

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah penelitian yang ada terkait topik yang diangkat:

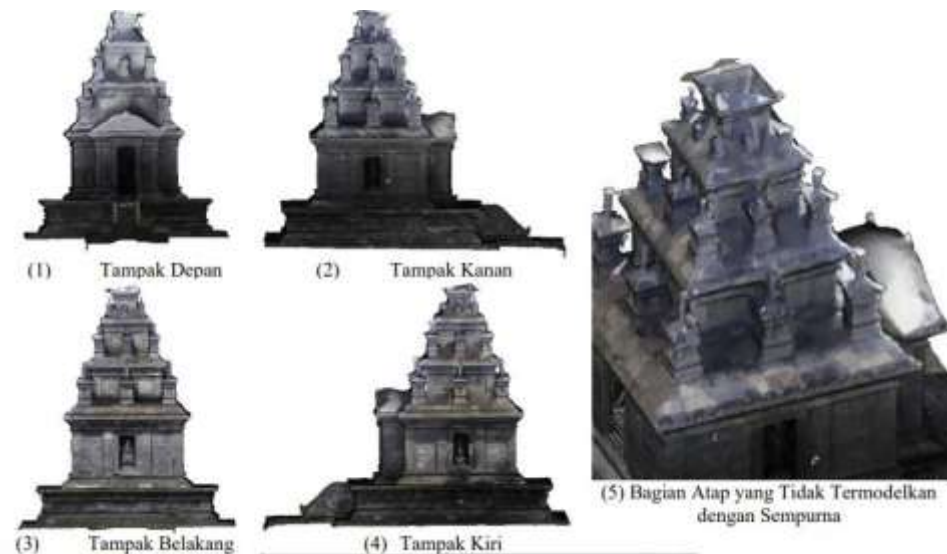
- a. PEMBUATAN OBJEK 3D CANDI BADUT MENGGUNAKAN METODE PHOTOGRAMMETRY



Gambar 2.1 Hasil dari karya objek 3d candi badut

Pada penelitian ini peneliti merancang Objek 3D Candi Badut Menggunakan Metode Photogrammetry, Photogrammetry merupakan Proses perancangan aset digital tiga dimensi menggunakan foto-foto dari objek aslinya, atau bisa disebut dengan metode photogrammetry yang diimplementasikan pada perancangan objek tiga dimensi Candi Badut tersebut. Dari tujuan penelitian tersebut ialah berfokus pada bagaimana perancangan tersebut dilakukan tidak berfokus pada implementasi dan bagaimana aset tersebut dapat dipergunakan sebagai media pembelajaran. (P ardamean and Tolle 2021, #)

- b. PEMODELAN 3D CANDI TUGU DENGAN DIGITAL SINGLE LENS REFLEX BERBIAYA RENDAH



Gambar 2.1.1 hasil karya pada pemodelan 3d candi tugu. (Pardamean and Tolle 2021, #)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi cara lain dengan memanfaatkan kamera Digital Single Lens Reflex (DSLR) yang dapat menghasilkan model dan akurasi geometrik posisi dan jarak model yang baik atau tidak berdasarkan pada standarisasi akurasi model 3D dari United States Institute of Building Documentation (USIBD) dalam memodelkan objek yang ukurannya lebih tinggi dari rata-rata manusia menggunakan cara mengambil gambar pada semua arah terhadap objek bangunan yang dimodelkan. Pada penelitian ini mirip dengan penelitian sebelumnya, dalam hal ini peneliti memaparkan bagaimana perancangan atau perancangan model t Candi tugu dengan teknik digital single lens reflex dengan biaya rendah. peneliti berfokus pada kelebihan penggunaan teknik tersebut sebagai metode alternatif dan dapat menekan biaya. (Ahmad, Yudo, and Yusuf 2023)

- c. Penelitian berjudul “Inovasi Pembelajaran Berbasis Immersive dan Virtual Reality pada Komunikasi Pemula Bahasa Arab” membahas pemanfaatan

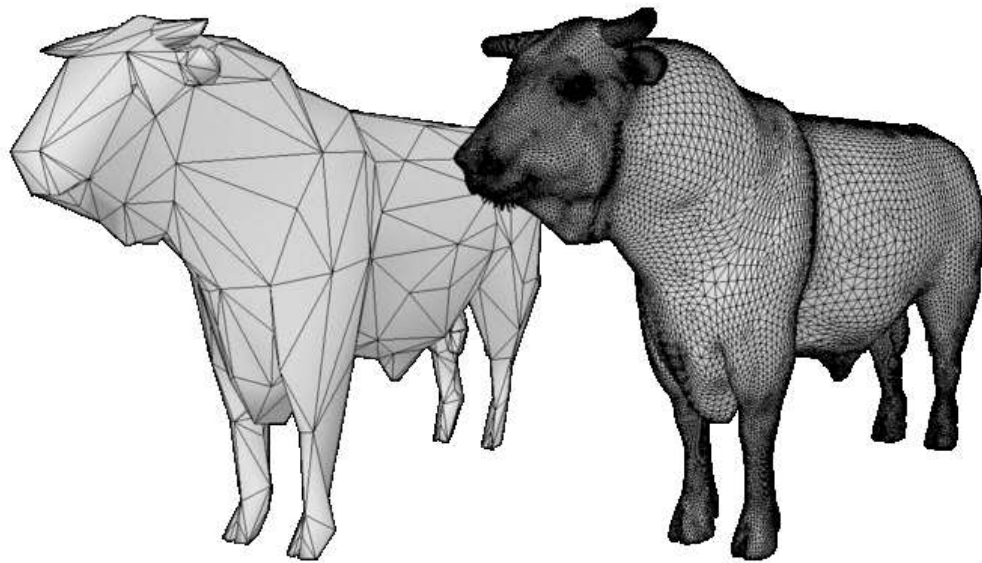
teknologi VR untuk menciptakan pembelajaran bahasa Arab yang interaktif, realistis, dan kontekstual. Teknologi ini memungkinkan siswa berlatih komunikasi dalam situasi menyerupai kehidupan nyata, berinteraksi dengan avatar, serta memahami budaya Arab secara langsung, sehingga meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kepercayaan diri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa VR efektif meningkatkan keterampilan berbicara siswa, terutama dalam percakapan sehari-hari, sekaligus memperkuat daya ingat materi. Namun, penerapannya masih menghadapi kendala seperti biaya perangkat, akses teknologi, dan kebutuhan infrastruktur. Keterlibatan guru dalam perencanaan dan pelaksanaan menjadi kunci keberhasilan metode ini. (Asyathori, 2025)

2.2 Teori Terkait

2.2.1 Low Poly 3D

Meskipun penampilannya minimalis, namun pemodelan low poly memerlukan kreativitas tingkat tinggi, karena Anda harus memanfaatkan sumber daya yang terbatas untuk menciptakan komposisi yang rumit. Ini memiliki kekuatan kesederhanaan. Ini adalah gaya tersendiri: banyak seniman yang mengadopsi teknik ini karena estetika, serta warna dan bentuknya yang unik. Ini adalah tren karena tidak eksklusif untuk 3D dan ditemukan dalam poster, patung, dan juga seni tato. Ini adalah teknik pengoptimalan karena Anda dapat mengerjakan objek Anda lebih cepat secara digital, karena poligon yang terbatas.

Keuntungan dari low poly adalah kemampuannya untuk menerapkannya ke berbagai media, dari patung hewan populer yang terbuat dari beton, plastik, atau kertas hingga ilustrasi dan video game. Hal ini memungkinkan untuk bermain dengan tekstur, bentuk, dan warna. Lebih jauh lagi, berkat poligon yang memiliki banyak sisi, kita bisa bermain-main dengan cahaya dan tekstur serta menghasilkan sejumlah efek yang menarik. (Gutiérrez, n.d.)



Gambar 2.2.1 Perbedaan Low Poly (sebelah kiri) dan High Poly (sebelah kanan)

2.2.1 Asset 3D

Aset 3D adalah objek atau lingkungan digital yang dibuat dengan perangkat lunak pemodelan 3D, sering digunakan dalam CGI untuk menciptakan adegan dan karakter yang tidak dapat ditangkap secara tradisional. Keserbagunaan aset ini memungkinkan penciptaan dunia imersif, karakter realistis, dan efek menakjubkan yang memikat penonton.

Dalam animasi, kemajuan teknologi telah memungkinkan animator untuk menghasilkan pengalaman visual yang luar biasa, baik dalam film layar lebar maupun klip pendek. Aset 3D juga semakin penting dengan munculnya virtual reality (VR) dan augmented reality (AR), yang membutuhkan lingkungan 3D realistis untuk menciptakan pengalaman interaktif. Dari tur virtual hingga game, aset 3D memainkan peran kunci dalam masa depan VR dan AR. (Kandasamy 2021)



Gambar 2.2.2 Asset 3D Low Poly
(Domestika, 2023)

2.2.2 Pemodelan 3D

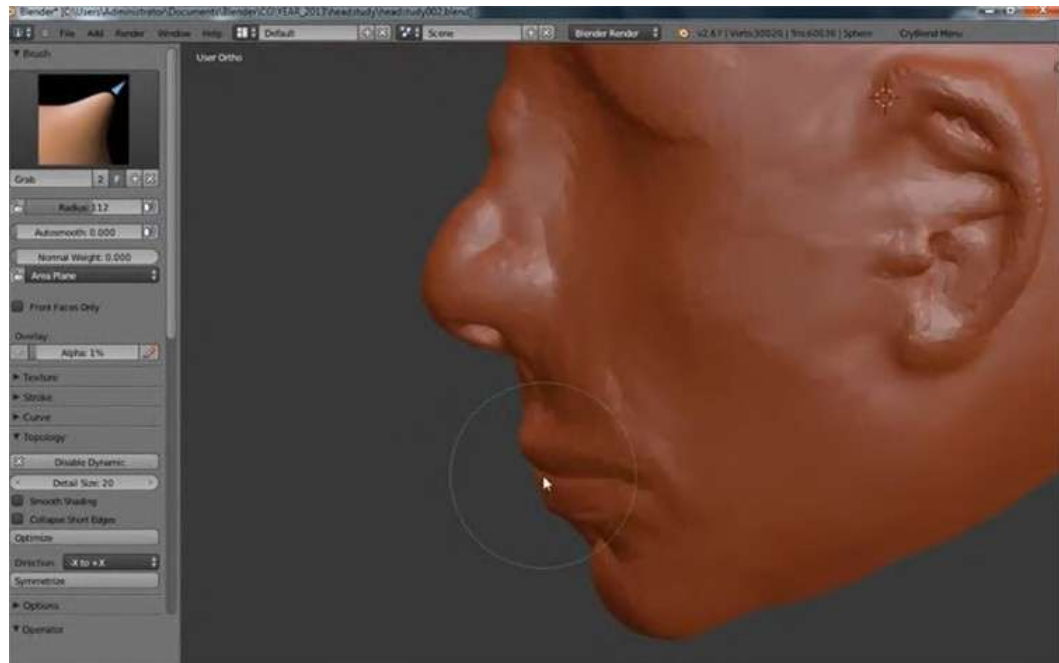
Proses menciptakan bentuk tiga dimensi dari suatu objek menggunakan software 3D. Bentuk yang dikenal dengan nama model 3D, dan dapat menampilkan bentuk serta tekstur. Model 3D dapat berupa benda yang sudah ada, benda khayalan, atau prototipe. (Kandasamy 2021)



Gambar 2.2.3 Pemodelan 3D
(Officer, 2022)

2.2.3 Sculpting

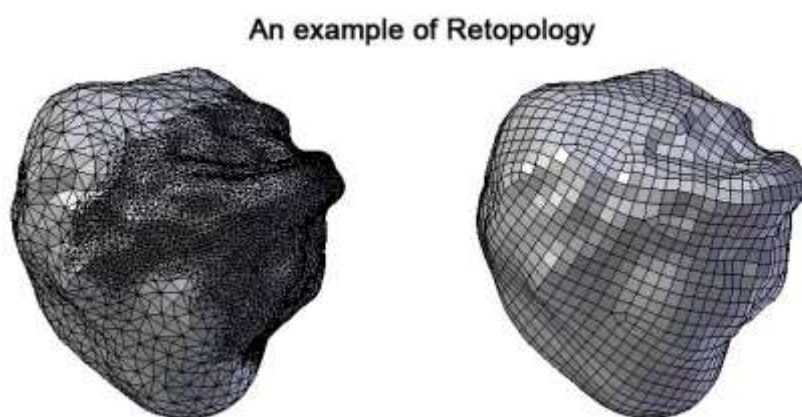
Memahat: memahat 3D (atau pemahatan digital) adalah teknik memahat objek tiga dimensi dengan bahan yang menyerupai tanah liat digital. software 3D memfasilitasi pengguna dengan alat yang dapat memudahkan untuk membuat pahatan detail yang meniru tekstur ataupun objek yang diinginkan. (Kandasamy 2021, #)



Gambar 2.2.4 Sculpting (Heginbotham, 2018)

2.2.4 Retopologi

Seringkali model yang dipahat atau dipindai memiliki resolusi yang sangat tinggi dan sangat sulit untuk dianimasikan atau dikonversi sebagai objek VR/AR. Jadi, model serupa dengan resolusi yang jauh lebih rendah dibuat dan semua detailnya dikonversi sebagai berbagai peta yang dapat diterapkan saat menghasilkan hasil akhir. (Kandasamy 2021)



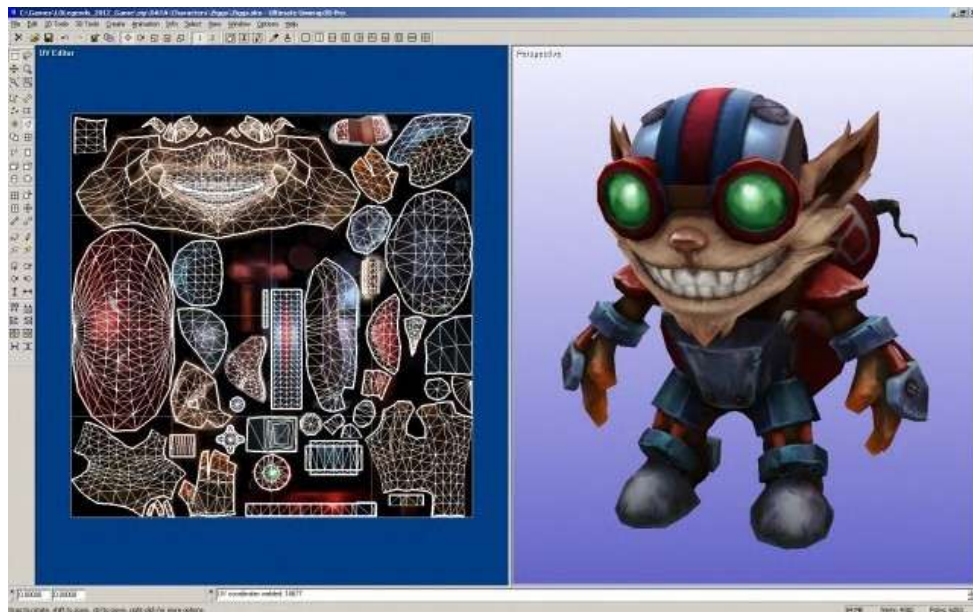
Gambar 2.2.5 Retopologi

2.2.5 Pembongkaran dan Pembuatan Tekstur UV

Peta UV merupakan gambaran dua dimensi dari permukaan model tiga dimensi yang berfungsi untuk menerapkan tekstur dengan cara yang lebih simpel. U dan V mengacu pada sumbu horizontal dan vertikal dari ruang 2D, karena X, Y, dan Z sudah digunakan dalam ruang 3D.

Tekstur 3D adalah membungkus gambar 2D atau lukisan di sekitar objek 3D dan menentukan bagaimana cahaya akan mempengaruhinya.

(Kandasamy 2021)



Gambar 2.2.6 Pembongkaran dan Pembuatan Tekstur UV

2.2.6 Kerajaan Singasari

Kerajaan Singasari berdiri tahun 1222 M di Jawa Timur. Berawal dari wilayah Tumapel, Ken Arok mengalahkan Kerajaan Kadiri dan menjadikannya bagian dari Singasari. Singasari mencapai puncak kejayaan di bawah Raja Kertanegara, yang melakukan Ekspedisi Pamalayu untuk memperluas pengaruh hingga Sumatra. Namun, kerajaan ini runtuh di 1292 setelah perlawanan oleh Jaya katwang dari Kediri dan didukung Arya Wiraraja, yang membunuh Kertanegara.

Sumber-sumber sejarah Singasari mencakup prasasti dan kitab seperti Pararaton dan Negarakertagama, yang menceritakan silsilah rajanya dan peristiwa penting dalam sejarahnya. (Annisa 2024)

Asal Usul dan Nama Kerajaan

- Nama asli: Kerajaan Tumapel, ibu kota: Kutaraja.
- Nama Singasari berasal dari Raja Wisnuwardhana yang mengangkat Kertanegara sebagai putra mahkota.
- Kertanegara kemudian menjadikan Singasari lebih dikenal dibanding Tumapel.

Sejarah Awal dan Pendiri

- Berdiri pada tahun 1222.
- Disebut dalam prasasti Kudadu dan berita dari Tiongkok (Dinasti Yuan) dengan nama Tu-ma-pan.
- Ken Arok mendirikan Tumapel setelah mengalahkan Tunggalametung.
- Ken Arok bergelar Sri Ranggah Rajasa Bhatara Sang Amurwabhumi.
- Silsilah keluarga rumit, penuh konflik dan balas dendam antara keturunan.

Kehidupan Politik

- Politik dalam dan luar negeri berkembang pesat.

- Kertanegara melakukan pergantian pejabat dan menikah secara politis.
- Melakukan ekspedisi Pamalayu untuk memperluas pengaruh.

Ekonomi

- Terletak strategis di **lembah Sungai Brantas**.
- Mayoritas penduduk bermata pencaharian sebagai **petani**.
- Sungai menjadi jalur perdagangan antar wilayah.

Sosial

- Awalnya berkembang, lalu sempat meredup karena konflik internal.
- Bangkit kembali di masa Wisnuwardhana dan Kertanegara.

Keagamaan

- Menganut agama Hindu dan Buddha.
- Kedua agama hidup berdampingan secara damai.

Budaya

- Budaya berkembang pesat, banyak peninggalan:
 - Prasasti, candi, patung.
 - Yang terkenal: Patung Ken Dedes.

Sistem Pemerintahan

- Berpusat di Jawa Timur.
- Awalnya berkembang pesat, namun merosot karena konflik kekuasaan.
- Wilayah kekuasaan sempat meluas hingga Sunda, Malaka, Bali, Kalimantan.

Penyebab Runtuh

- Kertanegara terlalu fokus ekspansi luar (maritim).

- Jayakatwang (keturunan Kadiri) menyerang dari dua arah (utara dan selatan).

Singasari jatuh dan Jayakatwang mendirikan ibu kota baru. (Nandy, n.d.)



Gambar 2.2.7 Peta kekuasaan Kerajaan Singasari

2.2.7 Candi Singosari

1. Lokasi: Kecamatan singosari, Kabupaten Malang, Jawa Timur.
2. Sejarah: Dibangun pada 1300 M sebagai penghormatan kepada Raja Kertanegara, raja terakhir Kerajaan Singasari yang gugur akibat pemberontakan Jayakatwang.
3. Arsitektur:
 - a. Gaya menara berbentuk limas dari batu andesit.
 - b. Bagian-bagian: batur (pondasi), kaki, tubuh, dan atap.
 - c. Memiliki relief bunga, binatang, dan wajah Muka Kala sebagai penangkal roh jahat.
4. Fungsi dan Simbolisme:
 - a. Kaki candi berfungsi sebagai ruang relung dan menyimpan arca Resi Agastya.
 - b. Badan candi kosong, sebagai penghormatan roh suci.

- c. Puncak candi digunakan untuk persemayaman para dewa.

5. Arca Penting:

Beberapa arca dipindahkan ke Museum Leiden oleh Nicolaus Engelhard pada 1804, termasuk Siwa, Durga, dan Ganesha. (Daniswari, 2022)



Gambar 2.2.7 Candi Singosari

2.2.8 Candi Sumberawan

1. Lokasi: Desa Toyomarto, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, Jawa Timur.
2. Latar Belakang: Candi Buddha yang diperkirakan dibangun pada abad ke-14, mungkin terkait dengan Kerajaan Singhasari atau Majapahit.
3. Keunikan Lokasi: Terletak di dataran tinggi dekat Gunung Arjuno, dengan suasana tenang dan pemandangan alam indah.

4. Mata Air Suci: Ada sumber mata air dekat candi yang dianggap keramat oleh masyarakat setempat, sering digunakan dalam ritual keagamaan.
5. Arsitektur: Terbuat dari batu andesit dengan elemen stupa dan patung Buddha, meskipun beberapa bagian telah rusak seiring waktu.
6. Makna Budaya: Meski tidak utuh, candi ini tetap menjadi bagian penting dari warisan sejarah dan budaya Indonesia. (Fitri 2023)



Gambar 2.2.8 Candi Sumberawan

2.2.9 Candi Kidal

1. Lokasi dan Waktu Pendirian: Terletak di Kabupaten Malang, Jawa Timur, diperkirakan didirikan pada tahun 1248 M sebagai penghormatan untuk Raja Anusapati dari Singasari.
2. Asal-Usul dan Signifikansi:
 - a. Dibangun sebagai candi pemujaan Hindu, Candi Kidal adalah candi pemujaan tertua di Jawa Timur.
 - b. Memiliki relief yang dibaca dari kanan ke kiri, ciri khas candi pemujaan.
 - c. Didirikan bersamaan dengan wafatnya Anusapati yang didharmakan di sini dalam bentuk dewa Siwa.
3. Sejarah Anusapati:

- a. Anusapati memerintah Singasari (1247-1249 M) dan didharmakan di Candi Kidal setelah wafat.
 - b. Menurut Pararaton, Anusapati adalah putra Tunggul Ametung dan Ken Dedes, yang dibunuh oleh Ken Arok.
 - c. Anusapati tewas dibunuh oleh Panji Tohjaya, putra Ken Arok.
4. Makna Budaya: Candi ini mencerminkan masa transisi dari Kerajaan Kediri ke Kerajaan Singasari yang nantinya dilanjutkan oleh Kerajaan Majapahit. (Setyawan 2023)



Gambar 2.2.9 Candi Kidal

2.2.10 Candi Jawi

1) Sejarah:

- a) Dibangun sekitar tahun 1300 M sebagai tempat penyimpanan abu Raja Kertanegara, raja terakhir Singasari.
- b) Berfungsi sebagai tempat pendharmaan, bukan sekadar tempat pemujaan.

- c) Perpaduan gaya Hindu-Buddha dengan puncak berbentuk stupa.
- d) Tingginya 24,5 m, panjangnya 14,2 m, dan lebarnya 9,5 m, Dikelilingi pagar bata dan parit dengan bunga teratai.
- e) Memiliki relief yang belum bisa dibaca karena pahatannya tipis dan minim informasi pendukung.

2) Tradisi:

Setiap malam bulan purnama diadakan Pentas Seni Bulan Purnama yang menceritakan legenda Puteri Bali. (Pemerintah Kabupaten Pasuruan 2024)



Gambar 2.2.10 Candi Jawi

2.2.12 Candi Jago

Candi Jago dibangun di periode Kerajaan Singasari di abad ke-13 untuk menghormati Raja Wisnuwardhana. Terletak di Tumpang, Malang, candi

ini bercorak Buddha Tantrayana dan terkenal dengan arsitektur punden berundak dan relief-relief cerita epik.

Poin-Poin Utama:

1. Nama dan Makna: "Jago" berasal dari "Jajaghu" yang berarti 'keagungan' sebagai tempat suci.
2. Lokasi: Dusun Jago, Desa Tumpang, Kecamatan Tumpang, Malang, Jawa Timur.
3. Peninggalan Kerajaan: Singhasari, didirikan untuk menghormati Raja Wisnuwardhana.
4. Arsitektur: Berbentuk punden berundak, tersusun dari batu andesit; ukuran 23,71 m x 14 m x 9,97 m.
5. Relief: Berisi cerita Khresnayana, Parthayana, Arjunawiwaha, Kunjarakarna, Angling Dharma, dan fabel.
6. Ciri Keagamaan: Buddha Tatranya, dengan arca amoghapasa yang menggambarkan perwujudan Raja Wisnuwardhana.
7. Kondisi Saat Ini: Hanya bagian kaki dan sebagian badan yang tersisa; bagian atas rusak, diduga terkena petir. (Kompasiana 2023)



Gambar 2.2.12 Gambar Candi Jago

2.2.13 Arca Muka Kala

Arca Muka Kala adalah ornamen berbentuk wajah raksasa yang sering ditemukan di pintu masuk candi atau bangunan suci dalam arsitektur candi-candi di Indonesia, khususnya Jawa. Arca ini memiliki makna simbolis sebagai penjaga atau pelindung dari roh-roh jahat, sehingga berfungsi untuk menolak atau menakut-nakuti makhluk halus yang hendak mendekat.

Ciri-ciri dan Makna:

1. Wajah Menakutkan: Muka Kala digambarkan dengan ekspresi wajah seram, mata melotot, taring tajam, dan mulut menganga.
2. Fungsi Pelindung: Berfungsi sebagai penolak bala, ditempatkan di atas pintu masuk atau relung bangunan suci.
3. Asal-usul: Dipercaya mewakili tokoh Kala, dewa waktu dan kehancuran dalam kepercayaan Hindu dan Buddha.

4. Simbolisme: Muka Kala tidak hanya simbol pelindung tetapi juga mencerminkan siklus kehidupan dan kematian dalam ajaran Hindu dan Buddha.

Lokasi Penempatan:

1. Sering ditemukan pada bagian atas pintu atau relung candi-candi seperti Candi Prambanan, Candi Borobudur, dan Candi Singasari.
2. Memiliki variasi bentuk dan ukuran, tergantung pada era dan budaya kerajaan yang membuatnya.

Muka Kala menjadi ikon yang menunjukkan kekuatan spiritual dan juga daya tarik khas arsitektur candi-candi Hindu-Buddha di Nusantara.



Gambar 2.2.13 Arca Muka Kala

2.2.14 Candi Penataran

Candi Hindu Siwaisme yang berada di desa Penataran, Kecamatan Nglegok, Blitar, Jawa Timur, di lereng Gunung Kelud. Candi ini adalah kompleks candi terbesar di Jawa Timur dan menjadi salah satu peninggalan bersejarah penting dari Kerajaan Kediri yang berlanjut hingga era Majapahit.

(Pemerintah Kabupaten Blitar 2012)



Gambar 2.2.14 Candi Penataran

2.2.15 *Augmented Reality*

Augmented Reality (AR) menggabungkan konten digital seperti gambar, suara, atau elemen 3D dengan dunia nyata secara real-time. tidak seperti *Virtual Reality (VR)*, yang membenamkan pengguna dalam ruang virtual sepenuhnya, AR

memperkaya lingkungan nyata dengan menampilkan informasi digital melalui perangkat seperti smartphone, kacamata pintar, atau headset.

Istilah AR pertama kali diperkenalkan pada tahun 1990 oleh peneliti Boeing, Thomas Caudell, dan awalnya digunakan untuk membantu pekerja dalam merakit kabel yang kompleks. Contoh awal yang familiar adalah garis kuning first-down dalam siaran sepak bola televisi.

Hari ini, AR digunakan secara luas dalam permainan, tampilan head-up di mobil, dan headset realitas campuran. Di luar hiburan, AR juga ditemukan di bidang seperti kesehatan, keamanan publik, pariwisata, dan pemasaran membantu pengguna membuat keputusan atau memahami lingkungan sekitar dengan menambahkan lapisan digital yang bermakna ke dunia fisik. (Staff, 2024)



Gambar 2.2.15 Augmented Reality (Staff, 2024)

Augmented Reality (AR) atau dalam jika diartikan kedalam bahasa Indonesia menjadi Realitas Augmentasi dapat dinikmati melalui berbagai perangkat seperti smartphone, kacamata AR, headset, dan bahkan lensa kontak yang akan datang. Perangkat-perangkat ini bergantung pada komponen hardware penting seperti prosesor, sensor, layar, dan alat masukan. Karena smartphone dan tablet sudah

dilengkapi dengan komponen seperti kamera, GPS, akselerometer, dan kompas, hal ini membuat AR lebih mudah diakses oleh pengguna sehari-hari.

Beberapa sistem AR canggih seperti yang digunakan dalam pelatihan militer mengintegrasikan teknologi seperti pengenalan objek, deteksi gerakan, dan pengenalan gambar. Karena AR membutuhkan daya pemrosesan tinggi, beberapa tugas mungkin ditangani oleh sistem eksternal jika perangkat tidak cukup powerful.

Aplikasi AR umumnya beroperasi menggunakan dua metode utama: marker based dan markerless. AR berbasis marker menggunakan penanda visual di dunia nyata (seperti kode QR), memicu aplikasi untuk menampilkan konten digital yang terhubung. Di sisi lain, AR tanpa marker tidak bergantung pada titik tetap; sebaliknya, ia menggunakan algoritma pengenalan dan sensor onboard untuk mendeteksi dan mengidentifikasi objek secara real-time, lalu menampilkan konten digital yang relevan ke lingkungan pengguna. (Gillis, 2024)

Penggunaan *Augmented Reality* pada sektor pendidikan

Penggunaan teknologi AR memfasilitasi pembelajaran interaktif dengan memungkinkan peserta didik dan siswa berinteraksi dengan peningkatan digital pada objek fisik nyata. Misalnya, peserta didik dapat menggunakan aplikasi AR untuk menjelajahi model 3D artefak sejarah. AR memberikan relevansi dunia nyata pada konten pendidikan. Dengan menampilkan informasi di atas objek atau lokasi sehari-hari, siswa dapat memahami konsep abstrak dengan lebih baik. Siswa geografi, misalnya, dapat menggunakan AR untuk menjelajahi topografi berbagai wilayah. Berbicara tentang aksesibilitas, AR dapat diakses melalui perangkat seluler seperti smartphone dan tablet, menjadikannya alat yang praktis bagi guru dan siswa di berbagai lingkungan pendidikan.

(Nancholas, 2023)