BAB II
KAJIAN LITERATUR

2.1 Aplikasi

Perangkat lunak aplikasi atau yang sering disebut aplikasi adalah program komputer yang dirancang untuk menjalankan fungsi atau tugas spesifik sesuai kebutuhan pengguna, seperti mengolah data, membuat laporan atau memanipulasi gambar. Aplikasi dibangun melalui implementasi sistem perancangan yang mengikuti kaidah dari bahasa pemrograman tertentu [15]. *Software* aplikasi memiliki peran dalam menyelesaikan pekerjaan, seperti pembuatan dokumen atau pengolahan data finansial. Perangkat lunak aplikasi dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsinya, mencakup [16]:

1. Peramban Web (Web *Browser*): Program yang memungkinkan pengguna untuk menjelajah dan mengakses informasi di jaringan *internet*.
2. Aplikasi Penyuntingan Gambar Diam (*Still Image Editor*): Perangkat lunak yang berfokus pada pemrosesan dan modifikasi berkas gambar statis.
3. Aplikasi Pembuat Animasi (*Motion Image*): Program yang bertugas menghasilkan objek bergerak dan biasanya dilengkapi dengan komponen suara.
4. Perangkat Lunak Anti Virus: Program yang didesain khusus untuk mendeteksi, mencegah, dan mengatasi ancaman *malware* atau virus komputer.

Menurut sumber, terdapat empat fungsi utama dari *software* aplikasi, yaitu [16]:

1. Pengelolaan dan Sinkronisasi Perangkat Keras: Aplikasi berperan dalam mengelola dan memastikan berbagai komponen *hardware* dapat bekerja secara terkoordinasi.
2. Jembatan Komunikasi: *Software* aplikasi berfungsi sebagai perantara yang menghubungkan perangkat keras (*hardware*) dengan perangkat lunak lain yang ada di dalam sistem.
3. Penerjemah Instruksi: Aplikasi juga bertanggung jawab untuk menerjemahkan instruksi dari perangkat lunak lain ke dalam bahasa mesin (kode biner) agar dapat diproses oleh *hardware*.
4. Pengenalan Program: Perangkat lunak aplikasi juga memiliki fungsi untuk mengidentifikasi dan menjalankan program tertentu.

2.1.1 Website

Website adalah kumpulan web yang saling terhubung dan diidentifikasi oleh nama domain umum, serta dipublikasikan di satu *server* web untuk memungkinkan akses oleh pengguna. Sebagai entitas digital, *website* berfungsi sebagai wadah berbagai jenis konten, seperti teks, gambar, video, dan data lainnya yang dapat diakses melalui jaringan internet [17]. Semua *website* yang dapat diakses publik secara kolektif membentuk *world wide web* (WWW), yaitu jaringan global yang memungkinkan pengguna diseluruh dunia mengakses informasi dan layanan digital dari berbagai perangkat. Melalui kombinasi elemen-elemen, *Website* memainkan peran penting dalam menyediakan informasi, media komunikasi, interaksi sosial, transaksi bisnis, dan beragam fungsi lainnya [18]. Analogi *website* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Gambar 2. 1 Analogi *Website* [19]

World Wide Web yang diperkenalkan oleh Tim Berners-Lee pada tahun 1989 di CERN menjadi titik awal transformasi Internet sebagai media pertukaran informasi dalam berbagai format. Pada tahun 1990, Berners-Lee mengembangkan klien dan server web pertama yang menjadi dasar perkembangan teknologi web *modern*. Melalui Inrupt.com, ia turut menginisiasi pengembangan *platform* Solid sebagai implementasi konsep Web 3.0. Seiring evolusinya, muncul dua perspektif utama, yaitu Web3 yang berfokus pada desentralisasi berbasis teknologi *blockchain*, serta Web 3.0 menurut Berners-Lee yang menekankan keterhubungan semantik antar data agar dapat dipahami oleh mesin. Adapun konsep Web3+ mencakup penerapan teknologi *blockchain* dan mata uang kripto yang berkontribusi terhadap kemajuan *website* masa kini [20].

Tabel 2. 1 Klasifikasi Web 1.0, Web 2.0 , Web 3.0 dan Web3+

Konsep	Definisi
Web 1.0	*World Wide Web* pertama ditemukan oleh Tim Berners-Lee pada tahun 1989
Web 2.0	Sebuah istilah yang digunakan untuk menggambarkan peralihan dari halaman web statis ke aplikasi web dinamis dan interaktif.
Web 3.0	Visi Tim Berners-Lee tentang web yang tertaut atau semantik, tempat data dapat dibaca mesin dan saling berhubungan.
Web3	Versi Web terdesentralisasi yang memanfaatkan teknologi *blockchain*
Web3+	Mencakup semua kemungkinan implementasi Web3, termasuk teknologi *blokchain* dan mata uang kripto

Secara umum, desain *website* dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu *website* statis dan *website* dinamis. Istilah "dinamis" merujuk pada kemampuan *website* untuk menampilkan dan memperbarui konten secara otomatis sesuai permintaan pengguna, sedangkan istilah "statis" menunjukkan bahwa konten bersifat tetap dan tidak berubah kecuali diperbaru. *Website* statis umumnya digunakan untuk situs berskala kecil, sementara *website* dinamis lebih sesuai untuk situs yang kompleks dan membutuhkan pembaruan konten secara berkala [21].

Berikut merupakan penjelasan mengenai masing-masing jenis *website* statis dan *website* dinamis:

1. *Website* Statis

   Website statis merupakan jenis *website* yang konten dan tampilannya tidak berubah ketika diakses oleh pengguna. Setiap perubahan harus dilakukan secara manual oleh pengelola melalui *text* editor atau perangkat lunak desain seperti Adobe Dreamweaver. Struktur informasinya disusun menggunakan bahasa markup seperti HTML, sehingga modifikasi konten memerlukan keahlian dari web *designer* atau *programmer. Website* statis memiliki keunggulan dari segi keamanan, kecepatan akses, dan kemudahan dalam proses indeks oleh mesin pencari. Namun, kelemahannya terletak pada keterbatasan interaktivitas dan ketergantungan pada tenaga ahli untuk pembaruan konten [22]. Adapun ciri-ciri *website* statis antara lain [22]:

a. *Website* statis tidak mengalami perubahan atau pembaruan konten
b. Tidak memerlukan *database*
c. Setiap informasi yang ditampilkan di *website* statis diatur dengan bahasa markup seperti HTML.

2. *Website* Dinamis

Website dinamis adalah jenis *website* yang memungkinkan perubahan konten secara fleksibel dan mudah tanpa memerlukan keahlian khusus dalam pemrograman. Konten disimpan dalam *database*, sehingga pengguna *non*-teknis dapat melakukan pembaruan melalui antarmuka yang disediakan. Umumnya, *website* dinamis dibangun menggunakan sistem manajemen konten (*Content Management Sistem* atau CMS), dengan dukungan bahasa pemrograman seperti HTML, CSS, PHP, dan JavaScript yang terhubung ke MySQL. Berbeda dari *website* statis, *website* dinamis lebih interaktif, mudah diperbarui, dan memungkinkan integrasi data dari pengguna maupun *database* [22]. Adapun ciri-ciri *website* dinamis meliputi [22]:

a. Menggunakan bahasa pemrograman web misalnya seperti PHP, HTML dan yang lainnya.
b. Memiliki *database*.
c. Konten di dalamnya bisa berasal dari pengunjung dan bisa juga dari *database*.
d. Lebih sering di-*update*.

Di dalam penerapannya web memiliki beberapa manfaat di antaranya adalah sebagai berikut [23]:

1. Media Promosi

Sebagai media promosi dapat dibedakan menjadi media promosi utama, misalnya *website* yang berfungsi sebagai *search engine* atau toko *online,* atau sebagai penunjang promosi utama, namun *website* dapat berisi informasi yang lebih lengkap daripada media promosi *offline* seperti koran atau majalah.

2. Media Pemasaran

Pada toko *online* atau sistem afiliasi, *website* merupakan media pemasaran yang cukup baik, karena dibandingkan dengan toko sebagaimana di dunia nyata, untuk membangun toko *online* diperlukan modal yang relatif lebih kecil, dan dapat beroperasi 24 jam walaupun pemilik *website* tersebut sedang istirahat atau sedang tidak di tempat, serta dapat diakses dari mana saja.

3. Media Informasi

   Website portal dan radio atau TV *online* menyediakan informasi yang bersifat global karena dapat diakses dari mana saja selama dapat terhubung ke internet, sehingga dapat menjangkau lebih luas dari pada media informasi konvensional seperti koran, majalah, radio atau televisi yang bersifat lokal.

4. Media Pendidikan

   Ada komunitas yang membangun *website* khusus berisi informasi atau artikel yang sarat dengan informasi ilmiah misalnya Wikipedia, *e-learning*.

5. Media Komunikasi

   Sekarang banyak terdapat *website* yang dibangun khusus untuk berkomunikasi seperti forum yang dapat memberikan fasilitas-fasilitas bagi para anggotanya untuk saling berbagi informasi atau membantu pemecahan masalah tertentu.

2.1.2 Mobile

Mobile adalah kata sifat yang berarti dapat bergerak atau dapat digerakkan dengan bebas dan mudah. Namun, *"mobile"* juga dapat diartikan sebagai suatu benda yang berteknologi tinggi dan dapat bergerak tanpa menggunakan kabel. Contohnya seperti smartphone, PDA, dan *tablet*. Selain itu, *mobile* juga bisa merujuk pada kendaraan bermotor yang dapat bergerak. *Mobile* bersifat bebas seperti air dan dapat mengalir kemanapun. Ia dapat berubah dan diubah dengan mudah. Dengan demikian, ada gambaran awal tentang *mobile* [24]. Secara umum perangkat *mobile* memiliki karakteristik [25]:

1. *Central Processing Unit* (CPU) dan *Graphical Processor Unit* (GPU) yang terbatas
2. Layar yang kecil
3. Lingkungan kerja yang beragam (*mobile context*)
4. Koneksi jaringan yang tidak *reliable*

Sistem operasi *mobile* adalah perangkat lunak utama yang bertanggung jawab atas manajemen dan pengendalian langsung terhadap perangkat keras, serta manajemen dan pengendalian perangkat lunak lainnya agar dapat berfungsi. Oleh karena itu, sistem operasi *mobile* memiliki tanggung jawab dalam mengoperasikan berbagai fungsi dan fitur yang tersedia pada perangkat ponsel, seperti penjadwalan tugas, antarmuka *keyboard*, akses WAP, pengelolaan *email*, pesan teks, sinkronisasi dengan aplikasi dan perangkat lain, pemutaran musik, kamera, dan pengendalian fitur-fitur lainnya [26]

a. Android

Android merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat seluler layar sentuh, seperti telepon pintar dan komputer *tablet.* Sistem operasi ini bersifat *open source*, memungkinkan penggunanya untuk menginstal aplikasi melalui toko aplikasi resmi seperti *Google Play* atau dengan mengunduh dan memasang aplikasi dari sumber eksternal atau berkas apk. Apk adalah paket aplikasi android yang digunakan untuk menyimpan sebuah aplikasi atau program yang akan dijalankan pada perangkat android. Versi Android diawali dengan dirilisnya Android *beta* pada bulan November 2007 [27]. Versi komersial pertama, Android *1.0,* dirilis pada September 2008. Sejak April 2009, versi Android dikembangkan dengan nama kode yang dinamai berdasarkan makanan pencuci mulut dan makanan manis. Masing-masing versi dirilis sesuai urutan alfabet, yaitu [28]:

1. Cupcake (1.5)
2. Donut (1.6)
3. Eclair (2.0–2.1)
4. Froyo (2.2–2.2.3)
5. Gingerbread (2.3–2.3.7)
6. Honeycomb (3.0–3.2.6)
7. Ice Cream Sandwich (4.0–4.0.4)
8. Jelly Bean (4.1–4.3)
9. KitKat (4.4+)
10. Lollipop (5.0-5.1)
11. Marshmallow (6.0)

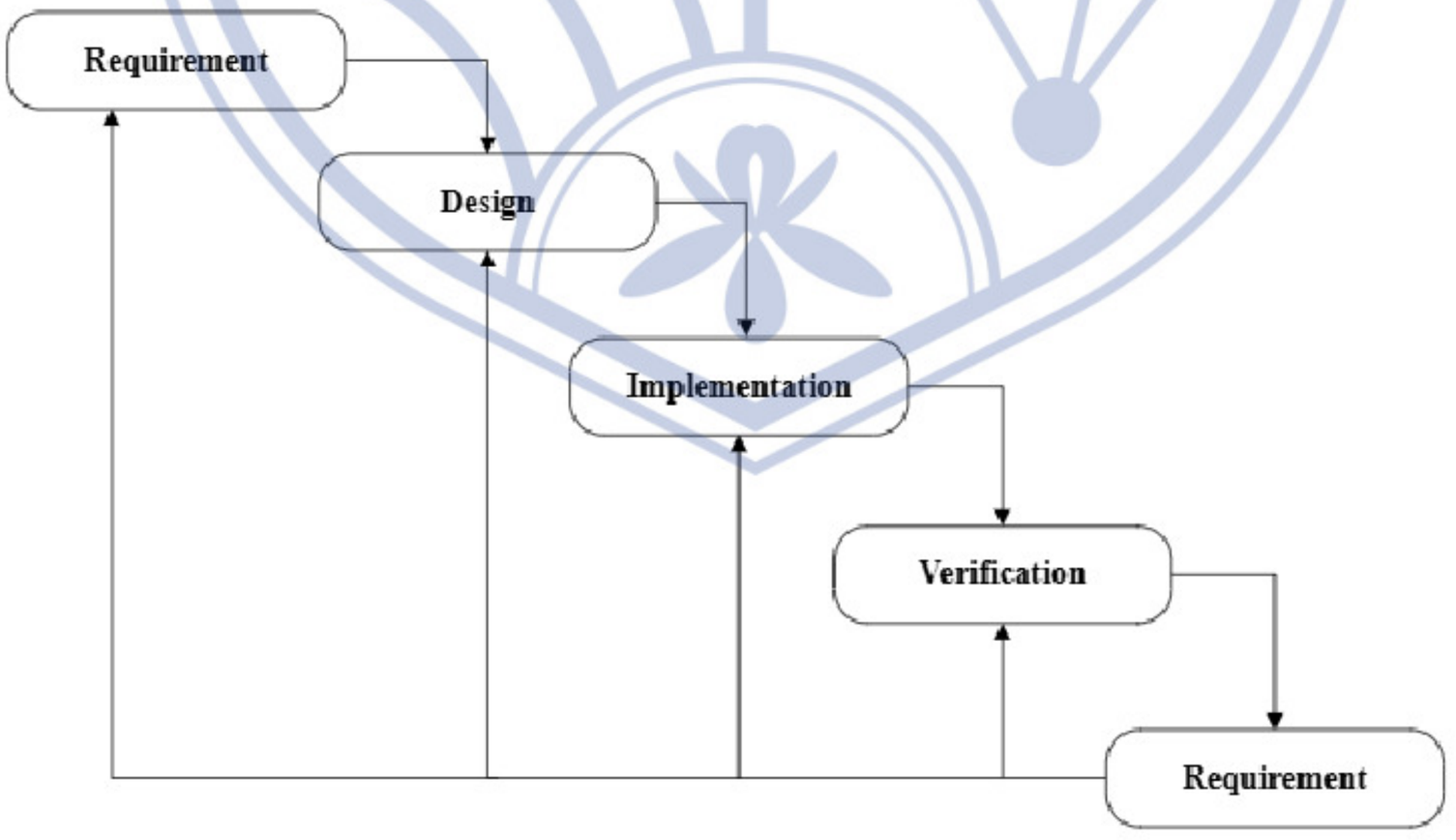
b. iOS

iOS merupakan sebuah sistem operasi *mobile* yang diciptakan dan dikembangkan oleh Apple Inc. iOS memang dibuat eksklusif hanya untuk perangkat milik Apple Inc, seperti iPhone, iPad, dan iPod Touch. Sejak iOS pertama hingga versi terakhir, Apple selalu merilis versi terbaru setiap setahun sekali. Awal dari pendirian iOS dimulai Tahun 2007, oleh Steve Jobs yang pertama kali memperkenalkan iPhone. Saat itu, menyematkan iOS versi pertama pada produk ponsel cerdas pertama besutan Apple Inc. Versi pertama iOS ini dikembangkan dari OS X . Sistem operasinya sendiri saat itu masih tertutup untuk pengembang pihak ketiga. Kemudian Apple merilis iPhone 2G yang juga mengusung iOS versi 1.0. Pada bulan September 2007, Apple merilis iOS 2.0 [29]. Versi inilah yang membuat perangkat iPhone menjadi terkenal. Adapun beberapa lapisan di dalam iOS sebagai berikut [23].

1. Lapisan yang berhubungan langsung ke *hardware* atau disebut juga *Core OS Layer*.
2. Bagian yang berisi layanan yang membentuk sistem dasar semua aplikasi, yaitu *Core Service Layer.*
3. Bagian untuk grafis disebut *Media Layer.* Lapisan ini terbentuk untuk mengarahkan audio, video, dan teknologi grafis lainnya menjadikan iOS kaya akan multimedia.
4. *Cocoa Touch layer*, bagian ini berfungsi untuk interaksi antara *user* dan optimasi fokus

2.2 Metodologi Waterfall

Metode air terjun atau yang sering disebut metode *waterfall* sering dinamakan siklus hidup klasik (*classic life cycle*), nama model ini sebenarnya adalah "Linear Sequential Model" di mana hal ini menggambarkan pendekatan yang sistematis dan juga berurutan pada pengembangan perangkat lunak [30]. Model *waterfall* pertama kali diperkenalkan oleh Winston Royce sekitar tahun 1970 sehingga sering dianggap kuno, tetapi merupakan model yang paling banyak dipakai di dalam *Software Engineering* (SE). Saat ini model *waterfall* merupakan model pengembangan perangkat lunak yang sering digunakan. Model pengembangan ini melakukan pendekatan secara sistematis dan berurutan. Model pengembangan ini bersifat linear dari tahap awal pengembangan sistem yaitu tahap perencanaan sampai tahap akhir pengembangan sistem yaitu tahap pemeliharaan [30]. Berikut merupakan gambar serta penjelasan mengenai tahapan-tahapan yang ada metode *waterfall* [31].



Gambar 2. 2 Metode *Waterfall* [32]

1. Perencanaan Konsep (*Requirement Analysis*)

Pada tahap ini, dilakukan proses pengumpulan kebutuhan secara intensif untuk menentukan kebutuhan sistem atau perangkat lunak. Tujuannya adalah memastikan pemahaman yang baik terhadap kebutuhan pengguna agar perancangan dan pengembangan dapat sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan yang diinginkan.

2. Pemodelan (*Design*)

   Pada tahap ini, pengembang membuat desain sistem yang dapat membantu menentukan perangkat keras (*hardware*) dan sistem persyaratan dan juga membantu dalam mendefinisikan arsitektur sistem secara keseluruhan.

3. Implementasi

   Setelah tahap perancangan selesai, langkah berikutnya adalah mengimplementasikan perancangan tersebut sesuai dengan bahasa pemrograman yang telah ditentukan. Hasil akhir dari tahap ini adalah aplikasi atau program yang telah selesai dikembangkan.

4. Implementasi dan pengujian unit (*Verification*)

   Pada tahap ini, sistem menjalani proses verifikasi dan pengujian untuk memastikan apakah sistem, baik secara keseluruhan maupun sebagian, memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Pengujian dapat dikelompokkan menjadi unit testing (pengujian pada modul kode tertentu), sistem pengujian (mengamati respons sistem saat semua modul terintegrasi), dan penerimaan pengujian (dilakukan bersama pelanggan untuk menilai kepuasan terhadap kebutuhan yang telah diidentifikasi).

5. Operasi dan pemeliharaan (*Maintenance*)

   Tahap pendukung atau pemeliharaan ini menjadi langkah terakhir dalam metode air terjun. Tujuan tahap ini adalah memastikan sistem dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang. Pemeliharaan sistem harus dilakukan secara berkelanjutan untuk melindungi sistem dari potensi masalah atau ancaman yang tidak diinginkan. Pembuatan kesimpulan dan saran menjadi penting untuk memberikan gambaran yang jelas tentang kondisi dan perkembangan sistem yang ada.

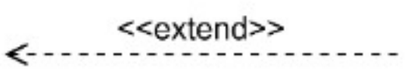
2.3 Teknik Pengembangan Sistem

Teknik pengembangan sistem adalah serangkaian metode dan pendekatan yang digunakan untuk menganalisis, merancang, membangun serta mengevaluasi suatu sistem informasi. Pada proses ini, berbagai alat pemodelan seperti UML, *Use Case*, Activity Diagram dan ERD digunakan untuk membantu menggambarkan kebutuhan pengguna, alur proses, hingga struktur data agar sistem yang dikembangkan dapat berjalan secara efektif, terstruktur, dan sesuai tujuan.

2.3.1 Use Case

Use case adalah salah satu teknik dalam UML (*Unified Modelling Language*) yang digunakan untuk pemodelan berbasis objek (*object-oriented analysis*) untuk analisis kebutuhan fungsional. Model memberikan gambaran sistem dari sudut pandang pengguna, menjelaskan fitur-fitur yang ada dalam sistem serta entitas yang berinteraksi dengannya, tanpa perlu mendetailkan cara sistem tersebut bekerja [33]. Representasi visual dari Model adalah Diagram, yang memberikan ilustrasi mengenai hubungan antara aktor dan fungsionalitas sistem. Diagram ini berfungsi sebagai alat komunikasi yang efektif dalam proses pengembangan sistem, memastikan bahwa semua pihak yang terlibat memiliki pemahaman yang sama mengenai fitur-fitur yang tersedia. Simbol-simbol yang digunakan dalam Diagram adalah sebagai berikut [34]:

Tabel 2. 2 Simbol yang Digunakan Diagram

No.	Simbol	Keterangan
1		Menggambarkan fungsionalitas sistem dalam bentuk unit-unit yang berinterksi dengan aktor untuk menjalankan suatu proses.
		*Actor* (Aktor) Menggambarkan entitas, baik individu maupun sistem eksternal, yang memicu atau mengaktifkan fungsi-fungsi dalam sistem. Meskipun aktor berinteraksi dengan tersebut.
		Association (Asosiasi) Menunjukkan hubungan antara aktor dan , yang direoresentasikan dengan garis lurus tanpa panah. Garis ini mengindikasikan pihak yang meminta interaksi secara langsung, namun tidak menjelaskan aliran data.
		*Extends* (Perluasan) Merupakan hubungan yang memperluas fungsionalitas lain. yang ditambahkan dapat berfungsi secara mandiri jika kondisi atau syarat tertentu terpenuhi. Simbol *extend* digambarkan dengan panah yang mengarah ke yang ditambahkan.
		*Generalization* (Generalisasi) Merupakan hubungan antara aktor dan yang menggunakan simbol panah terbuka untuk menunjukkan bahwa aktor tersebut berinteraksi secara pasif dengan sistem.
		Include (Termasuk)

		adalah relasi yang menghubungkan satu dengan lain guna mendukung fungsinya. yang ditambahkan ini menjadi syarat wajib untuk menjalankan .

Diagram tidak hanya memberikan gambaran visual tentang interaksi antara aktor dan sistem, tetapi juga berperan sebagai dasar dalam penyusunan deskripsi atau narasi . Setelah memahami hubungan antar elemen dalam diagram, deskripsi digunakan untuk menjelaskan secara rinci bagaimana interaksi tersebut berlangsung dalam konteks operasional sistem. Dengan demikian, deskripsi melengkapi pemodelan dengan memberikan detail mengenai skenario penggunaan, alur proses, serta tanggung jawab masing-masing aktor dalam sistem. Deskripsi atau narasi dalam merupakan komponen penting yang menguraikan secara rinci bagaimana interaksi antara aktor dan sistem berlangsung. Narasi ini memberikan pemahaman yang jelas bagi pengembang dan stakeholder tentang fungsionalitas yang diharapkan dari sistem tersebut [35].

Elemen-elemen yang digunakan untuk mendeskripsikan sebuah terdiri dari hal-hal berikut [35].

Tabel 2. 3 Deskripsi

NO	Elemen	Keterangan	Contoh
1	Nama	Sebuah nama yang singkat dan jelas yang menggambarkan tujuan dari	*Login* ke sistem
2	Aktor	Identifikasi aktor yang terlibat. aktor bisa berupa pengguna sistem, sistem lain, atau entitas yang memicu interkasi.	Pengguna, *Admin. Officer*, *Visitor*
3	Deskripsi singkat	Keterangan singkat mengenai apa yang dilakukan oleh . Menyediakan konteks tanpa masuk ke detail proses.	menggambarkan tutorial bagi pengguna untuk melakukan *login* ke dalam sistem.
4	Prasyarat (*Preconditions)*	Kondisi yang harus dipenuhi sebelum dapat dilaksanakan. Menciptakan konteks yang penting untuk pelaksanaan.	Pengguna harus memiliki akun yang terdaftar.
5	Langkah-langkah utama (Main *flow*)	Narasi yang menggambarkan langkah-langkah yang diambil oleh aktor untuk berinteraksi dengan sistem dalam mencapai tujuan tersebut.	1. Pengguna memasukkan nama pengguna dan kata sandi. 2. Pengguna menekan tembol "*Login*" 3. *Sistem* memverifikasi kredensial pengguna.

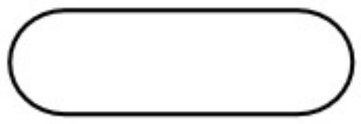
			4. Jika valid, sistem mengarahkan pengguna ke *dashboard.*
6	Alur Alternatif (*Alternative Flow*)	Deskripsi mengenai variasi yang mungkin terjadi diluar alur utama, termasuk kemungkinan kesalahan atau perubahan dalam proses.	1. Alur Alternatif a: jika pengguna memasukkan kata sandi yang salah,sistem menampilkan pesan kesalahan dan meminta pengguna untuk mencoba lagi. b: Jika pengguna lupa kata sandi, mereka dapat mengklik ”Lupa Kata sandi” untuk mengatur ulang.
7	*Post condition*	Keadaan sistem setelah selesai,yang menjelaskan hasil *output* dari interasi tersebut.	Pengguna berhasil *Login* dan memiliki akses ke fitur *Dashboard.*
8	Asumsi	Semua anggapan yang relavan mengenai sistem dan pengguna yang diperhitungkan dalam narasi.	Pengguna memiliki koneksi internet yang stabil.

2.3.2 Activity Diagram

Activity diagram merupakan diagram yang menggambarkan aktivitas atau proses pengguna sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing fungsionalitas bekerja dan berakhir, dan decision yang mungkin terjadi . *Activity diagram* digunakan untuk menganalisis *behaviour* dengan yang lebih kompleks dan menunjukkan interaksi-interaksi diantara mereka satu sama lain [36]. Runtutan proses dari suatu sistem digambarkan secara vertikal. *Activity diagram* merupakan pengembangan dari yang memiliki alur aktivitas yang dapat berupa runtutan menu atau proses bisnis yang terdapat di dalam sistem tersebut.

Dalam buku Rekayasa Perangkat Lunak karangan Rosa A.S. mengatakan, "Diagram aktivitas tidak menjelaskan kelakuan aktor. Dapat diartikan bahwa dalam pembuatan *Activity diagram* hanya dapat dipakai untuk menggambarkan alur kerja atau aktivitas sistem saja" [37]. *Activity diagram* dibentuk oleh beberapa notasi yaitu, *initial node, actions, flow, decision, merge, fork*, join, dan *activity* final, dan terkadang digunakan *swimlane* untuk mempartisi aksi yang terjadi berdasarkan pelaku [38]. Tabel berikut menunjukkan notasi dari *activity diagram* [39].

Tabel 2. 4 Notasi Dari *Activity Diagram*

Simbol	Keterangan
	*Activity*
	*Intiate Activites*
	*Start of the Process*
	*Termination of the Process*
	Synchronization bar
	*Desicion Activity*

2.3.3 Entity Relationship Diagram (ERD)

Entity Relationship Diagram (ERD) adalah suatu diagram yang digunakan untuk merancang suatu *database*, dipergunakan untuk memperlihatkan hubungan atau relasi antar entitas atau objek yang terlihat beserta atributnya [40]. ERD bertujuan untuk membantu para pengembang sistem dalam merancang relasi antar tabel dalam membuat *database*. Beberapa elemen-elemen ERD adalah sebagai berikut:

1. *Entity*

Pada ERD, *entity* digambarkan dengan sebuah bentuk persegi panjang. *Entity* adalah sesuatu apa saja yang ada di dalam sistem, baik nyata maupun abstrak dimana data tersimpan atau dimana terdapat data. *Entity* diberi nama dengan kata benda dan dapat dikelompokkan dengan empat jenis nama, yaitu barang, benda, lokási, dan kejadian.

2. ***Relationship***

Pada ERD, *relationship* dapat digambarkan dengan sebuah belah ketupat. Pada umumnya, penghubung diberi nama dengan kata kerja dasar, sehingga memudahkan untuk membaca relasinya.

3. ***Relationship Degree*** **(Derajat Relationship)**

Definisi derajat *relationship* dalam buku yang berjudul Analisis dan Desain Sistem Informasi karangan Al Bahra Bin Ladjamudin (2005) menyatakan bahwa *relationship degree* atau derajat *relationship* adalah jumlah entitas yang berpartisipasi dalam satu *relationship* [41]. Derajat *relationship* yang sering dipakai dalam ERD adalah [42]:

a. *Unary Relationship*

Unary Relationship adalah model *relationship* yang terjadi antara *entity* yang berasal dari *entity* set yang sama. Model ini sering disebut sebagai *Relationship* atau *Reflective relationship.*

b. *Binary Relationship*

Binary Relationship adalah model *relationship* yang terjadi antara *entity* yang berasal dari *entity* set yang sama. Model ini sering disebut sebagai *Relationship* atau *Reflective relationship.*

c. *Ternary Relationship*

Ternary Relationship merupakan antara *Instance-instance* dari tiga *entity* secara sepihak.

4. ***Attribute***

Attribute Adalah sifat atau karakteristik dari tiap entitas maupun tiap *relationship*nya. *Attribute* adalah sesuatu yang menjelaskan apa sebenarnya yang dimaksud *entity* maupun *relationship*, sehingga sering dikatakan *attribute* adalah elemen dari tiap *entity* dan *relationship* [40].

2.3.4 PIECES (Performance, Information, Economics, Control, Efficiency, dan Service)

PIECES adalah sebuah kerangka kerja untuk analisis kebutuhan *non*-fungsional yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah (*problems*), peluang (*opportunities*), dan arahan

(*directives*) dalam analisis definisi ruang lingkup (*scope definition analysis*) serta perancangan sistem. Kerangka kerja ini mencakup enam komponen yang menjadi pertimbangan dalam penggunaannya, yaitu [43]:

1. **Kinerja (*Performance*)**

   Bagian ini berfokus pada kinerja dan keandalan sistem dalam mengolah data untuk menghasilkan informasi serta mencapai tujuan yang diharapkan. Dalam mengevaluasi kinerja, terdapat beberapa indikator yang perlu dipertimbangkan, yaitu:

   a. Apakah sistem dapat menjalankan sejumlah perintah dalam waktu yang telah ditentukan dengan lancar dan tanpa gangguan.
   b. Seberapa baik sistem mampu menyelesaikan suatu perintah dalam jangka waktu tertentu.

2. **Informasi dan Data (*Information and Data*)**

   Komponen ini berfokus pada cara data dan informasi disajikan. Informasi yang dihasilkan harus bernilai tinggi agar dapat mendukung proses pengambilan keputusan oleh manajemen perusahaan. Dalam mengevaluasi aspek informasi dan data, terdapat beberapa elemen yang perlu diperhatikan, yaitu:

   a. Keluaran (*Output*): Berhubungan dengan hasil yang didapat serta cara informasi disajikan kepada pengguna.
   b. Masukan *(Input*): Berhubungan dengan kinerja sistem dalam menerima data dan mengolahnya menjadi informasi yang berguna.
   c. Simpanan Data (*Stored Data*): Berhubungan dengan keandalan sistem dalam menyimpan data serta kemampuannya dalam mengakses data tersebut saat dibutuhkan.

3. **Nilai Ekonomis (*Economics*)**

   Nilai ekonomis berfokus pada perbandingan antara manfaat yang diperoleh dengan sumber daya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk menerapkan suatu sistem. Komponen ini dievaluasi berdasarkan dua parameter utama, yaitu:

   a. Biaya (*Cost*): Evaluasi terhadap pengeluaran yang diperlukan oleh perusahaan untuk mengimplementasikan sistem.
   b. Keuntungan (*Benefit*): Evaluasi terhadap manfaat atau keuntungan yang akan diraih oleh perusahaan dari penerapan sistem tersebut.

4. **Pengendalian dan Pengamanan (*Control and Security*)**

Pengendalian dan pengamanan adalah proses yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan gangguan yang tidak diinginkan pada sistem. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam komponen ini meliputi:

a. Pemantauan dan pengendalian sistem yang terlalu lemah: Memastikan sistem tidak rentan terhadap kegagalan atau ancaman.
b. Pengamanan dan pengendalian sistem yang terlalu kompleks: Menghindari kerumitan yang dapat mengurangi efektivitas pengamanan dan pengendalian.

5. **Efisiensi (*Efficiency*)**

Komponen ini berkaitan dengan penilaian apakah proses pengoperasian sistem informasi di perusahaan telah berjalan secara optimal dibandingkan dengan sistem manual. Beberapa hal yang menjadi acuan dalam komponen ini antara lain:

a. Efisiensi waktu: Menilai seberapa cepat tenaga manusia (*manpower*), mesin (*machine*), atau komputer (*computer*) dapat mengolah persediaan atau material perusahaan.
b. Efisiensi usaha: Menilai seberapa besar upaya yang diperlukan untuk mengolah persediaan atau material perusahaan.
c. Efisiensi penggunaan material: Menilai seberapa optimal persediaan atau material digunakan selama proses pengolahan.

6. **Pelayanan (*Service*)**

Komponen ini berfokus pada upaya untuk memuaskan dan mempertahankan minat pengguna sistem agar tidak beralih ke sistem lain. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam komponen ini meliputi:

a. Keakuratan dan relevansi informasi: Menilai apakah informasi yang dihasilkan sistem sesuai dan berguna bagi pengguna.
b. Konsistensi informasi: Memastikan informasi yang dihasilkan tetap konsisten dan dapat diandalkan.
c. Kemudahan penggunaan: Menilai seberapa mudah sistem diterapkan, diadaptasi, dan dioperasikan oleh pengguna.
d. Kompatibilitas dan fleksibilitas. Menilai seberapa baik sistem dapat berintegrasi dengan lingkungan yang berbeda dan menyesuaikan diri dengan kebutuhan pengguna.

2.4 Black Box Testing

Black box testing adalah metode pengujian perangkat lunak yang di mana struktur internal, *desain*, atau detail implementasi dari sistem yang sedang diuji tidak diketahui oleh penguji. Dalam metode ini, penguji hanya berfokus pada *input* dan *output* sistem, tanpa pengetahuan tentang bagaimana sistem memproses atau menangani *input* tersebut [44]. *Black box testing* dilakukan dengan berbagai jenis, antara lain [44]:

1. Pengujian Fungsional (*Functional Testing*): Pengujian ini mengevaluasi fungsi-fungsi yang ada dalam aplikasi untuk memastikan bahwa aplikasi berperilaku sesuai dengan yang diharapkan.
2. Pengujian *Non*-Fungsional (*Non-Functional Testing*): Jenis pengujian ini memeriksa aspek *non*-fungsional seperti kinerja, keamanan, dan keandalan aplikasi.
3. Pengujian Regulasi (*Regulation Testing*): Fokus pengujian ini adalah memeriksa apakah aplikasi mematuhi standar dan regulasi yang berlaku.

Metode *Black box testing* bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan dalam aplikasi, seperti kesalahan fungsi atau kemungkinan menu yang hilang. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *input* data beragam untuk menemukan hasil yang akurat. Hasil yang diharapkan adalah jika terjadi kesalahan, sistem akan menolak informasi tersebut atau data *input* yang salah tidak akan disimpan dalam *database*. Namun, jika data *input*-nya benar, informasi tersebut akan diterima dan disimpan dalam sistem basis data. Berbagai teknik digunakan dalam *Black box testing*, termasuk [44]:

1. *Equivalence Partitioning* (Pemartisian Ekuivalen): Memecah *input* data ke dalam partisi untuk pengujian.
2. *Boundary Value Analysis* (Analisis Nilai Batas): Mengidentifikasi kesalahan pada nilai minimum dan maksimum dari *input*.
3. *Fuzzing* (Pengujian Kesalahan dengan Data Cacat): Menggunakan data yang mungkin rusak untuk menemukan bug atau gangguan dalam perangkat lunak.
4. *Cause-Effect Graph* (Grafik Sebab-Akibat): Menggambarkan hubungan antara penyebab dan efek dalam bentuk grafik.
5. *Orthogonal Array Testing* (Pengujian *Array* Ortogonal): Digunakan saat domain *input* relatif kecil namun sulit untuk pengujian dalam skala besar.
6. *All Pair Testing* (Pengujian Semua Pasangan): Merancang *test case* untuk mencakup semua kombinasi dari pasangan *input*.
7. *State Transition Testing* (Pengujian Transisi *State*): Menguji kondisi mesin dan navigasi dalam bentuk grafik untuk memahami transisi *state*.

Penggunaan teknik-teknik ini bertujuan untuk menemukan kesalahan dalam aplikasi dan memastikan fungsionalitas yang diinginkan sesuai dengan harapan tanpa harus memahami detail teknis atau struktur internal aplikasi.

Tabel 2. 5 Contoh Pengujian *Form Login* Dengan *Black Box Testing* [44]

Ide	Deskripsi Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
A01	Mengosongkan semua isian data	Sistem akan menolak akses *login* dengan menampilkan pesan nama pengguna harus diisi	Sistem menampilkan pesan bahwa nama pengguna harus diis	Sesuai
A02	Mengisi *username* dengan benar dan mengosongkan isian *password*	Sistem akan menolak akses *login* dan menampilkan pesan kata sandi harus diisi	Sistem menampilkan pesan bahwa kata sandi harus diisi	Sesuai
A03	Mengisikan isian dengan salah satu data yang salah	Sistem akan menampilkan pemberitahuan bahwa *username* atau kata sandi salah	Sistem menampilkan peringatan bahwa nama pengguna atau kata sandi salah	Sesuai
A04	Mengisikan isian dengan data yang benar	Sistem akan menerima akses *login* dan akan mengarahkan langsung ke *dashboard* pengguna	Sistem mengalihkan halaman *dashboard* setelah *login*	Sesuai

2.5 Geographic Information Sistem (GIS)

*Geographic Information Sistem (*GIS) atau dalam Bahasa Indonesia disebut Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem berbasis komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengelola, menganalisis, serta menampilkan data yang memiliki referensi geografis atau spasial. Secara sederhana, GIS menghubungkan data dengan lokasi di permukaan bumi. Jika data biasa hanya ditampilkan dalam bentuk tabel, GIS mampu memvisualisasikannya langsung ke dalam peta digital sehingga pola, hubungan, dan tren spasial dapat terlihat dengan jelas [12].

Teknologi GIS sangat penting dalam berbagai bidang seperti perencanaan kota, transportasi, mitigasi bencana, hingga sistem keamanan publik. Dalam konteks pengembangan aplikasi peringatan kejahatan, GIS berperan untuk memetakan titik-titik kriminalitas, menganalisis zona rawan, serta menampilkan rekomendasi area aman berdasarkan posisi pengguna.

Sebuah sistem GIS yang fungsional terdiri dari lima komponen utama yang saling terintegrasi [45].

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

   Merupakan komponen fisik yang digunakan untuk menjalankan GIS, meliputi:

   a. komputer atau desktop atau server untuk pemrosesan data,
   b. monitor resolusi tinggi untuk menampilkan peta,
   c. GPS untuk pengambilan data lapangan,
   d. scanner atau digitizer untuk mengubah peta analog menjadi digital,
   e. plotter atau printer untuk mencetak peta hasil analisis.

   Perangkat keras menentukan kecepatan pemrosesan data spasial dan kualitas visualisasi peta.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

   Perangkat lunak adalah pusat fungsional dari GIS. Meliputi aplikasi pengolahan data spasial yang dapat:

   a. memasukkan dan mengelola data,
   b. melakukan query dan analisis spasial,
   c. membuat peta tematik,
   d. memvisualisasikan pola dan hubungan antarlokasi.

      Contoh software GIS: ArcGIS, QGIS, MapInfo, dan aplikasi berbasis web GIS.

3. Data

   Data merupakan elemen inti GIS. Tanpa data, GIS tidak dapat berfungsi. Terdapat dua jenis data utama [46]:

   a.Data Spasial (Geografis)

      Menjelaskan posisi dan bentuk objek di permukaan bumi, dalam dua bentuk:

      i. Vektor: titik (misal: lokasi kejadian kriminal), garis (jalan), poligon (zona rawan kejahatan).
      ii. Raster: data berbentuk grid atau piksel, seperti citra satelit atau foto drone.

b. Data Atribut (*Non-Spasial*)

Informasi deskriptif yang menjelaskan karakteristik objek spasial. Contoh:

i. Nama wilayah
ii. Tingkat kriminalitas
iii. Jenis kejadian
iv. Waktu kejadian

4. Manusia (*Brainware*)

Merupakan pengguna yang menjalankan, menganalisis, serta mengelola data GIS. Termasuk:

a. operator yang memasukkan data,
b. analis GIS yang mengolah dan memvisualisasikan data,
c. pengambil keputusan (misalnya pemerintah) yang menggunakan hasil GIS untuk membuat kebijakan.

Dalam konteks aplikasi keamanan publik, analis GIS berperan penting dalam memetakan area rawan dan menentukan strategi pencegahan crime mapping.

5. Metode (Prosedur)

Metode adalah aturan, prosedur, atau alur kerja yang digunakan dalam proses GIS. Meliputi:

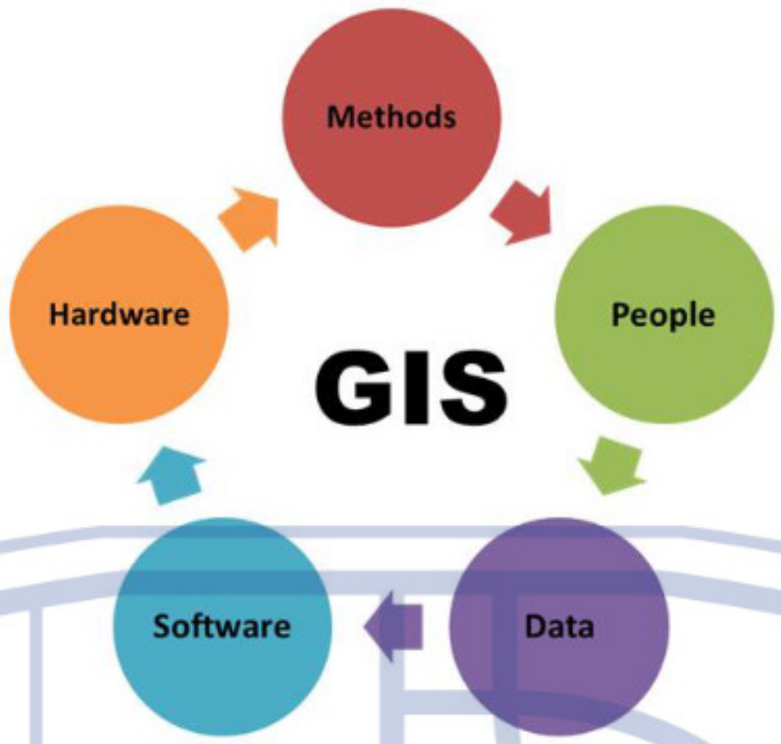
a. cara pengumpulan data,
b. standar akurasi spasial (misalnya standar BIG Indonesia),
c. proses analisis spasial,
d. teknik penyajian hasil.

Metode yang baik memastikan hasil yang akurat, konsisten, dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

GIS sangat relevan dalam analisis kriminalitas karena mampu:

a. memetakan lokasi kejadian kejahatan,
b. menampilkan pola dan tren kriminal berdasarkan lokasi,
c. mengidentifikasi zona rawan kriminal (*crime hotspot*),
d. mendukung sistem peringatan berbasis lokasi secara *real-time*.

Melalui integrasi GIS, aplikasi dapat memberikan notifikasi yang lebih akurat kepada pengguna ketika mereka memasuki area yang berpotensi berbahaya.



Gambar 2. 3 Alur Prosedur GIS [47]

2.6 Location-Based Serviced (LBS)

*Location-Based Serviced (*LBS) atau dalam Bahasa Indonesia disebut Layanan Berbasis Lokasi adalah jenis layanan informasi yang dapat diakses melalui perangkat seluler dengan memanfaatkan data geolokasi pengguna. LBS bekerja dengan menentukan lokasi perangkat secara *real-time*, kemudian menyediakan layanan atau informasi yang relevan berdasarkan posisi tersebut. Contoh penerapan LBS mencakup aplikasi navigasi seperti Google *Maps* dan Waze, layanan transportasi daring seperti Gojek dan Grab, fitur pencarian lokasi terdekat [48].

LBS menjadi elemen penting untuk berbagai aplikasi yang memerlukan penentuan lokasi secara akurat. Sistem ini tidak hanya berguna untuk kebutuhan navigasi, tetapi juga sangat relevan dalam pengembangan aplikasi keamanan publik, seperti sistem peringatan dini kejahatan berbasis geolokasi. LBS memungkinkan aplikasi mengetahui posisi pengguna dan membandingkannya dengan titik-titik lokasi kejadian kriminal sehingga dapat memberikan rekomendasi atau peringatan secara tepat.

Agar sebuah LBS dapat berfungsi, diperlukan sebuah arsitektur sistem yang terdiri dari beberapa komponen utama yang saling bekerja sama. Bagian-bagian LBS merujuk pada komponen arsitektural [49]:

1. Perangkat Seluler (*Mobile Device*)

   Perangkat ini berfungsi sebagai alat pengguna untuk mengirim permintaan dan menerima layanan berbasis lokasi. Smartphone modern umumnya telah dilengkapi modul GPS, koneksi internet, sensor lokasi, dan aplikasi pemetaan sehingga dapat

menentukan posisi secara cepat dan akurat. Pada aplikasi keamanan, perangkat seluler menjadi media untuk menerima notifikasi risiko atau melaporkan kejadian secara langsung.

2. Jaringan Komunikasi (*Communication Network*)

   Merupakan infrastruktur telekomunikasi yang menghubungkan perangkat pengguna dengan server penyedia layanan. Jaringan ini dapat berupa jaringan seluler (4G atau 5G) maupun Wi-Fi. Fungsinya adalah mengirimkan data posisi pengguna ke server dan mengembalikan hasil pemrosesan sistem, seperti informasi rute atau peringatan area berbahaya. Kualitas jaringan mempengaruhi kecepatan layanan, terutama dalam sistem peringatan *real-time*.

3. Sistem Penentu Posisi (*Positioning Sistem*)

   Komponen ini bertugas menentukan lokasi geografis perangkat. Berbagai teknologi digunakan untuk mendapatkan lokasi dengan akurat, antara lain:

   a. GPS (Global Positioning *Sistem*) untuk akurasi tinggi di luar ruangan.
   b. Cell-ID (triangulasi menara BTS) untuk mengetahui lokasi berdasarkan menara seluler terdekat.
   c. Wi-Fi Positioning *Sistem* (WPS) untuk lokasi di dalam ruangan atau area dengan sinyal GPS lemah. Teknologi penentu posisi menjadi sangat penting dalam aplikasi peringatan kejahatan karena akurasi geolokasi berpengaruh langsung pada relevansi notifikasi risiko.

4. Penyedia Layanan dan Aplikasi (*Service atau Application Provider*)

   Komponen ini berperan sebagai pusat logika bisnis. Server menerima data permintaan lokasi dari perangkat pengguna, memproses informasi tersebut, melakukan analisis, dan menghasilkan tanggapan sesuai kebutuhan aplikasi. Contohnya: mengidentifikasi lokasi berisiko, menghitung jalur aman, atau menentukan apakah pengguna telah memasuki zona rawan kejahatan.

5. Penyedia Data dan Konten (*Data and Content Provider*)

   Bagian ini menyediakan sumber data yang diperlukan, seperti:

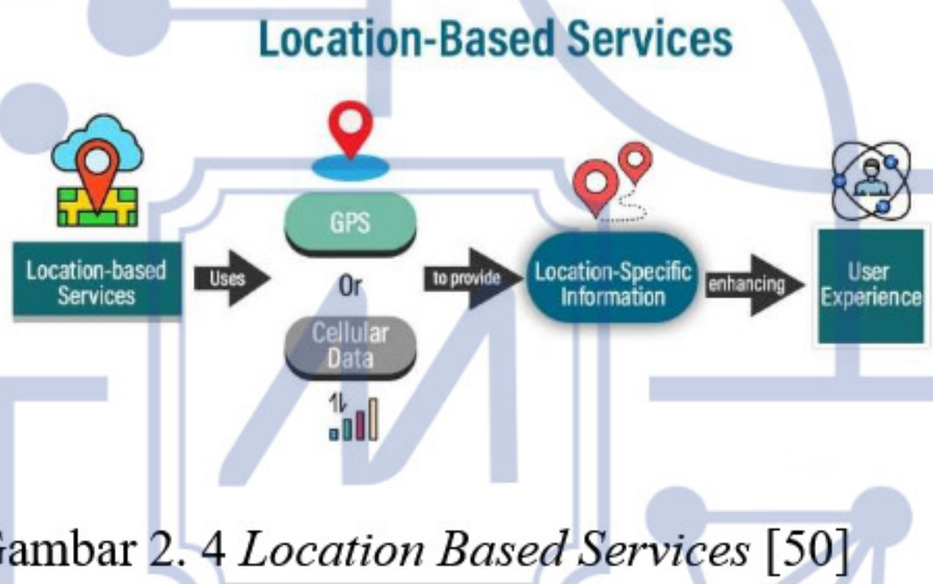
   a. peta dasar (data spasial),
   b. data informasi tempat (informasi atribut),
   c. data kriminalitas atau lokasi kejadian kejahatan,
   d. data statistik atau zona risiko.

Untuk sistem peringatan kejahatan, penyedia data berperan dalam memberikan informasi yang akurat dan terbaru terkait titik-titik kriminalitas untuk diintegrasikan ke dalam peta berbasis GIS.

LBS sangat relevan dalam pengembangan aplikasi peringatan kejahatan karena:

a. memungkinkan sistem mengetahui posisi pengguna dengan akurat,
b. mendeteksi apakah pengguna memasuki zona berisiko,
c. menjadi dasar pengiriman notifikasi otomatis berbasis lokasi,
d. terintegrasi dengan GIS dan GPS untuk visualisasi dan analisis spasial.

Dengan demikian, LBS menjadi komponen penting yang mendukung terciptanya sistem keamanan berbasis teknologi yang adaptif, responsif, dan *real-time*.



Gambar 2. 4 *Location Based Services* [50]

2.7 Geolokasi

Geolokasi dalam bahasa Inggris *Geolocation* adalah proses untuk menentukan atau memperkirakan lokasi geografis suatu objek di dunia nyata, baik itu perangkat elektronik seperti ponsel, komputer, kendaraan maupun individu. Informasi lokasi ini umumnya dinyatakan dalam koordinat geografis berupa garis lintang (*latitude*) dan garis bujur (*longitude*). Geolokasi menjadi dasar berbagai layanan berbasis lokasi (*Location-Based Service* (LBS)) seperti aplikasi peta, navigasi, layanan darurat, pelacakan kendaraan, media sosial hingga sistem keamanan digital. Di Indonesia, data pemetaan dan informasi geospasial dikelola secara resmi oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai lembaga yang berwenang dalam standar informasi geolokasi [51].

Geolokasi tidak terbatas pada satu metode penentuan lokasi melainkan menggunakan berbagai sumber data sesuai standar yang ditetapkan W3C Geolocation API. Metode yang paling dikenal adalah GPS (*Global Positioning Sistem*), yaitu teknologi yang memanfaatkan sinyal dari satelit untuk menentukan posisi menggunakan prinsip trilaterasi. GPS memberikan akurasi tinggi namun performanya dipengaruhi kondisi lingkungan seperti

gedung tinggi atau area tertutup. Karena itu, perangkat modern biasanya menggabungkan GPS dengan metode lain untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan pelacakan lokasi.

Salah satu metode penunjang geolokasi adalah *Cell ID* atau geolokasi berbasis jaringan seluler, di mana lokasi perangkat diperkirakan berdasarkan menara *Base Transceiver Station* (BTS) yang terhubung. Akurasinya meningkat ketika perangkat terhubung ke beberapa menara sehingga memungkinkan triangulasi. Selain itu, terdapat Wi-Fi *Positioning Sistem* (WPS) yang memanfaatkan data access point di sekitar perangkat. Metode ini sangat efektif untuk menentukan lokasi di dalam bangunan atau area dengan sinyal GPS rendah.

Terdapat IP Geolocation yaitu metode yang memperkirakan lokasi berdasarkan alamat IP yang diberikan oleh penyedia layanan internet. Meskipun tidak seakurat GPS atau Wi-Fi, metode ini bermanfaat sebagai estimasi awal lokasi pada perangkat desktop atau laptop. Pada perangkat *mobile* digunakan teknologi A-GPS (*Assisted* GPS) yang menggabungkan GPS, jaringan seluler dan Wi-Fi sehingga mampu memberikan lokasi yang lebih cepat dan stabil dalam kondisi lingkungan yang bervariasi.

Dalam pengembangan aplikasi peringatan kejahatan berbasis geolokasi, metode tersebut sangat penting untuk memastikan akurasi posisi pengguna maupun titik kejadian kriminal. Akurasi geolokasi menentukan ketepatan pemberian peringatan risiko terutama ketika digunakan dalam sistem Sistem Peringatan Dini (Early Warning *Sistem*) yang mengirimkan notifikasi *real-time* kepada pengguna di area rawan. Oleh karena itu, pemahaman teknologi geolokasi yang tepat merupakan landasan penting dalam perancangan aplikasi berbasis GIS dan push notification untuk meningkatkan keamanan publik secara digital.

2.8 Cara Kerja GPS (Global Positioning Sistem)

Global Positioning Sistem (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang digunakan untuk menentukan lokasi suatu objek di permukaan bumi. GPS bekerja dengan memanfaatkan setidaknya 24 satelit yang mengorbit bumi dan memancarkan sinyal waktu secara berkala. Perangkat penerima GPS seperti smartphone kemudian menangkap sinyal tersebut dan menghitung posisi berdasarkan *time of arrival* sinyal dari beberapa satelit [52].

Metode perhitungan posisi GPS disebut trilaterasi, yaitu teknik menentukan lokasi berdasarkan jarak antara penerima dengan minimal tiga satelit. Semakin banyak satelit yang terdeteksi, semakin akurat posisi yang diperoleh. Namun, akurasi GPS dapat dipengaruhi

oleh kondisi lingkungan seperti gedung tinggi, terowongan, cuaca buruk atau sinyal yang terhalang objek fisik [52].

Untuk meningkatkan kecepatan dan akurasi, smartphone modern menggunakan *Assisted* GPS *(*A-GPS*)*, yaitu teknologi yang memanfaatkan tambahan informasi dari jaringan seluler dan Wi-Fi untuk menemukan posisi awal dengan lebih cepat. Dalam aplikasi peringatan kejahatan, GPS memiliki peran penting untuk memastikan posisi pengguna yang akurat sehingga peringatan risiko dapat diberikan secara tepat waktu [52].

2.9 Akurasi Geolokasi pada Perangkat *Mobile*

Akurasi geolokasi pada perangkat *mobile* dipengaruhi oleh teknologi yang digunakan lingkungan sekitar dan kualitas sinyal. Smartphone menentukan lokasi menggunakan kombinasi beberapa metode, yaitu GPS, jaringan seluler (Cell-ID), Wi-Fi Positioning *Sistem* (WPS) dan sensor perangkat seperti akselerometer dan kompas digital. Penggabungan berbagai metode ini disebut *hybrid positioning sistem* dan digunakan untuk meningkatkan akurasi lokasi secara keseluruhan [53].

Di area terbuka, GPS dapat mencapai akurasi 3–10 meter. Namun di area perkotaan dengan gedung tinggi (urban canyon), akurasi dapat menurun karena sinyal satelit terhalang. Sementara itu, WPS dapat memberikan akurasi lebih baik di dalam ruangan yaitu sekitar 5–15 meter tergantung densitas access point Wi-Fi. Cell-ID memberikan akurasi paling rendah, tetapi tetap berguna sebagai identifikasi lokasi kasar saat GPS tidak tersedia [53].

Akurasi geolokasi sangat penting dalam sistem peringatan kejahatan karena kesalahan posisi dapat menyebabkan pengguna menerima notifikasi yang tidak relevan atau tidak menerima peringatan ketika berada di area berbahaya. Kombinasi GPS, Wi-Fi dan A-GPS memastikan aplikasi dapat memberikan peringatan risiko secara cepat, stabil dan akurat [53].

2.10 Sistem Peringatan Dini Keamanan (Early Warning Sistem atau EWS)

Sistem Peringatan Dini (*Early Warning Sistem atau* EWS) adalah mekanisme yang dirancang untuk mendeteksi potensi ancaman dan memberikan peringatan kepada pihak terkait sebelum kejadian berbahaya terjadi. EWS umumnya digunakan dalam mitigasi bencana seperti tsunami atau banjir, namun konsepnya kini diterapkan juga pada keamanan publik dan deteksi kriminalitas [54].

Secara umum, EWS terdiri dari empat komponen: pengumpulan data, analisis dan pemrosesan data, diseminasi informasi dan respon masyarakat. Dalam aplikasi keamanan,

sistem mengumpulkan data kejadian kriminal dari database, menganalisis risiko berdasarkan lokasi pengguna dan mengirimkan peringatan melalui push notification [54].

Dengan integrasi geolokasi, GIS dan notifikasi *real-time*, EWS dapat membantu masyarakat menghindari area berbahaya, mempercepat tindakan pengamanan serta mengurangi risiko kejahatan. EWS juga meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dan meningkatkan efektivitas penegakan hukum [54].

2.11 Peringatan Risiko Berbasis Lokasi (Location-Based Risk Warning)

Peringatan risiko berbasis geolokasi adalah sistem yang memberikan informasi atau notifikasi otomatis kepada pengguna ketika mereka berada di lokasi berbahaya atau mendekati area rawan kejahatan. Sistem ini menggabungkan data kriminalitas dengan posisi pengguna secara *real-time* untuk memberikan rekomendasi keamanan yang relevan [55].

Beberapa alasan pentingnya peringatan risiko berbasis lokasi [55]:

1. Meningkatkan kewaspadaan pengguna sebelum memasuki zona berbahaya.
2. Mencegah korban kejahatan melalui informasi situasional secara cepat.
3. Membantu aparat dalam memantau area rawan dan meningkatkan pengawasan.
4. Mengurangi risiko secara signifikan dengan mengubah perilaku mobilitas pengguna.
5. Mendukung sistem keamanan berbasis masyarakat (*community-based safety*).

Dalam konteks aplikasi, fitur ini sangat penting karena memungkinkan pengguna menerima notifikasi otomatis tanpa perlu membuka aplikasi. Integrasi antara geolokasi, GIS, dan push notification membuat sistem peringatan risiko menjadi lebih efektif dalam mendukung keamanan publik [55].

2.12 Push Notification

Push notification adalah mekanisme pengiriman pesan langsung dari server ke perangkat pengguna tanpa perlu membuka aplikasi. Teknologi ini banyak digunakan dalam aplikasi *mobile* berbasis Android dan iOS. Pesan dikirimkan secara *real-time* dan muncul sebagai notifikasi pada layar perangkat sehingga pengguna dapat menerima informasi penting dengan cepat [56].

Dalam aplikasi peringatan kejahatan, *push notification* berfungsi untuk menyampaikan peringatan risiko secara instan ketika pengguna memasuki zona rawan atau ketika terjadi kejadian kriminal di sekitar lokasi mereka. Keunggulan push notification adalah kecepatannya, kemampuannya menjangkau banyak pengguna sekaligus, dan kemampuannya memberikan informasi yang relevan berdasarkan geolokasi [56].

Integrasi push notification dengan EWS dan GIS memungkinkan sistem mengirimkan peringatan otomatis berdasarkan analisis spasial. Hal ini membuat push notification menjadi komponen krusial dalam sistem keamanan berbasis teknologi karena dapat menyelamatkan pengguna dari situasi berbahaya tanpa perlu interaksi manual [56].

2.13 Dampak Kriminalitas terhadap Masyarakat

Kriminalitas memiliki dampak signifikan terhadap kehidupan sosial, ekonomi, maupun psikologis masyarakat. Kejahatan yang terjadi di suatu wilayah dapat menciptakan rasa takut dan kecemasan yang berkepanjangan, terutama bagi masyarakat yang tinggal atau beraktivitas di area rawan kejahatan. Ketidakamanan lingkungan ini mendorong masyarakat membatasi mobilitas, menghindari tempat-tempat tertentu, dan mengurangi aktivitas di ruang publik, sehingga secara tidak langsung memengaruhi dinamika sosial serta interaksi antarwarga [1].

Dari sisi ekonomi, meningkatnya angka kriminalitas dapat menurunkan minat investasi, menghambat pertumbuhan bisnis lokal, serta menyebabkan kerugian materi akibat pencurian dan perampokan. Wilayah yang tidak aman juga cenderung mengalami penurunan nilai properti karena masyarakat enggan tinggal atau membuka usaha di lokasi berisiko tinggi. Keadaan ini memperburuk kondisi ekonomi masyarakat dan memperlebar kesenjangan sosial [1].

Secara psikologis, korban maupun masyarakat sekitar dapat mengalami trauma, stres, hingga gangguan emosional lain yang mengganggu kualitas hidup. Efek psikologis ini bisa bertahan lama dan memengaruhi kepercayaan masyarakat terhadap aparat penegak hukum. Oleh karena itu, penanganan kriminalitas harus dilakukan secara komprehensif melalui peningkatan deteksi dini, kecepatan respon, dan keterlibatan masyarakat dalam sistem informasi keamanan [1].

2.14 Pola Kejahatan dan Faktor Penyebab

Pola kejahatan (*crime pattern*) merujuk pada kecenderungan suatu kejahatan terjadi pada lokasi, waktu, atau situasi tertentu secara berulang. Pola ini dapat dianalisis menggunakan pendekatan spasial, temporal, maupun lingkungan. Secara spasial, kejahatan sering terkonsentrasi pada wilayah tertentu yang disebut *crime hotspot*, yaitu area yang memiliki karakteristik lingkungan yang mendukung aktivitas kriminal seperti minim penerangan, sepi, kurang pengawasan, atau dekat jalur pelarian [57].

Faktor penyebab kejahatan dapat dipahami melalui teori *Routine Activity Theory*, yang menyatakan bahwa kejahatan terjadi ketika tiga elemen bertemu dalam waktu dan tempat yang sama: pelaku kejahatan, target yang sesuai, dan minimnya pengawasan. Selain itu, faktor sosial ekonomi seperti kemiskinan, pengangguran, rendahnya pendidikan, dan lingkungan sosial yang permisif terhadap perilaku kriminal turut memengaruhi tingkat kriminalitas di suatu wilayah [57].

Pola kejahatan juga dipengaruhi oleh faktor waktu, misalnya meningkatnya kasus pencurian kendaraan pada malam hari atau meningkatnya penjambretan pada jam-jam sepi. Analisis pola dan faktor penyebab ini sangat penting dalam pengembangan aplikasi berbasis geolokasi, karena sistem dapat mengidentifikasi area rawan serta memberikan peringatan kepada pengguna yang mendekati lokasi berisiko [57].

2.15 Crime Prevention (Pencegahan Dini Kejahatan)

Pencegahan dini atau *crime prevention* adalah upaya sistematis untuk mengurangi peluang terjadinya kejahatan sebelum kejahatan tersebut benar-benar terjadi. Pendekatan ini lebih efektif dan efisien dibandingkan penanganan setelah kejadian, karena dapat menyelamatkan korban potensial, mengurangi kerugian materi, serta meningkatkan rasa aman masyarakat. Strategi pencegahan dini mencakup pencegahan situasional maupun sosial [58].

Pencegahan situasional dilakukan dengan mengurangi peluang kejahatan melalui peningkatan pengawasan, penerangan jalan, pemasangan CCTV, serta penyediaan informasi publik yang akurat mengenai area berisiko. Sementara itu, pencegahan sosial dilakukan melalui peningkatan kualitas pendidikan, kesejahteraan, serta penyampaian edukasi mengenai keselamatan kepada masyarakat agar lebih waspada dalam beraktivitas.

Dalam konteks digital, pencegahan dini dapat diwujudkan melalui aplikasi berbasis geolokasi yang memberikan peringatan *real-time* kepada pengguna saat mereka berada di dekat lokasi yang berpotensi berbahaya. Dengan memanfaatkan data spasial dan temporal kejahatan, aplikasi mampu mendeteksi pola risiko dan memberikan notifikasi otomatis sehingga masyarakat dapat menghindari area rawan sebelum menjadi korban [58].

2.16 Tindak Kriminal

Tindak kriminal atau kejahatan merupakan segala bentuk perbuatan atau tingkah laku yang melanggar hukum pidana, baik dilakukan dengan kesengajaan maupun karena kelalaian dan dapat dikenai sanksi berdasarkan ketentuan perundang-undangan yang

berlaku. Secara yuridis, suatu tindakan dikategorikan sebagai tindak kriminal apabila telah dirumuskan dalam undang-undang dan mengandung ancaman pidana bagi pelakunya [59]. Dalam perspektif sosial dan kriminologi, tindak kriminal tidak hanya mencakup pelanggaran hukum, tetapi juga fenomena yang dapat mengganggu ketertiban, menciptakan rasa tidak aman dan mempengaruhi kualitas hidup masyarakat dalam jangka panjang.

Dampak dari tindak kriminal dapat dirasakan secara luas oleh masyarakat. Tingginya angka kriminalitas sering memunculkan rasa takut, kecemasan dan penurunan aktivitas sosial yang pada akhirnya berdampak pada mobilitas masyarakat serta menghambat pertumbuhan ekonomi. Oleh sebab itu, tindak kriminal memiliki keterkaitan erat dengan upaya menjaga keamanan publik, di mana masyarakat membutuhkan informasi yang tepat dan cepat untuk menghindari situasi berbahaya. Hal ini memperkuat pentingnya penyediaan sistem informasi yang mampu memberikan gambaran situasi keamanan secara aktual.

Ditinjau dari karakteristiknya, tindak kriminal memiliki dimensi lokasi dan temporal waktu yang sangat penting untuk dianalisis. Setiap kejahatan seperti pencurian, perampokan dan kekerasan terjadi pada lokasi fisik tertentu yang dapat dipetakan secara geografis. Dimensi spasial ini menjadi dasar dalam memahami pola kejahatan dan faktor penyebab, karena kejahatan sering kali berulang pada lokasi-lokasi tertentu dengan kondisi lingkungan yang mendukung peluang terjadinya kejahatan. Selain itu, aspek urgensi waktu menunjukkan bahwa kecepatan pelaporan dan respon sangat mempengaruhi efektivitas penanganan kejadian kriminal, terutama dalam kasus-kasus yang bersifat mendesak [60]:

Berbagai bentuk tindak kriminal yang relevan dalam pengembangan aplikasi keamanan berbasis geolokasi umumnya termasuk kategori kejahatan atau kejahatan jalanan, seperti pencurian dengan kekerasan (*curas*), pencurian dengan pemberatan (*curat*), penjambretan dan tindak kekerasan fisik. Jenis kejahatan ini memiliki risiko langsung terhadap keselamatan fisik korban sehingga membutuhkan upaya pencegahan dini (*crime prevention*). Sementara itu, kejahatan siber (*cyber crime*) juga berkembang pesat seiring penggunaan teknologi digital, meskipun dampaknya lebih bersifat virtual dan tidak selalu memiliki dimensi spasial secara langsung [61].

Dalam konteks teknologi modern dan sistem keamanan digital, tindak kriminal yang memiliki dimensi lokasi sangat relevan untuk diintegrasikan dengan teknologi geolokasi dan GPS. Melalui koordinat geografis (*latitude* dan *longitude*) setiap kejadian kriminal dapat dipetakan secara akurat menggunakan sistem GIS (*Geographic Information Sistem*). Keakuratan geolokasi pada perangkat *mobile* menjadi faktor penting agar aplikasi dapat mengirimkan peringatan kepada pengguna yang benar-benar berada pada area berisiko.

Penggunaan teknologi seperti GPS, A-GPS dan Wi-Fi *positioning* membantu meningkatkan akurasi dan kecepatan penentuan lokasi pengguna.

Dengan adanya data spasial dan temporal kejahatan, sistem dapat membentuk Sistem Peringatan Dini (*Early Warning Sistem*) yang mampu mendeteksi potensi ancaman dan memberikan notifikasi kepada masyarakat sebelum memasuki area berbahaya. Implementasi push notification memungkinkan peringatan disampaikan secara *real-time* tanpa perlu membuka aplikasi sehingga mendukung tindakan pencegahan dini. Pendekatan ini tidak hanya mendukung keamanan publik, tetapi juga meningkatkan partisipasi masyarakat dalam melaporkan kejadian, mempercepat penanganan serta meminimalkan risiko menjadi korban kejahatan.

2.17 Konsep Keamanan Publik (*Public Safety*)

Keamanan publik (*Public Safety*) merupakan kondisi fundamental yang berkaitan dengan perlindungan masyarakat dari berbagai ancaman yang dapat membahayakan keselamatan jiwa, raga maupun harta benda. Keadaan ini mencakup kemampuan pemerintah dan masyarakat untuk menjaga ketertiban, mencegah kejahatan serta menjamin kelangsungan aktivitas sosial dan ekonomi secara aman. Dengan demikian, keamanan publik menjadi kebutuhan esensial yang harus dipenuhi untuk menjaga stabilitas kehidupan bermasyarakat [62].

Keamanan publik bersifat dinamis karena dipengaruhi oleh stabilitas sosial, efektivitas penegakan hukum serta tingkat partisipasi masyarakat dalam menjaga lingkungan. Upaya menciptakan keamanan tidak hanya bergantung pada aparat penegak hukum, tetapi juga membutuhkan peran aktif warga dalam meningkatkan kewaspadaan, melaporkan kejadian serta membangun lingkungan yang saling peduli. Kolaborasi yang baik antara masyarakat dan aparat akan menghasilkan kondisi yang lebih aman, tertib dan harmonis [62].

Dalam konteks teori sosial, keamanan publik memiliki hubungan erat dengan pendekatan Community Policing, yaitu model keamanan berbasis komunitas yang menekankan kemitraan strategis antara aparat kepolisian dan masyarakat. Pendekatan ini mendorong masyarakat untuk tidak hanya menjadi penerima perlindungan, tetapi juga menjadi aktor aktif dalam upaya pencegahan, deteksi dan penanganan masalah keamanan secara kolaboratif dan proaktif. Komunikasi dua arah dan pemanfaatan informasi menjadi faktor penting dalam keberhasilan pendekatan ini[62].

Perkembangan teknologi informasi telah membawa transformasi signifikan terhadap konsep keamanan publik. Berbagai inovasi seperti aplikasi pelaporan digital, analisis spasial kejahatan, pemetaan risiko berbasis GIS dan penggunaan data *real-time* memungkinkan deteksi ancaman yang lebih cepat dan akurat. Kemajuan ini juga memperluas peran masyarakat dalam sistem keamanan, karena laporan lokasi pengguna dan notifikasi dapat menjadi bagian dari mekanisme pencegahan dini yang terintegrasi secara digital[62].

Dengan demikian, keamanan publik pada era digital menekankan pendekatan yang preventif, kolaboratif dan berbasis teknologi. Sinergi antara aparat, masyarakat dan sistem digital seperti geolokasi serta notifikasi *real-time* diharapkan mampu meningkatkan tingkat kewaspadaan, mempercepat respon terhadap insiden serta menciptakan lingkungan yang lebih aman dan responsif terhadap tantangan keamanan modern[62].