

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

2.1.1. Zaki Makhasin, Wahyu Sri Utami (2023)

Penelitian dari Zaki Makhasin dan Wahyu Sri Utami yang berjudul “Pemanfaatan Teknologi Augmented Reality dalam Pembelajaran Tata Surya Berbasis Android” (Makhasin et al., 2023) Membuat Aplikasi Pembelajaran Pengenalan Planet-planet yang terdapat di dalam Tata Surya Menggunakan Teknologi Augmented Reality yang dibangun untuk memberikan inovasi dan pengalaman terhadap siswa-siswi SMPN 1 Kedungreja untuk mengenal planet-planet dalam tata surya galaksi bima sakti secara interaktif. Pada tahap awal pengembangan, proses dimulai dengan menganalisis data, merancang sistem, dan mendesain antarmuka. Aplikasi ini dibuat menggunakan Android Development Tools untuk pengembangan algoritma, Blender 3D untuk menciptakan objek 3D, dan Unity 3D sebagai editor untuk desain antarmuka pengguna serta skrip (Wahyudi Abdi Enal, 2023). Aplikasi ini ditujukan untuk berjalan pada perangkat smartphone dengan spesifikasi minimal Android OS 7 Nougat, prosesor Quad-Core 1.4GHz, layar 5 inci, RAM 2 GB, dan kamera belakang 13 MP. Tujuan pengembangan sistem ini adalah untuk memberikan bantuan dalam pembelajaran dan pendidikan melalui teknologi Augmented Reality, terutama bagi siswa SMPN 1 Kedungreja.

Berikut tampilan dari aplikasi yang dibuat oleh penulis jurnal:



Gambar 2. 1. Tampilan Aplikasi Pengenalan Planet yang terdapat Pada Tata Surya untuk Siswa-Siswi SMPN 1 Kedungreja

2.1.2. Yoyon Efendi, Agung Marinda, Lusiana (2019)

Penelitian dari Yoyon Efendi, Agung Marinda dan Lusiana yang berjudul “Aplikasi Objek Wisata 3D Augmented Reality Berbasis Mobile” (Efendi & Marinda, 2019) Ini adalah implementasi teknologi Augmented Reality (AR) dalam pendekatan pembelajaran interaktif untuk anak usia dini. Dengan menerapkan konsep AR dalam metode pembelajaran untuk anak usia dini, harapannya adalah menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan menyenangkan. Objek wisata yang terdapat di provinsi Riau Karena dengan menerapkan konsep AR dapat mensimulasikan objek wisata yang jaraknya terbilang jauh dapat ditampilkan dalam objek 3D yang memungkinkan seolah olah user bisa melihat atau mengunjungi ketempat objek wisata di provinsi riau. Diharapkan aplikasi ini dapat membantu user untuk menentukan objek wisata di provinsi riau yang nantinya ingin dikunjungi. Hasil penelitian ini adalah prototipe sistem/aplikasi AR untuk

membantu masyarakat dalam menentukan objek wisata yang ingin dikunjungi melalui simulasi augmented reality dalam bentuk 3D objek (Prasetyo & Aedi, 2023). Dalam mengimplementasikan Aplikasi AR digunakan tools gimp, unity3D, blender dan vuforia.

Berikut tampilan dari aplikasi yang dibuat oleh penulis jurnal:



Gambar 2. 2. Tampilan Aplikasi Pengenalan Objek Wisata di Provinsi Riau untuk pembelajaran interaktif anak usia dini

2.1.3. Erick jeremy Merpati, Virginia Tulenan, Henry Valentino (2023)

Penelitian dari Erick Jeremy Merpati, Virginia Tulenan dan Henry Valentino yang berjudul "Teknologi Ground Plane Augmented Reality Pengenalan Daur Ulang Limbah" (Erick Jeremy Merpati, 2023) Penelitian ini memiliki potensi untuk memperbaiki pengembangan aplikasi saat ini dengan memanfaatkan teknologi Augmented Reality (AR). Pengguna akan dapat melihat objek secara visual dalam bentuk 3D melalui AR, sehingga meningkatkan kemampuan mereka dalam menyerap informasi dari aplikasi. Salah satu isu lingkungan yang penting adalah pencemaran yang berasal dari limbah rumah tangga. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022, terdapat total 22 juta ton limbah padat yang dihasilkan, di mana 38% berasal dari rumah tangga. Pemerintah telah melakukan berbagai upaya inovatif untuk mengatasi masalah ini dan menetapkan target yang ambisius dalam pengelolaan sampah di Indonesia. Namun, masih terdapat kota-kota besar di Indonesia yang menghadapi tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi. Pembuatan aplikasi ini menggunakan perangkat lunak open source seperti Blender,

Vuforia, Vscene, dan Unity untuk pembuatan objek 3 dimensi dari jenis-jenis sampah beserta animasinya, serta untuk pembuatan aplikasi berbasis Android (Prayugha & Zuli, 2023). Penelitian ini menunjukkan bahwa AR dapat digunakan sebagai media untuk memperkenalkan metode daur ulang sampah, yang dapat diadopsi di Indonesia. Harapannya, aplikasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai platform dan menyediakan informasi mengenai pengelolaan sampah di Indonesia.

Berikut tampilan dari aplikasi yang dibuat oleh penulis jurnal:



Gambar 2. 3. Tampilan Aplikasi Pengenalan Daur Ulang Limbah untuk Mengedukasi Masyarakat Jenis-jenis Sampah Daur Ulang

2.1.4. Andre Irawan, Muhammad Reza Putra (2019)

Penelitian dari Andre Irawan dan Muhammad Reza Putra yang berjudul “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN AKSARA MINANG DI SDN 01 PATAMUAN BERBASIS ANDROID”(Irawan et al., 2019). Jurnal ini bertujuan untuk mengembangkan pembelajaran berbasis *Augmented Reality* untuk menampilkan aksara minang dalam objek 3D pada mata pelajaran bahasa daerah minang studi kasus SD 01 Patamuan. *Augmented Reality* ini menggunakan metode *marker based tracking*(Hermawan et al., 2019).

Berikut tampilan dari aplikasi yang dibuat oleh penulis jurnal:



Gambar 2. 4. Tampilan Aplikasi Pengenalan Aksara Minang untuk Pembelajaran Siswa SD 1 Patamuan

2.1.5. Aris Wiharto, Cahyani Budihartanti (2020)

Penelitian dari Aris Wiharto dan Cahyani Budihartanti yang berjudul “APLIKASI MOBILE AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PENGENALAN HARDWARE KOMPUTER BERBASIS ANDROID”(Wiharto & Budihartanti, 2020). Jurnal ini bertujuan untuk alternatif sebagai media pembelajaran terkait hardware komputer agar tidak bosan dengan media lama seperti buku paket. Dalam penggunaan Augmented Reality menggunakan metode marker based tracking. Objek yang ditampilkan berupa visualisasi secara 3D, sehingga siswa dapat melihat objek dari segala sisi. (Efendi & Marinda, 2019; Erick Jeremy Merpati, 2023; Guntur Putra, 2022; Hermawan et al., 2019; Irawan et al., 2019; Makhasin et al., 2023; Prasetyo & Aedi, 2023; Prayugha & Zuli, 2023; Wahyudi Abdi Enal, 2023; Wiharto & Budihartanti, 2020) Walaupun siswa memutar objek, siswa tetap bisa melihat wujud objek dengan jelas.

Berikut tampilan dari aplikasi yang dibuat oleh penulis jurnal:



Gambar 2. 5. Tampilan Aplikasi Pengenalan Hardware Komputer untuk Membantu Pembelajaran Bagi Siswa SMK

2.2 Teori Terkait

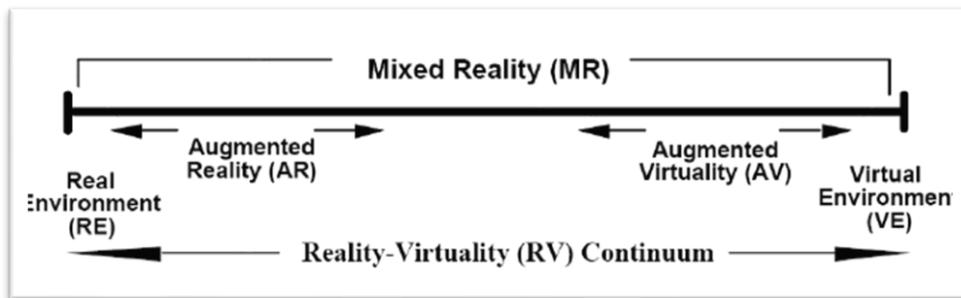
2.2.1. Augmented Reality

Augmented Reality (AR) adalah konsep yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia virtual yang diciptakan oleh komputer, menyebabkan batas antara keduanya menjadi samar. Dalam sistem ini, perhatian utamanya adalah pada lingkungan nyata, sehingga realitas memiliki kepentingan yang lebih besar dalam penggunaan AR (Brian, 2012).

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang memungkinkan objek virtual dua atau tiga dimensi untuk disatukan dengan lingkungan fisik. Melalui penyatuan ini, diciptakanlah ruang gabungan yang mengintegrasikan realitas dan dunia virtual (*Mixed Reality*), yang kemudian ditampilkan dalam waktu nyata atau real-time. Dengan demikian, AR dapat dianggap sebagai teknologi interaktif yang menggabungkan dunia nyata dengan dunia virtual. (Efendi, H, & Khoirunnisa, 2016).

Menurut Ronald T. Azuma (2008), augmented reality adalah proses menyatukan objek nyata dan virtual di dalam lingkungan fisik yang berlangsung secara interaktif dalam waktu sebenarnya. Ini melibatkan integrasi objek dalam tiga dimensi, di mana objek virtual terhubung dengan dunia nyata. Penggabungan ini dimungkinkan melalui teknologi tampilan yang sesuai, interaktivitas dilakukan melalui perangkat input khusus, dan integrasi yang efektif memerlukan pelacakan yang akurat.

Menurut Stephen Cawood & Mark Fiala dalam bukunya yang berjudul "Augmented Reality: A Practical Guide", Augmented Reality (AR) dijelaskan sebagai metode alami untuk mengeksplorasi objek 3D dan data, yang terbentuk dari gabungan antara realitas virtual dengan dunia nyata. Dalam AR, objek-objek virtual, baik dalam bentuk 2D maupun 3D, terlihat seolah-olah nyata dan berintegrasi dengan lingkungan fisik. Dengan teknologi AR, pengguna dapat melihat dunia nyata sekitarnya dengan tambahan objek virtual yang dihasilkan oleh komputer.



Gambar 2. 6. Diagram Ilustrasi Augmented Reality

2.2.2. Markless Augmented Reality

Metode *Markless AR* adalah teknik *Augmented Reality* (AR) di mana pengguna tidak perlu lagi menggunakan marker untuk menampilkan elemen-elemen digital. Sebagai gantinya, posisi perangkat, arah, dan lokasi digunakan sebagai penanda yang dikenali. Dalam metode ini, deteksi ciri dari objek target dan pelacakan berdasarkan pose kamera menjadi kriteria utama dalam pelacakan tanpa marker pada teknologi *Augmented Reality* (AR). Terdapat beberapa pendekatan yang digunakan dalam pelacakan markerless, seperti metode SIFT (*Scale Invariant Feature Transform*) dan SURF (*Speeded Up Robust Features*).

Markerless merupakan suatu metode di mana tidak diperlukan pencetakan marker oleh pengguna untuk menampilkan elemen-elemen digital. Pengenalan marker dalam metode ini bergantung pada posisi, arah, dan lokasi perangkat yang digunakan (Ginting dkk, 2016).

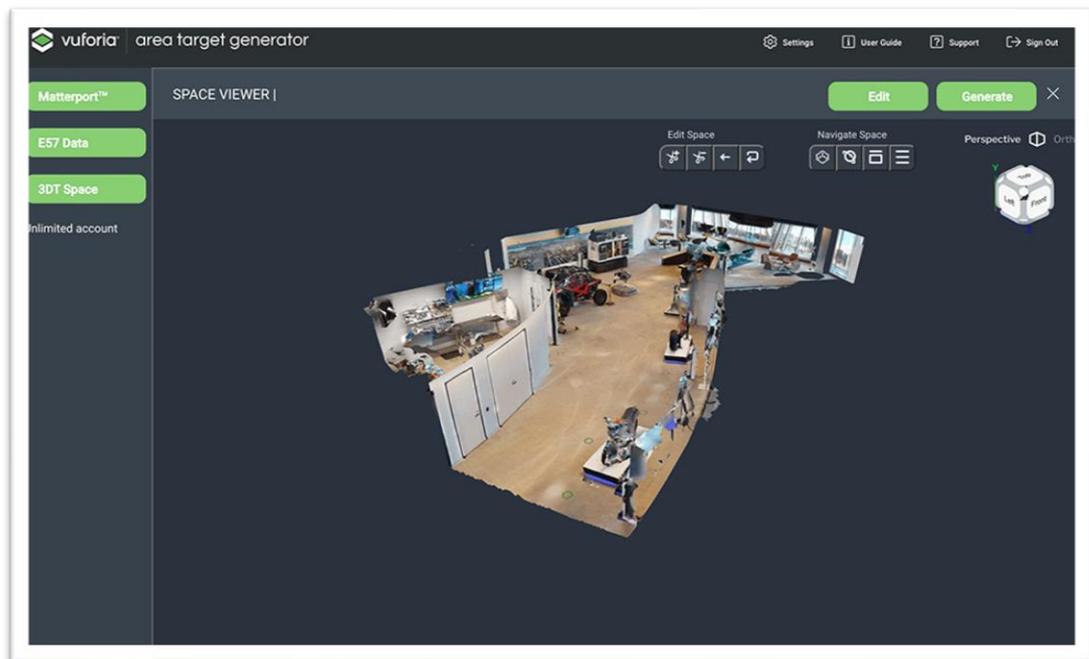


Gambar 2. 7. Contoh Teknologi Markless Augmented Reality

2.2.3. Vuforia

Vuforia merupakan sebuah tambahan atau plugin untuk augmented reality yang dikembangkan oleh Qualcomm, menggunakan teknologi computer vision untuk fokus pada pengenalan gambar. Platform ini menyediakan beragam fitur dan kemampuan yang memungkinkan para pengembang untuk mengimplementasikan ide-ide mereka tanpa terkendala secara teknis. Dengan dukungan untuk iOS, Android, dan Unity3D, Vuforia memungkinkan pengembang untuk menciptakan aplikasi yang kompatibel dengan berbagai jenis smartphome dan tablet. SDK Vuforia telah berhasil diadopsi dalam berbagai aplikasi mobile di kedua platform tersebut. Dalam Augmented Reality Vuforia, interaksi dilakukan melalui kamera ponsel sebagai perangkat input, memungkinkan kamera mengenali penanda tertentu sehingga aplikasi dapat menampilkan kombinasi antara dunia nyata dan dunia virtual di layar. Secara ringkas, Vuforia adalah SDK augmented reality yang berbasis computer vision.

Menurut jurnal yang ditulis oleh Indriani, Riana, dan rekan-rekan pada tahun 2016, Vuforia adalah sebuah Software Development Kit (SDK) yang berfokus pada teknologi Augmented Reality (AR). Vuforia memanfaatkan layar perangkat mobile sebagai jendela ke dunia Augmented, di mana elemen-elemen dari dunia nyata dan dunia virtual hadir secara bersamaan. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk melihat pandangan langsung dari kamera pada layar smartphome mereka, memungkinkan representasi visual langsung dari dunia fisik. Objek-objek 3D ditampilkan secara langsung di layar smartphome, menciptakan ilusi seolah-olah mereka hadir dalam dunia nyata.



Gambar 2. 8. Aplikasi Vuforia

2.2.4. Blender 3D

Blender adalah sebuah software sumber terbuka yang digunakan untuk menciptakan grafika 3D. Software ini memiliki berbagai fungsi, termasuk pembuatan film animasi, efek visual, model cetak 3D, aplikasi 3D interaktif, dan game. Blender dilengkapi dengan banyak fitur seperti pemodelan 3D, tekstur, penyunting gambar, simulasi cairan dan asap, simulasi partikel, animasi, penyunting video, pemahat digital, dan rendering.

Dalam jurnalnya (Ardhianto, Eka, dkk, 2012), dijelaskan bahwa Blender merupakan salah satu perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk menghasilkan konten multimedia, terutama dalam bentuk tiga dimensi. Blender memiliki beberapa keunggulan, antara lain:

a. Open Source

Blender adalah perangkat lunak open-source memungkinkan pengguna untuk mengubah kode sumbernya untuk kepentingan pribadi

atau komersial, selama tidak melanggar ketentuan dari GNU (General Public License).

b. Multi Platform

Dikarenakan bersifat sumber terbuka, Blender dapat diakses dan digunakan pada berbagai jenis sistem operasi, termasuk Linux, Mac OS, dan Windows.

c. Update

Karena Blender merupakan perangkat lunak sumber terbuka, pengembangan dapat dilakukan oleh siapa pun, sehingga pembaruan perangkat lunak ini dapat dilakukan dengan lebih cepat daripada perangkat lunak lainnya.

d. Free

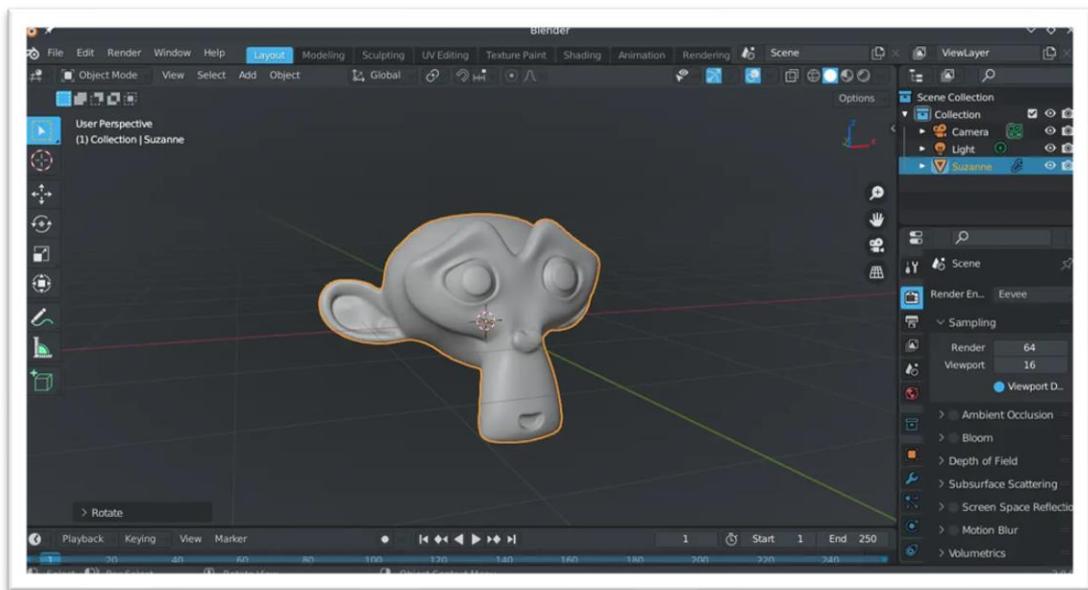
Blender adalah perangkat lunak yang tersedia tanpa biaya dan dapat digunakan oleh siapa saja.

e. Lengkap

Blender memiliki fitur yang lebih komprehensif daripada perangkat lunak 3D lainnya.

f. Ringan

Blender memiliki keunggulan dalam hal ringannya dibandingkan dengan perangkat lunak 3D lainnya. Ini terbukti dengan persyaratan sistem minimal yang rendah untuk menjalankannya.

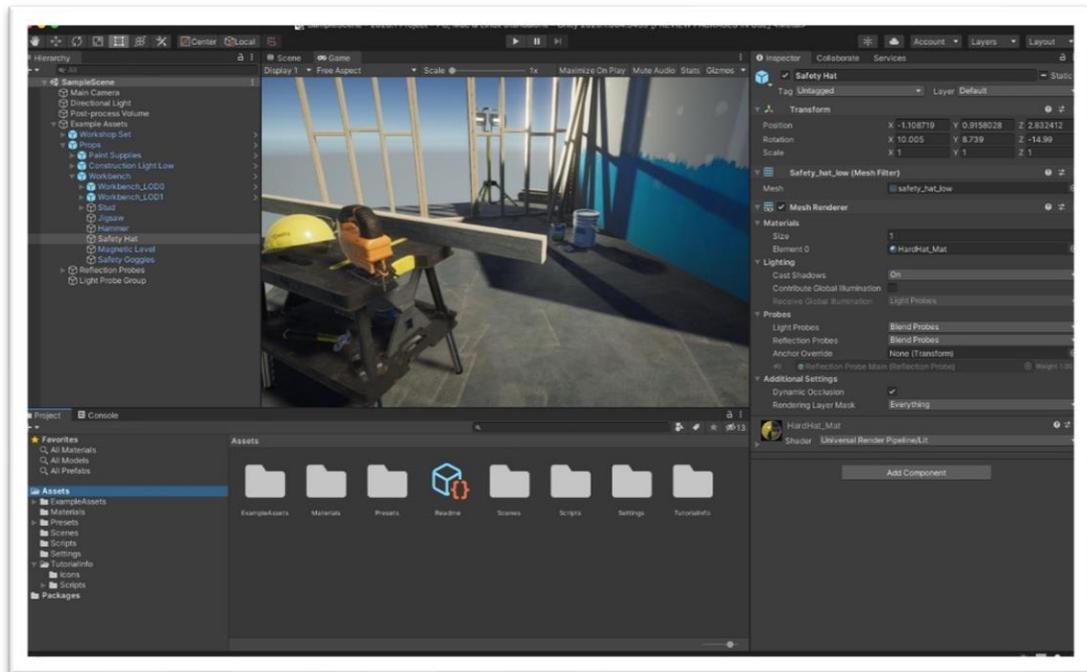


Gambar 2. 9. Aplikasi Blender

2.2.5. Unity

Unity ialah sebuah platform pengembangan permainan yang dapat digunakan di berbagai sistem. Dengan Unity, pengembang diperbolehkan untuk menciptakan permainan untuk berbagai platform, termasuk Standalone (.exe), web, Android, iOS iPhone, XBOX, dan PS3. Akan tetapi, untuk menerbitkan permainan ke platform khusus, pengguna diwajibkan untuk memegang lisensi. Meskipun begitu, Unity menyediakan versi gratis yang mengizinkan penerbitan ke Standalone (.exe) dan web. Saat ini, fokus pengembangan Unity terpusat pada teknologi Augmented Reality (AR). Agar dapat menggunakan lisensi, pengguna diharuskan untuk memperolehnya terlebih dahulu, misalnya dengan mengunduh perangkat lunak secara gratis dari situs web www.unity3d.com. Unity didesain untuk mempermudah pengembangan permainan multiplatform dengan antarmuka pengguna yang simpel. Visual dalam Unity menggunakan teknologi grafis maju seperti OpenGL dan DirectX. Selain itu, Unity mendukung berbagai format file yang umum digunakan dalam aplikasi seni. Platform ini juga dapat berjalan pada sistem operasi Mac OS X dan Windows versi 64-bit. Dengan Unity, pengembang

memiliki kemampuan untuk membuat permainan untuk berbagai platform termasuk Mac, Windows, Wii, iPhone, iPad, dan Android.



Gambar 2. 10. Aplikasi Unity

2.2.6. Android

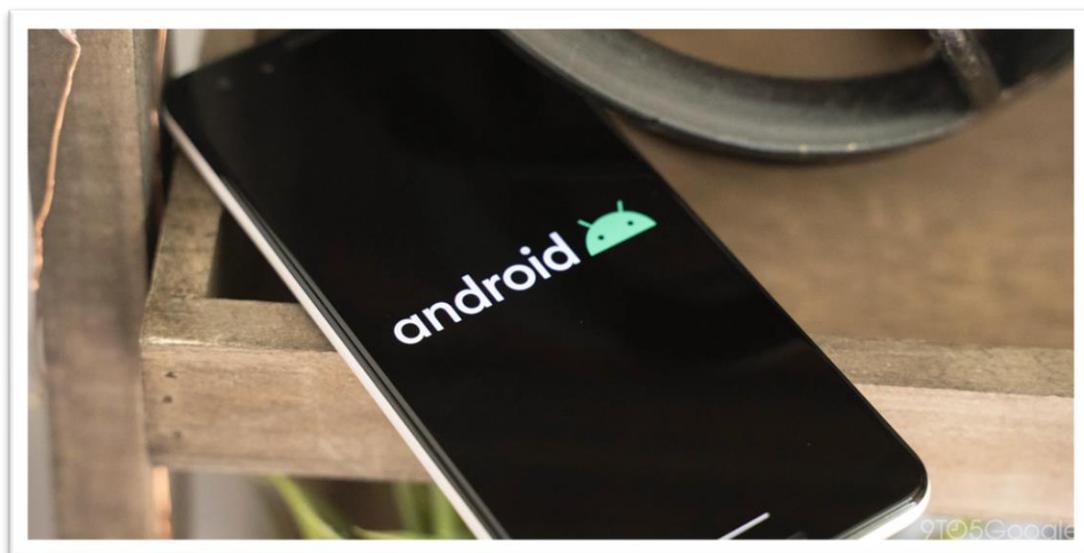
Android adalah sistem operasi mobile yang dikembangkan oleh Google, dirancang terutama untuk perangkat layar sentuh seperti smartphone dan tablet. Pertama kali diperkenalkan pada tahun 2008, Android telah mengalami banyak pembaruan dengan setiap versi membawa fitur-fitur baru dan peningkatan performa.

Versi Android:

1. **Android 1.0 (2008)** - Merupakan versi pertama Android dengan fitur dasar seperti aplikasi Google Maps, Gmail, dan YouTube.
2. **Android 1.5 Cupcake (2009)** - Memperkenalkan keyboard virtual, kemampuan merekam video, dan widget untuk layar utama.

3. **Android 2.2 Froyo (2010)** - Menambahkan dukungan untuk hotspot Wi-Fi portabel dan peningkatan performa dengan Dalvik JIT compiler ([Google Android](#)).
4. **Android 2.3 Gingerbread (2010)** - Fokus pada peningkatan antarmuka pengguna, dukungan NFC (Near Field Communication), dan manajemen baterai yang lebih baik ([Encyclopedia Britannica](#)).
5. **Android 3.0 Honeycomb (2011)** - Dirancang khusus untuk tablet, memperkenalkan antarmuka pengguna baru yang memanfaatkan layar yang lebih besar ([Google Android](#)).
6. **Android 4.0 Ice Cream Sandwich (2011)** - Menggabungkan elemen-elemen dari versi sebelumnya untuk tablet dan ponsel pintar, serta menambahkan fitur-fitur seperti kontrol data dan Android Beam ([Android Authority](#)) ([Google Android](#)).
7. **Android 4.1-4.3 Jelly Bean (2012-2013)** - Memperkenalkan Google Now, notifikasi yang lebih interaktif, dan peningkatan performa dengan "Project Butter" ([Android Authority](#)) ([Google Android](#)).
8. **Android 4.4 KitKat (2013)** - Mengoptimalkan sistem operasi untuk perangkat dengan RAM minimal 512 MB, memungkinkan ponsel murah menggunakan versi Android terbaru ([Android Authority](#)).
9. **Android 5.0 Lollipop (2014)** - Perubahan besar dalam desain antarmuka dengan "Material Design", dan fitur baru seperti notifikasi layar kunci dan dukungan multi-pengguna di ponsel ([Google Android](#)).
10. **Android 6.0 Marshmallow (2015)** - Menambahkan dukungan sensor sidik jari, Android Pay, dan fitur manajemen daya Doze ([Google Android](#)).
11. **Android 7.0 Nougat (2016)** - Memperkenalkan mode layar split dan peningkatan performa dengan JIT compiler baru serta dukungan untuk API Vulkan ([Android Authority](#)) ([Encyclopedia Britannica](#)).
12. **Android 8.0 Oreo (2017)** - Menambahkan fitur seperti mode gambar dalam gambar, notifikasi titik, dan optimasi baterai yang lebih baik ([Android Authority](#)).

13. **Android 9.0 Pie (2018)** - Mengusung navigasi berbasis gestur, kontrol waktu penggunaan aplikasi, dan fitur Adaptive Battery yang menghemat daya berdasarkan penggunaan aplikasi ([Encyclopedia Britannica](#)).
14. **Android 10 (2019)** - Perubahan besar dengan navigasi gestur sepenuhnya, tema gelap di seluruh sistem, dan peningkatan privasi serta keamanan ([Google Android](#)).
15. **Android 11 (2020)** - Fokus pada kontrol lebih baik atas perangkat rumah pintar, perpesanan, dan privasi pengguna ([Google Android](#)).
16. **Android 12 (2021)** - Memperkenalkan desain "Material You" yang lebih personalisasi, kontrol privasi yang lebih ketat, dan peningkatan performa ([Android Authority](#)).



Gambar 2. 11. Smartphone Android

2.2.7. Canva

Canva adalah platform desain grafis online yang memungkinkan pengguna membuat berbagai macam konten visual seperti poster, presentasi, dan media sosial. Canva pertama kali diluncurkan pada tahun 2013 oleh Melanie Perkins, Cliff Obrecht, dan Cameron Adams. Pada awalnya, Canva dirancang sebagai alat

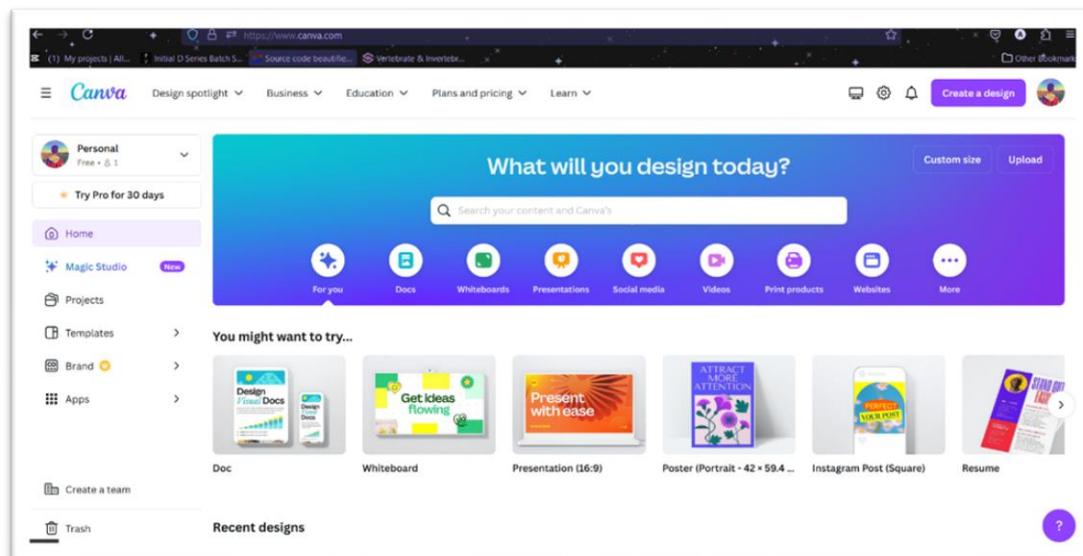
sederhana untuk membuat desain grafis dengan drag-and-drop yang dapat digunakan oleh siapa saja, bahkan tanpa latar belakang desain.

Sejak peluncurannya, Canva telah mengalami berbagai pembaruan dan penambahan fitur yang signifikan. Beberapa perkembangan penting dari versi pertama hingga yang terbaru meliputi:

1. **Peluncuran Awal (2013):** Versi pertama Canva menyediakan alat desain dasar dengan fitur drag-and-drop dan berbagai template yang siap digunakan.
2. **Integrasi Media Sosial (2015):** Canva mulai mengintegrasikan berbagai fitur untuk membuat desain yang dapat langsung diunggah ke platform media sosial.
3. **Canva Pro (2017):** Pengenalan versi berbayar, Canva Pro, yang menawarkan fitur tambahan seperti penyimpanan versi desain, kemampuan untuk menyimpan template kustom, dan akses ke koleksi elemen premium.
4. **Fitur Kolaborasi (2018):** Canva menambahkan fitur kolaborasi yang memungkinkan beberapa pengguna bekerja pada desain yang sama secara bersamaan.
5. **Canva for Enterprise (2019):** Ditujukan untuk bisnis besar, versi ini menawarkan fitur manajemen merek dan kontrol akses yang lebih baik.
6. **Canva Video (2020):** Pengenalan alat pengeditan video yang memungkinkan pengguna membuat konten video dengan mudah.
7. **Pembaruan Terbaru (2023-2024):** Termasuk peningkatan dalam alat pengeditan video, fitur otomatisasi desain berbasis AI, dan peningkatan kinerja aplikasi pada berbagai perangkat ([Uptodown](#)) ([Tella Recorder](#)).

Canva terus berkembang dengan menambahkan fitur-fitur baru dan meningkatkan fungsionalitas untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang beragam, dari individu hingga perusahaan besar. Untuk informasi lebih lanjut tentang versi terbaru Canva dan fitur-fiturnya, Anda bisa mengunjungi

situs resmi Canva atau platform distribusi aplikasi seperti Uptodown ([Uptodown](#)) ([Tella Recorder](#)).



Gambar 2. 12. Website Canva

2.2.8. Metode Groundplane

Metode groundplane di Unity adalah teknik yang digunakan untuk memetakan dan mengatur elemen-elemen di dunia virtual pada bidang datar atau tanah (ground plane). Unity adalah mesin game yang menyediakan berbagai alat untuk mengembangkan permainan dan aplikasi interaktif dengan penggunaan groundplane yang dapat membantu dalam penempatan objek dan pengelolaan ruang dalam dunia 3D.

Proses Kerja

1. **Penempatan Ground Plane:** Ground plane biasanya berupa objek datar yang ditempatkan di dunia 3D Unity sebagai referensi untuk penempatan objek lain.
2. **Interaksi dengan Objek:** Objek-objek lain seperti karakter, kendaraan, dan item dapat diatur untuk berinteraksi dengan ground plane, misalnya untuk

memastikan mereka berada pada ketinggian yang tepat atau mengikuti kontur tanah.

3. **Physics Engine:** Unity menggunakan mesin fisika untuk memastikan interaksi antara objek dan ground plane realistis, termasuk penanganan gravitasi, tumbukan, dan gesekan.
4. **Rendering dan Lighting:** Ground plane juga memainkan peran penting dalam rendering dan pencahayaan, mempengaruhi bagaimana bayangan dan cahaya berinteraksi dengan permukaan tanah dan objek di sekitarnya.

Aplikasi

Metode groundplane di Unity digunakan dalam berbagai jenis proyek, termasuk:

- **Permainan:** Untuk mengatur dan mengelola dunia permainan, seperti memastikan karakter dan objek tetap di atas tanah.
- **Aplikasi AR/VR:** Untuk menyediakan referensi visual dan fisik bagi pengguna dalam lingkungan augmented reality (AR) dan virtual reality (VR).
- **Simulasi:** Untuk membuat simulasi fisik yang realistis, seperti simulasi kendaraan atau simulasi robot.

Kelebihan:

- **Presisi:** Memungkinkan penempatan objek yang tepat di dunia virtual.
- **Realisme:** Meningkatkan realisme interaksi fisika di dunia 3D.
- **Kemudahan Penggunaan:** Unity menyediakan alat dan fitur yang memudahkan penggunaan ground plane dalam pengembangan.

Kekurangan:

- **Kompleksitas:** Memerlukan pemahaman mendalam tentang Unity dan mesin fisika untuk penggunaan optimal.
- **Keterbatasan Kustomisasi:** Terkadang, penyesuaian ground plane untuk kebutuhan khusus bisa kompleks dan membutuhkan pemrograman tambahan.

2.2.9. Hewan

Hewan atau yang juga disebut dengan binatang merupakan organisme yang di klarifikasikan dalam kerajaan Animalia atau meta zoa, adalah salah satu dari berbagai makhluk hidup di bumi. Sebutan lainnya adalah fauna dan margasatwa. banyak (Hewan dalam pengertian sistematika modern mencakup hanya kelompok ber-sel multiselular) dan terorganisasi dalam fungsi-fungsi yang berbeda (jaringan), sehingga kelompok ini disebut juga histozoa. Semua binatang heterotroph, artinya tidak membuat energi sendiri, tetapi harus mengambil dari lingkungan sekitarnya. Dalam kamus Bahasa Indonesia, hewan didefinisikan sebagai makhluk yang bernyawa dan mampu bergerak atau berpindah tempat serta mampu bereaksi terhadap rangsangan tetapi tidak berakal budi.

Berdasarkan klasifikasinya, hewan atau binatang ini terbagi menjadi 2 kelompok besar, diantaranya adalah Vertebrata yaitu hewan yang memiliki tulang belakang dan Invertebrata merupakan hewan yang tidak memiliki tulang belakang. Pada dasarnya, klarifikasi hewan yang menjadi Vertebrata dan Invertebrata ini merupakan klasifikasi berdasarkan struktur tubuh hewan atau binatang.

A. Invertebrata

Invertebrata adalah jenis hewan yang tidak memiliki tulang belakang atau tulang punggung. Hewan-hewan yang tergolong dalam invertebrata dibagi lagi menjadi beberapa jenis, yakni:

1. Cnidaria

Cnidaria adalah filum hewan invertebrata yang mencakup sekitar 11.000 spesies, termasuk ubur-ubur, anemon laut, dan karang. Organisme dalam filum ini dikenal karena memiliki sel khusus yang disebut **cnidocytes**, yang mengandung struktur penyengat (nematosis) yang digunakan untuk pertahanan dan menangkap mangsa. Cnidaria memiliki tubuh dengan simetri

radial, artinya tubuh mereka tersusun melingkar di sekitar titik pusat.

Cnidaria hidup terutama di lingkungan laut dan memiliki dua bentuk utama dalam siklus hidupnya: **polip** (bentuk menempel, seperti pada anemon) dan **medusa** (bentuk berenang bebas, seperti pada ubur-ubur). Mereka adalah organisme yang penting secara ekologis, terutama karang yang membentuk terumbu karang, yang merupakan salah satu ekosistem paling kaya di lautan.

Ciri-Ciri Utama Cnidaria:

- **Simetri Radial:** Tubuh mereka memiliki simetri radial, yang berarti bagian tubuh mereka tersusun melingkar di sekitar pusat.
- **Dua Bentuk Tubuh:** Mereka memiliki dua bentuk tubuh utama: **polip** (bentuk menempel, seperti anemon) dan **medusa** (bentuk bebas berenang, seperti ubur-ubur).
- **Sistem Saraf Sederhana:** Cnidaria memiliki sistem saraf sederhana tanpa otak yang terdiri dari jaringan saraf yang disebut **nerve net**.
- **Reproduksi Seksual dan Aseksual:** Mereka bisa bereproduksi baik secara seksual maupun aseksual. Banyak spesies memiliki siklus hidup yang melibatkan kedua bentuk reproduksi.

Habitat dan Ekologi:

Cnidaria hidup terutama di lingkungan laut, meskipun beberapa spesies juga ditemukan di air tawar. Mereka memainkan peran penting dalam ekosistem laut, terutama karang yang membentuk terumbu karang, yang merupakan habitat bagi banyak spesies laut.



Gambar 2. 13. Ubur-ubur

2. Mollusca

Mollusca adalah filum hewan invertebrata yang sangat beragam, mencakup lebih dari 85.000 spesies yang diketahui, termasuk siput, kerang, cumi-cumi, dan gurita. Mollusca dikenal sebagai hewan bertubuh lunak, dengan sebagian besar spesies memiliki cangkang keras yang terbuat dari kalsium karbonat, meskipun tidak semua memiliki cangkang. Mereka merupakan salah satu kelompok hewan terbesar dan paling bervariasi di dunia.

Ciri-Ciri Utama Mollusca:

- a. **Tubuh Lunak:** Tubuh mollusca lunak dan biasanya dilindungi oleh cangkang eksternal, meskipun beberapa, seperti gurita, tidak memiliki cangkang.
- b. **Tiga Bagian Tubuh Utama:**
 - **Kaki:** Digunakan untuk pergerakan.

- **Massa Visceral:** Mengandung organ-organ internal seperti jantung, pencernaan, dan reproduksi.
 - **Mantel:** Lapisan yang menutupi massa visceral dan dapat mengeluarkan cangkang pada beberapa spesies.
- c. **Radula:** Struktur seperti lidah yang dipenuhi gigi kecil, digunakan untuk makan oleh sebagian besar mollusca (tidak ada pada bivalvia seperti kerang).
- d. **Sistem Saraf:** Bervariasi dari sistem sederhana pada siput hingga sistem saraf yang sangat kompleks pada cephalopoda seperti gurita dan cumi-cumi.

Habitat Utama Mollusca:

- **Laut:** Mayoritas mollusca hidup di lingkungan laut, termasuk di laut dalam hingga zona pasang surut.
- **Air Tawar:** Beberapa spesies, seperti keong air tawar, hidup di sungai, danau, dan kolam.
- **Darat:** Beberapa spesies, seperti siput darat, telah beradaptasi untuk hidup di lingkungan terestrial.



Gambar 2. 14. Siput



Gambar 2. 15. Gurita

3. Arthropoda

Arthropoda adalah filum terbesar dalam kerajaan hewan, mencakup lebih dari satu juta spesies yang diketahui, termasuk serangga, araknida (seperti laba-laba dan kalajengking), krustasea (seperti kepiting dan udang), serta myriapoda (seperti kelabang dan kaki seribu). Arthropoda dikenal karena tubuhnya yang tersegmentasi dan eksoskeleton keras yang terbuat dari kitin.

Ciri-Ciri Utama Arthropoda:

1. **Tubuh Bersegmen:** Tubuh arthropoda terdiri dari segmen-segmen yang dapat dibedakan, biasanya dikelompokkan menjadi tiga bagian utama: kepala, dada (thorax), dan perut (abdomen).
2. **Eksoskeleton:** Tubuh mereka dilindungi oleh eksoskeleton keras yang terbuat dari kitin, yang harus dilepaskan melalui proses **molting** untuk memungkinkan pertumbuhan.

3. **Kaki Beruas-Ruas:** Arthropoda memiliki kaki beruas-ruas yang digunakan untuk bergerak, menangkap mangsa, atau pertahanan.
4. **Sistem Saraf:** Mereka memiliki sistem saraf ventral dengan otak kecil yang terletak di kepala dan tali saraf yang berjalan di sepanjang tubuh.
5. **Sistem Sirkulasi Terbuka:** Darah (hemolimfa) tidak selalu berada di dalam pembuluh darah tetapi mengisi rongga tubuh dan mengelilingi organ-organ.

Habitat Utama Arthropoda:

- **Daratan:** Sebagian besar arthropoda, termasuk serangga, laba-laba, dan myriapoda, hidup di berbagai habitat daratan, dari hutan hingga gurun.
- **Air Tawar:** Banyak krustasea, seperti udang dan kepiting, hidup di air tawar, termasuk sungai dan danau.
- **Laut:** Beberapa krustasea seperti kepiting laut, udang, dan lobster hidup di lingkungan laut, mulai dari zona pasang surut hingga laut dalam.
- **Udara:** Beberapa serangga, seperti kupu-kupu dan lebah, memiliki kemampuan terbang dan menghabiskan sebagian besar hidupnya di udara.



Gambar 2. 16. Kalajengking



Gambar 2. 17. Laba-laba

4. Annelida

Annelida adalah filum hewan invertebrata yang mencakup cacing bersegmen, seperti cacing tanah, lintah, dan cacing laut polychaeta. Mereka dikenal karena tubuhnya yang tersegmentasi secara berulang-ulang, di mana setiap segmen memiliki struktur

internal yang hampir sama, memberikan mereka fleksibilitas dan kemampuan untuk bergerak secara efisien.

Ciri-Ciri Utama Annelida:

1. **Tubuh Bersegmen:** Tubuh Annelida terdiri dari segmen-segmen yang seragam, di mana setiap segmen umumnya memiliki organ internal yang serupa, termasuk pembuluh darah, saraf, dan struktur ekskresi.
2. **Sistem Saraf:** Mereka memiliki sistem saraf sederhana dengan otak kecil yang terletak di bagian anterior dan tali saraf ventral yang berjalan sepanjang tubuh.
3. **Sistem Sirkulasi Tertutup:** Annelida memiliki sistem sirkulasi tertutup, di mana darah mengalir melalui pembuluh darah dan mengedarkan oksigen serta nutrisi ke seluruh tubuh.
4. **Setae:** Banyak Annelida memiliki setae atau bulu-bulu kecil di setiap segmen, yang membantu dalam pergerakan atau menggali tanah.
5. **Respirasi:** Respirasi umumnya terjadi melalui kulit, meskipun beberapa spesies memiliki insang.

Habitat Utama Annelida:

- **Tanah:** Cacing tanah adalah contoh umum Annelida yang hidup di tanah, di mana mereka berperan penting dalam penguraian bahan organik dan aerasi tanah.
- **Air Tawar:** Beberapa Annelida, seperti lintah, hidup di habitat air tawar, termasuk danau, sungai, dan kolam.

Laut: Annelida juga ditemukan di lingkungan laut, terutama cacing polychaeta, yang hidup di dasar laut, terumbu karang, atau di dalam sedimen.



Gambar 2. 18. Cacing Tanah



Gambar 2. 19. Lintah

5. Echinodermata

Echinodermata adalah filum hewan invertebrata laut yang mencakup sekitar 7.000 spesies, termasuk bintang laut, bulu babi, lili laut, teripang, dan bintang ular. Nama "Echinodermata" berarti "kulit berduri," yang menggambarkan sebagian besar anggota filum ini yang memiliki permukaan tubuh berduri atau bertekstur keras. Mereka dikenal karena memiliki sistem simetri radial lima bagian dan kemampuan regenerasi yang luar biasa.

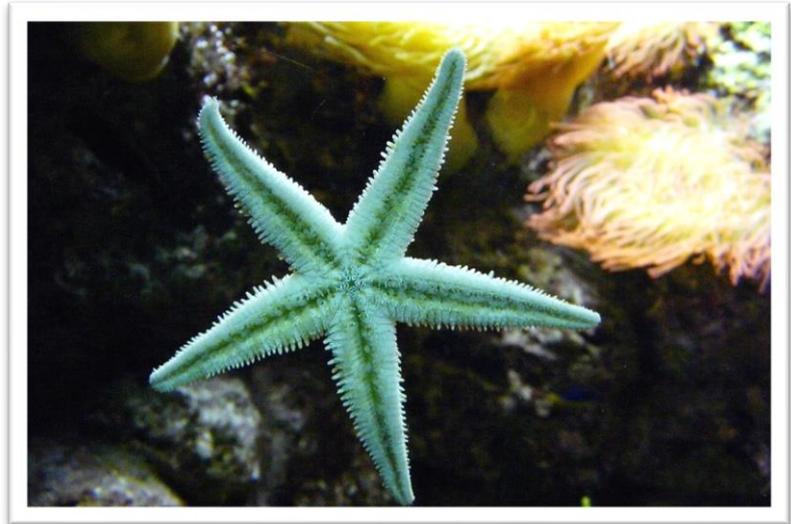
Ciri-Ciri Utama Echinodermata:

1. **Sistem Simetri Radial:** Echinodermata dewasa memiliki simetri radial yang biasanya berjumlah lima (pentaradial), meskipun larva mereka memiliki simetri bilateral.
2. **Endoskeleton:** Mereka memiliki endoskeleton yang terbuat dari lempeng-lempeng kalsium karbonat, sering kali dengan duri atau benjolan pada permukaan tubuh.
3. **Sistem Vaskular Air:** Echinodermata memiliki sistem vaskular air unik yang berfungsi untuk pergerakan, pernapasan, dan pencernaan. Sistem ini termasuk jaringan saluran yang dihubungkan dengan tabung kaki yang dapat bergerak.
4. **Regenerasi:** Banyak echinodermata memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi, misalnya, bintang laut dapat menumbuhkan kembali lengan yang hilang.
5. **Tidak Ada Otak:** Echinodermata tidak memiliki otak, tetapi mereka memiliki sistem saraf sederhana yang terdiri dari cincin saraf di sekitar mulut dan saraf radial yang mengalir ke setiap lengan atau bagian tubuh.

Habitat Utama Echinodermata:

- **Laut:** Echinodermata adalah organisme laut eksklusif yang ditemukan di berbagai lingkungan laut, mulai dari zona pasang surut hingga dasar laut dalam.
- **Terumbu Karang:** Beberapa spesies, seperti bulu babi dan bintang laut, sering ditemukan di terumbu karang di mana mereka berperan penting dalam ekosistem, termasuk dalam mengontrol populasi alga.
- **Dasar Laut:** Teripang dan beberapa bintang laut menghuni dasar laut, di mana mereka bertindak sebagai pengurai dan

pemakan detritus, membantu menjaga kesehatan ekosistem laut.



Gambar 2. 20. Bintang Laut



Gambar 2. 21. Bulu Babi