

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Virtual Reality*

Virtual Realty adalah salah satu aplikasi dari teknologi multimedia yang memiliki kelebihan dalam mendeskripsikan sebuah keadaan atau sebuah obyek dimana visualisasi yang ditampilkan tidak hanya dapat dilihat dari satu sudut pandang saja namun dapat dilihat dari segala sudut karena memiliki 3 (tiga) dimensi visual sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh computer, model fisik adalah sebuah bentuk pendekatan dalam komunikasi arsitektur, akan tetapi masih mengalami kesulitan yaitu pada fase membuat atau membangun dengan skala 1:1 (Red Savitra Syafril, 2020).

Virtual Reality adalah teknologi yang membuat pengguna dapat berinteraksi dengan suatu lingkungan yang disimulasikan oleh komputer (*komputer-simulated environment*) Lingkungan *Virtual Reality* terkini umumnya menyajikan pengalaman visual yang ditampilkan pada sebuah layar komputer, tetapi beberapa simulasi *virtual reality* tingkat tinggi mengikutsertakan juga tambahan informasi hasil pengindraan mata melalui kacamata, suara melalui *speaker* dan *headseat*, gerakan tangan melalui *glove* dan gerakan kaki menggunakan peralatan walker (I Gede Pande Yogiarto Sutanaya, Dkk 2017).

Virtual Reality adalah pemunculan gambargambar tiga dimensi yang dibuat komputer sehingga terlihat nyata dengan bantuan sejumlah peralatan tertentu, yang menjadikan penggunanya seolah-olah terlibat langsung secara fisik dalam lingkungan tersebut, *Virtual Reality* membutuhkan perangkat yang dirancang untuk tujuan tertentu dalam teknologi ini, sehingga mampu menjadikan orang yang merasakan dunia maya terkecoh dan yakin bahwa yang dialaminya adalah nyata. Beberapa perangkat yang digunakan antara lain: *Force balls/tracking balls*, *Controller wands*, *Voice recognition*, *Headset*, *Joysticks / gamepad*, *Data gloves*, *Treadmills*, *Motion trackers/bodysuits*. dan *Controler* Saat berada dalam lingkungan virtual, pengguna akan merasa seolah menyatu dengan dunianya dan dapat berinteraksi dengan objek-objek yang ada di sana (Herman Thuan To Saurik, 2018).

Contoh aplikasi *virtual reality* yang digunakan saat ini yaitu dalam bidang militer. Virtual reality dipakai untuk melakukan simulasi latihan perang, simulasi latihan terjun payung, dan sebagainya. Dimana dengan pemakaian teknologi ini bisa lebih menghemat biaya dan waktu dibandingkan dengan cara konvensional. Virtual reality sendiri memiliki efek negatif yaitu *Cybersickness*. *Cybersickness* adalah gangguan yang sering dialami dalam penggunaan *virtual reality*, pengguna akan merasa ketegangan mata dan bahkan disertai rasa pusing. Tekadang pengguna secara psikologis masih terbawa pada suasana semu walaupun sebenarnya pengguna sudah kembali ke dunia nyata. Jadi, gangguan ini tidak boleh dianggap remeh karena pengguna biasanya susah kembali ke dunia nyata dan selalu terangsang dalam dunia semu. (Andika, Dwiky. 2015)

2.2 Perkembangan *Virtual Reality*

Perkembangan VR, sebagaimana dikuti dari Herlangga (2016), bermula dari tahun 1962 di mana sebuah purwarupa bernama Sensorama dibuat oleh Morton Heilig. Prototipe ini dibuat untuk menghadirkan pengalaman menonton sebuah film agar tampak nyata dengan melibatkan berbagai indra dalam hal ini berupa indra penglihatan, pendengaran, penciuman, dan sentuhan. Teknologi VR telah banyak diterapkan di beberapa sektor industri seperti hiburan, kedokteran, pendidikan, penerbangan, arsitek, militer, dan lain sebagainya.

VR sangat membantu dalam mensimulasikan sesuatu yang sulit untuk dihadirkan secara langsung dalam dunia nyata. Sebagai contoh di bidang militer, alih-alih menerjunkan langsung para tentara ke medan perang sebagai latihan, VR bisa menghadirkan simulasi perang secara virtual. Para tentara bisa merasakan sensasi berada di medan perang secara nyata tanpa harus terjun langsung di medan perang nyata. Tentunya ini bisa lebih praktis dan lebih ekonomis (Lambert:2016).

2.3 Perangkat *Virtual Reality*

Perangkat pendukung diperlukan untuk memunculkan sensasi nyata dari teknologi VR. Perangkat ini biasanya terdiri dari *helm*, *headset*, *walker*, *suit* dan sarung tangan (*glove*). Teknologi virtual reality mensyaratkan beberapa hal yaitu:

- Tampilan gambar / grafis / visualisasi 3D tampak nyata dan sesuai dengan perspektif dari penggunanya
- Mampu mendeteksi semua gerakan dan respon dari pengguna, seperti gerakan kepala atau bola mata pengguna. Ini dibutuhkan agar tampilan grafis dapat sesuai dengan perubahan dunia 3D dari pengguna itu sendiri

Perangkat-perangkat tersebut bertujuan untuk melibatkan sebanyak mungkin indra yang dimiliki manusia. Keterlibatan banyak indra dalam VR akan berbanding lurus dengan tingkat sensasi nyata dari dunia virtual yang dimunculkan. Perangkat VR lebih detailnya terdiri dari:

1. Perangkat keras

Perangkat keras akan menghasilkan rangsangan yang mengalahkan indera pengguna berdasarkan gerakan manusia. Dioperasikan dengan menggunakan sensor untuk melacak gerakan pengguna seperti penekanan tombol, gerakan pengontrol, gerakan mata dan bagian tubuh lainnya. Perangkat keras meliputi *Personal Computer (PC) / console / smartphone*. Komputer digunakan untuk memproses input dan output secara berurutan. Perangkat input memberi pengguna rasa imersi dan menentukan cara pengguna berkomunikasi dengan komputer. Hal ini membantu pengguna untuk bernavigasi dan berinteraksi dalam lingkungan VR, untuk membuatnya intuitif dan sealam mungkin. Perangkat input yang paling sering digunakan adalah *joystick, force Balls / bola pelacak, tongkat pengontrol, sarung tangan data, trackpads, tombol kontrol On-device, pelacak gerak, bodysuits, treadmill dan platform gerak (omni virtual)*. Sedangkan perangkat Output digunakan untuk menyajikan konten atau lingkungan VR kepada pengguna dan itu adalah perangkat terbaik untuk menghasilkan perasaan yang imersif termasuk tampilan audio visual.

2. Perangkat lunak

Perangkat lunak berfungsi untuk menganalisis data yang masuk dan menghasilkan umpan balik yang tepat. Seluruh aplikasi adalah waktu-kritis dan perangkat lunak harus mampu mengelolanya yang berarti input data harus ditangani tepat waktu dan respon sistem yang dikirim ke tampilan

output harus cepat dan tepat. Pengembang dapat mulai dengan perangkat pengembangan perangkat lunak dasar (SDK) dari vendor headset VR dan membangun VWG mereka sendiri dari awal. SDK biasanya menyediakan driver dasar, antarmuka untuk mengakses data pelacakan dan memanggil perangkat render grafis. Ada beberapa VWG siap pakai untuk pengalaman VR tertentu dan memiliki opsi untuk menambahkan skrip tingkat tinggi.

3. Persepsi Manusia

Memahami fisiologi tubuh manusia dan ilusi optik penting untuk mencapai persepsi manusia yang maksimal tanpa efek samping. Indra manusia menggunakan stimulus, reseptor, dan organ indera yang berbeda. Karena realitas maya seharusnya menyimulasikan dunia nyata, penting untuk mengetahui cara “menipu indra pengguna” untuk mengetahui rangsangan apa yang paling penting dan apa kualitas yang diterima untuk penayangan subjektif tersebut. Visi manusia memberikan sebagian besar informasi yang diteruskan ke otak, diikuti oleh pendengaran, sentuhan dan indra lainnya. Sinkronisasi sistem semua rangsangan dengan tindakan pengguna juga bertanggung jawab untuk memfungsikan sistem VR dengan benar. (Muhammad Jamil, 2018).

2.4 Pengertian *Lighting*

Tata cahaya (*lighting*) adalah seni pengaturan cahaya dengan mempergunakan peralatan pencahayaan agar kamera mampu melihat obyek dengan jelas, menciptakan ilusi (Siwi Widi Asmoro, 2019). Salah satu unsur pendukung estetika dalam fotografi yaitu sinar atau cahaya. Sinar atau cahaya dapat berasal dari matahari, atau cahaya buatan, seperti lampu atau cahaya api. Dengan bantuan cahaya, dapat menghasilkan foto yang menarik dengan menampilkan warnawarna benda atau objek. Selain itu, cahaya juga dapat menciptakan suasana dalam fotografi (Dudyk Arya Putra, 2015).

2.5 Karakteristik Cahaya

Fotografi sering disebut juga dengan “Sculpting with Light”, atau mengukir dengan cahaya. Cahaya bisa diibaratkan sebagai alat memahat dengan ukuran, bentuk, dan ketajaman. Pemilihan dan penggunaan alat yang tepat berikut teknik yang sesuai akan menampilkan detail, dimensi, memunculkan karakter, yang akhirnya membentuk karya sesuai visi sang fotografer.

Pengaturan pencahayaan pada umumnya mengacu pada empat karakteristik utama cahaya, yaitu intensitas (Power), Kualitas, Warna, dan Arah.

1. Intensitas (Power)

Karakter utama yang paling sering diatur adalah intensitas atau power (kekuatan) pencahayaan, yang secara awam dikenal dengan kata sifat terang (intensitas tinggi) dan (intensitas rendah). Sifat cahaya ini memengaruhi Exposure dari gambar yang dihasilkan, dan erat kaitannya dengan pengatur tiga factor Exposure pada kamera yaitu ISO, Aperture, Shutter Speed. Istilah yang sering digunakan untuk intensitas adalah Ev (Exposure Value) yang diukur pada ISO tertentu. Intensitas sebesar 0 Ev berarti pencahayaan yang bisa ditangkap oleh kamera dengan Aperture F/1 dan Speed 1 S, atau setara dengan 2,5 Lux pada ISO 100.

2. Kualitas

Dalam fotografi adanya istilah “kualitas” yang membagi pencahayaan menjadi hardlight dan softlight, hardlight memiliki karakter keras, kontras, dengan bayangan yang tajam sedangkan softlight memiliki karakter lembut gradasi halus, dan bayangan yang lembut.

3. Warna Cahaya

Sinar yang dilepaskan dari sumber cahaya umumnya terdiri dari beberapa warna penyusun sebagai contoh sinar matahari yang terlihat putih sebenarnya tersusun dari spectrum warna ungu, biru, hijau, kuning, orange, hingga merah. Sumber cahaya yang berbeda memiliki komposisi spectrum warna yang berbeda sumber cahaya, sebagai contoh pada lampu bohlam, warna kekuningan dihasilkan oleh spectrum yang lebih dominan pada.

4. Arah Cahaya

Penerapan cahaya dari depan, samping, atas, bawah, atau belakang, akan memberikan efek terang-gelap dan bayangan yang berbeda pada. Pembentukan bagian yang sangat terang (highlight), terang sedang bayangan (shadow), dan gelap mampu memberikan kesan visual yang berbeda (Wahyu Dharsito, 2014).

2.6 Standar Pencahayaan

Dalam dunia fotografi, videografi, atau bahkan animasi terdapat standar pencahayaan atau teknik dasar pencahayaan yang disebut dengan Three Point Lighting..

1. Key Light.

Penyinaran terarah yang utama yang jatuh pada suatu subjek akibatnya penyinaran ini menimbulkan bayangan, juga mampu untuk membentuk dimensi pada objek.

2. Fill Light

Pencahayaan yang digunakan untuk melunakkan bayangan yang dihasilkan oleh lighting utama atau lighting lainnya, diletakkan 30 derajat disebelah view line , posisinya berlawanan dengan posisi key light.

3. Back Light

Penyinaran dari belakang subjek dengan posisi berlawanan dengan arah kamera yang diletakkan 60 derajat di belakang subjek, berfungsi membentuk garis tepi dari subjek sehingga memberi kesan memisahkan subjek dengan latar belakang.

2.7 Jenis *Lighting*

Ada beberapa jenis pencahayaan dalam fotografi berdasarkan sumber cahaya yang berada disekitar objek foto, Secara umum ada lima teknik dasar pencahayaan yang dipergunakan pada saat memotret yaitu : *front light, oval light, side light, rim light, back light*.

- a. Cahaya Depan (*Front Light*), Posisi cahaya yang jatuh didepan objek, sehingga di bagian depan objek yang akan dipenuhi oleh cahaya.
- b. Cahaya Lonjong, (*Oval Light*), Posisi cahaya menyinari tiga perempat bagian dari objek, sehingga terdapat sedikit bayangan pada bagian belakang dari objek.
- c. Cahaya Samping, (*Side Light*), Posisi cahaya yang berada pada sisi samping dari objek, jatuhnya cahaya dan bayangan terbagi menjadi dua bagian. Bagian terang dan bayangan akan berada pada posisi yang berlawanan.
- d. Cahaya Pingir (*Rim Light*), Posisi cahaya yang berada pada bagian belakang objek, dengan posisi sudut seperempat objek, objek bagian depan akan terlihat gelap dan menghasilkan garis cahaya pada pinggiran objek.
- e. Cahaya Belakang, (*Back Light*) 353 Posisi cahaya tepat pada bagian belakang objek sehingga sisi bagian depan dari objek menjadi gelap, dan tercipta garis-garis cahaya pada bagian dari belakang objek secara tegas (Yosa Fiandra & Yayat Sudaryat, 2019).

2.8 *Software yang digunakan*

Perangkat lunak atau *software* yang digunakan antara lain : Blender dan Verge3D.

1. Blender

Blender adalah salah satu software open source yang biasa digunakan untuk membuat konten multimedia berupa objek 3D. Blender juga salah satu software gratis yang menawarkan fitur cukup lengkap bila dibandingkan dengan software serupa yang berbayar. (Yunus, 2016). Penulis menggunakan Blender untuk membuat konten 3D yang nantinya akan di *import* ke Unity.

2. Verge3D

Verge3D untuk Blender adalah toolkit yang kuat dan intuitif yang memungkinkan seniman 3ds Max atau Blender menciptakan pengalaman berbasis web yang imersif. Verge3D dapat digunakan untuk membuat animasi interaktif, konfigurator produk, presentasi menarik dalam bentuk

apa pun, toko online, penjelas, konten e-learning, portofolio, dan game browser. Teknologi web 3D berteknologi tinggi dapat diakses dengan Verge3D untuk Blender. Konten indah Anda akan hidup di situs web Anda dan dengan demikian akan tersedia untuk miliaran pengguna Internet. Interaktivitas, tampilan 360 yang sebenarnya, dan kemampuan zooming membawa kreasi Anda ke tingkat keterlibatan yang benar-benar baru. Ini akan bekerja di mana saja, dari smartphone kecil hingga workstation dan bahkan TV. Dengan aplikasi ini, grafik waktu nyata tidak lagi dikaitkan dengan permainan video. Visual yang realistis menjadi mungkin dengan sistem material yang canggih namun mudah digunakan yang sepenuhnya konsisten dengan rangkaian pemodelan pilihan Anda. Di sisi lain, rendering berbasis fisik (PBR) yang disertakan dengan program menyederhanakan tugas membuat konten Web 3D yang lebih menarik. Anda tidak perlu lagi menjadi spesialis 3D yang berpengalaman atau pemrogram grafis untuk mencapai representasi tingkat tinggi. Teka-teki adalah alat yang menyenangkan, namun kuat untuk mengembangkan aplikasi web cerdas dengan kerumitan apa pun. Dengan Puzzles, Anda dapat dengan mudah menambahkan skenario perilaku ke konten 3D Anda, menjadikannya interaktif dan responsif terhadap tindakan pengguna. Puzzle akan meningkatkan efisiensi tim Anda dengan mendistribusikan tanggung jawab antara programmer dan desainer. Alat luar biasa ini dapat digunakan baik untuk pembuatan prototipe cepat maupun dalam produksi. Untuk seniman 3D, alat yang sangat berharga ini mengatasi hambatan teknologi pengembangan web sehingga memungkinkan untuk menerapkan kreativitas mereka dalam ranah Web 3D interaktif.

2.9 Pengertian Animasi

Animasi menggambarkan objek yang bergerak agar kelihatan hidup. Membuat animasi berarti menggerakkan gambar seperti, kartun, lukisan, tulisan, dan lain- lain, juga mengemukakan animasi merupakan perubahan visual sepanjang waktu dan memberi kekuatan besar pada proyek multimedia. Animasi sudah sejak lama dikenal oleh masyarakat animasi mulai dikenal akrab sejak populernya media

televisi yang dapat menyajikan gambar bergerak hasil rekaman kegiatan makhluk hidup, manusia, atau hewan. Dibandingkan gambar foto yang diam atau tidak bergerak, televisi jelas lebih disukai karena dapat lebih membangkitkan antusiasme dan emosi penonton (Sri Nengsih, 2015).

2.10 Pengertian *Flowchart*

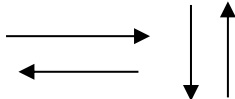


Menurut Muhammad Deni Wahyudi & Muhammad Rasid Ridho (2018) *Flowchart* atau bisa juga disebut bagian alir program yaitu bagian yang menerangkan data yang akan di proses atau logika dari suatu program dari awal sampai akhir.

Simbol-simbol *flowchart* yang biasanya dipakai adalah simbol-simbol *flowchart* standar yang dikeluarkan oleh ANSI dan ISO yaitu sebagai berikut (Yuslena Sari, 2017) :

1. *Flow Direction Symbols*

Yaitu simbol yang dipakai untuk menghubungkan antara simbol yang satu dengan simbol lainnya atau disebut juga *connecting line*.

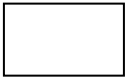
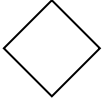
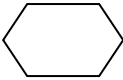
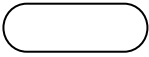
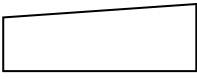
Tabel 2.1 *Flow Direction Symbols*

Simbol	Arti	Fungsi
	Arus / Flow	Penghubung antara prosedur / proses.
	Connector	Simbol keluar / masuk prosedur atau proses dalam lembar / halaman yang sama.
	Off-line Connector	Simbol keluar / masuk prosedur atau proses dalam lembar / halaman yang lain.

2. Processing Symbols

Merupakan simbol yang menunjukkan jenis operasi pengolahan dalam suatu prosedur.

Tabel 2.2 Processing Symbols




Simbol	Arti	Fungsi
	Process	Simbol yang menunjukkan pengolahan yang dilakukan Komputer.
	Decision	Simbol untuk kondisi yang akan menghasilkan beberapa kemungkinan jawaban / aksi.
	Predefined Process	Simbol untuk mempersiapkan penyimpanan yang akan digunakan sebagai tempat pengolahan didalam storage.
	Terminal	Simbol untuk permulaan atau akhir dari suatu program.
	Manual Input	Simbol untuk pemasukan data secara manual on-line keyboard.

1. Input Output Symbols

Simbol yang dipakai untuk menyatakan jenis peralatan yang digunakan sebagai media input atau output.

Tabel 2.3 Input Output Symbols

Simbol	Arti	Fungsi
--------	------	--------

	Input-Output	Simbol yang menyatakan proses input dan output tanpa tergantung dengan jenis peralatannya.
	Document	Simbol yang menyatakan input berasal dari dokumen dalam bentuk kertas atau output di cetak dikertas.
	Disk and On-line Storage	Simbol untuk menyatakan input berasal dari disk atau output di simpan ke disk.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penelitian tentang penerapan *virtual reality* sudah banyak dilakukan baik sebagai media pembelajaran maupun media informasi. Berikut merupakan penelitian terdahulu dari beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis :

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

Nama (Tahun)	Judul Penelitian	Data	Hasil
TM Zaini & Ayu Wulandari (Tahun 2020)	Media Pembelajaran Pengenalan Fauna Berbasis <i>Virtual Reality</i>	Tugas Akhir, Politeknik Negeri Sriwijaya	Dari hasil penelitian ini penulis berhasil mengembangkan aplikasi pembelajaran fauna dengan <i>Virtual Reality</i> , Aplikasi tersebut mampu menampilkan animasi fauna beserta narasinya lengkap dengan suara dan lingkungan serta dapat beroperasi pada

			<i>smartphone</i> android serta dapat meningkatkan pemahaman murid tentang materi fauna serta menggunakan metode pengembangan multimedia.
Hari Antoni Musril, Dkk (Tahun 2020)	Implementasi Teknologi <i>Virtual Reality</i> Pada Media Pembelajaran Perakitan Komputer	Tugas Akhir, IAIN Bukit Tinggi	Berdasarkan hasil pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran pada penelitian ini, media pembelajaran ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian penjelasan komponen perangkat keras komputer dan bagian simulasi perakitan perangkat keras komputer sedangkan pada bagian simulasi, siswa dapat melakukan simulasi perakitan komponen-komponen komputer.
Reni Rachmawati (Tahun 2015)	Aplikasi <i>Mobile</i> Pengenalan Implementasi Vrm1 (<i>Virtual Reality Modelling Language</i>) Sebagai Media Pengenalan Rumah Adat Di Indonesia Berbasis <i>Web</i>	Tugas Akhir, Universitas PGRI Yogyakarta	Penelitian ini berisikan pengenalan Media pembelajaran yang dibuat dapat memberikan informasi tentang rumah adat yang ada di Indonesia serta menyertakan lagu daerah sesuai dengan daerah asal rumah adat tersebut media pembelajaran dapat menampilkan rumah adat dalam bentuk 3D (3 dimensi).

<p>Firman Setiawan Riyadi, Dkk (Tahun 2017)</p>	<p>Aplikasi 3D <i>Virtual Reality</i> Sebagai Media Pengenalan Kampus Politeknik Negeri Indramayu Berbasis <i>Mobile</i></p>	<p>Tugas Akhir, Politeknik Negeri Indramayu</p>	<p>Penelitian ini Sebagai Media Pengenalan Kampus Politeknik Negeri Indramayu Berbasis <i>Mobile</i> bisa memberikan pengenalan kampus secara modern dan bisa membantu pengguna untuk mengetahui informasi tentang kampus, Media Pengenalan Kampus Politeknik Negeri Indramayu Berbasis <i>Mobile</i> adalah aplikasi untuk mengenalkan kampus dengan teknologi modern yaitu teknologi <i>Virtual Reality</i> agar pengguna bisa berinteraksi langsung dengan dunia 3D <i>virtual reality</i> dan mengutamakan <i>user friendly</i> bagi pengguna</p>
<p>Herman Thuan To Saurik, Dkk (Tahun 2018)</p>	<p>Teknologi <i>Virtual Reality</i> Untuk Media Informasi Kampus</p>	<p>Tugas Akhir, Politeknik Negeri Batam</p>	<p>Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dicapai adalah Aplikasi VR pada mobile dapat membantu memberikan informasi gambaran gedung, ruangan, dan fasilitas yang sangat baik berdasarkan aspek rekayasa perangkat lunak dan komunikasi visual masing-masing sebesar 51% dan 48%. Hal ini terbukti dari interpretasi</p>

			<p>jumlah skor dari hasil evaluasi terhadap 100 responden dari 6 pertanyaan yang diajukan. Pergerakan posisi player dengan memanfaatkan fungsi <i>gyroscope</i> dibandingkan dengan penggunaan kontrol <i>bluetooth joystic</i> menyebabkan aplikasi menjadi lebih imersif. Untuk penanganan konten dinamis dapat ditangani dengan file JSON, dimana lebih ringan dibanding menggunakan <i>database</i></p>
--	--	--	---

Pada penelitian yang akan penulis buat ini berisikan materi pembelajaran tata cahaya (*lighting*) yang diaplikasikan melalui *virtual reality* dalam bentuk 3D seperti penelitian Reni Rachmawati (2015). Metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pengembangan multimedia seperti pada penelitian TM Zaini & Ayu Wulandari (2018). Metode Pengembangan Multimedia adalah metode menurut Luther-Untoro terdiri dari enam tahapan, yaitu konsep (*concept*), desain (*design*), pengumpulan Material (*material collecting*), Perakitan (*assembly*), Pengujian (*testing*) dan Pendistribusian (*distribution*) dengan penambahan perangkat Perawatan (*Maintenance*). Tahapan ini tidak harus berurutan dalam praktiknya, tahap tersebut dapat bertukar posisi. Meskipun demikian, tahap *concept* memang harus menjadi hal yang pertama kali dikerjakan. menjelaskan, mengadopsi metodologi luther TM Zaini & Ayu Wulandari (2018)