

DESAIN TERUMBU KARANG BUATAN DENGAN METODE AKRESI MINERAL PADA SISTEM AQUARIUM

Salasi Wasis Widyanto^{*}, Nanda Radhitia Prasetiawan, Ma'muri
Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan, BRSDM-KP, KKP RI

^{*}Koresponden: abuyumna26@gmail.com

Abstrak

Terumbu karang berfungsi sebagai tempat hidup biota laut sekaligus protektor dari abrasi dan sedimentasi, sehingga diperlukan upaya pelestarian, perlindungan, dan rehabilitasinya. Diantara teknologi rehabilitasi yang banyak dikembangkan adalah terumbu karang buatan metode akresi mineral secara *insitu*. Implementasi yang hanya berkulat secara *insitu* melatarbelakangi penulis untuk membuat desain terumbu karang buatan melalui metode serupa secara *exsitu*. Tujuannya supaya tersedia media bagi pembibitan karang secara cepat yang memiliki kualitas kekuatan dan ketahanan sebelum diaplikasikan secara *insitu*, memudahkan penelitian terhadap karang yang dapat tumbuh dan bertahan pada media tersebut, dan meminimalisasi pengambilan sebagian karang di laut bagi pecinta *aquascape*. Metode yang digunakan mengacu pada petunjuk teknis perekayasaan di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Hasilnya berupa desain terumbu karang buatan dengan material besi berdiameter 8 mm sebagai katoda dan campuran arang tempurung kelapa dengan semen sebagai anoda. Besi dibentuk kerangka balok berdimensi panjang 15 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm. Catu daya yang dibutuhkan harus memiliki output 0,380 A pada tegangan 6 Volt DC, sehingga nilai resistansi yang dibutuhkan sebesar 15,78 Ohm. Kesimpulannya yaitu desain terumbu karang buatan dengan metode akresi mineral pada sistem aquarial berhasil dibuat setelah memperhitungkan besaran arus listrik pada elemen *birock* dinilai aman bagi biota laut dalam aquarium.

Kata kunci : akresi mineral, *exsitu*, *insitu*, aquarium, terumbu karang buatan

Abstract

Function of coral reefs is being a living place for marine biota and as protectors from abrasion and sedimentation, so that conservation, protection, and rehabilitation are needed. Among the many rehabilitation technologies developed is artificial coral reefs by mineral accretion methods for *insitu* conservation. The implementation that is only *insitu* application is behind the author to make artificial coral reef designs with similar methods for *exsitu* conservation. The purpose is to make available media for coral nurseries quickly that have quality of strength and resilience before being applied *insitu*, facilitating research on corals that can grow and survive on these media, and minimize the taking of some coral in the sea for *aquascape* lovers. The method used refers to engineering technical instructions at the Agency for the Assessment and Application of Technology. The result is the design of artificial coral reefs with 8 mm diameter iron material as a cathode and coconut shell charcoal mixture with cement as an anode. An iron beam frame is 15 cm long, 10 cm wide, and 5 cm high. The required power supply must have an output of 0,380 Ampere at 6 Volt DC voltage, so the required resistance value is 15,78 Ohm. The conclusion is that the design of artificial coral reef with the mineral accretion method in the aquarial system was successfully made after calculating the amount of electric current in the *birock* element considered safe for marine biota in the aquarium.

Keywords: mineral accretion, *exsitu*, *insitu*, aquarium, artificial coral reefs

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem pesisir laut tropis yang memiliki berbagai macam fungsi, baik secara fisik, biologis maupun kimiawi. Secara fisik terumbu karang dapat melindungi pantai dari abrasi dan melindungi ekosistem lamun dari sedimentasi. Fungsi biologis terumbu karang adalah sebagai tempat hidup, mencari makan, berkembang biak, pembesaran anak, berlindung dari predator bagi ikan dan biota-biota laut lainnya. Secara kimiawi terumbu karang dapat berfungsi sebagai penyedia bahan baku untuk industri kosmetik dan farmasi. Ekosistem terumbu karang memiliki nilai estetika yang tinggi, sehingga dapat dikembangkan menjadi daerah wisata bahari. Dalam sektor perikanan ekosistem terumbu karang berpotensi sebagai daerah penangkapan ikan dan budidaya ikan, khususnya ikan karang (Siregar, 2012).

Dewasa ini banyak model-model rehabilitasi terumbu karang yang telah dikembangkan, yang semuanya bertujuan untuk memperbaiki atau memulihkan kerusakan terumbu karang. Beberapa upaya yang telah diterapkan untuk rehabilitasi ekosistem terumbu karang, antara lain *artificial reef*, transplantasi karang, dan *ecoreef*. (Siregar, 2012). *Artificial reef* atau terumbu karang buatan adalah suatu konstruksi dengan bentuk sedemikian rupa yang berfungsi sebagai tempat perlindungan dan habitat, sumber makanan, daerah pemijahan, dan perlindungan garis pantai yang diletakan di dasar perairan (Anastion et. al., 2018). Terumbu karang buatan juga bisa didefinisikan sebagai suatu rekayasa struktur bangunan yang diturunkan ke dasar laut yang digunakan untuk mengubah suatu perairan yang sepi ikan menjadi perairan yang ramai ikan. Dalam jangka waktu panjang, struktur yang dapat dibuat dari berbagai material seperti ban bekas, mobil bekas, atau struktur beton baik yang berbentuk kubah atau piramida, akan membantu tumbuhnya terumbu karang alami di lokasi tersebut. Terumbu karang buatan disusun sedemikian rupa sehingga dapat menjadi rumah, pelindung, tempat mencari makan, dan tempat pemijahan, serta daerah asuhan (*nursery ground*) berbagai biota laut dapat terwujud (Setiawan, 2009).

Terumbu karang buatan (*artificial reef*) didesain dengan alasan untuk pelindung ikan sekaligus sebagai tempat untuk penempatan planula karang (*sponge*) yang diharapkan dapat tumbuh dan berkembang di terumbu karang buatan tersebut. Alasan berikutnya adalah untuk mempermudah pemerintah dan masyarakat, khususnya masyarakat perairan dalam menjaga kestabilan ekosistem sumber daya air. Dengan stabilnya ekosistem sumber daya air, diharapkan akan dapat menjaga kestabilan mata pencaharian penduduk setempat. Adanya *artificial reef* juga dapat mengantisipasi terjadinya degradasi terumbu karang dalam beberapa tahun mendatang, karena terumbu karang buatan difungsikan sekaligus pelindung proses pemuliaan terumbu karang yang membutuhkan waktu cukup lama. Dengan adanya *artificial reef*, proses pemuliaan terumbu karang alami tidak banyak mengalami gangguan yang signifikan, karena kebutuhan makhluk hidup di air terpenuhi oleh keberadaan *artificial reef* (Setyowati, 2016). Diantara metode untuk mewujudkan terumbu karang buatan adalah metode akresi mineral atau dikenal juga dengan metode *biorock*.

Metode *biorock* digunakan untuk meregenerasi ekosistem terumbu karang, merepopulasi terumbu karang yang rusak, memecah gelombang laut, dan menumbuhkan pantai. Karang lunak dan keras, *sponge*, *tunikata*, dan *bivalvia* ditemukan tumbuh di atas struktur *biorock* dengan cepat. Karang keras di atas struktur *biorock* dapat tumbuh 2 hingga 6 kali lebih cepat daripada secara alami. Terumbu karang yang tumbuh di atas struktur *biorock* memiliki warna yang cerah dan percabangan yang rumpun, memiliki kemampuan bertahan 50 kali lebih besar dalam suhu air laut yang tidak stabil, serta memiliki kemampuan memperbaiki diri yang lebih besar 20 kali saat mengalami kerusakan fisik. Populasi ikan dan lobster di sekitar struktur *biorock* tumbuh dengan sangat cepat. Terutama ikan muda (tahap *juvenile*)

memiliki hidup yang bergantung pada terumbu karang yang berada di atas struktur *biorock*. Terumbu karang *biorock* membantu menurunkan erosi pantai, 15 meter pertambahan garis pantai terjadi hanya dalam beberapa tahun akibat dari melambatnya gelombang laut, pasir pantai terdeposit dan membentuk struktur pantai. *Biorock* ditemukan berada dalam kondisi stabil saat terjadi gelombang laut besar seperti tsunami karena strukturnya yang terdiri atas 90% air, memudahkan gelombang laut besar melewatinya (Karissa et. al.).

Mineral accretion atau *biorock* adalah suatu teknik untuk menghasilkan terumbu buatan dengan cara mengalirkan arus listrik pada kerangka besi, sehingga terjadi proses elektrolisis. Proses elektrolisis ini akan menyebabkan mineral-mineral yang terlarut dalam air laut dapat didepositkan dalam bentuk padatan pada kerangka besi. Arus listrik yang dialirkan melalui katoda dan anoda adalah arus lemah dan cukup untuk memicu terjadinya proses elektrolisis, sehingga proses reduksi dan oksidasi terjadi secara berulang-ulang di sekitar katoda (Sabater dan Yap, 2004 dalam Siregar, 2012). Terumbu karang buatan yang dihasilkan melalui teknik *mineral accretion* memiliki komposisi yang sangat mirip dengan terumbu alami yang dihasilkan terumbu karang (Siregar, 2012).

Teknologi rehabilitasi karang melalui *artificial reef* yang banyak dikembangkan adalah terumbu karang buatan metode akresi mineral secara *insitu*. Implementasi yang hanya berkuat secara *insitu* melatarbelakangi penulis untuk membuat desain terumbu karang buatan melalui metode serupa secara *exsitu*. Tujuannya supaya tersedia media bagi pembibitan karang secara cepat yang memiliki kualitas kekuatan dan ketahanan sebelum diaplikasikan secara *insitu*, memudahkan penelitian terhadap karang yang dapat tumbuh dan bertahan pada media tersebut, dan meminimalisasi pengambilan sebagian karang di laut bagi pecinta *aquascape*.

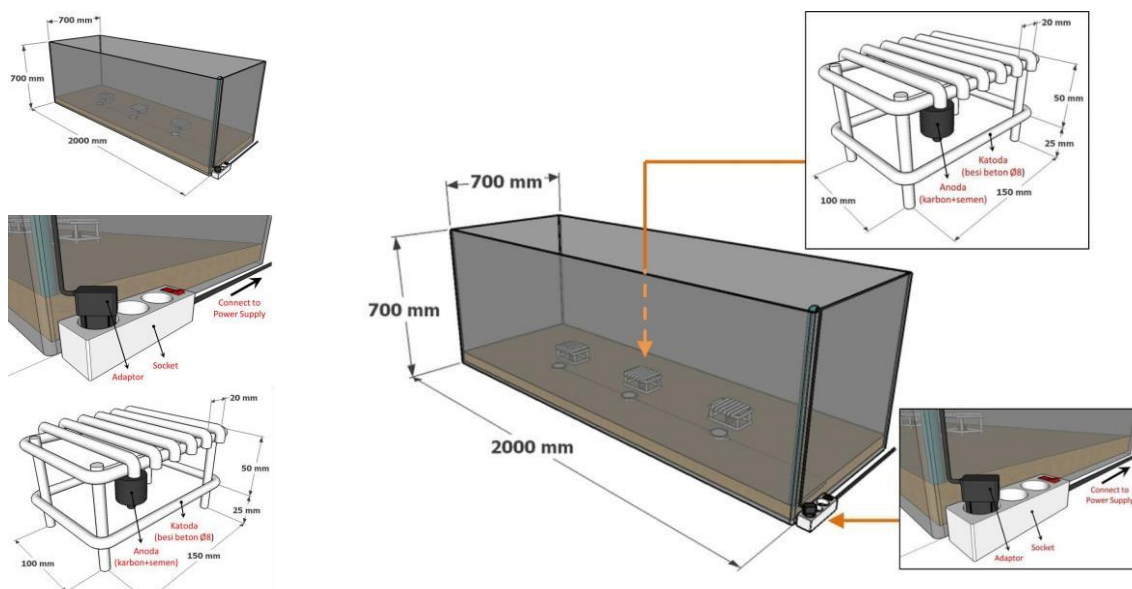
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Juni – Juli 2019 bertempat di Workshop Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan, Desa Patuno, Kecamatan Wangi-Wangi, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara. Materi pra desain yang dibutuhkan antara lain *Personal Computer (PC)/ Notebook* yang telah terinstal *Microsoft Office*, *AutoCAD*, dan *Proteus*, serta seperangkat alat tulis lengkap. Adapun materi pasca desain yang dibutuhkan adalah besi beton berdiameter 8 mm dengan panjang total 7,56 m, *power supply* dengan tegangan masukan 6 *Volt* dan keluaran arus sebesar 0,380 *Ampere*, karbon tempurung kelapa, semen, kabel, isolator, aquarium (200 cm x 70 cm x 75 cm), *isis hippuris sp.*, serta seperangkat peralatan las listrik. Metode yang diimplementasikan mengacu pada tahapan perekayasaan secara umum yaitu desain konseptual, eksplorasi, observasi, pengukuran, dan perhitungan, serta desain awal dan akhir. Desain konseptual meliputi tujuan dan kebutuhan desain, filosofi desain, dan metode yang digunakan. Tahap eksplorasi, observasi, dan pengukuran mencakup tahap penetapan sasaran, pemilihan instrumen, dan aplikasinya. Tahap perhitungan meliputi penurunan persamaan matematika, deskritisasi persamaan, dan metode pemecahan persamaan. Tahapan desain awal meliputi rekayasa bentuk konfigurasi, kalkulasi kinerja awal, dan pembuatan gambar teknis. Sedangkan tahapan desain rinci meliputi iterasi hasil desain awal, optimasi desain awal, konfigurasi desain rinci, dan penetapannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan dari perekayasaan ini berupa desain terumbu karang buatan dengan material besi berdiameter 8 mm sebagai katoda dan campuran arang tempurung kelapa dengan semen sebagai anoda. Besi dibentuk kerangka balok sebanyak 3 (tiga)

unit masing-masing berukuran panjang 15 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm. Catu daya yang dibutuhkan harus memiliki output 0,308 *Ampere* pada tegangan 6*Volt DC*, sehingga nilai resistansi yang dibutuhkan sebesar 15,78 *Ohm*.



Gambar 1. Desain kerangka *biorock* dan penempatannya dalam aquarium

Kerangka besi *biorock* berbentuk balok yang dibuat terdiri dari 3 (tiga) unit dan difungsikan sebagai katoda yang dihubungkan dengan kutub negatif dari *power supply*. Masing-masing unit berdimensi panjang 15 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm dengan menempatkan beberapa tulangan besi yang saling bersilangan pada bagian permukaan atas balok, sehingga dapat difungsikan sebagai substrat dan tempat menempel bagi karang *Isis hippuris sp.* Tinggi kerangka balok dibuat 5 cm dengan tujuan sebagai rumah, tempat berlindung, tempat mencari makan, tempat berpijah, dan daerah asuhan bagi ikan atau biota laut lainnya. Lempeng yang merupakan campuran semen dengan arang tempurung kelapa yang dihaluskan difungsikan sebagai anoda. Lempeng ini ditempatkan di bagian dalam struktur kerangka besi dan dihubungkan dengan kutub positif dari *power supply*.

Ukuran besi yang diimplementasikan dalam desain adalah besi beton berdiameter 8 mm dengan panjang besi secara keseluruhan 7,56 meter. Angka ini didapatkan dari kalkulasi perbandingan luasan besi terhadap arus listrik yang mengalir pada metode *biorock*/akresi mineral yakni 2 hingga 3 *Ampere per m²*. Densitas yang digunakan untuk memberikan hasil yang terbaik sekitar 3 A per m² permukaan katoda (Furqon, 2009 dalam Rancak, 2010). Meskipun demikian, penulis memilih nilai 2 *Ampere per m²* dengan pertimbangan bahwa volume air pada implementasi *ex.situ* (sistem aquarial) jauh lebih sedikit daripada volume air laut pada aplikasi *insitu* (laut). Jika densitas yang digunakan memilih yang besar (3 *Ampere*), dikhawatirkan akan mempengaruhi sifat fisik dan kelistrikan air laut dan biota yang hidup dalam aquarium. Berdasarkan perbandingan yang dipilih tersebut, maka besaran-besaran yang dicari untuk mendapatkan hasil akhir kuat arus yang diinginkan sebesar 0,380 *Ampere* adalah:

$$\text{Rumus} : L = 0,5 \times I \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan : L : Luasan kerangka besi/katoda (m^2)
 I : Kuat arus listrik (Ampere)

$$L = 0,5 \times 0,380 = 0,19 \text{ m}^2$$

dimana,

Rumus : $L = 2 \times \Phi \times r \times t$

t (2) Keterangan : L
 : Luasan kerangka besi/katoda (m^2)

Φ : konstanta (3,14)

r : jari-jari besi beton bentuk tabung (8 mm)

t : panjang besi (m)

$$0,19 = 2 \times 3,14 \times (0,008/2) \times t$$

$$t = 0,19 / (6,28 \times 0,004) = 7,56 \text{ meter}$$

sehingga didapatkan panjang total besi beton yang dibutuhkan untuk mengalirkan arus listrik sebesar 0,380 Ampere adalah 7,56 meter.

Adapun nilai resistansi didapatkan dengan menerapkan hukum Ohm yang menyatakan hubungan antara kuat arus, tegangan, dan hambatan listrik pada suatu rangkaian. Berikut tahapan kalkulasi, sehingga didapatkan nilai resistansi yang dibutuhkan :

Rumus : $R = V /$

I (3)

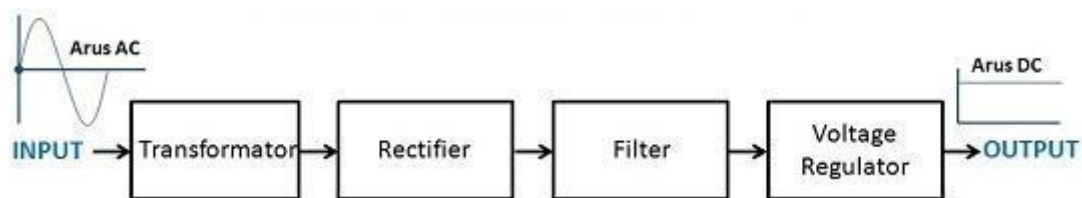
Keterangan : R : Resistansi/hambatan (Ohm)

V : Beda potensial/tegangan (Volt)

I : Kuat arus listrik (Ampere)

$$R = 6 / 0,380 = 15,78 \text{ Ohm}$$

Sebuah *power supply* dapat dibuat dengan tiga buah komponen utama, yaitu *transformer*, dioda penyearah, dan kapasitor filter (Suwitno 2016). Perangkat utama dari catu daya yang dirancang meliputi transformator (trafo), *bridge diode (rectifier)*, kondensator elektrolit (elco) sebagai filter, regulator, dan resistor. Gambar 2 menunjukkan tentang diagram blok *DC Power Supply* (Adaptor).



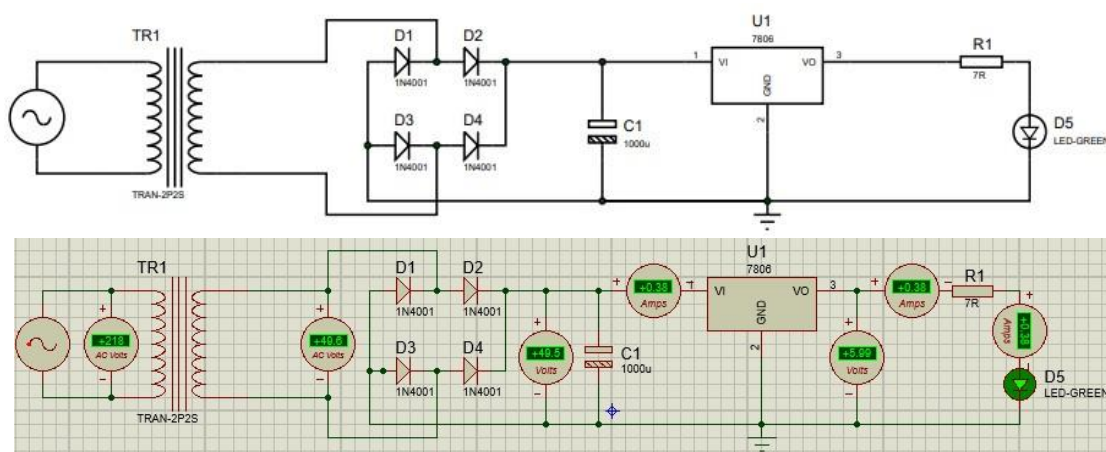
Gambar 2. Diagram blok catu daya DC

Sumber : (Kho, 2019)

Pada dasarnya transformator terdiri dari dua kumparan yaitu kumparan primer dan kumparan sekunder, dimana tegangan pada kumparan primer akan ditransformasikan (diubah) pada kumparan sekunder, yang besarnya tergantung dari masing-masing jumlah lilitan pada kedua kumparan tersebut (Suwitno, 2016). *Transformator (Transformer)* atau disingkat dengan *Trafo* yang digunakan dalam desain adalah transformator jenis *step-down*.

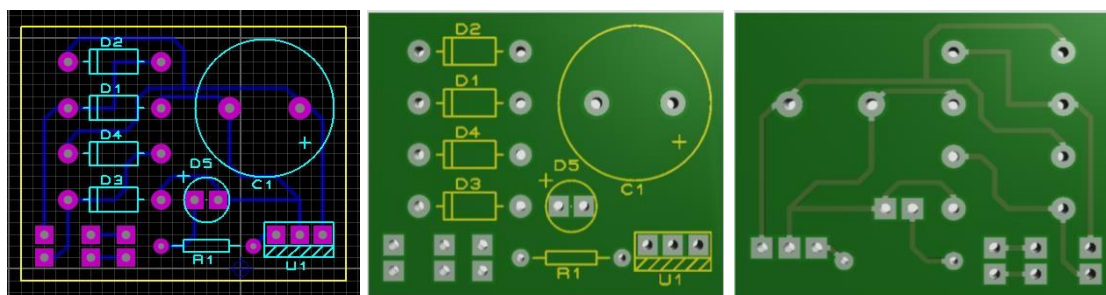
Perangkat ini berfungsi menurunkan tegangan listrik dari 220 *Volt AC* menjadi 50 *Volt AC*. Menurut Suwitno (2016), *rectifier* atau penyearah gelombang berfungsi untuk mengubah gelombang *AC* menjadi gelombang *DC* setelah tegangannya *diturunkan* oleh *Trafo Step Down*. Rangkaian *rectifier* yang digunakan dalam desain adalah jenis “*Full Wave Rectifier*” yang terdiri 4 komponen dioda tipe 1N4001. Filter berupa kapasitor yang berjenis elektrolit atau *ELCO* (*Electrolyte Capacitor*) dengan kapasitas $1000\mu\text{F}/50\text{V}$ digunakan untuk meratakan sinyal arus yang keluar dari *rectifier*. Kapasitor ini meratakan denyutan- denyutan tersebut dan memberikan suatu tegangan yang hampir *DC* murni (Suwitno, 2016). *Voltage regulator* berfungsi untuk mengatur tegangan sehingga tegangan keluaran stabil dan tidak dipengaruhi oleh suhu, arus beban, dan juga tegangan masukan yang berasal dari *output filter*. Regulator yang diimplementasikan dipilih *IC 7806* untuk menghasilkan keluaran tegangan sebesar 6 *Volt DC*. Melalui percobaan variatif terhadap resistansi, maka didapatkanlah nilai arus yang dibutuhkan pada luasan katoda besi beton sebesar 0,380 Ampere.

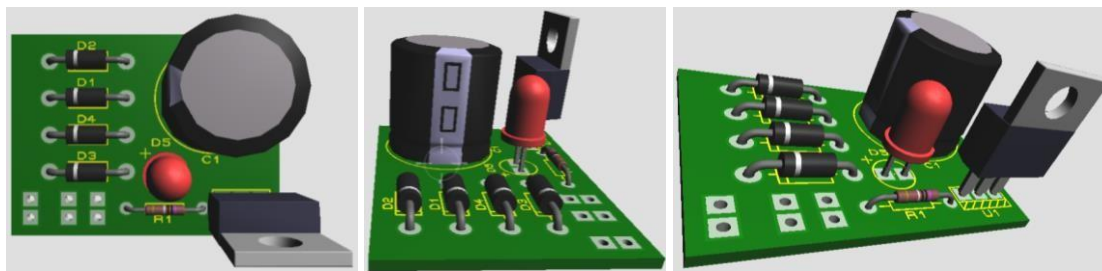
Berdasarkan nilai-nilai yang sudah didapatkan dan penjelasan ringkas mengenai *power supply DC*, maka didesain sebuah catu daya untuk terumbu karang buatan (*artificial reef*) yang dibuat dengan metode akresi mineral/*birocks* melalui simulasi dengan program *Proteus 8 Profesional* yang ditunjukkan oleh gambar 3. Desain ini dibuat karena tidak didapatkan di pasaran catu daya dengan keluaran arus listrik sebesar yang dibutuhkan yaitu 0,380 Ampere.



Gambar 3. Desain dan simulasi catu daya *output DC 6 V* dan 0,38 *A* dengan program *Proteus* untuk suplai daya *artificial reef biorock*

Selanjutnya didesain pula *PCB layout* untuk membuat jalur-jalur sambungan konduktor antar komponen pada lembar *Printed Circuit Board* (*PCB*) yang memiliki satu lapisan tembaga (*single sided*), lalu didesain pula instalasi komponen elektronika (dioda, kapasitor, resistor, LED, dan regulator) di atasnya. Desain ini ditunjukkan pada gambar 4.





Gambar 4. Desain *PCB layout* catu daya dan instalasi komponen elektronika dengan program Proteus

KESIMPULAN

Kesimpulannya yaitu desain terumbu karang buatan dengan metode akresi mineral pada sistem aquarial berhasil dibuat setelah memperhitungkan besaran arus listrik pada elemen biorock dinilai aman bagi biota laut dalam aquarium. Implementasi dari desain perlu dilakukan untuk membuktikan keakuratan kalkulasi dari perbandingan arus yang mengalir terhadap luasan besi. Perbandingan volume air terhadap luasan kerangka *biorock* juga perlu untuk diperhitungkan lebih rinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Anastion, N., A.I., dan Kasim, M. 2018. *Struktur komunitas ikan pada terumbu karang alami dan terumbu buatan dari sampah plastik di perairan Tanjung Tiram Kecamatan Moramo Utara*. Jurnal Manajemen Sumber Daya Perairan, 3(3): 179-187.
- Karissa, T., Subhan, B., Madduppa, H., & Bachtiar, R. _____. *Teknologi Biorock*. Biorock Indonesia.
- Kho, D. 2019. *Prinsip Kerja DC Power Supply (Adaptor)*.
- Rancak, G.T. 2010. *Analisis Efektivitas Intervensi Biorock terhadap Konservasi Terumbu Karang di Dusun Jambianom, Lombok Utara*. Surabaya. Program Studi Ilmu Dan Teknologi Lingkungan Departemen Biologi Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Setiawan, I.E. 2009. *Penerapan Teknologi Terumbu Buatan di Perairan Laut Pulau Abang, Batam*. Balai Teknologi Survei Kelautan – BPPT. Jurnal Hidrosfir Indonesia, 4(2):
- Siregar, A.M. 2012. *Studi Recruitment Karang dan Organisme Bentik pada Artificial Biorock, Pulau Pramuka - DKI Jakarta*. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suwitno. 2016. *Mendisain Rangkaian Power Supply pada Rancang Bangun Miniatur Pintu Garasi Otomatis*. Journal of Electrical Technology 1(1):