

Transformasi Digital dalam Merancang Oseanarium sebagai Strategi Membangun Destinasi Wisata Populer

Sidi Ahyar Wiraguna^{1*}, L.M.F Purwanto²

1 Students of the Architecture Doctoral Study Program Majoring Digital Architecture at Soegijapranata Catholic University Semarang

2 Lecturer Of Architecture Doctoral Study Program Majoring Digital Architecture at Soegijapranata Catholic University Semarang, Indonesia

*Email: w.wiraguna24@gmail.com

Abstrak

Oseanarium merupakan destinasi wisata populer di Indonesia. Artikel ini membahas transformasi digital dalam merancang oseanarium terkini. Metode penelitian melibatkan survei dan observasi ke 2 lokasi oseanarium utama di Jakarta, satu oseanarium di Singapura dan satu lagi di Siam Paragon Bangkok, guna mendapatkan gambaran tentang operasional, dan implementasi teknologi digital. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan pengalaman penulis sebagai desainer publik Akuarium dan selama 20 tahun sebagai pengelola di salah satu publik akuarium di kawasan Jakarta. Strategi saat ini harus menggunakan teknologi IoT untuk sistem manajemen energi pintar dan pemantauan lingkungan akuatik. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi interaktif di banyak lokasi dapat memberikan pengalaman edukasi yang menarik dan tak terlupakan bagi para pengunjung. Salah satu teknologi yang menarik dan disukai bagi pengunjung adalah penggunaan teknologi hologram, pengunjung dapat merasakan sensasi berada di dalam laut dan berinteraksi dengan hewan-hewan laut dalam lingkungan virtual yang realistis. Hal ini meningkatkan pemahaman mereka tentang kehidupan akuatik dan nilai melindungi lingkungan laut. Transformasi digital ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional oseanarium, tetapi juga memperkaya pengalaman pengunjung melalui penerapan teknologi interaktif. Dengan mengimplementasikan rencana ini, diharapkan oseanarium di Indonesia akan memperluas dan menghasilkan manfaat bagi kelestarian ekosistem laut, meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang biologi biota laut, dan memberikan pengalaman berkualitas tinggi bagi pengunjung.

Kata Kunci: Transformasi, Digital; Oseanarium; Strategi Terkini; Efisiensi Operasional

Abstract

Oceanarium is a popular tourist destination in Indonesia. This article discusses digital transformation in designing recent oceanariums. The research method involves surveys and observations to 2 major oceanarium locations in Jakarta, one oceanarium in Singapore and one in Bangkok's Siam Paragon, to get an overview of operations, and implementation of digital technology. In addition, this research also integrates the author's experience as a public aquarium designer and for 20 years as a manager in one of the public aquariums in the Jakarta area. The present strategy must use IoT technologies for smart energy management systems and aquatic environment monitoring. The findings demonstrate that the use of interactive technology in many locations can provide guests with an engaging and unforgettable educational experience. One of the technologies that is interesting and preferred by visitors is the use of hologram technology, visitors can feel the sensation of being in the sea and interact with marine animals in a realistic virtual environment. This enhances their understanding of marine flora and fauna and the importance of preserving the marine environment. This digital transformation not only improves the operational efficiency of the oceanarium, but also enriches the visitor experience through the application of interactive technology. By implementing this plan, it is expected that oceanariums in Indonesia will grow even more and positively impact the preservation of the marine ecosystem, increase public knowledge of marine biology, and provide a high-quality experience for visitors.

Keywords: "Transformation, Digital; Oceanarium; Current Strategy; Operational Efficiency"

Pendahuluan

Oseanarium, sebagai destinasi wisata unggulan di Indonesia, terus mengalami pertumbuhan. Keberagaman hayati laut yang luar biasa di Indonesia menciptakan peluang besar untuk pengembangan oseanarium sebagai sarana konservasi, edukasi dan rekreasi (*edutainment*) (Qomariyah et al., 2021). Meskipun begitu, pengelolaan operasional oseanarium tidak lepas dari tantangan kompleks, terutama dengan meningkatnya kebutuhan dan ekspektasi pengunjung. Seiring dengan perkembangan teknologi digital,

oseanarium di Indonesia berada di persimpangan untuk mengadopsi transformasi digital guna meningkatkan efisiensi operasionalnya.

Transformasi digital telah menjadi paradigma baru dalam industri pariwisata (Pratama, 2022). Oseanarium sebagai bagian integral dari sektor ini tidak terkecuali. Perubahan dalam preferensi pengunjung, ekspektasi yang meningkat, dan persaingan yang ketat memaksa Oseanarium untuk terus berinovasi. Oseanarium yang ada di Jakarta khususnya, dan beberapa yang ada di luar negeri

seperti Singapura dan Siam Paragon yang pernah penulis amati serta observasi masih terbatas dalam mengimplementasikan teknologi digital, hal ini terkendala masalah biaya yang masih relatif tinggi. Selain itu *display* akuarium yang bersifat pasif saat ini masih dipandang menarik oleh pengunjung.

Transformasi teknologi digital dalam merancang muncul menawarkan solusi jitu yang relevan untuk menjaga daya tarik dan relevansi Oseanarium. Melalui penggunaan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *augmented reality* (AR), dan *virtual reality* (VR). Hasil rancangan oseanarium yang menerapkan IoT dapat memberikan pengalaman yang tak terlupakan kepada pengunjung, sambil berperan aktif dalam pelestarian lingkungan laut (Khairunnisa et al., 2021). Dalam konteks ini, penelitian ini akan mengeksplorasi implementasi teknologi digital sebagai strategi terkini dalam merancang Oseanarium yang tetap menjadi destinasi wisata unggulan.

Di era globalisasi dan daya saing yang semakin meningkat, penerapan teknologi IoT (*Internet of Things*) dalam pengelolaan lingkungan akuatik oseanarium menjadi hal yang krusial. Teknologi ini memungkinkan pengukuran *real-time* terhadap parameter lingkungan, seperti, Suhu udara, kualitas udara, testimoni pengunjung, *record* dan kontrol jumlah pengunjung, parameter kualitas air, suhu air, dan keberlanjutan hayati (Rumampuk et al., 2022). Pemanfaatan sensor-sensor, kamera pintar ini memberikan data yang akurat dan dapat diandalkan, sehingga memungkinkan pengelola untuk merespons dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan sekitar oseanarium, serta menjaga kenyamanan, keamanan, keselamatan dan keseimbangan ekosistem di dalam oseanarium.

Selain itu, pendekatan transformasi digital juga melibatkan implementasi sistem manajemen energi cerdas untuk mengoptimalkan penggunaan daya listrik dan mengurangi dampak lingkungan (Pandiyan et al., 2023). Pengelolaan sumber daya energi yang efisien bukan hanya berkontribusi pada penghematan biaya operasional, tetapi juga menciptakan oseanarium yang berkelanjutan secara ekologis. Sejalan dengan itu, analisis data operasional oseanarium menggunakan teknologi algoritma digital yang dapat memberikan wawasan tambahan untuk meningkatkan efektivitas strategi pengelolaan.

Keberhasilan merancang oseanarium yang mengimplementasikan teknologi digital juga terletak pada kemampuannya untuk memberikan pengalaman baru bagi pengunjung yang menarik dan edukatif. Oleh karena itu, penerapan teknologi interaktif dalam berbagai aspek terkini merupakan keharusan (Indartiwi et al., 2020). Tak terkecuali oseanarium, mulai dari *display* hingga program edukasi, menjadi kunci untuk meningkatkan daya tarik dan memberikan nilai tambah kepada pengunjung. Dengan memadukan inovasi teknologi digital dan keberagaman biota hayati

laut yang dimiliki Indonesia, Dengan mengimplementasikan rencana ini, diharapkan oseanarium di Indonesia akan memperluas dan menghasilkan manfaat bagi kelestarian ekosistem laut. (Sari et al., 2023).

Dalam konteks ini, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menjelaskan dampak positif dari transformasi digital dalam mengoptimalkan merancang oseanarium di Indonesia, tetapi juga untuk memberikan landasan strategis bagi pengembangan masa depan dalam industri ini. Dengan mengintegrasikan teknologi terkini, terhadap *life fish* akuarium dapat memainkan peran penting dalam pelestarian lingkungan dan biota laut, pendidikan masyarakat, dan pertumbuhan ekonomi sektor pariwisata Indonesia. Melalui analisis mendalam ini, kita dapat memahami bahwa transformasi digital bukan hanya sebuah tren, tetapi suatu keharusan untuk meningkatkan daya saing dan keberlanjutan oseanarium di era modern ini.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan proses tinjauan literatur. Data-data sepenuhnya diperoleh dari literatur-literatur referensi yang berkaitan dengan teknologi arsitektur digital dengan interpretasi penulis yang diikuti dengan beberapa contoh penelitian tentang teknologi arsitektur digital dan pembahasannya. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di salah satu akuarium yang terdapat pada oseanarium utama di Jakarta. Survei ini melibatkan analisis data operasional terhadap konsumsi energi listrik, pemantauan langsung di lapangan, dan interaksi dengan pihak pengelola oseanarium. Penelitian ini juga memanfaatkan data historis dan perkembangan teknologi terkini dalam bidang oseanarium yang ada di Jakarta sebagai dasar untuk mengevaluasi strategi penerapan desain teknologi digital yang akan diimplementasikan.

Hasil dan Diskusi

1. Signifikansi Transformasi Digital pada Oseanarium:

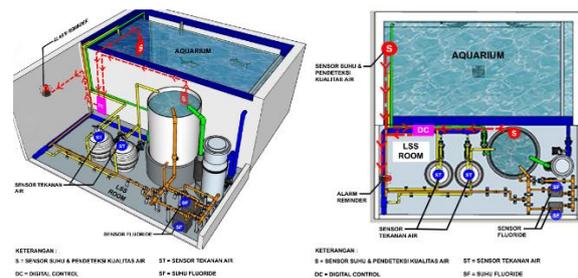
Transformasi digital dalam operasional oseanarium memiliki signifikansi yang mendalam (Kurniawan et al., 2021). Implementasi teknologi IoT memungkinkan pemantauan lingkungan akuatik secara *real-time*, memberikan kontribusi positif pada kesehatan dan keseimbangan ekosistem di dalam oseanarium (Zainul M et al., 2022). Dengan sistem manajemen energi cerdas, pengelola dapat mengoptimalkan penggunaan daya listrik, mengurangi biaya operasional, dan menciptakan lingkungan

oseanarium yang berkelanjutan secara ekologis (Putri, 2023).

Tabel 1. Implementasi IoT untuk Pemantauan pada Area Akuatik (akuarium dan BOH khusus akuarium) secara *real time*.

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Implementasi sensor Suhu air, PH, nitrat, nitrit dan salinitas, pada seluruh akuarium, pengaturan awal sensor suhu, PH, nitrat, nitrit dan salinitas di sesuai dengan kebutuhan masing-masing biota. Jumlah sensor disesuaikan dengan jumlah, ukuran besar kecilnya atau kapasitas air serta luas setiap akuarium. <p>Pada bagian ini kontrol sensor menjadi sangat penting karena persentase konsumsi energi listrik paling besar.</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementasi sensor on-of pada <i>Life Support System</i>, Pompa dan Filter untuk mengetahui pompa atau filter bekerja secara normal atau tidak. Implementasi sensor kontrol terhadap suhu Udara, kelembaban udara pada Ruang utama <i>display</i> dan kantor pengelola dan ruangan terkait. <p>Sensor ini digunakan untuk memantau dan mengontrol kondisi suhu dan kelembaban dalam ruangan, kantor, atau fasilitas lainnya. Sangat penting</p> | <p>Estimasi Kebutuhan Sensor</p> <ul style="list-style-type: none"> Kapasitas volume air akuarium s/d 1m³ dipasang 1 sensor Kapasitas volume air akuarium 1,1 m³ s/d 3 m³ dipasang 2 sensor Kapasitas volume air akuarium 3,1 m³ s/d 5 m³ dipasang 3 sensor Kapasitas volume air akuarium 5,5 m³ s/d 8 m³ dipasang 5 sensor Kapasitas volume air akuarium 8,1 m³ s/d 10 m³ dipasang 5 sensor Kapasitas volume air akuarium melebihi 10 m³ memerlukan analisis tersendiri menyesuaikan jenis biota dan desain bentuk akuarium. Sensor dipasang pada setiap set unit pompa dan filter, untuk mengetahui apakah <i>flow rate output</i> dan input bekerja normal atau ada gangguan. Jika ada gangguan maka sensor akan memberikan sinyal di lokasi tersebut, maupun di <i>connect</i> ke sistem kontrol pada ruang pusat monitor. Sensor yang dipasang adalah tipe sensor yang membaca tingkat suhu ruangan, Termistor: Sensor ini mengukur suhu berdasarkan perubahan resistansi dalam material semikonduktor. Sangat sensitif dan akurat untuk rentang perubahan atas suhu terbatas. Sensor Kelembaban Kapasitif: Mengukur kelembaban berdasarkan perubahan kapasitif. |
|---|--|

| | |
|--|---|
| <p>untuk menjaga kenyamanan dan juga digunakan dalam aplikasi yang lebih spesifik seperti ruang server data.</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementasi sensor <i>on-off</i> Pencahayaan di BOH/ruang <i>service</i> Oseanarium. | <ul style="list-style-type: none"> Sensor Kelembaban Resistif: Menggunakan perubahan resistansi listrik untuk mengukur kelembapan. Tipe Sensor yang dipasang adalah sensor gerak, di mana jika ada karyawan atau aquaris, kurator yang masuk maka lampu akan menyala secara otomatis. |
|--|---|



Gambar 1. Penempatan Sensor pada *Life Support System* (LSS) untuk Akuarium

2. Efektivitas Sistem Manajemen Energi Cerdas:

Sistem manajemen energi cerdas membuktikan efektivitasnya dalam mengoptimalkan penggunaan daya Listrik (Ameur et al., 2023). Analisis data operasional menunjukkan bahwa penghematan biaya operasional dapat dicapai melalui pengaturan yang tepat pada perangkat dan fasilitas. Ini tidak hanya memberikan keuntungan finansial, tetapi juga mendukung keberlanjutan oseanarium sebagai destinasi wisata (Ernawati et al., 2022).

Tabel 2. Data Penggunaan Konsumsi Energi Listrik pada Oseanarium di Jakarta.

Sumber: pribadi penulis 2023

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Konsumsi Energi Listrik untuk Pendingin Udara. <i>Life Support System</i> Pompa dan Filter. | <ul style="list-style-type: none"> Kurang lebih: 30% dari total konsumsi energi (on selama 8,5 jam operasional: jam 9:30 pagi- 17:00). Kurang lebih: 45% (on, nonstop selama 24jam sehari dan 365 hari dalam satu tahun). berkisar antara: 15 dari total konsumsi energi. Kurang lebih: 15 dari total konsumsi energi. (on selama 8,5 jam |
|--|--|

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Pencahayaan di dalam Oseanarium dan Kantor • Lain-lain | <p>operasional: jam 9:30 pagi- 17:00).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sebesar 10% dari total konsumsi energi. |
|---|--|

3. Peran Oseanarium dalam Pendidikan Masyarakat dan Transformasi Digital dalam Perancangan Oseanarium sebagai Wisata Populer:

Oseanarium, melalui transformasi digitalnya, memiliki peran krusial dalam pendidikan masyarakat. Penggunaan teknologi untuk menyajikan informasi mengenai flora dan fauna laut secara interaktif di harapkan dapat meningkatkan daya tarik pengunjung yang mencari pengalaman belajar yang menarik dan berkesan (Akbar et al., 2020). Banyak oseanarium terlibat dalam penelitian ilmiah tentang lingkungan laut dan spesies-spesies yang hidup di dalamnya. Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat, oseanarium berperan penting dalam mendidik masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan laut (Harjiyatni, 2001). Melalui program edukasi, pameran interaktif, dan presentasi, mereka meningkatkan kesadaran tentang kerusakan lingkungan laut dan cara melindunginya. Hal ini dapat memotivasi orang untuk mengambil tindakan konservasi (Zeppel, Heather).

Penerapan teknologi digital, informasi tentang kehidupan laut disajikan secara interaktif, dalam upaya menarik lebih banyak pengunjung yang mencari pengalaman edukasi yang menarik dan tak terlupakan. (Oncioiu & Priescu, 2022). Oseanarium tidak hanya sebagai sarana rekreasi, tetapi juga dapat menjadi pusat penelitian ilmiah yang mendalam tentang lingkungan laut dan berbagai spesies yang mendiami habitat tersebut.

Melalui transformasi teknologi digital interaktif, oseanarium berperan dalam mendidik masyarakat tentang pentingnya menjaga keberlanjutan lingkungan laut (Tarng et al., 2008). Program edukasi, aktivitas interaktif, dan presentasi yang diselenggarakan oleh oseanarium meningkatkan kesadaran tentang dampak kerusakan lingkungan laut dan cara-cara untuk melindunginya. Ini tidak hanya sekadar pengetahuan, tetapi juga motivasi bagi masyarakat untuk terlibat aktif dalam upaya konservasi (Wyles et al., 2013).

Implementasi teknologi interaktif dalam merancang *display* oseanarium terbaru merupakan ide yang inovatif. Kombinasi antara *display* pasif, seperti biota hidup dalam akuarium yang hanya dapat dilihat dan dibaca melalui *signage*, dengan elemen interaktif yang memungkinkan pengunjung untuk mendapatkan informasi detail tentang biota laut seperti nama, spesies, jenis kelamin, makanan, ukuran terbesar, dan informasi lain dapat dengan mudah diketahui hanya dengan menyentuh layar. Informasi ini kemudian

ditampilkan melalui gambar hologram yang nyata dan disajikan dengan audio serta video, menciptakan pengalaman yang mendalam dan memikat.

Dalam merancang oseanarium, penggunaan teknologi digital tidak hanya memperkaya pengalaman pengunjung tetapi juga mengukuhkan posisi oseanarium sebagai destinasi wisata yang populer (Ferretti et al., 2020). Hubungan antara transformasi digital, perancangan, dan popularitas wisata pada oseanarium dapat dilihat melalui implementasi beberapa teknologi inovatif (Cudai Nur et al., 2023).

Penerapan film empat dimensi (4D) di oseanarium memungkinkan pengunjung untuk merasakan sensasi fisik yang menyertai tontonan visual yang mereka saksikan. Ini menciptakan pengalaman yang lebih imersif, seolah-olah pengunjung benar-benar berada di dalam habitat laut yang ditampilkan (Walcutt et al., 2019). Misalnya, saat menonton film tentang kehidupan di terumbu karang, kursi yang bergerak dan efek-efek seperti semprotan air atau angin dapat meningkatkan pengalaman visual tersebut.

Selain itu, Realitas virtual (VR) dan realitas tertambah (AR) adalah dua teknologi yang semakin menonjol dalam desain oseanarium modern. VR memungkinkan pengunjung untuk "menyelam" ke dalam lingkungan laut virtual tanpa harus basah (Bruno et al., 2018). Dengan memakai Headset VR, pengguna bisa menjelajahi dunia bawah laut digital, berenang bersama paus, atau melihat ikan pari manta dari dekat. Sementara itu, AR menghadirkan lapisan informasi digital ke atas pandangan nyata pengunjung. Contohnya, melalui aplikasi pada *smartphone*, pengunjung bisa melihat informasi detail tentang spesies ikan yang mereka lihat di akuarium.

Teknologi interaktif lainnya meliputi sensor gerak yang memungkinkan pengunjung untuk berinteraksi dengan tampilan tanpa kontak fisik (Iqbal & Campbell, 2021). Ini sangat berguna untuk pengalaman pendidikan dan konservasi, memungkinkan pengunjung belajar tentang kehidupan laut melalui aktivitas yang menyenangkan dan interaktif.

Dengan memanfaatkan teknologi-teknologi tersebut, oseanarium tidak hanya mendidik masyarakat tentang keanekaragaman hayati laut dan pentingnya konservasi, tapi juga meningkatkan kunjungan wisata berkat pengalaman unik yang ditawarkan. Dengan demikian, transformasi digital dalam perancangan oseanarium mendukung penciptaan dan pemeliharaan destinasi wisata yang populer, menjadikan tempat-tempat ini lebih dari sekadar tempat melihat ikan, namun menjadi pusat edukasi dan interaksi yang dinamis antara manusia dan habitat laut (Kelly et al., 2022).

Dengan teknologi interaktif ini, diharapkan akan meningkatkan minat baca dan keingintahuan pengunjung tentang ekosistem laut secara lebih

mendalam. Pengalaman yang disajikan tidak hanya mendidik tetapi juga memukau, memfasilitasi pembelajaran melalui pengalaman yang imersif dan mengesankan. Dengan demikian, implementasi teknologi digital interaktif pada rancangan I oseanarium terkini sangat penting dan menarik, sejalan dengan kebutuhan edukasi modern yang mengutamakan interaktivitas dan pengalaman belajar yang menyeluruh.



Gambar 2. Implementasi Teknologi Digital Interaktif untuk menyajikan informasi mengenai flora dan fauna laut



Gambar 3. Implementasi Teknologi Digital Interaktif Hologram untuk Menyajikan Informasi mengenai Flora Ddn Fauna Laut
Sumber: (MAQ, 2018).



Gambar 4. Penggunaan Teknologi Interaktif untuk Menyajikan Informasi mengenai Flora dan Fauna Laut

4. Masa Depan Oseanarium Indonesia yang Berkelanjutan:

Transformasi digital telah diidentifikasi sebagai landasan strategis esensial untuk oseanarium di Indonesia. Penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) menjanjikan peningkatan dalam pengelolaan dan interaksi yang berkelanjutan dengan ekosistem laut (Suhartapa, 2021). Hal ini menjadi krusial dalam

menunjang keberlanjutan oseanarium sebagai destinasi wisata yang tidak hanya populer tapi juga bertanggung jawab.

Dengan mengintegrasikan IoT, oseanarium berpotensi untuk memantau secara *real-time* kondisi lingkungan serta perilaku pengunjung dan biota laut. Integrasi ini mendukung keunggulan kompetitif dalam sektor pariwisata, di mana kualitas informasi dan kemampuan adaptasi menjadi penentu utama dalam persaingan pasar global.

Teknologi modern memungkinkan oseanarium untuk melakukan edukasi publik mengenai konservasi laut dengan metode yang lebih interaktif dan menarik. Penggunaan aplikasi berbasis AR untuk mendidik pengunjung tentang spesies laut dan ekosistemnya memperkaya pengalaman belajar sambil membantu meningkatkan kesadaran akan pentingnya pelestarian lingkungan.

Oseanarium yang memanfaatkan teknologi digital memiliki potensi untuk menarik lebih banyak pengunjung, baik domestik maupun internasional, yang secara langsung berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi lokal. Pendekatan ini mendukung pengembangan ekonomi berkelanjutan melalui pariwisata yang bertanggung jawab dan edukatif.

Pengembangan berkelanjutan oseanarium juga didukung oleh kerangka hukum di Indonesia. Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, khususnya Pasal 66, menyatakan pentingnya konservasi sumber daya air, yang mencakup penanganan biota laut (Undang-Undang (UU) Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan, 2004). Selain itu, Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan menjelaskan lebih lanjut mengenai implementasi teknis konservasi (Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 60 Tahun 2007 Tentang Konservasi Sumber Daya Ikan, 2007).

Menghadapi tantangan seperti perubahan iklim dan peningkatan polusi laut, inovasi berkelanjutan menjadi penting. Oseanarium harus terus mengembangkan dan menerapkan solusi teknologi untuk memastikan adaptasi dan mitigasi yang efektif terhadap dampak-dampak tersebut.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital sejak merancang, terutama melalui strategi terkini, akan secara signifikan meningkatkan sejumlah bidang pengelolaan Oseanarium.

Pertama, penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) akan berkontribusi banyak dalam memonitor dan mengelola lingkungan akuatik Oseanarium secara *real time* dan efisien. Sensor-sensor pintar yang terhubung secara real-time memungkinkan pengelola untuk mengambil tindakan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, memastikan keseimbangan

ekosistem, dan meningkatkan kualitas hidup makhluk laut di dalamnya.

Kedua, implementasi sistem manajemen energi cerdas akan berdampak positif dalam mengoptimalkan penggunaan daya listrik dan mengurangi dampak lingkungan. Langkah ini bukan hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga menghasilkan penghematan biaya operasional, memberikan keuntungan ekonomis yang signifikan.

Penerapan teknologi interaktif IoT secara maksimal akan menambah pengalaman pengunjung bahwa Oseanarium tidak hanya berfungsi sebagai wahana rekreasi yang pasif, tetapi juga sebagai pusat edukasi yang menarik. Dengan menyatukan keberagaman hayati laut Indonesia dengan inovasi digital, Oseanarium dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang pelestarian laut kepada pengunjung.

Sebagai kesimpulan, transformasi digital menjadi kunci untuk meningkatkan daya saing dan keberlanjutan Oseanarium di Indonesia. Dengan terus mengadopsi strategi terkini dan memanfaatkan potensi teknologi digital, Oseanarium dapat tidak hanya mempertahankan daya tariknya sebagai destinasi wisata, tetapi juga memainkan peran yang lebih besar dalam pelestarian lingkungan laut, pendidikan masyarakat, dan pertumbuhan ekonomi sektor pariwisata Indonesia. Dalam era yang terus berubah ini, Oseanarium yang mampu beradaptasi dengan cepat melalui transformasi digital akan menjadi pionir dan model bagi pengelolaan destinasi wisata berbasis laut di seluruh dunia.

Daftar Pustaka

- Akbar, M. I., Susilo, B., & Purwandari, E. P. (2020). Implementasi *Augmented Reality* Flora dan Fauna Laut Kota Bengkulu Berbasis Marker Tracking Sebagai Media Pembelajaran Sekolah Dasar. *Jurnal Rekursif*, 8(2).
- Ameur, A., Berrada, A., & Emrani, A. (2023). *Intelligent energy management system for smart home with grid-connected hybrid photovoltaic/gravity energy storage system*. *Journal of Energy Storage*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.108525>
- Bruno, F., Lagudi, A., Barbieri, L., Muzzupappa, M., Mangeruga, M., Cozza, M., Cozza, A., Ritacco, G., & Peluso, R. (2018). *Virtual Reality Technologies for the Exploitation of Underwater Cultural Heritage*. In *Latest Developments in Reality-Based 3D Surveying and Modelling*. MDPI. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03842-685-1-10>
- Cudai Nur, A., Akib, H., & Niswaty, R. (2023). *The Digitalization of Tourism Allows Local Governments to Reach International Tourists*. *Journal of Public Policy and Administration*, 7(4), 147–155. <https://doi.org/10.11648/j.jpaa.20230704.11>
- Ernawati, N. M., Arjana, I. W. B., Puspita, N. P. L. A., Voda, M., & Hazra, S. (2022). *Human resource development for rural tourism: a green tourism approach*. *International Journal of Green Tourism Research and Applications*, 4(2), 50–57. <https://doi.org/10.31940/ijogtra.v4i2.50-57>
- Ferretti, M., Elgammal, I., Sorrentino, A., & Risitano, M. (2020). *Does digital technology improve the visitor experience A comparative study in the museum context*. *International Journal of Tourism Policy*, 10(1), 47. <https://doi.org/10.1504/IJTP.2020.10029192>
- Harjiyatni, F. R. (2001). PERAN SERTA MASYARAKAT DALAM PELESTARIAN TERUMBU KARANG DI PESISIR PANTAI KABUPATEN GUNUNG KIDUL (*Community Participation in the Preservation of Coral Reef at the Coastal Area of Gunung Kidul Regency*, Yogyakarta, Indonesia). *Jurnal Manusia Dan Linglatngan*, 8(1), 46–60.
- Indartiwi, A., Wulandari, J., & Novela, T. (2020). Peran Media Interaktif Dalam Pembelajaran Di Era Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Konferensi Pendidikan Nasional*, 2(1).
- Iqbal, M. Z., & Campbell, A. G. (2021). *From luxury to necessity: Progress of touchless interaction technology*. *Technology in Society*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101796>
- Kelly, R., Evans, K., Alexander, K., Bettiol, S., Corney, S., Cullen-Knox, C., Cvitanovic, C., de Salas, K., Emad, G. R., Fullbrook, L., Garcia, C., Ison, S., Ling, S., Macleod, C., Meyer, A., Murray, L., Murunga, M., Nash, K. L., Norris, K., ... Pecl, G. T. (2022). *Connecting to the oceans: supporting ocean literacy and public engagement*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 32(1), 123–143. <https://doi.org/10.1007/s11160-020-09625-9>
- Khairunnisa, Muslimsyah, & Nasution, B. (2021). Perancangan Oceanarium di Banda Aceh dengan Penerapan Tema Arsitektur Metafora. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur Dan Perencanaan*, 5(2), 30–34.
- Kurniawan, A., Rahayu, A., & Wibowo, L. A. (2021). Pengaruh Transformasi Digital Terhadap Kinerja Bank Pembangunan Daerah Di Indonesia. *Jurnal Ilmu Keuangan Dan Perbankan (JIKA)*, 10(2), 158–181. <https://doi.org/10.34010/jika.v10i2.4426>

- MAQ. (2018, August). *Seperti Nyata! inilah 5 Hologram Paling Keren yang Pernah Dibuat !*, https://www.youtube.com/watch?v=8_GILuubb7Q
- Oncioiu, I., & Priescu, I. (2022). *The Use of Virtual Reality in Tourism Destinations as a Tool to Develop Tourist Behavior Perspective. Sustainability*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/su14074191>
- Pandiyan, P., Saravanan, S., Usha, K., Kannadasan, R., Alsharif, M. H., & Kim, M.-K. (2023). *Technological advancements toward smart energy management in smart cities. Energy Reports*, 10, 648–677. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.07.021>
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 60 Tahun 2007 Tentang Konservasi Sumber Daya Ikan.
- Pratama, A. E. (2022). *Analisis Implementasi Program Wisata Digital Dalam Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Ditinjau Dari Perspektif Ekonomi Islam*.
- Putri, N. C. (2023, November 6). *Program Konservasi Energi di Sektor Industri*. <https://www.mertani.co.id/post/program-konservasi-energi-di-sektor-industri>
- Qomariyah, A. N., Nugroho, A. C., & Ifadianto, N. (2021). Perancangan Oceanarium dengan Pendekatan Arsitektur *Biomimicry* di Lampung. *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, 15(18). <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/30440>
- Rumampuk, G. C., Poekoel, V. C., & Rumagit, A. M. (2022). Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika*, 17(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jti.17.1.2022.34212>
- Sari, W., Irfandi, & Haiqal, M. (2023). Perancangan Oceanarium di Banda Aceh dengan Pendekatan Arsitektur Biomimetik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur & Perencanaan*, 7(4), 175–186.
- Suhartapa. (2021). Strategi Pemasaran Dalam Persaingan Destinasi Pariwisata. *Pringgitan*, 2(1).
- Tarng, W., Change, M.-Y., Ou, K.-L., Chang, Y.-W., & Liou, H.-H. (2008). *The Development of a Virtual Marine Museum for Educational Applications. Journal of Educational Technology Systems*, 37(1), 39–59. <https://doi.org/10.2190/ET.37.1.d>
- Undang-Undang (UU) Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan.
- Walcutt, N. L., Knörlein, B., Sgouros, T., Cetinić, I., & Omand, M. M. (2019). *Virtual Reality and Oceanography: Overview, Applications, and Perspective. Frontiers in Marine Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00644>
- Wyles, K. J., Pahl, S., White, M., Morris, S., Cracknell, D., & Thompson, R. C. (2013). *Towards a Marine Mindset: Visiting an Aquarium Can Improve Attitudes and Intentions Regarding Marine Sustainability. Visitor Studies*, 16(1), 95–110. <https://doi.org/10.1080/10645578.2013.768077>
- Zainul M, H., Faisol, A., & Wahid, A. (2022). Penerapan *Internet Of Things (Iot)* Untuk Monitoring Dan Controlling Ph Air Suhu Air Dan Pemberian Pakan Ikan Guppy Pada Aquarium Menggunakan Aplikasi Whatsapp. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(1), 276–284. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4519>