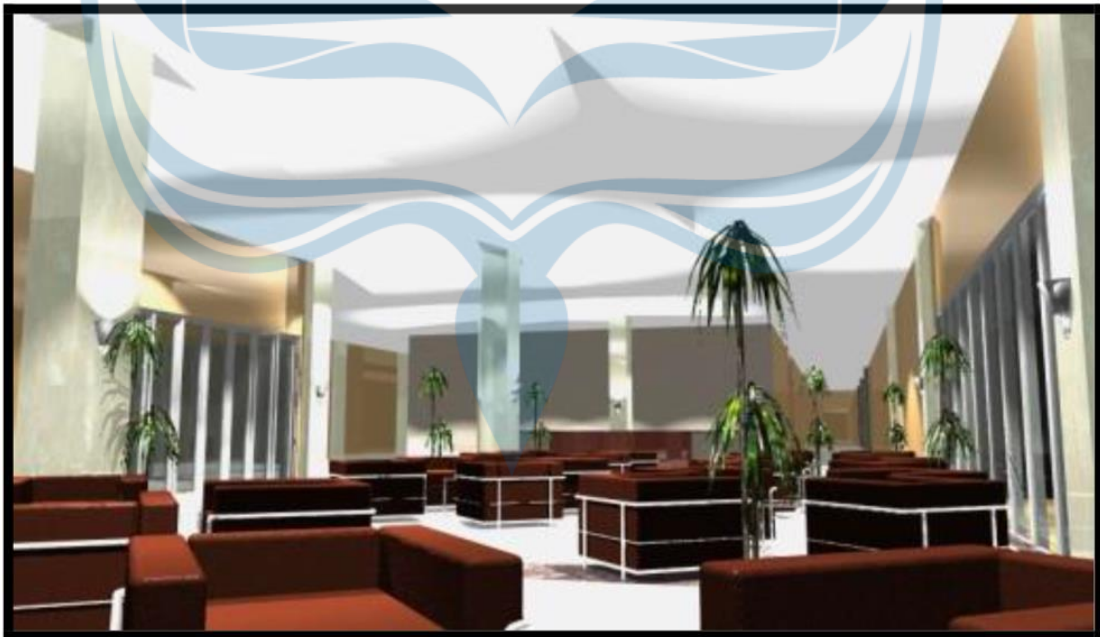


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Healing Environment*

Sebuah *healing environment* akan muncul dari kompleksitas alam sekitar serta pemahaman terhadap makhluk hidup sekitar yang terhubung dengan emosi dari makhluk hidup itu sendiri. Manusia menginginkan lingkungan yang dapat mengurangi stres dengan ruang hidup serta ruang kerja yang memiliki fungsi untuk menjaga kesehatan (Salingaros, 2015). Lingkungan sekitar yang ditinggali akan menumbuhkan kesadaran temporal mengenai perhatian terhadap kriteria desain lingkungan yang memungkinkan serta dapat merangsang sebuah *healing environment*.



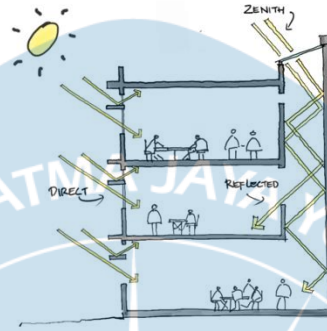
Gambar 2. 1 Contoh Penerapan Healing Environment Pada Rumah Sakit (Lidayana et al., 2013)

Tujuan utama dari *healing environment* adalah untuk membantu pasien dalam proses penyembuhan dengan merancang sebuah ruangan yang dapat mempercepat penyembuhan pasien secara psikologis, dan dapat pula mempengaruhi kenyamanan (Schaller, 2012).

Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa *healing environment* tidak hanya menyediakan pengobatan secara medis saja tetapi memastikan pemenuhan kebutuhan fisik, psikologis, spiritual, dan sosial pasien. *Healing environment* juga mempertimbangkan penyediaan privasi, kenyamanan termal, kualitas udara, warna, cahaya alami, akses menuju alam, stimulasi secara visual, ketenangan, akses dukungan secara sosial, serta menyediakan area hijau (Hadiansyah & Haristianti, 2020; Mahmood & Tayib, 2021). Faktor pencahayaan secara tidak langsung (*indirect lighting*) dapat menciptakan suasana lingkungan yang lebih alami dan menyenangkan. Pada area yang dilewati pasien yang berbaring di kasur, maka sebaiknya digunakan pencahayaan tidak langsung supaya tidak membuat silau pasien. Pencahayaan alami dapat dikatakan lebih menguntungkan untuk kenyamanan psikologis daripada pencahayaan buatan.

Selanjutnya dibutuhkan penghawaan udara segar dari luar ruangan dengan melalui ventilasi. Ventilasi dapat mempengaruhi kualitas udara, seperti jika kualitas ventilasi buruk, maka dapat menyebabkan gejala penyakit, begitu pula jika ventilasi yang baik akan meningkatkan kualitas kesehatan. Faktor selanjutnya adalah aroma, lalu

taman dan ruang luar alam. Elemen alam di lingkungan berkontribusi dalam penerapan *healing environment*.



Gambar 2. 2 Pencahayaan Alami
(<https://www.lkhp.com.sg/natural-lighting-in-architecture/>)

View alam melalui jendela akan berdampak menguntungkan untuk pasien. Salah satu contohnya adalah pemulihan yang lebih baik jika jendela kamar menghadap pohon dibanding dengan jendela yang menghadap ke batu bata. Sangat disarankan bagi rumah sakit untuk menciptakan lingkungan luas yang menarik melalui jendela yang relatif besar dan menawarkan pemandangan hijau. Selanjutnya ada kebisingan yang dapat mempengaruhi pola istirahat dan tidur pasien, menyebabkan hypoxia dan meningkatkan tekanan darah. Faktor ketujuh adalah tata ruang rumah sakit, serta suasananya. Tata Ruang Pada rumah sakit, orang-orang harus dapat menemukan tujuannya dengan mudah, serta tingkat stres pada pasien juga akan berkurang.

Menciptakan suasana rumah pada ruang-ruang di rumah sakit dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi hal tersebut. Selanjutnya ada seni serta dekorasi dalam rumah sakit. Gambar wajah yang bahagia, binatang, serta elemen alam dapat

meningkatkan nilai keceriaan pada lingkungan. Terakhir adalah warna, di mana jika suatu warna digunakan secara berlebihan maka akan berpengaruh terhadap psikologi serta penyembuhan pasien. Contohnya adalah jika warna putih digunakan terlalu banyak pada rumah sakit, maka akan menimbulkan kesan lingkungan yang monoton dan menyebabkan pelemahan sensorik (Pradana & Lissimia, 2021).



Gambar 2. 3 Warna Pada Desain Rumah Sakit
(<http://edupaint.com/inspirasi/fasilitas-umum/11308-alasan-warna-cat-ini-digunakan-di-rumah-sakit>)

2.1.1 Indikator *Healing Environment*

Secara psikologi dapat dilihat indikator pengaruh *healing environment* terhadap psikologi pasien, yaitu:

- Penurunan tingkat kecemasan: Tingkat kecemasan dari pasien dapat menurun jika adanya lingkungan yang tenang serta nyaman. Hal ini dapat diterapkan melalui *healing environment*.

- Peningkatan *mood*: Proses penyembuhan dapat mempengaruhi pula kondisi *mood* pasien. Hal ini pada akhirnya akan berpengaruh terhadap proses penyembuhan yang sedang berlangsung.
- Perbaikan kualitas tidur: *Healing environment* harus dirancang dengan baik sehingga dapat membantu menciptakan kondisi untuk pasien dapat tidur dengan nyenyak. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas tidur adalah pencahayaan, suara, dan kenyamanan tempat tidur.
- Penurunan tingkat stres: Dengan penerapan lingkungan yang nyaman dan tenang juga dapat membantu mengurangi tingkat stres pasien.
- Peningkatan interaksi sosial: *Healing environment* seharusnya dapat menciptakan sebuah lingkungan yang dapat mendukung interaksi sosial antara pasien, keluarga, dan staf (Abbas & Ghazali, 2010; Brown & Corry, 2020; Hadiansyah & Haristianti, 2020; Sinektika & Arsitektur, 2019).

2.1.2 Warna dan *Healing Environment*

Warna dianggap mampu menyatakan berbagai emosi manusia dan berpengaruh terhadap psikologi, fisiologi, serta daya imajinasi melalui persepsi visual. Teori psikologi warna menyatakan bahwa warna-warna tertentu memiliki dampak yang berbeda pada psikologi dan emosi manusia, dan korelasi tertentu dapat diidentifikasi antara warna dan reaksi psikologis. Selain berfungsi sebagai sarana komunikasi visual, warna juga mampu memicu emosi. Salah satu fungsi warna adalah untuk mengungkapkan berbagai perasaan kepada individu sambil menciptakan kesan visual

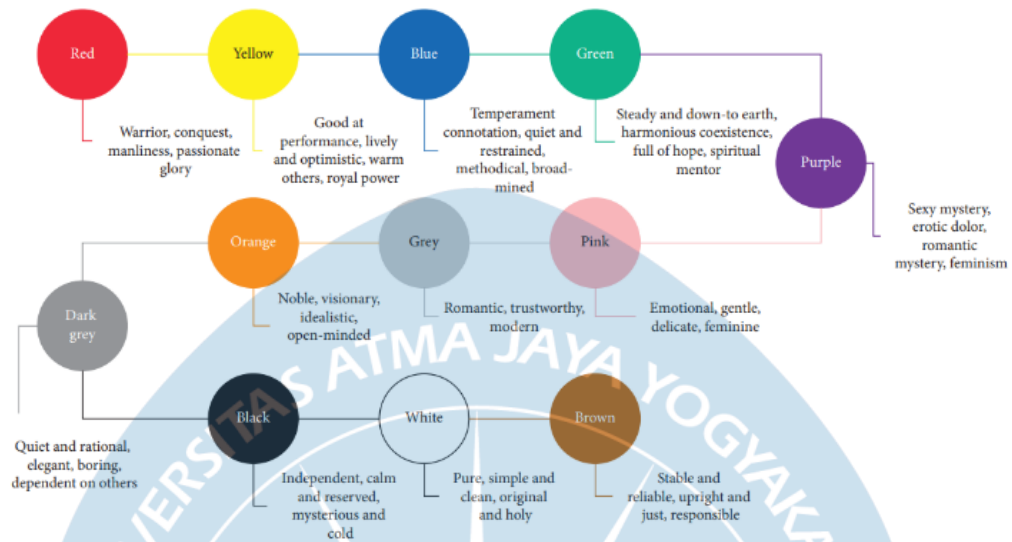
yang kuat. Psikologi warna sering diterapkan dalam situasi sehari-hari, seperti penggunaan warna dalam dunia pemasaran dan desain arsitektur. Selain itu, psikologi warna juga digunakan dalam terapi warna dalam bidang kedokteran untuk memberikan perawatan tambahan kepada pasien (Yang & Shen, 2022).

Tabel 2. 1 The common symbolic meanings of some colors (Khaleghimoghaddam, 2023; Yang & Shen, 2022)

Color	Symbolic meaning	Psychological	
		Advantage	Disadvantage
Red	<i>Festive, excited, passionate, dangerous, loving, auspicious, gaudy, enthusiastic, awe-inspiring</i>	<i>Overcome fear, depression treatment, increase life expectancy & self confidence</i>	<i>Nervus system, mental disorders, psychological problems</i>
Dark red	<i>Noble, solemn, selfless</i>	-	-
Pink	<i>Gentle, soft, earthy, reserved</i>	-	-
Lavender	<i>Elegant, romantic, dreamy, sexy</i>	-	-
Purple	<i>Solemn, deep, mysterious, noble, arrogant, glamorous</i>	<i>Mental disorders such as schizophrenia and insanity, hate, anger, fear</i>	<i>Depression, sadness</i>
Blue	<i>Serenity, lost, peaceful, wisdom, hope, reason, transcendence, refreshing, eternal</i>	<i>Peace, calmness, healing, honesty, stress buster</i>	<i>Not good for anxiety, feeling cold</i>
Green	<i>Hope, nature, balance, environmental protection, youth, growth, freshness</i>	<i>Stress and mental disorders, fatigue and low endurance</i>	<i>Depression</i>
Light Yellow	<i>Quiet, serene, light-hearted</i>	-	-
Yellow	<i>Hope, joy, light, confidence, dignity, danger</i>	<i>Depression, boredom, lack of concentration</i>	<i>Mental disorders, tendency to isolationism</i>

Orange	<i>Vitality, warmth, joy, kindness, joy, liveliness, leisure</i>	<i>Depression, boredom, isolation</i>	<i>Nervous system, tension, stress, insomnia</i>
White	<i>Sublime, clean, parting, truth, indifference</i>	<i>Tension, psychopathy, stress</i>	<i>Boredom, depression</i>
Black	<i>Simple, mysterious, composed, insidious, cold, evil, dead, noble</i>		

Sebuah studi yang dikenal karya Roger Ulrich menunjukkan bahwa pasien yang memiliki pemandangan alam dari kamar rumah sakit mereka memiliki hasil operasi pasca-operasi yang lebih baik, masa tinggal rumah sakit yang lebih singkat, dan lebih sedikit komentar negatif dalam catatan perawat dibandingkan dengan mereka yang melihat dinding bata. Namun, penelitian tentang peran warna dalam lingkungan perawatan kesehatan terbatas, sering ditandai dengan ukuran sampel kecil dan kurangnya replikasi. Akibatnya, temuan tentang efek fisiologis dan psikologis warna terkadang diumumkan secara tidak tepat ke berbagai pengaturan perawatan kesehatan yang berbeda. Sebagai contoh adalah kesalahan konsepsi bahwa hijau secara universal menyenangkan dan cocok untuk lingkungan medis. Ada pula beberapa rekomendasi untuk lingkungan perawatan kesehatan, salah satu rekomendasi tersebut adalah menggunakan warna-warna merah muda berbasis kuning dan warna biru *turquoise* untuk menciptakan lingkungan yang menyenangkan dan memanjakan penghuni, terutama dalam lingkungan perawatan khusus untuk demensia (Tofle, 2004).



Gambar 2. 4 Character traits of color (Yang & Shen, 2022)

Warna dengan karakteristik tertentu sering digabungkan dan di satukan dalam desain interior rumah sakit. Pemilihan palet warna yang tepat di rumah sakit sangat penting karena memiliki dampak besar pada kenyamanan pasien dan lingkungan penyembuhan. Beberapa kombinasi warna yang sering digunakan dalam lingkungan rumah sakit adalah:

Tabel 2. 2 Palet Warna Ruang Rumah Sakit (Elliot & Maier, 2014)

	<i>Nature</i>	<i>Netral</i>	<i>Pastel</i>
Warna Dominan	Biru	Putih	<i>Lavender</i>
	Hijau	Biru	<i>Peach</i>
	Cokelat	Kuning	<i>Mint</i>

2.2 *Architectural Psychology*

Kenyamanan psikologis merupakan suatu hal yang baik yang memungkinkan seseorang untuk secara konsisten mengembangkan potensinya serta melakukan kontrol terhadap lingkungan eksternalnya. Tetapi lingkungan sekitar yang tidak konsisten akan

mengakibatkan dampak buruk pula serta mengakibatkan konflik. Gangguan terhadap kenyamanan psikologis seseorang terhubung pada evaluasi kesenangan subjektif dalam hidup. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan psikologis, yaitu: demografi, lingkungan sosial yang saling mendukung, pengalaman hidup yang mencakup berbagai pengetahuan kehidupan dalam kurun waktu tertentu, dan penguasaan diri yang disertai perilaku tertentu (Prasetya Widodo et al., 2023; Widyakusuma, 2020).

2.2.1 *Environmental Psychology*

Proses desain dapat dilihat sebagai sebuah aktivitas untuk pemecahan masalah jika dilihat dari segi psikologis, karena dapat dicirikan pada tahap awal sebagai tinggi dalam ketidakpastian dan keputusan abstrak, dan rendah dalam komitmen pada keputusan. Terdapat masalah dalam identifikasi pemicu stres lingkungan, penggunaan teknik penilaian lingkungan yang tepat, dan pengetahuan aplikasi dalam proses desain. Desain dari tempat yang akan ditinggali harus mempengaruhi keadaan psikologis, emosional, struktur, dan tata letak bangunan dari penghuninya (Alharbi & Basaad, 2022; Fischl, 2004).

2.2.2 *Architecture Psychology and Indoor Spaces*

Arsitektur sebuah bangunan serta lingkungan seharusnya menghasilkan kesejahteraan psikologis dan fisiologis yang dibangun untuk penghuninya. Setiap orang yang berbeda akan dipengaruhi secara berbeda pula oleh arsitektur itu sendiri.

Maka, bisa jadi bahwa jika warna tertentu mungkin mencerminkan emosi dan kesejahteraan fisik beberapa orang, itu mungkin juga berdampak buruk pada orang lain. Salah satu contohnya adalah perpustakaan merupakan tempat yang menarik, nyaman, dan menyenangkan untuk menghabiskan waktu. Mereka di dalam ruangan yang luas dengan jendela penuh, memungkinkan masyarakat berkomunikasi dengan dunia luar. Hal ini cenderung memicu suasana hati positif, emosi, dan efek fisiologis. Sebaliknya, perpustakaan yang sempit dan memiliki jendela kecil yang tidak memungkinkan terhubung ke dunia luar cenderung mempromosikan stres dan perasaan buruk lainnya (Alharbi & Basaad, 2022).

2.3 *Neuroscience*

Neurosains adalah sistem pendidikan inovatif yang fokus pada pemahaman sistem syaraf. Sayangnya, dalam dunia pendidikan, perhatian terhadap aspek ini sering diabaikan, mengakibatkan pembelajaran yang kurang hidup. Secara etimologis, Neurosains merupakan ilmu yang memeriksa sistem saraf, terutama neuron, dengan pendekatan multidisipliner. Dalam terminologi, Neurosains adalah cabang ilmu yang khusus mempelajari sistem saraf secara ilmiah. Ini mencakup studi otak dan semua fungsi saraf lainnya. Neurosains mendalami sistem saraf dalam otak manusia, memahami konsep kesadaran, dan bagaimana otak berperan dalam proses biologis, persepsi, ingatan, dan pembelajaran. Teori Neurosains menegaskan bahwa sistem saraf dan otak adalah landasan fisik dari proses pembelajaran manusia. Neurosains merupakan bidang penelitian ilmiah yang terfokus pada sistem saraf, terutama otak.

Studi Neurosains mencakup analisis otak dan proses berpikir. Penelitian tentang otak adalah dasar untuk memahami perasaan dan interaksi manusia dengan dunia sekitar serta pengaruh manusia pada orang lain (Amelia et al., 2020).

2.3.1 *Electroencephalography (EEG)*

Elektroensefalografi (EEG) adalah metode non-invasif yang banyak digunakan untuk merekam gelombang otak menggunakan elektroda pada kulit kepala. EEG secara utama merekam aktivitas listrik di korteks *cerebral*, yang memiliki *kolomar* neuron dan berdekatan dengan tengkorak, sehingga ideal untuk direkam. Perekaman EEG cocok untuk merekam aktivitas osilasi otak atau gelombang otak pada frekuensi yang berbeda. Gelombang-gelombang ini, yang dapat muncul dari sinkronisasi banyak neuron, memiliki rentang frekuensi dan distribusi spasial yang berbeda, dan sering kali terkait dengan berbagai keadaan fungsi otak (Reddy & Hegde, 2022). Meskipun tengkorak memiliki konduktivitas sendiri, konduktivitasnya hanya sekitar 1/80 dari konduktivitas otak. Penggunaan cairan antara kulit kepala dan perangkat membantu meningkatkan penerimaan sinyal, dengan cairan tersebut berperan sebagai medium konduktivitas. Gelombang otak dalam EEG dibagi menjadi 4 pita frekuensi, yaitu Delta, Theta, Alpha, dan Beta (Waili et al., 2020).

Tabel 2. 3 Different EEG Bands (Reddy & Hegde, 2022; Waili et al., 2020)

<i>The brain waves</i>	<i>Frequency band</i>	<i>Nature of the wave</i>	<i>Stress Level</i>
<i>Delta wave</i>	0.5Hz to 4Hz	Rentang frekuensi terendah dalam otak. Paling terlihat dalam keadaan tidur yang	Peningkatan aktivitas gelombang delta dapat

		dalam, biasanya tanpa mimpi, tahap-tahap tidur yang memungkinkan otak memulihkan diri.	terkait dengan stres kronis atau kelelahan.
<i>Theta wave</i>	4Hz to 8Hz	Rentang dalam keadaan mengantuk. Muncul dalam keadaan rileks, mengantuk, menganggur, tidur ringan, dan meditasi.	Peningkatan aktivitas gelombang teta dapat dikaitkan dengan tingkat stres yang lebih tinggi, tetapi juga dapat terjadi dalam keadaan relaksasi atau konsentrasi tinggi.
<i>Alpha wave</i>	8Hz to 12Hz	Diamati dalam keadaan rileks. Keadaan dasar ketika pikiran manusia sedang tidak sibuk secara fisik dan mental rileks.	Penurunan aktivitas gelombang alfa dapat terjadi sebagai respons terhadap stres, meskipun peningkatan gelombang alfa juga dapat terjadi dalam situasi tertentu.
<i>Beta wave</i>	12Hz to 30Hz	Diamati dalam keadaan berpikir aktif. Terlibat dalam berpikir logis, menyelesaikan tugas, berada dalam kewaspadaan, aktif, dan ketika bersosialisasi dengan orang lain (semangat).	Aktivitas gelombang beta yang meningkat dapat mengindikasikan tingkat stres yang lebih tinggi.
<i>Gamma wave</i>	>30Hz	Muncul ketika berada pada tingkat persepsi puncak, kesadaran subjektif, dan tingkat kesadaran yang melebar.	Tingkat stres tertinggi.

2.3.2 Brain Computer Interface (BCI)

Brain Computer Interface (BCI) adalah sistem buatan yang memungkinkan komputer untuk menerima perintah langsung dari otak melalui sinyal otak dan meneruskannya ke aktivitas yang dituju tanpa melibatkan saraf alami manusia. Penemuan metode *Electro Encephalography* (EEG) pada tahun 1929 untuk membaca

gelombang otak manusia telah mengilhami perkembangan pesat dalam penelitian BCI, yang memungkinkan transkripsi sinyal otak menjadi perintah komputer. Sejarah penelitian BCI mencakup dua jenis utama: *Invasive* dan *Non-Invasive*. *Invasive* BCI melibatkan penanaman elektroda ke dalam otak pasien, seperti korteks otak manusia atau otak monyet, dengan tujuan mengurangi gangguan dari sinyal otak dan mencapai hasil yang lebih akurat. Namun, prosedur ini rumit, berisiko, dan mendapatkan kontroversi terkait etika (Budi, 2014).

Karena hambatan-hambatan tersebut, *Non-Invasive* BCI dikembangkan. Metode ini melibatkan perekaman gelombang otak tanpa modifikasi fisik pada tubuh manusia, hanya dengan menggunakan elektroda yang ditempel di kulit kepala. BCI memungkinkan individu yang mungkin memiliki keterbatasan dalam berinteraksi dengan lingkungan sekitar untuk mengontrol aktivitas dan perangkat dengan bantuan sinyal otak. BCI menjadi jembatan untuk menerjemahkan aktivitas otak langsung ke dalam perintah komputer (Budi, 2014).

2.3.3 *Electro Encephalogram*

Semua tindakan yang terjadi dalam tubuh manusia mengandalkan instruksi dari otak, dan untuk meneruskan instruksi tersebut ke bagian tubuh yang sesuai, diperlukan jalur saraf. Instruksi otak ini dapat diidentifikasi dalam bentuk sinyal dengan bantuan alat perekam gelombang otak. Salah satu jenis sinyal tersebut adalah *Electro Encephalogram* (EEG). Sinyal EEG dapat direkam melalui aktivitas listrik yang terjadi

di permukaan kulit kepala, dan ini biasanya ditangkap oleh perangkat spesifik. Proses perekaman gelombang otak melalui kulit kepala ini dikenal sebagai *Electro Encephalography* (EEG). Berbagai penelitian tentang EEG biasanya difungsikan untuk berbagai hal, termasuk penggunaannya dalam mendeteksi tingkat kantuk, *mood*, dan pola tidur (Budi, 2014).

2.3.4 Emotiv EPOC

Emotiv adalah sebuah perusahaan yang mengambil langkah maju dalam pengembangan teknologi EEG (*Electro Encephalography*) untuk memahami dan memanfaatkan potensi otak manusia. Didirikan pada tahun 2011, Emotiv memiliki visi untuk menjadikan pemahaman otak dan interaksi antara manusia dan teknologi lebih terjangkau dan dapat diakses. Perusahaan ini muncul sebagai pelopor dalam pengembangan perangkat wearable yang dirancang khusus untuk merekam aktivitas otak (Fakhruzzaman, 2015).

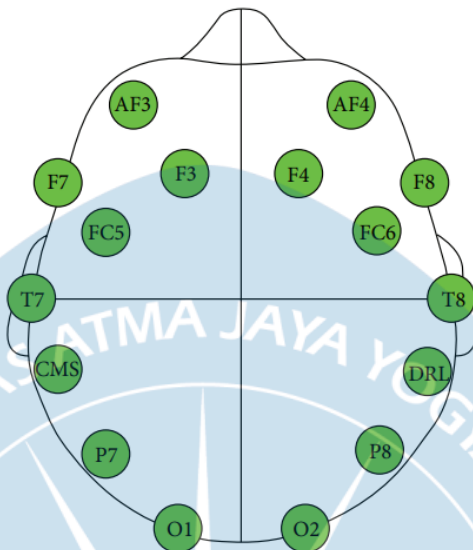
Produk andalan Emotiv adalah Emotiv EPOC, yang merupakan perangkat kepala dengan 16 elektroda yang ditempatkan di kulit kepala pengguna. Melalui elektroda ini, Emotiv EPOC mampu merekam gelombang otak dan mentransmisikan data otak secara nirkabel ke komputer yang terhubung. Keunggulan dari Emotiv EPOC adalah fleksibilitas penggunaannya. Perangkat ini dapat digunakan dalam berbagai konteks, termasuk penelitian ilmiah, kendali permainan, terapi saraf, analisis pasar, dan aplikasi lainnya. Keberadaannya sangat berharga dalam memungkinkan para peneliti,

ilmuwan, dan pengembang mencari wawasan mendalam mengenai otak manusia dan memanfaatkan data otak untuk beragam tujuan (Fakhruzzaman, 2015).



Gambar 2. 5 Emotiv EPOC 14 Channel
(<https://www.emotiv.com/epoc-x/>)

Alasan utama di balik penggunaan Emotiv EPOC adalah ketersediaan perangkat ini di Laboratorium E-Business dan kemampuannya dalam menyediakan pelatihan khusus untuk aktivitas tertentu di komputer. Selain itu, Emotiv juga menyediakan SDK (*Software Development Kit*) yang mendukung pengembang dalam memanfaatkan data EEG untuk mengembangkan aplikasi yang lebih kreatif dan inovatif. Produk ini membuka pintu bagi pemahaman yang lebih dalam tentang koneksi antara otak dan teknologi, membuka potensi tak terbatas dalam berbagai aspek kehidupan manusia (Fakhruzzaman, 2015).



Gambar 2. 6 Posisi sensor neuroheadset Emotiv EEG (Goudiaby et al., 2020; Hou et al., 2016; Wang et al., 2014)

Elektroda-elektroda yang disebutkan (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F8, F4, AF4) merujuk pada lokasi elektroda pada sistem elektroensefalogram (EEG) Emotiv EPOC. Setiap kode mengidentifikasi posisi elektroda pada kepala pengguna. Berikut adalah daftar elektroda dan posisinya:

Tabel 2. 4 Jenis *Channel* Emotiv EPOC (Goudiaby et al., 2020; Hou et al., 2016; Wang et al., 2014)

Elektroda	Area
AF3	: Elektroda pada area di atas mata kiri (<i>pre-frontal</i> kiri).
F7	: Elektroda pada area depan sisi kiri kepala.
F3	: Elektroda pada area depan tengah sisi kiri kepala.
FC5	: Elektroda pada area tengah sisi kiri kepala.
T7	: Elektroda pada area belakang tengah sisi kiri kepala.
P7	: Elektroda pada area belakang sisi kiri kepala.
O1	: Elektroda pada area di atas dan sedikit di belakang mata kiri (<i>occipital</i> kiri).
O2	: Elektroda pada area di atas dan sedikit di belakang mata kanan (<i>occipital</i> kanan).
P8	: Elektroda pada area belakang sisi kanan kepala.

T8	:	Elektroda pada area belakang tengah sisi kanan kepala.
FC6	:	Elektroda pada area tengah sisi kanan kepala.
F8	:	Elektroda pada area depan sisi kanan kepala.
F4	:	Elektroda pada area depan tengah sisi kanan kepala.
AF4	:	Elektroda pada area di atas mata kanan (<i>pre-frontal</i> kanan).

Posisi elektroda ini mencakup berbagai area di sekitar kepala untuk merekam aktivitas otak dari berbagai bagian otak. Data yang diperoleh dari elektroda ini kemudian dapat diinterpretasikan untuk analisis aktivitas otak dalam konteks *neurofeedback* dan studi kognitif lainnya. Dalam sistem Emotiv Epop, terdapat tidak kurang dari 14 Channel elektroda utama yang digunakan untuk merekam aktivitas otak. Selain dari elektroda-elektroda ini, terdapat juga apa yang disebut *Performance Metrics*, sebuah fitur tambahan yang memperkaya fungsionalitas perangkat ini. *Performance Metrics* ini terdiri dari enam metrik yang mewakili berbagai jenis emosi yang dapat terdeteksi melalui aktivitas otak pengguna.

Tabel 2. 5 *Performance Metrics* (<https://emotiv.gitbook.io/emotivbci/performance-metrics/definitions>)

Metrik	Keterangan
<i>Focus</i>	Fokus adalah ukuran dari perhatian yang terfokus pada satu tugas tertentu. Fokus mengukur kedalaman perhatian serta frekuensi peralihan perhatian antar tugas. Tingkat tinggi dalam peralihan tugas adalah indikasi dari fokus yang kurang baik dan distraksi.
<i>Engagement</i>	Keterlibatan dirasakan sebagai kewaspadaan dan arah perhatian yang sadar terhadap stimulus yang relevan dengan tugas. Ini mengukur tingkat keterlibatan dalam momen dan merupakan campuran dari perhatian dan konsentrasi serta berkontras dengan rasa bosan. Keterlibatan ditandai dengan peningkatan gairah fisiologis dan gelombang beta bersamaan dengan penurunan gelombang alfa. Semakin besar perhatian, fokus, dan beban kerja, semakin besar skor keluaran yang dilaporkan oleh deteksi.
<i>Interest</i>	Minat adalah tingkat daya tarik atau ketidaksukaan terhadap stimulus, lingkungan, atau aktivitas saat ini dan umumnya disebut

	sebagai <i>Valence</i> . Skor minat rendah menunjukkan ketidaknyamanan terhadap tugas, minat tinggi menunjukkan afinitas yang kuat dengan tugas, sementara skor di tengah menunjukkan bahwa Anda tidak suka maupun tidak suka terhadap aktivitas tersebut.
<i>Excitement</i>	Keprihatinan adalah kesadaran atau perasaan gairah fisiologis dengan nilai positif. Hal ini ditandai dengan aktivasi dalam sistem saraf simpatik yang menghasilkan berbagai respons fisiologis, termasuk pelebaran pupil, pelebaran mata, stimulasi kelenjar keringat, peningkatan denyut jantung dan ketegangan otot, perubahan aliran darah, dan inhibisi pencernaan. Secara umum, semakin besar peningkatan gairah fisiologis, semakin besar skor keluaran untuk deteksi. Deteksi Keprihatinan diatur untuk memberikan skor keluaran yang mencerminkan perubahan kegembiraan jangka pendek selama periode waktu sesingkat beberapa detik.
<i>Stress</i>	Stres adalah ukuran kenyamanan dengan tantangan saat ini. Tingkat stres tinggi dapat muncul karena ketidakmampuan untuk menyelesaikan tugas yang sulit, merasa kewalahan, dan takut akan konsekuensi negatif jika gagal memenuhi persyaratan tugas. Secara umum, tingkat stres rendah hingga sedang dapat meningkatkan produktivitas, sedangkan tingkat yang lebih tinggi cenderung bersifat merusak dan dapat memiliki konsekuensi jangka panjang terhadap kesehatan dan kesejahteraan.
<i>Relaxation</i>	Relaksasi adalah ukuran kemampuan untuk melepaskan dan pulih dari konsentrasi intens. Para mediator terlatih dapat mencetak skor relaksasi yang sangat tinggi.

2.4 *Virtual Reality* dan *Arsitektur*

Teknologi *virtual reality* telah banyak digunakan serta dikembangkan dalam dunia kedokteran, arsitek, pendidikan militer, hiburan, serta pariwisata. *Virtual Reality* (VR) dapat membuat penggunanya untuk berinteraksi dengan lingkungan nyata yang telah di konversikan ke dalam bentuk digital, sehingga dapat membuat pengguna merasa ada di tempat tersebut. Penggolongan sifat *virtual reality* dapat dibagi menjadi tiga, yaitu *immersive virtual reality* yang memberikan perasaan hadir dalam lingkungan simulasi kepada penggunanya. Pengguna dikelilingi suara, gambar, suasana, sehingga

benar-benar larut ke dalam lingkungan tersebut. *Virtual reality* jenis ini membutuhkan peralatan teknologi dengan biaya yang cukup mahal dengan peralatan penuh sensor seperti rantai, kacamata, helm, sarung tangan serba teknologi tinggi. Sifat kedua adalah *semi-immersive*, yang masih memberikan rasa keberadaan yang tinggi dari peralatannya, dengan menggunakan *mouse* dan *keyboard* atau biasa disebut *desktop VR*. Sifat terakhir adalah *non-immersive*, yang merupakan teknologi VR yang memberikan kesan keberadaan terendah (Mahendra et al., 2022).



Gambar 2. 7 Penggunaan Virtual Reality
(<https://www.simplilearn.com/tutorials/artificial-intelligence-tutorial/what-is-virtual-reality>)

Virtual reality juga dapat membuat pengguna merasa seolah oleh mereka benar-benar hadir di *virtual environment*. VR dapat menghasilkan ilusi dari *virtual environment*, dengan merangsang indra dan menampilkan rangsangan yang tidak dapat direproduksi dalam beberapa kasus dalam pengaturan nyata. Mengakses dunia virtual tidak hanya melibatkan rasa kehadiran tetapi juga berdampak psikologis yang

mendalam (Pizzoli et al., 2021). Dengan teknologi saat ini, elemen-elemen alam dapat dihadirkan secara virtual dalam banyak platform, seperti *game* maupun realitas virtual. Ada berbagai tujuan dari transformasi ini, mulai dari hanya untuk bermain hingga penyembuhan (Julianto et al., 2022).

Menggunakan kemajuan teknologi terkini, potensi dalam menciptakan rangsangan virtual terus berkembang pesat. Contoh baru dalam penerapan konten virtual adalah dokumen yang depersonalisasi, yang erat kaitannya dengan emosi dan peristiwa kehidupan. Dengan memajukan pengguna melalui rangsangan virtual yang sangat relevan, mereka mengalami pengalaman emosional yang kuat. Keterlibatan emosional menjadi unsur kunci dalam pengalaman virtual ini. Secara esensial, kekuatan VR adalah menghadirkan pengguna dalam lingkungan virtual (VE) sehingga mereka merasa seolah-olah berada di sana secara nyata (Julianto et al., 2022; Pizzoli et al., 2021).

VR mampu menciptakan ilusi VE, merangsang indra, dan menyajikan rangsangan yang dalam beberapa kasus tidak dapat direproduksi dalam pengaturan fisik, mulai dari representasi anatomi untuk tujuan medis hingga makhluk fiksi dalam *video game*. Interaksi dengan "makhluk virtual" bukan hanya menciptakan rasa kehadiran tetapi juga memiliki dampak psikologis yang signifikan, seperti terlihat dalam terapi paparan realitas virtual (VRET) di mana pasien menghadapi objek yang sangat ditakutinya dan mengembangkan strategi untuk mengatasi rasa panik dan

kecemasan. Prinsip-prinsip lingkungan penyembuhan berfokus pada penggunaan ruang virtual dan realitas virtual sebagai alat simulasi yang mendukung interaksi pengguna. Selain itu, penggunaan pola fraktal yang berulang dengan berbagai elemen termasuk warna, pencahayaan, dan teori audio juga menjadi dasar dalam pembuatan perangkat simulasi ini. Pentingnya memberikan pengalaman sensoris melalui suara dan visualisasi lingkungan sangat ditekankan, karena sebagian besar korteks otak manusia terlibat dalam memproses informasi visual. Dengan demikian, penggunaan pola fraktal pada antarmuka pengguna dan elemen tambahan seperti pohon dan daun bertujuan untuk memperkuat efek visual dalam pengalaman pengguna (Julianto et al., 2022; Pizzoli et al., 2021).

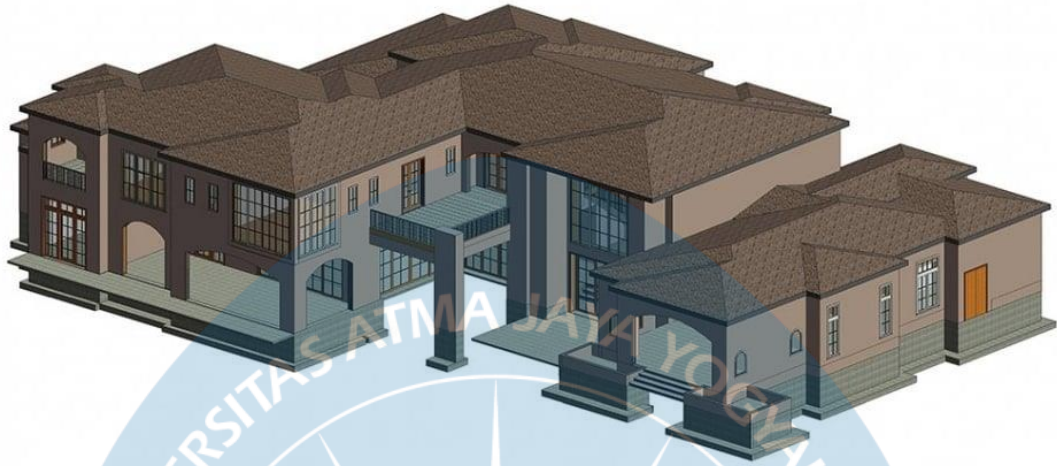
2.4.1 3D Desain dengan *Building Information Modeling*

Building Information Modeling (BIM) adalah suatu sistem yang menggunakan pemodelan digital tiga dimensi (virtual) yang menggabungkan semua informasi terkait dalam satu model terintegrasi. Hal ini memungkinkan untuk melakukan koordinasi, simulasi, dan visualisasi yang efektif di antara semua pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi, serta membantu pemilik proyek dan penyedia layanan dalam perancangan, pembangunan, dan pengelolaan bangunan. BIM terdiri dari beberapa kategori berdasarkan fungsinya:

1. Model 2D: Ini berupa model berbasis sketsa yang mencakup informasi tentang dimensi panjang dan lebar yang biasanya digambarkan pada kertas.

2. Model 3D: Model 2D dikembangkan menjadi representasi tiga dimensi dari bangunan, memungkinkan visualisasi yang lebih komprehensif dan digunakan untuk koordinasi serta identifikasi potensi benturan antar elemen bangunan.
3. Model 4D: Model 3D dikaitkan dengan jadwal pembangunan, yang dikenal sebagai simulasi 4D. Model 4D umumnya digunakan untuk perencanaan dan pemantauan kemajuan proyek.
4. Model 5D: Ini adalah hasil integrasi model desain 3D dan 4D dengan informasi biaya yang terkait dengan komponen dalam model. Model 5D digunakan untuk estimasi biaya proyek (Sangadji et al., 2019).

BIM juga merupakan serangkaian proses, teknologi, dan kebijakan yang mengintegrasikan seluruh proses dalam satu model digital. Pekerjaan konstruksi, proses desain, pengadaan, dan pelaksanaan konstruksi dapat terhubung dengan mudah menggunakan BIM. Penggunaan BIM dapat mempermudah koordinasi proyek yang kompleks dan mendukung kolaborasi antara pemangku kepentingan dengan efisien.



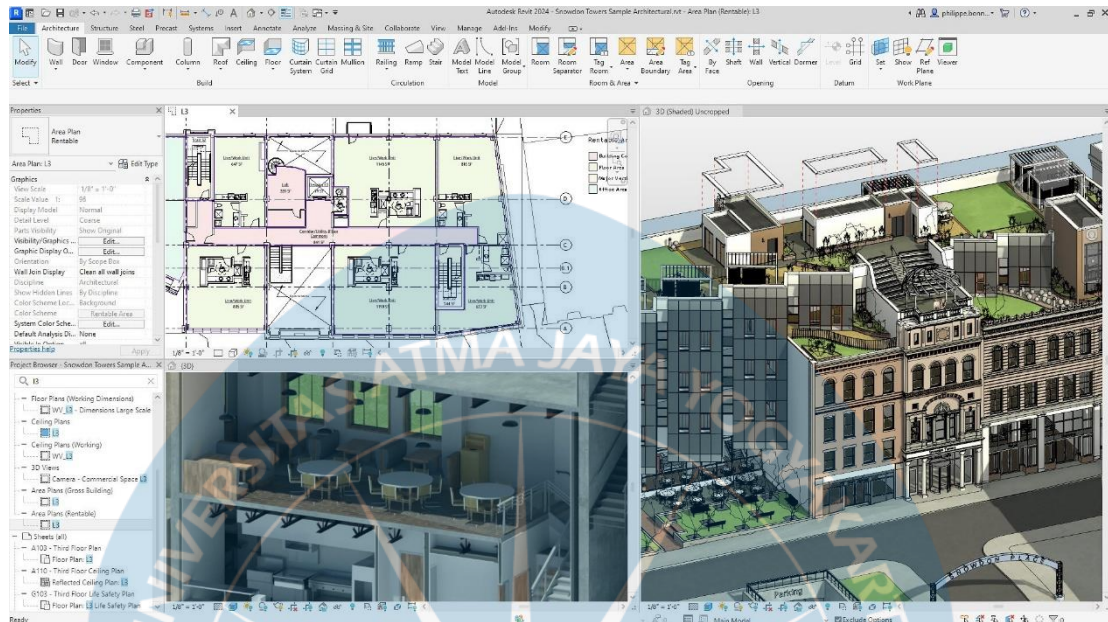
Gambar 2. 8 BIM Objects: Ready-Made Families or The Custom Ones
(<https://drawings.archicgi.com/#portfolio>)

Konsep BIM bertujuan untuk mengatasi masalah dengan mengurangi kerancuan dalam desain, yang pada gilirannya mengurangi risiko kecelakaan dengan menganalisis potensi kegagalan secara virtual sebelum konstruksi fisik dimulai. Selain itu, penggunaan BIM memiliki kapasitas untuk memenuhi berbagai fungsi yang diperlukan untuk memodelkan siklus hidup bangunan, memberikan dasar bagi perubahan konstruksi dan peran tim proyek yang lebih terintegrasi. Dengan penerapan yang tepat, BIM dapat memungkinkan desain dan proses konstruksi yang lebih efisien, menghasilkan bangunan berkualitas tinggi dengan biaya lebih rendah dan durasi proyek yang lebih singkat (Anjani et al., 2022; Sangadji et al., 2019; Saputra et al., 2022).

2.4.2 Autodesk Revit

Autodesk Revit, sebuah program grafis tiga dimensi yang berbasis *Building Information Modeling* (BIM), memberikan hasil utama berupa gambar sketsa tiga dimensi dan memiliki kemampuan untuk melakukan simulasi berbagai kebutuhan informasi proyek dalam bentuk pemodelan tiga dimensi. Program ini sangat sesuai untuk merencanakan objek tiga dimensi dengan perbandingan panjang, lebar, dan tinggi, dengan pengeditan yang lebih mudah dibandingkan dengan aplikasi lain. Meskipun Revit memiliki keunggulan dalam mendeteksi tabrakan desain dan meningkatkan kecepatan dalam proses pekerjaan, terdapat beberapa kekurangan seperti biaya lisensi yang tinggi dan kebutuhan akan spesifikasi perangkat keras yang kuat (Anjani et al., 2022; Saputra et al., 2022).

Revit, sebagai aplikasi *Building Information Modeling* yang dikembangkan oleh Autodesk, memiliki beragam fitur yang terintegrasi untuk perhitungan dan rekayasa struktur. Selain itu, Revit juga menyediakan dukungan bagi para detailer, fabrikator, manufaktur, dan kontraktor. Program ini mengasah kemampuan seni dan visualisasi, sambil mengatasi aspek teknis dalam perancangan seperti logika struktur, pembiayaan, dan manajemen proyek. Dengan kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai komponen konstruksi, termasuk arsitektur, struktur, dan MEP, Revit menjadi alat yang efisien untuk menganalisis *Building Information Modeling* (Anjani et al., 2022; Saputra et al., 2022).



Gambar 2. 9 Aplikasi Autodesk Revit
 (<https://www.autodesk.com/products/revit/features>)

2.4.3 Enscape

Enscape adalah perangkat lunak *rendering* 3D *real-time* yang difokuskan pada visualisasi dalam arsitektur. *Software* ini menggunakan teknologi *ray tracing* untuk *rendering* dalam waktu nyata. Enscape dapat diintegrasikan dengan beberapa *software* pemodelan populer, termasuk Revit 2015-2020, Sketchup Make & Pro 2016-2020, Rhino 5.0 64 bit & 6.0, Archicad 21-23, dan Vectorworks 2020 (EnscapeTM, 2019). Untuk menjalankannya, Enscape memanfaatkan kartu grafis (GPU) dengan persyaratan RAM khusus. Sebuah unit pemrosesan pusat (CPU) yang berkualitas dapat mempercepat kinerja Enscape, terutama dalam hal pemusatan waktu. Selain dari

persyaratan perangkat keras, koneksi internet yang cepat dan stabil juga diperlukan untuk mengakses perpustakaan aset dengan lancar (Setyaningfebry, 2019).



Gambar 2. 10 *Real-Time Rendering and Virtual Reality*
(<https://enscape3d.com/>)

Enscape terintegrasi secara langsung dengan Revit, memungkinkan pengguna untuk membuat *rendering* secara *real-time* tanpa perlu beralih ke alat lain atau melakukan proses ekspor dan impor *file* tambahan. Enscape menyediakan lebih dari 1900 aset bawaan berkualitas tinggi, editor material, dan berbagai pilihan pencahayaan yang dapat digunakan dalam Revit. Setelah di unduh, Enscape akan muncul sebagai bagian dari menu ekstensi dalam Revit. Terdapat dua submenu yang tersedia: Enscape dan Enscape Capturing. Submenu Enscape berisikan alat-alat untuk menjalankan Enscape, membuat tampilan, mengatur pencahayaan, mengakses perpustakaan aset, dan mengatur pengaturan lainnya. Sedangkan pada submenu Enscape *Capturing*, terdapat alat-alat yang memungkinkan pengguna untuk *render* gambar dan video. Saat

melakukan proses *rendering* dengan Enscape, komputer akan mengeksekusi tugas-tugas yang berkaitan dengan detail gambar berdasarkan properti aslinya, seperti bayangan, tekstur, material, pantulan cahaya, dan sebagainya (Setyaningfebry, 2019).



Gambar 2. 11 *The Ultimate Guide to Getting Started With Enscape*
(<https://blog.enscape3d.com/enscape-for-sketchup-get-started>)

Berikut adalah beberapa fitur Enscape:

1. *Real-time Walk-through*

Dengan teknologi *real-time* Enscape, dapat divisualisasikan proyek sebagai panduan 3D yang sepenuhnya dirender yang dapat dinavigasi dan dijelajahi dari berbagai sudut, kapan saja sepanjang hari. Terdapat tautan langsung antara Enscape dan program CAD, serta dukungan NVIDIA *Deep Learning Super Sampling* untuk meningkatkan kinerja penelusuran.

2. *Virtual Reality*

Dalam Enscape dapat dijelajahi desain dalam realitas virtual yang mendalam dengan koneksi ke *headset* VR seperti Oculus Rift S atau HTC Vive. Ini memungkinkan untuk berjalan atau terbang melalui proyek yang sedang dikerjakan.

3. Fungsi Ekspor

Enscape menyediakan berbagai opsi untuk berbagi atau berkolaborasi dalam desain *render* 3D. Tim desain, klien, dan pemangku kepentingan lainnya dapat dengan mudah menjelajahi desain ini dan membagikannya tanpa memerlukan perangkat lunak khusus.

4. *Cloud*

Enscape juga dapat mengatur pengaturan awan dalam Enscape untuk mempengaruhi atmosfer dan nuansa pemandangan. Dengan menyesuaikan parameter, maka dapat membuat *rendering* terlihat lebih cerah atau lebih gelap, awan lebih tebal atau lebih tipis.

5. *Time of Day*

Enscape dapat menyimulasikan situasi pencahayaan pada berbagai waktu dalam sehari atau mengevaluasi pencahayaan bangunan pada malam hari. Ini memungkinkan untuk mengeksplorasi kondisi pencahayaan di berbagai lokasi di seluruh dunia pada waktu tertentu.

6. *White Mode*

Jika ingin lebih fokus pada arsitektur daripada bahan atau warna, dapat diaktifkan Mode Putih. Dalam mode ini, semua warna diatur ke putih, sementara parameter lain seperti kilau dan tonjolan tetap dipertahankan untuk menjaga tampilan alami pemandangan.

7. Efek Gambar

Mengatur tampilan sinematik dan suasana dengan pengaturan gambar. Hasil *rendering* akan terlihat seperti diambil dengan kamera DSLR atau kamera lainnya. Menyesuaikan intensitas mekar atau suara lensa untuk menghadirkan detail yang spesifik atau mencerahkan gambar secara keseluruhan.

8. *Depth of Field*

Kontrol untuk memilih bagian atau objek yang menjadi fokus utama. Ini memungkinkan untuk memperhatikan detail tertentu sambil mengaburkan elemen lain untuk menciptakan gambar yang dinamis.

9. Perpustakaan Aset

Enscape menyediakan koleksi model yang mencakup berbagai hal, mulai dari manusia, kendaraan, pohon, hingga bangunan, dan banyak lagi. Ini membantu memperkaya elemen visual dalam proyek (Syarifudin et al., 2023).