



OPERATION EAST JAVA AREA



LAPORAN
TRANSPLANTASI KARANG
DI PULAU PAGERUNGAN BESAR
TAHUN 2020

PT Pertamina Gas Operation East Java Area
Jl. Darmokali No. 40-42, Darmo, Wonokromo, Surabaya - 60241
DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Gd. Research Center, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya - 60111

**LAPORAN
TRANSPLANTASI KARANG
DI PULAU PAGERUNGAN BESAR
TAHUN 2020**

DKPU ITS

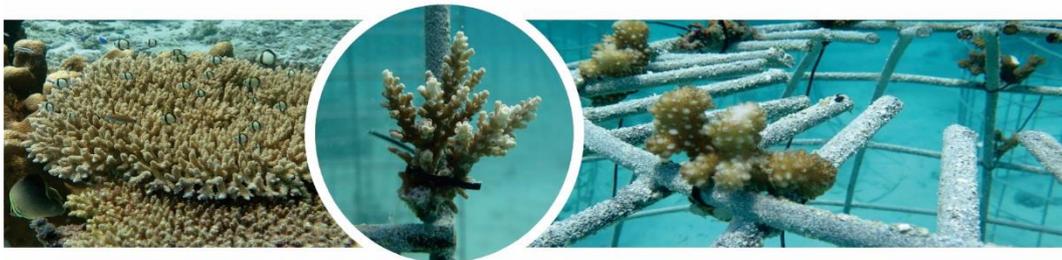
User HSE
PT Pertamina Gas EJA

Head QHSSE
PT Pertamina Gas EJA

Tri Joko Wahyu Adi, Ph.D

Nadhilah Dhina Shabrina

Fithro Rizki



LAPORAN
TRANSPLANTASI KARANG
DI PULAU PAGERUNGAN BESAR – TAHUN 2020

PT. Pertamina Gas Operation East Java Area (OEJA)
DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember



© PT. Pertamina Gas OEJA 2020

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.

Laporan kegiatan ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ ini diterbitkan atas dasar prakarsa dari pihak PT. Pertamina Gas OEJA.

Diterbitkan dalam Bahasa Indonesia, atas kerjasama antara PT. Pertamina Gas OEJA dengan DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Informasi yang terkandung dalam dokumen ini dapat diperbanyak secara keseluruhan maupun sebagian untuk kepentingan ilmiah dan tidak untuk diperjual-belikan. Memperbanyak dokumen ini untuk kepentingan selain diatas harus mendapatkan ijin dari PT. Pertamina Gas OEJA; Jl. Darmokali No. 40-42, Darmo, Wonokromo, Kota Surabaya, Jawa Timur – 60241.



KATA PENGANTAR

Terumbu karang dikenal sebagai suatu sumberdaya alam yang memiliki nilai strategis dalam menunjang pembangunan yang berkeadilan dan berkelanjutan. Terumbu karang termasuk dalam kategori kawasan lindung (berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 26 tahun 2008 dan Undang-undang nomor 32 tahun 2009), yaitu kawasan atau wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup mencakup sumberdaya alam dan sumberdaya buatan.

Berdasarkan hasil Studi Pendahuluan Kondisi Sosial Ekonomi dan Lingkungan Desa Pangerungan Besar Tahun 2020, diketahui bahwa terumbu karang di pesisir barat dan selatan Pulau Pangerungan Besar termasuk dalam kondisi 'rusak' hingga 'sedang' dengan persentase penutupan karang hidup sebesar 19.05-26.05%. Dengan demikian, perlu dilakukan upaya rehabilitasi dan restorasi terumbu karang untuk memulihkan kondisi terumbu karang di lokasi tersebut.

Sebagai salah satu bentuk nyata kepedulian terhadap kelestarian ekosistem laut dan terumbu karang, maka PT Pertamina Gas Operation East Java Area (PT Pertagas OEJA) berinisiatif untuk melakukan upaya rehabilitasi terumbu karang di perairan sekitar Pulau Pangerungan Besar, Kabupaten Sumenep. Bentuk rehabilitasi yang dilakukan adalah melalui terumbu buatan (*artificial reef/AR*) dan transplantasi fragmen karang.

Laporan kegiatan 'Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020' ini menyajikan penjelasan aspek teknis dan non-teknis kegiatan transplantasi karang yang telah dilaksanakan. Laporan ini diharapkan dapat memenuhi fungsinya sebagai salah satu alat untuk melaksanakan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

Surabaya, Desember 2020
Penyusun



DAFTAR ISI

	Hal.
Kata pengantar	iv
Daftar isi	v
Daftar tabel	vii
Daftar gambar	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Landasan Hukum	3
1.3 Tujuan dan Manfaat	4
1.4 Ruang Lingkup Pekerjaan	5
1.5 Konsep dan Sistematika Pelaporan	5
1.6 Tim Penyusun	6
1.6.1 Pihak Pemrakarsa	6
1.6.2 Pihak Pelaksana	6
BAB II GAMBARAN UMUM WILAYAH KEGIATAN	
2.1 Profil PT Pertamina Gas	7
2.2 Desa Pangerungan Besar Kecamatan Sapeken	9
2.3 Tinjauan Mengenai Terumbu Karang	11
2.3.1 Definisi Karang dan Terumbu Karang	11
2.3.2 Tipe Terumbu Karang	14
2.3.3 Kalsifikasi dan Pertumbuhan	14
2.3.4 Faktor Lingkungan	15
2.4 Kondisi Eksisting Terumbu Karang	18
BAB III METODOLOGI TRANSPLANTASI KARANG	
3.1 Tinjauan Transplantasi Karang	23
3.2 Teknik Transplantasi Karang	24
3.2.1 Penentuan Lokasi Transplantasi	24

3.2.2	Pemilihan Tipe Substrat Transplantasi	24
3.2.3	Pemilihan Spesies Karang Transplantasi	26
3.2.4	Transportasi Fragmen Donor	27
3.2.5	Penanaman Fragmen Karang	28
3.2.6	Kegiatan Pasca Transplantasi	29
BAB IV PELAKSANAAN TRANSPLANTASI KARANG		
4.1	Waktu dan Lokasi Transplantasi	31
4.2	Pelaksanaan Transplantasi	33
4.2.1	Pemilihan dan Pembuatan Substrat Transplantasi	33
4.2.2	Pelibatan Masyarakat Lokal	37
4.2.3	Transportasi dan Peletakan Substrat Transplantasi	40
4.2.4	Pemilihan Spesies dan Penanaman Karang Transplantasi	43
4.3	Rencana Pemantauan	48
4.4	Sosialisasi Kegiatan	50
BAB V PENUTUP		
5.1	Ringkasan	53
5.2	Saran dan Rekomendasi	54
	DAFTAR PUSTAKA	55



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Hal.
4.1	Jadwal Pelaksanaan Program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020	31
4.2	Warga Desa Pangerungan Besar yang Berpartisipasi dalam Program 'Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020'	38
4.3	Spesies Karang yang Ditanam pada Program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020	44
4.4	Rencana Jadwal Pemantauan Transplantasi	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Hal.
2.1	Logo PT Pertamina Gas	8
2.2	Peta administrasi Desa Pangerungan Besar Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep dan lokasi transplantasi karang di pesisir selatan pulau pada posisi geografis 06°57'54.90" LS & 115°55'25.80" BT	10
2.3	Struktur polip dan skeleton karang	12
2.4	Mekanisme kalsifikasi pada hewan karang	15
2.5	Faktor pembatas terumbu karang	17
2.6	Persen penutupan setiap bentuk pertumbuhan karang hidup di perairan sekitar lokasi studi	19
2.7	Tipikal kondisi terumbu karang di barat Pangerungan Besar (lokasi TK.1) dimana koloni tumbuh berkelompok (<i>patchy</i>)	20
2.8	Tipikal kondisi terumbu karang di selatan Pangerungan Besar (lokasi TK.2) dimana mengalami kerusakan dan didominasi oleh biota non-karang seperti karang api <i>Millepora dichotoma</i> dan makroalga	21
3.1	Berbagai model dan bahan substrat transplantasi karang yang umum diaplikasikan	25
3.2	Transportasi fragmen karang secara langsung bila lokasi koloni karang donor dekat dengan lokasi transplantasi atau menggunakan container berisi air laut yang kemudian diangkut menggunakan perahu bila lokasi koloni karang donor cukup jauh dari lokasi transplantasi	28
3.3	Model penyusunan fragmen karang transplantasi pada rak beton-baja	29
4.1	Peta lokasi dan ilustrasi penempatan unit terumbu buatan pada program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020	33
4.2	Bentuk, model dan dimensi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang pada kegiatan 'Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020'	35
4.3	Proses perakitan rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang yang dibantu oleh warga lokal Pangerungan Besar	39

Gambar	Judul	Hal.
4.4	Rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang yang telah selesai dirakit dan siap untuk diletakkan di lokasi transplantasi karang	40
4.5	Pengangkutan rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang dari tempat pembuatan menuju lokasi transplantasi menggunakan perahu nelayan lokal	41
4.6	Peurunan ke dasar laut dan penataan posisi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang	42
4.7	Proses pemasangan pasak besi untuk memperkuat struktur rangka besi sebagai terumbu buatan dan media transplantasi karang	43
4.8	Beberapa spesies karang yang digunakan sebagai koloni induk untuk diambil bibit atau fragmen karang transplan	44
4.9	Proses fikasi atau pengikatan fragmen karang transplan pada rangka besi atau terumbu buatan yang menjadi media transplantasi karang menggunakan <i>cable tie</i>	45
4.10	Contoh fragmen-fragmen karang transplan yang telah ditanam atau ditransplantasikan pada terumbu buatan	46
4.11	Contoh frame terumbu buatan yang telah ditanami dengan fragmen karang tranplan	47
4.12	Contoh fragmen-fragmen karang transplan pada usia satu pekan setelah transplantasi; tidak mengalami pemutihan dan/atau kematian	49
4.13	Desain papan informasi pelaksanaan program oleh PT Pertamina Gas OEJA di Pulau Pangerungan Besar	51
4.14	Proses papan informasi pelaksanaan program oleh PT Pertamina Gas OEJA di Pulau Pangerungan Besar yang dibantu olah warga setempat	51
4.15	Rambu apung penanda lokasi pelaksanaan program oleh PT Pertamina Gas OEJA di Pulau Pangerungan Besar	52
4.16	Dokumentasi (foto bersama) sebagian anggota tim teknis dari DKPU ITS dan masyarakat setempat dalam pelaksanaan Program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020	52



BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2001, terumbu karang adalah kumpulan karang dan atau suatu ekosistem karang yang dibangun terutama oleh biota laut penghasil kapur bersama-sama dengan biota yang hidup didasar laut lainnya serta biota lain yang hidup bebas di dalam perairan sekitarnya. Di Indonesia, terumbu karang termasuk dalam kategori kawasan lindung (berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 26 tahun 2008 dan Undang-undang nomor 32 tahun 2009), yaitu kawasan atau wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup mencakup sumberdaya alam dan sumberdaya buatan.

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem yang sangat kompleks dengan keanekaragaman hayati tinggi dan memiliki banyak fungsi ekologis maupun ekonomis. Fungsi ekologis terumbu karang adalah sebagai bentang alam penahan gelombang bagi kawasan pesisir serta menjadi habitat bagi berbagai macam biota laut. Secara ekonomis, terumbu karang menyediakan barang dan jasa bagi jutaan penduduk lokal di daerah pesisir, termasuk dalam

nilai tersebut adalah makanan, pendapatan dari perikanan, nilai ilmu pengetahuan, farmasi, dan pendidikan.

Terumbu karang dikenal sebagai suatu sumberdaya alam yang memiliki nilai strategis dalam menunjang pembangunan yang berkeadilan dan berkelanjutan. Namun, terumbu karang juga merupakan salah satu komponen dari ekosistem pesisir yang mengalami laju degradasi tertinggi, terutama karena faktor antropogenik seperti pembangunan kawasan pesisir dan aktivitas perikanan yang tidak ramah lingkungan.

Sebagai suatu ekosistem yang berada di perairan dangkal dan umumnya merupakan peralihan antara ekosistem daratan dan perairan laut, maka terumbu karang potensial mengalami berbagai dampak negatif dari dinamika-dinamika yang terjadi dari kedua ekosistem tersebut; baik antropogenik maupun alamiah misalnya pembangunan kawasan pesisir dan aktivitas perikanan yang tidak ramah lingkungan, pencemaran laut, global warming, ocean acidification dan sebagainya. Berbagai kasus kerusakan dan penurunan kualitas ekosistem terumbu karang telah banyak dilaporkan dari seluruh dunia dalam beberapa dekade terakhir, sehingga dapat dikatakan bahwa terumbu karang merupakan salah satu komponen dari ekosistem pesisir yang mengalami laju degradasi tertinggi. Oleh karena itu, upaya rehabilitasi dan konservasi terumbu karang telah menjadi isu yang mendesak dan mutlak diperlukan.

Berdasarkan hasil Studi Pendahuluan Kondisi Sosial Ekonomi dan Lingkungan Desa Pangerungan Besar Tahun 2020, diketahui bahwa terumbu karang di pesisir barat dan selatan Pulau Pangerungan Besar termasuk dalam kondisi 'rusak' hingga 'sedang' dengan persentase penutupan karang hidup sebesar 19.05-26.05%. Dengan demikian, perlu dilakukan upaya rehabilitasi dan restorasi terumbu karang untuk memulihkan kondisi terumbu karang di lokasi tersebut.

International Coral Reef Initiative (ICRI) menyatakan menyatakan bahwa rehabilitasi dan restorasi terumbu karang yang rusak sangat perlu dilakukan, karena sistem artifisial tidak memiliki peran ekologis sebaik terumbu karang asli. Salah satu teknik rehabilitasi yang umum dilaksanakan adalah melalui transplantasi karang, yaitu upaya rehabilitasi dengan jalan memotong cabang

karang dari karang hidup kemudian menanamnya pada terumbu karang yang mengalami kerusakan atau pada substrat buatan.

Mengacu pada Undang-undang Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas dan Peraturan Pemerintah Nomor 47 Tahun 2012 tentang Tanggung Jawab Sosial Perseroan Terbatas, serta Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup; bahwa setiap badan usaha wajib menjaga keberlanjutan fungsi lingkungan hidup dan menaati ketentuan tentang baku mutu lingkungan hidup dan/atau kriteria baku kerusakan lingkungan hidup. Kemudian, mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2013; dijelaskan bahwa perlindungan atau konservasi keanekaragaman hayati juga merupakan salah satu aspek penilaian PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup).

Berdasarkan pemikiran-pemikiran tersebut, sekaligus sebagai salah satu bentuk nyata kepedulian terhadap kelestarian ekosistem laut dan terumbu karang, maka PT Pertamina Gas Operation East Java Area (PT Pertagas OEJA) berinisiatif untuk melakukan upaya rehabilitasi terumbu karang di perairan sekitar Pulau Pangerungan Besar, Kabupaten Sumenep. Bentuk rehabilitasi yang dilakukan adalah melalui terumbu buatan (*artificial reef/AR*) dan transplantasi fragmen karang dengan aspek teknis yang akan dijabarkan secara menyeluruh dan detail pada bagian-bagian berikutnya di dokumen ini.

1.2 LANDASAN HUKUM

Pelaksanaan program ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ ini tidak lepas dari peraturan perundangan yang menjadi latar belakangnya, meliputi;

- a. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya
- b. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 1994 tentang Pengesahan Konvensi PBB mengenai Keanekaragaman Hayati
- c. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang

- d. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- e. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 2014 tentang Perubahan atas Undang-undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- f. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan Laut
- g. Peraturan Pemerintah Nomor 60 Tahun 2007 tentang Konservasi Sumberdaya Ikan sebagai Pedoman Kelestarian Sumberdaya Ikan
- h. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung
- i. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2013 tentang PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup)
- j. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 01 Tahun 2018 tentang Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Provinsi Jawa Timur Tahun 2018-2038
- k. Peraturan Daerah Kabupaten Sumenep Nomor 12 Tahun 2013 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sumenep Tahun 2013-2033.

1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan dan manfaat dari program 'Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020' antara lain adalah;

- a. Merehabilitasi terumbu karang rusak di perairan sekitar area kerja PT Pertamina Gas OEJA, dalam hal ini adalah perairan Pulau Pangerungan Besar, Kabupaten Sumenep
- b. Meningkatkan fungsi ekologi terumbu karang di perairan perairan Pulau Pangerungan Besar, Kabupaten Sumenep
- c. Menyediakan habitat bagi biota-biota laut yang berasosiasi dengan terumbu karang
- d. Memenuhi kewajiban PT Pertamina Gas OEJA untuk menjaga keberlanjutan fungsi lingkungan hidup dan menaati ketentuan tentang

baku mutu lingkungan hidup dan/atau kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.

1.4 RUANG LINGKUP PEKERJAAN

Program ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ dilaksanakan dengan ruang lingkup sebagai berikut;

- a. Pembuatan dan peletakan terumbu buatan (*artificial reef*) berupa struktur rangka besi non-galvanis pada dasar perairan yang menjadi lokasi transplantasi sebanyak 10 unit
- b. Transplantasi sebanyak 750 unit fragmen karang pada terumbu buatan dengan tujuan merehabilitasi dan/atau meningkatkan jumlah koloni terumbu karang baru
- c. Penyusunan laporan kegiatan mulai dari proses pelaksanaan hingga pemantauan transplantasi karang.

1.5 KONSEP DAN SISTEMATIKA PELAPORAN

Laporan program ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ diselesaikan dengan sistematika penyajian sebagai berikut;

- a. **BAGIAN I PENDAHULUAN**
Bagian ini berisi latar belakang, landasan hukum, tujuan dan manfaat, ruang lingkup kegiatan serta konsep dan sistematika pelaporan kegiatan
- b. **BAGIAN II GAMBARAN UMUM LOKASI**
Bagian ini menjelaskan mengenai kondisi umum ekosistem terumbu karang di wilayah perairan Pulau Pangerungan Besar, Kabupaten Sumenep
- c. **BAGIAN III METODOLOGI TRANSPLANTASI**
Bagian ini menjelaskan tentang metode dan teknik transplantasi karang yang umum diaplikasikan
- d. **BAGIAN IV PELAKSANAAN TRANSPLANTASI**
Bagian ini mendeskripsikan mengenai kegiatan transplantasi karang yang telah dilaksanakan berikut rencana pemantauannya

e. **BAGIAN V PENUTUP**

Bagian ini berisi kesimpulan serta saran dan rekomendasi yang berkaitan dengan transplantasi karang yang telah dilaksanakan.

1.6 TIM PENYUSUN

Program ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ merupakan bagian dari pekerjaan ‘Jasa Inspeksi dan Pemeliharaan Terumbu Karang Landfall PT Pertamina Gas EJA Selama 24 Bulan Kalender’ yang diprakarsai oleh PT Pertamina Gas OEJA yang dalam pelaksanaannya bekerjasama dengan pihak DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

1.6.1 PIHAK PEMRAKARSA

Nama Pemrakarsa	PT Pertamina Gas Operation East Java Area
Alamat	Jl. Darmokali No. 40-42, Darmo, Wonokromo, Kota Surabaya, Jawa Timur – 60241
Penanggung jawab	Gagan Suryanagara
Jabatan	Manager Operation East Java Area
Anggota	Fithro Fithro Rizki (Head of QHSSE) Maulana Aziz (Engineer Operation Engineering) Nadhilah Dhina Shabrina (Officer HSE)

1.6.2 PIHAK PELAKSANA

Nama Pelaksana	DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Alamat aa	Gd. Research Center ITS, Jl. Raya ITS Sukolilo – Surabaya 60111
Penanggung jawab	Tri Joko Wahyu Adi, ST, MT, Ph.D
Jabatan	Direktur
Anggota	Nur Syahroni, ST, MT, Ph.D Dr. Dian Saptarini, M.Sc Farid Kamal Muzaki, S.Si, M.Si



BAB II
GAMBARAN UMUM WILAYAH KEGIATAN

2.1 PROFIL PT PERTAMINA GAS

PT Pertamina Gas adalah perusahaan yang bergerak dalam sektor *midstream* dan *downstream* industri gas Indonesia. Dimiliki oleh PT Perusahaan Gas Negara Tbk. (PGN) dan PT Pertamina (Persero), Pertamina Gas merupakan bagian dari Holding Gas di Indonesia yang berperan dalam usaha niaga gas, transportasi gas, pemrosesan gas dan distribusi gas, serta bisnis lainnya yang terkait dengan gas alam dan produk turunannya.

Visi Pertamina Gas adalah menjadi pemimpin global dalam mengembangkan rantai suplai gas dan berkomitmen untuk memberikan manfaat yang berkelanjutan bagi para *stakeholder*. Pencapaian visi tersebut dikuatkan dengan 4 (empat) poin misi yaitu;

- a. Memberikan insfratraktur gas terbaik di kelasnya
- b. Menjalankan operasi yang aman dan ramah lingkungan
- c. Menanamkan investasi dalam teknologi dan inovasi
- d. Merekrut dan mengembangkan tenaga kerja berbakat

PT Pertamina Gas didirikan pada 23 Februari 2007. Pendirian tersebut untuk memenuhi ketentuan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 dan adanya

peningkatan kebutuhan komoditas gas di Indonesia sebagai alternatif energi pengganti bahan bakar minyak yang ramah lingkungan. Sekaligus upaya ini akan memberikan nilai tambah perusahaan gas. Pertamina Gas secara berkelanjutan mengembangkan bisnisnya dengan pengembangan ruas pipa transmisi gas baru, jaringan gas rumah tangga baru dan proyek-proyek fasilitas gas lainnya di seluruh Indonesia demi menjamin kebutuhan pasokan energi domestik.



Gambar 2.1 Logo PT Pertamina Gas

Usaha tersebut akan memberikan nilai tambah kepada bisnis gas di Indonesia. Kompetensi PGN dan Pertamina dalam mengelola usaha gas akan mendorong Pertamina Gas sebagai perusahaan energi utama di Indonesia. Pertamina Gas hadir untuk mendukung ketahanan energi Indonesia. Saling dukung dari PGN dan Pertamina, serta afiliasi lainnya, akan menghasilkan sinergi yang kokoh di bidang bisnis gas. Bisnis Pertamina Gas meliputi:

a. Transportasi Gas

Pertamina Gas memiliki ruas pipa gas transmisi lebih dari 2.000 km yang menyalurkan lebih dari 1.400 MMSCFD gas alam ke berbagai konsumen, seperti pembangkit listrik dan industri.

b. Niaga Gas

Pertamina Gas juga mengelola bisnis niaga gas. Di tahun 2018 Pertamina Gas telah menjual lebih dari 45.266 BBTU gas ke industri, rumah tangga dan bisnis komersial lainnya.

c. Pemrosesan Gas

Pertamina Gas menjalankan bisnis pemrosesan gas dengan mengoperasikan 2 LPG Processing Plant, yaitu LPG Plant Pondok Tengah di Jawa Barat dan NGL Plant di Sumatera Selatan. Pada akhir 2018 Pertamina Gas telah menjual sebanyak 214.466 ton LPG untuk memenuhi kebutuhan LPG domestik.

d. Regasifikasi LNG

Pertamina Gas mengoperasikan Terminal Penerimaan & Regasifikasi LNG di Arun Lhokseumawe Aceh. Pada akhir tahun 2018 fasilitas tersebut telah mampu memenuhi kebutuhan energi untuk pembangkit listrik dan industri di Aceh dan Sumatera Utara hingga 45.836 BBTU.

e. Transportasi Minyak

Pertamina Gas juga mengelola tugas khusus yaitu mentransportasikan minyak mentah di Sumatera Selatan, melalui ruas pipa minyak Tempino-Plaju.

PT Pertamina Gas memiliki komitmen tinggi dalam pengelolaan lingkungan sosial dan lingkungan hidup di wilayah kerjanya. Kerja keras dan komitmen tersebut dibuktikan melalui pencapaian PROPER Emas pada Tahun 2019 yang diraih oleh PT Pertamina Gas Operation Eastern Java Area (OEJA). Tiga anak perusahaan Pertamina Gas yaitu Operation Western Java Area, Kalimantan Area dan Southern Sumatra Area juga berhasil mendapatkan predikat PROPER Hijau.

2.2 DESA PAGERUNGAN BESAR KECAMATAN SAPEKEN

Secara administratif, Desa Pangerungan Besar termasuk dalam wilayah Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep. Batas Desa Pangerungan Besar secara geografis adalah:

- Sebelah utara berbatasan dengan Laut Kalimantan
- Sebelah barat berbatasan dengan wilayah Desa Pangerungan Kecil
- Sebelah selatan berbatasan dengan wilayah Desa Sapeken

- Sebelah timur berbatasan dengan wilayah Desa Sakala

Luas wilayah Desa Pagerungan Besar adalah ± 3.85 km² yang mencakup seluruh Pulau Pagerungan Besar. Terdapat lima dusun yaitu Dusun 1 (Kampung Luaor), Dusun 2 (Kampung Labuhan), Dusun 3 (Kampung Jangkar), Dusun 4 (Kampung Batu) dan Dusun 5. Dusun 1 (Kampung Luaor) memiliki luas wilayah sebesar 89.72 ha dimana pola kehidupan sosial warga dusun merepresentasikan kultur seperti yang ada di Luaor Sulawesi; serta sebagian besar masih terdapat rumah tradisional adat panggung. Dusun 2 (Kampung Labuhan) memiliki luas wilayah sebesar 45.67 ha dan merupakan dusun pelopor perkembangan wilayah yang penduduknya didominasi oleh Suku Mandar. Struktur sosial masyarakat sangat mengandalkan ikatan kekerabatan. Dusun tersebut juga menjadi pusat pemerintahan desa; juga merupakan pusat kegiatan transportasi (berupa dermaga).



Gambar 2.2 Peta administrasi Desa Pagerungan Besar Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep dan lokasi transplantasi karang di pesisir selatan pulau pada posisi geografis 06°57'54.90" LS & 115°55'25.80" BT (diadaptasi dari [google.com/earth/versions](https://www.google.com/earth/versions))

Dusun 3 (Kampung Jangkar) memiliki luas wilayah sebesar 67.37 ha sedangkan Dusun 4 (Kampung Batu) seluas 55.31 ha. Wilayah Dusun 5 adalah seluas 128.1 ha dan merupakan pengembangan dari wilayah Dusun 1 dan Dusun 4 guna kebutuhan pendistribusian Anggaran Dana Desa (ADD).

Orientasi perkembangan ruang Desa Pangerungan Besar muncul dari perkembangan aktivitas mencari nafkah yaitu sebagai petani. Orientasi tersebut awalnya berkembang di daratan Dusun 2 dan Dusun 3. Kemudian muncul eksklusifitas dari beberapa penduduk di kedua dusun tersebut yang merupakan sesama penduduk dari wilayah Luar di Sulawesi. Pada akhirnya terbentuk pula dusun Luar yang kemudian disebut sebagai Dusun 1 dengan mata pencaharian utama sebagai petani. Seiring waktu, perkembangan permukiman bergerak ke arah sempadan pantai (mendekati laut) karena ada pergeseran mata pencaharian sebagai nelayan; dimana mata pencaharian sebagian besar warga Pangerungan Besar saat ini berasal dari aktivitas yang berhubungan dengan laut.

Arah perkembangan pada Desa Pangerungan Besar berawal pada permukiman di daratan Dusun 2 dan Dusun 3 kemudian bergerak ke arah barat lalu terbentuk Dusun 1. Selanjutnya bergerak ke arah selatan di daerah sempadan pantai mengikuti pergantian mata pencaharian sebagai nelayan. Karena terdapat perusahaan yang membuka dusun 4, maka arah perkembangan ruang bergerak ke arah timur dan membuka permukiman.

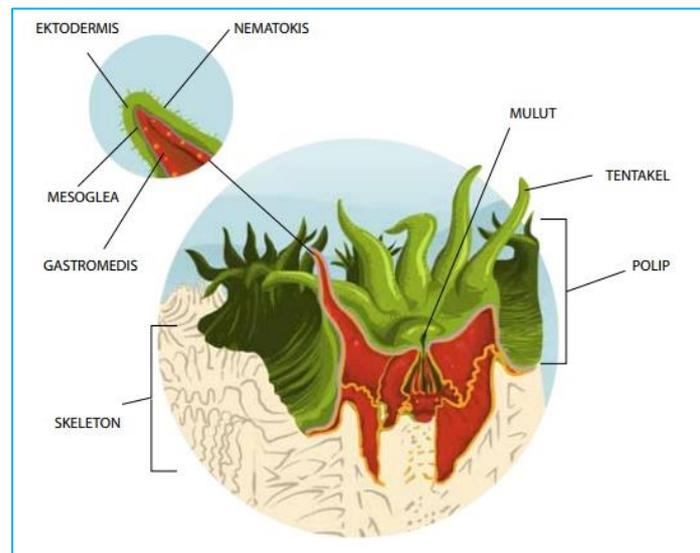
2.3 TINJAUAN MENGENAI TERUMBU KARANG

2.3.1 DEFINISI KARANG DAN TERUMBU KARANG

Mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2001, terumbu karang adalah kumpulan karang dan atau suatu ekosistem karang yang dibangun terutama oleh biota laut penghasil kapur bersama-sama dengan biota yang hidup didasar laut lainnya serta biota lain yang hidup bebas di dalam perairan sekitarnya.

Terumbu karang adalah struktur di dasar laut berupa deposit kalsium karbonat yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tak bertulang belakang (Invertebrata) yang termasuk dalam filum Cnidaria atau Coelenterata (hewan berongga). Karang

(*coral*) umumnya berasal dari ordo Scleractinia, subkelas Octocorallia, kelas Anthozoa. Karang tersusun dari jaringan yang lunak dan bagian keras yang berbentuk kerangka kapur (Suharsono, 1998). Hewan karang batu pada umumnya merupakan koloni yang terdiri atas banyak individu berupa polip yang bentuk dasarnya seperti mangkok dengan tepian berumbai-umbai (tentakel).



Gambar 2.3 Struktur polip dan skeleton karang (Giyanto, 2017)

Terumbu karang merupakan ekosistem perairan khas yang dibangun oleh biota laut penghasil kapur, terutama oleh hewan karang, bersama-sama dengan biota lain yang hidup di dasar laut maupun kolom air (Giyanto *et al.*, 2017). Ekosistem ini terdapat di daerah tropis yang memiliki produktivitas dan keanekaragaman biota yang tinggi seperti ikan karang, mollusca, crustacean bagi masyarakat yang hidup dikawasan pesisir (Nontji *dalam* Yunus *et al.* 2013; Caesar *dalam* Suryanti *et al.* 2011).

Penyusun utama pada terumbu karang adalah hewan karang yang terdiri dari polip dan skeleton. Polip merupakan bagian yang lunak, terdapat tentakel (tangan-tangan) pada bagian polip yang berguna untuk

menangkap plankton sebagai sumber makanannya (Giyanto *et al.*, 2017). Pertumbuhan pada terumbu karang secara maksimum memerlukan perairan yang jernih, suhu yang hangat, gerakan gelombang, sirkulasi yang lancar, serta terhindar dari proses sedimentasi (Oktarina *et al.*, 2014).

Satu individu karang atau polip memiliki ukuran yang bervariasi (1 mm hingga 50 cm) namun umumnya berukuran kecil, misalnya karang dari genera *Acropora*, *Anacropora*, *Montipora*, dan *Pocillopora*. Polip berukuran besar umumnya ditemukan pada karang soliter, misalnya genus *Fungia* (Timotius, 2003). Asosiasi-asosiasi organisme yang dominan hidup dan juga membentuk terumbu adalah alga berkapur (*coralline algae*) (Supriharyono 2000).

Sadarun (2006) menyatakan bahwa sifat yang menonjol dari terumbu karang adalah keanekaragaman, jumlah spesies, dan bentuk morfologinya yang tinggi dan bervariasi. Terumbu karang memiliki peranan penting dalam menopang kelangsungan ekosistem disekitarnya (Dharmaji, 2013). Beberapa fungsi terumbu karang antara lain sebagai pemikat (*attractant*) organisme laut untuk meningkatkan efisiensi penangkapan, melindungi dan menyediakan area asuhan, menyediakan habitat bagi biota laut yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan menjaga keseimbangan siklus rantai makanan (White dalam Ilyas 2008; Caesar dalam Suryanti *et al.* 2011). Selain itu terumbu karang juga berfungsi sebagai pelindung pantai dari degradasi dan abrasi (Supriharyono dalam Yunus *et al.*, 2013). Bagi manusia, ekosistem ini memberikan manfaat langsung dengan menyediakan bahan makanan berupa; ikan, udang, kerang, bahan baku obat-obatan dan lain-lain (Dharmaji, 2013). Mengingat pentingnya fungsi dan keberadaan terumbu karang, maka diperlukan pengelolaan secara lestari, agar ekosistem terumbu karang dapat berfungsi secara optimal (Yunus *et al.*, 2013).

2.3.2 TIPE TERUMBU KARANG

Karang merupakan binatang sederhana yang berbentuk tabung dengan mulut terletak di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Pemberian nama karang didasarkan pada skeletonnya atau cangkangnya yang terbuat dari kapur (Suharsono, 2010). Menurut Veron *dalam* Siregar (2012) mengelompokkan karang menjadi dua bagian, yaitu karang **hermatipik** dan karang **ahermatipik**. Karang hermatipik adalah karang yang dapat membentuk terumbu, yang dalam prosesnya bersimbiosis dengan alga zooxanthellae serta membutuhkan cahaya matahari untuk membentuk bangunan dari kapur yang dikenal sebagai *reef building corals*. Sedangkan karang ahermatipik adalah karang yang tidak dapat membentuk terumbu dan tidak dapat membentuk bangunan kapur serta tidak bergantung pada cahaya matahari, sehingga dikenal sebagai *non-reef building corals*.

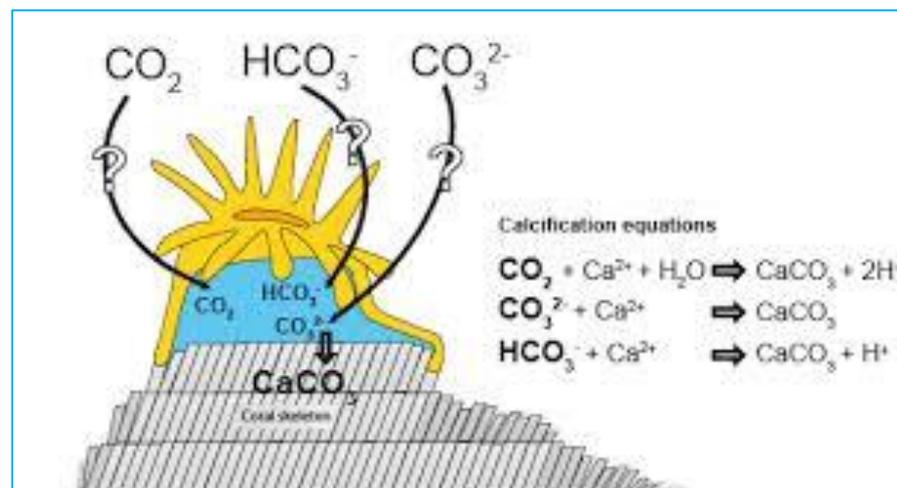
Suharsono (2010) menyatakan bahwa perbedaan karang hermatipik dan ahermatipik terletak pada kemampuannya untuk membentuk terumbu, karang hermatipik tumbuh lebih cepat dan dalam mendeposit kapur (CaCO_3) juga jauh lebih cepat daripada karang ahermatipik. Menurut Sorokin *dalam* Siregar (2012), kelompok karang hermatipik mempunyai alga simbiosis berupa *zooxanthellae* yang berperan dalam mempercepat proses terjadinya kalsifikasi yang memungkinkan bagi karang untuk membentuk koloni-koloni karang masif.

2.3.3 KALSIFIKASI DAN PERTUMBUHAN

Reaksi pembentukan deposit kapur memerlukan ketersediaan ion kalsium dan karbonat. Kalsium karbonat yang terbentuk kemudian membentuk endapan menjadi rangka hewan karang. Sementara itu, karbondioksida akan diambil oleh zooxanthellae untuk fotosintesis. Proses kalsifikasi sangat dipengaruhi oleh keberadaan zooxanthellae sebagai penyedia ion karbonat (Timotius, 2003). Proses fotosintesis dan kalsifikasi pada polip karang berlangsung pada lapisan tubuh yang berbeda. Kalsifikasi terjadi di dalam lapisan ektodermis (*calicoblastic*

epithelium) pada lapisan aboral polip (Gattuso *et al* 1999; Holmes-Farley 2002), sedangkan fotosintesis oleh *zooxanthellae* terjadi di dalam lapisan endodermis pada sisi oral polip (Gattuso *et al*, 1999).

Pertumbuhan pada sebagian besar koloni karang merupakan hasil reproduksi aseksual dengan cara pembentukan polip-polip baru melalui proses pertunasan (*budding*) (Richmond 1997 dalam Spotts & Spotts 2001). Pembentukan polip baru tersebut terjadi dalam dua cara yaitu pertunasan intratentakular dan ekstratentakular. Pada pertunasan intratentakular, polip lama membelah menjadi dua polip baru sedangkan pada pertunasan ekstratentakular polip baru tumbuh pada ruang diantara dua atau lebih polip lama (Richmond 1997 dalam Spotts & Spotts 2001; Timotius 2003). Seiring pertumbuhannya, polip-polip baru akan membentuk rangka kapur sendiri sehingga massa koloni menjadi lebih besar.



Gambar 2.4 Mekanisme kalsifikasi pada hewan karang

Rekrutmen karang merupakan proses lanjutan dimana individu baru yang telah dibentuk tersebut menjadi bagian dari ekosistem terumbu karang. Kriteria tempat yang cocok bagi penempelan larva karang adalah tipe substrat, pergerakan air, salinitas (umumnya >32 ppm), cukupnya cahaya bagi organisme simbion *zooxanthellae*, terbatas atau sedikitnya

sedimentasi, dan kadang-kadang tersedianya spesies mikroalga tertentu atau biofilm yang biasanya terdiri dari diatom dan bakteri (Richmond *dalam* Rudi *et al.*, 2005). Kondisi tempat yang sesuai tersebut dapat menyongkong kelangsungan hidup hewan karang yaitu mempercepat proses kalsifikasi dalam menumpuk kalsium karbonat sekaligus untuk menopang pertumbuhan (Thamrin, 2006).

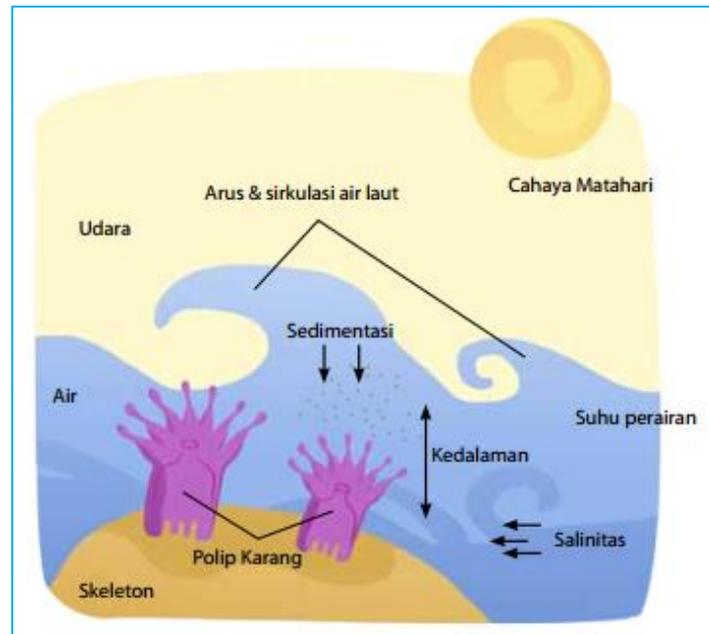
2.3.4 FAKTOR LINGKUNGAN

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem yang bersifat *stenotolerant*, dalam artian bahwa terumbu karang memiliki kisaran toleransi perubahan parameter lingkungan yang relatif sempit, terutama untuk faktor salinitas, suhu, dan sedimentasi (Kleypas *et al.*, 1999). Perubahan kecil parameter lingkungan dapat menyebabkan perubahan rata-rata pertumbuhan yang cukup signifikan (Meesters *et al.* 1998; Kaandorp 1999 *dalam* Crabbe & Smith, 2005). Perubahan salinitas, suhu, dan sedimentasi selain dapat mempengaruhi rata-rata pertumbuhan juga dapat menyebabkan perubahan diversitas dan kelimpahan karang (Lirman *et al.* 2003 *dalam* Crabbe & Smith, 2005).

Karang merupakan organisme yang kehidupannya sangat dipengaruhi oleh suhu rata-rata air laut. Suhu yang sesuai untuk pertumbuhan dan hidup karang berkisar antara 25^o – 29^o C (Wells 1954 *dalam* Supriharyono, 2000). Sedangkan batas minimum dan maksimum suhu berkisar antara 16^o – 17^o dan 36^o C (Kinsman 1964 *dalam* Supriharyono, 2000), namun beberapa karang masih mampu hidup sampai batas suhu 36^o – 40^o C (Nybakken, 1997). Suhu yang mematikan bagi karang bukan hanya suhu yang ekstrem, namun fluktuasi suhu yang mendadak juga sangat berpengaruh (Supriharyono, 2000).

Salinitas air laut di daerah tropis rata-rata $\pm 35\text{‰}$, sedangkan karang tumbuh dengan baik pada salinitas $\pm 34\text{‰}$ – 36 ‰ (Kinsman 1964 *dalam* Supriharyono, 2000). Pengaruh salinitas terhadap karang bervariasi tergantung pada kondisi perairan laut setempat dan/atau pengaruh alam seperti *runoff* air tawar, badai, dan hujan sehingga kisaran salinitas dapat

mencapai 17.5‰ – 52.2‰ (Vaughan 1919; Wells 1932 dalam Supriharyono, 2000).



Gambar 2.5 Faktor pembatas terumbu karang (Giyanto, 2017)

Karang hermatipik (karang pembentuk terumbu) merupakan organisme laut yang tidak dapat mentoleransi salinitas kurang dari salinitas rata-rata air laut (Nybakken, 1997). Akan tetapi, beberapa spesies karang bahkan dapat hidup pada salinitas 0‰ selama beberapa jam pada waktu air surut yang menerima limpahan air tawar dari sungai (Supriharyono 1986 dalam Supriharyono, 2000).

Kecerahan (*visibility*) erat kaitannya dengan kadar TSS dimana kadar TSS yang tinggi akan menyebabkan kekeruhan (*turbidity*) dan sedimentasi. Kadar/konsentrasi TSS yang tinggi akan meningkatkan kekeruhan yang pada gilirannya akan menurunkan tingkat kecerahan air laut. Aktifitas antropogenik yang berpotensi membebaskan sedimen (*terrigenous sediment*) diantaranya adalah pembangunan daerah pesisir, pertanian, pembukaan hutan, pengeboran minyak, dan sebagainya. Keberadaan sedimen tersebut menyebabkan perairan di sekitar terumbu

karang menjadi keruh, terutama setelah terjadi hujan atau badai, dan hal ini dapat mempengaruhi kehidupan karang.

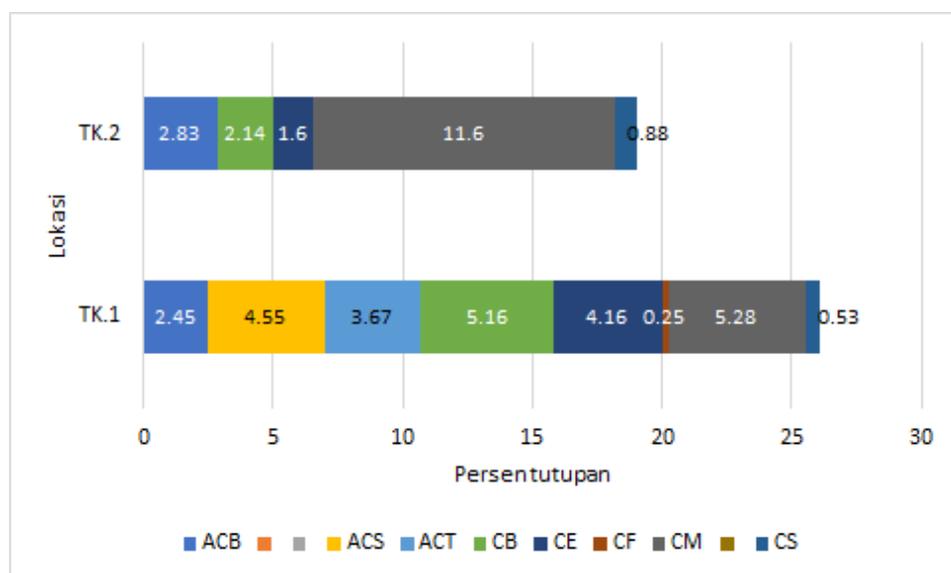
Kadar sedimen yang tinggi dapat langsung menyebabkan kematian karang dengan cara menutupi mulut karang dan organ penangkap mangsanya (Hubbard & Pocock 1972; Bak & Elgershuizen 1976; Bak 1978 *dalam* Supriharyono, 2000). Pengaruh langsung keberadaan sedimen lainnya adalah penutupan karang muda dan area rekrutmen bagi larva karang sehingga mengurangi populasi karang (Victor, 2005). Rogers (1977) menyatakan bahwa sedimentasi dapat menurunkan produktivitas koloni karang. Secara tidak langsung, partikel sedimen akan mengurangi penetrasi cahaya matahari kedalam perairan dan menurunkan laju pertumbuhan karang (Pastorok & Bilyard 1985; Supriharyono 1986 *dalam* Supriharyono, 2000). Selain itu, hara tanah yang terikat pada partikel sedimen akan menyebabkan eutrofikasi dan *blooming* algae sehingga berkompetisi dengan karang dalam perebutan ruang hidup (Pomeroy *et al.* 1965 *dalam* Supriharyono, 2000).

2.4 KONDISI EKSTING TERUMBU KARANG

Terumbu karang di area sekitar Desa Pangerungan Besar umumnya berupa gugusan terumbu tepi (*fringing reef*). Topografi relatif landai dengan kemiringan <30°. Terumbu yang ada terdapat pada kedalaman antara 3 m (saat pasang rata-rata) hingga kedalaman 10-12 m. Koloni-koloni karang di barat Pangerungan Besar (lokasi TK.1) tidak membentuk suatu hamparan terumbu yang luas, namun tumbuh secara berkelompok (*patchy*) pada area paparan terumbu.

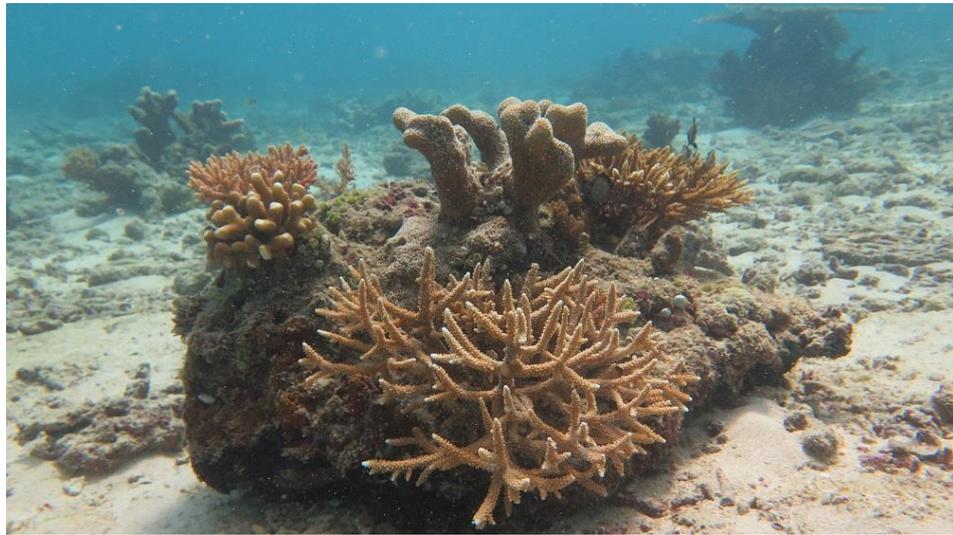
Persen tutupan karang hidup sebesar 26.05% atau termasuk kategori kondisi 'sedang' menurut KepMen LH No. 04 Th. 2001. Terdapat 8 kategori karang hidup (*lifeform*) di lokasi tersebut dengan nilai tutupan setiap kategori adalah <8%. Kategori *lifeform* yang cukup umum dijumpai misalnya adalah koloni karang masif (*coral massive*, CM) dengan persen tutupan 5.28%, karang bercabang (*branching coral* / CB, 5.16%), *Acropora* submasif (*Acropora submassive* / ACS, 4.55%) dan karang merayap (*coral encrusting* / CE, 4.821%).

Selain keempat tipe *liform* tersebut, juga terdapat *liform Acropora* meja (*Acropora tabulate* / ACT) sebesar 3.67%. Kemudian untuk kategori *Acropora* bercabang (*Acropora branching* / ACB) nilai persen penutupan hanya sebesar 2.45%. *Benthic liform* lain selain karang Anthozoa di lokasi TK.1 yang turut menyusun terumbu karang mencakup karang api (*fire coral* / CME) yang didominasi spesies *Millepora dichotoma*; juga terdapat koloni *blue coral* (CHE) *Heliopora* sp.



Gambar 2.6 Persen penutupan setiap bentuk pertumbuhan karang hidup di perairan sekitar lokasi studi. TK.1. barat Pangerungan Besar; TK.2. selatan Pangerungan Besar (PT Pertagas EJA, 2020)

Pada sisi selatan Pangerungan Besar (lokasi TK.2), persentase tutupan karang hidup adalah lebih rendah, hanya sebesar 19.05% atau termasuk dalam kategori kondisi 'rusak/buruk' menurut KepMen LH No. 04 Th. 2001. Kondisi topografi terumbu karang di lokasi tersebut juga relatif agak berbeda dengan lokasi barat Pangerungan Besar; pada area *reef flat* (paparan terumbu) koloni karang juga tumbuh secara mengelompok namun di area tubir (*reef crest*), pada kedalaman 8-12 meter, tampaknya koloni karang membentuk hamparan terumbu yang cukup luas.



Gambar 2.7 Tipikal kondisi terumbu karang di barat Pangerungan Besar (lokasi TK.1) dimana koloni tumbuh berkelompok (*patchy*) (PT Pertagas EJA, 2020)

Adanya disturbansi juga terdeteksi di lokasi TK.2 yang menilik dari sisa-sisa koloni karang yang mati tampaknya lebih disebabkan oleh penggunaan bahan kimia (misalnya potassium) untuk menangkap ikan-ikan karang yang merupakan komoditas ikan hias. Berdasarkan informasi warga (termasuk nelayan pelaku), penggunaan potassium di lokasi TK.2 bahkan baru terjadi beberapa tahun silam.



Gambar 2.8 Tipikal kondisi terumbu karang di selatan Pangerungan Besar (lokasi TK.2) dimana mengalami kerusakan dan didominasi oleh biota non-karang seperti karang api *Millepora dichotoma* dan makroalga (PT Pertagas EJA, 2020)

Komposisi kategori *lifeform* dan spesies karang di TK.1 sedikit berbeda dengan lokasi TK.1; dimana tidak ditemukan koloni ACT dan ACS. Hanya sedikit ditemukan *lifeform* CM, CS atau bahkan CB dan ACB. *Benthic lifeform* non-karang yang sangat dominan adalah koloni CME atau karang api *M. dichotoma* yang mana membentuk hamparan yang luas (persentase 6.85%) pada area terumbu yang telah mengalami disturbansi. Selain CME, sangat melimpah pula berbagai

lifeform dan spesies makroalga, misalnya adalah koloni *Halimeda* spp (HA, 9.11%), kumpulan alga (*algal assemblages* / AA, 10.26%) dan makroalga lainnya (MA, 2.93%). Untuk kategori karang mati, persentase penutupannya mencapai 35.24%.



BAB III
METODOLOGI TRANSPLANTASI KARANG

3.1 TINJAUAN TRANSPLANTASI KARANG

Transplantasi karang adalah kegiatan perbanyak koloni karang yang dilakukan dengan cara menempelkan fragmen koloni karang pada suatu substrat. Prinsip transplantasi karang adalah memotong cabang karang dari karang hidup kemudian menanamnya pada terumbu karang yang mengalami kerusakan atau pada substrat buatan. Transplantasi ini dimaksudkan untuk mempercepat regenerasi terumbu karang yang telah rusak dan dapat pula dipakai untuk membangun kawasan terumbu karang yang baru (Soong & Chen, 2003).

Transplantasi fragmen karang merupakan metode rehabilitasi karang yang sangat mungkin dilakukan. Karang adalah organisme moduler dan dengan demikian maka satu potongan kecil fragmen karang mampu tumbuh seperti halnya keseluruhan koloni (Connel 1973; Birkeland *et al.* 1979 *dalam* Soong & Chen 2003). Pertumbuhan karang dari fragmen merupakan suatu proses natural, terutama bagi karang bercabang. Fragmen alami pertama-tama akan mengamankan posisinya dalam suatu celah terumbu kemudian melekat ke

substrat melalui regenerasi dan perluasan rangka dan jaringan lunak (Soong & Chen, 2003).

Pada saat transplantasi, fragmen karang dijaga agar tidak berada tepat diatas dasar laut untuk menghindari dan meminimalisasi kemungkinan karang tertutup oleh butiran pasir dan silt. Penempatan substrat dan fragmen karang pada tempat yang dangkal akan menyediakan cukup sinar matahari bagi fotosintesis zooxanthellae dalam karang sehingga dapat mempercepat pertumbuhan fragmen karang (Plucer-Rosario & Randall 1987 dalam Soong & Chen 2003).

3.2 TEKNIK TRANSPLANTASI KARANG

Tahapan-tahapan dalam transplantasi karang mencakup kegiatan-kegiatan seperti penentuan lokasi untuk transplantasi serta pemilihan tipe substrat dan pemilihan jenis karang hingga penanaman fragmen karang.

3.2.1 PENENTUAN LOKASI TRANSPLANTASI

Karang memiliki kondisi optimal untuk pertumbuhan yang sangat bervariasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelusuran kondisi lokasi koloni donor dan lokasi transplantasi; setidaknya mencakup faktor gelombang, pasang surut, arus, salinitas, kecerahan, kedalaman dan sebagainya sebelum tranplantasi dilakukan.

Diantara parameter-parameter tersebut, faktor suhu, kecerahan, kecepatan arus dan laju sedimentasi tampaknya merupakan faktor pembatas utama keberhasilan transplantasi. Pada lokasi transplanstasi juga harus diperhatikan adanya pemangsa karang seperti bintang laut mahkota-duri (*Acanthaster planci*) atau siput *Drupella* spp.

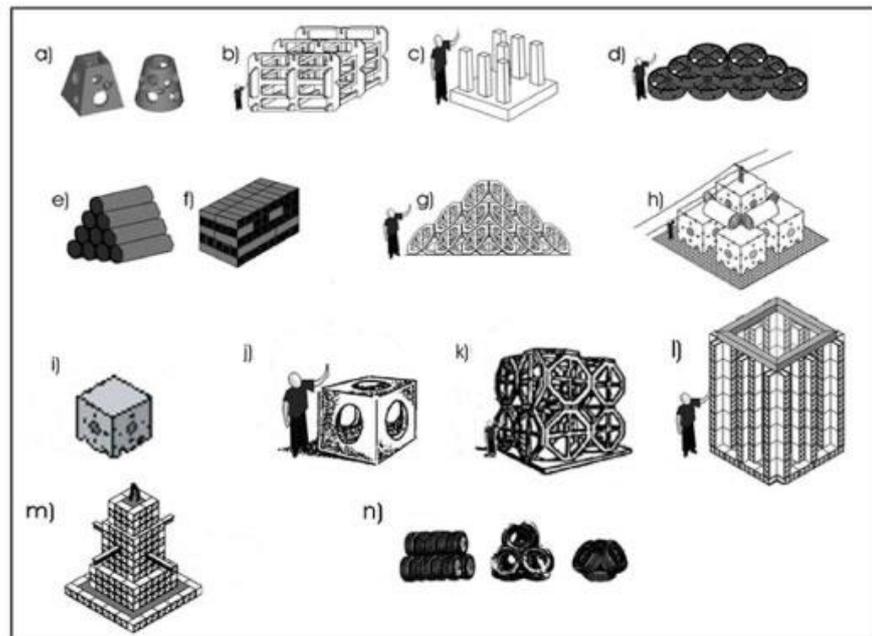
3.2.2 PEMILIHAN TIPE SUBSTRAT TRANSPLANTASI

Terumbu buatan atau *artificial reef* merupakan suatu kerangka atau bangunan fisik yang sengaja ditenggelamkan pada perairan dengan harapan dapat berfungsi layaknya terumbu karang alami. Terumbu buatan berguna untuk meningkatkan kelimpahan sumberdaya

perikanan, seperti ikan karang dan biota laut lainnya. Secara fisik, terumbu buatan berperan sebagai pelindung pantai, mencari sumber makanan, media penempelan karang, tempat pemijahan serta berlindung ikan dan biota lainnya (Akhwady *et al.*, 2018; Siregar, 2012).

Keberadaan terumbu buatan tidak terlepas dari fungsi ekologis yaitu memberikan habitat baru. Fungsi terumbu buatan dalam menyediakan substrat sebagai tempat menempelnya planula karang agar dapat menarik organisme laut mulai dari plankton hingga ikan karang. Ukuran, relief, luas permukaan, dan lokasi penempatan menjadi faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan dalam meningkatkan komunitas biota laut (Yanuar & Aunurohim, 2015).

Pemilihan jenis substrat yang tepat dapat mempercepat proses penempelan karang pada substrat. Terumbu buatan biasanya terbuat dari timbunan bahan-bahan yang berbeda sifat satu sama lain, seperti ban bekas, cetakan semen atau beton, bangkai kerangka kapal, ban mobil bekas, bambu, rangka baja dan sebagainya (Dirjen KP3K *dalam* Dhiecha *et al.*, 2013).



Gambar 3.1 Berbagai model dan bahan substrat transplantasi karang yang umum diaplikasikan

3.2.3 PEMILIHAN SPESIES KARANG TRANSPLANTASI

Pada prinsipnya hampir semua jenis karang batu (*stony coral*) dari ordo Scleractinia kecuali karang *free-living* dapat ditransplantasikan. Akan tetapi ditinjau dari aspek konservasi, karang yang ditransplantasikan diprioritaskan pada jenis karang yang mempunyai laju pertumbuhan yang relatif cepat dan kelangsungan hidup yang tinggi serta secara teknis mudah ditransplantasikan.

Dengan alasan meminimalisir efek negatif pengambilan fragmen dari koloni donor, sebaiknya tidak keseluruhan bagian koloni yang diambil untuk ditransplantasikan. Meskipun hanya tersedia sedikit informasi terkait efek pengambilan fragmen terhadap fisiologi reproduksi koloni donor (Zakai *et al*, 2000). Selain dari koloni hidup, fragmen karang untuk transplantasi juga dapat berupa fragmen-fragmen patahan akibat badai atau aktivitas antropogenik.

Bibit yang digunakan dalam transplantasi karang haruslah bibit yang sehat dan bebas dari organisme lain yang menempel (misalnya spons laut). Bibit karang yang ditransplantasi sebaiknya berasal dari sekitar lokasi transplantasi atau berasal dari daerah lain atau dari anakan hasil usaha transplantasi yang telah berhasil dan harus disertai dengan dokumen sesuai ketentuan yang berlaku.

Keberhasilan transplantasi karang antara lain ditentukan oleh ukuran fragmen karang transplan. Semakin besar fragmen yang ditransplantasikan berarti semakin luas area permukaan dan jaringan hidup per unit panjang fragmen. Fragmen dengan area permukaan yang lebih luas memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menangkap makanan dan melakukan fotosintesis daripada fragmen karang dengan area permukaan yang lebih sempit (Soong & Chen, 2003).

Beberapa studi mengenai ukuran minimum fragmen karang untuk transplantasi telah banyak dilakukan, diantaranya;

- a. Backer & Muller (2009) menyebutkan bahwa ukuran minimum fragmen untuk karang *Montastrea faveolata* adalah 2.5 cm, dengan tingkat kesintasan (*survival rate*) mencapai 75%

- b. Bowden-Kerby (1997) menyebutkan bahwa *Acropora palifera* dengan fragmen sepanjang 3-5 cm memiliki kesintasan lebih rendah daripada fragmen dengan ukuran yang lebih panjang
- c. Soong & Chen (2003) menyebutkan bahwa ukuran minimum fragmen untuk karang *Acropora pulchra* adalah 4 cm
- d. Muzaki *et al.* (2008) menyebutkan bahwa fragmen karang bercabang genus *Acropora* yang ditransplantasikan sebaiknya telah memiliki minimal dua cabang
- e. Rachmawaty *et al.* (2009) menyebutkan bahwa fragmen karang *Acropora formosa* yang bagian ujungnya dipotong (dihilangkan aksil koralit-nya) menghasilkan lebih banyak cabang baru, dengan demikian perluasan atau pertumbuhan koloni ke arah lateral (samping) menjadi semakin cepat.

3.2.4 TRANSPORTASI FRAGMENT DONOR

Secara prinsip, transportasi fragmen karang dari lokasi donor menuju transplantasi dapat dilakukan sebagai berikut;

- a. Bila lokasi transplantasi berjarak cukup jauh dari lokasi koloni karang donor
 1. Fragmen karang dimasukkan dalam kantong kawat atau yang diikatkan pada perahu untuk membawa fragmen ke lokasi transplantasi, dan diusahakan supaya fragmen karang tetap berada dalam air
 2. Fragmen karang dimasukkan kedalam bak/wadah yang berisi air laut yang dinaikkan ke dek kapal, dan diupayakan agar air laut dalam wadah tidak mengalami peningkatan suhu selama proses transplantasi berlangsung.
- b. Bila lokasi transplantasi dekat dengan lokasi koloni karang donor
Diperlukan tenaga penyelam untuk langsung membawa fragmen karang menuju lokasi transplantasi.

Model transportasi tanpa mengeluarkan fragmen karang dari air lebih disarankan untuk mengurangi terjadinya stress pada fragmen karang. Beberapa jenis karang memiliki toleransi berbeda terhadap kekeringan, misalnya *Acropora gemmifera* dan *Favia stelligera* dapat dibawa keluar dari air selama kurang dari 2 jam, tetapi jenis *Stylophora pistillia* harus ditransportasikan tanpa keluar dari air (Kaly,1999). Karang masif atau *mushroom* umumnya bersifat lebih tahan kekeringan jika dibandingkan dengan karang *Acropora*.



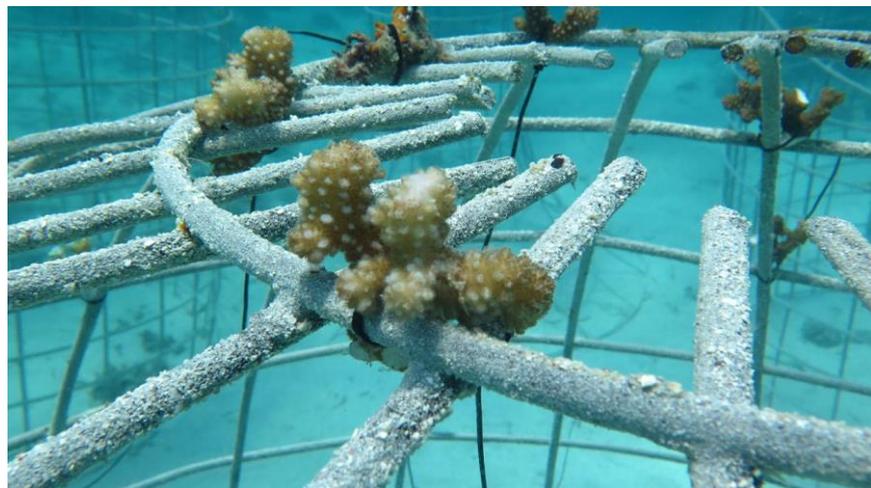
Gambar 3.2 Transportasi fragmen karang secara langsung bila lokasi koloni karang donor dekat dengan lokasi transplantasi (gambar kiri) (www.floridakeys.noaa.gov) atau menggunakan container berisi air laut yang kemudian diangkut menggunakan perahu bila lokasi koloni karang donor cukup jauh dari lokasi transplantasi (gambar kanan) (www.water-solutions.biz)

3.2.5 PENANAMAN FRAGMEN KARANG

Berbagai model fiksasi atau pengikatan fragmen karang transplan pada substrat telah dikembangkan, diantaranya;

- Penggunaan *epoxy waterproof cement* untuk merekatkan fragmen karang pada substrat
- Fragmen karang dimasukkan kedalam pot gerabah yang lalu diisi semen
- Mengikat fragmen karang pada struktur yang telah dipasang pada substrat, misalnya paku baja atau pipa PVC. Pengikatan fragmen dapat menggunakan *cable tie* atau tali dari bambu.

Jarak penempatan antara fragmen yang satu dengan yang lainnya harus disesuaikan dengan jenis dan ukuran karang (induk atau anakan) agar tidak terjadi agregasi/persaingan secara fisik diantara karang tersebut. Penempatan indukan dalam rak untuk ukuran 1 x 1 m jumlah maksimalnya 49 fragmen. Sedangkan untuk penempatan anakan dalam rak ukuran 1 x 1 meter jumlah maksimalnya 100 fragmen.



Gambar 3.3 Model penyusunan fragmen karang transplantasi pada rak beton-baja

3.3 PROGRAM PASCA TRANSPLANTASI

Salah satu kegiatan yang harus dilaksanakan setelah transplantasi adalah kegiatan pemantauan dan perawatan. Kegiatan utama dalam perawatan karang hasil transplantasi adalah;

- Kegiatan pemeliharaan yang utama adalah pembersihan dari sedimen yang telah mengendap dan algae yang menempel pada media (substrat transplantasi) maupun pada fragmen karang
- Kegiatan pemeliharaan lainnya adalah menata tegakan agar tidak terlepas dari kedudukannya dikarenakan pengaruh arus atau gelombang
- Penyulaman fragmen karang yang telah mati atau hilang
- Bila memungkinkan, dilakukan pengukuran laju pertumbuhan karang dan penghitungan kesintasan (*survival rate*) karang transplantasi. Data yang

diperoleh dapat dijadikan sebagai acuan untuk evaluasi program transplantasi yang telah dilaksanakan

- e. Beberapa bulan setelah transplantasi juga dapat dilakukan pengukuran tingkat rekrutmen juvenile karang alami untuk mengevaluasi fungsi terumbu buatan sebagai media penempelan larva karang.



BAB IV PELAKSANAAN TRANSPLANTASI KARANG

4.1 WAKTU DAN LOKASI TRANSPLANTASI

Program ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ merupakan bagian dari pekerjaan ‘Jasa Inspeksi dan Pemeliharaan Terumbu Karang Landafall PT Pertamina Gas EJA Selama 24 Bulan Kalender’; yang diprakarsai dan didanai oleh PT Pertamina Gas Operation East Java Area (PT Pertagas OEJA) telah dilaksanakan pada September hingga November 2020 dengan detail pelaksanaan sebagai berikut;

Tabel 4.1 Jadwal Pelaksanaan Program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020

Waktu	Agenda
15 September – 1 Oktober 2020	Pengadaan material yang diperlukan untuk membuat struktur terumbu buatan sebagai media transplantasi karang
2-6 Oktober 2020	Pengiriman material struktur terumbu buatan menuju Pangerungan Besar via Pelabuhan Boom, Banyuwangi
10-15 Oktober 2020	Pekerjaan pemotongan besi non galvanis untuk perakitan struktur terumbu buatan
8-14 November 2020	Perakitan struktur terumbu buatan sejumlah 10 unit sesuai dengan model atau bentuk yang telah ditetapkan

Waktu	Agenda
15-16 November 2020	Transportasi dan peletakan struktur terumbu buatan menuju lokasi transplantasi
16 November 2020	Penataan struktur terumbu buatan atau media transplantasi di lokasi transplantasi (dengan <i>Scuba diving</i>)
16-19 November 2020	Penanaman fragmen karang transplantasi (dengan <i>Scuba diving</i>)
20-25 November 2020	Pemantauan awal kondisi umum fragmen karang transplantasi

Pelaksanaan program transplantasi dilaksanakan secara bertahap mengikuti kondisi laut dan cuaca. Berdasarkan hasil Studi Pendahuluan Kondisi Sosial Ekonomi dan Lingkungan Desa Pangerungan Besar Tahun 2020; diputuskan bahwa kegiatan transplantasi karang dilakukan di perairan selatan Pulau Pangerungan Besar dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut;

- a. Area berdekatan dengan lokasi instalasi pipa migas bawah laut milik PT Pertagas OEJA yang mana merupakan subyek utama rehabilitasi terumbu karang. Area yang lebih jauh dari permukiman juga berpotensi 'lebih aman' dari gangguan
- b. Arus yang bersifat lemah-sedang diperkirakan sesuai untuk pertumbuhan karang yang ditransplantasikan
- c. Hamparan terumbu karang lebih luas; dalam hal ini ketersediaan bibit fragmen karang untuk transplantasi dapat dipenuhi dengan relatif cepat dan mudah
- d. Kondisi kecerahan dan penetrasi cahaya matahari kedalam kolom perairan diperkirakan sesuai bagi pertumbuhan fragmen karang yang ditransplantasikan

Terdapat sebanyak 10 unit struktur terumbu buatan sebagai media transplantasi yang diletakkan pada kedalaman 7-8 meter pada satu area dengan posisi geografis pada 06°57'54.90" LS & 115°55'25.80" BT. Posisi peletakan unit struktur terumbu buatan divisualisasikan pada [Gambar 4.1](#).



Gambar 4.1 Peta lokasi dan ilustrasi penempatan unit terumbu buatan pada program Transplantasi Karang di Pulau Pagerungan Besar Tahun 2020 (diadaptasi dari www.earth.google.com)

4.2 PELAKSANAAN TRANSPLANTASI

4.2.1 PEMILIHAN DAN PEMBUATAN SUBSTRAT TRANSPLANTASI

Pemilihan jenis substrat yang tepat dapat mempercepat proses penempelan karang pada substrat. Secara umum, berbagai macam bahan dapat digunakan sebagai substrat tranplantasi, misalnya blok beton (*concrete*), batu alam, besi/baja dan gerabah. Pada program ini, transplantasi menggunakan media berbentuk rangka besi yang dirakit menggunakan besi non galvanis dengan diameter 10 mm dan setiap unit rangka besi menggunakan sedikitnya 130 meter besi non galvanis.

Secara prinsip, struktur terumbu buatan berupa frame besi dapat dibentuk sesuai keinginan sehingga memiliki nilai estetis atau artistik. Contoh dari keberhasilan metode ini dalam merehabilitasi terumbu karang ditunjukkan melalui program rehabilitasi di Maldive, yaitu di Four

Season resort di Landaa Giravaaru (2005) Kuda Huraa (2007); dan Kandooma resort (2008). Frame baja atau besi juga secara langsung dapat menjadi substrat untuk penempelan larva planula karang secara alami; yang mana proses tersebut juga berlangsung relatif cepat (>12 bulan).

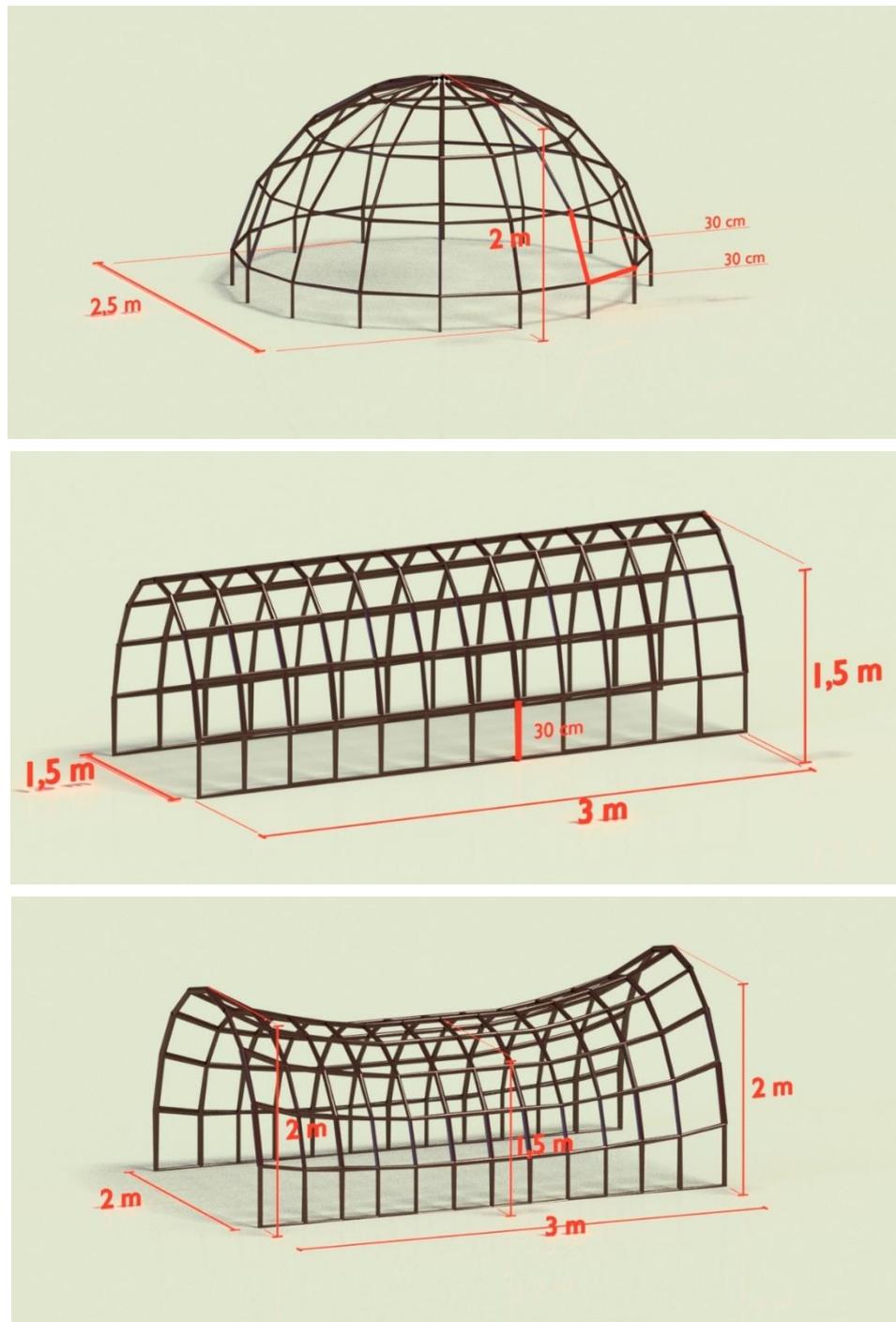
Beberapa ketentuan penggunaan material rangka besi untuk transplantasi karang antara lain adalah;

- a. Bentuk rangka besi sebagai terumbu buatan harus menyesuaikan dengan karakter topografi dasar laut di lokasi transplantasi dan sedapat mungkin memiliki nilai estetis
- b. Guna memperkuat struktur rangka besi, jarak titik pengelasan minimal adalah 10 cm atau disesuaikan dengan karakter topografi dasar laut di lokasi transplantasi
- c. Struktur rangka besi harus cukup kokoh untuk bertahan dari terjangan arus dan gelombang.

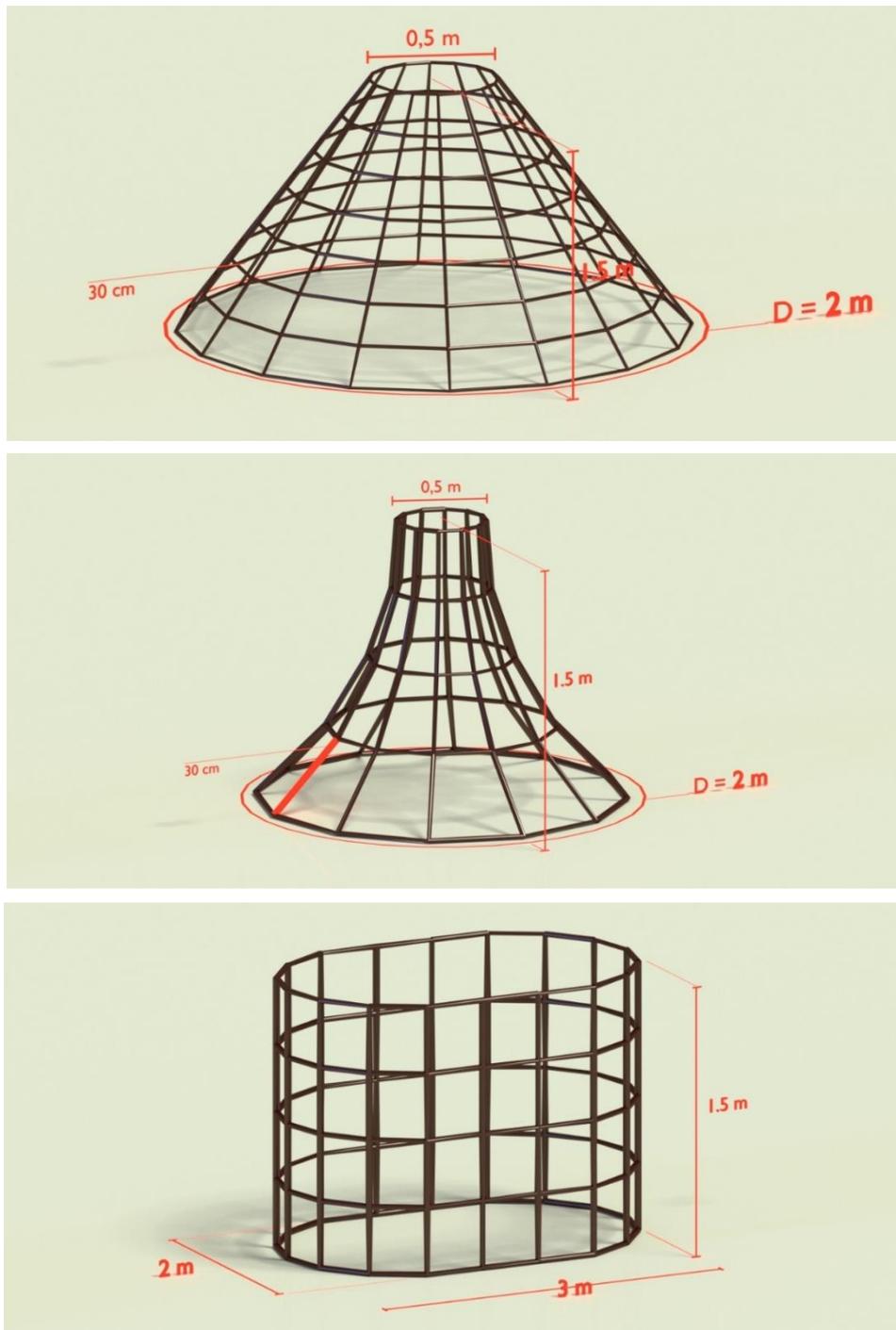
Pemilihan tipe substrat atau media yang tepat dapat mempercepat proses penempelan karang pada struktur terumbu buatan. Penggunaan struktur terumbu buatan berupa rangka besi sebagai media transplantasi sedemikian juga didasari oleh pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut;

- a. Bentuk yang kokoh membuat media rangka besi relatif lebih tahan terhadap hantaman arus dan gelombang
- b. Media rangka besi dengan bentuk sedemikian rupa dan memiliki banyak rongga secara langsung dapat memberikan fungsi ekologis sebagai habitat untuk tinggal dan berlindung bagi ikan dan larva ikan karang serta bagi berbagai macam invertebrata laut.

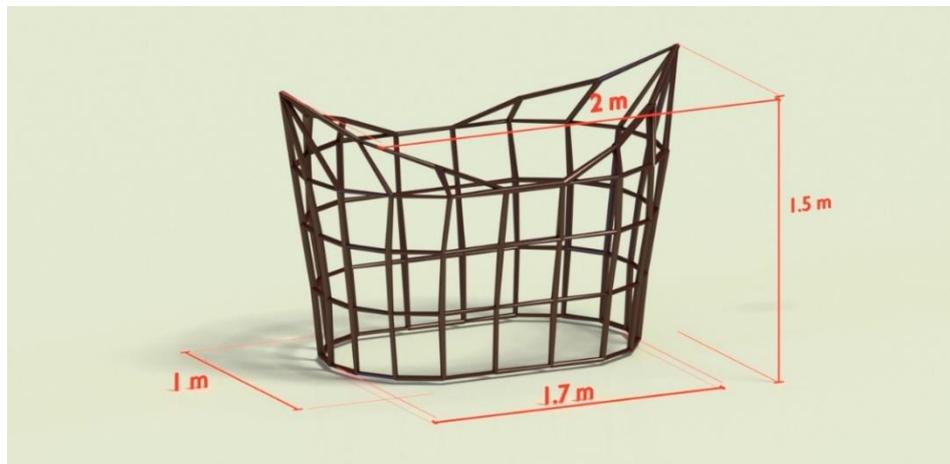
Pada kegiatan Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020 telah dibuat sebanyak 10 unit rangka besi dengan berbagai model dan bentuk serta dimensi yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada [Gambar 4.2](#).



Gambar 4.2a Bentuk, model dan dimensi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang pada kegiatan 'Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020'. Keterangan; gambar atas: model kubah (*dome*); gambar tengah dan bawah: model terowongan (*tunnel*)



Gambar 4.2b Bentuk, model dan dimensi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang pada kegiatan 'Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020'. Keterangan; gambar atas: model kerucut (*cone*); gambar tengah: model corong (*funnel*) terbalik; gambar bawah: model oval



Gambar 4.2c Bentuk, model dan dimensi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang pada kegiatan ‘Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020’

4.2.2 PELIBATAN MASYARAKAT LOKAL

Dalam pelaksanaannya, program ‘Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020’ melibatkan masyarakat setempat yaitu masyarakat nelayan pesisir Desa Pangerungan Besar. Masyarakat lokal berperan dalam proses pengadaan material, perakitan atau pembuatan hingga proses transportasi dan peletakan struktur terumbu buatan berupa rangka besi sebagai media transplantasi.

Pelibatan masyarakat lokal dalam kegiatan ini dikoordinasikan melalui aparat pemerintah desa dan Badan Permusyawaratan Desa (BPD) Desa Pangerungan Besar Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep. Teknisi-teknisi dalam proses perakitan juga merupakan warga setempat yang berprofesi sebagai tukang las dan tukang bangunan yang mana saat bekerja berada dibawah supervisi Tim Teknis dari DKPU ITS. Data masyarakat setempat yang berpartisipasi selama pelaksanaan program ‘Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020’ disajikan pada [Tabel 4.2](#).

Tabel 4.2 Warga Desa Pangerungan Besar yang Berpartisipasi dalam Program
‘Transplantasi Karang di Perairan Pangerungan Besar Tahun 2020’

No.	Nama	Asal Dusun	Profesi
1	Salim	Labuhan	Wiraswasta, Kepala BPD Pangerungan Besar
2	Romi Hasan	Labuhan	Tukang bangunan, operator taksi perahu Sapeken – Pangerungan Besar
3	Dodik	Labuhan	Tukang bangunan, nelayan pancing
4	Saleh	Labuhan	Tukang bangunan
5	Adam	Labuhan	Tukang bangunan
6	Roni	Labuhan	Pemandu wisata di Labuan Bajo, nelayan
7	Ahmad	Labuhan	Tukang bangunan, nelayan pancing
8	Iwan	Labuhan	Nelayan kapal besar, operator taksi perahu Sapeken – Pangerungan Besar
9	Erlangga	Labuhan	Nelayan
10	Basir	Kampung V	Wiraswasta (bengkel pengelasan)
11	Ahmad	Kampung V	Wiraswasta (bengkel pengelasan)
12	Roby	Labuhan	Nelayan, penyelam kompresor
13	Saiful	Labuhan	Nelayan, penyelam kompresor
14	Taher	Labuhan	Wiraswasta
15	Rupik	Kampung V	Wiraswasta (bengkel pengelasan)
16	Bayanuddin	Kampung V	Wiraswasta (bengkel pengelasan)



Gambar 4.3 Proses perakitan rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang yang dibantu oleh warga lokal Pangerungan Besar (dokumentasi kegiatan, 2020)



Gambar 4.4 Rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang yang telah selesai dirakit dan siap untuk diletakkan di lokasi transplantasi karang (dokumentasi kegiatan, 2020)

4.2.3 TRANSPORTASI DAN PELETAKAN SUBSTRAT TRANSPLANTASI

Transportasi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang menuju lokasi transplantasi menggunakan perahu nelayan setempat. Sebelum diletakkan ke dasar perairan lokasi transplantasi, dilakukan pengecekan ulang kondisi rangka besi untuk memastikan kekuatan dan kekokohan sebagai media transplantasi.



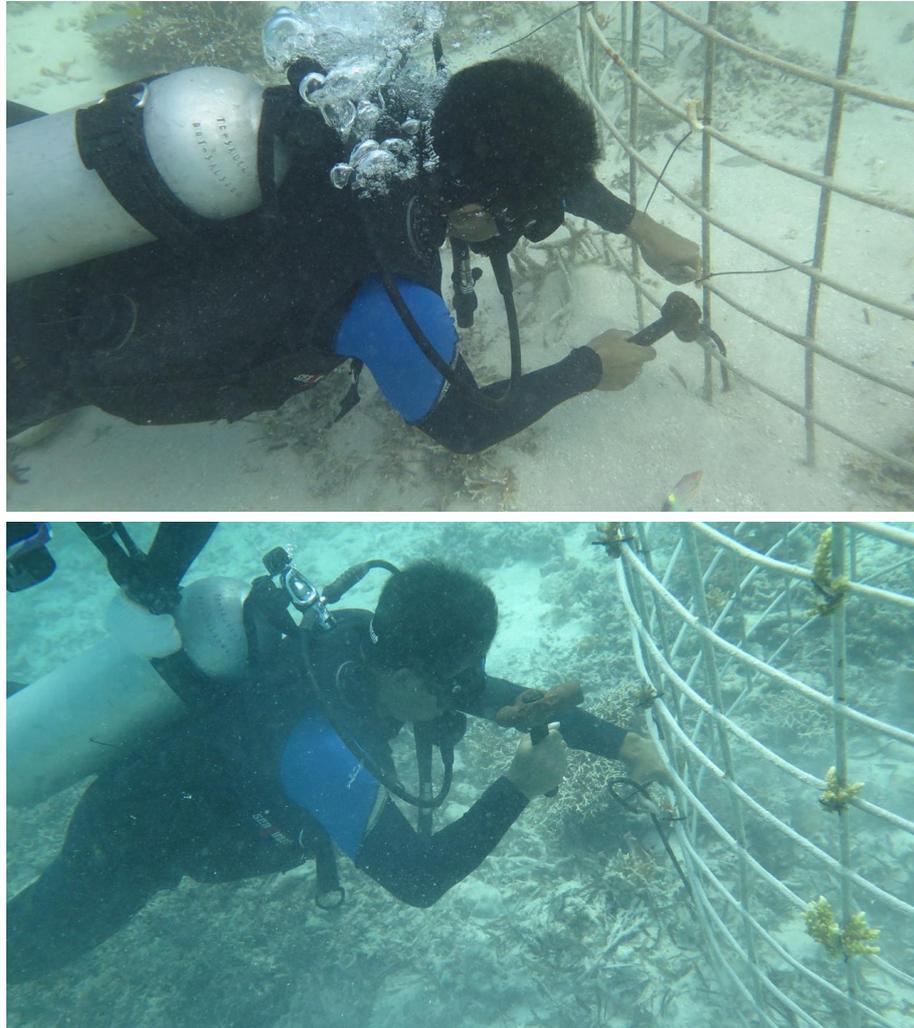
Gambar 4.5 Pengangkutan rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang dari tempat pembuatan menuju lokasi transplantasi menggunakan perahu nelayan lokal (dokumentasi kegiatan, 2020)

Peletakan rangka besi pada dasar perairan dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah terjadinya kerusakan pada material terumbu buatan itu sendiri. Selain itu untuk meminimalisasi kerusakan terumbu karang yang ada, misalnya karena aktivitas penyelam pada saat meletakkan dan/atau menata terumbu buatan pada dasar perairan. Dengan tujuan memperkuat posisi terumbu buatan pada permukaan substrat dasar laut maka dipasang beberapa unit pasak besi pada setiap unit terumbu buatan.

Penataan terumbu buatan sebagai media transplantasi karang di dasar perairan dilakukan oleh tim penyelam dengan teknik penyelaman Scuba. Jarak antara satu unit terumbu buatan dengan terumbu buatan lain adalah 6-8 meter dan tersusun secara mengelompok di dekat pipa gas milik PT Pertamina Gas OEJA.



Gambar 4.6 Peurunan ke dasar laut dan penataan posisi rangka besi untuk terumbu buatan dan media transplantasi karang (dokumentasi kegiatan, 2020)



Gambar 4.7 Proses pemasangan pasak besi untuk memperkuat struktur rangka besi sebagai terumbu buatan dan media transplantasi karang (dokumentasi kegiatan, 2020)

4.2.4 PEMILIHAN SPESIES DAN PENANAMAN KARANG TRANSPLANTASI

Koloni karang donor untuk program transplantasi ini dikoleksi dari koloni induk yang berada disekitar lokasi transplantasi (lokasi peletakan terumbu buatan). Dengan demikian, tidak diperlukan pengangkutan (transportasi) bibit atau fragmen karang transplan sehingga faktor *stress* akibat transportasi dapat diminimalisasi. Pengambilan bibit karang transplan dari setiap koloni karang induk dibatasi maksimal 20% dari

ukuran koloni untuk meminimalisasi kerusakan pada koloni karang induk. Adapun spesies karang yang ditransplantasikan antara lain adalah;

Tabel 4.3 Spesies Karang yang Ditanam pada Program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020

Spesies	Famili	Kelompok Lifeform
<i>Acropora bueggemanni</i>	Acroporidae	Acropora Branching
<i>Acropora grandis</i>	Acroporidae	Acropora Branching
<i>Acropora muricata</i>	Acroporidae	Acropora Branching
<i>Acropora nasuta</i>	Acroporidae	Acropora Branching
<i>Pocillopora damicornis</i>	Pocilloporidae	Coral Branching
<i>Porites cylindrica</i>	Poritidae	Coral Branching



Pocillopora damicornis



Acropora muricata



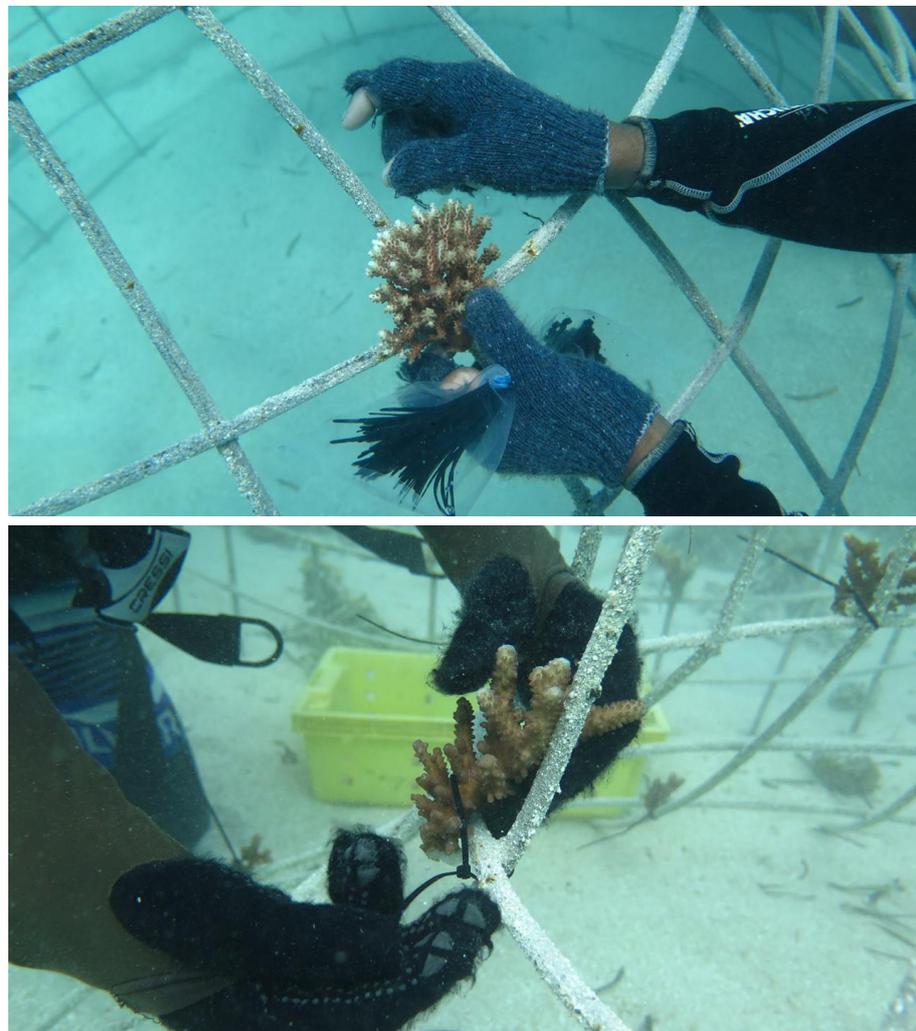
Porites cylindrica



Acropora nasuta

Gambar 4.8 Beberapa spesies karang yang digunakan sebagai koloni induk untuk diambil bibit atau fragmen karang transplan (dokumentasi kegiatan, 2020)

Karang bercabang genus *Acropora* dan genera lain dipilih sebagai bibit karang transplan karena memiliki laju pertumbuhan yang cepat, mencapai 10-20 mm per bulan atau 12-24 cm per tahun. Alasan lain pemilihan genus *Acropora* sebagai bibit adalah bahwa di sekitar lokasi transplantasi terdapat koloni-koloni karang *Acropora* yang berpotensi sebagai koloni donor. Penggunaan koloni donor berupa karang bercabang di sekitar lokasi juga bertujuan untuk meminimalisasi kerusakan terumbu karang alami akibat pemotongan atau pengambilan fragmen karang transplan.



Gambar 4.9 Proses fikasi atau pengikatan fragmen karang transplan pada rangka besi atau terumbu buatan yang menjadi media transplantasi karang menggunakan *cable tie* (dokumentasi kegiatan, 2020)

Lebih lanjut, sesuai dengan hasil Studi Pendahuluan Studi Pendahuluan Kondisi Sosial Ekonomi dan Lingkungan Desa Pangerungan Besar Tahun 2020, terumbu karang eksisting didominasi oleh bentuk pertumbuhan (*lifeform*) karang bercabang dari berbagai macam genera. Penggunaan kelompok *lifeform* karang sesuai kondisi awal dimaksudkan supaya hasil transplantasi dapat mendekati atau menyerupai kondisi alamiah sebelum terjadinya disturbansi dan kerusakan terumbu karang.

Sebagaimana telah disebutkan bahwa terdapat 10 unit rangka besi sebagai terumbu buatan yang digunakan; yang mana setiap unit dapat ditanami dengan minimal 75 unit fragmen karang transplantasi sehingga secara keseluruhan terdapat 750 fragmen karang yang ditransplantasikan. Penanaman fragmen karang transplan dilakukan dengan teknik selam Scuba. Pengikatan karang transplan pada media (terumbu buatan) menggunakan tali plastik (*cable tie*).



Gambar 4.10 Contoh fragmen-fragmen karang transplan yang telah ditanam atau ditransplantasikan pada terumbu buatan (dokumentasi kegiatan, 2020)



Gambar 4.11 Contoh frame terumbu buatan yang telah ditanami dengan fragmen karang tranplan (dokumentasi kegiatan, 2020)

4.3 RENCANA PEMANTAUAN

Salah satu kegiatan yang harus dilaksanakan setelah transplantasi adalah kegiatan pemantauan dan perawatan secara periodik dan kontinu untuk mengevaluasi kondisi karang transplan dan keberhasilan transplantasi secara keseluruhan. Pemantauan kondisi karang hasil transplantasi direncanakan dengan jadwal sebagai berikut;

Tabel 4.4 Rencana Jadwal Pemantauan Transplantasi

No.	Periode	Waktu
1	Pemantauan awal	Minggu ke-1 pasca transplantasi
2	Pemantauan pertama	Bulan ke-2 pasca transplantasi
3	Pemantauan kedua	Bulan ke-4 pasca transplantasi
4	Pemantauan ketiga	Bulan ke-6 pasca transplantasi
5	Pemantauan keempat	Bulan ke-8 pasca transplantasi
6	Pemantauan kelima	Bulan ke-10 pasca transplantasi
7	Pemantauan keenam	Bulan ke-12 pasca transplantasi
8	Pemantauan ketujuh	Bulan ke-14 pasca transplantasi
9	Pemantauan kedelapan	Bulan ke-16 pasca transplantasi

Selama periode pemantauan, kegiatan yang akan dilaksanakan adalah;

- Pembersihan dari sedimen dan algae yang menempel pada fragmen karang transplan maupun pada media disekitarnya
- Menata kembali posisi fragmen karang transplan pada media bila bergeser atau goyah sebagai akibat tekanan arus dan gelombang
- Penyulaman fragmen karang transplan yang telah mati atau hilang
- Penghitungan kesintasan (*survival rate*) fragmen karang transplan
- Pengukuran laju pertumbuhan fragmen karang transplan
- Evaluasi kondisi karang transplan dan keberhasilan transplantasi secara keseluruhan.

4.4 HASIL PEMANTAUAN AWAL

Pemantauan awal dilaksanakan pada pekan pertama setelah proses penanaman fragmen karang transplantasi, yaitu pada periode tanggal 20-25 November 2020. Pemantauan awal menggunakan teknik penyelaman Scuba dengan kegiatan berupa;

a. Pengamatan kondisi fragmen karang transplan

Periode awal pasca transplantasi umumnya dianggap sebagai periode krusial bagi fragmen karang transplantasi. Pada periode tersebut (terutama 1-7 hari pasca transplantasi) fragmen karang biasanya diketahui mengalami *stress*, baik akibat pemotongan atau pemisahan dari koloni induk maupun karena pemindahan dari lokasi yang memiliki mikrohabitat berbeda; sehingga fragmen karang akan cenderung berhenti tumbuh dan lebih mengalokasikan energinya untuk beradaptasi dengan lingkungan yang baru (dalam hal ini, berupa titik atau lokasi transplantasi).

Karang yang mengalami *stress* dicirikan dengan produksi mukus (lendir) yang melimpah. Bila stress berlanjut dalam jangka waktu yang lebih lama, karang dapat mengalami pemutihan (*bleaching*) yang berlanjut pada kematian fragmen karang transplan.



Gambar 4.12 Contoh fragmen-fragmen karang transplan pada usia satu pekan setelah transplantasi; tidak mengalami pemutihan dan/atau kematian (dokumentasi kegiatan, 2020)

Pengamatan secara visual menunjukkan bahwa pada hari ke-3 pasca transplantasi masih terdapat fragmen karang yang mensekresikan banyak mukus namun pada hari ke-5 pasca transplantasi sudah tidak terdapat sekresi mukus berlebih. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa stress yang dialami oleh fragmen karang transplan berangsur pulih (hilang) dan diperkirakan bahwa selanjutnya fragmen karang transplan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik.

- b. Penggantian (penyulaman) fragmen karang transplan yang mengalami pemutihan (*bleaching*) dan/atau kematian.

Pada pemantauan awal 1 pekan pasca transplantasi ini tidak dilakukan penggantian (penyulaman) fragmen karang transplan, karena tidak terdapat fragmen karang transplan yang mengalami pemutihan (*bleaching*) dan/atau kematian.

4.5 SOSIALISASI KEGIATAN

Dalam kegiatan ‘Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020’ juga dilaksanakan kegiatan sosialisasi kepada masyarakat Desa Pangerungan Besar. Sosialisasi yang dimaksud adalah melalui pertemuan dengan anggota masyarakat serta pemasangan papan informasi pelaksanaan kegiatan transplantasi karang. Pemasangan papan informasi dilakukan di pesisir sekitar lokasi transplantasi karang.

Selain pemasangan papan informasi, juga dilakukan pemasangan rambu apung atau penunjuk kegiatan di lokasi transplantasi. Melalui pemasangan rambu apung tersebut diharapkan supaya tidak terdapat perahu atau kapal nelayan yang melintas atau membuang sauh (jangkar) di lokasi transplantasi. Pemasangan rambu apung juga dapat dimaksudkan untuk penanda lokasi transplantasi guna memudahkan pelacakan (pencarian) lokasi pada saat periode pemantauan.



Gambar 4.13 Desain papan informasi pelaksanaan program oleh PT Pertamina Gas OEJA di Pulau Pangerungan Besar (dokumentasi kegiatan, 2020)



Gambar 4.14 Proses papan informasi pelaksanaan program oleh PT Pertamina Gas OEJA di Pulau Pangerungan Besar yang dibantu oleh warga setempat (dokumentasi kegiatan, 2020)



Gambar 4.15 Rambu apung penanda lokasi pelaksanaan program oleh PT Pertamina Gas OEJA di Pulau Pangerungan Besar (dokumentasi kegiatan, 2020)



Gambar 4.16 Dokumentasi (foto bersama) sebagian anggota tim teknis dari DKPU ITS dan masyarakat setempat dalam pelaksanaan Program Transplantasi Karang di Pulau Pangerungan Besar Tahun 2020 (dokumentasi kegiatan, 2020)



BAB V PENUTUP

5.1 RINGKASAN

Kegiatan ‘Transplantasi Karang di Pangerungan Besar Tahun 2020’ dapat diringkas sebagai berikut;

- a. PT Pertamina Gas Operation East Java Area (untuk selanjutnya disingkat menjadi PT Pertamina Gas OEJA) telah berinisiatif untuk berpartisipasi lebih lanjut dalam upaya konservasi dan rehabilitasi terumbu karang melalui pelaksanaan ‘Transplantasi Karang di Pangerungan Besar Tahun 2020’ yang merupakan bagian dari pekerjaan ‘Jasa Inspeksi dan Pemeliharaan Terumbu Karang Landfall PT Pertamina Gas EJA Selama 24 Bulan Kalender’
- b. Program tersebut tidak hanya melibatkan pihak perusahaan saja namun juga melibatkan pihak lain seperti masyarakat lokal Desa Pangerungan Besar Kecamatan Sapeken Kabupaten Sumenep
- c. Lokasi pelaksanaan transplantasi karang adalah gugusan terumbu alami yang mengalami kerusakan di pesisir selatan Desa Pangerungan Besar Kecamatan Sapeken
- d. Media transplantasi yang digunakan berupa konstruksi terumbu buatan dari frame besi non-galvanis yang dilapisi dengan pasir laut dengan berbagai model bentuk. Terdapat 10 unit frame terumbu buatan yang diletakkan pada kedalaman 6-8 meter dan tersusun secara mengelompok di dekat pipa gas milik PT Pertamina Gas OEJA
- e. Setiap unit frame terumbu buatan ditanami dengan minimal 75 unit fragmen karang transplan sehingga secara keseluruhan terdapat 750 fragmen karang yang ditransplantasikan

- f. Spesies karang yang di transplantasikan dipilih dari spesies yang terdapat disekitar lokasi transplantasi dan memiliki laju pertumbuhan yang relatif cepat yaitu karang bercabang dari famili Acroporidae, Pocilloporidae dan Poritidae
- g. Hasil pemantauan awal pada pekan pertama pasca transplantasi menunjukkan bahwa fragmen karang yang telah ditanam tidak menunjukkan gejala stress berlebih, mengalami pemutihan (*bleaching*) dan/atau mengalami kematian.

5.2 SARAN DAN REKOMENDASI

Dengan tujuan untuk terus berpartisipasi dalam rehabilitasi terumbu karang sekaligus untuk memastikan keberhasilan transplantasi, maka PT Pertamina Gas OEJA dapat melaksanakan upaya-upaya sebagai berikut;

- a. Menginisiasi dan melaksanakan kegiatan pemantauan karang transplantasi. Pemantauan yang dimaksud dapat dilaksanakan secara periodik setiap 2 bulan pada bulan ke-2 hingga ke-16 setelah pelaksanaan transplantasi
- b. Melakukan evaluasi keberhasilan transplantasi, meliputi pengukuran kesintasan (*survival rate*) karang transplan dan mengukur laju pertumbuhan fragmen karang transplan
- c. Melakukan evaluasi fungsi terumbu buatan model frame besi non-galvanis sebagai media penyedia habitat bagi biota laut melalui pengamatan komunitas ikan karang disekitar lokasi transplantasi. Pengamatan yang dimaksud dapat dilaksanakan bersamaan dengan pelaksanaan pemantauan karang transplantasi
- d. Sebagai bentuk tanggung-jawab dan respon terhadap usaha pelestarian dan rehabilitasi terumbu karang, manajemen PT Pertamina Gas OEJA dapat menyusun dan menetapkan serta menyediakan instrumen pendukung suatu kebijakan perlindungan ekosistem terumbu karang beserta biota yang termasuk di dalamnya
- e. Guna meningkatkan kesadaran dan kemampuan masyarakat dalam upaya pelestarian dan rehabilitasi terumbu karang, manajemen PT Pertamina Gas OEJA dapat menyusun dan mengadakan suatu kegiatan workshop atau pelatihan transplantasi karang kepada masyarakat lokal.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfeche, L.R. 2002. Coral reef restoration through coral transplantation: the case of Duka Bay, Medina, Misamis Oriental. **Action Asia Journal (Environment)**: 52-55.
- Anonim. 2005. ICRI Resolution on Artificial Coral Reef Restoration and Rehabilitation. ICRI (International Coral Reef Initiative).
- Anthony, K.R.N., S.R. Connoly, and B.L. Willis. 2002. Comparative analysis of energy allocation to tissue and skeletal growth in corals. **Limnology and Oceanography** 47 (5): 1417 - 1429.
- Bowden-Kerby, A. 2003. coral transplantation and restocking to accelerate the recovery of coral reef habitats and fisheries resources within no-take marine protected areas: hands-on approaches to support community-based coral reef management. International Tropical Marine Ecosystem Management Symposium. Manila, Philippine.
- BPS Kabupaten Sumenep. 2019. Kecamatan Sapeken Dalam Angka 2019. Sumenep: Badan Pusat Statistik.
- Connell, J.H., T.P. Hughes, C.N. Wallace, J.E. Tanner, K.E. Harms, and A.M. Kerr. 2004. A long-term study of competition and diversity of corals. **Ecological Monographs** 72 (4): 179 - 210.
- Crabbe, M.J.C. and D.J. Smith. 2005. sediment impacts on growth rates of *Acropora* and *Porites* corals from fringing reefs of Sulawesi, Indonesia.
- Gattuso, J.-P., D. Allemand, and M. Frankignoulle. 1999. Photosynthesis and calcification at cellular, organismal and community levels in coral reefs: A review on interactions and control by carbonate chemistry. **American Zoology** 39: 160-183.
- Giyanto, A.M., A.H. Tri, and Y.I. Marindah. 2017. **Status Terumbu Karang Indonesia**. Jakarta: LIPI Oseanografi.

- Goreau, T.J., J.M. Cervino, and R. Pollina. 2004. Increased zooxanthellae number and mitotic index in electrically stimulated corals. **Symbiosis** 37: 107 – 120.
- Guntur. 2011. **Ekologi Karang pada Terumbu Buatan**: Bogor: Ghalia Indonesia.
- Hughes, T.P. 1987. Skeletal density and growth form of corals. **Marine Ecology Progress Series** 35: 259 –266.
- Holmes-Farley, R. 2002. Aquarium chemistry: the chemical and biochemical mechanisms of calcification. *Advanced Aquarist Online Magazine* Volume 1 (IV), April 2002.
- Ilyas, M. 2008. Studi awal penerapan teknologi terumbu buatan di sekitar Pulau Kelapa Kepulauan Seribu. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Jones, R.J. and D. Yellowless. 1997. Regulation and control of intracellular algae (= zooxanthellae) in hard corals. **Biological Sciences** (352): 1352.
- Lesser, M.P. 2004. Experimental biology of coral reef ecosystems. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 300: 217 – 252.
- Kleypas, J.A., J.W. McManus, and L.A.B Menez. 1999. Environmental limits to coral reef development: where do we draw the line? **American Zoology** 39: 146 – 159.
- Muzaki, F.K., D. Saptarini, dan D. Hidayati. 2008. Kecepatan Pertumbuhan Fragmen Karang *Acropora formosa* dan *Acropora nobilis* dengan Jumlah Percabangan Berbeda. Surabaya: Jurusan Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Muzaki, F.K., and D. Saptarini. 2012. Status of coral reefs before and after mass bleaching event 2010 in coastal water of PLTU Paiton. *Proceeding of International Biology Conference*. Surabaya, 6th December 2012.
- Nybakken, J.W. 1997. **Marine Biology: An Ecological Approach, Fourth Edition**. Addison-Wesley Educational Publishers Inc.
- PT Pertamina Gas EJA. 2020. Studi Pendahuluan Kondisi Sosial Ekonomi dan Lingkungan Desa Pangerungan Besar Tahun 2020. Surabaya: PT Pertamina Gas EJA.
- Rachmawaty, E., D. Saptarini, dan D. Hidayati. 2009. Kajian Kecepatan Pertumbuhan Fragmen Karang *Acropora formosa* yang Memiliki dan Tanpa Aksial Korallit di Perairan Pasir Putih Situbondo. Surabaya: Jurusan Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Setiapermana, 1997. Peranan Disturbansi pada Keanekaragaman Jenis Terumbu Karang pada Perairan Dangkal. **Oseana** XXII (3): 17 – 24.
- Soong, K. and T. Chen. 2003. Coral transplantation: regeneration and growth of *Acropora* fragment in a nursery. **Restoration Ecology** 11 (1): 62 – 71.
- Sorokin, Y. 1993. **Coral Reef Ecology**. New York: Springer-Verlag.
- Spotts, D.G., and J.H Spotts. 2001. Stony coral asexual reproduction. **Bulletin de l'Institut Océanographique**, Monaco 20 (1).
- Suharsono. 1996. **Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia**. Jakarta: Proyek Penelitian dan Pengembangan Daerah Pantai, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI.

- Suharsono. 2004. **Jenis-jenis Karang di Indonesia**. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI.
- Supriharyono. 2000. **Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang**. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Thamrin. 2006. **Karang (Biologi Reproduksi dan Ekologi)**. Pekanbaru: Mina Mandiri.
- Timotius, S. 2003. Biologi Karang. Makalah Training Course: Karakteristik Biologi Karang. PSK – UI; Yayasan Terangi.
- Victor, S. 2005. Effects of sedimentation on Palau’s coral reefs. International Coral Reef Initiative (ICRI) GM Japan/Palau (1) 2005/11.1/1.
- Yunus, B.H., D.P. Wijayanti, A. Sabdono. 2013. Transplantasi karang *Acropora aspera* dengan metode tali di Perairan Teluk Awur, Jepara. Buletin Oseanografi Marina 2: 22-28.
- <http://google.co.id/maps/>; diakses pada tanggal 30 November 2020
- <http://earth.google.com/>; diakses pada tanggal 30 November 2020
- <http://coral.org/>; diakses pada tanggal 5 Desember 2020
- <http://mrstevencnewman.com/>; diakses pada tanggal 5 Desember 2020
- <http://floridakeys.noaa.gov/>; diakses pada tanggal 5 Desember 2020
- <http://water-solutions.biz/>; diakses pada tanggal 5 Desember 2020
- <http://www.pertagas.pertamina.com/> diakses pada tanggal 7 Desember 2020



LAPORAN

TRANSPLANTASI KARANG

DI PULAU PAGERUNGAN BESAR

TAHUN 2020

PT Pertamina Gas Operation East Java Area
Jl. Darmokali No. 40-42, Darmo, Wonokromo, Surabaya - 60241
DKPU Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Gd. Research Center, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya - 60111