

DESAIN TEKNOLOGI AKRESI MINERAL UNTUK UPAYA KONSERVASI BAMBULAUT SECARA EKSPERIMENTAL

¹Salasi Wasis Widyanto, ¹Ma'muri

¹Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan-BRSDMKP-Kementerian Kelautan dan Perikanan RI,
Jl. Ir. Soekarno No. 3 Patuno, Wangi-Wangi, Wakatobi, Sulawesi Tenggara 93791
Email: abuyumna26@gmail.com

Abstrak

Nilai ekonomis bambulaut (*Isis hippuris*) sebagai bahan baku farmasi dan bahan campuran pembuatan keramik porselin sehingga banyak diperdagangkan dan diekspor ke Eropa, Amerika, dan sebagian Asia terutama Cina (Tiongkok) memicu terjadinya eksploitasi biota ini secara masif. Imbasnya, ancaman kerusakan terumbu karang dan menurunnya populasi bambulaut pun terjadi, sehingga perlu upaya konservasi terhadap biota ini. Seirama dengan hal tersebut, teknologi akresi mineral terbukti bisa memberi kontribusi signifikan dalam mempercepat pertumbuhan karang. Kesamaan sifat yang dimiliki oleh material pembentuk terumbu karang dan material hasil dari teknologi akresi mineral menyebabkan struktur ini cocok digunakan sebagai media pertumbuhan buatan untuk terumbu karang. Berdasarkan latar belakang ini, maka dibuatlah rumusan tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu membuat desain teknologi akresi mineral pada skala eksperimental sebagai upaya konservasi bambulaut melalui penyiapan bibit bambulaut dengan struktur yang kokoh sebelum ditanam di laut. Metode penanaman biota ini dilakukan melalui dua tahap yaitu penanaman bibit pada struktur katoda teknologi akresi mineral bentuk *puzzle* di akuarium dan penanaman bibit hasil perlakuan tahap pertama di laut lepas. Instalasi substrat beton bentuk *puzzle* ditambahkan untuk memperkuat struktur dimana biota tersebut ditanam. Seluruh metode tersebut dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan baku dalam kegiatan perekayasaan sesuai petunjuk teknis jabatan fungsional perekayasa Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Hasil yang diperoleh berupa desain teknologi akresi mineral untuk upaya konservasi bambulaut secara eksperimental yang terdiri dari desain konseptual, desain *power supply*, desain anoda dan katoda, dan desain substrat. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu desain teknologi akresi mineral untuk upaya konservasi bambulaut secara eksperimental telah berhasil dibuat dengan menggunakan anoda platina, katoda besi bentuk *puzzle*, dan keluaran *power supply* berupa tegangan listrik sebesar 12 Volt atau 24 Volt dan arus listrik sebesar 2,3 Ampere.

Kata kunci: anoda, katoda, *power supply*, *puzzle*, substrat

1. PENDAHULUAN

Oktokoral merupakan biota penyusun terumbu karang kedua setelah karang batu. Salah satu jenis oktokoral yang hidup di perairan tropis Indo-Pasifik adalah bambulaut (*Isis hippuris*). Nilai ekonomis bambulaut sebagai bahan baku farmasi (mengandung senyawa antivirus *hipuristanol*) dan bahan campuran pembuatan keramik porselin sehingga banyak diperdagangkan dan diekspor ke Eropa, Amerika, dan sebagian Asia terutama Cina (Tiongkok) memicu terjadinya eksploitasi biota ini secara masif. Imbasnya, ancaman kerusakan terumbu karang dan menurunnya populasi bambulaut pun terjadi (Lubis et. al., 2016), sehingga perlu upaya konservasi terhadap biota ini. Seirama dengan hal tersebut, teknologi akresi mineral yang mengintegrasikan suplai aliran tegangan dan arus listrik rendah pada struktur katoda (besi) dengan anoda tertentu (karbon, titanium, platina, emas, dll), sehingga menimbulkan reaksi elektrolitik yang mendorong pembentukan mineral alami pada air laut (kalsium karbonat dan magnesium hidroksida) terbukti bisa memberi kontribusi signifikan dalam mempercepat pertumbuhan karang (Haris et. al., 2011). Kesamaan sifat yang dimiliki oleh material alami pembentuk terumbu karang dan material hasil dari reaksi elektrolitik tersebut menyebabkan struktur ini cocok digunakan sebagai media pertumbuhan buatan untuk terumbu karang (Sudarto, 2007). Semakin menurunnya populasi bambulaut dan adanya teknologi akresi mineral yang dapat memulihkan dan mempercepat upaya konservasi biota tersebut melatarbelakangi dilakukannya penelitian ini.

Permasalahan yang muncul saat melakukan salah satu upaya konservasi dengan cara transplantasi langsung di lokasi insitu adalah belum kuat atau kokohnya akar bibit bambulaut transplant yang ditanam pada substrat beton karena belum tumbuhnya sklerit atau spikula

(kerangka dalam oktokoral berupa butiran kalsium karbonat yang terdapat dalam jaringan endodermis) sebagai penyangga jaringan tubuh sehingga bisa tumbuh tegak (Lubis et. al., 2016). Keadaan ini menyebabkan bambu laut tidak kuat menahan hempasan gelombang dan arus laut. Meski diupayakan untuk ditanam di lokasi yang dangkal, jernih, dan aman dari gelombang sesuai dengan keberadaan umumnya populasi biota ini di habitatnya (Lubis et. al., 2016), tetapi adanya musim angin barat yang mendatangkan hempasan gelombang besar hingga ke pantai, menjadi permasalahan tersendiri, sehingga diperlukan strategi waktu penanaman yang tepat yakni jauh-jauh hari sebelum musim angin barat menjelang. Hal ini tentunya menjadi rumusan masalah baru, karena musim angin barat di Wakatobi berlangsung beberapa bulan dari bulan Desember hingga Maret yang ditandai dengan sering terjadi turunnya hujan (wakatobi.go.id, 2013). Oleh karena itu, upaya transplantasi bambu laut secara eksitu dengan teknologi akresi mineral yang diprediksi bisa mempercepat tumbuhnya sklerit, mempersingkat perambatan pada substrat, dan mempercepat pertumbuhannya hingga tiga sampai lima kali (Syarifuddin, 2011) dibandingkan dengan metode terdahulu (tanpa teknologi akresi mineral) yang secara alami bisa menumbuhkan sklerit dalam waktu 4 bulan (Asuhadi, 2018), diharapkan bisa menjadi solusi penanaman bibit bambu laut pada setiap waktu tanpa tergantung lagi dengan perhitungan waktu terjadinya gelombang besar pada musim angin barat.

Teknologi akresi mineral sendiri merupakan suatu proses deposit elektro mineral yang berlangsung di dalam laut. Proses ini terjadi secara tidak langsung. Pengendapan mineral yang terjadi merupakan hasil sampingan dari perubahan pH di sekitar katoda saat proses elektrolisis berlangsung pada air laut. Ketika klorin dan oksigen terkumpul di sekitar anoda, 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 (Syarifuddin, 2011). Struktur dari teknologi ini terdiri dari dua elektroda (anoda dan katoda) yang ditempatkan dalam air laut, lalu dialiri arus dan tegangan listrik tertentu. Katoda yang dihubungkan dengan kutub negatif dari catu daya dapat terbuat dari berbagai mineral yang menghantar listrik, seperti ram besi non-galvanis. Anoda adalah sambungan yang mengambil ion elektron dari ion pada larutan dengan tujuan untuk memudahkan reaksi kimia terjadi. Anoda yang dikoneksikan dengan kutub positif dari catu daya dapat terbuat dari karbon, timah, atau titanium (Ndahawali et. al., 2016). Bahan-bahan lain dari anoda yang sebagian besar berupa logam dapat dipilih berdasarkan tinjauan cepat/lambatnya logam-logam tersebut teroksidasi melalui pengamatan susunannya dalam deret Volta. Semakin ke kiri kedudukan suatu logam dalam deret Volta, maka logam semakin reaktif (semakin mudah melepas elektron) atau semakin mudah teroksidasi, dan semakin ke kanan kedudukan suatu logam dalam deret Volta, maka logam semakin kurang reaktif (semakin sulit melepas elektron) atau semakin sulit teroksidasi. Deret Volta sendiri disusun berdasarkan besar kecilnya potensial elektrode yang dimiliki oleh masing-masing logam setelah diperbandingkan dengan potensial elektrode standar (E°). Potensial elektrode standar adalah potensial sel yang terdiri atas setengah sel galvanis dengan konsentrasi 1 M pada suhu 25° C dihubungkan dengan setengah sel hidrogen. Sel hidrogen tersusun dari kawat platina yang dimasukkan ke dalam larutan H^+ 1 M yang dialiri gas hidrogen pada kondisi tekanan 1 atm (Nasution, 2019).

Upaya konservasi melalui metode transplantasi karang menggunakan teknologi akresi mineral sebagaimana telah dijelaskan di atas, 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 (Syarifuddin, 2011). Kenyataan ini menginspirasi penulis untuk melakukan upaya konservasi oktokoral bambu laut sebagai salah satu jenis karang yang populasinya mulai berkurang akibat eksploitasi masyarakat guna mendapatkan manfaat ekonomis dan medisnya. Berdasarkan latar belakang ini, maka dibuatlah rumusan tujuan dari

penelitian yang dilakukan yaitu membuat desain teknologi akresi mineral pada skala eksitu sebagai upaya konservasi bambu laut melalui penyiapan bibit bambu laut dengan struktur yang kokoh sebelum ditanam di laut, sehingga desain ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan awal dan panduan bagi penelitian lapangan yang akan dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari hingga bulan Februari 2020 di Loka Perekayasaan Teknologi Kelautan (LPTK), Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan (BRSDMKP), Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Desa Patuno, Kecamatan Wangi-Wangi, Kabupaten Wakatobi, Provinsi Sulawesi Tenggara.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi perangkat Personal Computer (PC) atau laptop, mistar atau meteran, *caliper* atau jangka sorong, alat tulis, dan *smartphone*. Sedangkan bahan-bahan yang diperlukan diantaranya adalah perangkat lunak standar *Microsoft Office*, perangkat lunak desain *Sketch Up*, substrat beton bentuk *puzzle* hasil perekayasaan tahun 2017, akuarium di workshop mekatronika LPTK, dan besi cor diameter 10 mm dan 8 mm.

2.3. Metode dan Desain Penelitian



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Perekayasaan
Sumber: Juknis Perekayasa BPPT (2016)

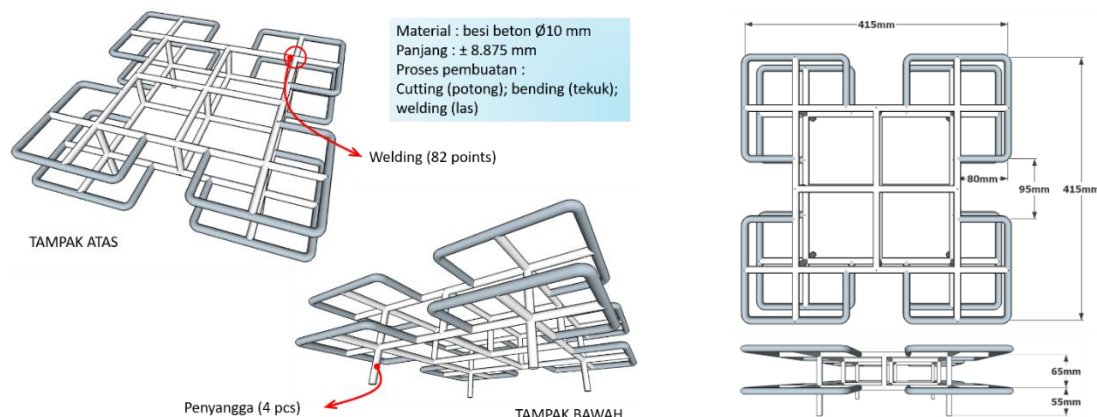
Metode penanaman biota ini rencananya dilakukan melalui dua tahap yaitu penanaman bibit pada struktur katoda teknologi akresi mineral bentuk *puzzle* di akuarium dan penanaman bibit hasil perlakuan tahap pertama di laut lepas. Instalasi substrat beton bentuk *puzzle* ditambahkan untuk memperkuat struktur dimana biota tersebut ditanam. Seluruh metode tersebut dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan baku dalam kegiatan perekayasaan sesuai petunjuk teknis jabatan fungsional perekayasa Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). Tahapan hingga mencapai desain rinci diawali dengan desain konseptual, eksplorasi, observasi, pengukuran, perhitungan, dan desain awal sebagaimana diilustrasikan dalam *flowchart* pada gambar 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

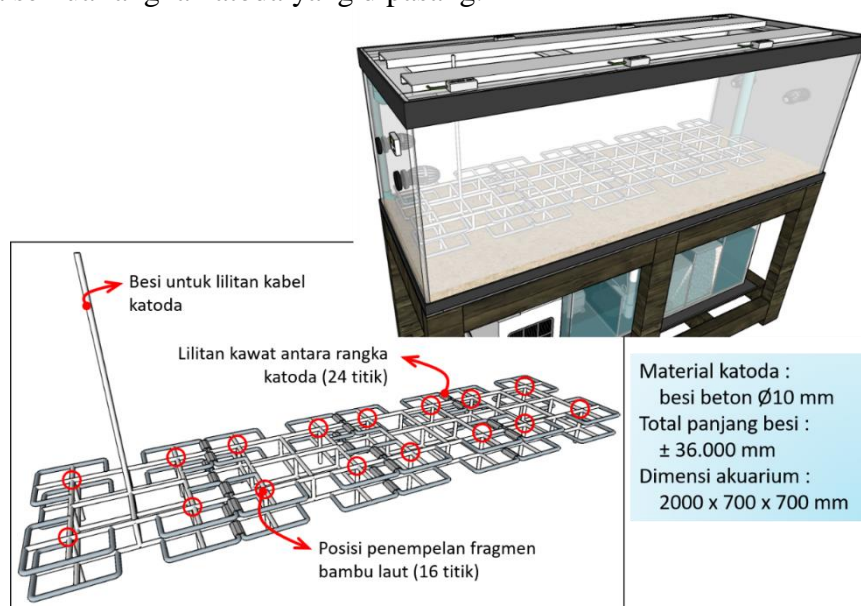
Hasil yang diperoleh merupakan desain sistem akresi mineral berupa integrasi desain anoda platina, katoda besi bentuk *puzzle*, dan arus/tegangan dari catu daya dengan besaran tertentu sesuai kalkulasi. Sistem ditempatkan dalam akuarium LPTK Wakatobi dimana upaya transplatasi/rehabilitasi bambu laut dilakukan. Platina dipilih sebagai bahan anoda karena sifat inert-nya sehingga tidak gampang teroksidasi, sedangkan besi beton dipilih sebagai bahan

katoda karena memiliki sifat sulit tereduksi dan mudah dibentuk sesuai kebutuhan. Bentuk puzzle dari katoda dimaksudkan untuk meminimalisasi efek hampasan arus dan ombak pada bambu laut yang ditanam.



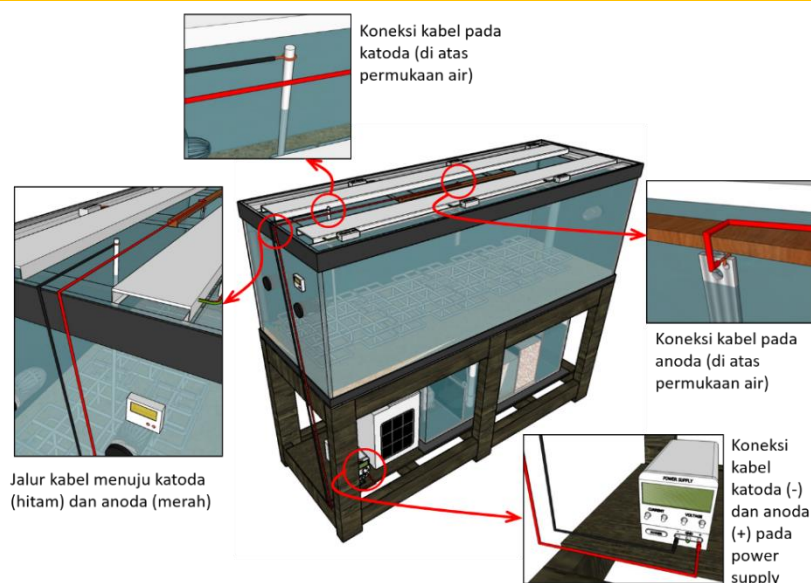
Gambar 2. Desain dan dimensi rangka besi bentuk *puzzle* sebagai katoda untuk sistem akresi mineral

Penempatan rangka katoda di dalam akuarium disusun berjajar sebanyak 4 unit sesuai dengan luasan yang tersedia pada dasar akuarium. Masing-masing unit disambung menggunakan lilitan kawat pada 24 titik. Hal ini dimaksudkan untuk mengoneksikan kutub negatif dari catu daya dengan seluruh unit rangka katoda, sehingga proses akresi mineral bekerja pada semua rangka katoda yang dipasang.



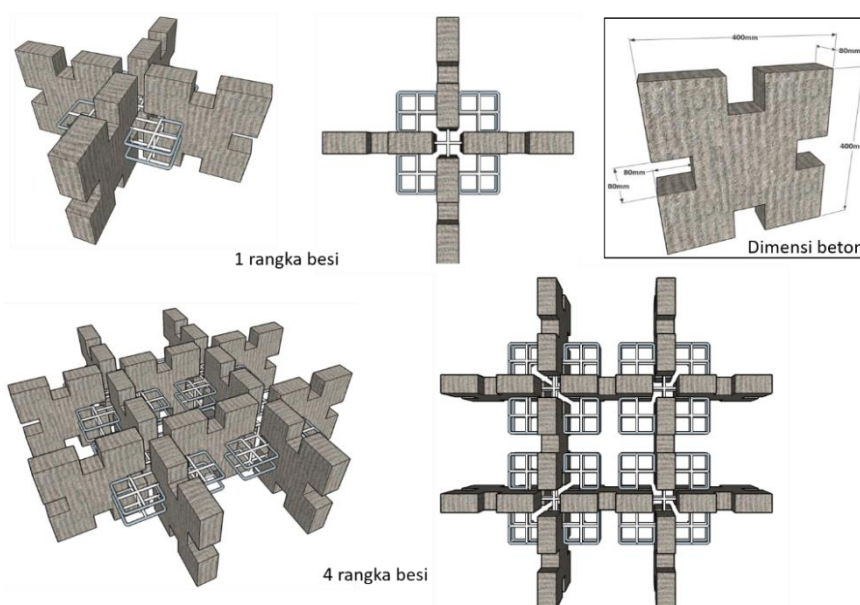
Gambar 3. Penempatan 4 rangka besi bentuk *puzzle* dalam akuarium dan posisi penempelan fragmen bambu laut

Fragmen bambu laut disematkan menggunakan kabel ties di 16 titik persilangan batang besi pada masing-masing pojok rangka katoda besi bagian tengah. Penyematan dilakukan sebelum keempat rangka katoda besi dimasukkan dalam akuarium. Sebuah batang besi disambung secara vertikal terhadap keempat rangka katoda sebagai tempat untuk melilitkan kabel yang menghubungkan dengan kutub negatif catu daya.



Gambar 4. Desain sistem akresi mineral terintegrasi

Setelah keempat rangka katoda besi dimasukkan ke dalam akuarium, masing-masing elektrode dikoneksikan dengan catu daya. Elektrode platina yang berfungsi sebagai anoda dihubungkan dengan kutub positif dan elektrode besi beton yang berperan sebagai katoda dihubungkan dengan kutub negatif dari catu daya, lalu aliran listrik dihidupkan sesuai pengaturan arus dan tegangan hasil perhitungan.



Gambar 5. Assembly rangka katoda besi bentuk *puzzle* pada substrat beton bentuk *puzzle* pasangannya

Proses aklimatisasi bambu laut dengan teknologi akresi mineral yang berlangsung 2 sampai 4 pekan dalam akuarium menjadikan bambu laut telah memiliki kestabilan dan kekokohan. Pasca proses aklimatisasi, bambu laut pada rangka katoda besi bentuk *puzzle* ditempatkan di laut lepas dengan memasangnya pada substrat beton bentuk *puzzle* pasangannya secara horizontal sebagaimana diilustrasikan pada gambar 5. Model instalasi ini memberikan tambahan manfaat bagi perlindungan bambu laut yang ditanam dari hempasan arus maupun gelombang laut.

3.2. Pembahasan

Prinsip dasar teknologi akresi mineral yang diimplementasikan di perairan laut, khususnya akuarium air laut haruslah memiliki peran yang signifikan terhadap pertumbuhan karang lebih cepat tanpa mempengaruhi penurunan kualitas airnya. Pemilihan bahan anoda yang tepat menjadi solusi krusial guna mendapatkan dua manfaat tersebut. Sebagaimana pemilihan material besi pada katoda sebagai bahan yang sulit untuk tereduksi, maka pemilihan material platina pada anoda dimaksudkan untuk memilih bahan yang tidak mudah teroksidasi dan tidak larut dalam larutan elektrolit (*inert*), sehingga tidak ikut bereaksi dengan larutan (Prastika et. al., 2009). Keuntungannya adalah tidak menghasilkan residu hasil oksidasi logam di dalam akuarium air laut. Pemilihan platina dibanding bahan *inert* lainnya seperti karbon (C) dan Emas (Au) juga didasarkan atas fakta ilmiah bahwa proses akresi mineral menggunakan karbon (C) berlangsung sangat lambat (Zamani et. al., 2007), meski karbon bisa didapatkan dengan mudah dan harganya pun murah. Berbeda dengan emas yang merupakan logam mulia yang sangat berharga, sehingga tidak pernah didapati emas bekas. Ini pulalah yang menjadikan emas tidak dipilih sebagai bahan anoda. Sedangkan platina meski lebih mahal dari emas, namun masih sering didapatkan dalam bentuk bekas seperti platina pada mobil atau sepeda motor dan pen platina untuk perbaikan patah tulang.

Pilihan rangka katoda yang digunakan sebagaimana disebutkan di atas adalah besi, khususnya besi cor atau besi beton, karena besi cor merupakan bahan yang mudah didapatkan dan relatif murah, sulit tereduksi, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, lebih kuat dan lebih tahan di dalam air, serta lebih cepat terjadinya proses akresi mineral (Ndahawali et. al., 2016). Bahannya yang mudah dibentuk sesuai kebutuhan menjadikan pembuatan rangka katoda berbentuk *puzzle* tidak mengalami kesulitan berarti. Hanya dengan bantuan peralatan gergaji besi atau gerinda dan peralatan las, desain rangka katoda seperti gambar 2 dapat diwujudkan bentuk riilnya. Bentuk *puzzle* dipilih untuk meminimalisasi hempasan arus dan gelombang laut yang menerpa bambu laut yang ditanam. Tidak semua substrat bentuk *puzzle* dibuat menggunakan besi cor, tetapi hanya substrat yang disusun horizontal dimana bambu laut ditanam. Sedangkan substrat bentuk *puzzle* lainnya yang disusun secara vertikal dibuat dari bahan beton yang berfungsi sebagai pemberat sekaligus pelindung dari hempasan arus dan gelombang laut.

Spesifikasi besi yang diaplikasikan dalam desain adalah besi beton yang memiliki diameter 10 mm dengan panjang keseluruhan 36 meter. Nilai ini dijadikan dasar untuk memperhitungkan kuat arus listrik yang dibutuhkan sistem akresi mineral terhadap luasan katoda besi yang dihitung berdasarkan besaran panjang yang telah diukur. Perlakuan terbaik supaya menghasilkan laju akresi mineral tertinggi, padatan mineral terbentuk memiliki tingkat kekerasan tertinggi, memiliki laju peluruhan bahan anoda terendah dan produksi oksida terendah adalah menggunakan densitas arus listrik DC 2-3 Ampere per meter persegi (Zamani et. al., 2007). Densitas arus yang lebih tinggi menghasilkan tingkat akresi mineral lebih cepat, namun kualitasnya berkurang. Perlakuan arus yang berbeda akan berpengaruh beda pula untuk bahan anoda yang berbeda (Zamani et. al., 2010). Adapun tegangan yang digunakan adalah tegangan DC dengan kisaran antara 1-24 Volt. Pada beberapa penelitian digunakan tegangan dengan kisaran 6-12 Volt (Rancak, 2010). Berdasarkan analisis densitas arus yang terbaik umumnya pada angka 2 Ampere per meter persegi, jika besi beton yang diaplikasikan berdiameter 10 mm dan memiliki panjang 36 meter, maka kuat arus listrik (I) yang dibutuhkan didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Rumus : } I = 2 \times L \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : L : Luasan kerangka besi/katoda (m²)

I : Kuat arus listrik (Ampere)

dimana,

$$L = 2 \times \text{Phi} \times r \times t \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan : L : Luasan kerangka besi/katoda (m^2)
 Φ : konstanta (3,14)
 r : jari-jari besi beton bentuk *puzzle* (setengah nilai diameter = 5 mm)
 t : panjang besi beton (m)

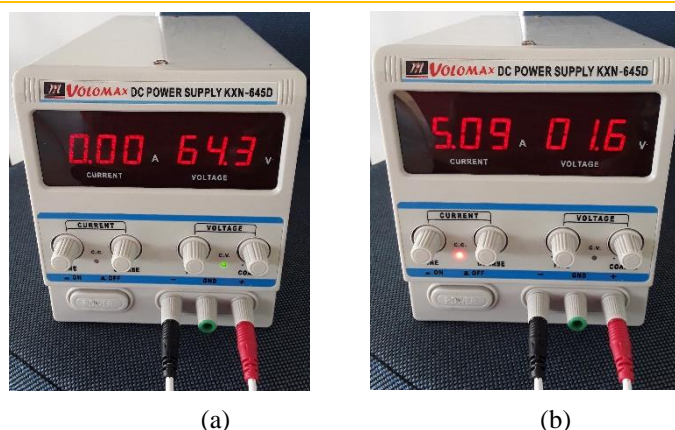
Sehingga,

$$I = 2 \times 2 \times \Phi \times r \times t = 2 \times 2 \times 3,14 \times 0,005 \text{ m} \times 36 \text{ m} = 2,2608 \approx 2,3 \text{ Ampere}$$

Jadi, kuat arus yang dibutuhkan oleh sistem akresi mineral agar menghasilkan laju akresi mineral tertinggi, padatan mineral terbentuk memiliki tingkat kekerasan tertinggi, memiliki laju peluruhan bahan anoda terendah, dan produksi oksida terendah adalah sebesar 2,3 Ampere, sebuah nilai arus sangat kecil yang tidak membahayakan kehidupan biota laut dalam akuarium dan tidak berbahaya pula bagi manusia. Untuk mencukupi kebutuhan beban DC tersebut, diperlukan suatu rangkaian catu daya yang mengubah tegangan AC ke DC. Rangkaian catu daya berfungsi untuk menyediakan arus dan tegangan tertentu sesuai dengan kebutuhan beban dari sumber daya listrik yang ada. (Pujiyatmoko et. al., 2014).

Secara garis besar, catu daya listrik dibagi menjadi dua macam, yaitu catu daya tak distabilkan dan catu daya distabilkan. Catu daya tak distabilkan merupakan jenis catu daya berubah-ubah sesuai keadaan tegangan masukan dan beban pada keluaran dan biasa digunakan pada peranti elektronika sederhana yang tidak sensitif terhadap perubahan tegangan. Adapun catu daya distabilkan menggunakan suatu mekanisme lolos balik untuk menstabilkan tegangan keluarannya, bebas dari variasi tegangan masukan, beban keluaran, maupun dengung. Jenis yang digunakan untuk menstabilkan tegangan keluaran diantaranya adalah catu daya linier, yaitu jenis pencatu daya yang mengubah tegangan AC menjadi tegangan AC lain yang lebih kecil dengan bantuan transformator. Tegangan ini kemudian disearahkan dengan menggunakan rangkaian penyearah tegangan/regulator tegangan, dan di bagian akhir ditambahkan kondensator sebagai penghalus tegangan, sehingga tegangan DC yang dihasilkan oleh catu daya jenis ini tidak terlalu bergelombang. Catu daya jenis ini biasanya dapat menghasilkan tegangan DC yang bervariasi antara 0-60 Volt dengan arus antara 0-10 Ampere. Jenis yang lain disebut dengan catu daya *switching* yaitu catu daya yang menyearahkan tegangan AC yang masuk ke dalam rangkaian tanpa menggunakan bantuan *transformer*, tetapi menggunakan frekuensi tinggi antara 10 KHz hingga 1 MHz (lebih tinggi dari frekuensi AC sekitar 50Hz). Pada catu daya *switching* biasanya diberikan rangkaian umpan balik agar tegangan dan arus yang keluar dari rangkaian ini dapat dikontrol dengan baik (Asnil et. al., 2019).

Jenis catu daya yang dipilih untuk menyuplai tegangan listrik sebesar 12 atau 24 Volt dan arus listrik sebesar 3,4 Ampere adalah jenis catu daya linier. Catu daya jenis ini dapat dibuat sendiri atau bisa dibeli langsung di pasaran. Beberapa keuntungan jika dibuat sendiri adalah lebih ekonomis dari sisi biaya, tetapi membutuhkan ketelitian, kejelian, dan waktu yang tidak sedikit dalam merancanginya, apalagi jika catu daya yang dirancang merupakan catu daya yang bisa diatur keluaran tegangan listriknya dan dibatasi arus listrik maksimumnya. Tentunya jika hal ini dilakukan secara manual, bukanlah merupakan pilihan yang efektif, meski dari segi biaya lebih efisien. Oleh karena itu, pilihan jatuh pada opsi untuk membeli langsung produk yang sudah ada di pasaran, dimana sudah tersedia berbagai macam jenis dan merk sesuai dengan kebutuhan, bahkan sudah tersedia pula dalam rentang tegangan dan arus listrik tertentu. Diantara produk yang telah beredar di pasaran ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 5. Catu daya linier *adjustable* yang terdapat pembatas arus maksimum; (a) Tegangan listrik 0 – 65 Volt (b) Arus listrik maksimum 5 Ampere

Produk ini memiliki rentang tegangan keluaran antara 0 hingga 65 Volt dan arus keluaran maksimum 5 Ampere. Sesuai dengan kebutuhan tegangan listrik dari sistem akresi mineral yang dirancang, maka voltase 12 Volt maupun 24 Volt bisa disuplai oleh perangkat catu daya ini. Begitu pula dengan nilai kuat arus listrik yang dibutuhkan yakni sebesar 2,3 Volt dapat disuplai oleh piranti tersebut. Selain itu, tegangan dan arus yang bisa diatur dalam rentang yang cukup panjang bisa menjadi bahan penelitian baru bagi biota dan objek di akuarium dengan memberikan perlakuan variasi tegangan dan arus listrik.

4. SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Desain teknologi akresi mineral untuk upaya konservasi bambu laut secara eksitu telah berhasil dibuat dengan menggunakan anoda platina, katoda besi bentuk puzzle, dan keluaran power supply yang bisa diatur pada tegangan 12 Volt atau 24 Volt dan kuat arus listrik DC 2,3 Ampere. Perlu dilakukan pengecekan kualitas air pada aplikasi anoda platina dalam akuarium dengan mengukur kadar amannya di air. Selain itu, diperlukan ujicoba perlakuan pemberian arus listrik yang berbeda, karena setiap bahan anoda memiliki kebutuhan kuat arus listrik yang spesifik untuk mendapatkan perbandingan jumlah Magnesium dan Kalsium ideal sebesar 2 : 1 dalam air, sehingga didapatkan tingkat kekerasan padatan mineral tertinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asnil, Habibullah, Husnaini, I., & Eliza, F. (2019). Upaya Peningkatan Kompetensi Dasar Listrik Siswa SMK Melalui Pembuatan Catu Daya Variable. *Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional (JTEV)* Volume 5(1), 57-63. Diakses dari <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/jtev/article/view/104848>
- Ashadi, S. et. al. (2018). *Laporan Akhir Tahun Rancang Bangun Teknologi Konservasi Sumber Daya Laut*. Wakatobi: Loka Perencanaan Teknologi Kelautan BRSDMKP KKP.
- Haris, A., Omar, S.B.A., & Kurniawan, D. (2011). Studi Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Karang *Goniopora stokesii* (Blainville, 1830) Menggunakan Teknologi Biorock. *Prosiding "Bringing the Better Science for Better Fisheries and the Better Future" Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Volume(1)*, 11-19. Diakses dari <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/1284>
- Kondisi Geografis Daerah. (2013). Diakses dari <http://www.wakatobikab.go.id/statik/geografi.daerah/kondisi.geografi.daerah.html>
- Lubis, S.B. et. al. (2016). *Pedoman Rehabilitasi Bambu Laut (Isis hippuris) dengan Metode Transplantasi*. Diakses dari <https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/KKHL/PEDOMAN/Pedoman%20Rehabilitasi%20Bambu%20Laut.pdf>
- Nasution, M. (2019). Kajian Tentang Hubungan Deret Volta dan Korosi serta Penggunaannya dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Prosiding Seminar Nasional Teknik SEMNASTEK UISU*

- 2019 Volume 2(1), 251-254. Diakses dari <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/semnastek/article/view/1322/1026>
- Ndahawali, D.H., Hamel, S., Barokah, & Ticoalu, D. (2016, Juni). Rancang Bangun Struktur Biorock Dengan Sumber Energi Tenaga Surya. *Buletin Matric Volume 13*(1), 3-11.
- Prastika, W., Hastuti, R., & Haris, A. (2009). *Pengaruh Ligan KCN pada Proses Elektrolisis untuk Pengambilan Logam Perak Dari Limbah Cair Fotografi* (Skripsi). Semarang: Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Diponegoro.
- Pujiyatmoko, H., Facta, M., & Warsito, A. (2014). Perancangan Catu Daya DC Terkontrol Untuk Rangkaian Resonansi Berbasis Kumputan Tesla. *Transient, Volume 3*(3), 271-276. DOI: <https://doi.org/10.14710/transient.3.3.270-276>
- 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. Diakses dari https://www.academia.edu/6200719/Analisis_Efektivitas_Intervensi_Biorock_terhadap_Konservasi_Terumbu_Karang_di_Dusun_Jambianom_Kabupaten_Lombok_Utara?auto=download
- Sudarto, D.W. (2007). *Pengujian Koefisien Transmisi pada Model Pemecah Gelombang Tenggelam dari Struktur Akresi Mineral* (Tugas Akhir/Skripsi). Bandung: Program Studi Teknik Kelautan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Syarifuddin, A.A. (2011). *Studi Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Karang Acropora formosa (Veron & Terrence, 1979) Menggunakan Teknologi Biorock di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar* (Skripsi). Makassar: Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
- Zamani, N.P., Bachtiar, R., Maduppa, H.H., Adi, J.W., Isnul, J., Iqbal, M., & Subhan, B. (2010). Study on Biorock® Technique Using Three Different Anode Materials (Magnesium, Aluminum, and Titanium). *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis Volume 2*(1), 1-8. Diakses dari https://www.researchgate.net/publication/322225321_Study_on_Biorockr_Technique_Using_Three_Different_Anode_Materials_Magnesium_Aluminum_and_Titanium
- Zamani, N.P., Rakhmat, A., Wahyu, J., Maduppa, H.H., Bachtiar, R., & Subhan, B. (2007). *Rekayasa Teknologi Akresi Mineral (Mineral Accretion) dalam Upaya Rehabilitasi Habitat Karang yang Artistik dan Ramah Lingkungan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Diakses dari <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/6615>