

### PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

## LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: 88f93c82-dbc9-48cf-8d2b-d47fd764847d  
Laporan Akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 3 tahun

### 1. IDENTITAS PENELITIAN

#### A. JUDUL PENELITIAN

Rehabilitasi Terumbu Karang yang Rusak Akibat Kandasnya Tongkang di Karimunjawa Menggunakan Teknologi Artificial Patch Reef (APR) Berbahan Baku Bottom Ash

#### B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

| Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi | Tema                                    | Topik (jika ada)                                       | Rumpun Bidang Ilmu  |
|--|---|--|---------------------|
| Kemaritiman  | Teknologi konservasi lingkungan maritim | Konservasi dan rehabilitasi ekosistem pesisir dan laut | Sumberdaya Perairan |

#### C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

| Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan) | Skema Penelitian   | Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan) | SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan) | Target Akhir TKT | Lama Penelitian (Tahun) |
|---|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------|
| Penelitian Kompetitif Nasional                            | Penelitian Terapan | SBK Riset Terapan                     | SBK Riset Terapan                  | 6                | 3                       |

### 2. IDENTITAS PENGUSUL

| Nama, Peran  | Perguruan Tinggi/ Institusi | Program Studi/ Bagian | Bidang Tugas | ID Sinta | H-Index |
|--|-----------------------------|-----------------------|--------------|----------|---------|
| Munasik<br>Ketua Pengusul  | Universitas Diponegoro      | Ilmu Kelautan         |              | 6079940  | 1       |
| Ir Sugiyanto D.E.A<br>Anggota Pengusul<br>1                      | Universitas Diponegoro      | Teknik Mesin          |              | 6080203  | 1       |
| Dr Mohammad Tauviquirrahman<br>S.T, M.T<br>Anggota Pengusul<br>2 | Universitas Diponegoro      | Teknik Mesin          |              | 5974780  | 9       |

### 3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan

penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| Mitra                | Nama Mitra   |
| Mitra Calon Pengguna | Ika Rahmawan |

#### 4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

##### Luaran Wajib

| Tahun Luaran | Jenis Luaran        | Status target capaian ( <i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i> ) | Keterangan ( <i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i> ) |
|--------------|---------------------|---|--|
| 1            | Purwarupa/Prototipe | produk  |  |

##### Luaran Tambahan

| Tahun Luaran | Jenis Luaran | Status target capaian ( <i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i> ) | Keterangan ( <i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i> ) |
|--------------|--------------|---|--|
|--------------|--------------|---|--|

#### 5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

**Total RAB 3 Tahun Rp. 608,682,500**

**Tahun 1 Total Rp. 174,252,500**

| Jenis Pembelanjaan                           | Item                                 | Satuan | Vol. | Biaya Satuan | Total      |
|--|--------------------------------------|--------|------|--------------|------------|
| Analisis Data                                | Biaya konsumsi rapat                 | OH     | 1    | 500,000      | 500,000    |
| Analisis Data                                | Biaya analisis sampel                | Unit   | 4    | 11,000,000   | 44,000,000 |
| Bahan  | ATK                                  | Paket  | 1    | 750,000      | 750,000    |
| Bahan  | Bahan Penelitian (Habis Pakai)       | Unit   | 1    | 18,720,000   | 18,720,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Biaya seminar internasional          | Paket  | 1    | 5,882,500    | 5,882,500  |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Luaran KI (paten, hak cipta dll)     | Paket  | 1    | 5,000,000    | 5,000,000  |
| Pengumpulan Data                             | HR Sekretariat/Administrasi Peneliti | OB     | 8    | 300,000      | 2,400,000  |
| Pengumpulan Data                             | Uang Harian                          | OH     | 103  | 300,000      | 30,900,000 |
| Pengumpulan Data                             | HR Pembantu Peneliti                 | OJ     | 600  | 30,000       | 18,000,000 |
| Sewa Peralatan                               | Peralatan penelitian                 | Unit   | 50   | 962,000      | 48,100,000 |

**Tahun 2 Total Rp. 217,215,000**

| Jenis Pembelanjaan | Item                  | Satuan         | Vol. | Biaya Satuan | Total      |
|--------------------|-----------------------|----------------|------|--------------|------------|
| Analisis Data      | HR Pengolah Data      | P (penelitian) | 1    | 3,600,000    | 3,600,000  |
| Analisis Data      | Biaya analisis sampel | Unit           | 4    | 11,000,000   | 44,000,000 |
| Bahan              | ATK                   | Paket          | 1    | 1,150,000    | 1,150,000  |

| Jenis Pembelanjaan                           | Item                                      | Satuan | Vol. | Biaya Satuan | Total      |
|--|---|--------|------|--------------|------------|
| Bahan  | Bahan Penelitian (Habis Pakai)            | Unit   | 1    | 28,530,000   | 28,530,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Biaya seminar internasional               | Paket  | 1    | 6,385,000    | 6,385,000  |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Publikasi artikel di Jurnal Internasional | Paket  | 1    | 8,000,000    | 8,000,000  |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Luaran KI (paten, hak cipta dll)          | Paket  | 1    | 5,000,000    | 5,000,000  |
| Pengumpulan Data                             | HR Sekretariat/Administrasi Peneliti      | OB     | 8    | 300,000      | 2,400,000  |
| Pengumpulan Data                             | Uang Harian                               | OH     | 93   | 300,000      | 27,900,000 |
| Pengumpulan Data                             | HR Pembantu Peneliti                      | OJ     | 600  | 30,000       | 18,000,000 |
| Sewa Peralatan                               | Peralatan penelitian                      | Unit   | 80   | 903,125      | 72,250,000 |

### Tahun 3 Total Rp. 217,215,000

| Jenis Pembelanjaan                           | Item   | Satuan         | Vol. | Biaya Satuan | Total      |
|--|--|----------------|------|--------------|------------|
| Analisis Data                                | HR Pengolah Data                                 | P (penelitian) | 1    | 3,600,000    | 3,600,000  |
| Analisis Data                                | Biaya analisis sampel                            | Unit           | 4    | 11,000,000   | 44,000,000 |
| Bahan  | ATK  | Paket          | 1    | 800,000      | 800,000    |
| Bahan  | Bahan Penelitian (Habis Pakai)                   | Unit           | 1    | 24,480,000   | 24,480,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Biaya seminar internasional                      | Paket          | 1    | 5,785,000    | 5,785,000  |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Publikasi artikel di Jurnal Internasional        | Paket          | 1    | 8,000,000    | 8,000,000  |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll) | Paket          | 1    | 10,000,000   | 10,000,000 |
| Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan | Biaya penyusunan buku termasuk book chapter      | Paket          | 1    | 10,000,000   | 10,000,000 |
| Pengumpulan Data                             | HR Sekretariat/Administrasi Peneliti             | OB             | 8    | 300,000      | 2,400,000  |
| Pengumpulan Data                             | Uang Harian                                      | OH             | 93   | 300,000      | 27,900,000 |
| Pengumpulan Data                             | HR Pembantu Peneliti                             | OJ             | 600  | 30,000       | 18,000,000 |
| Sewa Peralatan                               | Peralatan penelitian                             | Unit           | 80   | 778,125      | 62,250,000 |

## 6. HASIL PENELITIAN

**A. RINGKASAN:** Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Pengujian teknologi Artificial Patch Reef (APR) dari substrat blok beton untuk restorasi terumbu karang di perairan dangkal telah berhasil membentuk habitat baru. Memperhatikan jenis dan tingkat kerusakan fisik terumbu karang di perairan Karimunjawa akibat kandasnya tongkang, teknologi APR berpeluang menjadi alternatif solusi rehabilitasi terumbu karang. Karena kerusakan terjadi di lereng terumbu, maka hal ini mendorong adanya rekayasa bahan baku dan desain substrat buatan APR yang sesuai. Bahan baku substrat buatan APR yang lebih ringan Bottom ash dari pada pasir dapat digunakan sebagai bahan baku APR. Penelitian ini akan mengkaji lebih mendalam terhadap dua aspek utama yakni: (1) keberhasilan rehabilitasi terumbu karang ditinjau dari keberhasilan penempelan alami dan peningkatan keragaman hayati, dan (2) kelayakan bottom ash sebagai bahan baku produk APR ditinjau dari keberhasilan produk APR dalam mengikat kandungan yang mencemari lingkungan. Tujuan khusus penelitian ini adalah diperolehnya standar rehabilitasi terumbu karang yang rusak akibat kandasnya tongkang. Penelitian ini diawali dengan pengukuran kondisi terumbu karang yang mengalami kerusakan akibat kandasnya Tongkang di P. Tengah dan P. Cilik, Karimunjawa. Disamping itu dilakukan pula pengukuran daya dukung terumbu karang untuk bertumpunya modul-modul substrat terumbu buatan APR. Setelah kondisi terumbu karang diperoleh maka data tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan teknis untuk menyempurnakan desain APR (Artificial Patch Reef) yang sudah diproduksi sebelumnya (Munasik et al., 2018). Hasil analisis data kondisi terumbu karang diperoleh 2 (dua) prototype terumbu buatan APR untuk kepentingan rehabilitasi tersebut yaitu APR 2.0 hasil penyempurnaan APR 1.0 dan APR model flat. Terumbu buatan desain APR 2.0 berbahan bottom ash diaplikasikan di rata-rata terumbu P. Cilik yang bersubstrat pasir yang berperan sebagai proto-reef sedangkan APR model flat berbahan semen beton, bottom ash dan kombinasi dengan batu alam diterapkan di lereng terumbu P. Tengah yang bersubstrat pecahan karang. Hasil monitoring terhadap kondisi terumbu karang memperlihatkan bahwa penyediaan substrat telah menghasilkan penempelan, algae dan berpotensi mengganggu pertumbuhan karang transplant. Diduga bahwa pemilihan waktu/musim untuk rehabilitasi menjadi faktor penting keberhasilan.

**B. KATA KUNCI:** Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

rehabilitasi, terumbu karang, Karimunjawa, Artificial Patch Reefs (APR), Bottom Ash,

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan sesingkat mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

**C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

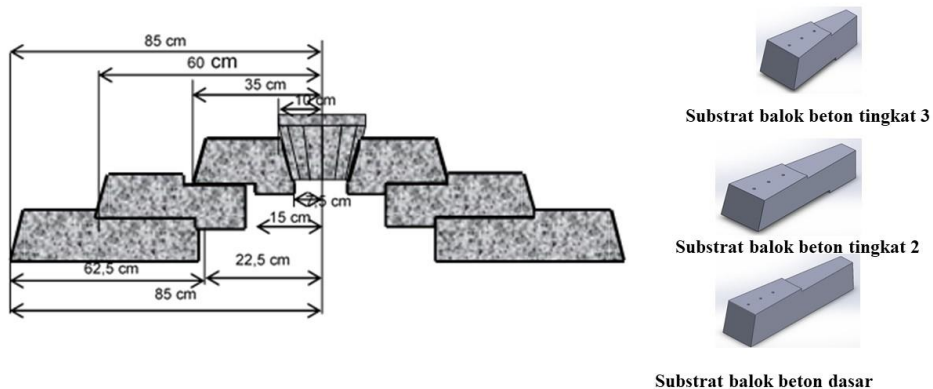
Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengujian teknologi *Artificial Patch Reef* (APR) dari substrat blok beton untuk restorasi terumbu karang di perairan dangkal telah berhasil membentuk habitat baru. Memperhatikan jenis dan tingkat kerusakan fisik terumbu karang di perairan Karimunjawa akibat kandasnya tongkang, teknologi APR berpeluang menjadi alternatif solusi rehabilitasi terumbu karang. Karena kerusakan terjadi di lereng terumbu, maka hal ini mendorong adanya rekayasa bahan baku dan desain substrat buatan APR yang sesuai. Bahan baku substrat buatan APR yang lebih ringan *Bottom ash* dari pada pasir dapat digunakan sebagai bahan baku APR. Penelitian ini akan mengkaji lebih mendalam terhadap dua aspek utama yakni: (1) keberhasilan rehabilitasi terumbu karang ditinjau dari keberhasilan penempelan alami dan peningkatan keragaman hayati, dan (2) kelayakan *bottom ash* sebagai bahan baku produk APR ditinjau dari keberhasilan produk APR dalam mengikat kandungan yang mencemari lingkungan. Tujuan khusus penelitian ini adalah diperolehnya standar rehabilitasi terumbu karang yang rusak akibat kandasnya tongkang. Penelitian ini diawali dengan pengukuran kondisi terumbu karang yang mengalami kerusakan akibat kandasnya Tongkang di P. Tengah dan P. Cilik, Karimunjawa. Disamping itu dilakukan pula pengukuran daya dukung terumbu karang untuk bertumpunya modul-modul substrat terumbu buatan APR. Setelah kondisi terumbu karang diperoleh maka data tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan teknis untuk menyempurnakan desain APR (*Artificial Patch Reef*) yang sudah diproduksi sebelumnya (Munasik *et al.*, 2018). Hasil analisis data kondisi terumbu karang diperoleh 2 (dua) prototype terumbu buatan APR untuk kepentingan rehabilitasi tersebut yaitu APR 2.0 hasil penyempurnaan APR 1.0 dan APR model flat. Terumbu buatan desain APR 2.0 berbahan *bottom ash* diaplikasikan di rata-rata terumbu P. Cilik yang bersubstrat pasir yang berperan sebagai *proto-reef* sedangkan APR model flat berbahan semen beton, *bottom ash* dan kombinasi dengan batu alam diterapkan di lereng terumbu P. Tengah yang bersubstrat pecahan karang.

Purwa rupa

Hasil penyempurnaan desain APR



## Instalasi Substrat Berbahan Baku Bottom Ash di P. Tengah, Karimunjawa



**D. STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Luaran wajib yang telah dihasilkan sampai dengan penyusunan laporan kemajuan ini adalah Purwarupa/Prototype yang telah diujicobakan di lingkungan terumbu karang yang telah rusak di perairan Karimunjawa.

**E. PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

Mitra penelitian terapan ini adalah Kementerian Lingkungan dan Kehutanan (KLHK) RI, dalam hal ini adalah Direktorat Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Pesisir Laut. Kontribusi mitra pada penelitian ini adalah *in-kind*, akan tetapi pada periode berikutnya akan memberikan dukungan dana *in-cash* untuk penerapan hasil penelitian terapan tahun pertama ini. Bukti keseriusannya adalah telah ditandatangani MoU antara Rektor Universitas Diponegoro dengan Direktur Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan, KLHK RI pada 25 Juli 2019 tentang penelitian, pengkajian, pemulihan lingkungan, pengembangan metode dan peningkatan kapasitas untuk pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan.

**F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala dalam pelaksanaan penelitian ini adalah pemilihan musim untuk pemasangan atau deployment *Artificial Patch Reefs* (APR), mengingat letak Karimunjawa yang dipisahkan oleh perairan laut lebih dari 80 km dari Jepara

**G. RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN:** Tuliskan dan uraikan rencana tindak lanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

Rencana tahap selanjutnya adalah pengukuran tingkat pertumbuhan fragmen karang pada terumbu buatan Artificial Patch Reef (APR) yang berbeda prototype nya pada lokasi rehabilitasi yang berbeda beserta pertumbuhan rekrutmen alami. Hasil pengukuran pertumbuhan dan kelulushidupan fragmen karang serta pertumbuhan rekrutmennya akan digunakan untuk diseminasi informasi melalui penulisan publikasi ilmiah pada Jurnal Internasional. Sedangkan hasil penilaian lokasi yang dilakukan rehabilitasi juga akan ditulis untuk publikasi ilmiah pada Jurnal Internasional. Purwarupa/Prototype yang dihasilkan dari penelitian ini akan ditulis untuk kepentingan pengajuan drfat paten

**H. DAFTAR PUSTAKA:** Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. DKP. 2007. Pedoman Pengelolaan Terumbu Buatan dan Transplantasi Karang. Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.
2. Edinger, E. GV Limmon, J Jompa, W Widjatmoko, JM Heikoo, MJ. Risk. 2000. Normal Coral Growth Rates on Dying Reefs: Are Coral Growth Rates Good Indicators of Reef Health? *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No. 5, pp. 404-425.
3. Holmes, K. E., Edinger, E. N., Limmon, G. V., Hariyadi and Risk, M. J. 2000. Bio-erosion of Live Massive Corals and Branching Coral Rubble on Indonesian Coral Reefs. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No. 7, pp. 606-617.
4. Lindahl, Clark S., Edward, J. 1990. *Coral Transplantation: A Useful Management Tool or Misguided. Bulletin of Marine Pollution.*
5. Munasik, Sugiyanto, DN Sugianto, A. Sabdono. 2018. *Reef Development on Artificial Patch Reefs in Shallow Water of Panjang Island, Central Java.* IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 116 (2018) 012095.
6. Munasik, Diah Permata W, R Hartati, R Pribadi1 and Y Nozawa 2016. *Composition of juvenile corals in different morphotypes of substrate at Karimunjawa Archipelago, Indonesia.* Ilmu Kelautan, 21(4): 185-190
7. Munasik. 2009. Kondisi terumbu buatan berbahan beton di beberapa perairan Indonesia. Munas Simposium Terumbu Karang Nasional II, Hotel Bidakara, Jakarta 20 Nopember 2008.
8. Munasik, W. Widjatmoko, Gatot Warsito. 2001. Laju Pertumbuhan Karang Transplant *Acropora aspera* di Pulau Panjang, Jepara. *Ilmu Kelautan.* 21 (VI):28-33.
9. Munasik, Suharsono, J. Situmorang, Kamiso. HN. 2014. Kerapatan dan Kelulushidupan pada Rekrutmen Karang *Pocillopora damicornis*. *Ilmu Kelautan.* 19(3):171–180.

Daftar capaian Luaran Wajib belum diisi:

1. Purwarupa/Prototipe, target: produk