2013). From information security to cyber security. *Computers and Security*, *38*, 97–102. https://doi.org/10.1016/j.cose.2013.04.004

Vorontsova, Y. V., Grishina, A. S., Dmitriev, A. V., & Murashko, M. A. (2023). *The Immersive Approach and Gamification: New Forms of Educational Technologies Through Games*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-48020-1_23

Wen, Z. A., Lin, Z., Chen, R., & Andersen, E. (2019, May 2). What.Hack: Engaging Anti-Phishing Training through a Role-playing Phishing Simulation Game. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. https://doi.org/10.1145/3290605.3300338

Yasin, A., Liu, L., Li, T., Fatima, R., & Jianmin, W. (2019). Improving software security awareness using a serious game. *IET Software*, *13*(2), 159–169. https://doi.org/10.1049/iet-sen.2018.5095

Zahed, B., White, G., & Quarles, J. (2019). *Play It Safe An Educational Cyber Safety Game for Children in Elementary School*.

LAMPIRAN

Lampiran GDD (*Game Design Document*)

Game Document Design

Nama Game : Cyberhunt (Gim Edukasi Keamanan Siber)

Pitch

Cerita berlangsung di masa depan yang mendalam dalam perkembangan alat implan. StellarSync Labs, perusahaan teknologi ternama, telah menjadi target kelompok peretas yang dikenal sebagai VoidBandit. Kelompok ini telah berhasil mencuri implan inovatif saat diadakan sebuah pameran di StellarSync Labs. CEO StellarSync Labs memutuskan untuk menyewa detektif privat untuk menangkap VoidBandit. Anda, seorang antusias keamanan siber, diberikan kesempatan oleh teman anda, seorang detektif, untuk membantu memburu VoidBandit dan mengembalikan implan yang dicuri.

Core Experience

- **Visual Novel**: Mencari jejak dengan memecahkan tantangan Keamanan siber sesuai level.
- **Story and Character**: Sekelompok pencuri mencuri implan inovatif. User berperan sebagai analis keamanan siber untuk membantu menangkap pencuri tersebut.

Core Direction

- Single Player
- Masa depan
- Keamanan siber

Target Audience

- Pria/Wanita
- Umur: anak sekolah menengah
- Penggemar Cerita, keamanan siber

Design Principle

Menyelesaikan tantangan keamanan siber bertujuan untuk menangkap VoidBandit.

Core Game Loop



Game Play and Mechanics

- Kondisi Menang/Kalah
  - Kondisi Menang/next level: Player berhasil menyelesaikan tantangan keamanan siber sebelum kehabisan waktu pengerjaaan.
  - Kondisi Kalah : kehabisan waktu pengerjaaan.

Alur Cerita:

1. **Pendahuluan:**
   - Pemain diperkenalkan sebagai seorang ahli keamanan siber yang dipekerjakan oleh StellarSync Labs untuk melacak dan menghentikan VoidBandit. Anda diberikan akses ke sistem keamanan StellarSync Labs untuk memulai investigasi.
2. **Misi-Misi Pengejaran:**
   - Pemain akan menjalani serangkaian misi yang melibatkan tantangan CTF.
3. **Tantangan CTF:**
   - Setiap level akan menampilkan tantangan keamanan siber yang harus dipecahkan oleh pemain. Hal ini melibatkan kriptografi, steganografi, forensika digital, dan OSINT.
4. **Akhir Cerita:**
   - Detektif bersiap menangkap VoidBandit, Anda mendapatkan skor dari parameter yang sudah anda lakukan di setiap tantangan.

Gameplay mechanics

Gameplay mechanics dalam gim edukasi keamanan siber berbasis konsep Capture The Flag (CTF) dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menantang. Mekanisme permainan melibatkan serangkaian tantangan berbasis skenario dunia nyata yang berkaitan dengan keamanan siber, seperti kriptografi, OSINT (Open-Source Intelligence), forensika digital, dan steganografi. Pemain akan berpartisipasi secara individu, di mana mereka harus menyelesaikan setiap tantangan untuk mendapatkan poin atau "flag."

Pemain akan disajikan cerita, di mana dalam alur cerita tersebut terdapat tantangan CTF yang harus diselesaikan. Pemain harus menjawab soal hingga benar sebelum waktu habis. Gim akan selesai jika pemain berhasil menjawab semua tantangan dalam waktu yang disediakan atau kehabisan waktu. Di akhir permainan, akan disajikan halaman skor yang berisi seberapa cepat pemain menyelesaikan tantangan dan berapa kali pemain mencoba mengirimkan jawaban.

Lampiran Survey Pengaruh Narasi dan Simulasi dalam Gim Edukasi

Survey Pengaruh Narasi dan Simulasi dalam Gim Edukasi

Terima kasih telah bersedia mengisi survei ini. Survei ini bertujuan untuk memahami pengaruh elemen narasi dan simulasi dalam gim edukasi terhadap pengalaman belajar.

Survei terdiri dari 13 pertanyaan pilihan ganda dan diperkirakan membutuhkan waktu sekitar 5–10 menit untuk diselesaikan. Semua jawaban yang diberikan akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk tujuan penelitian.

Partisipasi dalam survei ini sangat berarti untuk pengembangan gim edukasi yang lebih efektif dan menarik

Email *

Valid email

This form is collecting emails. Change settings

Apakah Anda percaya bahwa narasi atau cerita dalam sebuah gim dapat meningkatkan pengalaman belajar Anda? *

- Sangat setuju
- Setuju
- Netral
- Tidak setuju
- Sangat tidak setuju

Seberapa pentingkah bagi Anda adanya alur cerita yang menarik dan berkembang dalam gim edukasi? *

- Sangat penting
- Penting
- Cukup penting
- Tidak penting
- Sangat tidak penting

Saat memainkan gim edukasi, apakah Anda merasa lebih termotivasi ketika ada cerita atau karakter yang berkembang sepanjang permainan? *

- Sangat termotivasi
- Termotivasi
- Netral
- Tidak termotivasi
- Sangat tidak termotivasi

Apakah menurut Anda narasi dalam gim membantu Anda memahami dan mengingat materi yang diajarkan lebih baik? *

- Sangat membantu
- Membantu
- Cukup membantu
- Tidak membantu
- Sama sekali tidak membantu

Menurut Anda, apakah simulasi yang mendekati dunia nyata penting dalam gim edukasi untuk mempelajari konsep-konsep yang kompleks seperti keamanan siber? *

- Sangat penting
- Penting
- Cukup penting
- Tidak penting
- Sangat tidak penting

Seberapa besar pengaruh simulasi yang realistis terhadap pemahaman Anda tentang materi yang diajarkan dalam gim edukasi? *

- Sangat besar
- Besar
- Cukup besar
- Kecil
- Sangat kecil

Apakah Anda lebih menyukai gim yang menampilkan skenario yang menggambarkan situasi dunia nyata untuk meningkatkan pemahaman Anda? *

- Sangat menyukai
- Menyukai
- Netral
- Tidak menyukai
- Sangat tidak menyukai

Menurut Anda, apakah simulasi dunia nyata dalam gim dapat meningkatkan kemampuan Anda untuk menerapkan pengetahuan yang telah dipelajari dalam kehidupan nyata? *

- Sangat setuju
- Setuju
- Netral
- Tidak setuju
- Sangat tidak setuju

Jika Anda diberi pilihan, apakah Anda lebih memilih gim yang berfokus pada cerita atau gim yang lebih berfokus pada simulasi dunia nyata untuk pembelajaran? *

- Lebih memilih cerita
- Lebih memilih simulasi dunia nyata
- Sama-sama penting
- Tidak ada preferensi

Bagaimana pendapat Anda tentang menggabungkan narasi dengan simulasi dalam gim edukasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif? *

- Sangat setuju
- Setuju
- Netral
- Tidak setuju
- Sangat tidak setuju

Menurut Anda, apakah pendekatan yang menggabungkan cerita dan simulasi dapat membuat materi pembelajaran lebih mudah dipahami dan diterima? *

- Sangat setuju
- Setuju
- Netral
- Tidak setuju
- Sangat tidak setuju

Apakah Anda merasa bahwa cerita dalam gim dapat membuat Anda lebih terlibat dalam proses pembelajaran? *

- Sangat terlibat
- Terlibat
- Cukup terlibat
- Tidak terlibat
- Sama sekali tidak terlibat

Menurut Anda, apakah simulasi dunia nyata dapat membuat gim edukasi lebih relevan dan menarik untuk pembelajaran? *

- Sangat relevan dan menarik
- Relevan dan menarik
- Cukup relevan dan menarik
- Tidak relevan dan menarik
- Sama sekali tidak relevan dan menarik

Lampiran *Pre-Test* Pemahaman Awal Materi Gim Edukasi

Pre-Test Pemahaman Awal Materi Gim Edukasi

Terima kasih telah mengikuti pre-test ini. Pre-test ini bertujuan untuk mengukur pemahaman awal Anda terkait materi yang akan dipelajari dalam gim edukasi. Hasil pre-test ini akan digunakan sebagai acuan untuk menilai perkembangan pemahaman Anda setelah mengikuti pembelajaran.

Silakan jawab setiap pertanyaan dengan jujur dan tepat. Pre-test ini akan membantu dalam menyesuaikan materi yang akan diberikan. Pre-test ini tidak memiliki nilai, tetapi sangat penting untuk proses pembelajaran yang optimal.

Email *

Valid email

This form is collecting emails. Change settings

Apakah Anda mengetahui apa itu enkripsi dalam konteks keamanan siber? *

- Ya
- Tidak
- Mungkin

Seberapa besar pengetahuan Anda tentang teknik enkripsi dasar seperti Caesar Cipher? *

- Sangat baik
- Baik
- Cukup
- Kurang
- Sangat kurang

Apakah Anda pernah mendengar tentang konsep forensika digital? *

- Ya
- Tidak
- Mungkin

Sejauh mana Anda memahami cara menganalisis jejak digital atau metadata dalam suatu gambar atau dokumen *

- ○ Sangat paham
- ○ Paham
- ○ Cukup paham
- ○ Tidak paham
- ○ Sama sekali tidak paham

Apakah Anda tahu bahwa informasi tersembunyi dalam gambar atau file digital dapat diakses menggunakan teknik tertentu? *

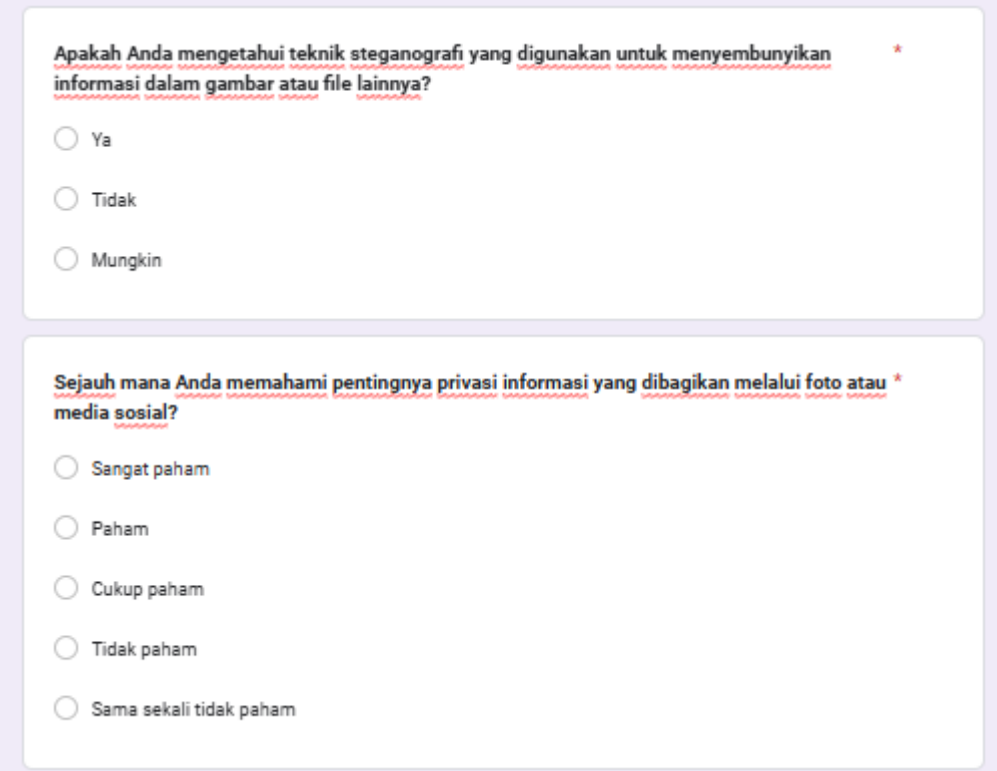
- ○ Ya
- ○ Tidak
- ○ Mungkin

Apakah Anda mengetahui teknik OSINT (Open Source Intelligence) untuk mengumpulkan informasi dari sumber terbuka, seperti gambar atau metadata? *

- ○ Ya
- ○ Tidak
- ○ Mungkin

Apakah Anda tahu bahwa lokasi seseorang dapat diketahui melalui metadata gambar atau foto? *

- ○ Ya
- ○ Tidak
- ○ Mungkin



Lampiran *Post-Test* Pemahaman Awal Materi Gim Edukasi

Post-Test Evaluasi Pemahaman Setelah Pembelajaran Gim Edukasi

Terima kasih telah mengikuti post-test ini. Post-test ini bertujuan untuk mengevaluasi peningkatan pemahaman Anda setelah mengikuti pembelajaran menggunakan gim edukasi. Perbandingan antara pre-test dan post-test akan memberikan gambaran mengenai perkembangan pemahaman Anda terhadap materi yang diajarkan.

Harap jawab setiap pertanyaan dengan jujur dan sesuai dengan pemahaman Anda. Hasil post-test ini akan sangat membantu dalam menilai efektivitas proses pembelajaran yang telah dilakukan.

Email *

Valid email

This form is collecting emails. Change settings

Setelah mengikuti gim ini, apakah Anda lebih memahami konsep dasar enkripsi, seperti Caesar Cipher? *

- ○ Sangat paham
- ○ Paham
- ○ Cukup paham
- ○ Tidak paham
- ○ Sama sekali tidak paham

Apakah gim ini membantu Anda memahami bagaimana informasi tersembunyi dapat ditemukan menggunakan teknik forensika digital? *

- ○ Sangat membantu
- ○ Membantu
- ○ Cukup membantu
- ○ Tidak membantu
- ○ Sama sekali tidak membantu

Setelah mengikuti gim ini, apakah Anda lebih memahami bagaimana OSINT (Open Source Intelligence) digunakan untuk mengidentifikasi sebuah lokasi dalam gambar atau data terbuka lainnya? *

- ○ Sangat paham
- ○ Paham
- ○ Cukup paham
- ○ Tidak paham
- ○ Sama sekali tidak paham

Apakah gim ini membantu Anda mengerti bahwa lokasi seseorang dapat diketahui hanya dengan menggunakan sebuah gambar? *

- ○ Sangat paham
- ○ Paham
- ○ Cukup paham
- ○ Tidak paham
- ○ Sama sekali tidak paham

Setelah mengikuti gim ini, apakah Anda lebih memahami konsep steganografi dan cara menyembunyikan informasi dalam gambar atau file lainnya? *

- ○ Sangat paham
- ○ Paham
- ○ Cukup paham
- ○ Tidak paham
- ○ Sama sekali tidak paham

Apakah gim ini meningkatkan pemahaman Anda mengenai penggunaan alat dan teknik untuk mengungkapkan informasi yang tersembunyi dalam gambar atau data lainnya? *

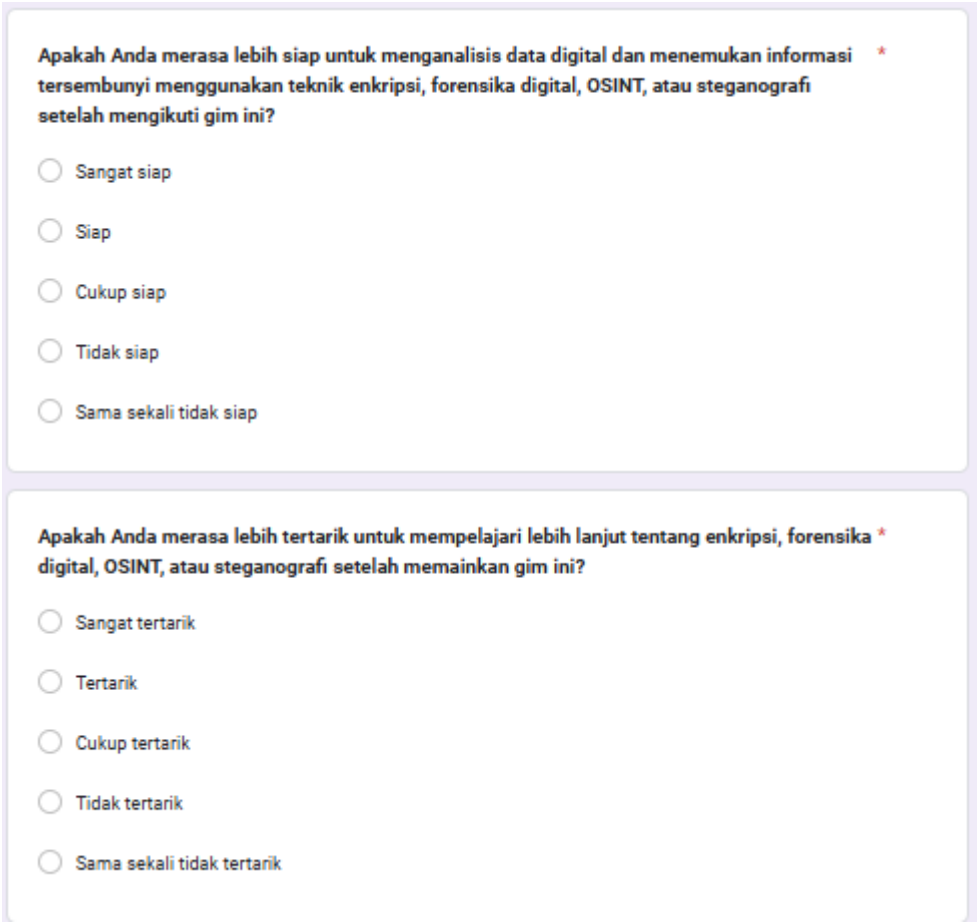
- ○ Sangat membantu
- ○ Membantu
- ○ Cukup membantu
- ○ Tidak membantu
- ○ Sama sekali tidak membantu

Setelah memainkan gim ini, sejauh mana Anda merasa lebih sadar akan pentingnya privasi informasi yang dibagikan dalam foto atau media sosial? *

- ○ Sangat sadar
- ○ Sadar
- ○ Cukup sadar
- ○ Tidak sadar
- ○ Sama sekali tidak sadar

Apakah gim ini membantu Anda mengerti bagaimana menggunakan alat steganografi untuk menemukan informasi tersembunyi? *

- ○ Sangat membantu
- ○ Membantu
- ○ Cukup membantu
- ○ Tidak membantu
- ○ Sama sekali tidak membantu



Lampiran Survey kepuasan pengguna

Seberapa mudah Anda merasa untuk menggunakan aplikasi ini? *

	1	2	3	4	5	
Sangat Sulit	○	○	○	○	○	Sangat Mudah

Apakah aplikasi ini memenuhi kebutuhan Anda? *

	1	2	3	4	5	
Tidak Memenuhi	○	○	○	○	○	Sangat Memenuhi

Seberapa sering Anda mengalami masalah saat menggunakan aplikasi ini? *

	1	2	3	4	5	
Sering	○	○	○	○	○	Tidak Pernah

Bagaimana Anda menilai desain aplikasi ini *

	1	2	3	4	5	
Sangat Buruk	○	○	○	○	○	Sangat Baik

Seberapa jelas dan mudah dipahami navigasi aplikasi ini? *

	1	2	3	4	5	
Tidak Jelas	○	○	○	○	○	Sangat Jelas

Apakah font dan warna yang digunakan nyaman di mata? *

	1	2	3	4	5	
Tidak Nyaman	○	○	○	○	○	Sangat Nyaman

Apakah Anda mengalami gangguan atau crash saat menggunakan aplikasi? *

	1	2	3	4	5	
Sangat Sering	○	○	○	○	○	Tidak Pernah

Seberapa puas Anda dengan pengalaman keseluruhan menggunakan aplikasi ini? *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Puas	○	○	○	○	○	Sangat Puas

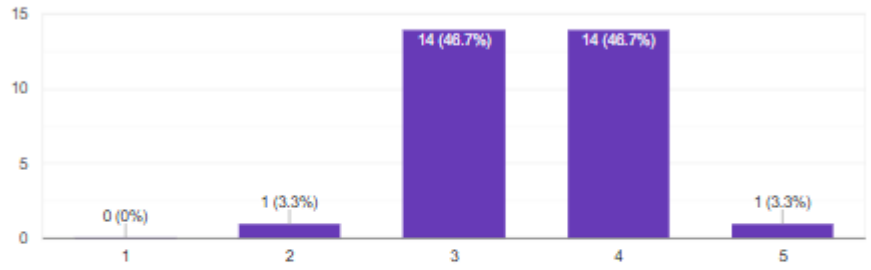
Apakah Anda akan merekomendasikan aplikasi ini kepada orang lain? *

	1	2	3	4	5	
Tidak Akan	○	○	○	○	○	Sangat Akan

Seberapa mudah Anda merasa untuk menggunakan aplikasi ini?

Copy chart

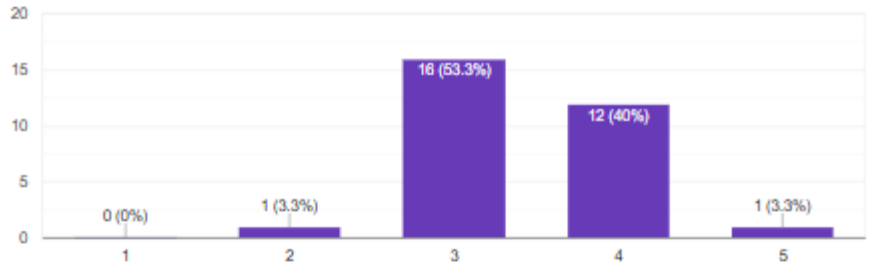
30 responses



Apakah aplikasi ini memenuhi kebutuhan Anda?

Copy chart

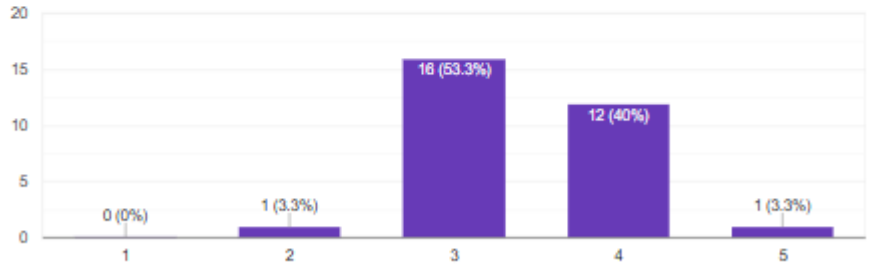
30 responses



Seberapa sering Anda mengalami masalah saat menggunakan aplikasi ini?

Copy chart

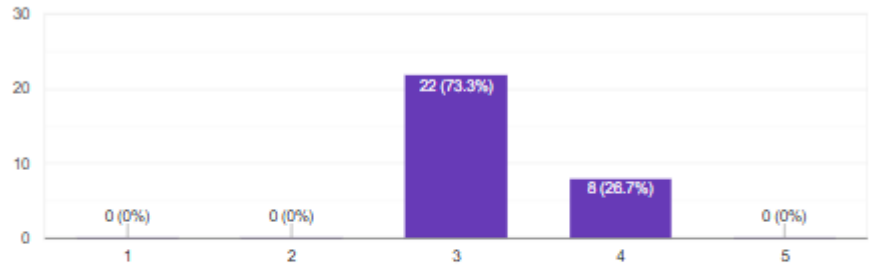
30 responses



Bagaimana Anda menilai desain aplikasi ini

Copy chart

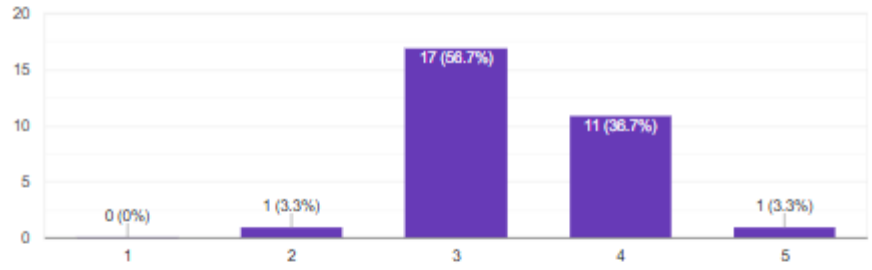
30 responses



Seberapa jelas dan mudah dipahami navigasi aplikasi ini?

Copy chart

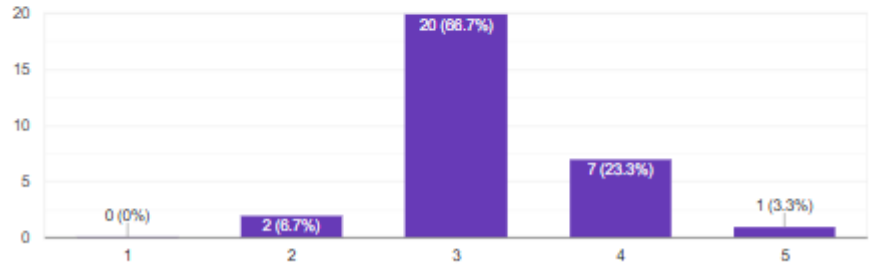
30 responses

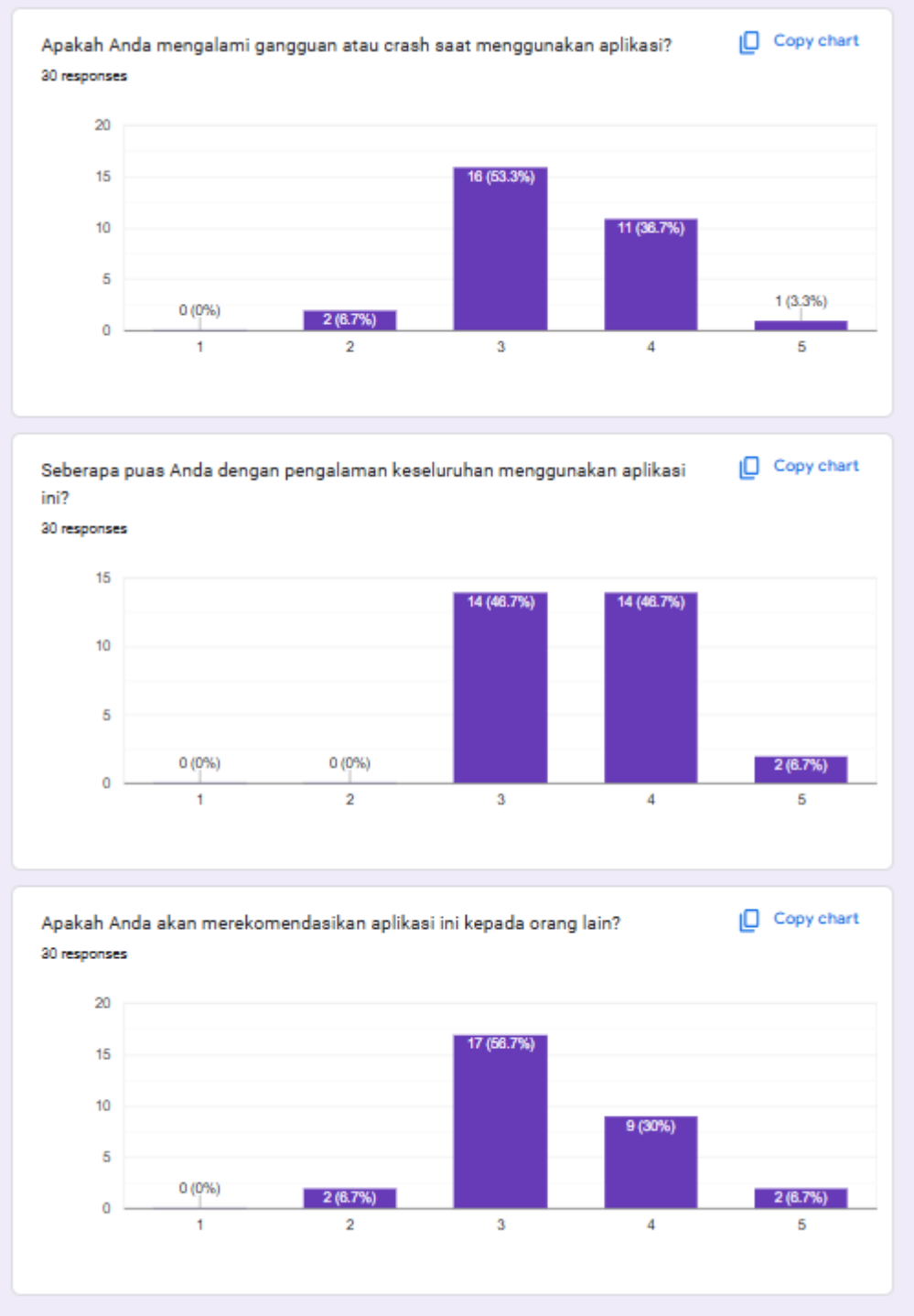


Apakah font dan warna yang digunakan nyaman di mata?

Copy chart

30 responses





Lampiran Script Dialog Cerita

[Player menonton tv]

<<Host TV>>

Selamat malam semuanya, dan selamat datang di Gala StellarSync Labs! Malam ini, kita merayakan inovasi, masa depan teknologi, dan kemajuan luar biasa yang akan membentuk kehidupan kita!

Seperti yang Anda ketahui, StellarSync Labs telah menjadi yang terdepan dalam otomatisasi rumah, menghadirkan kenyamanan dan kendali di ujung jari Anda. Kita semua telah menyaksikan kecemerlangan mereka, mulai dari sistem pencahayaan pintar yang intuitif hingga peralatan yang diaktifkan dengan suara.

Dan malam ini, visioner Dr. Amanda Julia akan mengungkap karya terbarunya - perangkat yang menjanjikan untuk merevolusi cara kita berinteraksi dengan rumah kita! Mari berikan tepuk tangan untuk Dr. Julia!

[i]Tepuk tangan...[/i]

<<Dr Julia>>

Terima kasih. Terima kasih semua telah bergabung dengan kami malam ini. Selama bertahun-tahun, kami telah berusaha keras untuk menciptakan teknologi yang terintegrasi secara mulus dengan kehidupan kita, membuatnya lebih sederhana dan efisien. Malam ini, Saya mempersembahkan kepada Anda puncak dari upaya tersebut - StellarSync Elysia!

Bayangkan asisten virtual yang bisa Anda lihat, membantu tugas Anda, automasi rumah Anda, dan bahkan berinteraksi dengan Anda. Itulah StellarSync Elysia, peningkatan dari generasi sebelumnya, dimana model sebelumnya hanya bisa berinteraksi dengan suara. Namun sekarang asisten virtual ini bisa hadir di depan mata Anda, layaknya teman Anda.

Dengan StellarSync Elysia, kita tidak hanya membentuk masa depan otomatisasi rumah; kita sedang membentuk masa depan tentang cara kita hidup, bekerja, dan berinteraksi dengan dunia sekitar kita. Cara kerjanya adalah hanya dengan memasang implan ini...

[Mati Lampu]

[Player dapat sms dari Detektif]

<<Detektif>>

Hei Player, sedang menonton Gala StellarSync?

Sepertinya telah terjadi pemadaman total yang disengaja.

Bukan hanya itu, implan yang dipamerkan juga dicuri saat pamadaman listrik terjadi.

Perusahaan StellarSync baru saja mempekerjakan saya untuk menyelidikinya.

<<Player>>

Tapi bagaimana implan tersebut bisa hilang dalam sekejap?

<<Detektif>>

Ada saksi mata yang mengatakan bahwa implan itu dicuri oleh perusahaan itu sendiri.

Mereka melihat Drone StellarSync yang mencuri implan itu.

<<Player>>

Hmmm... Sangat menarik...

Apakah ada petunjuk lain?

<<Detektif>>

Tentunya serangan yang dilakukan sangat terkoordinasi, apalagi bisa menembus sistem keamanan StellarSync.

Sepertinya Saya akan membutuhkan bantuan anda untuk menganalisis serangan yang dilakukan.

<<Player>>

Baik, Saya akan ke sana.

[i]Anda menerobos pintu otomatis, adrenalin mengalir deras di pembuluh darah Anda. Lab itu dipenuhi aktivitas - petugas keamanan berjaket kuning menggiring karyawan yang bingung, dan teknisi mengetik keyboard dengan cepat.[/i]

Detektif Nakamura, orang yang selalu sibuk saat mengerjakan pekerjannya, melihat Anda dan melambaikan Anda.

<<Nakamura>>

Anda berhasil sampai sini! Tepat waktunya. Seluruh tempat ini berantakan.

Ingat tentang pemadaman listrik? Aneh, bukan? Hampir seperti seseorang ingin menutupi jejak mereka.

<<Player>>

Hmm... Jelas mencurigakan. Bagaimana situasinya?

<<Nakamura>>

Sepertinya kita mendapat petunjuk. Ternyata drone yang menyerang siaran langsung gala tidak sepenuhnya dikendalikan oleh perusahaan. Keamanan menemukannya terjatuh di luar perimeter. Kami lalu menyelidikinya.

<<Player>>

Jadi, apa yang terjadi? Pekerjaan orang dalam? Seorang karyawan yang memiliki dendam?

<<Nakamura>>

Tidak, drone itu memang milik StellarSync. Tapi seseorang meretasnya. Tim juga sudah menyelidiki lebih lanjut, hasilnya didapati adanya serangan dari luar ke jaringan perusahaan.

<<Player>>

Diretas, ya? Jadi disitu peranku, mari kita lihat apa yang ditinggalkan oleh peretas.

<<Nakamura>>

Ini drone-nya, silahkan diselidiki.

[CTF Cryptography]

<<Player>>

Mari kita lihat apa yang akan kita kerjakan.

Sepertinya ini dapat diselesaikan dengan teknik kriptografi.

Mari kita gunakan alat untuk mendekripsi pesan yang ada.

<<Instruksi>>

[b]Gunakan Caesar Cipher untuk dekripsi pesan[/b]

<<Player>>

[i]Informasi jaringan peretas dari sistem drone berhasil didapatkan. Sekarang mari kita lihat apakah kita bisa masuk ke jaringan mereka... Saya akan mencoba menggunakan informasi ini untuk membuat pintu belakang dan mendapatkan akses.[/i]

Detektif, saya berhasil masuk. Saya punya akses ke jaringan peretas.

<<Nakamura>>

Kerja bagus. Sekarang setelah kita punya akses, mari kita lihat apakah kita bisa menemukan petunjuk apa pun tentang apa yang mereka rencanakan.

<<Player>>

[i]Saya akan menyiapkan pelacak paket untuk menangkap setiap transmisi data yang keluar... Aha, dapat sesuatu! berhasil dapat data yang berupa file gambar.[/i]

Detektif, saya mendapatkan sesuatu. Saya berhasil mendapatkan file gambar. Saya akan mengeceknya lebih lanjut di apartemen saya.

<<Nakamura>>

Baiklah, terus kabari saya apa yang Anda temukan. Saya akan mulai mencari petunjuk lain dan melihat apakah saya bisa menemukan hubungannya dengan peretas.

[i]Anda bergegas pulang ke apartemen.[/i]

[Player pulang ke apartemen. CTF OSINT]

[i]Anda mencoba untuk memulai menganalisis file gambar tersebut setelah sampai di apartemen.[/i]

<<Player>>

[i]Hmm, sepertinya ini sebuah lokasi, mungkin tempat hacker akan menjual perangkat yang dicuri. Saya akan mencoba menelitinya dan melihat apakah saya bisa menemukan koordinat lokasi ini.[/i]

[i]Saya akan mencoba alat OSINT (open source intelligence) untuk mencari tahu lokasi yang tepat dari gambar ini. Mungkin saya bisa menemukan beberapa petunjuk tentang lokasi ini dengan menganalisis lingkungan sekitar.[/i]

[i]Setelah menemukan koordinat saya harus segera mengirimkannya ke Detektif.[/i]

<<Instruksi>>

[b]Gunakan alat OSINT yang disediakan untuk menganalisis[/b]

[Player sms detektif]

<<Player>>

Hei Detektif, saya telah menemukan lokasi tersebut dengan koordinat ----------. Saya rasa ini mungkin tempat di mana para peretas berencana untuk menjual perangkat yang dicuri.

<<Nakamura>>

Kerja bagus! Saya akan mengirim tim saya untuk menyelidiki lokasi tersebut dan melihat apakah kita bisa menangkap para peretas. Anda telah melakukan pekerjaan yang hebat sejauh ini, tetapi Anda dapat memberikan informasi lebih jika ada yang tertinggal.

<< Player >>

Semoga betuntung Detektif. Saya akan mencoba menggali informasi lebih dalam.

[Beberapa jam kemudian] [CTF PhotoForensic]

<<Player>>

[i]Hmm, Saya tidak yakin bahwa saya telah mengekstrak semua petunjuk dari gambar itu. Sebaiknya Saya menjalankan beberapa alat forensik foto, hanya untuk berjaga-jaga jika ada informasi tersembunyi yang Saya lewatkan.[/i]

<<Instruksi>>

[b]Gunakan alat forensik foto yang disediakan untuk menganalisis[/b]

[b]Gunakan menu ELA (Error Level Analysis) untuk mencari petunjuk tersembunyi[/b]

[Saat player selesai menemukan petunjuk, ada sms masuk dari detektif]

<<Nakamura>>

Hei, saya ada di lokasi dan harus saya katakan, saya tidak melihat sesuatu yang mencurigakan. Tidak ada tanda-tanda peretas atau perangkat yang dicuri. Apakah Anda yakin petunjuk yang Anda temukan tidak ada yang terlewat?

<<Player>>

Sebenarnya, Saya baru saja menemukan sesuatu yang baru. Saya sedang memeriksa ulang gambarnya dan Saya menemukan sebuah kata sandi. Saya tidak yakin apa yang bisa dibuka, tapi saya rasa ini mungkin penting.

<<Nakamura>>

Kata sandi? Kata sandi seperti apa?

<<Player>>

Saya tidak yakin bagaimana cara menggunakan kata sandinya... Hmmm, Saya akan mencoba alat yang belum digunakan. Saya akan menggunakan alat steganografi terlebih dahulu untuk melihat apakah kata sandi ini bisa membuka pesan yang tersembunyi. mungkin itu salah satu cara untuk tahu apa artinya. Sampai ketemu lagi Detektif.

[CTF Steganography]

<<Player>>

[i]Oke, mari kita lihat apakah kata sandi ini membuka pesan tersembunyi...[/i]

<<Instruksi>>

[b]Gunakan alat steganografi yang disediakan untuk mendekripsi pesan[/b]

<<Player>>

[i]Mari kita lihat apa maksud dari pesan tersembunyi ini...[/i]

[i]Informasi ini terlihat seperti koordinat dan waktu yang asli. Saya rasa ini mungkin lokasi dan waktu penjualan alat tersebut oleh peretas. Saya harus mengirimkan informasi ini ke detektif secepatnya..[/i]

<<Player>>

Detektif, saya mendapatkan sesuatu. Saya menggunakan kata sandi untuk membuka pesan tersembunyi di dalam gambar, dan pesan itu berisi serangkaian koordinat dan waktu. Saya pikir ini mungkin lokasi dan waktu penjualan peretas.

<<Detektif>>

Apa saja koordinat dan waktunya? Kirimkan kepada saya sekarang.

<<Player>>

Koordinatnya adalah -7.6875839, 110.4173504, dan waktunya adalah pukul 22:00 malam ini. Saya pikir ini dia, Detektif. Ini adalah jawaban yang kita butuhkan untuk menangkap para peretas.

<<Detektif>>

Baik. Saya akan menyiapkan tim Saya. Kami akan tiba di sana pukul 22:00 malam ini. Terima kasih atas kerja samanya.

##Tim detektif ke lokasi tersebut dan menangkap peretas tersebut. Tamat

##Halaman skor