



Pembangunan Infrastruktur Pesisir dan Impak Alam Sekitar

Modul 3: Pelancongan Pesisir dan Marin
Tempoh: 1 Jam

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah milik pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Baik Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan atasnya. Projek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Co-funded by
the European Union



RAKAN PROJEK

Malaysia



Indonesia



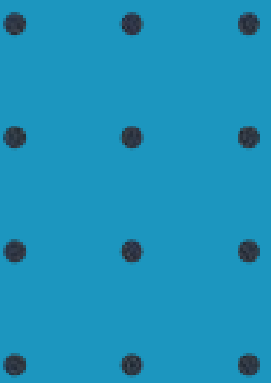
Greece



Cyprus

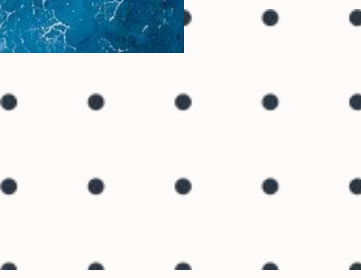
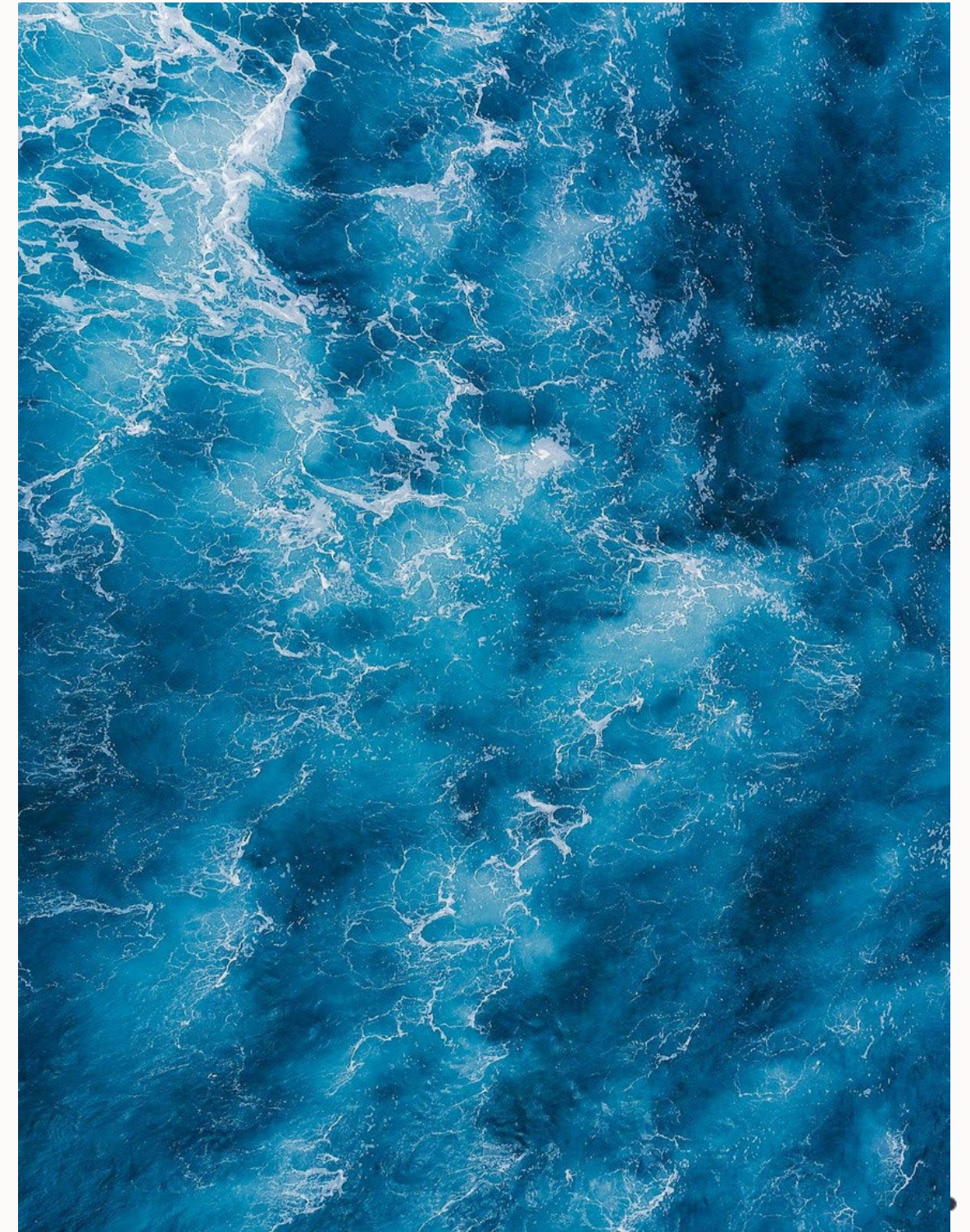


Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah milik pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Baik Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan atasnya. Projek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Kandungan

- 1 Jenis Infrastruktur
- 2 Kesan Alam Sekitar
- 3 Langkah-langkah Mitigasi
- 4 Ringkasan



Pengenalan kepada Pembangunan Infrastruktur dan Kesannya

Infrastruktur adalah faktor utama yang menyokong aktiviti ekonomi di kawasan yang mempunyai perkhidmatan yang baik kepada pelancong. Menyediakan kemudahan dan perkhidmatan untuk pengguna, dari segi infrastruktur di kawasan pantai memainkan peranan penting dalam menarik pelancong.

Pembangunan infrastruktur di kawasan pesisir adalah penting untuk mewujudkan pengalaman yang hebat bagi pelancong; namun, dengan pertumbuhan infrastruktur yang pesat, ia juga membawa impak alam sekitar seperti hakisan dan banjir.



Jenis Infrastruktur

Infrastruktur di kawasan pesisir memainkan peranan penting untuk ekonomi memanfaatkan dan melindungi alam sekitar pesisir.

- **Infrastruktur Komersial**

Bangunan yang digunakan untuk aktiviti perniagaan (Kamus Cambridge). Bekas, penginapan, jalan, pelabuhan dan marina.

Keperluan ekonomi pelancongan di kawasan pesisir untuk berfungsi

- **Infrastruktur Kelabu dan Hijau**

Reka bentuk infrastruktur untuk melindungi hutan bakau dan pemulihan pantai



Sumber: Narayan et al. (2016), Conservation International



Jenis Infrastruktur

Pembangunan infrastruktur adalah perkara penting kerana pengembangan ekonomi pelancongan menyebabkan banyak sektor perlu membina lebih banyak infrastruktur dan memajukan teknologi untuk memenuhi permintaan.

Source: Apriyanti, Sumaryoto, & Meirinaldi (2024)

- **Pelabuhan, marina:**

Meningkatkan bilangan bot dan kapal yang berlabuh disebabkan oleh peningkatan jumlah pelancong dan pengangkutan (rantai bekalan).

- **Penginapan, jalan:**

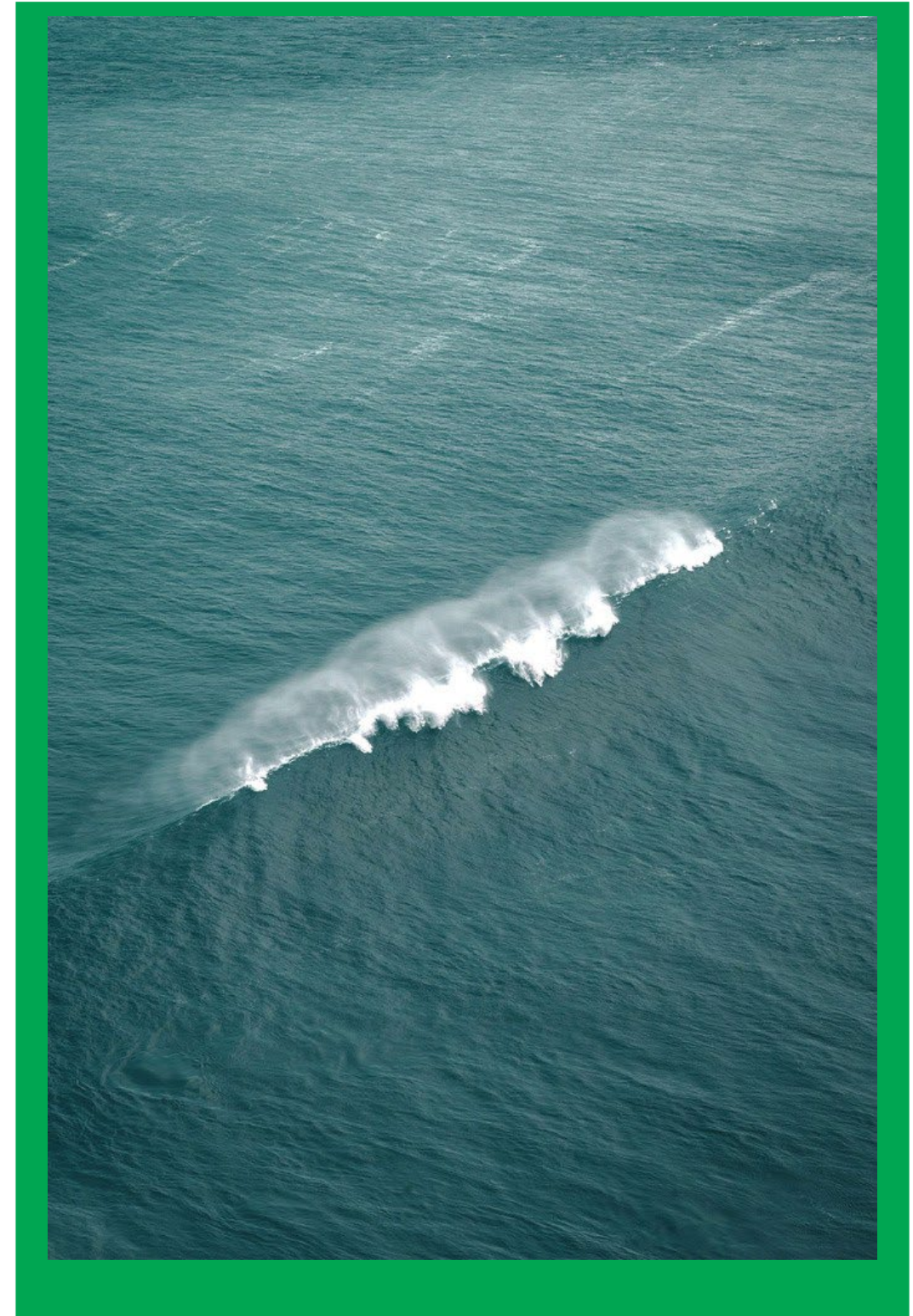
Memudahkan aktiviti dan pengalaman pelancong, untuk membangunkan industri pelancongan, dan menjana pekerjaan (sumber manusia).



Kesan Alam Sekitar

- Dengan peningkatan pesat infrastruktur yang menyumbang kepada isu alam sekitar yang biasa dan masalah jangka panjang.

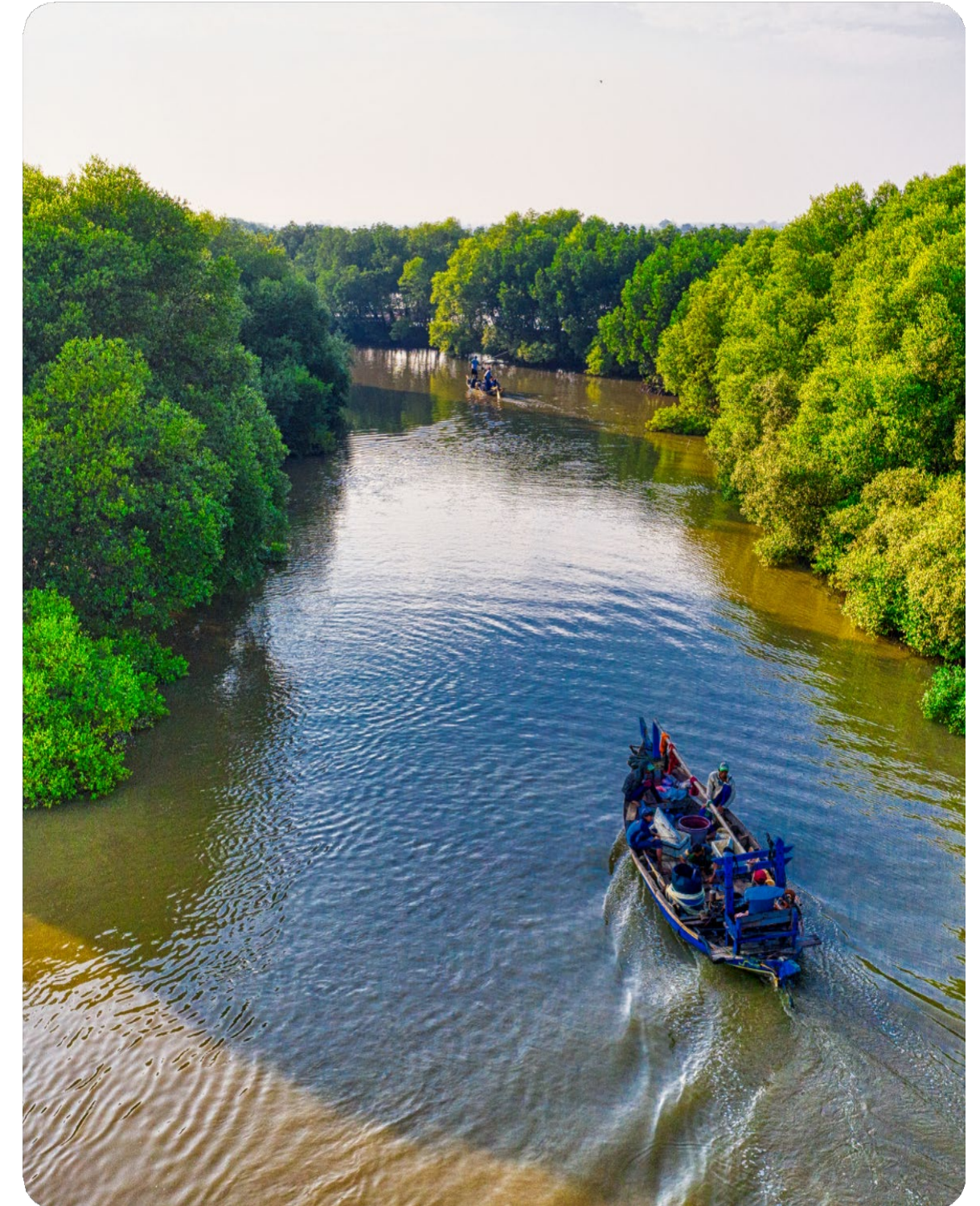
- ➔ Fragmentasi habitat
- ➔ Perubahan hidrologi dan pemendapan
- ➔ Hakisan pantai dan pencemaran.



Kesan Alam Sekitar

Fragmentasi habitat Infrastruktur yang terlibat dalam aliran air laut akan menyumbang kepada gangguan terhadap fluks sedimen semula jadi, mengurangkan ketersambungan marin dan ekologi akibat perubahan dalam isipadu aliran air laut.

- **Kehilangan hutan bakau:** memerlukan aliran air yang tinggi untuk bertukar dan memindahkan nutrien, sedimen untuk terus hidup.
 - **Kesan berantai kehilangan bakau:** Impak terhadap kawasan penting dalam hubungan ekologi.
- | | |
|--------------------|----------------------------|
| ● Habitat Nurseri | ● Sumber Makanan |
| ● Tempat Pembiakan | ● Titik Panas Biodiversiti |



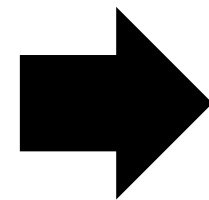
Kesan Alam Sekitar

- Dinamik hutan bakau: Keteraturan musim dan Pengaruh Pasang Surut adalah faktor utama mikroorganisma dan hidupan liar berfungsi di kawasan hutan bakau.

Kemusiman: Suhu antara musim mempengaruhi tingkah laku mikroorganisma dan permintaan bekalan nutrien.

- Semasa musim suhu tinggi: Mikrob lebih aktif, kadar denitrifikasi meningkat, dan permintaan untuk nitrogen nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) untuk mengekalkan kadar denitrifikasi.

Jika bekalan ($\text{NO}_3\text{-N}$) tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan, ia akan menjejaskan kebolehhidupan mikrob.



Bilangan mikrob yang rendah menjejaskan kadar penguraian biojisim mati (tumbuhan dan rumpai laut) dan $\text{NO}_3\text{-N}$ terkumpul, mengakibatkan penurunan oksigen.

Nitrogen nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$): sejenis nitrogen yang terdapat dalam air yang diperlukan untuk tumbuhan tumbuh. (beredar melalui aliran air)

Denitrifikasi: proses di mana mikrob mengeluarkan nitrat daripada air dan menukarkannya menjadi gas

Sumber : Wang et al.(2021)



Kesan Alam Sekitar

- **Semasa musim suhu rendah:** Mikrob kurang aktif; oleh itu, kebanyakan $\text{NH}_4\text{-N}$ (nitrogen ammonium) dieksport melalui aliran air dan bukannya digunakan oleh mikrob.

Isipadu air yang rendah menyebabkan $\text{NH}_4\text{-N}$ terkumpul dan tidak dipindahkan, yang membolehkan alga tumbuh berlebihan dan biojisim mati terkumpul, merosakkan ekosistem.

Nitrogen ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$): sejenis nitrogen daripada sisa haiwan atau kumbahan yang diperlukan untuk tumbuhan tumbuh. (beredar melalui aliran air)

Pengaruh Pasang Surut: Mekanisme utama bagi hutan bakau untuk mengitar nutrien dan bahan organik, dengan infrastruktur yang berkaitan dengan aliran air, akan memberi kesan kepada mekanisme kitaran.

- Tebing
- Tembok Laut
- Empangan
- Tembok air

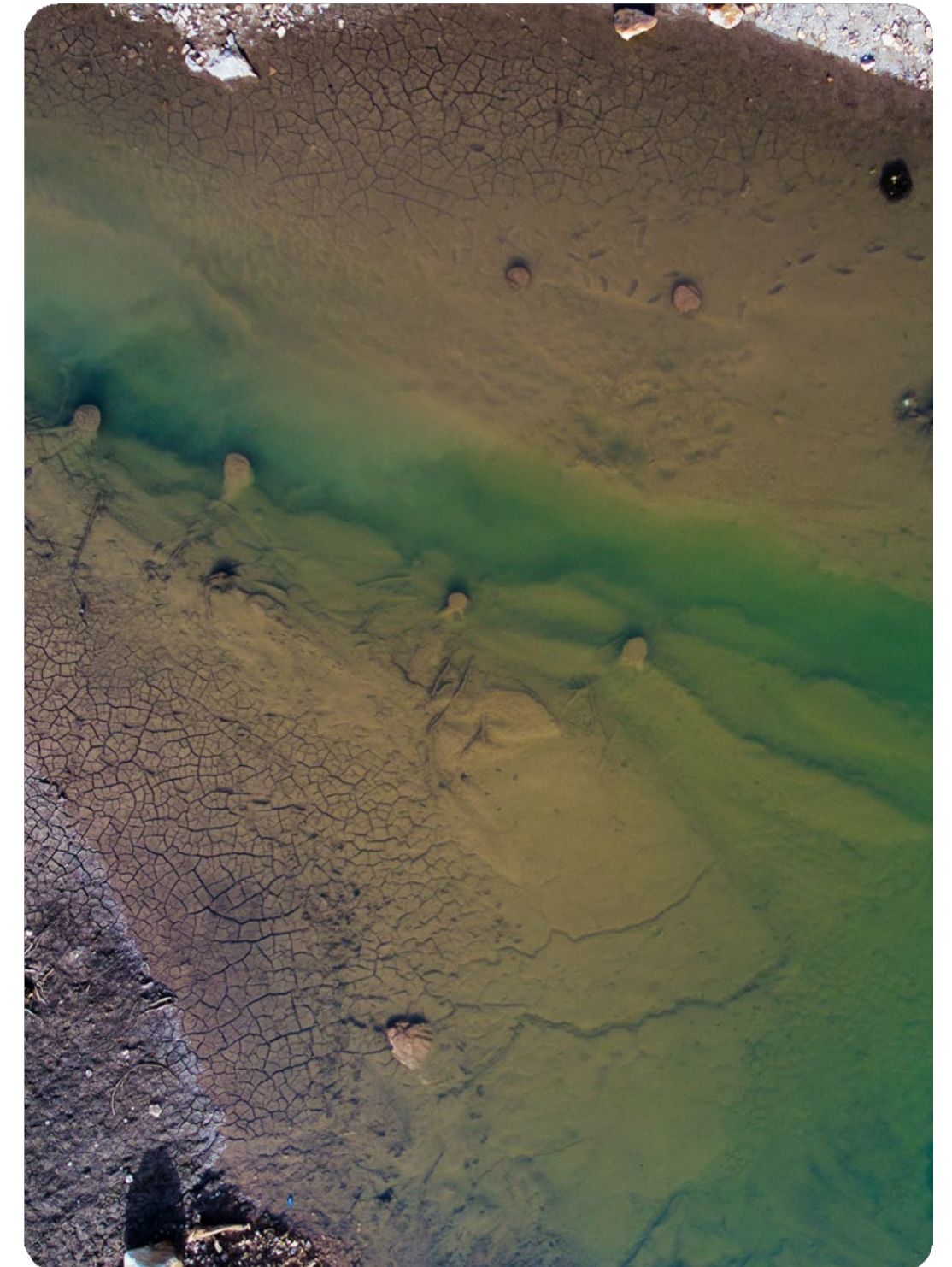


Kesan Alam Sekitar

Perubahan hidrologi dan pemendapan: Penebusan tanah adalah salah satu faktor yang menyumbang kepada pemendapan sebagai kaedah untuk meluaskan kawasan pantai bagi membina lebih banyak infrastruktur dan mengatasi kawasan terhad yang digunakan di kawasan pantai.

Pemendapan: Pembangunan infrastruktur memperkenalkan sejumlah besar habuk dan bahan pencemar kimia ke dalam persekitaran marin, yang memberi kesan kepada ekosistem terumbu karang.

- Menutupi karang
- Awan sedimen



Sumber: Cai et al.(2023)



Kesan Alam Sekitar

Hakisan dan pencemaran pantai: Infrastruktur tadahan (seperti empangan dan bendungan) boleh menyebabkan pengurangan pemindahan sedimen sungai ke kawasan pantai, mengakibatkan pantai kekurangan pasir dan hakisan pantai yang dipercepatkan.

Pantai yang kekurangan pasir: Kawasan pantai yang tidak akan menerima bekalan pasir yang mencukupi (terutamanya diisi oleh hanyutan sepanjang pantai) untuk mengekalkan julat dan profil pantai semula jadi mereka.

- Hakisan pantai
- Kehilangan zon penampakan semula jadi
- **Aktiviti penginapan:** pengekstrakan air bawah tanah menyebabkan pencerobohan air masin, dan pengurusan kumbahan di sesetengah penginapan yang tidak mencapai piawaian boleh menyumbang kepada pencemaran.

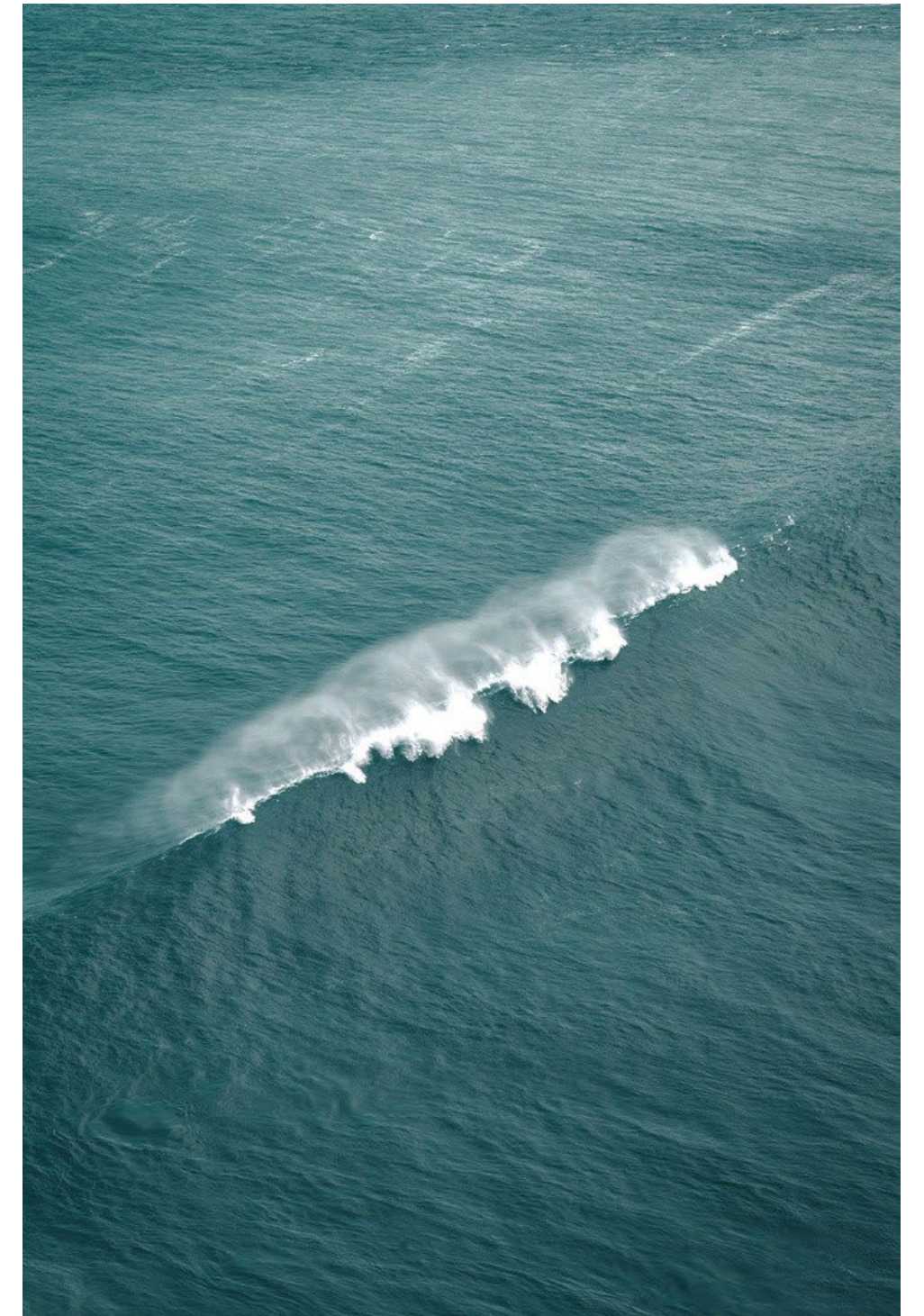


Sumber: Willis & Griggs (2003)



Langkah-langkah Mitigasi

- Penilaian Impak Alam Sekitar (PIA): Satu proses yang digunakan untuk menilai potensi kesan alam sekitar bagi infrastruktur yang dicadangkan.
- ➡ Sasarkan untuk mencapai pembangunan dan kemampanan jangka panjang.
- ➡ Pastikan keselamatan alam sekitar daripada pembangunan infrastruktur. (Menyediakan garis panduan, reka bentuk, dan perancangan untuk infrastruktur)



- Rangka Kerja Kawal Selia EIA: Selalunya digubal dan merupakan sebahagian daripada proses kelulusan pembangunan di kebanyakan negara pulau Pasifik.
- Libatkan pihak berkepentingan dalam perundingan awam: bincang dan cari penyelesaian untuk setiap sektor yang terlibat.

Komuniti tempatan

Pemilik sumber

Kumpulan yang terdedah

Persatuan industri (Contoh: industri pelancongan)

Langkah-langkah Mitigasi

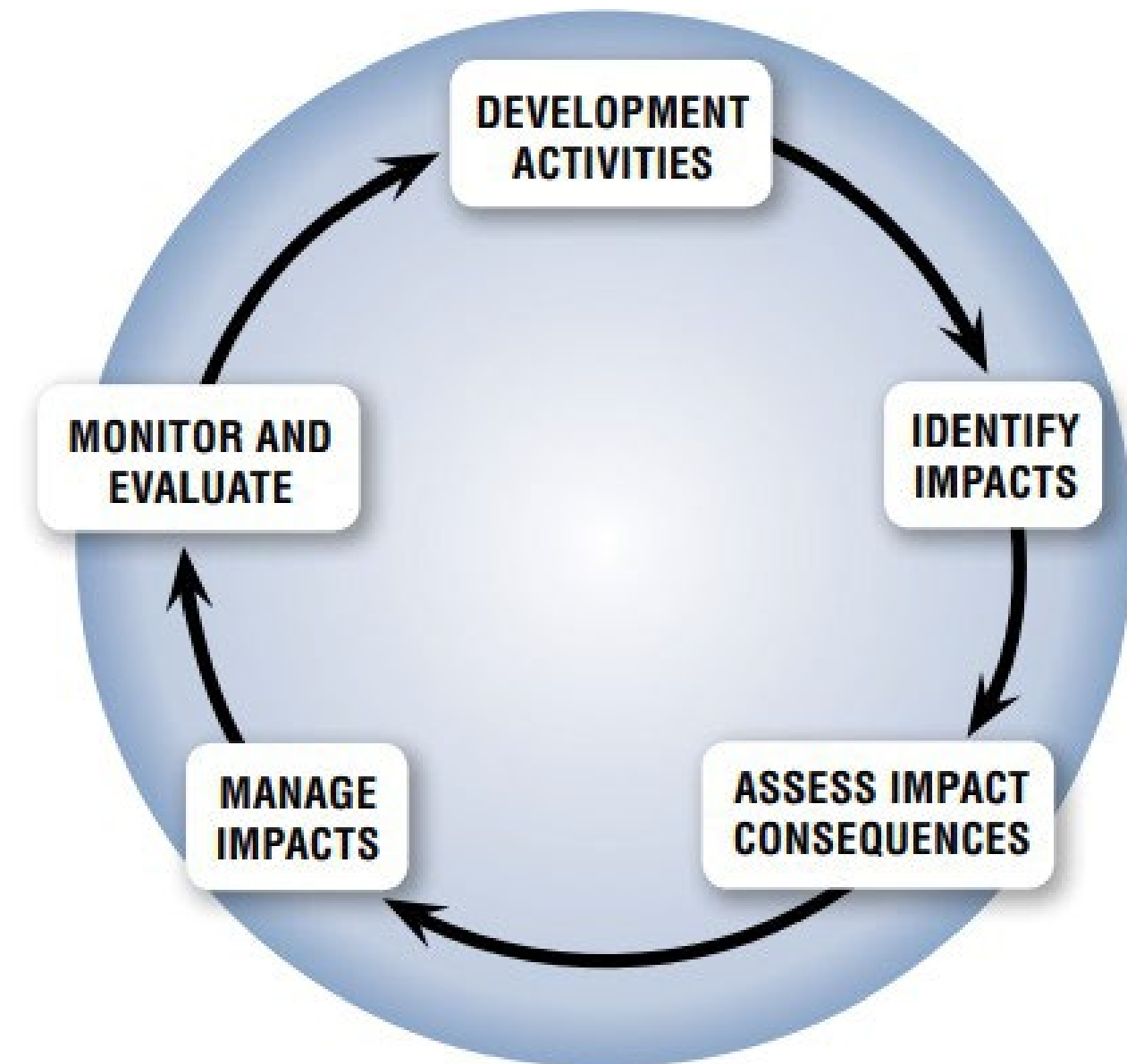


FIGURE 1: EIA is embedded in the project management cycle for tourism development

Sumber: Pacific Regional Environment Programme (SPREP) (2018)



Langkah-langkah Mitigasi

- Perancangan dan pensijilan melalui penilaian impak alam sekitar memainkan peranan penting dalam meminimumkan impak pembangunan infrastruktur.

Infrastruktur Hijau: Penilaian Impak Alam Sekitar (EIA) boleh menggalakkan pembinaan infrastruktur hijau sebagai langkah mitigasi untuk membolehkan sektor yang berkaitan mengurangkan impaknya.

Penurapan telap: Permukaan yang direka untuk memerangkap air hujan dan sedimen menghalang pencemaran daripada mengalir ke kawasan pesisir.

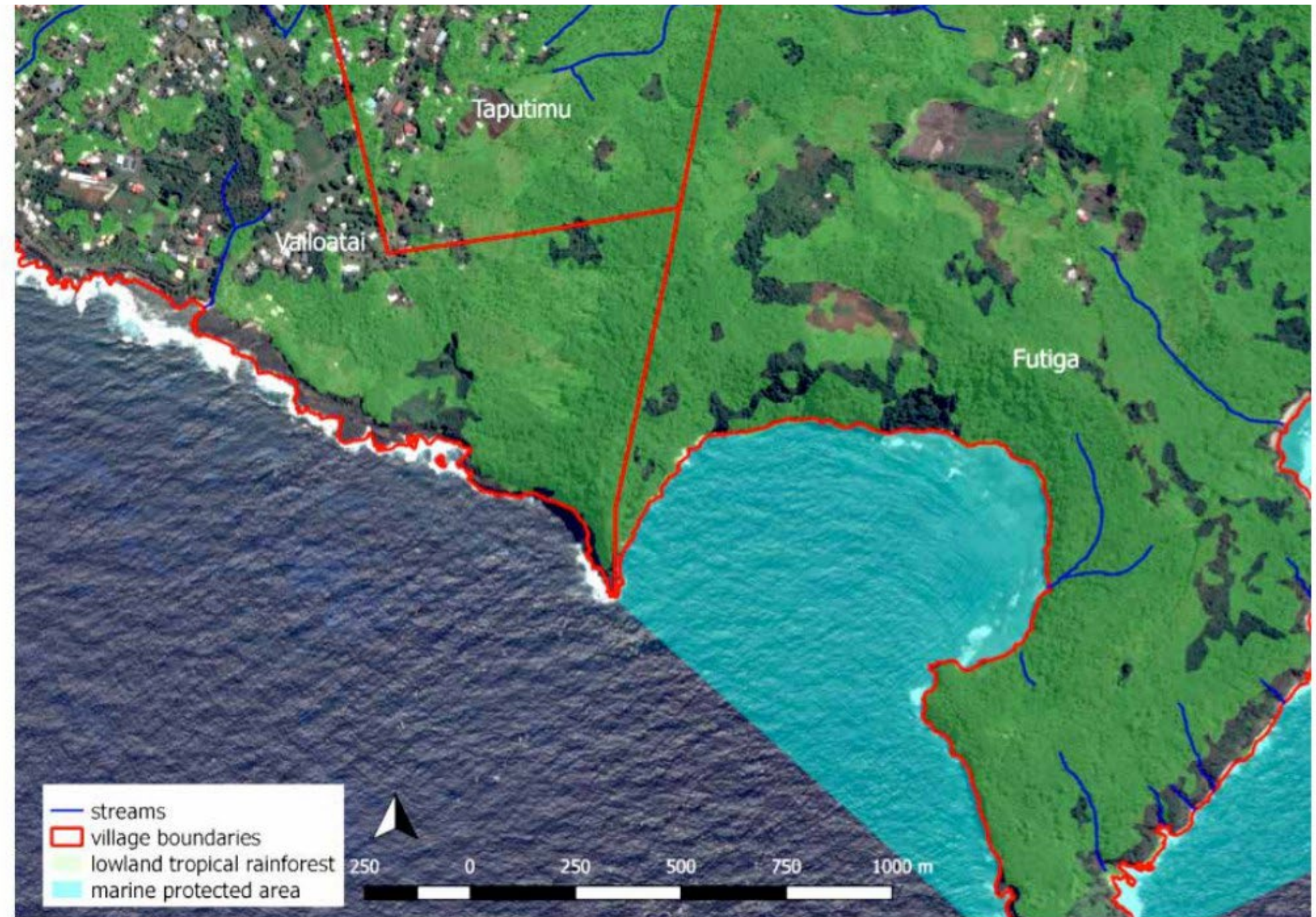
Tenaga solar: Tenaga boleh diperbaharui melalui penukaran cahaya matahari kepada elektrik, mengurangkan kebergantungan kepada tenaga tidak boleh diperbaharui seperti elektrik yang dihasilkan melalui pembakaran arang batu.



- Sistem Maklumat Geografi (GIS): menganalisis dan mentafsir data yang berpotensi memberi impak pada masa depan dan mengenakan zon penamparan untuk mengesahkan keselamatan kawasan.
- Sistem komputer EIA memampatkan dengan maklumat data alam sekitar, data sosial dan ekonomi untuk mengira dan meramalkan isu berpotensi dalam jangka panjang.



Langkah-langkah Mitigasi



An example map of how GIS can be used to show surrounding land/resource uses and ecosystem features e.g. forestry, fresh water stream, MPA and villages to give context to a proposed coastal tourism development

Sumber: Pacific Regional Environment Programme (SPREP) (2018)

Aktiviti: Penilaian Impak Pesisir

- Pilih pembangunan pesisir pantai yang sebenar (sama ada yang telah berlaku atau yang dicadangkan).
- Menilai impak ekologi dan sosial.
- Cadangkan 2 strategi mitigasi.
- Siarkan ringkasan pendek dalam forum perbincangan.



Ringkasan

- Pembangunan infrastruktur adalah penting disebabkan pertumbuhan industri pelancongan, tetapi memerlukan banyak perhatian untuk diteruskan dengan mengambil kira kebimbangan alam sekitar.
- Oleh kerana rancangan pembangunan yang tidak bersedia akan menyebabkan kerosakan penting kepada ekosistem (hutan bakau).
- Penilaian Impak Alam Sekitar (EIA) memainkan peranan penting dalam semua sektor untuk mencari penyelesaian bagi pembangunan mampan.



- Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science*, 328(5985), 1517–1520. <https://doi.org/10.1126/science.1185782>
- Nordstrom, K.F. (2000). *Beaches and Dunes of Developed Coasts*. Cambridge University Press. (Insights into how coastal development alters natural beach-dune systems)
- Ocean Panel. (2022). Coastal development: Resilience, restoration and infrastructure requirements. High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy. <https://oceanpanel.org/wp-content/uploads/2022/05/Coastal-Development-Full-Paper-Final.pdf>
- Narayan, S., et al. (2016). *The effectiveness of natural and structural coastal defences in low-lying coastal areas*. *Nature Climate Change*, 6(1), 77-83. (Comparative study of green vs. grey coastal protection)
- Wang, F., Cheng, P., Chen, N., & Kuo, Y.-M. (2021). Tidal driven nutrient exchange between mangroves and estuary reveals a dynamic source-sink pattern. *Chemosphere*, 270, Article 128665. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.128665>



- Conservation International. (n.d.). Green-gray infrastructure. Conservation International. Retrieved August 21, 2025, from <https://www.conservation.org/projects/green-gray-infrastructure?utm>
- Cambridge Dictionary. (n.d.). Commercial building. In Cambridge English Dictionary. Retrieved August 21, 2025, from <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/commercial-building>
- Apriyanti, S., Sumaryoto, & Meirinaldi. (2024). The importance of tourism infrastructure in increasing domestic and international tourism. *International Journal of Research in Vocational Studies*, 3(2), 98–103.
- Cai, B., Liu, H., Li, W., Yang, H., & Liu, Q. (2023). Spatial-Temporal Changes in Coastal Land Reclamation and Its Impact on Shoreline in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, China. *Remote Sensing*, 15(2), Article 510.



- Willis, C. M., & Griggs, G. B. (2003). Reductions in fluvial sediment discharge by coastal dams in California and implications for beach sustainability. *The Journal of Geology*, 111(2), 167–182. <https://doi.org/10.1086/345922>
- Pacific Regional Environment Programme (SPREP). (2018). Environmental impact assessment guidelines for coastal tourism development in Pacific Island countries and territories. Apia, Samoa: SPREP.



TERIMA KASIH

ASSOC. PROF. DR MAHADI MOHAMMAD

 +6012-472 2912

 mahadi@usm.my



Co-funded by
the European Union

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah milik pengarang sahaja dan tidak semestinya mencerminkan pandangan Kesatuan Eropah atau Agensi Eksekutif Pendidikan dan Kebudayaan Eropah (EACEA). Baik Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan atasnya. Projek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE

