

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Buku *Pop-Up*

Menurut Oxford Dictionary, buku merupakan kumpulan media yang terdiri dari tulisan, gambar, dan informasi yang disusun dan digabungkan menjadi kesatuan. Buku adalah gabungan dari hasil pemikiran yang dijadikan sebagai sumber ilmu pengetahuan, ditulis dengan bahasa yang mudah untuk dipahami dalam proses pembelajaran (Hanifa, dkk, 2021, h.968). Selain menjadi sumber informasi, buku juga dijadikan sebagai alat untuk berkomunikasi (Prajawinanti, 2020, h.27). Meskipun teknologi semakin berkembang, buku tetap memiliki peranan penting yang dapat dipertanggung jawabkan sebagai sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang masih belum tergantikan, karena mudah untuk diakses dan dibaca kapan pun dan di mana pun (Mashfufah, dkk, 2019, h.3). Jadi, buku adalah kumpulan kertas yang berisikan informasi untuk menambah wawasan, yang mudah untuk dijangkau dan digunakan oleh berbagai kalangan.

*Pop-up* berasal dari Bahasa Inggris yang artinya “*pop*” adalah muncul dan “*up*” adalah keluar, yang digabungkan menjadi muncul keluar. *Pop-up* termasuk dalam bidang seni dalam media kertas atau juga biasa disebut dengan *paper engineering* (Ningtiyas, dkk, 2019, h.116). Buku *pop-up* merupakan sebuah buku dengan gambar sebagai elemen utamanya yang membedakan dengan buku lainnya (Barsihanor, dkk, 2020, h.590). Menurut Castillo dan Pereira (2020, h.213) buku *pop-up* juga diartikan sebagai kegiatan kerajinan kertas dengan bentuk dan gambar yang menarik dan konsisten, buku *pop-up* kini menggunakan teknologi digital untuk menambahkan interaktivitas. Gambar pada buku *pop-up* disajikan dalam bentuk tiga dimensi yang memiliki unsur interaktif pada saat buku *pop-up* dibuka, di mana seakan-akan muncul sebuah objek dari dalam buku. Buku *pop-up* menjadi salah satu media informasi yang dapat meningkatkan rasa ingin tahu para pembaca, karena memberikan visualisasi yang menarik dalam penyampaian informasi (Arjuna & Ardiansyah, 2019, h.130).

Menurut Thompson dan Reed (2021, h.152), buku *pop-up* merupakan sebuah buku yang memiliki potensi untuk bergerak melalui interaksi yang dihasilkan saat buku dibuka, dengan kertas yang dilipat, digulung, atau diputar. Unsur tiga dimensi yang dihasilkan pada saat buku dibuka dengan sudut 90° atau 180°, memberikan kemudahan bagi pembaca dan tidak membuat pembaca merasa bosan saat menerima informasi melalui buku *pop-up*. Devi & Maisaroh (2017) mengungkapkan bahwa buku *pop-up* dapat menyampaikan berbagai cerita berisi pengetahuan, pengenalan subjek, letak sebuah negara, hingga sejarah (h.3). Maka dapat disimpulkan bahwa buku *pop-up* adalah buku yang memiliki tiga dimensi, panjang, lebar, dan tinggi, di mana saat buku dibuka akan timbul interaksi gerak seolah gambar yang ada di dalamnya muncul keluar.

### 2.1.1 Jenis Buku *Pop-Up*

Buku *pop-up* adalah media cetak yang fungsinya sama dengan buku lainnya, namun buku *pop-up* lebih terfokus pada kemampuannya dalam memunculkan sebuah gambar yang terkesan bergerak keluar (Arjuna & Ardiansyah, 2019, h.131). Keterampilan dalam buku *pop-up* membuat proses pembuatannya berbeda dengan buku pada umumnya. Perancangan buku *pop-up* diawali dengan menentukan konsep awal, kemudian dilanjutkan dengan penentuan teknik yang akan diterapkan dalam perancangan. Teknik-teknik yang diterapkan pada buku *pop-up* akan menghasilkan sebuah bentuk, dan dapat disesuaikan dengan konsep perancangan (Lestari, dkk, 2019, h.94).

Buku *pop-up* dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan sudut pembukaannya, jenis pembukaan tersebut dapat mempengaruhi cara mata memandang, terdapat sudut 90°, 180° dan 360° (Arjuna & Ardiansyah, 2019, h.131). Simkin & Temperley (2009) dalam buku yang berjudul *Books for Keeps* edisi Januari 2010 menjelaskan bahwa jenis-jenis buku *pop-up* dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah (h.4-7):

1. *Transformations*

*Transformations* atau transformasi adalah tampilan bentuk buku *pop-up* di mana tekniknya terdiri dari potongan *pop-up* yang

tersusun vertikal. Lembaran *pop-up* yang dibuka ke samping atau ke atas dapat merubah tampilan ke dalam konstruksi objek yang berbeda.

2. *Volvelle*

*Volvelle* merupakan tampilan bentuk buku *pop-up* yang menggunakan bentuk lingkaran dalam perancangannya, di mana dapat digunakan dengan memutar bagian yang memiliki poros sehingga dapat berputar.

3. *Peepshow*

*Peepshow* atau terowongan dalam buku *pop-up*, disusun dari beberapa tumpukan kertas yang ditumpuk menjadi satu pada bagian belakang kertas lain. Teknik ini menciptakan ilusi seakan melihat ke dalam sebuah terowongan atau menciptakan perspektif.

4. *Carousel*

*Carousel* merupakan teknik buku *pop-up* yang dapat menciptakan ilusi dua dan tiga dimensi, di mana jika halaman dibuka dapat dilipat kembali dan membentuk objek yang kompleks. Bentuk dua dimensi atau tiga dimensi dari teknik *carousel* menyajikan bentuk nyata, dengan tali, kancing, atau pita sebagai pendukungnya.

5. *Box and cylinder*

*Box and cylinder* atau kotak dan tabung merupakan teknik gerakan sebuah kotak dan tabung, yang diciptakan ketika buku dibuka seakan-akan bergerak naik dari tengah.

6. *Pull-tabs*

*Pull-tabs* merupakan sebuah gerakan objek dengan cara menarik atau mendorong salah satu bagian pada halaman buku, untuk menampilkan gambar yang baru.

Menurut Bernadette (2010) terdapat beberapa jenis lainnya dalam teknik buku *pop-up* yang dapat digunakan dalam media pembelajaran dan informasi, diantaranya adalah:

1. *Flaps*

*Flaps* merupakan bentuk paling sederhana dalam buku *pop-up* dan termasuk dalam salah satu bentuk paling awal. *Flap* juga disebut sebagai buka tutup, ketika bukaan dibuka maka akan menampilkan ilustrasi yang tersembunyi dibaliknya (Mark, 1996, h.16).

2. *V-folding*

*V-folding* adalah jenis teknik paling dasar dalam memunculkan gambar dalam buku *pop-up* ketika dibuka. Kertas yang dilipat dalam bentuk 'V' diletakkan pada sisi dalam halaman buku, sehingga tidak terlihat dari bagian luar. Sudut kertas harus diperhatikan, dengan pelipatan dan menempel pada bagian yang tepat agar tidak terlihat miring.

3. *Internal stand*

*Internal stand* biasanya ditempelkan searah dengan lipatan dari buku *pop-up*, teknik ini digunakan sebagai sandaran kecil berbentuk persegi. Teknik *internal stand* dibuat dengan cara memotong kertas yang dilipat seperti bentuk kotak dan diberi panel untuk ditempelkan ke bagian kertas halaman.

Berdasarkan jenis-jenis buku *pop-up* di atas, disimpulkan bahwa terdapat enam jenis teknik utama yang diutarakan oleh Simkin & Temperley (2009), yaitu *transformations*, *volvelle*, *peepshow*, *carousel*, *box and cylinder*, dan *pull-tabs*. Selain itu, terdapat beberapa jenis lainnya dalam buku *pop-up* menurut Bernadette (2010), yaitu *flaps*, *v-folding*, dan *internal stand*. Setiap jenis yang diterapkan dalam perancangan buku *pop-up*, akan mempengaruhi bentuk, tahap perancangan, dan penggunaannya. *Transformations* atau transformasi menjadi jenis teknik yang paling umum digunakan, karena proses pembuatannya yang lebih mudah dibandingkan dengan jenis-jenis lainnya.

### **2.1.2 Manfaat Buku *Pop-Up***

Buku *pop-up* memberikan berbagai manfaat dalam mendukung kegiatan pembelajaran, terutama dalam penyebaran informasi. Buku *pop-up*

dapat merangsang imajinasi pembaca melalui desain dan elemen visual seperti gambar yang disajikan dengan interaktivitasnya. Menurut Martinez dan Lee (2020) buku *pop-up* yang menyajikan ilustrasi dapat mempermudah penerimaan informasi melalui pemicu gerakan yang muncul saat buku dibuka (h.47). Bluemel dan Taylor (2012, h.4-5) menjelaskan bahwa buku *pop-up* memiliki beberapa manfaat, diantaranya adalah:

1. Buku *pop-up* bermanfaat untuk mengasah keterampilan berpikir kritis dan kreatif, melalui bakat dan kemampuan pembaca.
2. Gambar-gambar menarik yang ada dalam buku *pop-up*, membantu pembaca untuk meningkatkan minat baca mereka. Informasi yang diwakilkan dalam bentuk ilustrasi, mendorong imajinasi pembaca dalam memunculkan keinginan serta dorongan dalam mengartikan makna yang disampaikan.
3. Untuk meningkatkan minat anak muda terhadap buku, terutama kebiasaan membaca. Selain memberikan manfaat yang signifikan terhadap siswa, buku *pop-up* juga memberikan dampak kepada pembaca remaja dewasa. Buku *pop-up* menyajikan bentuk yang unik, di mana mampu menarik perhatian pembaca, yang pada akhirnya dapat memotivasi mereka untuk mencerna informasi baru dengan cara yang menarik dan efisien.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka disimpulkan bahwa manfaat buku *pop-up* adalah mengasah kreativitas pembaca melalui gambar yang ditampilkan, sehingga dapat membangun imajinasi dalam mencerna informasi yang disampaikan.

### **2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan Buku *Pop-Up***

Buku *pop-up* sebagai media berbasis visual merupakan bagian dari media pembelajaran. Sesuatu yang berkaitan dengan sumber media belajar, pasti memiliki kelebihan dan kekurangan, seperti halnya buku *pop-up*. Menurut Van Dyk (dalam Ningtias, dkk, 2019, h.119) terdapat beberapa kelebihan dalam penggunaan buku *pop-up*, diantaranya adalah:

1. Mampu menjelaskan materi yang kompleks melalui gambar yang dapat muncul ketika buku dibuka.
2. Menjadi media pembelajaran yang efektif dan mudah diingat oleh pembaca.
3. Elemen visual berupa ilustrasi memperjelas penyampaian informasi, sehingga lebih mudah untuk dipahami.
4. Memberikan pengalaman yang baru dalam mendapatkan informasi, membuat penyampaian konten lebih menarik.
5. Meningkatkan ketertarikan pembaca terhadap konten atau informasi yang disampaikan.
6. Membuat media informasi lebih interaktif, seperti melibatkan partisipasi aktif pembaca untuk membuka, menggeser, menarik bagian dalam buku *pop-up*.

Terdapat kelebihan buku *pop-up* lainnya, seperti yang disebutkan oleh Astuti (2015, h.41), kelebihan media buku *pop-up* adalah, sebagai berikut:

1. Pembaca terlibat langsung dalam penggunaan media buku *pop-up*, sehingga pengalaman dapat dirasakan secara langsung.
2. Ilustrasi yang ada pada buku *pop-up* terlihat seperti nyata dan utuh.
3. Pembaca lebih mudah dalam mengimajinasikan cerita dari elemen-elemen buku *pop-up*.
4. Buku *pop-up* terbuat dari kertas yang lebih tebal daripada buku pada umumnya, sehingga tidak mudah rusak atau sobek.

Selain kelebihan yang dimiliki oleh buku *pop-up*, terdapat kekurangan pada penggunaannya dan perancangannya. Berikut ini adalah kekurangan yang terdapat pada buku *pop-up*, diantaranya adalah (Anggraini, dkk, 2019, h.8):

1. Tidak semua materi yang mencakup informasi dapat dijadikan sebagai media buku *pop-up*.

2. Proses perancangan buku *pop-up* sangat rumit dan membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya, karena membutuhkan ketelitian yang ekstra.
3. Jika buku *pop-up* dirancang menggunakan kertas dengan kualitas yang buruk, maka akan cepat rusak terutama saat buku dibuka dan ditutup secara berlebihan.
4. Proses perancangannya yang lebih rumit dari buku lain, membuat buku *pop-up* memiliki harga yang relatif lebih mahal.

Buku *pop-up* memiliki kelebihan dan kekurangan, sama seperti media pembelajaran pada umumnya. Kelebihan utama pada buku *pop-up* adalah informasi yang lebih mudah ditangkap oleh pembaca, karena interaktivitas dan pengalaman yang diberikan saat membuka buku. Selain itu, kekurangan pada buku *pop-up* adalah harganya yang relatif mahal, proses perancangannya yang memakan waktu dan lebih sulit daripada buku biasa.

#### **2.1.4 Mekanisme Buku *Pop-Up***

Menurut Paul Jackson, terdapat beberapa kemungkinan yang tidak terbatas dalam perancangan konstruksi buku *pop-up*, di mana kemungkinan tersebut dibagi menjadi empat kategori, yaitu bagian yang dapat digerakkan dalam wujud dua dimensi, gambar yang dapat muncul berbentuk tiga dimensi, buku yang terlipat, dan penggabungan antara ketiga kemungkinan pada konstruksi buku *pop-up* tersebut.

1. *Movable parts that lie flat*  
Bagian pada buku *pop-up* yang tidak sepenuhnya datar atau memiliki sedikit tonjolan, tonjolan tersebut merupakan sebuah interaksi seperti *flaps* dan *pull-tabs*. Mekanisme ini berupa dua dimensi yang dapat digerakkan.
2. *Pop-up*  
Bagian pada buku *pop-up* yang timbul atau muncul pada saat buku dibuka, seperti gambar latar belakang, lipatan, kotak dan tabung, dan

lapisan-lapisan gambar yang muncul secara interaktif. Mekanisme ini berupa tiga dimensi yang muncul dari dasar halaman.

### 3. *Folding mechanism*

Semua buku didesain agar dapat dibuka dan ditutup, meskipun beberapa jenis seperti *carousel*, *tunnel*, dan *peepshow* tidak terlipat, namun tetap dapat dibuka. Mekanisme ini jika dibuka akan menyebar dan membentuk sebuah lingkaran.

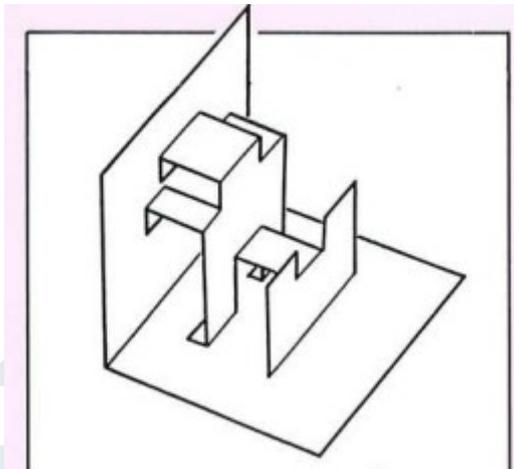
### 4. *Multiple Construction*

Mekanisme ini merupakan gabungan dari dua atau lebih mekanisme dalam buku *pop-up*. Bahan yang digunakan dalam mekanisme tidak terbatas pada kertas saja, namun juga menggunakan bahan lain seperti plastik, kaca, dan lainnya.

Mekanisme kertas pada perancangan buku *pop-up* juga dijelaskan oleh Hiner (1985), di mana mekanisme tersebut dibagi menjadi beberapa bagian dan dapat digabungkan dengan teknik lainnya. Berikut ini adalah penjelasan dari sepuluh mekanisme dasar yang terdapat pada perancangan buku *pop-up* menurut Hiner (1985, h.5):

#### **2.1.5.1 *Multiple Layers***

*Multiple Layers* merupakan salah satu mekanisme yang paling awal dan paling sederhana yang digunakan dalam buku *pop-up*. Gambar atau ilustrasi yang dihadirkan bersifat datar, namun disusun menggunakan beberapa lapisan, sehingga menciptakan kesan kedalaman atau volume. Kesan kedalaman yang disampaikan dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan pada buku *pop-up* melalui detail pada gambar yang digunakan pada lapisan latar depan dan latar belakang (Hiner, 1985, h.8).



Gambar 2.1 Mekanisme *Multiple Layers*  
Sumber: Hiner (1985)

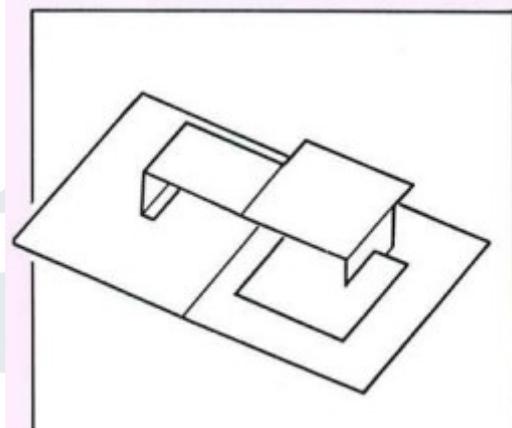
Jumlah lapisan elemen gambar pada buku *pop-up* dapat digunakan secara tidak terbatas, selama tidak memiliki terlalu banyak lapisan atau kertas yang tebal agar tidak menghalangi halaman buku untuk tertutup dengan baik. Alas atau dasar yang digunakan harus lebih besar daripada elemen gambar, agar halaman dapat terlipat dengan baik (Hiner, 1985, h.11).

Mekanisme *multiple layers* dapat terlihat ketika sudut antara dua bidang dasar halaman adalah  $90^\circ$ , memberikan efek sudut persegi atau gabungan antara horizontal dan vertikal. Dengan kata lain, mekanisme *multiple layers* pada buku *pop-up* dapat menciptakan kedalaman visual dengan berbagai efek tiga dimensi, dengan menggunakan lapisan kertas dan merancang pergerakan elemen gambar yang tepat.

#### 2.1.5.2 *Floating Layers*

Mekanisme *floating layers* mirip dengan mekanisme *multiple layers*, di mana terdapat beberapa lapisan yang sejajar dengan bidang dasar. Perbedaannya dengan mekanisme *multiple layers* adalah pada fungsinya yang dimaksudkan untuk membuka halaman buku *pop-up* secara penuh. Model mekanisme ini menunjukkan bagaimana lapisan

utama yang terlihat melayang, di mana digunakan untuk mendukung lapisan sekunder yang dilekatkan untuk meningkatkan kesan kedalaman atau volume (Hiner, 1985, h.12).



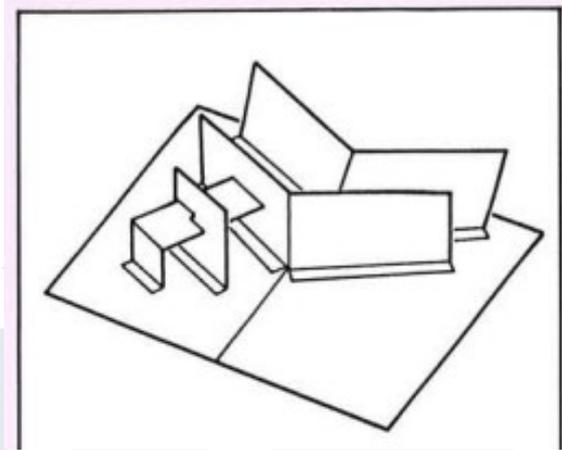
Gambar 2.2 Mekanisme *Floating Layers*  
Sumber: Hiner (1985)

Bidang dasar halaman yang berbentuk vertikal, membutuhkan lapisan yang melayang di depannya, jika bidang dasar halaman berbentuk horizontal, maka membutuhkan lapisan yang melayang di atasnya (Hiner, 1985, h.15). Dengan kata lain, mekanisme *floating layers* dapat digunakan untuk menciptakan kesan tiga dimensi yang menarik dalam buku *pop-up*.

### 2.1.5.3 *V-Fold*

Nama *V-fold* berasal dari bentuk yang dihasilkan dari lipatan di atas dasar kertas berbentuk 'V'. Ukuran sudut pada kedua sisi garis tengah pada buku *pop-up* harus sama. Terdapat dua jenis lipatan pada mekanisme ini yang memiliki sifat berbeda, yaitu lipatan V dan  $\Lambda$ , di mana lipatan tersebut harus disesuaikan kembali pada halaman buku *pop-up* dalam pengaplikasiannya. Lipatan berbentuk V ditempelkan dekat dengan bagian atas kartu dan bagian belakangnya dapat terlihat saat halaman hampir tertutup. Sedangkan lipatan berbentuk  $\Lambda$  ditempelkan dekat dengan bagian bawah halaman dan bagian belakang dan dasarnya tidak terlihat saat halaman hampir tertutup. Ketika sudut pada garis

lipatan berada pada sudut siku-siku, bagian lipatan akan berdiri secara tegak verikal (Hiner, 1985, h.19).

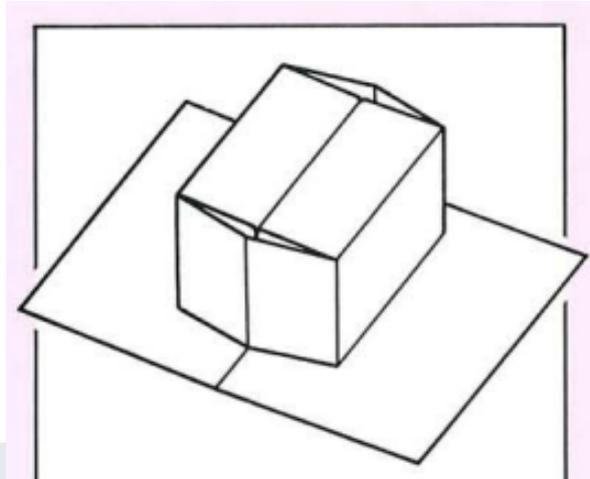


Gambar 2.3 Mekanisme *V-Fold*  
Sumber: Hiner (1985)

Mekanisme *V-fold* dapat disesuaikan dengan berbagai cara yang berbeda, di mana dapat digunakan untuk menciptakan efek kejutan saat buku *pop-up* dibuka. Lapisan-lapisan *V-fold* dapat menciptakan pandangan tiga dimensi yang realistis, seperti lengkungan, pintu, atau lubang kecil (h.16). Maka dapat disimpulkan mekanisme *V-fold* dalam buku *pop-up* dapat memberikan efek tiga dimensi yang fleksibel dengan variasi sudut dan orientasi, sehingga menciptakan sebuah kejutan dan pemandangan visual yang menarik.

#### **2.1.5.4 Magic Box**

Mekanisme *magic box* menampilkan perubahan kecil dalam cara memandang suatu prinsip yang dapat menghasilkan sesuatu dengan sudut pandang berbeda. Mekanisme ini merupakan adaptasi dari mekanisme *floating layers* dan biasa disebut sebagai *floating layers* dengan sisi (Hiner, 1985, h.20).

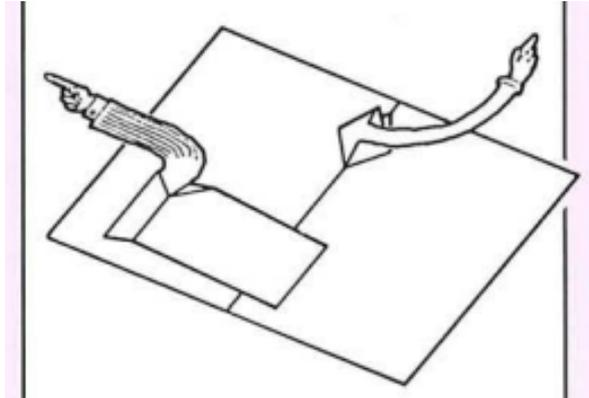


Gambar 2.4 Mekanisme *Magic Box*  
Sumber: Hiner (1985)

*Magic box* membutuhkan penopang pada sisi tengahnya untuk menciptakan efek kotak yang kokoh. Kotak tersebut berfungsi sebagai kerangka yang ada pada bagian dalam objek buku *pop-up*, bagian luarnya dapat dikembangkan dengan menambahkan elemen-elemen lainnya. Mekanisme ini biasanya diterapkan pada bentuk bangunan, kue, dan bentuk lainnya yang didasari oleh bentuk kotak (Hiner, 1985, h.23).

#### 2.1.5.5 *Moving Arm*

Mekanisme *moving arm* merupakan pengembangan dari mekanisme *V-fold* yang diubah menjadi bagian dari piramida *pop-up*. Piramida *pop-up* berbasis persegi digunakan sebagai daya gerak untuk lengan, di mana lengan tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan desain. Penggunaan mekanisme *moving arm* dengan konsep piramida sebagai daya gerak untuk pergerakan lengan, terdapat dua sisi yang perlu direkatkan ke alas atau dasar pada halaman buku *pop-up* (Hiner, 1985, h.24).

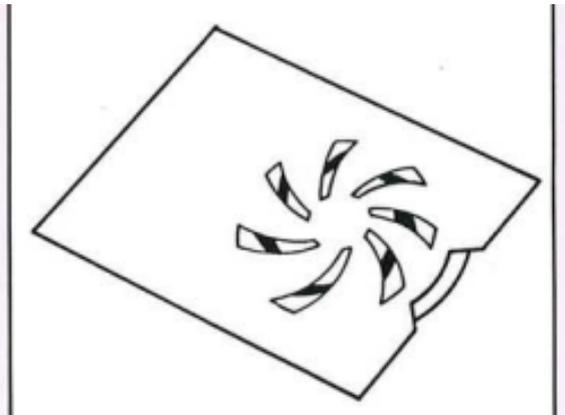


Gambar 2.5 Mekanisme *Moving Arm*  
Sumber: Hiner (1985)

Mekanisme *moving arm* berfungsi untuk menciptakan efek dramatis ketika halaman pada buku *pop-up* dibuka, di mana efek tersebut tercipta dari pergerakan *pop-up* yang selaras dengan ukuran dasar halaman yang terbuka (Hiner, 1985, h.27). Maka dapat disimpulkan, penggunaan mekanisme *moving arm* dapat mengarahkan perhatian pembaca pada titik fokus yang ditampilkan, melalui pergerakan yang dapat mengejutkan pembaca ketika membuka halaman pada buku *pop-up*.

#### 2.1.5.6 *Rotating Disc*

Mekanisme *rotating disc* memiliki fitur penting pada desain pusat poros, sehingga elemen visual dapat berputar. Poros dapat dibuat dengan menggambarkan dua buah lingkaran, di mana salah satunya harus memiliki jari-jari yang sama dengan lubang di pusat cakram berputar (Hiner, 1985, h.28). Jari-jari lainnya harus memiliki ukuran yang dua kali lebih besar, contohnya jari-jari pertama berukuran 10 cm dan jari-jari kedua berukuran 20 cm.



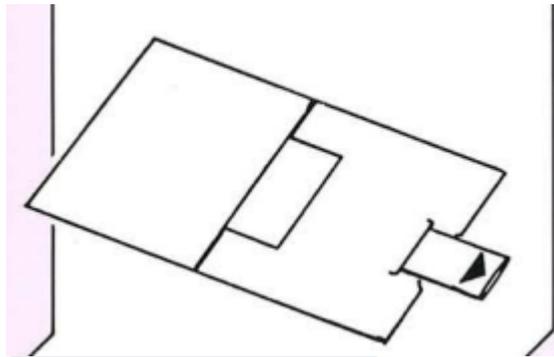
Gambar 2.6 Mekanisme *Rotating Disc*  
Sumber: Hiner (1985)

Rotasi pada mekanisme *rotating disc* ini dapat diterapkan pada efek salju yang berjatuhan, efek api yang menyala berkelap-kelip, kincir ria, dan lainnya (h.31). Dengan kata lain, mekanisme ini berfungsi untuk membuat sebuah bagian pada buku *pop-up* dapat berputar dari porosnya, sehingga saat buku dibuka akan muncul efek gerakan berputar.

#### 2.1.5.7 *Sliding Motion*

Mekanisme *sliding motion* merupakan mekanisme dengan prinsip yang sederhana, namun tetap memiliki beberapa hal yang harus diperhatikan agar pergerakan yang dihasilkan dapat bergerak dengan lancar, serta cukup kuat terhadap penggunaan berulang (Hiner, 1985, h.32). Tarikan tab harus dibuat kuat dan tidak boleh ditarik secara berlebihan melebihi batasannya, karena jika tidak akan menimbulkan kerusakan. Terdapat tiga unsur dasar dalam mekanisme *sliding motion*, diantaranya adalah (h.35):

1. Objek yang disembunyikan dapat muncul ketika ditarik.
2. Objek yang dapat dilihat dapat menghilang di balik penutup.
3. Objek muncul melewati lubang, dan kemudian menghilang ketika didorong.

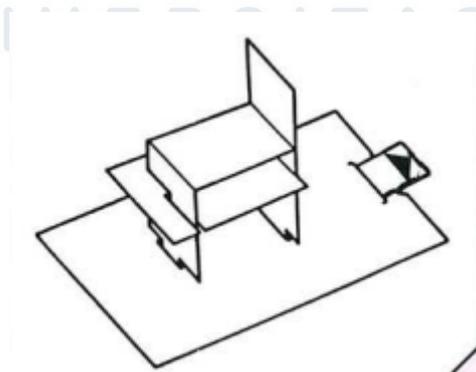


Gambar 2.7 Mekanisme *Sliding Motion*  
Sumber: Hiner (1985)

Mekanisme ini memerlukan interaksi langsung dari pembaca, yaitu dengan menarik atau mendorong tab yang ada pada buku *pop-up*. Dengan kata lain, mekanisme *sliding motion* berfungsi untuk memunculkan atau menyembunyikan sebuah pesan dan informasi yang hanya muncul ketika pembaca melakukan interaksi.

#### 2.1.5.8 *Pull-up Planes*

Mekanisme *pull-up planes* bertujuan untuk membuat sebuah kesan muncul seperti pada mekanisme *floating layers*, namun yang membedakan adalah mekanisme ini tidak bekerja secara otomatis seperti mekanisme *floating layers* (Hiner, 1985, h.36). Mekanisme *pull-up planes* hanya dapat bekerja jika pembaca melakukan sebuah interaksi dengan menarik sebuah tab untuk mengubah gerakan kecil menjadi gerakan yang jauh lebih besar ke arah yang berbeda.

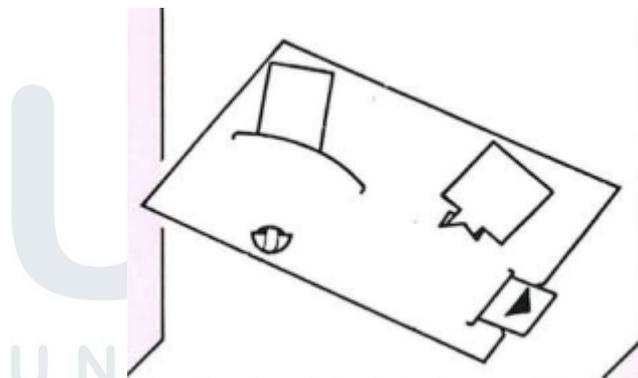


Gambar 2.8 Mekanisme *Pull-up Planes*  
Sumber: Hiner (1985)

Mekanisme ini dapat digunakan untuk memunculkan sebuah tulisan dibalik elemen gambar, biasanya digunakan pada kartu ucapan (h.39). Maka dapat disimpulkan bahwa mekanisme *pull-up planes* ini dapat bergerak melalui interaksi oleh pembaca, dengan menarik tab untuk memunculkan pergerakan.

#### 2.1.5.9 *Pivoting Motion*

Mekanisme *pivoting motion* dapat bekerja dengan lancar pada pergerakan yang relatif pendek atau terbatas. Mekanisme ini mirip dengan mekanisme *rotating disc*, namun perbedaannya adalah mekanisme ini dapat bergerak secara  $360^\circ$  (Hiner, 1985, h.40). Mekanisme *pivoting motion* tidak dapat bergerak secara otomatis, dimana membutuhkan interaksi pembaca untuk dapat bekerja. Terdapat dua karakteristik pada mekanisme ini, yaitu jika lengan poros dipasang pada tab di atas poros, maka elemen akan bergerak ke arah yang sama dengan tab yang ditarik.



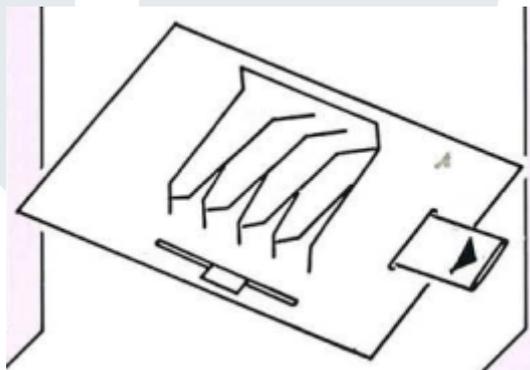
Gambar 2.9 Mekanisme *Pivoting Motion*  
Sumber: Hiner (1985)

Jika lengan poros dipasang pada tab di bawah poros, maka akan bergerak ke arah yang berlawanan dengan tab yang ditarik. Contohnya, mekanisme ini dapat diterapkan pada ayunan anak-anak yang menggunakan lengan poros panjang, sehingga bergerak melalui busur yang cukup besar (Hiner, 1985, h.43). Dengan kata lain,

mekanisme *pivoting motion* terpaku pada satu titik dan memerlukan interaksi dari pembaca untuk menggerakkan elemen gambar pada buku *pop-up*.

#### 2.1.5.10 *Dissolving Scenes*

Mekanisme *dissolving scenes* merupakan mekanisme yang sangat menarik, namun paling sulit untuk dirancang dalam buku *pop-up*. Dibutuhkan gambar, pemotongan, dan pengeleman yang akurat untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam mekanisme ini (Hiner, 1985, h.44). Mekanisme ini dapat memunculkan sebuah gambar visual secara bergantian, mekanisme ini juga dapat memunculkan dua hal yang bertolak belakang.



Gambar 2.10 Mekanisme *Dissolving Scenes*  
Sumber: Hiner (1985)

Terdapat bagian yang dapat ditarik dalam mekanisme ini, di mana memerlukan interaksi pembaca untuk menarik bagian-bagian tertentu. Bahan yang digunakan dalam mekanisme *dissolving scenes* harus menggunakan bahan yang tebal dan kuat, sehingga pengoperasian buku *pop-up* lebih mudah (h.47). Dengan kata lain, mekanisme *dissolving scenes* menampilkan visual secara bergantian, di mana memerlukan persisi, dan bagian yang ditarik harus kuat agar dapat berfungsi dengan lancar.

### 2.1.5 Elemen Buku *Pop-Up*

Menurut Cahyani, dkk (2019, h.2) terdapat beberapa elemen yang harus ada dalam perancangan buku *pop-up*, elemen visual tersebut diantaranya adalah:

1. *Color* (warna)

Warna digunakan untuk menarik perhatian dan menciptakan suasana yang baru dalam buku *pop-up*. Elemen warna dapat membantu membedakan antara elemen-elemen lainnya, serta menambahkan kontras untuk membuat gambar dalam buku *pop-up* terlihat hidup.

2. *Line* (garis)

Garis berfungsi untuk membentuk dan mendefinisikan objek dalam gambar buku *pop-up*. Garis juga berfungsi untuk memberikan arah, gerakan, dan membantu menciptakan detail pada elemen visual.

3. *Shape* (bentuk)

Bentuk merupakan elemen dasar yang menyusun objek dalam buku *pop-up*. Bentuk dapat berupa geometri atau organik, dan digunakan untuk menggambarkan karakter dan objek dalam cerita yang disajikan dalam visual buku *pop-up*.

4. *Space* (ruang)

Ruang dalam buku *pop-up* melibatkan penggunaan bentuk tiga dimensi untuk menciptakan ilusi kedalaman atau volume dan perspektif. Ruang dapat menghasilkan ilusi objek yang tampak muncul dari dasar halaman, memberikan efek tiga dimensi yang menarik kepada pembaca.

5. *Texture* (tekstur)

Tekstur menciptakan kesan pada permukaan yang terdapat pada elemen visual buku *pop-up*, visualisasi tekstur dapat terasa halus, kasar, lembut, atau keras. Tekstur diciptakan melalui teknik ilustrasi seperti ilusi mata, ataupun dengan bahan-bahan yang digunakan dalam buku *pop-up*, sehingga dapat diraba dan dirasakan.

## 6. *Typeface* (tipografi)

Tipografi meliputi pemilihan jenis huruf dan pengaturan tata letak teks dalam buku *pop-up*. Pemilihan tipografi yang tepat dapat membantu menyampaikan pesan dan emosi yang terkandung dalam buku *pop-up*, elemen tekstur dapat mempermudah pembaca dalam mengikuti alur narasi yang disampaikan.

Buku *pop-up* juga memiliki unsur yang harus diperhatikan agar elemen visual yang terdapat pada buku *pop-up* dapat menjadi satu kesatuan. Menurut Haryanto & Karyono (2021, h.5) terdapat tiga unsur utama yang harus ada dalam buku *pop-up*, diantaranya adalah:

### 1. Dua dimensi

Dua dimensi terdiri dari dua ukuran atau sisi, yaitu panjang dan lebar yang hanya dapat dilihat dari satu arah pandang. Elemen dua dimensi dalam buku *pop-up* berarti hanya dapat dilihat pada dasar halaman, tidak ada sesuatu yang muncul karena bentuknya datar.

### 2. Tiga dimensi

Tiga dimensi terdiri dari tiga ukuran atau sisi, yaitu panjang, lebar, dan tinggi yang dapat dilihat dari berbagai arah pandang. Elemen tiga dimensi dalam buku *pop-up* mengacu pada bagian yang dapat disentuh dan memiliki volume, biasanya elemen ini muncul ketika buku dibuka.

### 3. Gerak

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, gerak merupakan perubahan posisi atau tempat, baik yang terjadi satu kali atau berulang kali. Elemen gerak dalam buku *pop-up* berarti perubahan posisi atau bentuk dari gambar, dapat berupa perpindahan tempat atau perubahan bentuk seperti dari datar menjadi sebuah bentuk objek tertentu.

### **2.1.6 Prinsip Penyusunan Buku *Pop-Up***

Buku *pop-up* memiliki prinsip penyusunan yang bertujuan untuk menciptakan keselarasan yang baik pada setiap elemen-elemen yang terkandung dalam halaman buku *pop-up*. Menurut Sunaryo (2002, h.22) terdapat beberapa prinsip penyusunan dalam buku *pop-up*, diantaranya adalah:

1. Keseimbangan

Keseimbangan atau *balance* merupakan prinsip komposisi yang berfungsi untuk menghindari kesan berat sebelah pada suatu bidang atau ruang yang berisikan elemen-elemen visual (Sunaryo, 2002, h.22). Keseimbangan pada buku *pop-up* digunakan untuk menata objek visual dan tipografi dalam menyampaikan pesan informasi, agar menciptakan keselarasan yang baik.

2. Kombinasi

Kombinasi merupakan gabungan antara elemen visual, seperti warna, garis, bentuk, ruang, tekstur, dan tipografi. Penggabungan elemen tersebut termasuk dalam prinsip penyusunan buku *pop-up* yang berfungsi untuk menciptakan keselarasan dan daya tarik yang harmonis.

3. Kesatuan

Kesatuan mengacu pada bagian-bagian dalam sebuah karya seni yang saling terhubung, di mana elemen-elemen visual berfungsi sebagai satu kesatuan yang utuh. Prinsip kesatuan dalam buku *pop-up* diterapkan dengan menggabungkan elemen visual dan teks yang saling mendukung, sehingga menghasilkan titik fokus yang jelas (Sunaryo, 2002, h.31).

### **2.1.7 Tahapan Perancangan Buku *Pop-Up***

Menurut Habibi & Setyaningtyas (2021, h.1344), setelah menentukan ide dan pesan yang ingin disampaikan pada buku *pop-up*, dilanjutkan dengan tahap perencanaan untuk perancangan media buku *pop-up*. Tahap perencanaan dibagi dalam empat tahapan, diantaranya adalah:

1. *Construction criterion-referenced test*

Dalam perancangan buku *pop-up*, tahap ini penting untuk menentukan apakah pembaca memiliki kemampuan dan pemahaman yang memadai untuk menggunakan buku *pop-up* sebagai media informasi. Penentuan dalam tahap ini dapat membantu dalam perancangan buku *pop-up* sesuai dengan tingkat kemampuan pembaca dan tujuan pengumpulan informasi yang ingin didapatkan.

2. *Pemilihan Media (media selection)*

Pemilihan media pada perancangan buku *pop-up* disesuaikan dengan materi dari informasi dan pesan yang ingin disampaikan kepada pembaca. Dalam perencanaan buku *pop-up*, media *pop-up* dipilih karena dianggap sesuai untuk menyajikan materi secara visual, interaktif, dan kreatif. Buku *pop-up* sangat efektif jika target pembaca memiliki gaya dalam menangkap informasi melalui visual dan kinestetik, di mana mereka bisa melihat dan berinteraksi dengan elemen *pop-up* untuk memahami konsep dengan lebih baik.

3. *Pemilihan Format (format selection)*

Setelah memilih media, format penyajian pada buku *pop-up* juga harus dipertimbangkan. Pemilihan format untuk buku *pop-up* mencakup desain tata letak, mekanisme *pop-up*, dan elemen visual. Apakah perancangan buku *pop-up* akan menunjukkan satu mekanisme saja, atau menggunakan mekanisme interaktif yang kompleks, semuanya diputuskan pada tahap pemilihan format ini. Pemilihan format buku *pop-up* berguna untuk menjaga keseimbangan antara estetika, fungsi, dan tujuan dalam penyampaian informasi.

4. *Desain Awal (initial design)*

Pada tahap ini, desain awal buku *pop-up* dibuat berdasarkan hasil analisis dan pemilihan format sebelumnya. Setelah itu, desain ini dikonsultasikan dengan ahli yang berkaitan dengan perancangan,

dengan tujuan untuk menyempurnakan desain sebelum masuk ke tahap pembuatan fisik buku *pop-up*. Perubahan dapat mencakup perbaikan elemen visual, mekanisme *pop-up*, atau penyesuaian konten agar lebih sesuai dengan tujuan perancangan.

Setelah melalui tahapan perencanaan, dilanjutkan dengan tahap perancangan buku *pop-up* yang dijelaskan oleh Hiner (1985, h.6). Berikut ini adalah tahapan utama dalam perancangan buku *pop-up*:

1. Memotong (*cutting*)

Pada tahap ini, elemen-elemen *pop-up* dipotong secara presisi sesuai dengan desain yang sudah dirancang. Pemotongan harus sangat akurat agar tidak ada bagian yang terlewat atau terpotong terlalu banyak, karena dapat mengganggu mekanisme saat *pop-up* digerakkan dengan dibuka dan ditutup. Pada tahap memotong ini, gunakan pisau khusus kerajinan yang tajam dan penggaris logam untuk memastikan potongan lurus dan rapi, dan permukaan yang dipotong harus presisi agar elemen tidak rusak.

2. Mencetak (*scoring*)

Tahap mencetak atau *scoring* adalah proses membuat lipatan yang tepat pada elemen gambar *pop-up* sesuai dengan tepi yang telah ditentukan. Pada bagian-bagian yang perlu dilipat, kertas dicetak menggunakan alat khusus, proses ini penting untuk memastikan lipatan pada buku *pop-up* akurat, yang memungkinkan *pop-up* dapat terlipat dan bergerak dengan baik. Dengan mencetak elemen gambar pada buku *pop-up* dan memposisikan lipatannya, menjaga elemen tetap fleksibel namun tidak mudah patah.

3. Melipat (*folding*)

Setelah lipatan ditandai pada tahapan mencetak, kertas dilipat sesuai dengan garis yang sudah dicetak pada gambar. Lipatan harus presisi karena akan mempengaruhi bagaimana *pop-up* berfungsi saat buku dibuka dan ditutup. Penggaris logam sering digunakan untuk

membantu membuat lipatan yang lebih lurus dan tajam, sehingga elemen *pop-up* dapat terlipat dengan sempurna dan memberikan efek visual yang diinginkan.

#### 4. Merekatkan (*glueing*)

Langkah terakhir adalah merekatkan elemen-elemen *pop-up* ke buku. Penggunaan lem harus hati-hati, terutama pada titik-titik penghubung pada gambar, untuk memastikan tidak ada lem yang berlebih yang dapat merusak mekanisme atau menyebabkan elemen tersangkut saat buku *pop-up* dibuka. Jenis lem yang digunakan harus cepat kering namun tidak meninggalkan noda atau membuat kertas menjadi kotor. Pemakaian yang terlalu banyak dapat merusak kerapian dan kelancaran mekanisme buku *pop-up*.

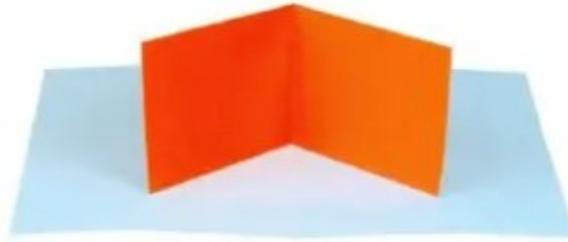
### 2.1.8 Pelipatan Buku *Pop-Up*

Buku *pop-up* berbeda pada buku pada umumnya yang hanya memiliki lembaran kertas yang berisikan tulisan dan gambar. Buku *pop-up* memiliki sebuah gambar yang muncul pada saat buku dibuka oleh pembaca. Gambar yang muncul tersebut dilengkapi dengan teknik pelipatan agar memenuhi kebutuhan desain untuk menyampaikan pesan dan informasi yang lebih jelas ke pada pembaca. Terdapat banyak jenis pelipatan pada buku *pop-up* yang didasari oleh bangun ruang. Berikut ini adalah penjelasan teknik pelipatan buku *pop-up* yang dijelaskan oleh Birmingham (2010, h.30-93), diantaranya adalah:

#### 1. *Right-angle V-fold*

Lipatan *V-fold* dengan sudut siku-siku adalah salah satu jenis lipatan yang paling mudah dibuat. Umumnya, lipatan ini diarahkan menjauh dari pembaca dan menuju bagian depan halaman.

*V-fold* ini membagi halaman terbuka secara merata dan berfungsi sebagai ilustrasi utama karena ruang yang terbatas untuk menambahkan ilustrasi tambahan pada halaman tersebut.

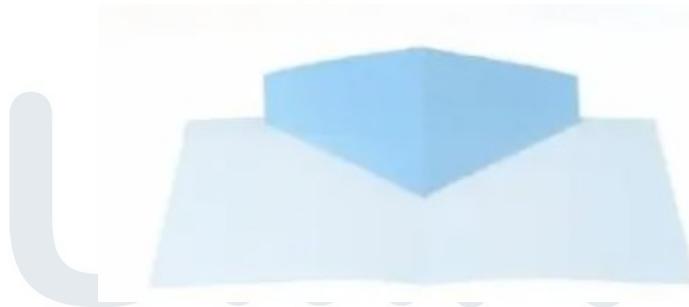


Gambar 2.11 Pelipatan *Right-angle V-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

## 2. *Acute-angle V-fold*

Lipatan V dengan sudut lancip merupakan bentuk dasar yang paling sering digunakan. Lipatan ini mengikuti arah sesuai dengan bentuk 'V', sehingga dapat ditempatkan di bagian atas halaman, memberikan ruang yang cukup untuk teks dan ilustrasi tambahan.

*V-fold* ini menciptakan banyak ruang untuk ilustrasi tambahan dan sering digunakan dalam *pop-up* untuk membentuk wajah atau bagian-bagian wajah manusia maupun hewan.



Gambar 2.12 Pelipatan *Acute-angle V-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

## 3. *Pointed V-fold*

Mudah dibentuk dan disesuaikan, lipatan ini sering digunakan dengan latar belakang vertikal sederhana. Setelah ujung tajamnya dihilangkan, lipatan ini terlihat seperti gabungan antara lipatan V dan bentuk jajaran genjang.

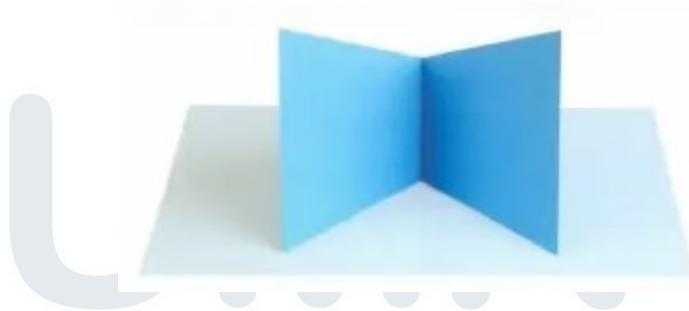


Gambar 2.13 Pelipatan *Pointed V-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 4. *Obtuse-angle V-fold*

Lipatan V bersudut tumpul mungkin adalah salah satu varian yang paling jarang dipakai. Bentuk ini biasanya digabungkan dengan bentuk lain.

*V-Fold* dengan sudut tumpul memiliki orientasi yang berlawanan dengan *V-Fold* sudut siku-siku, di mana *V-Fold* sudut tumpul mengarah ke atas dan keluar saat halaman dibuka, sedangkan *V-Fold* sudut siku-siku mengarah ke dalam ketika halaman dibuka.



Gambar 2.14 Pelipatan *Obtuse-angle V-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 5. *Asymmetric V-fold*

Lipatan V asimetris merupakan bentuk dasar yang baik untuk menciptakan konstruksi menarik dengan posisi diluar pusat halaman. Meskipun umumnya *pop-up* membagi halaman secara merata, perkembangan dalam desain *pop-up* memungkinkan terciptanya bentuk-bentuk yang tetap berhasil terbuka meskipun tidak membagi halaman secara simetris.



Gambar 2.15 Pelipatan *Asymmetric V-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

Teknik *V-Fold* ini digunakan untuk menciptakan *pop-up* yang menarik tanpa perlu membagi halaman secara seimbang.

#### 6. *Parallel Folds*

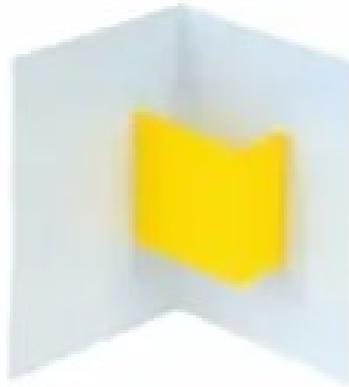
Lipatan ini merujuk pada lipatan kertas yang kuat di sepanjang tulang belakang, menjadikannya sangat baik untuk mendirikan struktur. Hal ini dapat membentuk jembatan stabil yang bisa digunakan sebagai fondasi untuk membangun *pop-up* di atasnya.



Gambar 2.16 Pelipatan *Parallel Folds*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 7. *Parallelogram*

Lipatan ini tidak sama dengan bentuk fondasi lainnya karena ketika alasnya terbuka rata, *pop-up* juga akan menjadi rata. Meskipun begitu, bentuk ini adalah elemen penopang utama dalam *pop-up*.

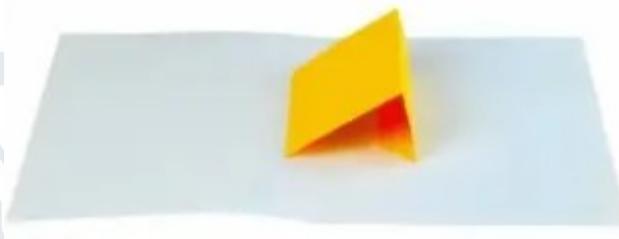


Gambar 2.17 Pelipatan *Parallelogram*  
Sumber: Birmingham (2010)

Umumnya, jajaran genjang digunakan untuk menciptakan 'lapisan', baik yang melayang sejajar dengan alas atau sebagai struktur pendukung yang paralel di bagian belakangnya.

#### 8. *Asymmetric Parallel-folds*

Mekanisme ini membentuk *pop-up* yang stabil dan terletak di luar pusat pada halaman. Mekanisme ini juga menciptakan alur di kedua sisi alas. Jika jajaran genjang digunakan untuk mengangkat bidang sejajar dengan bidang lain dalam struktur, lipatan ini menawarkan lebih banyak variasi dalam desain.

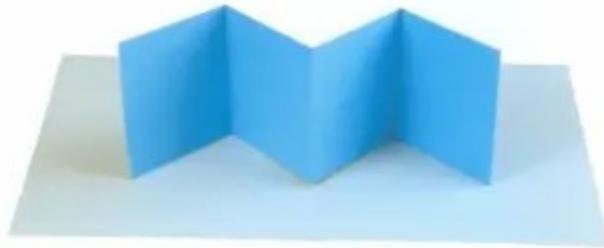


Gambar 2.18 Pelipatan *Asymmetric Parallel-folds*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 9. *Zigzag-fold*

Lipatan ini menggunakan lipatan V sebagai dasar dan cukup sederhana untuk dibuat. Lipatan tersebut mengangkat empat bidang dan tiga alur di atas halaman, sambil membentuk dua alur pada titik

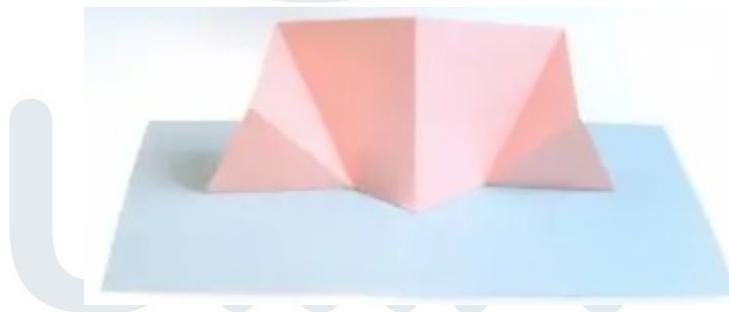
di mana lipatan menempel pada halaman. Kombinasi dari berbagai bidang dan alur ini memberikan peluang besar untuk pengembangan lebih lanjut.



Gambar 2.19 Pelipatan *Zigzag-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 10. *M-fold*

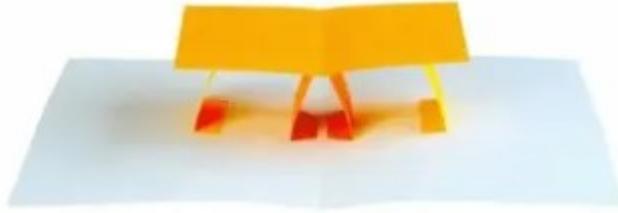
Lipatan-M dibuat dari selembar kartu yang dapat dilihat sebagai tiga bentuk *V-fold*. Mekanisme ini terdiri dari enam bidang dan sembilan alur, yang bisa diperpanjang atau dimanfaatkan untuk menciptakan tambahan bentuk *pop-up*.



Gambar 2.20 Pelipatan *M-fold*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 11. *Floating Plane*

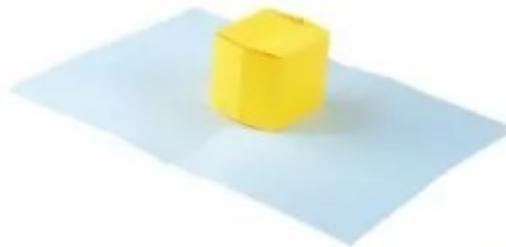
Lipatan ini membentuk bidang yang kokoh dan alur yang melayang di atas halaman. Biasanya digunakan dengan dasar vertikal, sehingga bidang terapung berada di atas halaman. Kombinasi antara bidang dan alur yang tersembunyi di bawah bidang terapung menawarkan banyak peluang untuk pengembangan lebih lanjut.



Gambar 2.21 Pelipatan *Floating Plane*  
Sumber: Birmingham (2010)

### 12. *Box*

Lipatan yang sangat fleksibel ini menjadi dasar dari berbagai *pop-up* yang kokoh dan berbentuk. Dengan menyusun empat potong kertas berukuran sama, dapat dibentuk sebuah kotak yang terbuka saat halaman terbuka. Teknik *pop-up* ini bahkan bisa berfungsi dengan fondasi yang stabil hanya menggunakan dua potong kertas.



Gambar 2.22 Pelipatan *Box*  
Sumber: Birmingham (2010)

### 13. *Open-topped shapes*

Bentuk *open-topped shapes* dibuat dari lingkaran kartu sederhana, yang memiliki fleksibilitas dan daya tarik visual dalam konstruksinya. Terdapat empat alur utama yang dirancang untuk memperkuat struktur dan memudahkan penempelan pada berbagai bagian buku, baik itu di setiap sisi alas ataupun di bagian ujungnya yang meninggi di atas tulang belakang. Alur-alur ini berfungsi sebagai titik sambungan yang memastikan stabilitas bentuk ketika buku dibuka dan ditutup. Selain itu, desain *open-topped shapes*

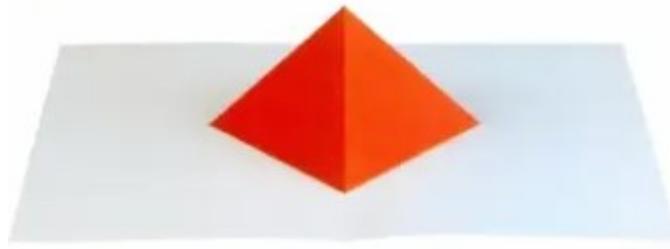
memberikan dimensi tambahan pada buku *pop-up*, menciptakan efek visual yang lebih dinamis dan menarik bagi pembaca.



Gambar 2.23 Pelipatan *Open-topped shapes*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 14. *Pyramids*

Piramida mungkin merupakan salah satu bentuk *pop-up* padat yang paling mudah dibentuk. Bentuknya dapat bervariasi dari tinggi dan tipis hingga pendek dan lebar. Selain itu, bentuk ini sangat kuat, sehingga bagian besar dapat dipotong tanpa mengubah strukturnya.



Gambar 2.24 Pelipatan *Pyramids*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 15. *Curved Shapes*

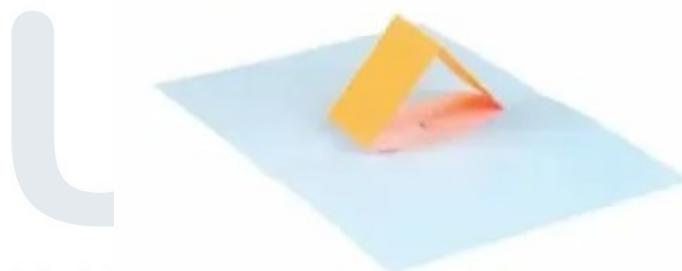
Lipatan lengkung dibuat dengan membagi lengkung menjadi beberapa segmen pendek dan lurus. Prinsip ini juga dapat diterapkan pada lipatan paralel maupun lipatan V. Teknik ini bisa digunakan untuk menciptakan bentuk bulat yang besar, atau diterapkan pada bagian-bagian melengkung untuk menonjolkan efek lengkungnya.



Gambar 2.25 Pelipatan *Curved Shapes*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 16. *Twisting Mechanism*

Mekanisme berputar ini menciptakan gerakan rotasi yang menarik ketika halaman dibuka. Terdapat enam jalur yang dapat diperluas dan tujuh alur yang bisa digunakan untuk membangun struktur. Dengan mekanisme ini, ilustrasi atau elemen lain dalam buku dapat bergerak secara harmonis, menciptakan ilusi gerak yang mengesankan. Mekanisme berputar sering digunakan untuk menciptakan kejutan visual yang tak terduga, menarik perhatian pembaca dan membuat buku lebih interaktif serta menawan.

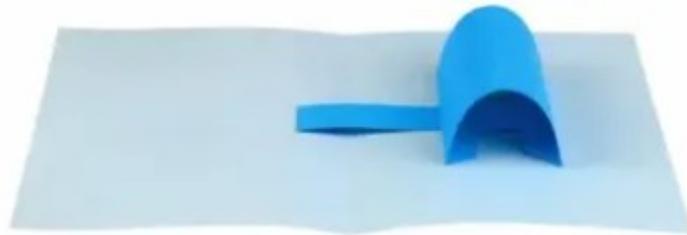


Gambar 2.26 Pelipatan *Twisting Mechanism*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 17. *Automatic Pull-strip*

Lipatan ini bekerja dengan menarik potongan kartu yang memanjang di sepanjang punggung buku untuk mengangkat *pop-up* di halaman yang berlawanan. *Pop-up* tersebut bisa berupa lengkungan, lipatan,

atau jajaran genjang. Strip ini dapat tersembunyi di bawah halaman, memberikan efek kejutan yang lebih besar.



Gambar 2.27 Pelipatan *Automatic Pull-strip*  
Sumber: Birmingham (2010)

#### 18. *Moving Arms*

Mekanisme ini memungkinkan 'lengan' bergerak ketika halaman dibuka, sehingga memberikan sentuhan dinamis pada desain. Untuk memberikan gerakan optimal pada lengan, mekanisme ini biasanya didasarkan pada *pop-up* yang rata saat alasnya dibuka. Ukuran dan bentuk elemen yang bergerak bisa sangat bervariasi, bahkan bisa mencakup seluruh tubuh figur, bukan hanya lengannya.



Gambar 2.28 Pelipatan *Moving Arms*  
Sumber: Birmingham (2010)

### 2.1.9 Buku *Pop-Up* sebagai Media Informasi

Buku *pop-up* adalah salah satu jenis media informasi yang berperan penting dalam penyampaian pesan secara efektif. Fungsi utamanya adalah membantu memperjelas makna pesan yang ingin disampaikan, sehingga tujuan komunikasi dapat tercapai dengan lebih baik. Dalam hal pemanfaatannya,

media informasi dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu media yang direncanakan (*by design*) dan media yang dimanfaatkan (*by utilization*) (Gagne, 1985, h.1). Media informasi yang direncanakan adalah media yang sejak awal dirancang khusus untuk menyampaikan pesan atau informasi tertentu. Sementara itu, media yang dimanfaatkan adalah media yang sudah ada di sekitar, namun kemudian digunakan untuk menyampaikan informasi meskipun awalnya tidak dirancang untuk tujuan tersebut.

Menurut Chen dan Williams (2019, h.95), media yang menggabungkan visual dan teks, seperti buku *pop-up* atau media interaktif, dapat mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif. Hal ini sesuai dengan teori multimedia learning, yang menyatakan bahwa ketika informasi disampaikan melalui kombinasi visual dan verbal, penerima pesan cenderung lebih mampu menyimpan dan memahami informasi tersebut (Mayer, 2005, h.47). Selain itu, dalam studi oleh Liu dan Zhang (2018, h.67), ditemukan bahwa representasi visual yang interaktif mampu meningkatkan minat dan daya tarik pembaca, khususnya ketika pesan yang disampaikan bersifat kompleks. Buku *pop-up*, dengan desain visual yang dinamis dan interaktif, dapat merangsang minat membaca serta meningkatkan efektivitas dalam penyampaian pesan (Peeck, 1993, h.15). Berdasarkan bentuk dan karakteristik fisik media informasi, Setyosari dan Sihkabuden (2005) membagi media ini menjadi beberapa jenis:

1. Media informasi dua dimensi, yang hanya memiliki panjang dan lebar serta tidak dapat diamati dari berbagai sudut, seperti peta dan bagan.
2. Media informasi tiga dimensi, yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi, serta dapat diamati dari berbagai arah, seperti *model* tiga dimensi atau peta timbul.
3. Media pandang diam, yang menampilkan gambar statis melalui proyeksi, seperti foto atau gambar hewan yang diproyeksikan.

4. Media pandang gerak, yang menampilkan gambar bergerak melalui proyeksi, seperti televisi, *video tape recorder*, atau perangkat komputer.

Dari berbagai perspektif tersebut, buku *pop-up* dapat dikategorikan sebagai media cetak interaktif yang berfungsi tidak hanya sebagai sarana penyampaian informasi, tetapi juga sebagai alat yang mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik dan interaktif. Dengan elemen visual dan mekanis yang kompleks, buku *pop-up* membuat pembaca lebih mudah menerima dan memahami informasi, serta memberi fleksibilitas kepada penyaji dalam memilih media yang tepat sesuai kebutuhan dan tujuan komunikasinya.

## 2.2 Ilustrasi

Ilustrasi berasal dari bahasa Latin "*Illustrare*" yang memiliki arti menerangkan. Pengertian ilustrasi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah gambar yang digunakan untuk memperjelas isi dari sebuah buku, sebuah keterangan sebagai penjelas tambahan yang dapat berupa contoh, perbandingan, dan sebagainya. Menurut Male (2017, h.9) ilustrasi merupakan sebuah media untuk mentransfer konteks kepada pembaca dengan sarana visual. Ilustrasi merupakan gambar yang sengaja diciptakan untuk mencapai suatu tujuan tertentu selain menjadi sebuah karya seni. Ilustrasi saling berkaitan dengan seni rupa yang menggambarkan sesuatu, berguna untuk lebih menjelaskan isi dari sebuah teks agar pembaca dapat merasakan secara langsung melalui elemen visual yang digambarkan, serta memperkaya pengalaman visual pembaca (Kim dan Park, 2020, h.115). Fachrizal, dkk (2023) menjelaskan bahwa esensi dari ilustrasi ada pada pemikiran ide yang merepresentasikan apa yang ingin dikomunikasikan melalui gambar (h.365).

Ilustrasi dapat digunakan untuk berbagai konteks dan tujuan, namun pada umumnya ilustrasi dikategorikan menjadi lima peran utama, yaitu informasi, komentar, narasi fiksi, persuasi, dan identitas (Male, 2017, h.19). Penggunaan ilustrasi dapat ditemukan pada berbagai media, seperti media komersial, media

cetak, animasi, *website*, dan masih banyak lagi (h.119). Kegunggalan dalam penggunaan ilustrasi pada media-media adalah dalam kemampuannya yang menyebarkan informasi dan menampilkan visual yang tidak dapat direpresentasikan dengan fotografi. *Illustrator* dapat membuat apa saja yang ingin divisualisasikan secara bebas kepada audiens melalui ilustrasi yang dibuat, di mana *illustrator* dapat menambahkan hingga mengurangi berbagai objek tertentu pada sebuah gambar ilustrasi. Menurut Yamada dan Ito (2019, h.65), ilustrasi dibuat untuk memenuhi suatu ekspektasi yang tidak jauh dari imajinasi atau angan-angan dari bentuk aslinya, oleh karena itu ilustrasi dapat bersifat virtual atau tidak nyata. Dapat disimpulkan bahwa ilustrasi merupakan sebuah representasi visual yang dibuat menggunakan unsur seni rupa, yang bertujuan untuk menggambarkan suatu keterangan, kejadian, dan ide yang bersifat imajinatif untuk mempermudah pembaca dalam memahami konteks yang disampaikan.

### 2.2.1 Peran Ilustrasi

Menurut Male (2017, h.5) ilustrasi memiliki peran dalam menyampaikan maksud tertentu untuk merepresentasikan sebuah peristiwa. Berikut ini adalah peran-peran ilustrasi yang dijelaskan oleh Male (2017):

1. Dokumentasi, referensi, dan instruksi

Ilustrasi memiliki peran untuk menyampaikan informasi ilmiah, sejarah, budaya, teknologi, dan medis. Peran ilustrasi juga digunakan dalam konteks edukasi oleh ilmuwan dan pengajar untuk membantu menjelaskan konsep yang kompleks.

2. Komentar

Ilustrasi digunakan dalam artikel yang membahas politik, berita terbaru, ulasan produk, dan gaya hidup. Fungsinya adalah memberikan pandangan visual terhadap teks tertulis, yang sering dijumpai di koran atau majalah oleh jurnalis dan komentator. Dengan penggunaan ilustrasi, informasi kompleks dapat

disampaikan dengan lebih mudah, menjembatani kesenjangan antara konten visual dan teks.

### 3. Bercerita

Ilustrasi digunakan untuk merepresentasikan narasi dalam bentuk visual, baik dalam novel, komik, atau karya fiksi lainnya. Pengarang fiksi menggunakan ilustrasi ini untuk memperkuat alur cerita dan membantu pembaca lebih memahami narasi yang disampaikan.

### 4. Persuasi

Ilustrasi memiliki peran dalam bidang periklanan untuk mempromosikan produk atau jasa. Melalui visual yang menarik, ilustrasi membantu mempengaruhi konsumen dan menarik perhatian terhadap produk yang diiklankan.

### 5. Identitas

Ilustrasi membantu menciptakan identitas visual yang kuat bagi perusahaan atau merek. Contohnya adalah ilustrasi dalam kemasan produk, logo, sampul buku, dan album musik yang membantu memberikan ciri khas bagi suatu produk atau organisasi.

## 2.2.2 Fungsi Ilustrasi

Ilustrasi sebagai salah satu bentuk dalam komunikasi visual memiliki peran penting dalam membantu menyampaikan sebuah informasi, di mana tidak hanya berperan sebagai gambar penghias, ilustrasi memiliki fungsi untuk memperjelas dalam penyampaian informasi kepada pembaca. Menurut Arifin & Kusrianto (2009, h.70-71), terdapat fungsi-fungsi dari ilustrasi, diantaranya adalah:

### 1. Fungsi Deskriptif

Fungsi deskriptif pada ilustrasi berfungsi untuk menggantikan uraian verbal yang panjang dan naratif, dengan menampilkan informasi visual yang lebih cepat dan mudah dipahami. Ilustrasi dapat melukiskan sesuatu secara efektif, mempersingkat komunikasi yang biasanya dijelaskan dalam kata-kata.

## 2. Fungsi Ekspresif

Fungsi ekspresif pada ilustrasi digunakan untuk mengekspresikan gagasan, perasaan, arti, atau konsep abstrak menjadi bentuk visual yang nyata, sehingga lebih mudah dipahami oleh pembaca. Fungsi ekspresif ini memungkinkan konsep yang kompleks menjadi lebih konkret dan komunikatif dalam sebuah ilustrasi.

## 3. Fungsi Analitis atau Struktural

Fungsi analitis pada ilustrasi berfungsi untuk menunjukkan rincian bagian demi bagian dari suatu objek, sistem, atau proses secara detail. Dengan fungsi analitis ini, setiap elemen dalam sebuah sistem bisa dipahami dengan lebih baik melalui visualisasi yang menyajikan analisis komponen secara jelas.

## 4. Fungsi Kualitatif

Fungsi kualitatif pada ilustrasi digunakan untuk menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, diagram, sketsa, gambar, foto, simbol, atau representasi visual lainnya. Fungsi ini berguna dalam menyajikan informasi yang bersifat kualitatif atau visualisasi data agar lebih terstruktur dan mudah dipahami.

### 2.2.3 Jenis Ilustrasi

Ilustrasi memiliki peran sebagai representasi gambar visual yang menyampaikan pesan dan informasi kepada target yang dituju. Representasi gambar menghasilkan visualisasi pada berbagai media, di mana pada media tersebut menggunakan jenis ilustrasi yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan desain. Soedarso (2014, h.566) menjelaskan bahwa terdapat beberapa jenis-jenis ilustrasi yang dibagi berdasarkan bentuk dan gambarannya, diantaranya adalah:

#### 1. Ilustrasi Naturalis

Gambar ilustrasi naturalis merupakan gambar yang memiliki bentuk dan warna yang sama dengan objek aslinya atau realis. Bentuk yang digambarkan pada ilustrasi naturalis sama persis dengan bentuk yang

ada pada dunia nyata, tanpa menambah atau mengurangi elemen aslinya.



Gambar 2.29 Contoh Ilustrasi Naturalis

Sumber: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSjObslM...>

## 2. Ilustrasi Dekoratif

Gambar ilustrasi dekoratif merupakan jenis ilustrasi yang digunakan untuk menghiasi sesuatu dengan bentuk objek yang lebih disederhanakan ataupun ditambahkan dari bentuk aslinya. Biasanya penggambaran ilustrasi dekoratif menggunakan gaya tertentu sebagai *style*.

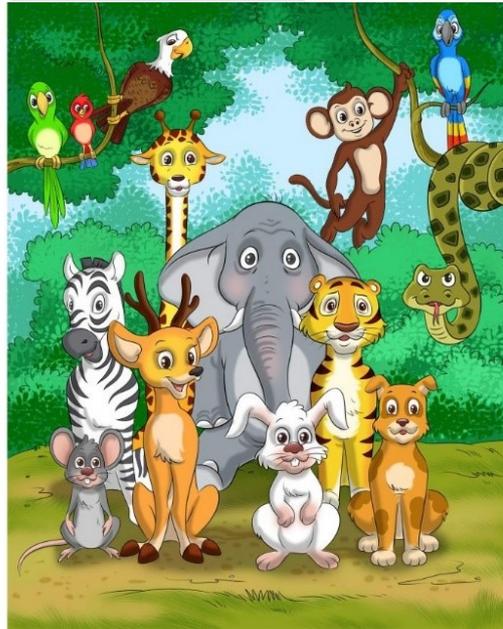


Gambar 2.30 Contoh Ilustrasi Dekoratif

Sumber: <https://png.pngtree.com/png-clipart/20220604/original/pngtree-ve...>

### 3. Ilustrasi Kartun

Gambar ilustrasi kartun merupakan gambar yang memiliki bentuk dengan karakteristik lucu atau memiliki ciri khas tertentu untuk menggambarkan peran-peran yang sesuai dengan alur cerita. Ilustrasi kartun biasanya digunakan pada majalah anak-anak, komik, serta cerita bergambar.



Gambar 2.31 Contoh Ilustrasi Kartun

Sumber: <https://img.ws.mms.shopee.co.id/3ca1596f7b87486ec5675dd919237...>

### 4. Ilustrasi Karikatur

Gambar ilustrasi karikatur adalah gambar yang berupa kritikan atau sindiran, di mana dalam penggambarannya telah mengalami perubahan bentuk pada bentuk proporsi tubuh yang biasanya lebih kecil dari kepalanya. Jenis ilustrasi karikatur ini biasanya digunakan pada majalah atau koran.



Gambar 2.32 Contoh Ilustrasi Karikatur  
Sumber: <https://kontenesia.com/wp-content/uploads/2018/12/o-5.jpg>

## 5. Carita Bergambar

Ilustrasi cerita bergambar sejenis dengan komik yang memiliki teks pada setiap ilustrasinya untuk menyampaikan isi pesan atau cerita yang berhubungan dengan gambar. Ilustrasi cerita bergambar menggunakan teknik penggambaran yang menarik berdasarkan cerita dengan berbagai sudut pandang.



Gambar 2.33 Contoh Cerita Bergambar  
Sumber: <https://daring.nurhidayahpress.id/wp-content/uploads/2023/07/B...>

#### 6. Ilustrasi Buku Pelajaran

Ilustrasi buku pelajaran digunakan untuk menjelaskan teks atau penjelasan mengenai suatu peristiwa, baik yang bersifat ilmiah atau deskriptif. Ilustrasi yang digunakan pada buku pelajaran biasanya berupa foto, gambar realistis, atau dalam bentuk diagram untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi teks yang disampaikan.

#### 7. Ilustrasi Khayalan

Ilustrasi khayalan merupakan gambar yang dihasilkan dari kreativitas dan bersifat imajinatif. Penggunaan ilustrasi khayalan biasanya ditemukan dalam ilustrasi cerita, novel, romansa, dan komik.

### 2.2.4 Ilustrasi Buku

Ilustrasi merupakan gambar atau bentuk visual lainnya yang menyertai suatu teks, dengan tujuan utama untuk memperjelas isi naskah atau tulisan. Oleh karena itu, gambar ilustrasi adalah gambar yang menceritakan dan memiliki tema sesuai dengan isi cerita tersebut. Menurut Brown dan Davis (2020, h.147), ilustrasi visual didefinisikan sebagai gambar atau alat bantu yang membuat sesuatu (seperti buku atau ceramah) lebih mudah dipahami. Selain itu, Muharrar (2003, h.44) juga menyatakan bahwa gambar ilustrasi berfungsi sebagai daya tarik, hiasan, memperdalam makna, serta memperjelas isi.

Muharrar (2003, h.11-13) membagi jenis-jenis gambar ilustrasi buku menjadi empat kategori, sebagai berikut:

#### 1. Ilustrasi Buku Ilmiah (Non-Fiksi)

Ilustrasi ini digunakan untuk menjelaskan teks dalam buku tentang ilmu pengetahuan seperti biologi, geologi, arkeologi, teknik, dan lainnya. Tujuannya adalah untuk memberikan informasi berdasarkan

pendekatan ilmiah yang dirancang dengan cermat, seperti gambar terumbu karang, mesin, atau cara kerja suatu sistem.

## 2. Ilustrasi Buku Kesusastaan

Ilustrasi ini terkait dengan subjek yang bersifat imajinatif, seperti puisi, cerpen, atau novel. Gambar ilustrasi diharapkan dapat membangun suasana dan memberikan gambaran yang mendalam tentang cerita sehingga terasa lebih dramatis.

## 3. Ilustrasi Buku Anak-Anak

Ilustrasi dalam buku anak-anak dibuat khusus untuk anak-anak. Gambar ilustrasi ini bersifat edukatif, dapat mengembangkan rasa ingin tahu dan kepekaan artistik anak. Biasanya mengaplikasikan gaya personifikasi, fantasi, dan transformasi dengan pendekatan yang kreatif dan segar.

## 4. Ilustrasi Buku Komik

Jenis ilustrasi ini khas dan terbagi menjadi dua tipe yang berbeda, yaitu cergam dan komik. Cergam adalah cerita bergambar di mana teks memiliki peran yang lebih dominan, sementara gambar hanya sebagai pelengkap. Komik, di sisi lain, adalah gambar ilustrasi yang berperan utama, sehingga pembaca dapat memahami atau menikmati ceritanya meskipun tanpa teks. Gaya gambar dalam komik bervariasi, termasuk realistis, surealis, dan lainnya.

Jenis ilustrasi yang diperlukan dalam bahan ajar bergantung pada materi yang sedang dipelajari. Untuk materi proses, ilustrasi yang sesuai adalah bagan atau skema. Jika pembelajaran berkaitan dengan statistik, ilustrasi tabel adalah pilihan yang tepat. Sebagai pendidik dan perancang bahan ajar, keterampilan dalam memilih ilustrasi yang tepat untuk bahan ajar sangatlah penting.

### 2.2.5 Ilustrasi sebagai Informasi

Ilustrasi berperan penting dalam mendokumentasikan dan menyampaikan informasi, memberikan referensi, serta mendidik berbagai

audiens. Bahasa visual seperti ilustrasi teknis dan realistis sering digunakan untuk menyampaikan informasi secara akurat, namun dapat disesuaikan dengan kebutuhan audiens yang lebih bervariasi. Seperti yang dijelaskan oleh Ozdamli & Ozdal (2018, h.1198), ilustrasi dalam infografis yang ditujukan untuk anak-anak menggambarkan informasi tentang pentingnya porsi makanan secara menarik dan mudah dipahami. Hal ini menunjukkan bahwa ilustrasi bukan hanya soal akurasi tetapi juga menyesuaikan gaya dan daya tarik visual sesuai dengan audiens yang dituju.

Penelitian terkait menekankan bahwa ilustrasi juga memainkan peran penting dalam pendidikan. Mignone dan Blaiklock (2019, h.2) menunjukkan pendekatan pedagogis yang efektif dalam pendidikan ilustrasi, yang menggabungkan teknik visual untuk meningkatkan komunikasi dan pemahaman (Mignone & Blaiklock, 2019). Ilustrasi tidak hanya memperindah materi, tetapi juga menjadi jembatan dalam menyampaikan pesan yang lebih kompleks kepada audiens yang beragam. Haramija dan Batič (2018, h.198) menyoroti peran ilustrasi dalam interpretasi teks multimodal, di mana ilustrasi dapat mempengaruhi cara pembaca memahami dan menafsirkan teks, terutama pada konteks pendidikan (h.199).

### **2.2.6 Ilustrasi sebagai Identitas**

Ilustrasi berperan dalam memperkuat identitas objek, baik yang berkaitan dengan sejarah maupun objek lainnya, seperti produk komersial, karya seni, atau lingkungan hidup. Dalam konteks objek bersejarah, ilustrasi sering berfungsi untuk memperkuat nilai-nilai budaya dan religius. Misalnya, pada objek-objek bersejarah, ilustrasi digunakan untuk merekam dan menyampaikan cerita-cerita serta ajaran moral yang mengandung identitas masa lalu. Selain itu, dalam objek lain seperti produk komersial atau produk berkelanjutan, ilustrasi membantu membentuk kesan visual dan identitas produk tersebut.

Dalam kajian Izza dan Munandar (2017, h.187), ilustrasi pada objek-objek bersejarah tidak hanya berfungsi sebagai dekorasi, tetapi juga sebagai

medium yang menyampaikan pesan budaya dan religius yang erat dengan identitas objek tersebut. Ilustrasi pada relief dan ukiran membawa narasi yang memperkuat hubungan antara objek dengan masyarakat pada masanya.

Singh dan Patel (2021, h.305) menjelaskan bahwa ilustrasi pada objek dapat mempengaruhi persepsi audiens terhadap identitas objek tersebut, baik dalam konteks sejarah maupun komersial dalam meningkatkan persepsi merek. Sebagai contoh, ilustrasi dalam produk komersial dapat memperkuat citra produk di mata konsumen. Sementara itu, Gonzalez dan Rivera (2022, h.185) menyoroti peran ilustrasi dalam objek modern, seperti karya seni kontemporer, di mana ilustrasi tersebut menambahkan makna estetis dan memperkuat identitas visualnya.

Ilustrasi juga berperan dalam memperkuat identitas objek yang terkait dengan lingkungan hidup atau alam, seperti pada produk-produk berbasis ekologi. Widayat dan Studyanto (2017, h.36) menunjukkan bagaimana ilustrasi pada produk berkelanjutan membantu menciptakan kesadaran lingkungan dan mendukung identitas produk sebagai sesuatu yang ramah lingkungan. Ilustrasi ini tidak hanya menambahkan elemen visual, tetapi juga memperkuat pesan yang ingin disampaikan oleh produk tersebut.

### **2.2.7 Ilustrasi sebagai Persuasi**

Ilustrasi persuasif memiliki peran penting dalam menyampaikan pesan untuk meningkatkan kesadaran publik tentang fenomena sosial. Ilustrasi ini tidak hanya bertujuan untuk menarik perhatian tetapi juga untuk memengaruhi audiens agar lebih sadar terhadap isu-isu tertentu. Gambar yang dibuat dengan tujuan ini sering menggunakan strategi visual yang kuat dan efektif untuk menggerakkan emosi dan pikiran audiens, sehingga mereka memahami dan bertindak terhadap pesan yang disampaikan.

Menurut penelitian oleh Clarke, dkk (2012, h.4255), ilustrasi visual yang digunakan dalam kampanye komunikasi publik untuk masalah sosial, seperti determinan kesehatan, sangat efektif dalam meningkatkan kesadaran

masyarakat. Harris dan Wong (2021, h.370) menunjukkan bahwa ilustrasi animasi dalam kampanye sosial meningkatkan efektivitas pesan. Visualisasi naratif dalam kampanye tersebut berfungsi sebagai sarana persuasif yang membawa audiens lebih dekat dengan permasalahan yang diangkat. Clarke menekankan bahwa fenomena sosial dapat dijadikan karakter dalam narasi visual untuk lebih menarik perhatian publik terhadap dampak dan solusinya (Clarke, dkk, 2012, h.4256).

Selain itu, penelitian oleh Green dan Brock (2003, h.702) menjelaskan bahwa *model* transportasi-imagery, yaitu *model* yang menggunakan kekuatan visual untuk membawa audiens ke dalam cerita, sangat berpengaruh dalam meningkatkan kesadaran akan isu-isu kesehatan dan sosial. Lewis dan Morgan (2020, h.460) menemukan bahwa visualisasi dalam cerita digital meningkatkan keterlibatan audiens. Efektivitas *model* ini menunjukkan bahwa visualisasi yang terlibat secara emosional dapat memperkuat pesan yang disampaikan (Green & Brock, 2003, h.702).

Dalam konteks persuasi sosial, Loseke (2017, h.89) juga menekankan pentingnya penggunaan ilustrasi dalam menyampaikan masalah sosial. Menurutnya, tanpa representasi visual yang jelas, masyarakat mungkin tidak menyadari secara penuh masalah yang ada atau cara mereka dapat berkontribusi untuk mengatasinya. Ilustrasi membantu mengarahkan perhatian publik pada fenomena tertentu dengan cara yang lebih mudah dicerna (Loseke, 2017, h.89).

### **2.3 Augmented Reality**

*Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam lingkungan nyata secara *real-time*, sehingga menciptakan pengalaman interaktif di mana pengguna dapat berinteraksi langsung dengan objek maya yang seolah-olah menyatu dengan dunia nyata (Elvrilla, 2011, h.45). Menurut Ronald Azuma (1997), AR memiliki tiga prinsip utama, yaitu penggabungan dunia nyata dan virtual, interaksi dalam waktu nyata, serta integrasi benda virtual dalam lingkungan tiga dimensi. Teknologi AR

ini tidak menggantikan dunia nyata, melainkan melengkapinya, yang disebut sebagai "suplemen kenyataan" (Milgram, dkk, 1994, h.283). Johnson dan White (2021, h.105) menjelaskan penggunaan AR dalam aplikasi komersial untuk pengalaman pengguna yang lebih interaktif.

*Augmented Reality* memiliki peran yang semakin berkembang pesat di berbagai bidang, termasuk kedokteran, hiburan, militer, dan desain, yang memanfaatkan kemampuan teknologi ini untuk simulasi, visualisasi, pelatihan, dan promosi. AR telah diterapkan di dunia kedokteran untuk simulasi operasi dan pencitraan medis, serta di dunia hiburan untuk efek visual dalam ramalan cuaca (Waluyo, 2023, h.56). Dalam dunia pendidikan, AR memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif, membuat pengguna seolah tidak merasakan perbedaan antara dunia nyata dan objek virtual. Selain itu, AR juga memungkinkan pengguna untuk melihat dunia nyata dengan tambahan informasi digital yang menyatu dengan lingkungan sekitarnya, memberikan pengalaman visualisasi yang alami dan menyenangkan (*Emerging Technologies of Augmented Reality: Interface and Design*). Pengguna dapat berinteraksi dengan konten digital melalui perangkat digital seperti komputer atau telepon pintar (*smartphone*), di mana kamera pada perangkat tersebut mengenali gambar dan menampilkan informasi tambahan dalam dunia nyata.

Perkembangan AR yang pesat, terutama pada perangkat digital, menjadikannya sebagai salah satu cabang teknologi yang semakin diminati di berbagai sektor, mulai dari desain produk hingga robotika, periklanan, dan identitas merek. AR bertujuan menggabungkan konten digital dengan dunia nyata secara interaktif dan mendalam, membuat pengalaman visual terasa lebih nyata dan menyenangkan bagi pengguna. Pada tahun 1994, Milgram, dkk merumuskan konsep penggabungan dunia nyata dan maya ke dalam "continuum virtualitas." Dalam *Augmented Reality*, lingkungan bersifat nyata dengan benda maya yang ditambahkan, sedangkan dalam "*Augmented Virtuality*," lingkungan bersifat maya dengan tambahan benda nyata (Milgram, dkk, 1994). AR memperbolehkan integrasi ini secara real-time, sehingga menghasilkan interaksi yang kaya antara pengguna dan dunia sekitarnya (*Emerging Technologies of Augmented Reality*).

### 2.3.1 *Augmented Reality* dalam Teknologi Imersif

Teknologi imersif adalah kategori teknologi yang memberikan pengalaman mendalam kepada pengguna dengan menciptakan lingkungan yang menyatu antara dunia nyata dan dunia digital. Teknologi ini mencakup berbagai bentuk seperti *Virtual Reality* (VR), *Mixed Reality* (MR), *Simulated Reality* (SR), dan tentunya *Augmented Reality* (AR), yang masing-masing menawarkan tingkat keterlibatan dan imersi yang berbeda (Handa, dkk, 2012, h.14). Berikut ini adalah penjelasan dari bentuk teknologi imersif:

1. *Virtual Reality* (VR) menciptakan lingkungan digital sepenuhnya yang mengisolasi pengguna dari dunia nyata, memungkinkan mereka untuk sepenuhnya tenggelam dalam dunia virtual. VR digunakan secara luas dalam bidang pelatihan simulasi, game, dan hiburan, karena memberikan pengalaman yang sangat realistis (Liu, dkk, 2021, h.92).
2. *Mixed Reality* (MR), di sisi lain, menggabungkan elemen dari AR dan VR, memungkinkan interaksi antara objek digital dan dunia nyata dalam waktu nyata. MR menciptakan jembatan antara dunia digital dan fisik, yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan elemen virtual seperti mereka adalah bagian dari lingkungan fisik mereka (Spittle, dkk, 2022, h.150).
3. *Simulated Reality* (SR), meskipun masih dalam tahap awal pengembangan, bertujuan untuk menciptakan simulasi yang sangat realistis dari dunia nyata. Ini bisa dibidang teknologi imersif paling ambisius karena mencoba menyamarkan batas antara dunia nyata dan simulasi, memberikan pengalaman yang hampir tak terbedakan dari kenyataan.
4. *Augmented Reality* (AR) memiliki keunggulan unik dibandingkan jenis teknologi imersif lainnya karena kemampuannya untuk memperkaya dunia nyata dengan informasi digital tanpa mengisolasi pengguna dari lingkungan sekitar mereka. Salah satu alasan utama

AR dianggap lebih unggul adalah karena fleksibilitasnya dalam berbagai aplikasi dunia nyata, seperti pendidikan, kesehatan, manufaktur, dan hiburan. AR dapat digunakan di perangkat yang sudah umum dimiliki, seperti *smartphone* dan *tablet*, membuatnya lebih mudah diakses dibandingkan VR yang memerlukan *headset* khusus (Rafferty, dkk, 2022, h.80). Selain itu, AR memberikan interaksi yang lebih alami karena elemen digital ditumpangkan pada lingkungan dunia nyata, memungkinkan pengguna untuk tetap terhubung dengan dunia sekitar sambil menikmati pengalaman digital. Dalam sektor kesehatan, misalnya, dokter dapat menggunakan AR untuk memvisualisasikan anatomi pasien selama operasi tanpa kehilangan kontak dengan pasien nyata, meningkatkan presisi dan efisiensi (Lampropoulos, dkk, 2024, h.105). Keunggulan lain dari AR adalah kemampuannya untuk diintegrasikan dengan teknologi lain seperti *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Intelligence* (AI), yang memperluas potensinya dalam memberikan solusi pintar di berbagai industri. Dengan perkembangan teknologi perangkat keras yang lebih ringan dan perangkat lunak yang lebih canggih, AR terus berkembang sebagai teknologi yang tidak hanya menarik tetapi juga praktis dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari (Pratisto, dkk, 2022, h.115).

Dalam konteks *Augmented Reality*, teknologi ini memungkinkan integrasi elemen digital seperti gambar, suara, dan informasi lainnya ke dunia nyata yang dapat dilihat melalui perangkat seperti *smartphone*, *tablet*, atau kacamata AR. Aplikasi AR memiliki potensi besar dalam berbagai bidang, mulai dari pendidikan, medis, hingga pariwisata, dengan cara memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan efektif (Rafferty dkk, 2022, h.78). Salah satu keunggulan utama AR adalah kemampuannya untuk menyediakan interaksi *real-time* antara dunia digital dan dunia nyata, yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi tambahan dan panduan secara langsung. Misalnya, dalam sektor medis, AR digunakan untuk simulasi bedah

dan pelatihan, memberikan dokter dan mahasiswa kedokteran gambaran yang lebih jelas tentang anatomi manusia (Lampropoulos, dkk, 2024, h.103).

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pendidikan dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang materi pelajaran dengan menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif. Dengan kata lain, AR tidak hanya menambah nilai estetika tetapi juga berfungsi sebagai alat pembelajaran yang meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa (Pratisto, dkk, 2022, h.112).

Seiring dengan kemajuan teknologi, AR terus berkembang dengan cepat, menawarkan lebih banyak fitur dan aplikasi yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak yang lebih canggih, AR diharapkan akan menjadi bagian integral dari berbagai industri dan mempengaruhi cara kita berinteraksi dengan dunia digital di masa depan.

### **2.3.2 Sejarah *Augmented Reality***

Sejarah *Augmented Reality* (AR) dimulai pada tahun 1957 hingga 1962, ketika seorang penemu bernama Morton Heilig, seorang sinematografer, memikirkan cara untuk menarik penonton bioskop ke dalam aktivitas pertunjukan di layar, dengan melibatkan semua indera. Hal ini mendorong Heilig untuk menciptakan dan mematenkan sebuah simulator yang disebut *Sensorama*, yang memberikan pengalaman visual, getaran, dan bau. Pada tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan *head-mounted display*, yang ia klaim sebagai jendela ke dunia virtual.

Pada tahun 1975, ilmuwan Myron Krueger menciptakan *Videoplace*, yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek virtual untuk pertama kalinya. Pada tahun 1989, Jaron Lanier memperkenalkan konsep *virtual reality* dan menciptakan bisnis komersial pertama kali di dunia maya. Tahun 1992 menjadi momen penting bagi perkembangan AR ketika teknologi ini digunakan untuk melakukan perbaikan pada pesawat Boeing. Pada tahun yang sama, L.B. Rosenberg mengembangkan salah satu fungsi sistem AR yang

disebut *virtual fixtures*, yang digunakan di Angkatan Udara AS Armstrong Labs, serta menunjukkan manfaatnya bagi manusia. Di tahun yang sama pula, Steven Feiner, Blair MacIntyre, dan Dorée Seligman memperkenalkan *Major Paper* untuk perkembangan *prototype* AR (Nourzamany, 2013, h.67). Pada tahun 1999, Hirokazu Kato mengembangkan ARToolkit di HITLab dan mendemonstrasikannya di SIGGRAPH. Tahun 2000, Bruce H. Thomas mengembangkan ARQuake, sebuah game mobile AR yang ditunjukkan di *International Symposium on Wearable Computers* (Nourzamany, 2013, h.70).

Kemudian, pada tahun 2008, Wikitude AR Travel Guide memperkenalkan Android G1 Telephone yang berteknologi AR. Pada tahun 2009, Saqoosha memperkenalkan FLARToolkit, yang merupakan perkembangan dari ARToolkit dan memungkinkan teknologi AR diimplementasikan di sebuah *website*, karena output yang dihasilkan berbentuk Flash. Di tahun yang sama, Wikitude Drive meluncurkan sistem navigasi berteknologi AR di platform Android.

Pada tahun 2010, Acrossair menggunakan teknologi AR pada iPhone 3GS. Saat ini, kemajuan teknologi sistem *Augmented Reality* terus meningkat, dengan banyak aplikasi baru yang dihasilkan. Teknologi AR telah diterapkan di berbagai bidang, termasuk kedokteran, hiburan, latihan militer, desain teknik, dan media promosi (Putu, 2019, h.34).

### **2.3.3 Prinsip Kerja *Augmented Reality***

Sistem *Augmented Reality* (AR) bekerja berdasarkan deteksi citra, dengan *marker* sebagai komponen utama yang digunakan dalam proses ini. Kamera yang telah dikalibrasi mendeteksi *marker*, mengenali, dan menandai pola tersebut. Jika *marker* sesuai dengan database yang ada, informasi yang terkandung akan digunakan untuk *me-render* dan menampilkan objek tiga dimensi di layar. Jika tidak, maka informasi tersebut tidak akan diolah lebih lanjut (Prakoso, dkk, 2020, h.56; Ramadani, 2021, h.78).

Prinsip kerja AR dimulai dengan beberapa cara, berikut ini adalah prinsip-prinsip kerja dalam elemen AR (Restika 2021, h.35):

1. Kamera mengambil data dari *marker* yang ada di dunia fisik dan mengirimkannya ke komputer untuk diproses.
2. Perangkat lunak di komputer kemudian melacak bentuk kotak pada *marker* dan menghitung jumlah frame video yang relevan.
3. Setelah kotak teridentifikasi, perangkat lunak menggunakan rumus matematis untuk menentukan posisi kamera relatif terhadap *marker* dengan kotak hitam.
4. Setelah perhitungan selesai, grafik akan dihasilkan pada posisi yang tepat sesuai dengan *marker* dan kotak hitam, lalu grafik tersebut ditampilkan di layar sehingga bisa dilihat di dunia nyata. (Restika, 2021; Rahmat & Kurniawan, 2019).

Prinsip kerja ini melibatkan dua komponen utama, yaitu pelacakan (*tracking*) dan rekonstruksi (*reconstruction*). Awalnya, *marker* dideteksi oleh kamera menggunakan berbagai algoritma seperti *edge detection* atau metode *image processing* lainnya. Data yang diperoleh dari pelacakan ini digunakan dalam rekonstruksi sistem koordinat di dunia nyata, mirip dengan proses *barcode scanning* dalam sistem *inventory* (Ramadani, 2021; Mahendra dkk, 2021, h.42).

#### **2.3.4 Manfaat *Augmented Reality***

*Augmented Reality* (AR) telah berkembang pesat dan memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, mulai dari medis hingga robotika. Dalam bidang medis, AR memungkinkan dokter untuk mendapatkan visualisasi real-time dari tubuh pasien melalui penggabungan *dataset* 3D yang dihasilkan dari MRI, CT *scan*, atau USG, dengan pemandangan dunia nyata. Ini memberikan dokter kemampuan untuk "melihat" ke dalam tubuh pasien tanpa perlu melakukan sayatan besar, yang sangat berguna dalam operasi minimal-invasif (Durlach, dkk, 1995, h.8). Selain itu, AR juga digunakan dalam perakitan dan pemeliharaan mesin-mesin kompleks, di mana petunjuk

pemeliharaan dapat ditampilkan sebagai gambar 3D yang ditumpangkan pada peralatan fisik, menunjukkan langkah-langkah perakitan secara jelas (Feiner, dkk, 1993, h.10). Bidang arsitektur dan desain juga memanfaatkan teknologi AR, di mana arsitek dapat menggunakan AR untuk memvisualisasikan bangunan baru yang sedang dirancang dalam lingkungan nyata, serta memeriksa bagian dalam bangunan untuk melihat elemen struktural yang tidak terlihat oleh mata (Feiner, dkk, 1995, h.11).

Dalam beberapa tahun terakhir, AR juga telah diintegrasikan ke dalam sistem navigasi telepon genggam, memungkinkan pengguna untuk mendapatkan petunjuk arah secara visual langsung melalui kamera ponsel mereka (Tan dan Chen, 2021, h.140). Di dunia hiburan, AR digunakan dalam produksi siaran televisi seperti laporan cuaca, di mana presenter terlihat berdiri di depan peta cuaca yang dihasilkan secara virtual dengan menggunakan teknik *chroma-keying* (Feiner, dkk, 1995, h.11). Di bidang robotika, AR memungkinkan pengendalian robot secara jarak jauh dengan memberikan citra visual langsung dari lingkungan di sekitar robot, yang sangat membantu dalam pengoperasian di lingkungan berbahaya seperti bawah laut atau ruang angkasa (Durlach, dkk, 1995, h.12).

### **2.3.5 Marker**

*Marker* adalah elemen penting dalam teknologi *Augmented Reality* (AR), yang digunakan sebagai penghubung antara dunia nyata dan dunia maya, serta sebagai alat untuk berinteraksi dengan sistem. *Marker* berbentuk objek nyata yang dikenali oleh perangkat kamera, memungkinkan munculnya elemen-elemen virtual dalam ruang nyata (Patel dan Rao, 2020, h.180). Penggunaan *marker* ini, memungkinkan proses pelacakan yang lebih akurat untuk menciptakan dunia virtual 2D atau 3D (Will & Dornbach, 2015, h.67). Selain itu, *marker* matriks yang lebih kompleks juga digunakan untuk meningkatkan ketepatan dalam pelacakan posisi dan orientasi objek virtual dalam ruang 3D (Miller & Wang, 2020, h.87). *Marker* tidak hanya bertindak sebagai penghubung antara dunia nyata dan virtual tetapi juga sebagai alat

interaktif dalam sistem AR yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek virtual melalui lingkungan fisik (Reinoso & Méndez, 2018, h.49).



Gambar 2.34 Contoh Penggunaan *Marker*

Sumber: [https://miro.medium.com/max/3000/0\\*p79RAZXzBHIJdsR5.jpg](https://miro.medium.com/max/3000/0*p79RAZXzBHIJdsR5.jpg)

Terdapat berbagai jenis *marker* yang digunakan dalam aplikasi AR, salah satunya adalah *Quick Response (QR) Code*. *Qr code* adalah kode dua dimensi yang terdiri dari banyak kotak yang diatur dalam pola persegi, biasanya berwarna hitam dan putih. Kode ini pertama kali diciptakan di Jepang pada awal 1990-an untuk melacak berbagai bagian dalam manufaktur kendaraan, namun kini digunakan secara luas sebagai metode cepat untuk mengakses situs web, melakukan panggilan telepon, atau mengirim pesan SMS. Selain *Qr code*, AR juga memanfaatkan *marker* yang berbentuk pola hitam-putih sederhana, seperti persegi dengan batas hitam tebal dan latar belakang putih. Metode *Marker-Based Tracking* ini memungkinkan kamera komputer atau smartphone untuk mendeteksi posisi *marker* dan kemudian memproses serta menciptakan dunia virtual dalam bentuk 2D atau 3D. Teknologi ini telah dikembangkan sejak 1980-an dan mulai diterapkan secara luas dalam konteks AR pada awal 1990-an.

Menurut Mark Fiala (2005, h.21) dalam teknologi Artag, *marker* adalah pola yang dirancang dalam bentuk gambar dan dicetak dengan mesin

printer yang akan dikenali oleh perangkat kamera. Salah satu jenis *marker* yang paling sederhana dan efektif adalah *marker* matriks, yang menggunakan pola barcode 2D sederhana untuk mengenali objek serta menentukan hubungan posisi antara kamera dan *marker* tersebut. Dengan demikian, *marker* dalam AR bukan hanya menjadi penghubung antara dunia nyata dan dunia maya, tetapi juga berfungsi sebagai titik acuan yang memungkinkan perangkat AR untuk melacak, mendeteksi, dan menampilkan elemen-elemen virtual dengan presisi tinggi di lingkungan fisik.

### **2.3.6 Komponen *Augmented Reality***

Menurut Craig (2013, h.92), terdapat tiga komponen penting dalam *Augmented Reality* (AR), yaitu:

#### **2.3.5.1 *Input* atau Sensor**

*Input* adalah data sensor yang diperoleh dari lingkungan fisik dan digunakan untuk menciptakan tampilan elemen virtual. *Input* ini dapat berupa data visual dari kamera, data audio dari mikrofon, posisi dari GPS, atau data sensor lainnya yang relevan dengan lingkungan fisik. Dengan kata lain, *input* adalah objek fisik yang menjadi referensi bagi sistem AR untuk menentukan posisi dan orientasi objek virtual. Menurut Alan Craig (2013), sensor berperan penting dalam merespons informasi dari dunia nyata secara *real-time* dalam sistem *Augmented Reality* (AR). Sensor ini dibagi menjadi tiga kategori utama:

##### *1. Tracking Sensors*

AR sangat bergantung pada informasi spasial, maka dibutuhkan sensor yang dapat menentukan posisi pengguna dan perangkat AR di dunia nyata. Sensor pelacakan ini memungkinkan sistem untuk memahami dan memetakan pergerakan dan lokasi pengguna secara akurat.

##### *2. Environmental Sensors*

Teknologi AR sering menggunakan sensor jenis ini untuk mendapatkan informasi dari lingkungan sekitar. Sensor ini

dapat mengumpulkan data dari berbagai sumber, seperti kamera yang diarahkan ke objek tertentu. Informasi yang diperoleh bisa mencakup suhu permukaan, pH, voltase, frekuensi radio, dan berbagai aspek lain yang memerlukan pengukuran khusus.

### 3. *User Input Sensors*

Sensor ini digunakan untuk menangkap *input* langsung dari pengguna, seperti tombol, layar sentuh, atau keyboard. Sensor *input* pengguna memungkinkan interaksi langsung dan memberikan pengalaman yang lebih personal. Selain itu, kamera yang dilengkapi dengan sistem pengenalan gerakan (*gesture recognition*) juga termasuk dalam kategori ini, memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan AR melalui gerakan tubuh atau tangan.

#### **2.3.5.2 Processor**

Prosesor berfungsi sebagai otak atau inti dalam sistem *Augmented Reality* (AR). Menurut Alan Craig (2013, h.45), prosesor bertanggung jawab untuk mengoordinasikan dan menganalisis *input* yang diterima dari sensor, menyimpan dan mengembalikan data, menjalankan program AR, serta memberikan sinyal yang tepat kepada bagian *display*. Prosesor ini mencakup perangkat keras seperti *chip* khusus dan unit pemrosesan grafis (GPU), serta perangkat lunak yang menangani algoritma pengenalan objek dan *rendering* 3D. Agar sistem AR berfungsi dengan baik, prosesor harus mampu memproses informasi secara *real-time* tanpa keterlambatan. Hal ini memungkinkan sistem AR untuk merespon tindakan pengguna secara langsung dan memastikan pengalaman yang mulus tanpa *lag*.

#### **2.3.5.3 Output atau Display**

*Display* merujuk pada tampilan yang memperkaya pengalaman pengguna dengan elemen virtual yang disajikan melalui perangkat seperti layar gawai, kacamata pintar, atau proyektor, yang

menggabungkan dunia fisik dan virtual. Menurut Alan Craig (2013), *display* adalah komponen yang berhubungan langsung dengan sinyal yang diterima oleh indra pengguna. *Display* tidak hanya berfungsi sebagai perangkat penyedia sinyal, tetapi juga sebagai sinyal yang ditampilkan. *Display* dikategorikan berdasarkan indra yang distimulasi, dengan visual dan audio sebagai yang paling umum, meskipun ada juga *display* untuk bau, rasa, dan sentuhan.

### 2.3.7 Elemen *Augmented Reality*

Untuk memperkaya konsep mengenai *Augmented Reality* (AR) yang dijelaskan oleh Alan Craig (2013), terdapat sejumlah literatur lain yang membahas aspek-aspek serupa terkait penerapan, teknologi, konten, interaksi, dan partisipasi dalam AR. Beberapa referensi tambahan dari jurnal dan buku terkait adalah sebagai berikut:

1. *Augmented Reality Application*

Selain Alan Craig, Tanaka dan Nakamura (2021, h.100) menunjukkan bahwa AR dalam navigasi memberikan petunjuk arah yang lebih akurat. Aplikasi ini memerlukan perangkat seperti kamera, sensor, dan algoritma komputer untuk mengintegrasikan objek virtual dengan lingkungan fisik pengguna, sehingga menciptakan pengalaman AR yang menyeluruh.

2. *Content* (Konten)

Konten dalam AR memainkan peran yang sangat penting karena menentukan bagaimana elemen virtual berinteraksi dengan dunia nyata. Menurut Billingham dan Kato (2002, h.22) dalam artikel "*Collaborative Mixed Reality*", konten AR sering kali mencakup objek 3D, suara, dan informasi tambahan yang melibatkan pengguna. Mereka juga menekankan pentingnya konten yang relevan dan kontekstual dalam meningkatkan pengalaman pengguna AR.

### 3. *Interaction* (Interaksi)

Setiap pengalaman AR harus dapat berinteraksi satu sama lain, artinya pengguna dapat berpartisipasi aktif dengan berinteraksi melalui berbagai cara, seperti menekan tombol, membuat gestur, memberikan perintah suara, atau melalui tindakan lainnya. Interaksi ini memungkinkan pengguna untuk berkomunikasi dengan elemen-elemen AR secara *real-time*.

### 4. *Technology* (Teknologi)

Milgram dan Kishino (1994, h.34) dalam artikel "*A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*" mengategorikan teknologi yang digunakan dalam AR menjadi berbagai tingkat, mulai dari *display*, sensor, hingga alat komputasi yang diperlukan untuk mengintegrasikan dunia nyata dengan elemen virtual. Teknologi yang dibutuhkan oleh AR terus berkembang seiring dengan peningkatan perangkat keras seperti kacamata AR, kamera dengan akurasi tinggi, dan sensor lingkungan.

### 5. *The Physical World* (Dunia Fisik)

Dunia nyata memainkan peran penting dalam AR. Pengalaman AR tidak akan lengkap tanpa interaksi dengan dunia fisik, karena AR dirancang untuk menyelaraskan elemen virtual dengan lingkungan nyata yang ada di sekitar pengguna.

### 6. *Participant(s)* (Partisipan)

Partisipasi pengguna dalam AR sangat penting karena pengguna tidak hanya menerima informasi, tetapi juga memengaruhi bagaimana informasi tersebut ditampilkan dan diubah. AR memungkinkan partisipan menjadi bagian aktif dari narasi yang diberikan oleh sistem. Interaksi pengguna akan memberikan umpan balik yang digunakan oleh sistem untuk mengubah dunia virtual.

Dengan demikian, kombinasi dari elemen-elemen tersebut serta kontribusi dari berbagai literatur menegaskan bahwa *Augmented Reality* adalah teknologi kompleks yang menggabungkan konten, interaksi, teknologi, dan

partisipasi pengguna dalam dunia fisik dan virtual yang saling terkait. Elemen-elemen ini bersama-sama menciptakan pengalaman yang mendalam dan imersif bagi pengguna AR.

### 2.3.8 Konsep dalam *Augmented Reality*

Konsep yang berkaitan dengan *Augmented Reality* (AR) berdasarkan penjelasan dari Alan Craig (2013, h.47) beserta tambahan dari sumber terkait:

#### 1. *Computer Graphics*

Menurut Craig (2013), *computer graphics* adalah representasi visual yang dihasilkan oleh komputer. Dalam AR, visual ini biasanya berbasis pada elemen-elemen dari dunia nyata. Objek tiga dimensi (3D) sering digunakan, yang kemudian *dirender* dengan sudut pandang, pencahayaan, dan material yang tepat untuk menghasilkan gambar dua dimensi (2D). Hal ini menciptakan ilusi yang mendukung tampilan visual yang diintegrasikan ke dalam dunia nyata. Sebagai tambahan, Hughe, dkk. (2014) juga menekankan bahwa representasi grafis komputer yang realistis adalah kunci dalam memberikan pengalaman AR yang imersif, terutama ketika dikombinasikan dengan elemen interaktif.

#### 2. *Dimensionality*

Craig (2013) juga menjelaskan konsep *dimensionality* sebagai penggambaran antara dunia nyata (yang bersifat tiga dimensi) dan dunia virtual, yang dapat berwujud dalam berbagai dimensi, seperti satu, dua, tiga, atau bahkan lebih. Suara menjadi salah satu bentuk indra yang sering digunakan dalam AR karena suara bisa hadir dalam lebih dari satu dimensi dan dapat *dirender* dalam bentuk 1D, 2D, atau 3D. Menurut Burdea dan Coiffet (2003, h.90), penggunaan suara tiga dimensi dalam AR membantu memberikan informasi spasial tambahan, yang memperkaya pengalaman imersif pengguna.

### 3. *Depth Cues*

Craig (2013) mengungkapkan bahwa *depth cues* adalah informasi yang membantu kita memahami jarak dan kedalaman suatu objek dalam lingkungan tiga dimensi. Dalam AR, elemen ini digunakan untuk meningkatkan persepsi ruang, memperkuat integrasi dunia nyata dan virtual. *Depth cues* seperti bayangan, ukuran relatif, dan perspektif linear adalah beberapa elemen kunci yang digunakan dalam AR. Menurut Ware (2020, h.68), penggunaan *depth cues* yang akurat dalam AR penting untuk membantu pengguna memahami lingkungan virtual dengan lebih baik, terutama dalam aplikasi yang membutuhkan interaksi fisik.

### 4. *Registration and Latency*

Menurut Craig (2013), *registration* mengacu pada seberapa akurat dunia virtual diselaraskan secara spasial dengan dunia nyata, sedangkan *latency* mengacu pada keterlambatan yang terjadi saat elemen virtual tidak segera bereaksi terhadap interaksi di dunia nyata. *Latency* yang rendah penting dalam AR untuk memastikan pengalaman yang mulus dan natural. Sementara itu, Azuma, dkk (2001, h.305) menyoroti bahwa permasalahan *latency* dan *registration* adalah tantangan teknis utama dalam pengembangan AR, terutama untuk aplikasi yang memerlukan respons yang sangat cepat dan akurat.

#### 2.3.9 *Interactive Augmented Reality*

*Augmented Reality* (AR) interaktif telah menjadi teknologi yang semakin digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari pendidikan hingga hiburan, karena kemampuannya untuk menggabungkan elemen virtual dengan lingkungan nyata dalam bentuk interaksi yang dinamis. Salah satu contoh utama dari penerapan AR interaktif adalah di bidang pendidikan, di mana teknologi ini memungkinkan siswa untuk berinteraksi secara langsung dengan konten pembelajaran yang ditampilkan dalam bentuk objek tiga dimensi (3D). Misalnya, AR memungkinkan siswa untuk memanipulasi *model* 3D secara

langsung, memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam dibandingkan dengan media konvensional (Chen dan Wang, 2021, h.250).

Penelitian yang dilakukan oleh Lee dan Kim (2020, h.190) juga mendukung pandangan ini dengan menambahkan bahwa AR interaktif memungkinkan kolaborasi antara pengguna dalam ruang yang sama atau bahkan secara jarak jauh. Mereka menyebutkan bahwa teknologi ini tidak hanya meningkatkan pemahaman visual, tetapi juga dapat memfasilitasi diskusi dan kerja sama tim dalam proyek-proyek yang kompleks (Billinghurst, dkk, 2001, h.87). Penggunaan AR dalam konteks kolaboratif ini memberikan pengalaman yang lebih kaya, di mana pengguna dapat saling berbagi informasi visual secara interaktif, baik di lingkungan pendidikan maupun profesional.

Selain itu, penggunaan AR interaktif juga semakin populer di industri hiburan. Dalam gim berbasis AR, pengguna dapat berinteraksi dengan elemen-elemen permainan yang tampak sebagai bagian dari dunia nyata mereka. Contoh terkenal adalah gim Pokémon Go, di mana pemain bisa mencari dan menangkap karakter virtual yang muncul di lokasi fisik di sekitar mereka (Vella & Kearsley, 2017, h.26). Penggabungan dunia fisik dan virtual ini tidak hanya meningkatkan imersif pengguna tetapi juga menciptakan pengalaman hiburan yang sangat interaktif dan personal. Dengan dukungan dari beberapa penelitian, terlihat bahwa AR interaktif membawa keuntungan signifikan dalam berbagai sektor, mulai dari peningkatan pemahaman dan kolaborasi dalam pendidikan hingga menciptakan pengalaman hiburan yang lebih imersif dan interaktif.

## **2.4 Perancangan 3D**

Proses perancangan 3D adalah kegiatan merancang dan menciptakan objek dalam bentuk tiga dimensi yang memiliki dimensi panjang, lebar, serta kedalaman. Objek-objek ini dapat dibentuk menggunakan dua metode utama, yaitu 3D *modeling* dan 3D *sculpting*. Kedua pendekatan ini memiliki hubungan yang erat namun berbeda dalam penerapannya. 3D *modeling* berfokus pada pembuatan bentuk dasar objek dengan menggunakan teknik geometri, sedangkan 3D *sculpting*

lebih berorientasi pada detail dan pemahatan objek untuk menghasilkan hasil yang lebih organik dan realistis (Prasetyanto, 2014, h.58).

Selain itu, menurut Satria (2014, h.34), *3D modeling* menggunakan poligon dan bentuk-bentuk geometris sederhana untuk membangun struktur dasar objek, seperti dalam desain arsitektur atau teknik, di mana presisi sangat penting. Di sisi lain, *3D sculpting* lebih mirip dengan proses pemahatan dalam dunia nyata, di mana desainer memiliki kebebasan untuk mengukir detail yang lebih kompleks, seperti karakter atau *model* manusia, yang membutuhkan detail halus dan natural (Maharani, 2021, h.112). Menurut Nugraha dan Firda (2021, h.78), penggunaan kedua metode ini sangat penting dalam pengembangan lingkungan 3D yang realistis, khususnya dalam aplikasi *virtual reality* atau simulasi.

Lebih lanjut, Riyadi dkk, (2024, h. 120) menekankan bahwa integrasi antara *3D modeling* dan *sculpting* sangat diperlukan untuk memastikan bahwa objek-objek yang dibuat tidak hanya memiliki struktur dasar yang kuat, tetapi juga detail yang mendalam dan realistis. Pirmansyah dan Pramono (2021, h.55) juga menekankan pentingnya penggunaan *3D sculpting* dalam karakter animasi untuk *Augmented Reality*, di mana detail organik diperlukan untuk meningkatkan pengalaman visual pengguna.

#### **2.4.1 Tahapan Permodelan 3D**

Proses *pemodelan* 3D terdiri dari beberapa tahapan yang perlu dilakukan secara berurutan. Tahapan ini mencakup penentuan objek dasar yang akan dibentuk, pemilihan metode *pemodelan* 3D, pencahayaan, serta animasi gerakan objek. Setiap tahapan dalam merancang *model* 3D memainkan peran penting dalam menghasilkan hasil akhir yang sesuai dengan rancangan. Isaac Kerlow (2009, h.95) juga menjelaskan pentingnya memahami setiap fase, mulai dari pembuatan *model* dasar hingga tahap akhir *rendering*, karena masing-masing memiliki kontribusi penting terhadap kualitas hasil visual. Miller dan Harris (2020, h.92) menyebutkan bahwa setiap fase berkontribusi pada kualitas visual akhir. Sebagaimana disebutkan dalam penelitian Brown dan Parker (2019, h.155), proses *pemodelan* 3D tidak hanya menitikberatkan

pada visualisasi tetapi juga memerlukan pendekatan sistematis dari setiap tahapan tersebut. Berikut ini adalah tahapan-tahapan dalam proses *pemodelan* 3D menurut Handayani (2011, h.120-123), diantaranya adalah:

1. *Motion Capture / Model 2D*

Langkah awal ini bertujuan untuk menentukan bentuk *model* objek yang akan dikembangkan dalam bentuk 3D. *Model 2D* berfungsi sebagai dasar yang digunakan dalam *pemodelan* objek 3D.

2. *Dasar Metode Pemodelan 3D*

Ada beberapa metode *pemodelan* yang dapat digunakan, di antaranya *polygon* dan NURBS. Metode *polygon modeling* menggunakan bentuk segitiga atau persegi untuk menentukan permukaan karakter, sedangkan NURBS (Non-Uniform Rational Bezier Spline) digunakan untuk menciptakan *model* organik dengan hanya menggunakan tiga titik untuk membentuk kurva.

3. *Proses Rendering*

*Rendering* merupakan tahap akhir dalam *pemodelan* atau animasi komputer. Pada tahap ini, semua data seperti *model*, animasi, tekstur, dan pencahayaan akan diproses untuk menghasilkan *output* akhir. Dua teknik yang sering digunakan dalam *rendering* adalah *field rendering* untuk mengurangi efek *strobing* pada gerakan cepat, dan *shader* untuk menambahkan efek khusus seperti pencahayaan dan kabut.

4. *Texturing*

*Texturing* berfungsi untuk memberikan karakteristik material pada objek, seperti pola warna, tingkat kehalusan, atau kekasaran pada permukaan objek.

5. *Image and Display*

Tahap terakhir ini menghasilkan gambar sebagai *output* dari seluruh proses *pemodelan*. Pada tahap ini, hasil akhir biasanya digunakan untuk koreksi pewarnaan, pencahayaan, atau efek visual lainnya yang sebelumnya ditambahkan selama proses *texturing*.

### 2.4.2 3D Modeling

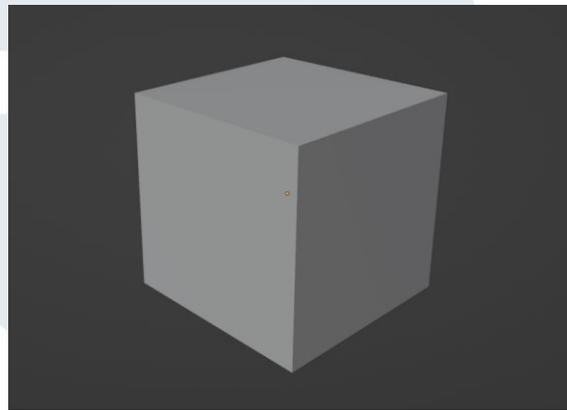
Pemodelan 3D adalah proses menciptakan objek tiga dimensi melalui media digital, di mana seorang *modeler* menggunakan berbagai teknik untuk memberikan bentuk, volume, dan detail yang realistis pada objek yang dibuat. Objek yang dimodelkan dapat berupa karakter, bangunan, kendaraan, atau elemen lainnya yang diperlukan untuk berbagai tujuan, seperti visualisasi arsitektur, pembuatan film animasi, pengembangan *video game*, simulasi, serta desain produk. Salah satu elemen penting dalam proses ini adalah penggunaan sumbu X, Y, dan Z yang menjadi dasar untuk menentukan posisi, ukuran, dan orientasi objek dalam ruang tiga dimensi. Dengan koordinat ini, *modeler* dapat mengatur letak dan proporsi objek dengan akurasi tinggi, memanipulasi bentuk sesuai kebutuhan, serta mengatur perspektif visual secara tepat (Kusuma & Muttaqin, 2019).

Pemahaman tentang penggunaan sumbu koordinat ini sangat penting. Dalam buku "*3D Modeling and Animation: Synthesis and Analysis*" oleh Maureen Spencer (2015), dijelaskan bahwa sumbu X, Y, dan Z adalah fondasi dalam menciptakan objek yang proporsional dan sesuai dengan perspektif ruang. Spencer menekankan bahwa penguasaan penggunaan koordinat ini memungkinkan *modeler* untuk menghasilkan karya visual yang berkualitas. Sanchez dan Lopez (2020, h.205) menunjukkan simulasi fisik untuk model yang lebih realistis.

Studi oleh Wu dan Kuo (2018) yang dipublikasikan dalam *Journal of Digital Media* juga menguatkan pandangan ini, menyoroti pentingnya manipulasi koordinat dalam menciptakan objek yang realistis dan interaktif. Mereka menekankan bahwa teknologi terkini sangat membantu *modeler* dalam mengoptimalkan penggunaan sumbu X, Y, dan Z, terutama dalam simulasi yang lebih kompleks. Begitu juga, Chris Jackson (2014) dalam "*The Fundamentals of 3D Design*" menyatakan bahwa pemahaman mendalam tentang hubungan antara sumbu koordinat dan objek sangat penting dalam industri, seperti arsitektur dan animasi.

## 1. *Polygon*

*Polygon* merupakan elemen dasar dalam pembentukan objek 3D, yang terdiri dari gabungan *vertices* (titik), *edges* (garis), dan *faces* (bidang). Pada umumnya, sebuah *polygon* terbentuk dari serangkaian titik yang dihubungkan oleh garis lurus untuk membentuk bentuk geometris tertentu. Bentuk *polygon* bisa berupa segitiga (*triangle*), segiempat (*quadrilateral*), segilima, dan lain sebagainya. Sebagai contoh, sebuah kubus atau ruang segiempat dapat dibentuk dari *polygon*.



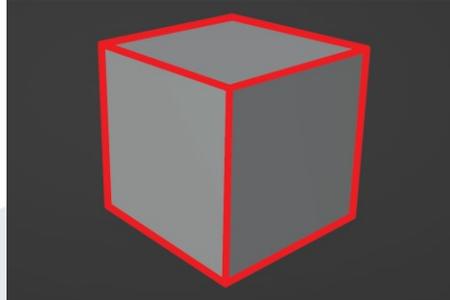
Gambar 2.35 *Polygon* pada 3D  
Sumber: Dokumentasi Penulis

*Polygon* ini sering menjadi bentuk dasar yang diubah melalui proses pemodelan 3D untuk menciptakan berbagai bentuk objek yang lebih kompleks. Menurut "*Fundamentals of Computer Graphics*" oleh Peter Shirley (2017), penggunaan *polygon* sebagai bentuk dasar dalam pemodelan 3D memungkinkan fleksibilitas dalam menciptakan objek geometris yang beragam.

## 2. *Edges*

*Edges* adalah garis yang menghubungkan dua titik *vertices* pada sebuah *polygon*. *Edges* berperan penting dalam menentukan batas antara satu *polygon* dengan *polygon* lainnya, serta membentuk struktur dasar dari objek tiga dimensi. *Edges* dapat dilihat sebagai

tepi yang menghubungkan *vertices* dan membentuk struktur kerangka objek.

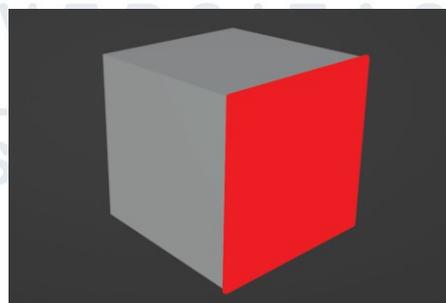


Gambar 2.36 *Edges* pada 3D  
Sumber: Dokumentasi Penulis

Dalam pemodelan 3D, edges menjadi elemen yang mengatur bentuk dan arah objek. Menurut buku "*3D Modeling and Animation: Synthesis and Analysis*" oleh Maureen Spencer (2015), *edges* memainkan peran penting dalam menciptakan objek dengan struktur yang kompleks dan detail, karena mereka mendefinisikan kerangka kerja dari geometri objek.

### 3. *Faces*

*Faces* adalah bidang datar yang terbentuk dari gabungan beberapa edges dan *vertices*. *Faces* merupakan elemen kecil, biasanya berbentuk segitiga atau segiempat, yang menjadi bagian dari permukaan objek yang terlihat ketika dirender. Sebagai contoh, sebuah kubus memiliki enam faces yang membentuk seluruh permukaan kubus.

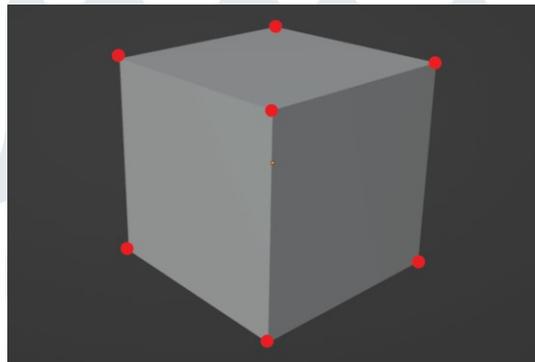


Gambar 2.37 *Faces* pada 3D  
Sumber: Dokumentasi Penulis

Dalam pemodelan 3D, *faces* digunakan untuk menentukan bagaimana permukaan objek terlihat dan bagaimana cahaya akan memantul dari permukaan tersebut. Seperti yang dijelaskan dalam jurnal oleh Wu, dkk (2018) yang diterbitkan dalam *Journal of Graphics and Geometric Modeling*, *faces* adalah komponen penting dalam menentukan detail dan tekstur pada permukaan objek, yang menjadi kunci dalam menciptakan visualisasi yang realistis.

#### 4. *Vertices*

*Vertices* adalah titik-titik di mana beberapa *edges* bertemu. Titik-titik ini merupakan komponen penting yang menentukan bentuk dan struktur objek 3D. Jumlah *vertices* dalam sebuah objek juga menentukan tingkat detail dan kompleksitas objek tersebut. Semakin banyak *vertices* yang digunakan, semakin rinci dan halus objek yang dapat dibuat. Sebagaimana dijelaskan oleh "Introduction to 3D Modeling and Rendering" oleh Adam Watkins (2013), *vertices* adalah elemen utama dalam pemodelan 3D, karena mereka menentukan posisi titik kunci dalam ruang tiga dimensi yang membentuk objek.

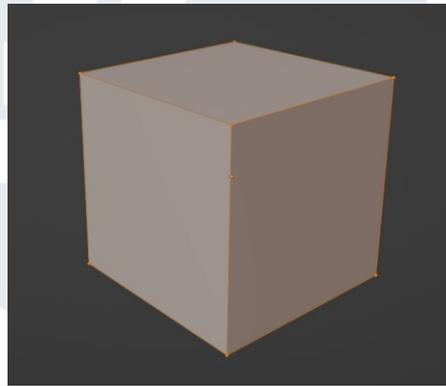


Gambar 2.38 *Vertices* pada 3D  
Sumber: Dokumentasi Penulis

#### 5. *Surfaces*

*Surfaces* merujuk pada area atau bidang yang dibentuk oleh kumpulan *faces*. Permukaan ini bisa terdiri dari satu atau lebih *faces*,

tergantung pada kerumitan dan geometri objek. Sebuah *surface* merupakan bagian dari objek 3D yang terlihat ketika objek *dirender*. *Surfaces* memainkan peran penting dalam menentukan bagaimana objek akan terlihat secara visual, termasuk tekstur dan pencahayaan. Dalam buku "*The Art of 3D Computer Animation and Effects*" oleh Isaac Kerlow (2009), dijelaskan bahwa *surfaces* sangat penting dalam tahap *rendering*, karena permukaan ini akan menentukan bagaimana objek berinteraksi dengan cahaya dan bayangan. Taylor dan Clark (2021, h.110) menemukan bahwa tekstur permukaan yang realistis meningkatkan kualitas visual dalam *rendering*.



Gambar 2.39 *Surfaces* pada 3D  
Sumber: Dokumentasi Penulis

### 2.4.3 3D *Sculpting*

3D *sculpting* adalah teknik pembuatan *model* tiga dimensi yang menyerupai proses memahat atau mengukir objek, namun dilakukan secara digital menggunakan berbagai alat dan kuas yang disediakan oleh perangkat lunak khusus. Proses ini biasanya menggunakan software seperti ZBrush atau Blender, di mana seniman dapat memanipulasi *digital clay* (tanah liat digital) dengan alat yang menyerupai alat fisik seperti pensil, spatula, atau alat perata. Dengan teknik ini, seniman dapat dengan cepat menambahkan, menghapus, atau memodifikasi bagian-bagian objek, mirip dengan cara pemahat bekerja dengan tanah liat di dunia nyata. Hasil akhirnya adalah *model* tiga dimensi yang

kaya akan detail dan tekstur, sering digunakan dalam berbagai industri seperti film, animasi, *video game*, dan seni digital (Prasetyanto, 2014).

Menurut buku "*Digital Sculpting with ZBrush: Essential Techniques*" karya Scott Spencer (2010), teknik 3D *sculpting* memungkinkan seniman menciptakan bentuk organik yang rumit dengan lebih cepat dan fleksibel dibandingkan metode *pemodelan* tradisional. Spencer juga menekankan bahwa kemampuan menghasilkan detail halus seperti lipatan kulit atau tekstur kain membuat teknik ini sangat populer di industri hiburan. Anderson dan Lee (2022, h.155) menjelaskan bahwa Blender, sebagai perangkat lunak 3D terbuka, menyediakan berbagai alat *sculpting* yang memungkinkan pengguna membuat *model* dengan presisi tinggi. Alat-alat ini memungkinkan seniman memodifikasi objek secara intuitif melalui berbagai *brushes* dan kontrol deformasi yang menyerupai proses *pemodelan* fisik.

Penelitian oleh Han dan Choi (2017) dalam *Journal of Computer Animation* menegaskan bahwa 3D *sculpting* telah menjadi standar dalam pembuatan karakter dan lingkungan untuk animasi dan *video game*, karena kemampuannya menghasilkan *model* yang sangat realistis dan detail. Teknologi ini juga memungkinkan iterasi yang cepat, sehingga seniman dapat dengan mudah mencoba berbagai variasi bentuk dan tekstur tanpa harus memulai dari awal. Martin dan Lewis (2018) dalam *International Journal of Digital Arts* mencatat bahwa 3D *sculpting* telah membuka peluang besar dalam seni konseptual dan desain produk. Mereka menekankan bahwa teknik ini memungkinkan seniman bereksperimen dengan berbagai tekstur dan bentuk tanpa batasan bahan fisik, memberikan fleksibilitas yang lebih besar dalam proses kreatif.

Spencer (2011) dalam karyanya tentang teknik 3D *sculpting* mengidentifikasi tiga komponen penting: *gesture*, *form*, dan *proportion*, yang sangat penting dalam mencapai *model* yang dinamis dan realistis.

### 1. *Gesture*

*Gesture* menurut Spencer adalah representasi ritme gerakan dari sebuah pose yang menggambarkan energi dan dorongan dari figur. Ini menjadi dasar untuk membentuk *model* yang tampak hidup karena *gesture* berfokus pada aliran gerakan, bukan bentuk statis. Ana Gomes Sarmento Da Fonseca (2018) menekankan pentingnya prinsip *gesture* dalam membangun *model* 3D yang realistis, terutama pada *model low-poly* untuk gim, di mana *gesture* memberikan dinamisme pada *model* meskipun dengan keterbatasan detail (Gomes Sarmento Da Fonseca, 2018).

### 2. *Form*

*Form* adalah bentuk luar keseluruhan dari *model* 3D. Spencer menegaskan bahwa *form* tidak hanya bergantung pada siluet, tetapi harus memperhitungkan bayangan dan cahaya yang menciptakan volume. Proses pembuatan *form* harus dimulai dengan menyusun bentuk besar dan menambah detail secara bertahap. Samuel Fenech (2024) mengungkapkan hal serupa bahwa teknik *sculpting* memerlukan pendekatan bertahap dari bentuk kasar hingga detail, yang membantu menjaga keseimbangan keseluruhan *model* sambil meningkatkan kompleksitas (Fenech, 2024).

### 3. *Proportion*

Proporsi adalah hubungan antara ukuran keseluruhan *model* 3D dengan bagian-bagiannya. Spencer menjelaskan bahwa untuk karakter manusia, proporsi ideal dapat diukur menggunakan tinggi kepala, dengan jumlah rata-rata sekitar tujuh hingga delapan kepala. Jika proporsi ini menyimpang terlalu jauh, *model* dapat terlihat aneh. Prinsip ini diterapkan juga dalam *modeling* untuk berbagai karakter digital, di mana kesalahan dalam proporsi dapat mengurangi realisme dan kredibilitas figur tersebut.

Dengan menerapkan ketiga prinsip ini, yaitu *gesture*, *form*, dan *proportion*, seniman 3D dapat menciptakan *model* yang dinamis dan realistis,

sesuai dengan panduan dan praktik yang didiskusikan oleh Spencer dan didukung oleh penelitian terkait.

#### 2.4.4 Jenis Permodelan 3D

Permodelan 3D adalah proses menciptakan objek tiga dimensi di dunia digital. Terdapat dua jenis utama permodelan 3D, yaitu *hardsurface* dan *organic*. Permodelan *hardsurface* fokus pada objek dengan permukaan keras dan terstruktur, seperti mesin, kendaraan, atau bangunan. Metode ini mengutamakan detail geometri yang presisi dengan teknik seperti *box modeling*, *extrusion*, dan *boolean operations* (Birbara, dkk, 2019). Objek yang dihasilkan dari teknik ini cenderung memiliki sudut tajam dan bentuk geometris yang teratur, seperti yang terlihat pada contoh mesin (Hapsari, dkk, 2021).

Sebaliknya, permodelan *organic* digunakan untuk menciptakan bentuk yang lebih alami dan kurva kompleks, seperti manusia, hewan, atau tumbuhan. Teknik ini menekankan aliran bentuk yang lebih halus dan realistis, menggunakan pendekatan seperti *sculpting* dan *spline modeling* (Haapala, 2022). Permodelan ini lebih cocok untuk menghasilkan objek dengan struktur organik yang lunak dan dapat bergerak bebas, seperti ikan dalam contoh *model organik* (Kochetov, 2018).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kedua teknik ini dalam berbagai bidang, seperti pembuatan aset 3D dan visualisasi animasi, menghasilkan kualitas yang tinggi dalam aplikasi desain dan produksi digital (Fadly, dkk, 2023). Penggunaan yang tepat antara kedua metode ini sangat bergantung pada jenis objek dan tujuan akhir yang ingin dicapai, baik itu untuk keperluan visualisasi arsitektur maupun animasi karakter (Bernik & Cetina, 2018).

### 2.5 Interaktivitas

Interaktivitas dalam media digital menggambarkan hubungan timbal balik antara pengguna dan sistem di mana tindakan satu entitas memengaruhi

entitas lainnya. Smed ,dkk (2019) menjelaskan bahwa interaktivitas terjadi ketika tindakan pengguna berkonsekuensi pada respons dari media, menciptakan interaksi yang dinamis antara pengguna dan konten. Pengguna tidak hanya sekadar mengamati cerita, tetapi dapat mengontrol, mengeksplorasi, dan memengaruhi jalannya alur cerita. Sebagai respon, konten interaktif akan memberikan umpan balik berupa konsekuensi dari tindakan pengguna. Dalam media interaktif, pengguna memiliki peran lebih aktif dalam mengubah atau menyesuaikan pengalaman cerita, berbeda dari media tradisional seperti film atau novel, di mana alur cerita telah ditentukan oleh penulis. Interaktivitas memungkinkan fleksibilitas bagi pengguna dalam memproses informasi dan mengatur materi cerita sesuai dengan preferensi mereka, membuatnya lebih personal dan responsif terhadap pilihan-pilihan yang diambil.

Menurut Cavazza & Young (2017), propagasi konsekuensi dari interaksi pengguna adalah kunci dalam membentuk alur cerita yang dinamis. Roth (2016) juga menambahkan bahwa keterlibatan pengguna dengan cerita interaktif meningkat seiring paparan berulang, yang memperdalam pengalaman mereka terhadap sistem interaktif. Green & Jenkins (2014) menekankan bahwa pengguna dalam cerita interaktif diberikan kebebasan lebih dalam mengendalikan narasi, yang mempengaruhi persepsi mereka terhadap alur cerita. Selain itu, Oh ,dkk (2020) menunjukkan bahwa mekanisme kontingensi dalam interaktivitas memungkinkan pengguna untuk terlibat lebih dalam melalui pilihan-pilihan yang mereka buat dalam narasi, yang memperkuat rasa keterlibatan mereka dalam cerita.

### **2.5.1 Aspek Interaktivitas**

Gustaven & Tilley (2003) mengidentifikasi enam aspek keinteraktifan, diantaranya adalah:

1. *User Control*

Kriteria *user control* atau kontrol pengguna menurut Dholakia, dkk (dalam Gustaven & Tilley, 2003, h.6) mencakup sejauh mana individu dapat mengatur waktu, konten, dan urutan dalam sebuah komunikasi. Sebagian besar situs web memungkinkan pengguna

bergerak antar halaman dengan ritme sendiri, memilih halaman mana yang ingin dilihat, dan menentukan urutan kunjungan. Beberapa situs juga memberikan pilihan versi tampilan (misalnya, hanya teks atau dengan gambar), pilihan bahasa, dan fitur pencarian. Kent dan Taylor (1998) menekankan bahwa memberikan opsi ini kepada pengguna membantu membangun hubungan karena memungkinkan interaksi sesuai dengan preferensi pengguna tanpa menimbulkan perasaan terintimidasi.

Kontrol pengguna atas waktu, konten, dan urutan dipercaya dapat meningkatkan persepsi pemberdayaan. Namun, meskipun fitur-fitur ini biasa ditemukan di sebagian besar situs, kontrol pengguna dasar seperti ini hanya dianggap sebagai bentuk interaktivitas yang lebih rendah (quasi-interactivity), menurut Rafaeli (1988) dan diklasifikasikan sebagai interaktivitas konsultatif oleh Jensen (Meikle, 2002). Jenis interaktivitas ini cenderung tidak mengembangkan hubungan dialogis yang lebih kuat, seperti yang direkomendasikan oleh Kent dan Taylor (1998). Meikle (2002) berpendapat bahwa hanya interaktivitas percakapan yang dapat membuka potensi internet sebagai alat demokrasi, sementara kontrol pengguna yang lebih mendasar lebih mencerminkan konsumerisme.

## 2. *Personalisation*

Dholakia, dkk (dalam Gustaven & Tilley, 2003, h. 6-7) mendefinisikan personalisasi sebagai sejauh mana informasi disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan individu pengguna. Ini sesuai dengan prinsip PR online Kent dan Taylor (1998, h.22), yang menyatakan bahwa informasi harus tidak hanya berguna secara umum, tetapi juga spesifik untuk audiens tertentu. Orang sering merasa perlu diperlakukan sebagai individu, namun menyesuaikan situs web untuk semua pengunjung adalah tugas yang sulit. Chase (1998, h.78) berpendapat bahwa lebih baik fokus pada audiens target tertentu, karena tidak mungkin untuk memuaskan semua orang. Oleh

karena itu, situs web harus berusaha memenuhi kebutuhan pengguna paling penting dengan terlebih dahulu mengidentifikasi kebutuhan mereka, misalnya melalui kuesioner.

Namun, Dholakia, dkk (2000, h. 157) menunjukkan bahwa kuesioner hanyalah bentuk interaksi dasar, yang oleh Meikle (2002, h.88) disebut sebagai interaktivitas registrasional, yang melibatkan strategi perekrutan pengguna. Personalisasi bisa melampaui sekadar registrasi dengan menunjukkan upaya untuk memenuhi kebutuhan individu. Misalnya, situs web dapat menawarkan bagian yang berbeda untuk kelompok pengguna yang berbeda, seperti yang disarankan Chase (1998, h.78). Contoh personalisasi tingkat tinggi ditemukan di Amazon.com, di mana produk direkomendasikan berdasarkan pencarian atau pembelian sebelumnya oleh pengguna. Untuk memenuhi kriteria personalisasi dalam studi Dholakia, dkk, sebuah situs harus memiliki bagian yang dikhususkan untuk audiens tertentu. Hasilnya menunjukkan bahwa 43% dari 16 perusahaan yang dianalisis menyediakan beberapa bentuk personalisasi pada situs mereka.

### 3. *Responsiveness*

Responsivitas, menurut Dholakia, dkk (2000, h.65), adalah sejauh mana sebuah tanggapan terkait dengan pesan sebelumnya. Ini mencakup perubahan pada situs web berdasarkan masukan pengguna, mirip dengan konsep "kecepatan" dari Steuer (1992), yang menggambarkan bagaimana sistem memberikan output berdasarkan input dari pengguna. Kent dan Taylor (1998, h.22) menyatakan bahwa pembentukan hubungan dialogis hanya akan terjadi ketika ada adaptasi timbal balik dan respons yang bergantung, yang juga berkaitan dengan definisi interaktivitas Bretz (1983). Persyaratan responsivitas Dholakia, dkk mencerminkan "dialogic loop" Kent dan Taylor, di mana situs web harus memberikan

informasi yang diminta dan menanggapi dengan cepat serta profesional terhadap pertanyaan dan kekhawatiran publik.

Dalam studi ini, responsivitas dievaluasi berdasarkan opsi yang diberikan kepada pengguna untuk mengubah konten, seperti kontribusi pada FAQ atau memberikan umpan balik tentang konten situs. Keterbatasan utama studi ini adalah ketidakmampuannya untuk mengukur apakah niat respons tersebut sesuai dengan respons nyata dalam praktik. Studi ini menemukan bahwa 75% dari situs yang dianalisis memungkinkan pengguna menambahkan informasi yang dapat direspons. Meskipun responsivitas dianggap sebagai bentuk interaktivitas percakapan, kategori lain seperti keterhubungan dan interaksi waktu nyata memberikan tingkat kontrol dan pengaruh yang lebih besar kepada pengguna, yang menunjukkan perlunya membedakan tingkat interaktivitas percakapan yang berkontribusi pada pembentukan hubungan dialogis.

#### 4. *Connectedness*

Dholakia, dkk. (2000) mendefinisikan keterhubungan (*connectedness*) sebagai perasaan terhubung dengan dunia luar situs web tertentu, yang terjadi ketika fitur situs menghubungkan pengunjung dengan orang lain. Interaktivitas terjadi ketika pengunjung menerima tanggapan dari sesama pengunjung, bukan hanya dari situs itu sendiri. Keterhubungan ini berkaitan dengan seruan Kent dan Taylor (1998, h.25) agar internet digunakan untuk menjaga koneksi dengan klien, rekan kerja, media, dan untuk menyatukan komunitas global yang mungkin tetap terpisah tanpa internet.

Keterhubungan tidak boleh disamakan dengan responsivitas situs. Sebaliknya, keterhubungan menghubungkan pengguna dengan pengguna lain atau komunitas di luar situs. Misalnya, ruang untuk merespons masukan pengguna lain secara asinkron, seperti pada

papan pesan, adalah contoh keterhubungan. Anehnya, hanya 6% situs web yang menyediakan area semacam ini, meskipun ketakutan terhadap kritik publik mungkin menjadi alasan mengapa sebagian besar perusahaan tidak mengimplementasikannya. Meskipun diharapkan perusahaan yang menyediakan interaksi waktu nyata seperti chat juga menawarkan keterhubungan *asinkron*, kenyataannya tidak demikian.

#### 5. *Real-time Interaction*

Interaksi waktu nyata merujuk pada kecepatan komunikasi, khususnya waktu respons dalam sebuah situs web. Dholakia, dkk (2000) menyatakan bahwa semakin cepat respons antar pengguna, semakin tinggi persepsi interaktivitas. Salah satu contoh teknologi yang menawarkan interaksi waktu nyata adalah ruang obrolan (*chat room*), di mana pengunjung dapat berinteraksi hampir seketika, sesuai dengan kemampuan teknologi internet saat ini. Dalam studi ini, situs web ditinjau apakah menyediakan fitur-fitur yang mendukung interaksi waktu nyata, seperti *chat room* atau acara tanya jawab langsung. Meikle (2002, h.88) menyebut fitur-fitur ini sebagai "interaksi percakapan," yang berpotensi membuka ruang baru untuk debat dan aksi.

Kent dan Taylor tidak secara khusus membahas ruang obrolan, tetapi mereka mungkin akan mendukungnya karena menawarkan peluang untuk komunikasi dialogis. Mereka menekankan pentingnya pertukaran ide yang tidak terkontrol atau disensor, meskipun kontennya mungkin kritis. Dialog sejati, menurut mereka, tidak harus selalu menghasilkan kesepakatan. Kent dan Taylor juga merekomendasikan strategi interaktif seperti forum, format tanya jawab, dan acara diskusi dengan tokoh perusahaan untuk mendorong kunjungan kembali ke situs web (1998).

## 6. *Playfulness*

Pada tahun 1994, industri video game dan komputer telah tumbuh menjadi pasar senilai US\$ 10 miliar (Forster & Oppermann, 1996). Di situs web, elemen hiburan ini disebut "*playfulness*" atau nilai hiburan, yang menurut Dholakia, dkk (2000) sebaiknya menggabungkan hiburan dan informasi untuk menarik pengunjung. Namun, Nielsen dan Tahir (2002, h. 34) tidak setuju, berpendapat bahwa situs web harus berfokus pada informasi penting, karena hiburan seperti animasi bisa mengalihkan perhatian dan memperlambat waktu muat halaman. Kent dan Taylor (1998, h.25) juga menyarankan bahwa tujuan hubungan masyarakat di situs web bukan untuk menghibur, melainkan membangun hubungan dengan publik. Namun, mereka juga mendukung adanya fitur-fitur baru yang menambah nilai bagi pengguna untuk mendorong kunjungan kembali.

Meski animasi dan permainan dapat menambah nilai untuk jenis publik tertentu, Meikle (2002) menganggap bahwa permainan hanya menawarkan interaktivitas terbatas dan bersifat transmisi, tidak memberikan peluang untuk interaksi percakapan yang lebih mendalam. Fungsi membangun hubungan melalui permainan pun masih dipertanyakan, tergantung pada kebutuhan spesifik publik yang ditargetkan.

### 2.5.2 Jenis Interaktivitas

Sharp dan Rogers (2019, h.134) mengelompokkan jenis interaktivitas menjadi lima kategori utama, yaitu menginstruksikan, berkomunikasi, memanipulasi, menjelajahi, dan menerima respon dari media maupun pengguna. Selain dari lima kategori tersebut, desainer juga dapat mengadopsi jenis interaksi lainnya. Namun, semakin inovatif fitur interaksi yang ditambahkan, semakin besar pula skala tim pengembangan dan biaya proyek yang diperlukan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya tingkat

kompleksitas dan keterampilan pemrograman yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan fitur-fitur tersebut (h.134-136).

1. Menginstruksikan (*Instructing*)

Interaksi di mana pengguna memberikan perintah atau instruksi kepada sistem untuk mencapai tujuan tertentu. Contohnya adalah mengetik perintah atau mengklik tombol untuk menjalankan fungsi tertentu.

2. Berkomunikasi (*Conversing*)

Pengguna berinteraksi dengan sistem melalui dialog atau komunikasi, seperti *chatbot* atau asisten virtual, yang memungkinkan percakapan dua arah antara pengguna dan sistem.

3. Memanipulasi (*Manipulating*)

Pengguna dapat memanipulasi elemen-elemen di dalam sistem, seperti menggeser, memutar, atau memperbesar objek. Ini sering ditemukan dalam antarmuka grafis seperti pengeditan gambar atau aplikasi desain.

4. Menjelajahi (*Exploring*)

Pengguna dapat menjelajahi lingkungan virtual atau sistem informasi untuk menemukan konten atau fitur. Ini mirip dengan navigasi situs web atau permainan video di mana pengguna bergerak melalui berbagai pilihan.

5. Mendapatkan Respon (*Receiving feedback*)

Pengguna mendapatkan umpan balik dari sistem berdasarkan tindakan mereka. Umpan balik ini bisa berupa visual, suara, atau teks yang memberikan informasi tentang hasil dari interaksi pengguna.

Selain kelima kategori utama tersebut, Sharp dan Rogers juga menyatakan bahwa desainer dapat menambahkan jenis interaksi lainnya. Namun, semakin inovatif fitur interaksi yang ditambahkan, semakin besar kompleksitas tim pengembangan dan biaya yang dibutuhkan. Hal ini

dikarenakan peningkatan dalam kerumitan dan keterampilan pemrograman yang lebih tinggi untuk menerapkan fitur-fitur tersebut.

### 2.5.3 User Experience (UX)

User *experience* (UX) adalah keseluruhan perasaan atau pengalaman seseorang saat menggunakan sebuah produk, seperti situs web, aplikasi perangkat lunak, dan perangkat seluler, dengan tujuan memberikan kenyamanan dalam penggunaannya (Fajri, dkk, 2021, h.45). UX tidak hanya tentang kegunaan, tetapi juga mencakup kenyamanan, kemudahan, dan kesenangan yang dirasakan pengguna saat berinteraksi dengan produk tersebut (Himawan & F, 2020, h.28). Sebuah UX yang baik adalah UX yang memenuhi kebutuhan pengguna dengan produk yang elegan dan menyenangkan untuk digunakan (Aulia, dkk., 2020, h.72). Selain itu, UX juga mencakup persepsi dan respons seseorang ketika berinteraksi dengan suatu produk, sistem, atau jasa, menilai seberapa puas dan nyaman mereka dalam menggunakan produk tersebut (Mamakou, dkk, 2023, h.56). Tidak peduli seberapa bagus fitur sebuah produk, jika pengguna tidak merasa puas dan nyaman, maka UX akan dianggap buruk. Seiring dengan perkembangan dunia digital, UX menjadi semakin kompleks dan multidimensi (Zhou, dkk, 2019, h.31).

Menurut Zhou, dkk (2019, h. 32), UX membantu meningkatkan kepuasan pengguna aplikasi dengan menunjukkan kemudahan penggunaan dan efisiensi sistem. Pengalaman pengguna yang baik tidak hanya meningkatkan kepuasan, tetapi juga memengaruhi perilaku pengguna sesuai harapan mereka (Martins & Riyanto, 2020, h.66). UX yang ideal harus memenuhi kebutuhan pengguna tanpa menyebabkan kerumitan, dengan elemen kesederhanaan dan elegansi, sehingga produk tidak hanya bermanfaat tetapi juga memberikan kegembiraan saat digunakan (Mamakou, dkk, 2023, h.58). Menurut Mamakou, dkk (2023, h.60), terdapat beberapa dimensi yang penting dalam *user experience*:

1. Daya Tarik (*Attractiveness*)

Mengacu pada kualitas yang membuat sesuatu menjadi menarik atau memikat bagi orang lain. Daya tarik ini berperan dalam membangun ketertarikan awal pengguna terhadap produk atau layanan.

2. Keterbukaan (*Perspiciuity*)

Kemampuan suatu informasi atau pesan untuk dipahami dengan jelas oleh audiens. Informasi yang transparan dan mudah dipahami akan mengurangi kebingungan atau kesalahpahaman.

3. Keandalan (*Dependability*)

Merujuk pada kemampuan suatu produk atau layanan untuk memberikan hasil yang konsisten dan sesuai dengan ekspektasi pengguna. Produk yang andal akan selalu memenuhi harapan dalam kinerja maupun kualitasnya.

4. Penggugah (*Stimulation*)

Kemampuan suatu pesan atau produk untuk menarik perhatian, membangkitkan minat, atau memicu respons emosional. Produk atau desain yang merangsang biasanya lebih efektif dalam menarik perhatian dan memengaruhi pengguna.

5. Kebaruan (*Novelty*)

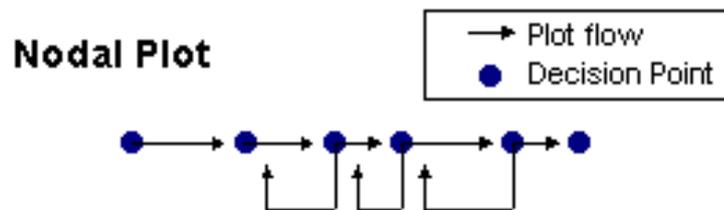
Mengacu pada hal-hal yang baru, unik, atau berbeda dari yang biasa. Kebaruan penting dalam konteks kreativitas dan inovasi karena produk yang baru atau tidak biasa sering kali lebih menarik dan mampu menonjol dibandingkan yang lain.

#### **2.5.4 Interaction Plot**

Tomaszewski menjelaskan bahwa media interaktif dapat dibagi menjadi beberapa pola naratif yang memengaruhi alur cerita dan pengalaman pengguna, yaitu *Nodal Plot*, *Modulated Plot*, dan *Open Plot*. Ketiga pola ini memiliki karakteristik unik dalam hal interaktivitas yang ditawarkan kepada pengguna, memungkinkan mereka berperan aktif dalam menentukan arah cerita.

### 1. *Nodal Plot*

*Nodal Plot* adalah pola interaktivitas yang bergerak secara linear, di mana cerita mengikuti jalur yang telah ditentukan. Pengguna dapat berinteraksi pada titik-titik tertentu yang telah disiapkan, memungkinkan mereka untuk kembali ke poin sebelumnya, tetapi tidak dapat bercabang untuk menciptakan jalur cerita baru. Dalam pola ini, pengguna berinteraksi pada titik-titik yang telah diatur, namun hasil interaksinya tidak menghasilkan jalur atau titik baru, sehingga alurnya tetap terbatas.

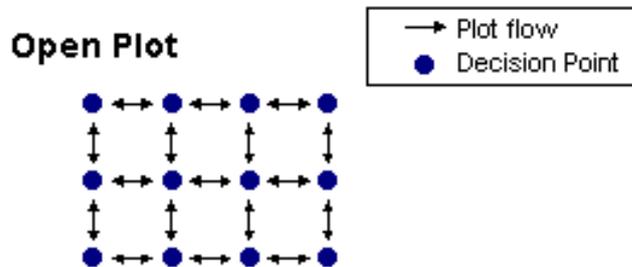


Gambar 2.40 *Nodal Plot*

Sumber: <http://zach.tomaszewski.name/uh/ics699/intnarr.html>

### 2. *Open Plot*

*Open Plot* memberikan kebebasan penuh kepada pengguna untuk menjelajahi dan memengaruhi cerita tanpa terikat oleh alur tertentu. Pengguna dapat memilih tindakan mereka sesuka hati, yang menghasilkan cerita yang sepenuhnya terbuka dan tidak terbatas. Pola ini menawarkan fleksibilitas terbesar dalam hal interaktivitas, di mana pengguna tidak dibatasi oleh struktur naratif yang telah ditentukan sebelumnya, tetapi dapat menciptakan jalan cerita mereka sendiri berdasarkan tindakan yang mereka pilih.

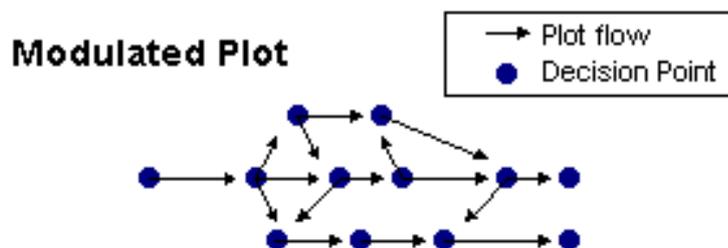


Gambar 2.41 *Open Plot*

Sumber: <http://zach.tomaszewski.name/uh/ics699/intnarr.html>

### 3. *Modulated Plot*

*Modulated Plot* memungkinkan adanya beberapa cabang cerita yang muncul melalui titik-titik pilihan yang disediakan. Pola ini memberikan lebih banyak variasi bagi pengguna, di mana keputusan yang diambil pada setiap titik akan mempengaruhi hasil cerita. Semakin banyak pilihan yang disediakan, semakin banyak pula kemungkinan akhir yang dihasilkan oleh pengguna.



Gambar 2.42 *Modulated Plot*

Sumber: <http://zach.tomaszewski.name/uh/ics699/intnarr.html>

Ketiga pola ini sejalan dengan konsep interaktivitas yang dijelaskan oleh Smed, dkk (2019, h.49), di mana pengguna dapat berinteraksi dengan media untuk memengaruhi cerita secara langsung. Dalam *Nodal Plot*, pengguna dibatasi oleh jalur linear yang telah ditetapkan, sedangkan *Modulated Plot* menawarkan lebih banyak opsi keputusan dan hasil cerita.

*Open Plot* memberikan kebebasan penuh kepada pengguna untuk menentukan akhir cerita, menciptakan pengalaman interaktif yang sangat fleksibel dan personal. Tomaszewski menggambarkan bagaimana berbagai jenis *plot* ini dapat diterapkan untuk menciptakan media interaktif yang dinamis, responsif, dan memungkinkan pengguna untuk berperan aktif dalam membentuk jalannya cerita.

## 2.6 Borobudur

Candi Borobudur, yang terletak di Magelang, Jawa Tengah, Indonesia, merupakan candi Buddha terbesar di dunia dan menjadi salah satu ikon pariwisata Indonesia. Candi ini dibangun pada akhir abad ke-8 atau awal abad ke-9 oleh Dinasti Syailendra, yang merupakan dinasti Buddha Mahayana di Jawa pada masa itu (Soekmono, 1976, h.1). Candi Borobudur memiliki struktur yang kompleks, terdiri dari sembilan tingkat dengan stupa-stupa besar di puncaknya yang melambangkan pencapaian spiritual, serta dihiasi relief-relief yang menggambarkan ajaran Buddha dan kehidupan sehari-hari pada masa itu (Riyanto, 2018, h. 83).

Sebagai salah satu warisan budaya dunia yang diakui UNESCO, Candi Borobudur tidak hanya menjadi tempat ibadah dan spiritual, tetapi juga menjadi objek penelitian arkeologi yang penting. Terletak di dataran tinggi antara Gunung Merapi dan Gunung Merbabu, candi ini menawarkan pemandangan alam yang menakjubkan, menjadikannya salah satu tujuan wisata populer baik bagi wisatawan lokal maupun mancanegara (Soekmono, 1976; Sutopo & Kasiyati, 2007).

Saat ini, Candi Borobudur dikelola oleh Balai Konservasi Borobudur, PT Taman Wisata Candi Borobudur Prambanan dan Ratu Boko, serta Pemerintah Daerah dan Pusat. Borobudur juga sedang dikembangkan menjadi salah satu Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP), menjadikannya semakin penting dalam sektor pariwisata Indonesia (Yudiantoro, 2020). Sebagai Taman Wisata Candi yang dilindungi, Borobudur tetap menjadi daya tarik utama yang menggabungkan keindahan sejarah, spiritualitas, dan arsitektur kuno dengan pesona alam yang memukau. Dalam publikasi oleh Ekarini, dkk, (Structural

Stability of Mendut Temple, 2019, h.3), ditemukan bahwa struktur batuan pada candi (termasuk Borobudur sebagai referensi) menunjukkan adanya pergeseran kecil tetapi terukur. Salah satu hasilnya menyebutkan penurunan rata-rata sekitar 0,32 mm yang diperkirakan akibat pengaruh lingkungan, cuaca, dan tekanan struktural batuan.

### **2.6.1 Relief Candi Borobudur**

Relief di Candi Borobudur merupakan karya seni yang luar biasa dan memiliki peran penting dalam seni Buddha. Terdapat sekitar 2.672 panel relief yang menghiasi dinding candi, menjadikannya salah satu galeri seni terbesar di dunia. Relief-relief ini tidak hanya memiliki nilai artistik yang tinggi, tetapi juga mengandung ajaran-ajaran moral, nilai-nilai etika, serta cerita-cerita dari kitab suci Buddha seperti Jataka, yang mengisahkan kehidupan Buddha Gautama dan kehidupan masa lalu Sang Buddha sebelum mencapai pencerahan (Sutopo & Kasiyati, 2007, h.35).

Relief di Candi Borobudur dapat dibedakan menjadi dua jenis: relief sebagai hiasan dan relief sebagai cerita. Relief sebagai hiasan adalah gambar-gambar yang berfungsi sebagai dekorasi untuk mengisi bidang tanpa memiliki makna tertentu. Sebaliknya, relief sebagai cerita menggambarkan berbagai kisah dan ajaran, seperti kisah kehidupan Buddha Gautama, mulai dari masa sebelum kelahirannya, kehidupannya sebagai pangeran, hingga pencerahan di bawah pohon Bodhi dan pengajaran ajaran Dharma kepada para pengikutnya.

Selain menggambarkan ajaran-ajaran keagamaan dan kebajikan, relief-relief Borobudur juga menampilkan kehidupan sehari-hari masyarakat pada masa itu, seperti aktivitas pertanian, perdagangan, dan kehidupan di kerajaan (Sutopo & Kasiyati, 2007, h.42). Dengan demikian, relief-relief ini tidak hanya menjadi sumber pengetahuan tentang kehidupan dan budaya masyarakat kuno, tetapi juga memberikan pemahaman mendalam tentang ajaran dan filosofi Buddha (Suhartono, 2010, h.57).

## 2.6.2 Denah Candi Borobudur

Candi Borobudur merupakan sebuah monumen yang secara simbolis dan arsitektural mencerminkan ajaran Buddha, khususnya konsep Dasa Bhumi dari Mahayana. Denah candi ini berbentuk konsentris, di mana setiap tingkat yang semakin meningkat ke atas berfungsi menggambarkan perjalanan spiritual dari duniawi menuju pencerahan (Puspitasari, 2019, h.67). Dasa Bhumi adalah ajaran yang mengandung sepuluh tahap perkembangan Boddhisattwa yang harus dilalui untuk mencapai kebuddhaan. Struktur punden berundak pada Borobudur mewakili konsep tersebut, di mana tingkatan I hingga VII berbentuk persegi, sementara tingkatan VIII hingga X berbentuk lingkaran, dengan stupa induk di puncak tertinggi (Soekmono, 1976, h.87).

Struktur candi ini dibangun di atas sebuah bukit, di mana candi tersebut tidak didirikan sebagai tumpukan batuan masif. Sebaliknya, inti candi terdiri dari gundukan tanah yang dilapisi oleh tumpukan batu. Ini memungkinkan pembangun menciptakan struktur bertingkat dengan presisi yang tinggi (Bernet Kempers, 1959, h.39) Teknik ini tidak hanya menambah keunikan arsitektural, tetapi juga memperkuat struktur candi yang monumental (Puspitasari, 2019, h.72).

Candi Borobudur juga menunjukkan keahlian teknis dalam penentuan orientasi arah hadapnya. Arah hadap candi diukur dengan sangat presisi, yaitu  $358^{\circ}53'$  di utara,  $268^{\circ}45'$  di barat,  $178^{\circ}52'$  di selatan, dan  $88^{\circ}46'$  di timur (Soekmono, 1976, h.89). Ini bukan hanya merupakan pencapaian arsitektural, tetapi juga selaras dengan ajaran kosmologi Buddha, yang menghubungkan arah alam semesta dengan proses perjalanan spiritual manusia menuju pencerahan (Puspitasari, 2019, h.74).

Konsep Dasa Bhumi sendiri menjadi landasan dari struktur simbolis Candi Borobudur. Setiap tingkatan dalam candi ini mewakili satu tahap dari sepuluh tahap penyempurnaan yang harus dicapai oleh Boddhisattwa untuk mencapai kebuddhaan. Perjalanan para peziarah dari dasar hingga puncak candi melambangkan perjalanan spiritual mereka untuk menyucikan diri dan

mencapai kebijaksanaan Buddha. Hal ini sejalan dengan ajaran Mahayana yang menekankan pentingnya penyempurnaan spiritual melalui tindakan penyucian (Harsoyo, 1987, h.115; Puspitasari, 2019, h.75).

Dimensi Candi Borobudur sangat monumental, dengan panjang 121,66 meter, lebar 121,38 meter, dan tinggi 35,40 meter. Candi ini memiliki tangga di tengah setiap sisinya, yang digunakan oleh para peziarah untuk naik ke tingkat-tingkat berikutnya. Para peziarah memulai ritual pradaksina dari sisi timur dan berjalan melingkar searah jarum jam di sekitar candi, yang merupakan simbolisasi perjalanan spiritual mereka melalui tiga tingkatan kosmologi Buddha.

#### **2.6.2.1 Kamadhatu (Kaki Candi)**

Kamadhatu merupakan tingkat dasar atau bagian paling bawah dari struktur Candi Borobudur, melambangkan alam hawa nafsu atau ranah nafsu, yang dalam ajaran Buddha disebut sebagai dunia manusia yang perilakunya masih terikat oleh nafsu duniawi (Puspitasari, 2019, h.70). Istilah Kamadhatu berasal dari bahasa Sanskerta yang berarti "ranah nafsu" atau "dunia nafsu". Di sini, terdapat 160 panil relief Karmawibhangga yang menggambarkan hukum sebab-akibat atau hukum karma (Bernet Kempers, 1959, h.36).

Bagian Kamadhatu yang terlihat sekarang bukanlah kaki asli candi ketika pertama kali dibangun. Penambahan struktur selasar dan undag (undakan) dilakukan untuk memperkuat struktur candi karena dikhawatirkan akan melesak sebelum pembangunannya selesai (Faizaliskandar, 1987, h.94). Pada tahun 1885, J.W. Ijzerman menemukan kembali relief Karmawibhangga yang tersembunyi di balik selasar tersebut. Beberapa bagian dari kaki asli candi yang masih tersisa dan terbuka untuk umum dapat dilihat di sudut Tenggara (Soekmono, 1976, h.93). Bagian Kamadhatu terdiri dari:

1. Selasar

Selasar dibuat untuk menahan beban bangunan dan berfungsi sebagai sabuk pengaman untuk menghindari longsor. Secara

arsitektural, selasar juga berfungsi sebagai "pengalihan pandangan" (Puspitasari, 2019, h.72).

## 2. Undag

Undag adalah tangga batu yang menghubungkan halaman dengan selasar. Selain berfungsi arsitektural, undag berperan sebagai penguat struktur kaki candi (Bernet Kempers, 1959, h.38).

## 3. Relief Karmawibhangga

Relief ini menggambarkan berbagai aspek kehidupan manusia yang masih terikat nafsu duniawi, termasuk keinginan, keserakahan, dan akibat buruk dari tindakan-tindakan tersebut. Pendokumentasian relief ini dilakukan pada tahun 1890 dan dibuka kembali pada masa pendudukan Jepang di Indonesia tahun 1942 (Faizaliskandar, 1987, h.96).

### 2.6.2.2 Rupadhatu (Badan Candi)

Rupadhatu adalah tingkatan kedua dari struktur Candi Borobudur, melambangkan dunia bentuk atau ranah rupa (Soekmono, 1976, h.90). Pada tingkatan ini, manusia telah meninggalkan hawa nafsu namun masih terikat oleh bentuk fisik. Rupadhatu terletak di atas Kamadhatu dan di bawah Arupadhatu (Puspitasari, 2019, h.75). Rupadhatu terdiri dari lima langkan yang membentuk empat lorong, yang masing-masing dihiasi oleh 1.300 panil relief, termasuk relief Jataka, Avadana, Lalitavistara, dan Gandawyuha (Harsoyo, 1987, h.115).

Bagian Rupadhatu mencerminkan fase spiritual di mana seseorang sudah meninggalkan keduniawian, namun belum mencapai pencerahan penuh. Pada setiap pagar langkan terdapat relung-relung yang berisi arca Buddha, dengan jumlah total 276 arca pada tiga tingkat lorong Rupadhatu (Puspitasari, 2019, h.77). Setiap tangga di candi menghubungkan lorong-lorong ini, menuju ke tingkat-tingkat berikutnya. Bagian Rupadhatu terdiri dari:

1. Relief

Relief pada dinding-dinding di Rupadhatu menggambarkan ajaran-ajaran Buddha, terutama dalam bentuk moralitas dan kebajikan yang harus diikuti oleh manusia untuk mencapai pencerahan (Soekmono, 1976, h.92).

2. Langkan

Langkan adalah lorong yang terletak di antara tubuh candi dan pagar langkan. Terdapat empat buah langkan di Rupadhatu, yang dihiasi dengan relief pada dindingnya (Puspitasari, 2019, h.76).

3. Pagar Langkan

Pagar langkan adalah pembatas lorong candi, yang pada bagian dalamnya berisi relief cerita, sementara bagian luarnya dihiasi arca Dhyani Buddha (Soekmono, 1976, h.95). Pada bagian atasnya terdapat stupa kecil sebagai ornamen.

4. Relung

Relung adalah tempat arca-arca Buddha diletakkan. Di Rupadhatu, arca-arca ini diletakkan dalam relung-relung yang dihiasi dengan kemuncak berbentuk stupa pada langkan II hingga IV (Puspitasari, 2019, h.77).

### 2.6.2.3 Arupadhatu (Kepala/Atap Candi)

Arupadhatu merupakan bagian paling atas dari struktur Candi Borobudur, terdiri dari tiga teras berbentuk lingkaran yang berundak. Arupadhatu secara simbolis melambangkan alam tanpa bentuk atau dunia tanpa rupa. Pada tingkatan ini, manusia telah sepenuhnya meninggalkan segala bentuk hawa nafsu dan keterikatan duniawi, mencapai pencerahan tertinggi yang digambarkan sebagai kesempurnaan abadi (Puspitasari, 2019, h.80). Tingkatan ini menandakan puncak dari perjalanan spiritual, di mana tidak ada lagi bentuk fisik yang mengikat, dan jiwa telah mencapai nirwana, keadaan kebahagiaan sejati.

Pada Arupadhatu, terdapat tiga baris stupa yang mengelilingi stupa induk di puncaknya. Masing-masing stupa ini berbentuk lonceng dengan lubang-lubang di permukaannya. Th. Van Erp melakukan pemugaran pertama pada bagian ini, memperbaiki struktur yang mengalami kerusakan. Pada pemugaran kedua, yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia dengan dukungan UNESCO, bagian Arupadhatu tidak dipugar lebih lanjut karena dianggap masih stabil dan dalam kondisi baik (Soekmono, 1976, h.96). Bagian Arupadhatu terdiri dari:

1. Plateau

Plateau merupakan dataran yang menjadi peralihan antara tingkat Rupadhatu ke Arupadhatu. Secara arsitektural, plateau berbentuk bujur sangkar di bagian luar, namun berbentuk lingkaran di sisi dalamnya. Plateau menandai batas antara dunia yang masih terikat dengan bentuk (rupa) dan dunia tanpa bentuk (arupa) (Bernet Kempers, 1959, h.45).

2. Teras/Batur

Tiga teras melingkar di bagian atas candi Borobudur merupakan elemen penting dari Arupadhatu. Teras pertama dan kedua memiliki stupa-stupa berlubang dengan bentuk belah ketupat, sedangkan teras ketiga (yang teratas) dihiasi dengan stupa berlubang berbentuk kotak. Pada bagian ini juga terdapat stupa induk yang besar, melambangkan puncak dari dunia spiritual (Puspitasari, 2019, h.82).

3. Stupa

Stupa adalah simbol utama dalam arsitektur Buddha, berbentuk seperti lonceng atau genta terbalik, dengan berbagai ornamen di atasnya. Bentuk stupa ini melambangkan kesucian Buddha dan pencerahan. Di Candi Borobudur, stupa-stupa Arupadhatu terbuat dari batu dan berlubang, melambangkan keterbukaan menuju pencerahan. Pada teras ketiga, stupa-stupa berbentuk kotak dan mengelilingi stupa induk yang besar (Harsoyo, 1987, h.120).

Candi Borobudur tidak hanya menjadi monumen arsitektural, tetapi juga pusat spiritual dan simbolis yang menggambarkan proses spiritual yang harus dilalui oleh manusia (Soekmono, 1976, h.90). Symbolisme ini diperkuat melalui denah candi yang melambangkan perjalanan menuju nirwana, sejalan dengan konsep kosmologis Buddha yang membahas hubungan antara manusia dan alam semesta (Puspitasari, 2019, h.77).

### **2.6.3 Sejarah Pembangunan Borobudur**

Candi Borobudur, yang dibangun sekitar abad VIII-IX Masehi pada masa kejayaan Dinasti Syailendra, merupakan salah satu warisan budaya yang paling signifikan di Indonesia. Berdasarkan prasasti Karang Tengah dan Cri Kahulunan, pembangunan candi ini dimulai pada masa pemerintahan Raja Samaratungga (782-812 Masehi), dan dilanjutkan serta diselesaikan oleh putrinya, Ratu Pramodhawardhani (Suhartono, 2010, h.15). Namun, ada juga pandangan yang menyatakan bahwa pembangunan Candi Borobudur berlangsung selama sekitar 65 tahun dan selesai sekitar tahun 850 M, selama pemerintahan beberapa raja, termasuk Rakai Pikatan dari Dinasti Sanjaya (Puspitasari, dkk, 2020, h.55). Ini menimbulkan asumsi bahwa pembangunan Borobudur memakan waktu lebih lama, yang kemungkinan besar disebabkan oleh persaingan kekuasaan antara Dinasti Syailendra yang berlandaskan agama Buddha dan Dinasti Sanjaya yang berlandaskan agama Hindu, yang akhirnya diselesaikan melalui perkawinan politik antara Pramodhawardhani dan Rakai Pikatan.

Selain perdebatan mengenai waktu pembangunan, asal usul nama Candi Borobudur juga menjadi topik yang diperdebatkan. Sejarawan Casparis (1950) menyatakan bahwa nama asli candi ini adalah Bhumi Sambhara Bhudara, yang berarti "Bukit himpunan kebijakan sepuluh tingkatan Budhisattwa," mengacu pada filosofi Buddha yang direpresentasikan oleh teras-teras candi (Soekmono, 1976, h.120). Ada juga teori yang mengatakan bahwa nama Borobudur berasal dari kata "para Buddha," yang berubah menjadi "Borobudur" karena pergeseran bunyi dalam masyarakat (Casparis,

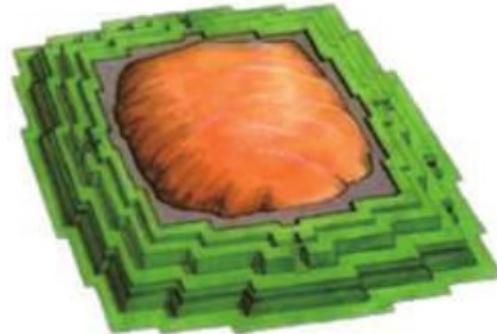
1950, h.95). Teori lain menyebutkan bahwa nama tersebut berasal dari gabungan kata "bara" yang berarti vihara atau kompleks candi, dan "beduhur" yang berarti tinggi, sehingga mengacu pada sebuah vihara yang terletak di tempat tinggi (Puspitasari ,dkk, 2020, h.63).

Selain aspek sejarah, faktor lingkungan juga menjadi elemen penting dalam pembangunan Borobudur. Candi ini terletak di antara Gunung Merapi dan Merbabu di sebelah timur, serta Gunung Sindoro dan Sumbing di sebelah utara, dengan Sungai Progo dan Elo yang mengalir di sekitarnya, memberikan posisi geografis yang strategis untuk pusat keagamaan dan pendidikan (Puspitasari ,dkk, 2020, h.67). Hal ini mendukung peran Borobudur sebagai pusat spiritual dan simbol kerajaan Syailendra dalam memajukan agama Buddha di Nusantara.

#### **2.6.3.1 Tahap Pertama (780 M)**

Pada awal pembangunannya, Raja Wisnu memulai dengan mendirikan fondasi yang kokoh. Perencanaan ini melibatkan teknologi drainase dan fondasi batu yang kompleks untuk menjaga kestabilan struktur di area lereng bukit. Meski hanya berlangsung selama masa pemerintahan singkat Raja Wisnu, tahapan awal ini membentuk dasar dari keseluruhan candi. Menurut sejarawan, perubahan kepemimpinan dan kondisi politik saat itu mungkin menjadi alasan durasi pembangunan di bawah Raja Wisnu yang relatif singkat. Candi Borobudur dimulai dengan membangun dinding kecil yang terdiri dari tiga atau empat lapisan batu yang ditata dengan cermat sebagai fondasi awal. Fondasi ini kemudian diperbaiki di bagian luar pada dua kesempatan berbeda. Dinding fondasi sebagian tertutup oleh puing-puing dari sisa batu. Batu andesit, yang banyak ditemukan di sungai-sungai terdekat akibat aliran dari letusan gunung berapi, digunakan sebagai bahan bangunan utama candi ini.

## **Tahap I Phase I**



Gambar 2.43 Tahap I Pembangunan Borobudur  
Sumber: Puspitasari (2013)

Setelah fondasi selesai, tahap selanjutnya adalah membangun kaki candi yang sedikit menjorok dari dinding fondasi. Ada beberapa perbedaan antara kedua garis fondasi ini, misalnya, tonjolan di sudut timur laut berukuran 16 cm, sementara di sudut barat daya hanya 8 cm. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan oleh upaya untuk mengoreksi kesalahan pada fondasi awal. Sisi-sisi candi diorientasikan dengan sangat presisi, meskipun metode yang digunakan untuk menentukan arah mata angin tidak diketahui. Fondasi kemungkinan dibangun berdasarkan dua sumbu tegak lurus, dan pada titik pertemuan sumbu tersebut diletakkan sudut-sudut candi.

Dasar Candi Bura yang berasal dari awal abad ke-9, di dekat Prambanan, menunjukkan adanya sumbu dan garis-garis tegak lurus yang diukir sebelum dinding cella dibangun. Saat pembangunan berlanjut, penggunaan perancah menjadi penting. Perancah dipasang di atas tingkat pertama sisa batu dan tiangnya secara bertahap tertimbun oleh puing-puing konstruksi. Ketika jalan setapak mulai dilapisi batu, perancah tetap digunakan hingga candi mencapai tingkat galeri pertama. Setelah itu, perancah diambil, dan ruang yang sebelumnya ditempati tiang-tiang tersebut diisi dengan blok-blok batu. Proses pembangunan ini menghadapi

beberapa masalah teknis. Setelah lapisan pertama dinding penahan untuk galeri kedua dipasang, terjadi penurunan tanah besar di sisi barat, kemungkinan karena pengisian tanah yang tidak dipadatkan dengan baik. Untuk mengatasinya, dasar dinding harus diratakan kembali menggunakan lapisan batu berbentuk baji.

Di tingkat galeri ketiga, dibangun sebuah struktur yang sedikit diketahui. Struktur ini mungkin hampir selesai, dengan ukuran dan bentuk cornice serta relief-relief sebagian besar sudah dimulai, sebelum akhirnya dihancurkan. Keberadaan struktur ini diketahui dari dua fakta. Pertama, berdasarkan hasil pengeboran geologi, ditemukan area sempit di galeri ketiga di mana tanah pengisi sangat padat, menunjukkan bahwa area tersebut telah digunakan dalam waktu lama. Kedua, di bawah tangga besar di sisi utara yang berasal dari periode pembangunan kedua, ditemukan sejumlah besar elemen arsitektural seperti cornice dan puncak candi yang diukir. Puing-puing ini bukan bagian dari bangunan yang ada saat ini, meskipun bentuknya mirip.

Pada akhir periode konstruksi pertama, Candi Borobudur memiliki bentuk yang hampir lengkap dengan kaki candi, dua galeri pertama, dan struktur pusat yang kemudian dihancurkan. Lereng bukit mungkin diatur dalam bentuk bertingkat, yang kemungkinan terputus oleh tangga di setiap sumbu. Tangga-tangga ini sudah direncanakan, tetapi pekerjaan batu pada saat itu belum dimulai. Candi ini tetap dalam kondisi ini untuk waktu yang relatif singkat, mungkin kurang dari dua puluh lima tahun. Meskipun lapisan permukaan sudah dipadatkan, tanah pengisi belum sepenuhnya stabil, dan penurunan tanah mulai terjadi, yang mungkin menjadi alasan dimulainya kembali pekerjaan konstruksi.

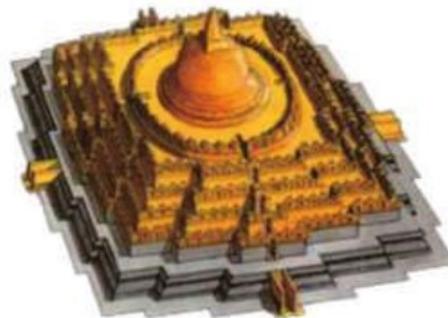
### **2.6.3.2 Tahap Kedua (792 M)**

Pembangunan dilanjutkan oleh kepemimpinan Raja Indra di kerajaan Syailendra saat itu, yang menambahkan relief pada dinding candi, menggambarkan ajaran-ajaran Buddha dalam bentuk cerita dan simbol.

Tahap ini tidak hanya memperkaya nilai spiritual Borobudur tetapi juga menunjukkan teknik artistik tinggi. Relief-relief ini menggambarkan Jataka, Lalitavistara, dan Gandavyuha, yang merupakan kisah-kisah kehidupan Buddha. Raja Indra juga menambahkan beberapa struktur teras tambahan untuk memperluas ruang meditasi.

Pergerakan tanah terutama terlihat pada sumbu sisi utara monumen, di mana lapisan puing batu tergelincir, menyebabkan terbentuknya sebuah lembah besar di lereng bukit. Kerusakan ini menciptakan perubahan signifikan pada lanskap sekitar, memperlihatkan kelemahan struktural yang sebelumnya tersembunyi. Oleh karena itu, pengawas secara alami menolak bagian-bagian struktur yang hancur di sisi utara. Langkah ini diambil untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan menandai pentingnya stabilitas tanah dalam pembangunan Candi.

### **Tahap II Phase II**



Gambar 2.44 Tahap II Pembangunan Borobudur  
Sumber: Puspitasari (2013)

Periode konstruksi kedua merupakan pembaruan total bangunan, dengan upaya untuk menjaga kesatuannya. Namun, rencana baru untuk galeri ketiga dan keempat menunjukkan perbedaan kecil. Tangga harus dibangun ulang karena struktur periode pertama lebih rendah dan dengan demikian tangganya kurang curam. Untuk rencana baru, perlu untuk merancang ulang tangga tersebut dan membangun kembali lengkungan yang menutupi pintu masuk yang tidak lagi mengakses galeri.

Untuk memberikan kesatuan pada monumen, ambang pintu baru dipasang di atas relief lama yang mirip dengan yang ada di galeri ketiga dan keempat.

Pada saat yang sama, pekerjaan dilanjutkan di dasar monumen; sebuah kaki besar sepenuhnya menutupi relief dari periode pertama, dan di sisi bukit dimulai pengaturan kompleks yang mencakup lima tingkat tanah terkompresi yang menutupi lapisan puing-puing yang dihasilkan oleh pembongkaran dan konstruksi. Tingkat-tingkat ini terputus untuk memberikan ruang bagi tangga batu yang sebagian dinaikkan di atas setiap lapisan, mengungkapkan dinding string yang kemudian ditutupi batu di bagian yang terlihat. Tingkat-tingkat tersebut disusun mengikuti tata letak monumen yang berhubungan dengan bukit, menyisakan area besar di sebelah timur seperti pada periode konstruksi sebelumnya. Ruang ini semakin diperluas dengan proyeksi lebar di setiap sisi tangga timur. Tidak diketahui bagaimana tingkat-tingkat ini berakhir di sudut barat laut di mana monumen bergabung dengan perpanjangan bukit. Sementara struktur bulat yang cukup besar sedang dibangun di platform atas, pekerjaan kembali terhenti. Berikut ini adalah pemahatan relief pada galeri Candi Borobudur:

1. Relief Jataka

Relief Jataka dan Awadana merupakan jenis relief dengan jumlah panil terbanyak di Candi Borobudur. Relief ini dapat ditemukan di lorong I dan lorong II. Pada lorong I, terdapat 500 panil di pagar langkan bagian bawah dan 120 panil di bagian atas. Di lorong II, terdapat 100 panil tambahan, sehingga total relief Jataka dan Awadana mencapai 720 panil. Cerita dalam relief ini menggambarkan kehidupan masa lalu Buddha sebelum dilahirkan sebagai manusia dengan nama Siddharta Gautama. Jataka menceritakan tentang perjalanan Bodhisattva yang mengalami berbagai kelahiran dalam wujud manusia dan

hewan, di mana dalam setiap wujudnya, Bodhisattva mencontohkan kebenaran dan ajaran Dharma. Sementara itu, Awadana adalah cerita kepahlawanan yang mirip dengan Jataka, tetapi tokoh utamanya bukanlah Buddha, melainkan tokoh lain atau hewan yang bukan merupakan inkarnasi Bodhisattva (Suhartono, 2010, h.60; Sutopo & Kasiyati, 2007, h.45).

## 2. Relief Karmawibangga

Relief Karmawibangga terdiri dari 160 panil yang terletak pada bagian kaki candi yang saat ini sudah ditutup dengan struktur tambahan. Relief ini menggambarkan hukum karma, atau hukum sebab akibat. Relief ini menceritakan perbuatan buruk manusia dan hukuman yang akan diterimanya, serta perbuatan baik manusia yang akan mendapatkan pahala. Cerita ini menegaskan ajaran Buddha tentang pentingnya moralitas dan tanggung jawab dalam tindakan (Suhartono, 2010, h.63).

## 3. Relief Lalitavistara

Relief Lalitavistara, meskipun memiliki jumlah panil paling sedikit, yaitu 120 panil, memegang peranan penting dalam menggambarkan kehidupan Buddha. Relief ini terletak pada dinding utama di lorong I bagian atas dan menggambarkan perjalanan Buddha dari reinkarnasinya di surga Tusita hingga lahir sebagai Siddharta Gautama, yang kemudian mencapai pencerahan. Cerita ini berakhir dengan wejangan pertama Buddha di Taman Rusa dekat kota Banaras (Sutopo & Kasiyati, 2007, h.50).

## 4. Relief Gandavyuha

Relief Gandavyuha dan Bhadraceri terdiri dari 460 panil yang tersebar di dinding utama lorong II dan III, serta pagar langkan III dan IV, sementara Bhadraceri dipahat di dinding utama lorong IV. Relief ini mengisahkan perjalanan Sudhana, seorang pria yang berkelana tanpa henti untuk mencari pengetahuan

tertinggi tentang kebenaran sejati. Cerita ini didasarkan pada kitab suci Mahayana berjudul Gandavyuha, dengan bagian penutupnya berasal dari kitab Bhadraceri (Suhartono, 2010, h.67).

### 2.6.3.3 Tahap Ketiga (792 M)

Tiga teras lingkaran dengan stupa-stupa kecil melingkari satu stupa besar di pusat melambangkan perjalanan menuju pencerahan. Tahapan ini menunjukkan konsep kosmologi Buddha dalam struktur fisik, di mana tiga tingkatan mencerminkan perjalanan dari dunia keinginan (kamadhatu), dunia bentuk (rupadhatu), dan dunia tanpa bentuk (arupadhatu).

Tidak diketahui dalam keadaan apa para pembangun periode kedua meninggalkan struktur pusat, tetapi kemungkinan sebelum pekerjaan konstruksi baru dimulai, struktur tersebut diratakan terlebih dahulu. Hal ini mungkin melibatkan elemen cekung dari bagian atas dasar yang dibentuk pada tahap kedua. Pekerjaan pada periode ini mencakup pembangunan tiga teras yang hampir melingkar, stupa yang berlubang, dan stupa pusat. Pada periode yang sama, pagar galeri pertama dimodifikasi dengan membangun ceruk pada cetakan melengkung di bagian atas pagar untuk menambah jumlah patung Buddha, seperti yang akan dijelaskan di bawah.



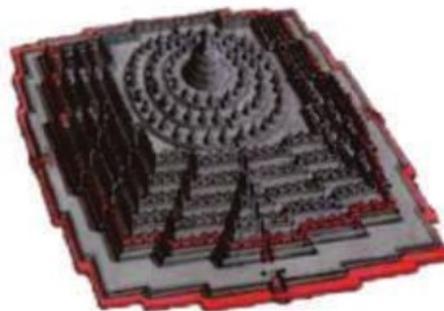
Gambar 2.45 Tahap III Pembangunan Borobudur  
Sumber: Puspitasari (2013)

Di dasar monumen, perhatian lebih diberikan pada kaki candi dengan memperluas tingkat pertama dan memasang saluran untuk mengalirkan air hujan ke tepi platform tanah. Tampaknya saluran-saluran ini diperpanjang ke arah timur sepanjang langkah-langkah yang telah mulai diproses di sisi timur. Pekerjaan besar ini hanya dilakukan secara garis besar, meskipun dua tingkat atas di sisi timur sayap utara telah diselesaikan.

#### **2.6.3.4 Tahap Keempat dan Tahap Kelima (824-833 M)**

Dua periode terakhir yang dibangun pada masa kepemimpinan Raja Samaratungga, pembangunan Candi Borobudur hanya merupakan upaya perbaikan, tanpa mengubah struktur dasarnya seperti pada periode sebelumnya. Perbaikan ini meliputi penutupan relung terbuka di pagar relief galeri pertama serta penambahan relief baru di bagian dalam galeri tersebut, di bawah bagian atas pagar yang sudah dibentuk. Relief-relief ini dihubungkan dengan pintu masuk dan tangga baru yang ditambahkan pada struktur yang sudah ada sebelumnya. Pada masa ini, tangga tanah yang menghubungkan lereng bukit mulai terkikis, dan puing-puingnya jatuh secara acak ke lereng, kecuali di sisi timur yang masih terawat lebih baik.

#### ***Tahap IV dan V*** ***Phase IV and V***



Gambar 2.46 Tahap IV dan V Pembangunan Borobudur  
Sumber: Puspitasari (2013)

Meskipun Candi Borobudur masih dikunjungi selama beberapa waktu, pekerjaan konstruksi dihentikan, dan pemeliharannya semakin diabaikan. Tanah mulai menumpuk di sepanjang monumen, hingga menutupi seluruh bagian tingkat pertama kaki candi. Tangga dan jalan setapak di lereng bukit menghilang sepenuhnya. Galeri-galeri perlahan-lahan tertimbun tanah, dan vegetasi mulai tumbuh di bagian yang masih terlihat. Borobudur pun memasuki masa "tidur panjangnya".

Pada tahap ini, Raja Samaratunga dan penerusnya menambahkan detail ornamen dan menyempurnakan stupa utama. Stupa-stupa kecil di sekeliling stupa utama diatur dengan hati-hati untuk mencerminkan harmoni antara elemen fisik dan spiritual, simbolisasi ajaran Buddha yang lebih mendalam. Borobudur akhirnya berdiri sebagai kuil Buddha megah yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat ibadah tetapi juga sebagai pusat pendidikan dan ziarah.

Setelah pembangunan selesai, candi ini diresmikan sebagai pusat spiritual utama oleh Dinasti Syailendra. Borobudur didedikasikan sebagai tempat penyebaran ajaran Buddha Mahayana dan diakui sebagai simbol kejayaan Dinasti Syailendra.

## 2.7 Penelitian yang Relevan

Penelitian yang relevan penulis jadikan sebagai referensi dalam penelitian penulis. Penelitian terdahulu berkontribusi dalam topik penelitian serta perancangan yang akan dilakukan penulis.

Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan

No.	Judul Penelitian	Penulis	Hasil Penelitian	Kebaruan
1.	<i>Mobile Augmented Reality for Enjoyable Informal Learning in</i>	Pendit, dkk, 2014	Studi ini mengeksplorasi bagaimana teknologi AR	Penelitian berfokus pada perancangan media interaktif

No.	Judul Penelitian	Penulis	Hasil Penelitian	Kebaruan
	<i>Cultural Heritage Sites</i>		dapat digunakan untuk membuat pembelajaran lebih interaktif di situs warisan budaya Candi Prambanan.	berupa buku <i>pop-up</i> AR, dengan pembahasan mengenai sejarah pembangunan Candi Borobudur yang dibangun dalam lima tahapan.
2.	<i>The Visual Elements of a Pop-up Page in "Liburan Terbaik" Picture Book</i>	Cahyani, dkk, 2019	Penelitian ini membahas elemen visual dalam media <i>pop-up</i> yang menggunakan <i>Augmented Reality</i> , khususnya dalam buku cerita anak-anak yang berfokus pada Prambanan.	Target penelitian pada penelitian sebelumnya berfokus kepada anak-anak. Penulis akan membuat sebuah media buku <i>pop-up</i> dengan remaja dewasa sebagai targetnya, untuk meningkatkan kesadaran mengenai pentingnya menjaga kelestarian Borobudur,

No.	Judul Penelitian	Penulis	Hasil Penelitian	Kebaruan
				melalui sejarahnya.
3.	<i>The Charm of Borobudur Temple Architecture: Perspectives of Foreign Narrators in Understanding Indonesian Cultural Heritage</i>	Saddhono, dkk, 2024	Penelitian ini membahas tentang arsitektur Candi Borobudur, termasuk konstruksi, sejarah, dan nilai-nilai budaya yang tercermin dalam struktur candi tersebut.	Penelitian yang akan penulis rancang lebih mengarah kepada bagaimana Candi Borobudur dibangun dalam lima tahapan, dengan menyertakan AR sebagai interaktivitasnya.

