Skripsi

Perancangan *User Interface* Aplikasi Siaga Siber Untuk Media Belajar *Cybersecurity* Menggunakan Metode *Design Thinking*

Jenis Skripsi:
Penelitian Rancang Bangun

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)

Disusun oleh:
Nopsa Mustika Prayogi
NIM. 2105040041

Pembimbing:
Purwono Hendradi, M.Kom., Ph.D
NIDN. 0624077101

Pembimbing:
Dimas Sasongko, S. Kom., M. Eng.
NIDN. 0602058502

Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Magelang
Tahun 2025

Bab 1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Merancang antarmuka aplikasi pembelajaran *cybersecurity* yang menarik dan sesuai untuk anak-anak sekolah dasar merupakan tantangan yang signifikan dalam era digitalisasi yang semakin pesat. Pada usia dini, anak-anak cenderung memiliki perhatian yang pendek dan gaya belajar yang berbeda, sehingga desain antarmuka yang menarik dan interaktif sangat penting untuk memfasilitasi pembelajaran efektif. Proses perancangan desain *user interface* dan *user experience* yang efektif dapat dilakukan dengan metode *Design Thinking*, dengan menekankan pada pendekatan yang berfokus pada pengguna untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang menyeluruh dan inklusif (Januar Adi Putra et al., 2023). Media pembelajaran digital memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa SD, dengan metode yang dirancang sesuai kebutuhan pengguna (Januar Adi Putra et al., 2023). Oleh karena itu, pendekatan yang sensitif terhadap kebutuhan anak-anak dalam merancang antarmuka aplikasi menjadi sangat penting untuk menjaga minat belajar mereka.

Penggunaan metode *Design Thinking* dalam merancang antarmuka pembelajaran *cybersecurity* bisa memberikan dampak positif yang memenuhi kebutuhan pengguna. Perancangan *user interface* yang *user-friendly* dengan pendekatan *Design Thinking* dapat menghasilkan desain yang tidak hanya estetis, tetapi juga sangat fungsional (Karlina & Indah, 2022). Studi sebelumnya seperti yang dilakukan oleh (Umiga, 2022) juga mendukung bahwa pendekatan *user-centered design* meningkatkan engagement pengguna. Maka dari itu, menerapkan metode *Design Thinking* untuk mendesain antarmuka aplikasi pembelajaran *cybersecurity* bagi anak SD tidak hanya berpotensi meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mereka, tetapi juga mempersiapkan mereka untuk tantangan teknologi masa depan.

Merancang antarmuka aplikasi pembelajaran *cybersecurity* yang menarik dan sesuai untuk anak SD merupakan tantangan yang kompleks, mengingat kebutuhan untuk menggabungkan unsur pendidikan, keamanan, dan keterlibatan visual. Penerapan metode *Design Thinking* dalam konteks ini menawarkan pendekatan terstruktur dan kreatif yang dapat menciptakan solusi inovatif. (Januar Adi Putra et al., 2023) dalam penelitiannya menyoroti bahwa metode *Design Thinking* dapat meningkatkan pengalaman pengguna dengan menyelaraskan estetika dan fungsionalitas antarmuka. Dalam konteks pembelajaran digital untuk anak-anak, (Nur Alifah et al., 2023) mencatat bahwa media pembelajaran yang dirancang dengan baik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa SD. Oleh karena itu, penerapan metode ini dalam desain antarmuka aplikasi bertujuan untuk menghasilkan platform yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga mendorong keterampilan berpikir kritis dan kesadaran akan keamanan siber sejak dini.

Pentingnya keterlibatan anak-anak dalam pembelajaran *cybersecurity* tidak bisa diremehkan, mengingat mereka adalah bagian dari generasi digital yang selalu terhubung dengan teknologi. (Tandirerung et al., 2023) menekankan bahwa pengenalan tentang keamanan siber sejak usia dini membantu membentuk kesadaran dan pemahaman mereka akan teknologi. Sementara itu, penelitian oleh (Karlina & Indah, 2022) menunjukkan bahwa desain antarmuka yang ramah

pengguna dengan metode *Design Thinking* tidak hanya meningkatkan efektivitas pembelajaran tetapi juga memfasilitasi interaksi yang lebih mendalam. Dengan demikian, merancang aplikasi pembelajaran yang didasarkan pada pemahaman mendalam tentang kebutuhan pengguna muda, diharapkan membuka peluang bagi anak-anak untuk memperoleh keterampilan penting yang relevan dengan tantangan digital masa depan.

Dalam mempersiapkan perancangan antarmuka aplikasi pembelajaran *cybersecurity* yang menarik dan sesuai bagi anak sekolah dasar, peneliti telah melakukan peninjauan mendetail terhadap literatur sebelumnya yang relevan. Kajian oleh (Januar Adi Putra et al., 2023) berfokus pada penerapan metode *Design Thinking* dalam desain *user interface* dan *user experience* untuk media pembelajaran Aksara Jawa bagi siswa sekolah dasar. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan *Design Thinking* dapat mengatasi berbagai tantangan dalam menciptakan pengalaman pembelajaran yang interaktif dan menarik bagi pengguna. Demikian pula, studi oleh (Nurudin et al., 2024) menyoroti keberhasilan penerapan metode yang sama dalam menciptakan antarmuka pengguna aplikasi untuk memudahkan penggunaan fitur persewaan wedding decoration, menegaskan keandalan metode *Design Thinking* dalam perancangan antarmuka yang ramah pengguna. Lebih lanjut, penelitian oleh (Tandirerung et al., 2023) juga memperlihatkan pentingnya pengenalan konsep *cybersecurity* kepada siswa melalui media pembelajaran yang inovatif, menandakan adanya kebutuhan akan antarmuka yang menarik untuk memperkenalkan konsep teknologi yang lebih kompleks sejak dini. Meskipun berbagai studi menyorot aspek *design thinking* pada target yang berbeda, penelitian ini fokus pada aplikasi *cybersecurity*, mengintegrasikan aspek pembelajaran keamanan siber dalam perancangan antarmukanya.

Melanjutkan dari pentingnya keterlibatan anak-anak dalam proses pembelajaran *cybersecurity*, literatur lain menyoroti berbagai variabel penting yang menjadi perhatian dalam merancang antarmuka aplikasi. Studi oleh (Nur Alifah et al., 2023) melalui tinjauan pustaka terstruktur menunjukkan bahwa media pembelajaran digital memiliki dampak positif terhadap hasil belajar siswa SD, memperlihatkan bahwa integrasi digital dalam pendidikan dasar memiliki potensi besar. Di lain sisi, (Chairunnisa et al., 2024) mengulang penemuan ini dalam konteks sistem *e-learning* dengan metode *design thinking*, menggarisbawahi manfaat metode ini dalam meningkatkan *engagement* dan pengalaman belajar siswa. Penelitian oleh (Anggraeni et al., n.d.) menambahkan dimensi sosial dalam pengembangan antarmuka, menyarankan bahwa kemajuan teknologi komunikasi memberikan pengaruh signifikan pada perkembangan sosial anak, yang harus dipertimbangkan dalam setiap desain edukatif. Dengan demikian, meskipun interpretasi metode *design thinking* telah diaplikasikan dalam berbagai konteks, penelitian skripsi ini memiliki kontribusi unik dengan fokus pada pembelajaran keamanan siber yang disesuaikan dengan anak usia sekolah dasar, membangun dari keterkaitan antara desain antarmuka pengguna dan efektivitas pendidikan *cybersecurity*.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimana tahapan metode *Design Thinking* diterapkan dalam proses perancangan antarmuka aplikasi *Siaga Siber* sebagai media pembelajaran *cybersecurity* untuk siswa sekolah dasar?
2. Bagaimana hasil desain antarmuka *Siaga Siber* berdasarkan proses iteratif melalui masukan dari dosen pembimbing, ahli UI/UX, dan siswa sekolah dasar?
3. Bagaimana hasil evaluasi desain antarmuka aplikasi *Siaga Siber* menggunakan metode *Blackbox Testing* dan *Task Success Rate* dalam mendukung proses pembelajaran *cybersecurity* bagi siswa sekolah dasar?

1.3 Tujuan

"Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian yang akan dicapai adalah :

1. Menerapkan tahapan metode *Design Thinking* dalam proses perancangan antarmuka aplikasi *Siaga Siber* untuk pembelajaran *cybersecurity* bagi siswa sekolah dasar.
2. Menghasilkan desain antarmuka *Siaga Siber* yang optimal melalui proses iteratif dengan masukan dari dosen pembimbing, ahli *UI/UX*, dan pengguna (siswa sekolah dasar).
3. Mengevaluasi kelayakan dan efektivitas antarmuka *Siaga Siber* dengan menggunakan metode *Blackbox Testing* dan *Task Success Rate* dalam konteks pembelajaran cybersecurity untuk anak.

1.4 Manfaat

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu di bidang desain antarmuka (*UI/UX*), khususnya dalam konteks media pembelajaran digital untuk anak sekolah dasar. Penelitian ini juga menambah referensi terkait penerapan metode *Design Thinking* dalam merancang, menguji, dan menyempurnakan antarmuka aplikasi edukatif bertema *cybersecurity* melalui pendekatan iteratif dan berbasis pengguna.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan praktis bagi desainer *UI/UX*, pengembang aplikasi edukasi, dan tenaga pendidik dalam menerapkan metode *Design Thinking* secara sistematis untuk menggali dan memahami kebutuhan serta karakteristik siswa sekolah dasar. Selain itu, penelitian ini juga memberikan acuan dalam merancang antarmuka pembelajaran yang ramah anak, menarik secara visual, serta interaktif, guna meningkatkan keterlibatan pengguna. Lebih lanjut, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan dalam penyusunan media edukatif yang efektif dalam menanamkan pemahaman mengenai konsep dasar keamanan digital, berdasarkan proses evaluasi desain yang terstruktur dan berorientasi pada pengalaman pengguna.

Bab 2 Studi Literatur

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai perancangan media pembelajaran dan aplikasi edukasi dengan pendekatan pengguna telah banyak dilakukan. Salah satu contohnya adalah penelitian oleh (Januar Adi Putra et al., 2023) yang meneliti tentang pengembangan desain *user interface* dan *user experience* dari media pembelajaran aksara Jawa untuk siswa sekolah dasar. Metode yang digunakan adalah *design thinking*. Hasil penelitiannya menunjukkan bagaimana proses empati terhadap siswa menjadi titik awal dalam membangun desain yang interaktif dan menyenangkan. Media pembelajaran tersebut dirancang agar dapat digunakan secara mandiri tanpa bergantung pada guru, serta menyesuaikan dengan karakteristik *kognitif* anak usia SD. Putra menyarankan agar inovasi dalam rancangan *user interface* dan *user experience* terus ditingkatkan agar media pembelajaran tetap relevan, menarik, dan mampu meningkatkan minat belajar siswa secara berkelanjutan.

Selain itu, (Sussolaikah & Dwi Laksono, 2023) meneliti tentang edukasi mengenai pentingnya keamanan siber, cara melindungi diri di dunia digital, serta penggunaan gadget dan media sosial secara bijak. Metode yang digunakan adalah *Participatory Action Research* (PAR). Hasil penelitiannya menunjukkan siswa SD Negeri 01 Pandean mengalami peningkatan pengetahuan dan kesadaran akan pentingnya keamanan digital, serta mampu memahami praktik berinternet yang aman dan bertanggung jawab. Sussolaikah & Laksono menyarankan penggunaan media edukasi yang interaktif dan menarik sangat efektif dalam meningkatkan minat dan pemahaman anak usia dini mengenai keamanan siber.

Selanjutnya, (Chairunnisa et al., 2024) meneliti tentang merancang UI/UX sistem *e-learning* untuk siswa SMK. Metode yang digunakan adalah *Design Thinking*, dengan lima tahapan utama: *empathize*, *define*, *ideate*, *prototype*, dan *test*. Desain diuji menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) dengan hasil 80,3 dan *User Experience Questionnaire* (UEQ) dengan kategori "*excellent*". Penelitian ini menunjukkan bagaimana perancangan yang melibatkan siswa sebagai pengguna utama mampu meningkatkan motivasi dan pengalaman belajar mereka secara daring.

Penelitian lain oleh (Nurudin et al., 2024) berfokus pada pengembangan antarmuka aplikasi persewaan tenda "Rifqitenda" menggunakan metode *Design Thinking*. Meskipun tidak berorientasi pada pendidikan, penelitian ini menekankan pentingnya pengalaman pengguna (UX) dan kesederhanaan UI dalam memudahkan interaksi pengguna. Hasil uji menggunakan *Maze* (skor 81) dan SUS (78,5) menunjukkan aplikasi tersebut memiliki tingkat kegunaan yang baik.

Terakhir, (Satya et al., 2023) menerapkan metode *User Centered Design* (UCD) dalam pengembangan aplikasi Asisten BasketMu yang membantu pelatih mencatat performa atlet. Dengan fokus pada kebutuhan pelatih dan pemain, aplikasi ini diuji menggunakan pendekatan *task success rate*, dengan hasil 77% untuk pemain dan 82% untuk pelatih. Hal ini menunjukkan keberhasilan metode UCD dalam merancang aplikasi fungsional berbasis interaksi pengguna.

Kelima penelitian tersebut memiliki kesamaan dalam hal penerapan pendekatan yang berorientasi pada pengguna melalui metode seperti *Design Thinking* atau *User Centered Design*

(UCD). Persamaan lainnya terletak pada penggunaan media digital interaktif untuk meningkatkan pengalaman pengguna, baik dalam konteks edukasi maupun layanan. Namun, penelitian ini berbeda dari yang sebelumnya karena secara khusus menggabungkan pendekatan *Design Thinking* dalam konteks edukasi keamanan siber berbasis web untuk siswa sekolah dasar kelas 5 dan 6, yang belum banyak dijadikan fokus utama dalam penelitian-penelitian terdahulu. Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek edukatif, tetapi juga dilengkapi dengan fitur pengukuran pengetahuan siswa SD mengenai topik keamanan siber, sehingga aplikasi yang dikembangkan tidak hanya memberikan pembelajaran tetapi juga mampu mengevaluasi tingkat pemahaman siswa secara kuantitatif. Pendekatan ini dirancang sesuai dengan karakteristik kognitif anak usia sekolah dasar, sehingga memberikan kontribusi baru (*novelty*) dan menjadi bagian dari *state of the art* dalam pengembangan aplikasi edukasi digital berbasis literasi keamanan siber untuk anak-anak.

2.2 Kajian Teoretis

Kajian teoretis merupakan landasan utama dalam menyusun penelitian ilmiah, yang bertujuan menjelaskan konsep-konsep yang digunakan dalam penelitian secara teoritis dan sistematis. Penelitian ini memuat beberapa variabel dan pendekatan utama, yaitu antarmuka pengguna (*user interface*), media pembelajaran, literasi digital anak, *cybersecurity*, *figma* sebagai *tool* dalam mendesain *user interface*, metode pengujian (*blackbox testing*), *task success* sebagai metode evaluasi, serta pendekatan *Design Thinking* sebagai metode pengembangan.

2.2.1 *User Interface*

User Interface merupakan cara interaksi antara pengguna dengan sistem dalam sebuah perangkat lunak, seperti aplikasi, situs web, maupun perangkat seluler. Antarmuka ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan dan kenyamanan pengguna dalam menggunakan program tersebut. Cakupan *User Interface* meliputi elemen visual dari sistem, termasuk tata letak tampilan, pemilihan warna, ikon, serta komponen grafis lainnya yang mendukung kemudahan penggunaan.(Khansa Nathania et al., 2024).

2.2.2 Media Pembelajaran

Media pembelajaran merupakan sarana atau perantara yang digunakan untuk mendukung proses belajar mengajar dengan tujuan utama memudahkan guru dalam menyampaikan materi kepada peserta didik secara lebih efektif. Menurut (Nengsih et al., 2024), media pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu dalam penyampaian informasi, tetapi juga memiliki peran penting dalam meningkatkan motivasi belajar, memperjelas konsep yang bersifat abstrak menjadi lebih konkret, serta menciptakan suasana pembelajaran yang interaktif dan menyenangkan. Selain itu, penggunaan media yang tepat dapat mengurangi kejenuhan dalam proses belajar, menumbuhkan minat siswa untuk lebih aktif berpartisipasi, serta membantu tercapainya tujuan pembelajaran secara optimal. Dengan demikian, media pembelajaran dapat dipandang sebagai salah satu komponen penting yang mendukung terciptanya pengalaman belajar yang lebih bermakna dan berkesinambungan.

2.2.3 Model Pembelajaran *Cybersecurity*

Model pembelajaran yang efektif sangat penting dalam mengajarkan topik keamanan siber kepada siswa sekolah dasar. Salah satu pendekatan terkini yang relevan adalah *iCAT Framework (Innovative Cybersecurity Awareness Training)*, yang diperkenalkan oleh (Taherdoost, 2024). Model ini mengintegrasikan *gamifikasi, micro-learning, knowledge graph*, dan pendekatan berbasis permainan (*serious games*) untuk meningkatkan keterlibatan dan retensi pengetahuan. *iCAT* sangat sesuai untuk usia anak-anak karena berfokus pada interaksi, visualisasi menarik, dan durasi singkat yang cocok dengan rentang perhatian siswa sekolah dasar.

Model lain yang juga dapat diadaptasi dalam pengembangan aplikasi Siaga Siber adalah CAPE (*Cyber Escape Puzzle Education*). CAPE merupakan pendekatan gamifikasi berbasis *puzzle* dan *escape game* yang telah diuji pada konteks pendidikan menengah. Penelitian oleh (Pirta-Dreimane et al., 2024) menunjukkan bahwa model ini berhasil meningkatkan kesadaran siber dan pemahaman konsep-konsep keamanan digital dengan cara yang menyenangkan. CAPE menggabungkan *flipped classroom*, *roleplay*, dan *permainan interaktif*, yang bisa disederhanakan untuk konteks anak SD melalui *storytelling* dan pilihan keputusan berbasis skenario.

Dengan mengacu pada kedua model ini, pengembangan aplikasi Siaga Siber mengambil inspirasi untuk menghadirkan modul video singkat, kuis interaktif, dan skenario game yang menggambarkan ancaman nyata dalam dunia digital anak.

2.2.4 Literasi Digital Anak

Literasi digital adalah kemampuan untuk memahami, menilai, dan menggunakan informasi dari media digital secara bijak dan bertanggung jawab. Dalam konteks pendidikan anak, literasi digital berarti membekali siswa dengan keterampilan untuk mengenali informasi yang benar, menghindari konten berbahaya, serta menggunakan internet dan teknologi secara aman dan sopan. Kemampuan ini penting agar anak-anak dapat belajar, bermain, dan berkomunikasi di dunia digital dengan cara yang positif dan produktif. (Annisa Anastasia Salsabila et al., 2023).

2.2.5 *Cybersecurity* Dasar untuk Anak

Cybersecurity merupakan topik inti dalam aplikasi Siaga Siber, sehingga perancangannya perlu didasarkan pada *framework* resmi. Salah satu acuan utama yang digunakan adalah NIST *Cybersecurity Framework* (CSF) versi 2.0, yang terdiri dari lima fungsi utama yaitu *Identify*, *Protect*, *Detect*, *Respond*, dan *Recover* (NIST, 2024). Dalam konteks pendidikan dasar, fokus diarahkan pada dua fungsi yang paling relevan, yaitu *Protect* dan *Detect*, karena keduanya berkaitan langsung dengan pemahaman siswa dalam menjaga informasi pribadi dan mengenali ancaman siber dasar.

Selain itu, publikasi NIST SP 800-50r1 (Hansche et al., 2024) memberikan pendekatan sistematis dalam merancang program edukasi keamanan siber. Dokumen tersebut menyajikan lima tahapan pembelajaran yang terdiri dari peningkatan kesadaran, analisis kebutuhan, desain materi, implementasi, serta evaluasi program. Tahapan ini dijadikan landasan dalam menyusun struktur modul dan evaluasi interaktif pada aplikasi Siaga Siber.

Untuk menyampaikan materi kepada siswa sekolah dasar dengan cara yang menyenangkan dan mudah dipahami, pendekatan *gamification* digunakan. (Hilliard et al., 2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa metode permainan edukatif seperti scenario game dan CTF (*Capture The Flag*) mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa dalam bidang keamanan siber. Model ini menginspirasi penggunaan kuis singkat, ilustrasi visual, dan mini-games dalam aplikasi Siaga Siber.

Beberapa pendekatan pendidikan juga telah mengadaptasi kerangka kerja NIST ke dalam bentuk penyampaian sederhana seperti simulasi ringan, *storytelling*, dan kuis naratif yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa sekolah dasar. Pendekatan ini sejalan dengan karakteristik *kognitif* anak usia sekolah dasar, yang membutuhkan media visual dan interaktif untuk menyerap informasi secara efektif.

Dengan kombinasi dari framework resmi dan pendekatan edukatif yang sesuai untuk anak, aplikasi Siaga Siber dirancang untuk menyampaikan materi keamanan digital dalam bentuk cerita, kuis interaktif, serta simulasi yang menyenangkan dan mudah dipahami.

2.2.6 Pengembangan *User Persona*

Pengembangan user persona merupakan elemen krusial dalam tahap Empathize dan Define, karena sangat memengaruhi rancangan antarmuka agar cocok dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

Penelitian oleh (Kerr & Kelly, 2025) menegaskan relevansi penggunaan persona dalam proses *co-design*, di mana persona mempermudah tim dalam merumuskan pengalaman belajar yang empatik dan mendalam untuk siswa yang tidak dapat langsung terlibat dalam sesi desain. Studi ini juga menyebutkan bahwa persona efektif dalam membantu tim desain memahami kebutuhan pengguna akhir dan menyusun solusi visual yang lebih tepat.

Dengan demikian, persona menjadi acuan penting dalam pengambilan keputusan desain *UI*, seperti penentuan ukuran tombol, jenis warna, struktur navigasi, dan penyajian materi yang sesuai dengan preferensi serta karakteristik siswa sekolah dasar.

2.2.7 *Figma*

Figma merupakan platform desain grafis berbasis cloud yang digunakan untuk merancang antarmuka pengguna (UI) pada website maupun aplikasi. Berbeda dengan software desain tradisional yang perlu diinstal di perangkat, Figma dapat diakses langsung melalui browser, sehingga memungkinkan kolaborasi secara real-time antar desainer maupun tim pengembang. Fitur ini membuat Figma sangat cocok digunakan dalam pengembangan produk digital yang melibatkan banyak pihak. Secara fungsi, Figma memiliki kesamaan dengan aplikasi seperti Adobe XD atau Sketch, namun keunggulannya terletak pada kemudahan akses, kolaborasi daring, dan integrasi yang mendukung proses desain hingga prototipe dengan lebih efisien.(Ulfa et al., 2025).

2.2.8 *Blackbox Testing*

Black Box Testing merupakan metode pengujian perangkat lunak yang difokuskan pada pengujian fungsi-fungsi aplikasi berdasarkan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan, tanpa melihat atau mengetahui struktur internal maupun kode program dari aplikasi tersebut. (Aqil et al., 2025).

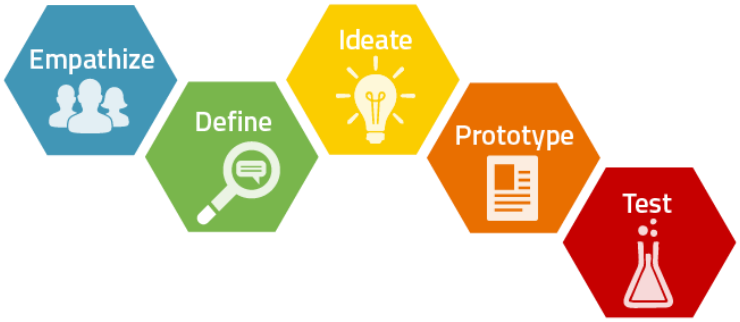
2.2.9 *Task Success*

Task success merupakan ukuran yang menunjukkan persentase keberhasilan pengguna dalam menyelesaikan suatu tugas atau aktivitas yang telah ditentukan dalam sebuah sistem atau aplikasi. (Leily Antoinette et al., 2025).

2.2.10 Metode *Design Thinking*

Design Thinking merupakan suatu pendekatan inovatif dalam pemecahan masalah yang berorientasi pada kebutuhan pengguna melalui proses iteratif, kolaboratif, dan kreatif. Metode ini menekankan pentingnya memahami permasalahan dari sudut pandang pengguna,

menghasilkan ide-ide inovatif, hingga menciptakan solusi yang dapat diuji secara nyata. (Brown, 2008) menjelaskan bahwa *Design Thinking* merupakan disiplin yang menggunakan kepekaan desainer serta metode desain untuk mencocokkan kebutuhan pengguna dengan apa yang secara teknis memungkinkan dan strategi bisnis yang dapat dikonversi menjadi peluang nilai pelanggan. Sejalan dengan hal ini, (Plattner et al., 2019) menekankan bahwa *Design Thinking* bukan hanya sekadar metode desain, melainkan sebuah kerangka kerja yang menekankan proses eksploratif, iteratif, serta kolaboratif untuk menghasilkan solusi yang inovatif. (Nadillah et al., 2024) menambahkan bahwa penerapan *Design Thinking* dalam bidang pendidikan maupun pengembangan sistem berbasis teknologi terbukti dapat meningkatkan relevansi produk terhadap kebutuhan pengguna, karena setiap tahapannya berfokus pada pengalaman pengguna (*user experience*). Berikut alur dari metode *design thinking* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Alur Metode Design Thinking

Secara umum, metode *Design Thinking* terdiri dari lima tahapan utama, yaitu: *empathize* (empati), *define* (perumusan masalah), *ideate* (generasi ide), *prototype* (pembuatan purwarupa), dan *test* (pengujian). Setiap tahapan memiliki peran dan aktivitas yang saling berkaitan, sebagaimana dijelaskan berikut ini:

1. *Empathize*

   Tahap ini bertujuan untuk memahami kebutuhan, motivasi, dan permasalahan yang dialami pengguna secara mendalam. (Brown, 2008) menekankan pentingnya keterlibatan langsung dengan pengguna untuk memperoleh insight yang autentik. Pada tahap ini, dilakukan observasi, wawancara, dan studi literatur untuk menggali pengalaman nyata dari target pengguna. Dalam konteks penelitian ini, empati dilakukan dengan menggali pemahaman tentang kebutuhan siswa sekolah dasar dalam mempelajari keamanan siber, termasuk bagaimana mereka berinteraksi dengan media pembelajaran digital. (Nadillah et al., 2024) menegaskan bahwa keberhasilan tahap empati ditentukan oleh kemampuan peneliti memahami perspektif pengguna, sehingga solusi yang dikembangkan benar-benar relevan dengan kebutuhan mereka.

2. *Define*

   Tahap *define* merupakan proses menganalisis data yang diperoleh dari tahap empati untuk merumuskan inti permasalahan yang harus diselesaikan. Menurut (Plattner et al., 2019) tahap ini menuntut penyusunan *point of view* (*POV*) yang jelas, yaitu pernyataan masalah yang berpusat pada pengguna. Perumusan masalah yang baik membantu mengarahkan proses ideasi ke arah yang lebih fokus. Dalam penelitian ini, masalah yang didefinisikan adalah bagaimana merancang antarmuka aplikasi pembelajaran cybersecurity yang sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar, mudah digunakan, dan menyenangkan.

3. *Ideate*

   Tahap ini merupakan proses menghasilkan sebanyak mungkin ide kreatif sebagai solusi atas masalah yang telah dirumuskan. (Brown, 2008) menyatakan bahwa tahap ideasi harus dilakukan secara terbuka dan bebas, di mana setiap gagasan memiliki kesempatan untuk dikembangkan tanpa kritik dini. Teknik yang umum digunakan meliputi *brainstorming*, *mind mapping*, dan diskusi kelompok. (Plattner et al., 2019) menambahkan bahwa ideasi yang efektif perlu melibatkan kolaborasi dari berbagai pihak dengan latar belakang yang berbeda, guna memperkaya perspektif solusi. Dalam penelitian ini, tahap ideasi dilakukan dengan mengembangkan beberapa alternatif desain antarmuka aplikasi, seperti variasi layout, penggunaan karakter interaktif, serta penyesuaian warna yang sesuai dengan preferensi siswa.

4. *Prototype*

   Pada tahap ini, ide-ide yang dipilih diwujudkan dalam bentuk purwarupa (*prototype*) yang dapat divisualisasikan. Purwarupa dapat berupa sketsa sederhana, *wireframe*, maupun desain interaktif yang lebih mendekati produk akhir. Brown (2008) menyebutkan bahwa pembuatan *prototype* bertujuan untuk mempermudah komunikasi ide serta mengidentifikasi kelemahan sejak awal. (Nadillah et al., 2024) menegaskan bahwa pembuatan purwarupa dalam pengembangan media pembelajaran digital sangat penting agar siswa maupun pengguna dapat memberikan umpan balik secara langsung sebelum sistem diimplementasikan secara penuh. Dalam penelitian ini, purwarupa diwujudkan dalam bentuk desain antarmuka aplikasi Siaga Siber dengan menampilkan halaman login, menu materi, modul, kuis, serta hasil skor.

5. *Test*

   Tahap *test* dilakukan untuk menguji purwarupa kepada pengguna, mengukur efektivitasnya, serta memperoleh masukan untuk penyempurnaan desain. Menurut (Plattner et al., 2019), pengujian dalam *Design Thinking* bukan hanya untuk memvalidasi solusi, tetapi juga sebagai sarana pembelajaran bagi desainer untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas produk. (Brown, 2008) menekankan bahwa proses pengujian bersifat iteratif, artinya hasil dari setiap pengujian dapat mengembalikan proses ke tahap ideasi atau *prototyping*. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan melalui evaluasi bersama dosen pembimbing, ahli, serta siswa sekolah dasar menggunakan *metode task success rate* dan *blackbox testing* untuk menilai sejauh mana desain antarmuka mendukung pengalaman belajar yang efektif dan menyenangkan.

Bab 3 Metode Penelitian

3.1 Prosedur Penelitian Rancang Bangun

Penelitian ini menggunakan metode *Design Thinking* yang berfokus pada penciptaan produk aplikasi edukatif berbasis web. Tujuan dari pendekatan ini adalah merancang antarmuka dan pengalaman pengguna aplikasi Siaga Siber sebagai media pembelajaran keamanan siber bagi siswa sekolah dasar.

Prosedur rancang bangun dalam penelitian ini terdiri atas lima tahap utama sesuai metode *Design Thinking*, yaitu:

1. *Empathize*

   Pada tahap awal ini, peneliti berusaha memahami secara mendalam kebutuhan, kebiasaan, dan tantangan yang dihadapi siswa sekolah dasar dalam menggunakan internet secara aman. Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara informal dengan siswa, serta penyebaran kuesioner kepada 15 siswa sekolah dasar kelas 5 dan 6 sebagai responden utama. Berikut 15 siswa yang digunakan sebagai user persona dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Persona Siswa SD Negeri Purwodadi Purworejo

Persona Siswa SD Negeri Purwodadi Purworejo			
Kode	Nama	Jenis Kelamin	Usia
PS 1	Jaunza	Perempuan	10
PS 2	Syailendra	Laki-Laki	10
PS 3	Endiez	Perempuan	11
PS 4	Endita	Perempuan	10
PS 5	Kevin	Laki-Laki	10
PS 6	Vanessa	Perempuan	10
PS 7	Dhila	Perempuan	10
PS 8	Khaila	Perempuan	10
PS 9	Helda	Perempuan	10
PS 10	Bulan	Perempuan	11
PS 11	Arjuna	Laki-Laki	11
PS 12	Salsa	Perempuan	10
PS 13	Putra	Laki-Laki	10
PS 14	Sekar	Perempuan	10
PS 15	Aulia	Perempuan	10

Kuesioner yang digunakan berisi pertanyaan terkait durasi penggunaan internet, aktivitas daring yang sering dilakukan, pengetahuan tentang keamanan digital, pengalaman ancaman siber, serta preferensi dalam metode pembelajaran. Berikut beberapa isi dari perntanyaan kuesioner yang dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.2 Sampel Pertanyaan Kuesioner

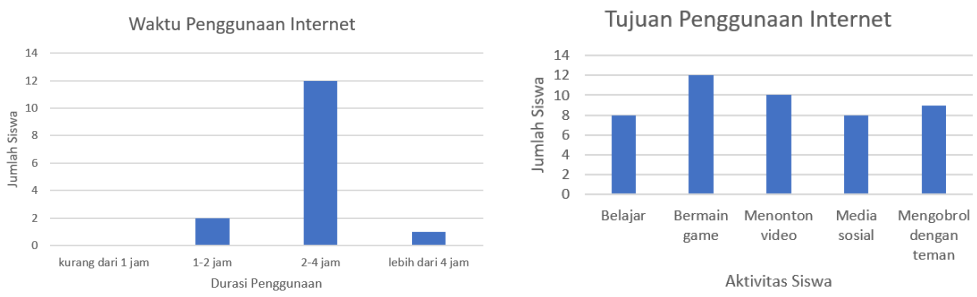
No	Pertanyaan
1	Seberapa sering kamu menggunakan internet dalam sehari?
2	Untuk apa saja biasanya kamu menggunakan internet?
3	Perangkat apa yang paling sering kamu gunakan untuk mengakses internet?
4	Apakah kamu pernah menerima pesan dari orang yang tidak kamu kenal di internet?

Dari hasil pertanyaan yang sudah disusun, peneliti melakukan observasi dan wawancara. Berikut dokumentasi yang menunjukkan aktivitas peneliti saat melakukan pengumpulan data secara langsung, dapat dilihat pada Gambar 3.1.

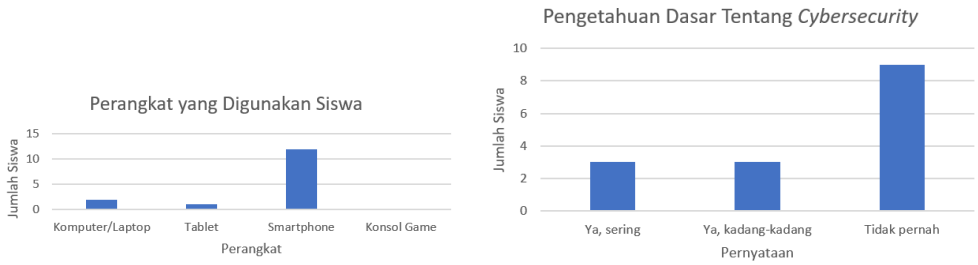


Gambar 3.1Dokumentasi observasi dan wawancara

Hasil kuesioner menunjukkan bahwa mayoritas siswa menggunakan internet selama 2–4 jam per hari, dengan aktivitas utama seperti menonton video dan bermain game. Sebagian besar siswa belum memiliki pemahaman yang memadai tentang ancaman digital seperti pesan dari orang asing, pentingnya menjaga kata sandi, atau pembaruan perangkat lunak. Selain itu, mayoritas siswa menyatakan lebih menyukai pembelajaran melalui media interaktif seperti video dan permainan edukatif dibandingkan bacaan teks atau materi cetak. Berikut hasil kuesioner tentang durasi penggunaan internet, tujuan penggunaan internet, perangkat yang digunakan, hingga pengetahuan dasar tentang cybersecurity. Grafik-grafik ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 – 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Durasi Penggunaan Internet dan Tujuan Penggunaan Internet



Gambar 3.3 Diagram Perangkat yang digunakan dan Pengetahuan Dasar Tentang Cybersecurity

Temuan ini mengindikasikan adanya kebutuhan mendesak akan media pembelajaran keamanan siber yang disesuaikan dengan karakteristik anak-anak, yaitu menarik secara visual, mudah dipahami, dan mampu menyampaikan materi dengan cara yang menyenangkan. Hasil ini menjadi dasar penting dalam tahap selanjutnya, yaitu *Define* dan *Ideate*, di mana peneliti merumuskan permasalahan utama dan mulai mengembangkan ide solusi berdasarkan data nyata dari pengguna akhir, yaitu siswa SD kelas 5 dan 6.

2. *Define*

   Berdasarkan hasil pada tahap *Empathize*, peneliti mengidentifikasi beberapa permasalahan utama, yaitu rendahnya pemahaman siswa tentang keamanan siber, minimnya pembelajaran formal mengenai perlindungan data pribadi di sekolah, serta ketidaksiapan dalam menghadapi risiko digital. Dari temuan tersebut, disimpulkan bahwa dibutuhkan media pembelajaran yang interaktif, mudah dipahami, dan disampaikan melalui format visual seperti video, animasi, atau permainan agar sesuai dengan karakteristik siswa sekolah dasar.

3. *Ideate*

   Pada tahap ini, peneliti mulai mengembangkan ide solusi dengan merancang aplikasi Siaga Siber yang mencakup modul pembelajaran interaktif seperti video pendek, ilustrasi, dan kuis sederhana. Aplikasi juga dilengkapi dengan fitur evaluasi berupa kuis dan cerita interaktif yang merefleksikan situasi nyata terkait keamanan di internet. Desain antarmuka dibuat ramah anak dengan navigasi yang intuitif dan tampilan visual menarik. Sketsa awal serta struktur aplikasi disusun berdasarkan hasil diskusi tim dan referensi dari media pembelajaran yang sesuai untuk siswa sekolah dasar.

4. *Prototype*

   Pada tahap ini, peneliti mulai mewujudkan ide-ide solusi yang telah dirancang sebelumnya ke dalam bentuk representasi awal aplikasi, atau disebut sebagai *prototype*. Tujuan dari tahap *prototyping* ini adalah untuk memvisualisasikan bagaimana tampilan dan alur aplikasi ketika digunakan oleh siswa, serta menjadi dasar evaluasi awal sebelum dikembangkan secara fungsional.

   Prototype aplikasi dikembangkan dalam bentuk antarmuka statis terlebih dahulu menggunakan alat bantu seperti *Figma*. Proses pembuatan *prototype* ini dilakukan secara bertahap dan melibatkan empat komponen utama, yaitu *user flow*, *feature list*, *wireframe*, dan *mockup*. Keempat komponen tersebut dijelaskan lebih lanjut pada bagian 3.4.5

Perancangan Antarmuka, yang memuat hasil rancangan visual aplikasi Siaga Siber sesuai dengan prinsip UI/UX untuk pengguna usia sekolah dasar.

Tahap ini juga menjadi jembatan penting sebelum masuk ke tahap pengujian (Test), karena memungkinkan adanya umpan balik awal dari pembimbing dan ahli untuk penyempurnaan desain antarmuka.

5. Test

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas antarmuka, fungsionalitas aplikasi, serta pemahaman pengguna terhadap materi yang disajikan. Proses pengujian ini dilaksanakan dalam 4 tahap iterasi desain yang saling berkelanjutan. Iterasi pertama dilakukan dengan meminta umpan balik dari pembimbing guna mengarahkan rancangan awal aplikasi agar sesuai dengan tujuan penelitian. Pada iterasi kedua, evaluasi dilakukan oleh ahli di bidang UI/UX dan pendidikan untuk memastikan desain telah memenuhi prinsip kegunaan (*usability*) dan pendekatan pedagogis yang tepat. Selanjutnya, iterasi ketiga dilakukan melalui uji coba langsung kepada siswa sekolah dasar sebagai pengguna utama, untuk mengamati tingkat kemudahan penggunaan dan efektivitas aplikasi sebagai media pembelajaran. Iterasi keempat merupakan tahap revisi final berdasarkan seluruh hasil evaluasi sebelumnya, hingga diperoleh versi aplikasi yang siap untuk diimplementasikan dan diuji secara menyeluruh.

Metode evaluasi yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Blackbox Testing* dan *Task Success Rate*. *Blackbox Testing* digunakan untuk menguji fungsi sistem berdasarkan input dan output tanpa memperhatikan struktur kode internal, sedangkan *Task Success Rate* digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan siswa dalam menyelesaikan tugas-tugas yang tersedia dalam aplikasi, seperti melakukan login, membuka materi, mengerjakan kuis, dan melihat hasil skor. Dengan pendekatan ini, diharapkan aplikasi yang dihasilkan dapat menjawab kebutuhan riil pengguna dan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan.

pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan.

3.2 Analisa Sistem

Analisis sistem dilakukan untuk membandingkan kondisi pembelajaran keamanan siber yang ada dengan sistem yang akan dikembangkan. Sistem yang berjalan saat ini masih bersifat konvensional, belum menggunakan media interaktif, dan belum memperhatikan karakteristik siswa SD. Oleh karena itu, sistem yang diusulkan berupa aplikasi Siaga Siber dirancang untuk memberikan pembelajaran yang interaktif, mudah dipahami, dan dapat digunakan secara mandiri oleh siswa melalui perangkat web.

3.2.1 Analisa Sistem yang Berjalan

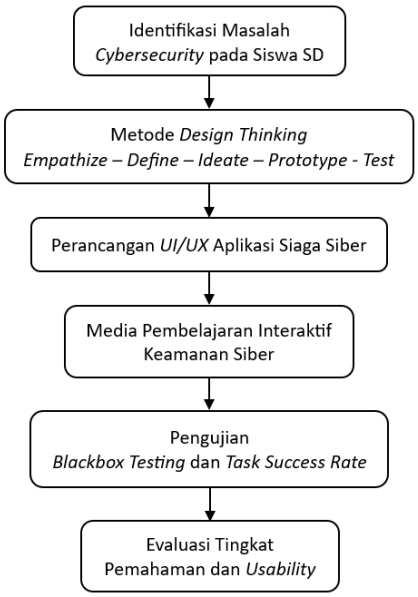
Pembelajaran tentang keamanan siber di sekolah dasar saat ini umumnya belum dilakukan secara sistematis. Penyampaian materi bersifat lisan, tidak didukung media interaktif, dan minim evaluasi terstruktur. Akibatnya, siswa tidak memahami cara menggunakan internet secara aman serta tidak mengetahui risiko siber seperti *phishing*, perundungan online, dan pencurian data.

3.2.2 Analisa Sistem yang Diusulkan

Sistem yang diusulkan berupa aplikasi dengan nama Siaga Siber, yaitu aplikasi pembelajaran berbasis web yang menyajikan materi keamanan siber melalui antarmuka yang sederhana, menarik, dan ramah anak. Aplikasi ini dirancang untuk menyediakan siswa belajar secara mandiri. Sistem akan dilengkapi fitur navigasi sederhana, ilustrasi visual, serta kuis interaktif yang digunakan untuk mengevaluasi pemahaman siswa. Aplikasi ini diharapkan dapat membantu siswa memahami dasar-dasar keamanan siber melalui pengalaman belajar yang menyenangkan dan mudah diakses.

3.3 Perancanaan Sistem

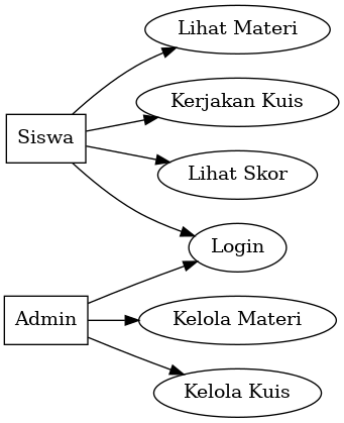
Perancangan sistem bertujuan untuk menggambarkan alur kerja dan interaksi antara pengguna dengan sistem secara visual. Proses ini mencakup pemodelan fungsi, aktivitas pengguna, dan urutan interaksi sistem agar implementasi aplikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Perancangan dilakukan berdasarkan hasil tahap *Define* dan *Ideate* dari metode *Design Thinking*. Alur perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Alur Perancangan Sistem

3.3.1 *Use Case*

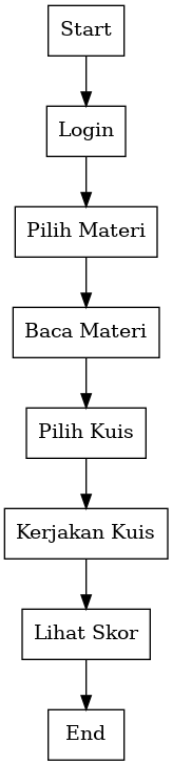
Use case diagram menunjukkan peran pengguna dalam sistem dan fitur yang dapat diakses. Aktor dalam sistem adalah siswa sebagai pengguna utama dan admin (guru) sebagai pengelola konten. Diagram ini digunakan untuk merancang kebutuhan fungsional aplikasi secara menyeluruh. Diagram *use case* dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Diagram Use Case

3.3.2 *Activity Diagram*

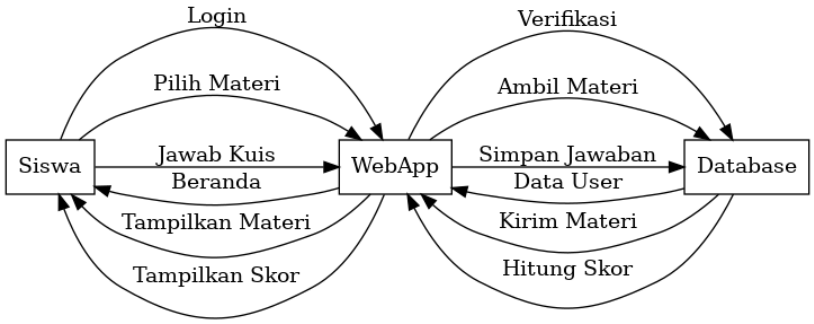
Activity diagram menjelaskan alur aktivitas siswa saat menggunakan aplikasi, mulai dari login, memilih materi, mempelajari konten, mengerjakan kuis, hingga melihat skor. Diagram ini membantu menggambarkan logika proses dari sudut pandang pengguna. Alur aktivitas siswa dalam menggunakan dapat dilhat pada gambar 3.6



Gambar 3.6 Activity Diagram

3.3.3 *Sequence Diagram*

Sequence diagram menggambarkan urutan interaksi antara siswa, aplikasi, dan basis data. Diagram ini memperlihatkan bagaimana sistem memproses permintaan pengguna, seperti mengambil materi, menyimpan jawaban kuis, dan menampilkan hasil evaluasi. Diagram Sequence dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Diagram Sequence

3.3.4 Perancangan Antar Muka

Perancangan antarmuka pengguna (UI) dilakukan berdasarkan prinsip *Design Thinking*, dengan menempatkan kebutuhan dan karakteristik siswa SD sebagai fokus utama dalam desain. Setiap keputusan desain dikembangkan melalui pendekatan iteratif yang dimulai dari pemahaman mendalam terhadap pengguna (*empathize*), perumusan masalah (*define*), hingga ideasi dan pengujian solusi. Dengan pendekatan ini, aplikasi Siaga Siber dirancang agar mudah dipahami, menarik secara visual, dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan serta intuitif bagi anak-anak usia sekolah dasar kelas 5 dan 6.

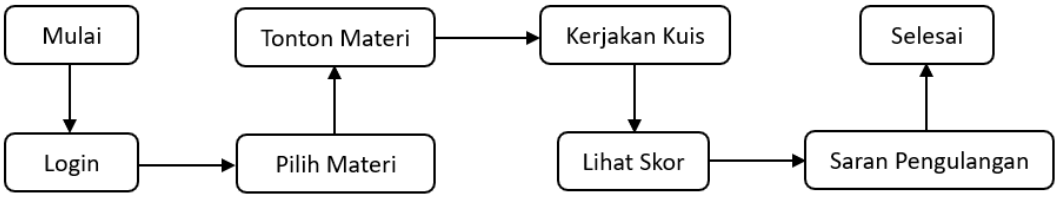
Dalam proses perancangan ini, peneliti melakukan studi referensi terhadap beberapa platform pembelajaran daring populer seperti *Cisco NetAcad*, *Moodle*, *Google Classroom*, *Gamelab*, *Khan Academy*, dan *Duolingo*. Beberapa fitur dan pendekatan desain dari platform tersebut, seperti penggunaan ilustrasi edukatif, navigasi sederhana, dan penggunaan ikon besar serta warna cerah, dijadikan inspirasi dalam merancang aplikasi Siaga Siber. Referensi ini membantu peneliti merumuskan struktur tampilan yang sesuai dengan kebiasaan visual anak-anak serta prinsip *usability*.

Untuk menentukan skema warna dan konsistensi visual, peneliti juga mengacu pada kombinasi warna yang tersedia di situs *Color Hunt*, sebuah direktori kurasi warna yang banyak digunakan dalam desain UI/UX modern. Warna-warna yang dipilih mengedepankan kesan ramah anak, terang, kontras baik, dan tidak menyebabkan kelelahan mata saat digunakan dalam waktu lama. Skema warna ini diterapkan secara konsisten dalam seluruh komponen antarmuka aplikasi.

Perancangan antarmuka dilakukan pada tahap *Prototype* dalam metode *Design Thinking*. Proses ini dilakukan secara bertahap melalui empat komponen utama, yaitu *user flow*, *feature list*, *wireframe*, dan *mockup*.

1. *User Flow*

   User flow menggambarkan alur interaksi pengguna dalam aplikasi, mulai dari masuk ke aplikasi hingga menyelesaikan aktivitas belajar. Dalam aplikasi Siaga Siber, alur pengguna dirancang sesederhana mungkin agar sesuai dengan kemampuan siswa SD. Gambar ? menyajikan user flow dari aplikasi Siaga Siber, yang menggambarkan alur interaksi pengguna dari awal hingga akhir dalam proses aktivitas belajar. *User flow* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut ini.



Gambar 3.8 Use Flow

2. *Feature List*

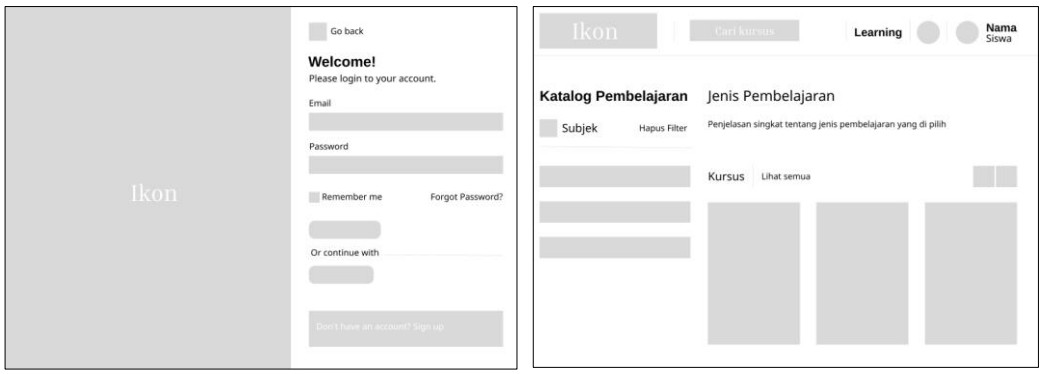
User flow yang dirancang, digunakan untuk menentukan *feature list* utama aplikasi. *Feature list* ini memberikan gambaran lengkap tentang fitur-fitur yang dihadirkan oleh aplikasi Siaga Siber, memastikan pengalaman pengguna yang optimal dan kemudahan dalam proses ativitas belajar. Gambar 3.9 menampilkan *Feature list* yang tersedia dalam aplikasi Siaga Siber.



Gambar 3.9 Feature List

3. *Wireframe*

Wireframe merupakan kerangka awal desain antarmuka yang menggambarkan struktur dan posisi elemen-elemen dalam halaman aplikasi. Pembuatan *wireframe* dilakukan sebelum proses visualisasi untuk menentukan layout yang efisien dan mudah digunakan. *Wireframe* aplikasi Siaga Siber dapat dilihat pada gambar 3.10.

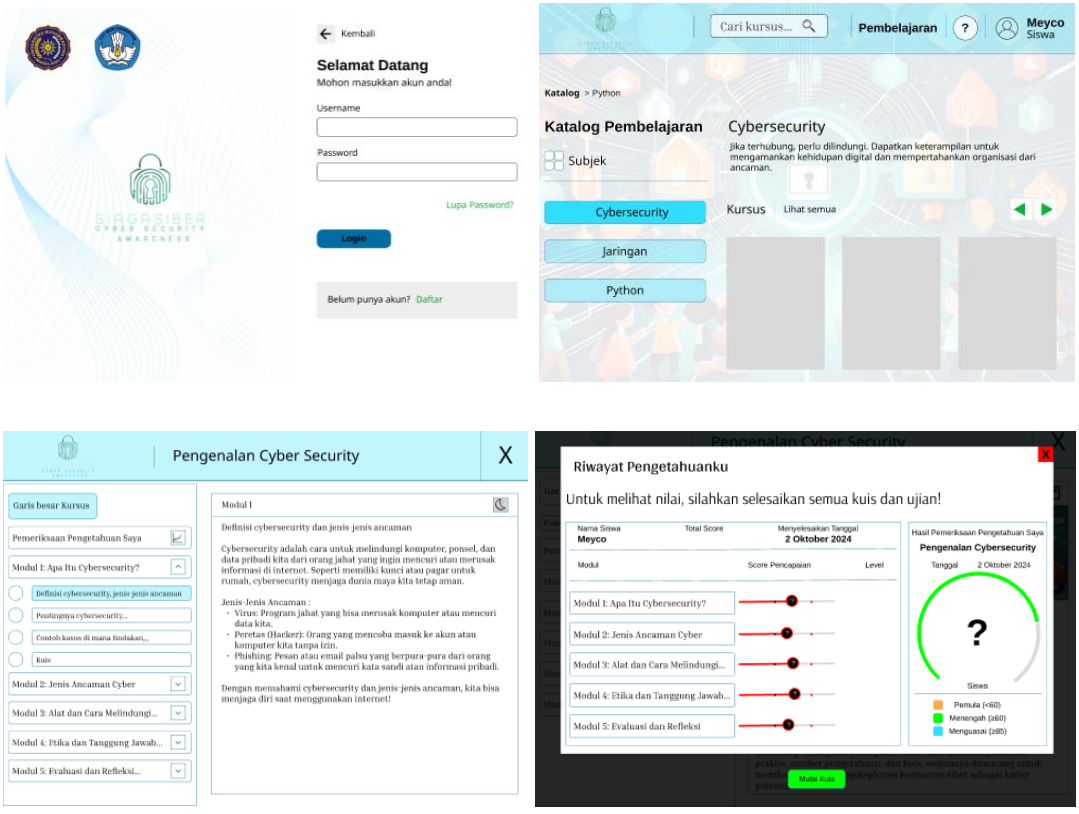




Gambar 3.10 Wireframe

4. *Mockup*

Mockup merupakan versi visual lebih rinci dari *wireframe*, yang menunjukkan tampilan nyata aplikasi dalam warna, font, dan elemen grafis. *Mockup* dirancang dengan menerapkan prinsip desain UI untuk anak-anak.Gambar 3.11 menunjukkan *mockup* desain antarmuka dari aplikasi Siaga Siber.



Gambar 3.11 Mockup

Bab 5 Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perancangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi Siaga Siber berhasil dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang sesuai untuk siswa sekolah dasar, khususnya kelas 5 dan 6, dalam memahami konsep dasar keamanan siber. Perancangan aplikasi ini mengikuti tahapan metode *Design Thinking*, yaitu *Empathize, Define, Ideate, Prototype,* dan *Test*, yang diterapkan secara sistematis dan berfokus pada kebutuhan pengguna utama, yakni siswa SD.

Implementasi antarmuka menunjukkan bahwa desain yang dihasilkan bersifat ramah anak, komunikatif, dan menarik secara visual. Penggunaan elemen grafis seperti karakter edukatif *Zyra* dan *Zyber*, ilustrasi tematik, serta modul interaktif berhasil menciptakan suasana belajar yang menyenangkan. Iterasi desain dilakukan sebanyak empat kali melalui masukan dari dosen pembimbing, ahli *UI/UX*, serta siswa, hingga diperoleh desain akhir yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pengguna.

Pengujian menggunakan metode *Blackbox Testing* dan *Task Success Rate* menunjukkan bahwa sebagian besar fitur antarmuka berfungsi dengan baik dan dapat dipahami oleh pengguna, serta efektif dalam mendukung proses pembelajaran. Dengan demikian, penerapan metode Design Thinking terbukti efektif dalam merancang antarmuka pembelajaran digital yang sesuai untuk anak usia sekolah dasar.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut, yaitu :

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut, antara lain:

1. Pengembangan Fungsionalitas Penuh

   Aplikasi Siaga Siber saat ini masih berupa prototipe berbasis HTML statis tanpa integrasi dengan basis data. Untuk pengembangan tahap selanjutnya, disarankan agar aplikasi dikembangkan menjadi sistem e-learning yang fungsional secara menyeluruh, dengan dukungan basis data daring. Hal ini akan memungkinkan pencatatan progres belajar siswa, penyimpanan hasil kuis, serta pengelolaan akun pengguna secara terintegrasi, sehingga pengalaman belajar menjadi lebih personal, adaptif, dan terukur.
2. Perluasan Materi Pembelajaran

   Materi pembelajaran dalam aplikasi masih terbatas pada pengenalan dasar mengenai keamanan siber, seperti penggunaan kata sandi yang kuat, pengenalan perangkat keamanan (antivirus dan *firewall*), serta etika dasar dalam berinternet. Disarankan agar cakupan materi diperluas dengan topik-topik yang lebih kompleks namun relevan, seperti cara mengenali hoaks, perlindungan privasi digital, bahaya oversharing di media sosial, dan etika digital secara mendalam. Penambahan materi ini penting mengingat tantangan dunia digital yang semakin beragam dan dinamis.
3. Uji Coba Lebih Luas dan Pengukuran Efektivitas

   Penelitian ini masih terbatas pada uji coba skala kecil yang melibatkan sejumlah siswa SD dari satu sekolah. Untuk mendapatkan hasil yang lebih representatif, disarankan dilakukan uji coba dalam skala yang lebih luas, melibatkan lebih banyak partisipan dari berbagai sekolah dengan latar belakang yang beragam. Selain itu, pengukuran efektivitas aplikasi secara kuantitatif melalui metode seperti *pre-test* dan *post-test* juga diperlukan

untuk mengetahui dampak aplikasi terhadap peningkatan pemahaman siswa mengenai keamanan digital dalam jangka waktu tertentu.

5.3 Keterbatasan

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati untuk pengembangan di masa mendatang. Keterbatasan pertama terletak pada lingkup subjek penelitian yang relatif sempit. Uji coba aplikasi hanya dilakukan pada siswa kelas 5 dan 6 di satu sekolah dasar dengan jumlah partisipan yang terbatas. Kondisi ini menyebabkan hasil evaluasi belum dapat digeneralisasikan secara luas terhadap populasi siswa sekolah dasar di berbagai wilayah. Variasi tingkat literasi digital antar siswa dari latar belakang geografis, sosial, dan ekonomi yang berbeda belum tergambarkan secara menyeluruh dalam penelitian ini.

Keterbatasan kedua adalah bentuk aplikasi yang digunakan masih berupa prototipe statis berbasis HTML, tanpa dukungan fitur interaktif seperti sistem login, penyimpanan data pengguna, pelacakan progres belajar, maupun pemberian umpan balik otomatis. Hal ini membatasi pengujian efektivitas aplikasi dalam konteks pembelajaran yang sesungguhnya, sehingga fungsi utama aplikasi dalam penelitian ini lebih berfokus pada aspek antarmuka dan pengalaman pengguna dari sisi visual.

Keterbatasan lainnya adalah belum dilakukannya evaluasi pembelajaran jangka panjang. Evaluasi dalam penelitian ini bersifat formatif dan dilakukan secara langsung saat siswa menggunakan aplikasi. Dampak penggunaan aplikasi terhadap peningkatan pengetahuan maupun perubahan perilaku digital siswa dalam jangka waktu tertentu belum dapat diukur secara menyeluruh. Padahal, evaluasi longitudinal penting dilakukan untuk menilai efektivitas media pembelajaran digital secara berkelanjutan.

Referensi

Abidin, J. (2019). Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau IV*, 1-7.

Anam, C., Sirojudin, & Firdausi, K. S. (2007). *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR.* Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.

Antonelli, M., Donelli, D., Barbieri, G., Valussi, M., Maggini, V., & Firenzouli, F. (2020). Forest Volatile Organic Compounds and Their Effects on Human Health: A State-of-the-Art Review. *International Journal of Environmental Research And Public Health*, 27.

Bakhtiari, R., Hadei, M., Hopke, P. K., Shahsavani, A., Rastkari, N., Kermani, M., . . . Ghaderpoori, A. (2018). Investigation of in-cabin volatile organic compounds (VOCs) in taxis; influence of vehicle's age, model, fuel, and refueling. *Environmental Pollution*, 348-355.

Bio Industri Omnipresen. (2021, Desember 11). *Apa itu Volatile Organic Compounds (VOC) dalam Cat Kayu?* Diambil kembali dari www.bioindustries.co.id: https://www.bioindustries.co.id/apa-volatile-organic-compounds-voc-1192.html

Cain, W. S., Lee, N.-S., Wise, P. M., Schmidt, R., Ahn, B.-H., Cometto-Muñiz, J. E., & Abraham, M. H. (2006). Chemesthesis from volatile organic compounds: Psychophysical and neural responses. *Physiology & Behavior - Science Direct*, 317-324.

California Air Resources Board. (2017, September). *Inhalable Particulate Matter and Health (PM2.5 and PM10).* Diambil kembali dari ww2.arb.ca.gov/resources: https://ww2.arb.ca.gov/resources/inhalable-particulate-matter-and-health

Ismail, A. (2011, September). *Senyawa Organik Mudah Menguap (Volatile Organic Compound).* Diambil kembali dari www.healthsafetyprotection.com: https://healthsafetyprotection.com/voc/

Marendra, A. (2018, February 22). *Ternyata Ada Senyawa Kimia Jahat dalam Minyak Wangi Kita*. Diambil kembali dari www.idntimes.com: https://www.idntimes.com/science/discovery/emajewe/ternyata-ada-senyawa-kimia-jahat-dalam-minyak-wangi-kita-c1c2?page=all

Nugroho, B. W. (2022). *Analisis Pengaruh Pengharum Mobil menggunakan Driving Simulator dan MUSE Head Band.* Sleman: Universitas Islam Indonesia.

Prasetya, I. (2020). *Hubungan Kadar Partikel Debu Dengan Terjadinya Penyakit Paru Obstruksi Menahun Pekerja Bengkel Pengecatan (Di Jalan Nias Dan Patmosusastro Surabaya).* Surabaya: Universitas Airlangga.

Purnomo, B. C., Setiawan, I. C., & Nugroho, H. A. (2020). Kajian Sistem Pendinginan Mobil yang Diparkir menggunakan Mini Air Cooler dan. *Journal Unimma*, 81-88.

Reditya, T. H. (2021, Agustus 14). *www.kompas.com.* Diambil kembali dari Kematian Anak yang Terjebak dalam Mobil Panas Meningkat di AS: https://www.kompas.com/global/read/2021/08/14/105038270/kematian-anak-yang-terjebak-dalam-mobil-panas-meningkat-di-as?page=all

South Carolina Department of Health and Environmental Control. (2019). *What is Particulate Matter?* Diambil kembali dari www.scdhec.gov: https://scdhec.gov/environment/your-air/most-common-air-pollutants/particulate-matter/what-particulate-matter

Suhartawan, B. (2023). *Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim.* Padang: Get Press Indonesia.

Water Resources Mission Area . (2019, February 27). *Volatile Organic Compounds (VOCs).* Diambil kembali dari www-usgs-gov: https://www-usgs-gov.translate.goog/mission-areas/water-resources/science/volatile-organic-compounds-vocs?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=id&_x_tr_hl=id&_x_tr_pto=tc

Yuningtyaswari, & Haryani, A. (2015). Pengaruh Paparan Pengharum Ruangan Cair dan Gel terhadap Gambaran Histologi Pulmo pada Tikus Putih (Rattus norvegicus). *Mutiara Medika Volume 15 Nomor 1*, 86-90.