

Analisis Perbandingan Desain Struktur Media Transplantasi Terumbu Karang Model *Web Spider* dan Model *Pyramid*

Kennedi Sembiring^{1*)}, Afivah Claura Harahap²⁾, Arief Baswantara³⁾

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Kelautan, Politeknik Kelautan dan Perikanan
Pangandaran, Pangandaran

*Email: kennedisembiring@pkpp.ac.id

Received : Apr 17, 2025 / Accepted : Apr 19, 2025 / Published : Mei 30, 2025

Abstract

*Coral transplantation is a marine ecosystem restoration technique used to improve the condition of damaged coral reefs, by accelerating the coral regeneration process in damaged areas. This study aims to test the effectiveness of the web spider coral reef transplantation model and the pyramid model, in supporting the growth and survival of transplanted corals. The study was conducted on Pramuka Island, Seribu Islands for 2 months using *Acropora tenuis* coral fragments. The parameters observed included survival rate, corrosive rate, strength and stability of the structure, and environmental conditions of the waters such as temperature, brightness, and ocean currents. The results showed that the two transplantation models gave different results in several ways. The web spider model showed advantages in structural stability and ease of placement of coral fragments. In contrast, the pyramid model was more effective in supporting vertical coral growth and more efficient in material use. The average survival rate of the web spider model reached 93% while the pyramid model reached 100%. Based on the results of the analysis, it can be concluded that both models have their respective advantages, and the selection of models should be adjusted to local environmental conditions and rehabilitation goals.*

Keywords: *Transplantation, Coral Reefs, Web Spider, Pyramid*

Abstrak

Transplantasi karang adalah teknik pemulihan ekosistem laut yang digunakan untuk memperbaiki kondisi terumbu karang yang rusak, dengan cara mempercepat proses regenerasi karang pada area yang telah mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas model transplantasi terumbu karang *web spider* dan model *pyramid*, dalam mendukung pertumbuhan dan kelangsungan hidup karang hasil transplantasi. Penelitian dilakukan di kawasan perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu selama 2 bulan dengan menggunakan fragmen karang jenis *Acropora tenuis*. Parameter yang diamati meliputi tingkat kelangsungan hidup (*survival rate*), laju korosif, kekuatan dan stabilitas struktur serta kondisi lingkungan perairan seperti suhu, kecerahan, dan arus laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model transplantasi memberikan hasil yang berbeda dalam beberapa hal. Model *web spider* menunjukkan keunggulan dalam stabilitas struktur dan kemudahan penempatan fragmen karang, sedangkan model *pyramid* lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan vertikal karang dan lebih efisien dalam penggunaan material. Rata-rata *survival rate* model *web spider* mencapai 93 % sedangkan model *pyramid* mencapai 100%. Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa kedua model memiliki keunggulan masing-masing, dan pemilihan model sebaiknya disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat serta tujuan rehabilitasi.

Kata Kunci: *Transplantasi, Terumbu Karang, Web Spider, Pyramid*

1. PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem laut dengan tingkat biodiversitas yang tinggi serta berfungsi vital dalam mendukung kestabilan ekosistem pesisir. Selain menyediakan habitat bagi berbagai spesies organisme laut, ekosistem ini juga memberikan kontribusi signifikan secara ekonomi melalui sektor pariwisata, perikanan, serta berperan sebagai pelindung alami terhadap proses abrasi pantai [1]. Dalam kurun waktu beberapa dekade terakhir, kondisi terumbu karang di berbagai wilayah, khususnya di Indonesia, menunjukkan penurunan yang cukup drastis. Fenomena ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain pencemaran lingkungan, dampak perubahan iklim global, praktik penangkapan ikan yang merusak, serta aktivitas antropogenik lainnya yang bersifat tidak berkelanjutan [2]. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), sekitar 33,82% dari total luas terumbu karang di perairan Indonesia yang mencapai 2,5 juta hektar berada dalam kondisi rusak [3].

Sebagai upaya untuk mengembalikan fungsi ekologis terumbu karang, dilakukan berbagai program rehabilitasi, salah satunya melalui teknik transplantasi terumbu karang. Transplantasi karang dilakukan dengan cara menempelkan fragmen karang hidup ke struktur buatan yang diletakkan di dasar laut, dengan harapan karang tersebut dapat tumbuh dan membentuk koloni baru [4]. Keberhasilan transplantasi karang bergantung pada berbagai faktor, seperti media transplantasi, teknik pemasangan, dan kondisi lingkungan [5]. Dalam implementasinya, terdapat berbagai model struktur buatan yang digunakan, di antaranya model *web spider* dan model *pyramid*. Model *web spider* menggunakan rangka logam berbentuk jaring laba-laba yang dirancang agar mudah dipasang di dasar laut dan mampu menopang pertumbuhan karang secara horizontal [6]. Sementara itu, model *pyramid* menggunakan struktur berbentuk piramida yang mendukung pertumbuhan karang secara vertikal dan memberikan ruang bagi biota laut untuk berlindung [7]. Masing-masing model memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitasnya secara ilmiah.

Penelitian ini dilakukan untuk menguji dan membandingkan efektivitas struktur buatan model *web spider* dan model *pyramid* dalam menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan karang hasil transplantasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat

memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan strategi rehabilitasi terumbu karang yang lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan karakteristik lingkungan perairan tertentu.

2. METODE PENELITIAN

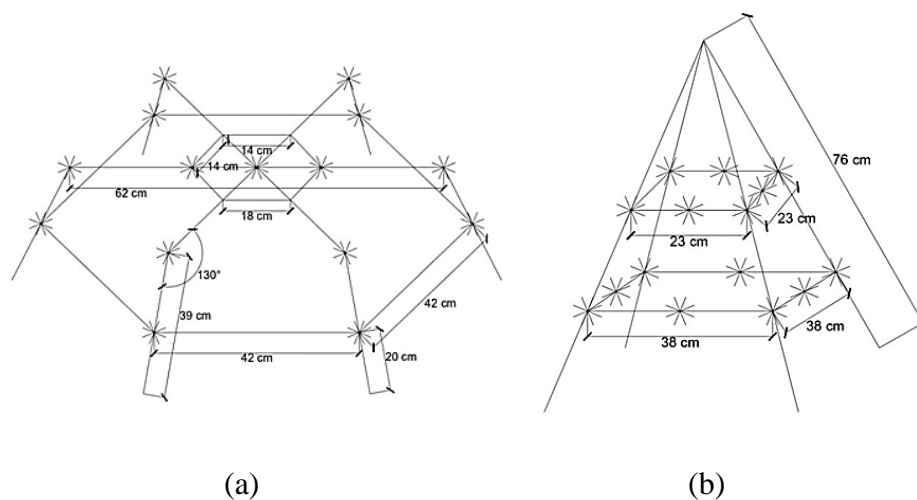
Penelitian dilakukan di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, yang merupakan kawasan dengan kondisi ekosistem terumbu karang yang mengalami degradasi. Kegiatan penelitian dilaksanakan selama 3 bulan, dimulai dari Bulan Februari hingga Bulan April 2024. Penelitian ini menggunakan model eksperimen lapangan dengan pendekatan kuantitatif komparatif, yang bertujuan membandingkan efektivitas dua model transplantasi terumbu karang, yaitu *web Spider* dan *pyramid*. Masing-masing model digunakan sebagai perlakuan yang diuji terhadap parameter *survival rate* atau kelulushidupan karang, laju korosif, kekuatan dan stabilitas struktur serta kondisi lingkungan perairan. Data dikumpulkan melalui pengamatan langsung di lapangan selama 11 minggu dan dianalisis secara statistik untuk mengetahui perbedaan hasil antar model.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi besi baja beton polos, resin epoxy, pasir dan fragmen karang. Struktur *web spider* dan *pyramid* dibuat dari rangka yang tahan karat (*coated steel*). Sementara alat yang digunakan meliputi gerinda, las listrik, peralatan selam/*snorkeling*, alat ukur suhu air, salinitas (*refractometer*), pH meter, kamera bawah air untuk dokumentasi visual, GPS untuk penentuan lokasi, jangka sorong atau skala ukur pertumbuhan serta formulir observasi lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan struktur buatan transplantasi terumbu karang model *web spider* menggunakan bahan dasar besi baja beton polos berukuran 0,8 mm. Pemilihan besi baja karena material ini memiliki karakteristik kokoh, tahan terhadap kerusakan dalam jangka panjang, serta memiliki nilai estetika [8]. Potongan besi dipotong menggunakan gerinda dan di lekukkan dengan lekukan 130 derajat. Panjang masing-masing kaki *web spider* dari titik tengah 70 cm sementara dengan jarak antar kaki sebesar 42 cm. Potongan cincin diteuk menggunakan penekuk besi dan disambungkan dengan cara di las. Transplantasi terumbu karang model *pyramid* menggunakan bahan dasar yang sama yakni besi baja berukuran 0,8 mm. Potongan besi yang digunakan berukuran 76 cm dan dipotong menjadi beberapa bagian

dengan ukuran 23 cm untuk rak bagian atas. Untuk rak bagian bawah besi dipotong dengan ukuran 38 cm. Rangka besi yang telah disambungkan dengan las kemudian dirapikan menggunakan palu untuk menguji kekuatan hasil las pada rangka besi dan dilakukan pengujian ketahanannya dengan menggunakan beban. Secara umum pada penelitian ini model *web spider* membutuhkan lebih banyak material besi baja (+/- 756 cm) dibandingkan model Pyramid (+/- 548 cm). Model *web spider* memiliki tingkat kesulitan lebih tinggi karena lebih banyak lekukan dan sambungan besi yang harus di las dibandingkan dengan model *pyramid*. Masing masing rangka dilapisi dengan resin epoxy untuk mencegah korosi, sehingga dapat memperpanjang umur pakai struktur transplantasi [8]. Selain itu, resin epoxy juga membantu mengurangi risiko pencemaran logam berat yang dapat dilepaskan oleh logam yang terkorosi, sehingga lebih ramah terhadap lingkungan laut [9]. Desain struktur buatan transplantasi terumbu karang model *web spider* dan model *pyramid* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Struktur Transplantasi Terumbu Karang (a) Model *Web Spider* dan (b) Model *Pyramid*
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Fragmen karang yang digunakan berasal dari spesies *Acropora tenuis* yang diperoleh dari koloni donor sehat di sekitar lokasi penelitian [10]. *Acropora tenuis* merupakan salah satu jenis karang bernilai ekonomi tinggi yang memiliki peran penting dalam sektor kelautan dan konservasi [11]. Jumlah fragmen yang ditransplantasi pada masing-masing model adalah sebanyak 15 buah, dengan ukuran awal yang seragam. Fragmen yang digunakan berasal dari

indukan yang usianya lebih dari 3 tahun, dan dalam proses pengambilan bibit indukan karang yang dipotong dengan ukuran maksimal 5 cm. Bibit karang direndam dengan air laut dan pemasangan pada media tidak terlalu lama untuk mengurangi stress pada fragmen karang. Fragmen karang selanjutnya dikaitkan menggunakan kabel ties yang di pasang setiap sudut rangka besi baik model *web spider* maupun *pyramid*. Kapasitas tanam fragmen model *web spider* lebih banyak yaitu $\pm 30-40$ fragmen karang per unit sementara kapasitas fragmen yang dapat ditempelkan pada model *pyramid* yaitu $\pm 20-30$ fragmen karang per unit. Fragmen yang telah dipasang di kedua media rangka besi lalu diletakkan di perairan dengan substrat yang sama dan posisi tidak berjauhan. Secara teknis, peletakan model *web spider* lebih sulit dan berat karena bentuknya yang melebar dan jumlah jari-jarinya juga lebih banyak dibandingkan model *pyramid* yang lebih ringan. Bobot model *web spider* lebih berat yaitu 2,35 kg sedangkan model *pyramid* sekitar 1,69 kg. Model *web spider* cenderung lebih stabil karna konstruksi berbentuk jaring laba laba yang mendatar sehingga meminimalisir terbaliknya modul, berbanding terbalik dengan model *pyramid*, karena bentuknya yang tinggi dan lebih ringan sehingga lebih mudah bergeser atau terbalik [12]. Hasil monitoring menunjukkan struktur model *web spider* lebih stabil dan tidak mudah terbalik, berbeda dengan model *pyramid* yang posisinya sedikit miring karena kurang stabil.

Ketahanan struktur media transplantasi menunjukkan laju korosif rangka pada kedua model cukup rendah, hal ini diduga karena struktur besi telah dilapisi dengan resin sehingga meminimalisir pertumbuhan alga ataupun lumut [13]. Pada minggu ke -3 terdeteksi adanya pertumbuhan lumut/alga di kerangka besi, namun kondisi fragmen karang terpantau baik dan sehat. Selain monitoring dilakukan juga pembersihan rangka besi dari alga yang menempel menggunakan sikat. Pada monitoring minggu ke-9 alga pada model *web spider* terdapat satu karang *Acropora tenuis* yang mati dengan warna kecoklatan dan ditumbuhi alga sementara karang pada media *pyramid* tidak ada karang yang mati hanya saja terdapat posisi karang yang bergeser posisinya. Berdasarkan monitoring selama 11 minggu diperoleh tingkat kelangsungan hidup karang di transplantasi model *pyramid* sebesar 100 % sementara pada model *web spider* sebesar 93%. Kondisi media transplantasi karang model *web spider* dan model *pyramid* dapat dilihat di **Gambar 2**.



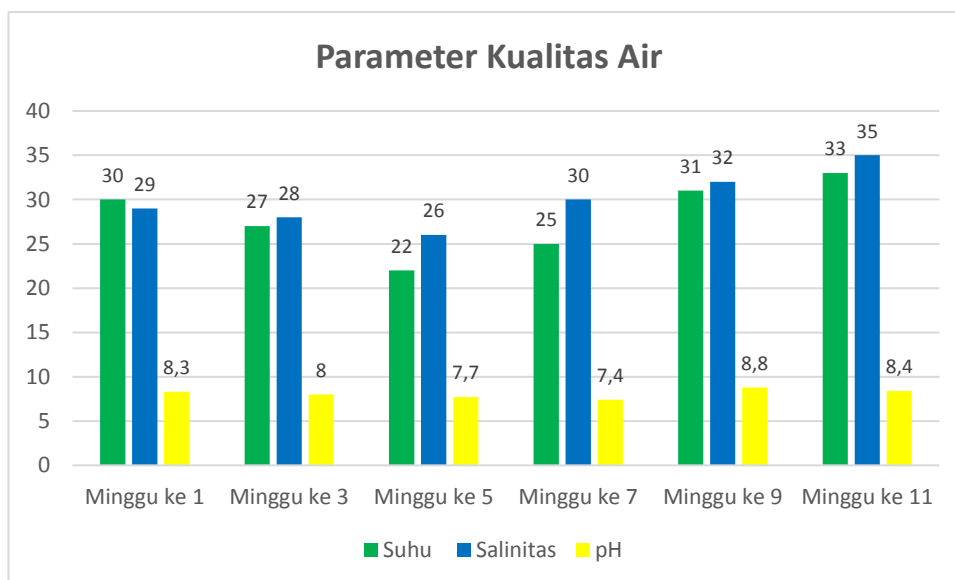
Gambar 2. Dokumentasi Kondisi Media Transplantasi Karang Model *Web Spider* dan Model *Pyramid* dan Fragmen Karang *Acropora Tenuis* Pada Monitoring Minggu ke-11
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Tabel 1. Perbandingan Teknis dan Performa Transplantasi Karang Model *Web Spider* dan Model *Pyramid* Secara Keseluruhan.

	<i>Model Pyramid</i>	<i>Model Web Spider</i>
Struktur Utama	Kerangka bertingkat berbentuk piramida	Rangka radial dengan kaki menjulur seperti laba-laba
Tinggi Struktur	± 76 cm dari dasar laut	± 39 cm dari dasar laut
Distribusi Beban	Terkonsentrasi pada titik pusat dan kaki dasar	Menyebar merata ke tiap kaki
Ukuran (<i>size</i>)	Tinggi (76 cm)	Rendah (39 cm)
Laju Korosi (<i>Corrosion Rate</i>)	Rendah	Rendah
Berat (<i>weight</i>)	Ringan (1.69 Kg)	Berat (2.35 kg)
Stabilitas (<i>stability</i>)	Lebih stabil pada substrat berpasir/karang patah (+/- 7,5 m)	Stabil, cocok untuk substrat datar (=/- 5,5 m)
Bahan baku besi baja (<i>material</i>)		
Kelulushidupan Karang (<i>coral survival rate</i>)	100 %	93 %
Tingkat Kompleksitas Konstruksi (<i>Construction Complexity</i>)	Relatif Mudah	Kompleks
Kekuatan Struktural (<i>Structural Strength</i>)	Max 85 kg	Max 80 kg

Monitoring parameter kualitas air dari minggu ke 1 sampai ke 11 menunjukkan rata rata suhu air 28 °C, rata rata pH yaitu 8,1 dan salinitas yaitu 30 ppt. Dari data tersebut perairan

di lokasi penelitian masuk dalam kategori baik dikarenakan secara umum terumbu karang dapat tumbuh optimal di perairan yang memiliki suhu pada rentang rata-rata 23-25°C, dan mampu bertahan hidup pada suhu 36-40°C [14]. Sementara salinitas yang terukur juga masuk pada rentang optimal untuk pertumbuhan karang pada kisaran 30- 35‰ [15].



Gambar 3. Parameter Kualitas Air Pada Monitoring Transpalantasi Karang Model *Web Spider* dan Model *Pyramid*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perbandingan desain struktural media transplantasi terumbu karang model *web spider* dan *pyramid*, dapat disimpulkan bahwa masing-masing model memiliki keunggulan dan keterbatasan pada aspek teknis maupun aspek ekologis. Model *web spider* unggul dalam hal kapasitas tanam dan stabilitas struktur, terutama pada perairan berarus kuat atau substrat yang tidak rata. Struktur radialnya memungkinkan distribusi beban yang merata serta meminimalkan naungan antar fragmen karang, sehingga mendukung pertumbuhan yang optimal. Sementara itu, model *pyramid* menawarkan kemudahan dalam proses instalasi, efisiensi biaya produksi, dan fleksibilitas penempatan di substrat datar. Desain bertingkat transplantasi model *pyramid* juga memberikan kompleksitas struktural yang dapat meningkatkan keanekaragaman mikrohabitat bagi organisme laut lainnya, meskipun memiliki risiko *shading* lebih tinggi antar tingkat. Dengan demikian, pemilihan model transplantasi yang tepat harus mempertimbangkan kondisi ekosistem lokal, tujuan restorasi, serta faktor teknis seperti jenis substrat dasar, arus laut, dan jenis karang yang

ditransplantasi. Kombinasi penggunaan kedua model secara komplementer juga dapat menjadi strategi restorasi yang efektif dan adaptif di berbagai kondisi perairan Indonesia.

REFERENSI

- [1] A. B. G. Irwansyah, Andi Nur Apung Massiseng, “Valuasi Ekonomi Ekosistem Terumbu Karang Di Pulau Bontosua Kabupaten Pangkep,” vol. 21, no. 3, pp. 1–23, 2016.
- [2] F. Muzahadah et al., “RUSAKNYA EKOSISTEM TERUMBU KARANG AKIBAT PEMANASAN DAMAGE TO CORAL REEF ECOSYSTEMS DUE TO GLOBAL WARMING IN A MARINE LAW PERSPECTIVE,” vol. 6, pp. 138–154, 2024.
- [3] R. Putri, F., Damayanti, N., & Rajib, “Urgensi Perlindungan Ekosistem Terumbu Karang di Indonesia Guna Menyongsong Program Sustainable Development Goals (SDGS) Point 14,” vol. 24, no. 7, pp. 28–42, 2024.
- [4] B. Subhan, H. Madduppa, D. Arafat, and D. Soedharma, “Bisakah Transplantasi Karang Perbaiki Ekosistem Terumbu Karang ?,” *Risal. Kebijak. Pertan. DAN Lingkung. Rumusan Kaji. Strateg. Bid. Pertan. dan Lingkung.*, vol. 1, no. 3, p. 159, 2015, doi: 10.20957/jkebijakan.v1i3.10292.
- [5] D. D. Pelasula, M. P. Patria, S. Wouthuyzen, and A. Syahailatua, “Key success factors and problems in coral transplantation: A review,” *AACL Bioflux*, vol. 16, no. 1, pp. 3319–3342, 2023.
- [6] Y. P. Paulangan et al., “Transplantasi Karang dengan Metode SPIDER di Pantai Harlen Kampung Tablasupa Kabupaten Jayapura Provinsi Papua,” *J. Pengabd. Pada Masy.*, vol. 8, no. 3, pp. 633–642, 2023, doi: 10.30653/jppm.v8i3.359.
- [7] O. Johan, “the Survival of Transplanted Coral on Pyramid-Shaped Fish Shelter on the Coastal Waters of Kelapa and Harapan Islands, Kepulauan Seribu, Jakarta,” *Indones. Aquac. J.*, vol. 7, no. 1, p. 79, 2012, doi: 10.15578/iaj.7.1.2012.79-85.
- [8] F. K. Muzaki, N. Syahroni, D. Saptarini, I. N. S. B. Wisesa, K. F. Budiman, and A. R. Pratama, “Rangka Baja Bersalut Pasir sebagai Media Transplantasi untuk Rehabilitasi Terumbu Karang Rusak di Pagerungan Besar, Sumenep,” *Sewagati*, vol. 8, no. 2, pp. 1285–1294, 2023, doi: 10.12962/j26139960.v8i2.653.
- [9] S. Gusty et al., *Korosi Dan Perlindungan Material*, I. Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan: Arsy Media, 2024.
- [10] I. Pancrazi, K. Fearheller, H. Ahmed, C. di Napoli, and M. Montefalcone, “Active Coral Restoration to Preserve the Biodiversity of a Highly Impacted Reef in the Maldives,” *Diversity*, vol. 15, no. 9, 2023, doi: 10.3390/d15091022.
- [11] S. Alam and N. A. M. Rustan, “UNM Environmental Journals,” *UNM Environ. J.*, vol. 1, no. April, pp. 33–38, 2018, [Online]. Available: http://repositori.uin-alaudidin.ac.id/19812/1/2020_Book_Chapter_Kesehatan_Lingkungan_Perumahan.pdf
- [12] M. Y. U. P. Olli, A. Ningsi, N. Auliyah, M. Yantu, and S. V. Binol, “Teknik transplantasi karang menggunakan metode rangka-spider di sekitar Pantai Ratu Desa Tenilo, Kab. Boalemo,” *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 4, no. 1, pp. 569–573, 2021.
- [13] A. Nuryadin and A. Rahayu, “Olahraga Selam Berbasis Konservasi: Modifikasi Media Transplantasi Terumbu Karang,” *Jendela Olahraga*, vol. 8, no. 1, pp. 27–27, 2023, doi: 10.26877/jo.v8i1.13215.

- [14] I. N. Dodik Prasetya, "Struktur Komunitas Terumbu Karang Di Pesisir Kecamatan Buleleng Singaraja," JST (Jurnal Sains dan Teknol., vol. 4, no. 2, pp. 579–590, 2015, doi: 10.23887/jst-undiksha.v4i2.6050.
- [15] Rahman, Yusraini, and Rahmadani, "Pengaruh Kedalaman terhadap Pertumbuhan Awal Karang (*Acropora tenuis*) Effect of Depth of Culture to the Initial Growth Rate of (*Acropora tenuis*)," Media Akuatika, vol. 3, no. 4, pp. 795–804, 2018.