

## Rancang Bangun Struktur Biorock Dengan Sumber Energi Tenaga Surya

Daniel H. Ndahawali, Samuel Hamel, Barokah, dan David Ticoalu

Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung  
Jl. Tandurusa Kotak Pos. 12 BTG/Bitung Sulawesi Utara

### ABSTRACT

*Biorock technique is the earliest method to rehabilitate the damage of coral reefs ecosystem. Biorock technology is a process of electro mineral deposits that took place in the sea, also known as mineral accretion technology. This research aimed to: (1) create a prototype biorock structure of an iron frame that can be used as a development model to be placed on the seabed with solar power energy sources; (2) to measure the electricity voltage and current generated in the tub, testing the condition of sea water flows and does not flow to accelerate the process of accretion of mineral structure biorock, and (3) measures the changes in the physical parameters of water chemistry resulting from mineral accretion process biorock structure. From this research it can be concluded, that : (1) Iron is a good cathode and can be designed into a prototype framework biorock structure and can be developed with a larger size to be placed on the seabed (2) The results of measurements of electrical voltage and electrical current is generated during mineral formation process of accretion biorock bervairasi appropriate amount of water in the bathtub testing conditions. Bak testing sea water flowed value of electric voltage and electric current that is greater than the testing that is not flowing sea water(3) The results of measurements of the physical parameters of sea clams produced during the process of formation of mineral accretion biorock bervairasi appropriate amount of water in the bathtub testing conditions. In testing of water flowed like the sea has a value greater than the testing that is not flowing seawater*

**Key Words:** *Biorock, mineral accretion*

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak pada pusat segitiga terumbu karang (*the coral triangle*) yang memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi. Seiring berjalannya waktu, kondisi terumbu karang di Indonesia mengalami degradasi yang cukup mengkhawatirkan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain tingginya pemanfaatan oleh manusia dan kerusakan akibat bencana alam (COREMAP II, 2007).

Luas ekosistem terumbu karang di perairan Indonesia diperkirakan sekitar 85.707 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 50.223 km<sup>2</sup> terumbu penghalang, 19.540 km<sup>2</sup> terumbu cincin (atol), 14.542 km<sup>2</sup> terumbu tepi, dan 1.402 km<sup>2</sup> *oceanic platform reef* (Tomascik *et al.*, 1997). Luas terumbu karang di Indonesia mewakili 18% dari total luas terumbu karang yang ada di dunia (Dahuri, 2003). Diperkirakan hanya sekitar 7% terumbu karang yang kondisinya masih sangat baik, sedangkan 33% dalam kondisi baik, 46%

rusak, dan 15% lainnya sudah kritis (P3O LIPI 1996 *dalam* Kordi, 2010). Kerusakan terumbu karang lebih banyak disebabkan karena aktivitas manusia. Secara umum ada dua jenis aktivitas manusia yang memicu kerusakan terumbu karang. Pertama, pengambilan ikan di terumbu karang secara berlebihan. Kedua, pengambilan ikan dengan cara-cara yang tidak ramah lingkungan. Pengambilan ikan dengan menggunakan bom dan sianida masih sering terjadi di Indonesia. Akibat kerusakan terumbu karang, terjadi abrasi atau pengikisan garis pantai secara serius. Pada saat yang sama, memburuknya abrasi juga menyebabkan kerusakan karang dalam luasan yang cukup besar (Anonim, 2003).

Upaya rehabilitasi terumbu karang yang telah dilakukan di Indonesia antara lain adalah dengan mengembangkan teknik transplantasi karang, terumbu karang buatan, maupun metode akresi mineral (*biorock technology*). Teknologi biorock adalah suatu proses deposit elektro mineral

yang berlangsung di dalam laut, disebut juga dengan teknologi akresi mineral. Cara kerja dari metode ini adalah melalui proses elektrolisis air laut dengan meletakkan dua elektroda di dasar laut dan dialiri dengan tegangan rendah 3,8 sampai 17 volt yang aman sehingga memungkinkan mineral pada air laut mengkristal di atas elektroda (Furqan, 2010).

Penerapan metode *biorock* telah dilakukan di beberapa negara, antara lain di Maldives, Thailand, Meksiko, Papua New Guinea, dan Indonesia. *Biorock* ini telah sukses diaplikasikan di Pemuteran, Bali pada November 2005 serta dapat menjadi alternatif rehabilitasi terumbu karang dalam skala besar (Hilbertz, 2005a).

*Biorock* memiliki struktur yang terbentuk dari besi yang dialiri listrik tegangan rendah. Mekanisme kimiawi terjadi ketika aliran listrik tadi menimbulkan reaksi elektrolitik yang mendorong pembentukan mineral alami pada air laut, seperti kalsium karbonat dan magnesium hidroksida. Pada saat bersamaan, perubahan elektrokimia mendorong pertumbuhan organisme di sekitar struktur. Akibatnya, ketika bibit karang ditempelkan pada struktur besi tersebut, pertumbuhan akan lebih cepat terjadi (Furqan, 2010). Melihat kerusakan karang yang terus terjadi akhir-akhir ini maka harus diambil langkah tepat dalam merehabilitasi atau menanggulangi dampak tersebut. Diharapkan teknologi *biorock* dapat mempercepat proses pemulihan ekosistem terumbu karang. Hal inilah yang melatarbelakangi dilakukan penelitian studi pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup karang dengan menggunakan teknologi *biorock*.

### 1.2. Tujuan dan manfaat penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk : (1) mendesain dan membuat *prototype* struktur *biorock* dari kerangka besi yang dapat dijadikan model pengembangan *biorock* yang siap diletakkan di dasar laut dengan sumber energi tenaga surya; (2) mengukur besaran tegangan listrik (voltase) dan tegangan arus (ampere) yang dihasilkan pada bak pengujian dalam kondisi air laut mengalir dan tidak mengalir dalam mempercepat proses akresi mineral struktur *biorock*, dan (3) mengukur perubahan parameter fisik kimia air yang timbul akibat

proses akresi mineral struktur *biorock*. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu contoh desain struktur *biorock* yang dapat dikembangkan ditempat lain.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Teknologi *Biorock*

Teknologi *biorock* adalah suatu proses deposit elektro mineral yang berlangsung di dalam laut, disebut juga dengan teknologi akresi mineral. Metode ini dapat mempercepat pertumbuhan karang di daerah yang rusak dan mengembalikan habitat terumbu karang yang sudah ada. Struktur yang dibentuk sangat cepat ditumbuhi dan didiami oleh berbagai macam organisme karang, termasuk ikan, kepiting, kima, gurita, lobster dan bulu babi yang biasanya ditemukan pada terumbu karang yang sehat (Goreau, 1996). Teknologi ini dikembangkan Prof. Wolf H. Hilbertz seorang ilmuwan kelautan pada tahun 1974. Selanjutnya sejak tahun 1988, Prof. Wolf H. Hilbertz (Germany) bersama Dr. Thomas J. Goreau (AS) seorang ahli ekologi karang melakukan riset untuk mengembangkan lagi *biorock technology* dengan fokus pada perkembangbiakan, pemeliharaan dan restorasi terumbu karang serta struktur proteksi pesisir. Penelitian mereka telah dilakukan di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Cara kerja dari metode ini adalah melalui proses elektrolisis air laut, dengan meletakkan dua elektroda di dasar laut dan dialiri dengan tegangan rendah 3,8 sampai 17 volt yang aman sehingga memungkinkan mineral pada air laut mengkristal di atas elektroda (Furqan, 2009).

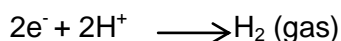
*Biorock* memiliki struktur yang dibentuk dari besi dialiri listrik tegangan rendah. Mekanisme kimiawi terjadi ketika aliran listrik tadi menimbulkan reaksi elektrolisa yang mendorong pembentukan mineral alami pada air laut, seperti kalsium karbonat dan magnesium hidroksida. Pada saat bersamaan, perubahan elektrokimia mendorong pertumbuhan organisme di sekitar struktur. Akibatnya ketika bibit karang ditempelkan pada struktur besi tersebut, pertumbuhan akan lebih cepat terjadi. Berdasarkan konsep *Biorock* ini, endapan  $\text{CaCO}_3$  dibentuk melalui reaksi listrik dari anoda dan katoda. Pada konteks

elektrokimia (electrochemistry), katoda adalah sambungan yang mensuplai elektron ke ion pada larutan untuk mendorong suatu reaksi kimia terjadi. Katoda dapat terbuat dari berbagai mineral yang menghantar listrik, disarankan untuk menggunakan ram besi non-galvanis. Anoda adalah sambungan yang mengambil ion elektron dari ion pada larutan dengan tujuan untuk memudahkan reaksi kimia terjadi. Anoda dapat terbuat dari karbon, timah ataupun titanium.

Dilihat dari proses pembentukan deposit mineralnya, *mineral accretion* bukanlah suatu reaksi oksidasi langsung seperti *electroplating*, tetapi merupakan suatu proses yang tidak langsung, dimana pengendapan mineral terjadi karena suatu hasil sampingan dari perubahan pH di sekitar katoda ketika terjadi proses elektrolisis pada air laut. Ketika klorin dan oksigen terkumpul di sekitar anoda, maka mineral magnesium dan kalsium yang melimpah di air laut akan mengendap di katoda. Material yang terdeposit sebagian besar terdiri atas kalsium karbonat yang secara struktur kimia mirip dengan batu karang (Furqan, 2009).

Menurut Furqan (2010), elektrolisis dapat terjadi pada larutan yang encer atau larutan garam. Situasi yang biasanya terjadi pada proses elektrolisis adalah ekstraksi klorin dari air laut. Deposit mineral terbentuk dengan proses sebagai berikut:

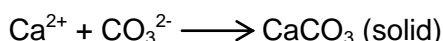
1. Ketika tegangan melewati elektroda:



2. Dengan semakin habisnya ion hidrogen di sekitar elektroda, maka terjadi reaksi kimia:

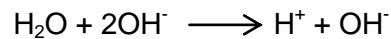


Pada akhirnya konsentrasi ion  $CO_3^{2-}$  semakin besar untuk membentuk reaksi:

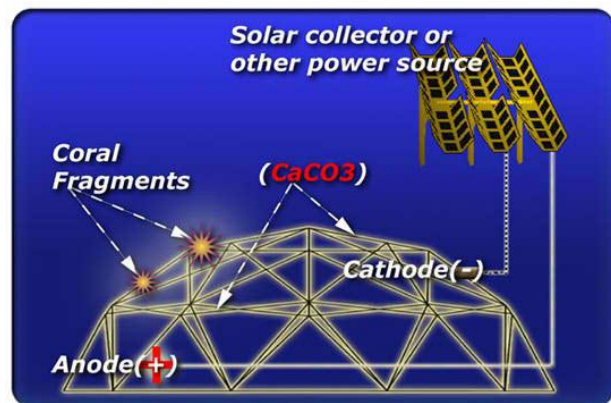
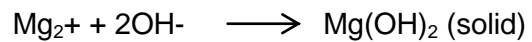


3. Ketika ion  $H^+$  di sekitar katoda berubah menjadi gas  $H_2$ , daerah di dekat katoda menjadi kehabisan ion  $H$  dan sesuai dengan hukum kesetimbangan kimia maka ini akan meningkatkan pH di daerah

sekitar katoda membuat larutan menjadi basa. Reaksi yang terjadi adalah



Untuk memulai mengembalikan ion  $H^+$ . Ini membuat konsentrasi ion  $OH^-$  meningkat. Ketika konsentrasi ion  $OH^-$  meningkat maka reaksi yang terjadi adalah:



Gambar 01. Skema teknologi *bio-rock* (Goreau, 2000)

Pengendapan kalsium karbonat di atas katoda terjadi ketika tingkat kelarutan dari ion magnesium dan ion  $OH^-$  melebihi keadaan untuk dapat larut pada cairan. Bentuk solid dari magnesium hidroksida juga disebut brucite. Endapan ini lebih lunak dan dapat larut dalam cairan dibandingkan dengan kalsium karbonat.

### 2.1. Manfaat Bio-rock sebagai Terumbu Buatan

Bio-rock merupakan teknik terumbu buatan melalui proses akresi mineral dengan menggunakan struktur kerangka kokoh (besi) bertengangan rendah. Terumbu buatan merupakan struktur yang sengaja dibuat oleh manusia untuk meniru karakteristik terumbu karang. Terumbu buatan tidak dimaksudkan sebagai alternatif pengganti terumbu karang alami tetapi sebagai struktur yang dapat memberikan salah satu fungsinya. Menurut Chou (1997) dalam Maulina (2009) fungsi terumbu buatan, yaitu : (1) tempat berkumpulnya organisme terutama ikan sehingga dapat menambah efisiensi penangkapan; (2) meningkatkan produktivitas alam dengan

menyediakan habitat baru untuk organisme menempel yang berkontribusi pada rantai makanan; (3) menyediakan habitat baru spesies target; (4) melindungi organisme kecil atau juvenil dan sebagai *nursery ground*; (5) pelindung pantai dari gelombang serta tempat naungan organisme dari arus yang kuat dan pemangasaan; (6) meningkatkan kompleksitas habitat dasar. Selanjutnya ditambahkan oleh Hutomo (1991) dalam Isnul (2007), keuntungan lain dari terumbu buatan : (1) dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan yang spesifik di lokasi-lokasi yang diinginkan dalam waktu yang singkat; (2) Dapat dibangun dari berbagai macam material; (3) Dapat meningkatkan sumberdaya hayati laut pada lokasi yang dikehendaki

**III. METODE PENELITIAN**

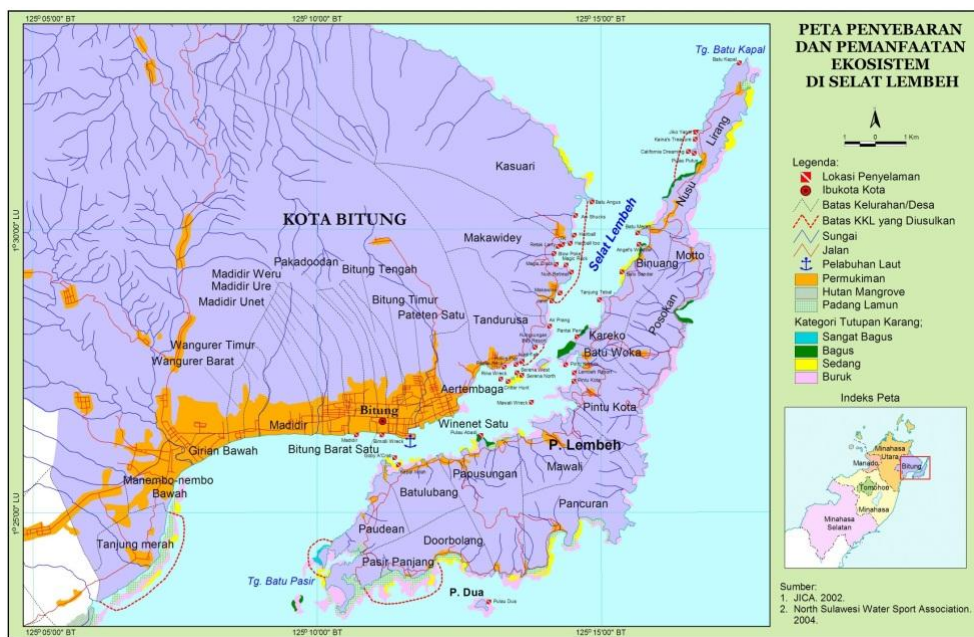
**3.1. Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan April sampai dengan November 2015 di Pusat Studi Terumbu Karang, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung.

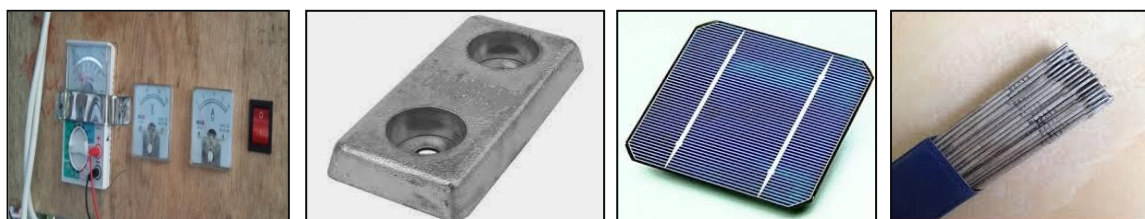
**3.2. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Besi
- Anoda
- Solar cell
- Panel kontrol listrik
- Accu/ battery
- Aerator
- Kabel
- Elektroda
- Kamera



Gambar 02. Peta lokasi penelitian



Panel Listrik

Zink Anoda

Sel Surya

Batang Elektroda

Gambar 03. Bahan dan Alat Penelitian

### 3.3. Prosedur Penelitian

#### a. Merancang bentuk protipe biorock

Prototipe kerangka biorock dibuat dari besi SNI dengan diameter 10 milimeter dan dibentuk setengah bundaran sebanyak 2 buah dengan ukuran 55 cm x 55 cm x 28 cm. Dipilihnya bahan besi oleh karena lebih kuat dan lebih tahan di dalam air serta lebih cepat terjadinya proses akresi mineral.

#### b. Pembuatan sistem biorock

Terlebih dahulu disiapkan bak pengujian yang diisi dengan air laut bersumber dari perairan Selat Lembeh. Selanjutnya dirangkai sistem *biorock* menggunakan kerangka besi yang berfungsi sebagai katoda yang menyuplai elektron kepada ion-ion dalam larutan untuk mendorong terjadinya reaksi kimia. Elektroda ini adalah tempat padatan mineral terbentuk dan menempel. Anoda yang digunakan adalah zinc anoda yang diletakan tidak jauh dari kerangka besi (katoda). Selanjutnya anoda di sambungkan dengan panel sel surya sebagai sumber energi. Adapun spesifikasi panel sel surya sebagaimana tabel 1 :

#### c. Pengukuran parameter fisik kimia air dan sumber tenaga listrik

Pengukuran parameter kualitas air dan sumber tenaga listrik dalam penelitian ini dilakukan setiap hari mulai pada pukul 08.00 Wita, 12.00 Wita dan 16.00 Wita dengan perangkat pengambilan, sebagaimana tabel 2 :

### 3.4. Teknik Pengambilan dan analisis data

Pengambilan di lokasi penelitian dilakukan secara periodik setiap 3 hari selama 3 bulan dan kemudian data yang terkumpul di olah dan dianalisis secara deskriptif.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Spesifikasi Prototipe Struktur Biorock

Bahan yang digunakan untuk pembuatan prototipe struktur biorock adalah besi bulat diameter 10 mm. Sedangkan dimensinya adalah sebagai mana tabel 3 :

Pemilihan besi karena tujuan ekonomi dan pertimbangan kekuatan struktur disamping itu besi merupakan material

katoda yang baik dengan daya hantar listrik (konduktivitas) yang tinggi.

### 4.2. Pengukuran tenaga listrik yang dihasilkan

Parameter kelistrikan yang diukur pada penelitian ini meliputi, tegangan DC dan kuat arus yang mengalir pada saat panel surya (solar cell) sebagai sumber energi dan kerangka besi sebagai struktur biorock terhubung dalam air, dimana kondisi bak pengujian dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian) dan tidak dialiri air laut (air dalam bak statis). Dari hasil pengukuran didapatkan data sebagaimana tabel 4 :

Dari tabel 4 terlihat bahwa besaran tegangan listrik (volt) dan arus listrik (ampere) dalam bak pengujian yang dialiri air laut lebih tinggi dari pada yang tidak dialiri air laut, dimana nilai tertinggi tegangan listrik sebesar 6 volt dan arus listrik sebesar 4 ampere pada pukul 12.00 wita. Hal ini disebabkan ada kondisi tersebut pancaran sinar matahari sangat maksimal yang menghasilkan sumber energi dan aliran listrik yang besar pula. Aliran listrik terjadi karena adanya arus searah yang menyebabkan reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi reduksi pada katoda. Terjadi akumulasi kalsium dan magnesium pada katoda dimana reaksi reduksi menyebabkan unsur kalsium dan magnesium dapat diendapkan disekitar katoda. Menurut Jose (2006) dalam proses *biorock* dengan menggunakan tegangan listrik dapat menciptakan substrat yang kaya akan endapan kalsium dan magnesium pada katoda yang penting bagi regenerasi karang. Ditambahkan oleh Goreau (2006), reaksi elektrolisis terjadi akibat aliran listrik pada anoda dan katoda sehingga mendorong pembentukan mineral alami pada air laut, seperti kalsium karbonat dan magnesium hidroksida. Kalsium dan magnesium yang merupakan unsur yang sangat penting dalam pertumbuhan karang akan diendapkan di sekitar katoda. Bila unsur-unsur kalsium dan magnesium melimpah di sekitar anoda, akibatnya ketika bibit karang ditempelkan pada anoda pertumbuhan karang akan lebih cepat terjadi.

Tabel. 01. Spesifikasi Panel Surya

Spesifikasi	Keterangan
Serial Number	SLP50
Rated Power	50 Watt
Rated Voltage	17.8 Watt
Rated Current	2.81 Ampere
Open Sircuit Voltage	22.0 Volt
Short Sircuit Current	3.12 Ampere

Tabel 02. pengambilan Data Perangkat

Perangkat	Satuan	Fungsi
DO Meter	ppm	Mengukur kelarutan oksigen
pH meter	-	Mengukur pH
Refraktometer	‰	Mengukur salinitas
Thermometer	°C	Mengukur suhu
Multimeter	volt	Mengukur tegangan listrik
Multimeter	ampere	Mengukur arus Listrik

Tabel: 03. Rancangan dan Spesifikasi *Biorock*

No.	Spesifikasi	Keterangan
1	Panjang	50 cm
2	Lebar	28 cm
3	Tinggi	28 cm

Tabel 04. Nilai rata-rata besaran tegangan listrik (volt) dan tegangan arus (ampere) pada kondisi bak pengujian dialiri air laut dan tidak dialiri air laut.

Kondisi bak pengujian	Waktu (wita)	Tegangan listrik (volt)	Arus listrik (ampere)
Dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian)	08.00	4	1,5
	12.00	6	4
	16.00	2	1
Tidak dialiri air laut (air dalam bak statis)	08.00	3,5	1
	12.00	3	0,5
	16.00	3	1

**4.3. Pengukuran fisik kimia air dan sumber tenaga listrik dalam bak pengujian dengan kondisi air mengalir dan tidak mengalir (diam)**

**4.3.1. Parameter Fisik Kimia Air**

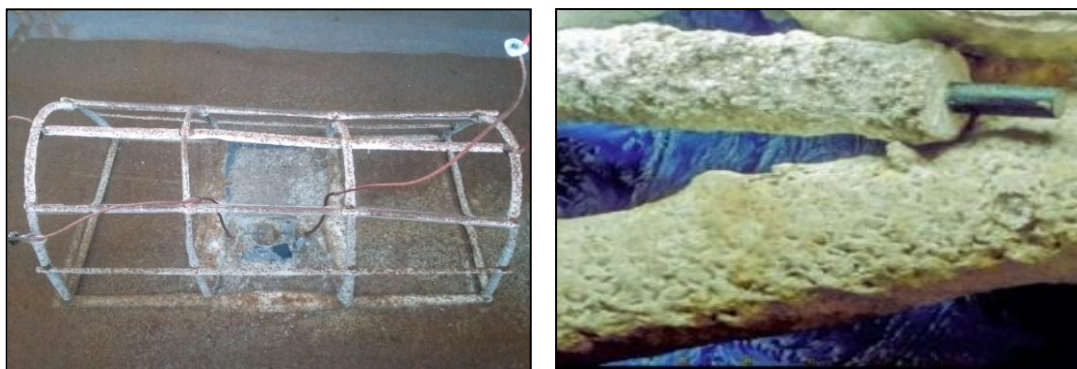
**a. Oksigen Terlarut (DO)**

Nilai rata-rata oksigen terlarut dalam bak pengujian yang tidak dialiri air laut (air dalam bak statis) didapatkan hasil masing-masing sebesar 16,96 ppm pada pukul 08.00 wita; 18,99 ppm pada pukul 12.00 wita; dan 14,57 ppm pada pukul pada pukul 16.00 wita,

sedangkan pada bak pengujian yang dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian) didapatkan nilai rata-rata oksigen terlarut sebesar 21,89 ppm pada pukul 08.00 wita; 23,76 ppm pada pukul 12.00 wita, dan 14,06 ppm pada pukul 16.00 wita. Dari data yang diperoleh terlihat bahwa nilai rata-rata DO pada kondisi bak yang airnya mengalir lebih tinggi dibanding dengan yang tidak mengalir, hal ini disebabkan oleh adanya perputaran air (aerasi) pada bak yang dialiri air laut secara kontinyu ditambah lagi dengan proses akresi mineral yang



Gambar: 04. Desain prototype kerangka besi sebagai struktur *biorock*



Gambar 05. Struktur *Biorock* terbentuk selama periode penelitian

Tabel 05. Nilia rata-rata parameter fisik kimia air dalam bak pengujian

Kondisi bak pengujian	Waktu (wita)	DO (ppm)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH
Dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian)	08.00	21,89	30	32	8
	12.00	23,76	31,6	32	7,8
	16.00	14,06	29,3	32	7,8
Tidak dialiri air laut (air dalam bak statis)	08.00	16,96	30	32,5	7,9
	12.00	18,99	31	32,8	8
	16.00	14,57	29,7	32,8	8

banyak menghasilkan gelembung-gelembung udara.

b. Suhu

Nilai rata-rata suhu dalam bak pengujian yang tidak dialiri air laut (air dalam bak statis) didapatkan hasil 30 °C ppm pada pukul 08.00 wita; 31,6 °C pada pukul 12.00 wita; dan 29,3 °C pada pukul 16.00 wita, sedangkan pada bak pengujian yang dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian) nilai rata-rata suhu sebesar 30 °C pada pukul 08.00 wita; 31 °C pada pukul

12.00 wita, dan 29,7 °C pada pukul 16.00 wita. Suhu merupakan salah satu faktor pembatas kehidupan karang dimana menurut Supriharyono (2000) bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan karang berkisar antara 25-29°C dengan batas maksimum sekitar 36°C. Selama pengamatan suhu yang diperoleh berkisar 28-31°C. Ini menyatakan bahwa kisaran suhu yang terjadi selama pengamatan masih merupakan kisaran suhu yang baik untuk pertumbuhan karang.



Gambar 06. Pengukuran parameter fisik kimia air laut dalam bak pengujian

### c. Salinitas

Nilai rata-rata salinitas bak pengujian yang tidak dialiri air laut (air dalam bak statis) didapatkan hasil masing-masing sebesar 32 % pada pukul 08.00 wita; 32 % pada pukul 12.00 wita; dan 32 % pada pukul 16.00 wita, sedangkan pada bak pengujian yang dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian kontinyu) nilai rata-rata salinitas sebesar 32,5 % pada pukul 08.00 wita; 32,8 % pada pukul 12.00 wita, dan 32,8 % pada pukul 16.00 wita. Kisaran salinitas yang diperoleh selama penelitian yakni 32-32,8%. Berdasarkan kisaran salinitas ini karang dapat hidup dengan baik. Kisaran salinitas normal untuk terumbu karang yaitu 32 – 35 %, namun terumbu karang masih dapat hidup dalam batas kisaran salinitas 25 - 40% (Nybakken, 1992).

### d. Nilai pH

Nilai rata-rata pH pada bak pengujian yang tidak dialiri air laut (air dalam bak statis) didapatkan hasil masing-masing sebesar pH 8 pada pukul 08.00 wita; pH 7,8 pada pukul 12.00 wita; dan pH 7,8 pada pukul pada pukul 16.00 wita, sedangkan pada bak pengujian yang dialiri air laut (air dalam bak mengalami pergantian kontinyu) nilai rata-rata pH sebesar 7,9 pada pukul 08.00 wita; pH 8 pada pukul 12.00 wita, dan pH 8 pada pukul 16.00 wita. Hasil ini menunjukkan bahwa pH air pada bak mendukung untuk pertumbuhan karang. Menurut Supriharyono (2009), pH yang menunjang bagi kehidupan karang berkisar antara 6,5 hingga 8,5. Ditambahkan pula oleh Kaswaji dalam Saleh

(2002) yang menyatakan bahwa kondisi perairan dengan pH 7,5-8,5 mempunyai produktivitas yang tinggi. Ditambahkan oleh Hilbertz dan Goreau (1996), material solid yang terbentuk dan menempel pada besi sebagai katoda merupakan hasil (limbah) dari perubahan nilai pH selama proses elektrolisis air laut.

Secara keseluruhan nilai rata-rata parameter fisik kimia air laut dalam bak pengujian terlihat pada tabel 5 :

## V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besi merupakan katoda yang baik dan dapat di desain menjadi kerangka prototipe struktur biorock dan dapat dikembangkan dengan ukuran yang lebih besar untuk ditempatkan di dasar laut
2. Hasil pengukuran tegangan listrik dan arus listrik yang dihasilkan selama proses akresi mineral terbentuknya biorock bervariasi besarannya sesuai kondisi air dalam bak pengujian. Bak pengujian yang dialiri air laut memiliki nilai tegangan listrik dan arus listrik yang lebih besar daripada pengujian yang tidak dialiri air laut
3. Hasil pengukuran parameter fisik kimia air laut yang dihasilkan selama proses akresi mineral terbentuknya biorock bervariasi besarannya sesuai kondisi air dalam bak pengujian. Pada bak pengujian yang dialiri air laut memiliki



nilai yang lebih besar daripada pengujian yang tidak dialiri air laut.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cesar H. 1998. Indonesia coral reefs: A precious but threatened resources. In Hatzioios, ME, Hooten AJ, Fodor M.(Eds.), Coral Reefs: Challenges and opportunities for sustainable management. Proceedings of an associated event of the fifth annual World Bank Conference on Environmentally and Socially Sustainable Development. The World Bank. Washington DC. p. 163 – 171
- Chou LM. 2000. Southeast Asian Reefs – Status Update: Bangladesh, Indonesia, Malaysia, Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam. *In*: Wilkinson C. (Ed.). Status of coral reefs of the world. GCRMM. Australian Institute of Marine Science. 117–129 p.
- COREMAP II. 2007. Pedoman Umum Pengelolaan Berbasis Masyarakat COREMAP. Ditjen Kelautan, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Cetakan Pertama. Yayasan Dewi Sri, Bogor
- Goreau, T,J. 1996. Biorock/Mineral Accretion Technology for Reef Restoration, Mariculture and Shore Protection.<http://globalcoral.org.htm>
- Hilbertz, W. 2005a. Report of the third Pemuteran biorock.[http://www.wolfhilbertz.com/downloads/report\\_3rd\\_workshop\\_v2.pdf](http://www.wolfhilbertz.com/downloads/report_3rd_workshop_v2.pdf)
- Furqan, R. 2009. *Biorock* Technology sebagai salah satu alternatif upaya rehabilitasi ekosistem terumbu karang. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta.
- Furqan, R. 2010. Biorock Technology (online). [www.bangzabar.com](http://www.bangzabar.com). Download 15 Pebruari 2015 .
- Kordi, K.M.G.H. 2010. Ekosistem Terumbu Karang: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nybakken, J.W., 1992. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan Oleh; Eidmen, M., D. G. Bengen, Koesbiono, M. Hutomo, Sukristijono. PT. Gramedia. Jakarta, 495p.
- Sadarun. 1999. *Transplantasi Karang Batu di Kepulauan Seribu Teluk Jakarta*. Institut Pertanian Bogor
- Suharsono. 2001. Regional distribution patterns of acropora and their use in the conservation of coral reefs in Indonesia. . *J. Pesisir dan Lautan*. Vol. 4 No. 1: 40 – 58.
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan terumbu karang. Djambatan. 118 hal.
- Tomascik, T., J.A. Mah, A. Nontji, M.K. Moosa. 1997. The Ecological of the Indonesian Seas Part II. Periplus Edition