

INOVASI JAKA SAMUDERA SEBAGAI TEKNOLOGI ADAPTASI TANTANGAN PERUBAHAN IKLIM DAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT BERKELANJUTAN

Restra Sewakotama¹, Rizqi Rahmawati², Putra Peni Luhur Wibowo³, Ilham Ayuning Tanjung Sari⁴, Dwi Thia Putri⁵.

¹Community Development Facilitator PT Badak NGL

²Officer CSR & Community Development PT Badak NGL

³Manager CSR & Relations PT Badak NGL

⁴Specialist CSR & Community Development PT Badak NGL

⁵Community Development Analyst PT Badak NGL

Email: restrasewakotama@gmail.com

ABSTRACT

Jaka Samudra Innovation is part of PT Badak NGL's Corporate Social Responsibility (CSR) program developed as an adaptive approach to the impacts of climate change and socio-economic disparities in coastal communities in Tihi-Tihi Village, East Kalimantan. Jaka Samudra's innovation combines environmentally friendly technology with circular economy principles, through the utilization of industrial non-B3 residues such as Fiber Reinforced Plastic (FRP) pipes, calcium silicate, polyurethane and copper tubing, which are used as key elements in the construction of modern floating charts. The system is equipped with gyroscope-based leak detection sensors and LoRa networks as mitigation efforts against potential shipwrecks due to extreme weather, as well as the use of solar panels to reduce dependence on fossil energy. The implementation of Jaka Samudra has significant impacts on environmental, economic and social aspects. With regard to the environmental aspect, this innovation is able to reduce waste generation and reduce greenhouse gas emissions. Regarding the economy, the efficiency of fishermen's operational costs increased by 80%, accompanied by a significant increase in fish catch by 100%, which contributed to improving community welfare. Meanwhile, from the social aspect, this innovation strengthens community capacity through technology transfer, training, and collaboration between the company and local residents. With its multidimensional approach, Jaka Samudra represents a sustainable CSR practice that integrates technological adaptation, social empowerment, and environmental preservation into one comprehensive solution..

Keywords: CSR, Jaka Samudra, Innovation, Empowerment, Sustainability

ABSTRAK

Inovasi Jaka Samudra merupakan bagian dari program Tanggung Jawab Sosial Perusahaan (CSR) PT Badak NGL yang dikembangkan sebagai pendekatan adaptif terhadap dampak perubahan iklim dan kesenjangan sosial-ekonomi masyarakat pesisir di Kampung Tihi-Tihi, Kalimantan Timur. Inovasi Jaka Samudra menggabungkan teknologi ramah lingkungan dengan prinsip ekonomi sirkular, melalui pemanfaatan residu non-B3 industri seperti pipa *Fiber Reinforced Plastic* (FRP), kalsium silikat, *polyurethane* dan tubing tembaga, yang digunakan sebagai elemen utama dalam konstruksi bagan apung modern. Sistem ini dilengkapi sensor pendeteksi kebocoran berbasis gyroscope dan jaringan LoRa sebagai upaya mitigasi terhadap potensi karam akibat cuaca ekstrem, serta penggunaan panel surya untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Implementasi *Jaka Samudra* memberikan dampak signifikan pada aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Berkenaan dengan aspek lingkungan, inovasi ini mampu mengurangi timbulan limbah serta menurunkan emisi gas rumah kaca. Terkait bidang ekonomi, efisiensi biaya operasional nelayan meningkat hingga 80%, disertai peningkatan signifikan pada hasil tangkapan ikan sebesar 100%, yang berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat. Sementara itu, dari aspek sosial, inovasi ini memperkuat kapasitas komunitas melalui alih teknologi, pelatihan, dan kolaborasi antara perusahaan dan warga lokal. Dengan pendekatan multidimensi, Jaka Samudra merepresentasikan praktik CSR berkelanjutan yang mengintegrasikan adaptasi teknologi, pemberdayaan sosial, dan pelestarian lingkungan dalam satu kesatuan solusi yang komprehensif.

Kata Kunci: CSR, Jaka Samudra, Inovasi, Pemberdayaan, Keberlanjutan

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia, Indonesia memiliki keunggulan maritim yang strategis melalui kekayaan sumber daya laut dan pesisir (Badan Pusat Statistik, 2024). Potensi ini mendukung berbagai sektor, termasuk ekonomi, pertahanan, dan lingkungan. Namun, pemanfaatannya masih menghadapi tantangan ekologis, sosial, dan tata kelola, sehingga diperlukan kebijakan pengelolaan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan untuk menjamin keberlanjutan manfaatnya. Salah satunya dengan menerapkan konsep ekonomi biru yaitu pendekatan pembangunan yang mengintegrasikan pertumbuhan ekonomi dengan pelestarian ekosistem laut secara berkelanjutan (Badan Pusat Statistik, 2024). Konsep ini menekankan keseimbangan antara dimensi sosial, lingkungan, dan ekonomi (Nasution, 2022), serta bertujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir yang kerap menghadapi persoalan multidimensi dan kerentanan sosial-ekonomi.

Sebagai kota maritim di Provinsi Kalimantan Timur, Kota Bontang memiliki peran strategis dalam pengembangan sektor kelautan regional. Berdasarkan Kajian Lingkungan Hidup Strategis Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Bontang Tahun 2021-2026, luas wilayahnya mencapai 49.757 hektar, terdiri dari 14.780 hektar daratan dan 34.977 hektar lautan. Secara geografis, kota ini berbatasan langsung dengan Kabupaten Kutai Timur, Kutai Kartanegara, dan Selat Makassar, yang memperkuat posisinya dalam pemanfaatan sumber daya pesisir dan laut. Sebanyak 70,3% wilayah Kota Bontang berupa lautan, dengan lokasi strategis di pesisir timur Pulau Kalimantan

dan berbatasan langsung dengan Selat Makassar. Kondisi ini memperkuat statusnya sebagai kota maritim dalam mendukung pengembangan sektor kelautan seperti ekonomi laut, pelayaran, perikanan, serta pelestarian lingkungan pesisir.

Sektor perikanan di Kota Bontang menunjukkan potensi signifikan dengan kontribusi positif terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), terutama pada periode 2013–2015. Pada tahun 2015, sektor ini menyumbang 1,83% dari total PDRB, dan bila digabung dengan subsektor pertanian lainnya, total kontribusi sektor pertanian mencapai sekitar 2%. Data dari Kajian Lingkungan Hidup Strategis Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Bontang Tahun 2021-2026 menunjukkan wilayah laut yang luas menjadi kekuatan utama sektor perikanan Kota Bontang, dengan area efektif perikanan seluas 9.384 hektar atau sekitar 26,8% dari total area laut Kota Bontang. Luasan ini mendukung keanekaragaman hasil tangkapan laut, seperti ikan bawis, baronang, kembung, kerapu, layang, tongkol, serta berbagai jenis udang, cumi, dan kerang (Fitriyana, 2020).

Tabel 1. Nilai PDRB Sektor Pertanian Kota Bontang Rp (dalam juta)

Sektor	Tahun		
	2013	2014	2015
Pertanian, Peternakan, Jasa Pertanian	36.347,5	36.554,6	40.921,5
Kehutanan	202,1	204,3	207,1
Perikanan	257.769,2	317.236,5	334.434,3
Total Sektor Pertanian	294.318,8	353.995,4	375.562,9

Sumber: Kajian Lingkungan Hidup Strategis RPJMD Kota Bontang (2021)

Kegiatan perikanan di Kota Bontang meliputi penangkapan, budidaya di perairan tawar, payau, dan laut, serta pengolahan pascapanen (Fitriyana, 2020). Budidaya perikanan tercatat sebagai subsektor yang cukup signifikan, dengan total lahan terkelola seluas 334,95 hektar atau sekitar 3,56% dari total area efektif perikanan (Badan Kajian Hukum dan Sosial Kemasyarakatan, 2021). Artinya, sekitar 96,44% potensi wilayah budidaya masih belum dimanfaatkan secara optimal, hal ini mencerminkan peluang besar sekaligus tantangan dalam pengembangan perikanan berkelanjutan.

Partisipasi masyarakat dalam sektor perikanan merupakan elemen kunci dalam mendorong pengembangan potensi kelautan di Kota Bontang. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Bontang (2023), dari total 191.811 jiwa penduduk, hanya 2.352 orang (1,23%) yang terlibat dalam aktivitas perikanan, terdiri atas 0,97% nelayan dan 0,25% pembudi daya ikan. Rendahnya tingkat keterlibatan ini mencerminkan perlunya strategi penguatan peran masyarakat dalam sektor perikanan, guna optimalisasi pemanfaatan potensi kelautan.

Tabel 2. Jumlah Usaha Perorangan Perikanan

Deskripsi	Laki-Laki	Perempuan	Jumlah
Nelayan	1.838	32	1.870
Pembudi Daya Ikan	445	37	482
Jumlah Usaha Perorangan			2.352

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Bontang (2023)

Tingkat partisipasi masyarakat dalam sektor perikanan di Kota Bontang masih rendah, meskipun wilayah ini memiliki potensi sumber daya laut dan pesisir yang besar. Padahal, sektor

perikanan memiliki peran strategis dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir. Salah satu tantangan yang menonjol dalam subsektor perikanan tangkap adalah penurunan produksi selama periode 2019–2020. Berdasarkan data Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Kota Bontang (2023), terjadi penurunan produksi sebesar 3,7%, yang sebagian besar dipengaruhi oleh dampak pandemi Covid-19 terhadap aktivitas ekonomi nelayan dan pelaku usaha perikanan (Fitriyana, 2020). Kondisi ini menunjukkan perlunya pengkajian lebih lanjut serta strategi pemulihannya yang komprehensif guna meningkatkan partisipasi dan ketahanan sektor perikanan secara berkelanjutan.

Tabel 3. Data Produksi Perikanan Tangkap 2018-2022

Indikator	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Produksi Perikanan Tangkap (ton)	20.925,40	21.137,50	20.137,50	21.711,30	21.916,00

Sumber: Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Kota Bontang (2023)

Sedangkan, produktivitas perikanan budidaya menunjukkan pola fluktuatif sepanjang periode 2018–2022.

Tabel 4. Data Produksi Perikanan Budidaya 2018-2022

Indikator	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Produksi Perikanan Budidaya (ton)	5.396,50	5.629,90	4.189,30	4.485,04	3.471,45

Sumber: Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Kota Bontang (2023)

Fluktuasi produksi subsektor perikanan budidaya di Kota Bontang mencerminkan ketidakstabilan yang dipengaruhi oleh faktor teknis, lingkungan, dan sosial-ekonomi, terutama keterbatasan akses terhadap teknologi dan permodalan. Data Badan Pusat Statistik Kota Bontang (2023) menunjukkan bahwa 88,26% dari 460 unit usaha budidaya masih menggunakan metode tradisional, sementara hanya 11,74% telah menerapkan teknologi intensif dan semi-intensif. Ketergantungan pada teknologi sederhana ini menghambat efisiensi dan keberlanjutan produksi. Selain itu, perubahan iklim seperti peningkatan suhu air laut dan perubahan pola curah hujan semakin memperburuk kondisi lingkungan budidaya. Dalam konteks ini, adopsi teknologi ramah lingkungan dan perluasan akses pembiayaan menjadi kunci dalam memperkuat kapasitas adaptasi dan menjaga ketahanan subsektor perikanan budidaya secara berkelanjutan.

Tabel 5. Jumlah Usaha Pertanian Perorangan Budi Daya Pembesaran Ikan

Jumlah Usaha Pertanian Perorangan Budi Daya Pembesaran Ikan	Penggunaan Teknologi Budi Daya Utama		
	Intensif	Semi Intensif	Sederhana
460	34	23	406

Sumber: Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Kota Bontang (2023)

Salah satu masyarakat pesisir yang menghadapi tantangan sosial-ekonomi yang kompleks adalah masyarakat Kampung Tihi-Tihi, berlokasi di wilayah perairan dan termasuk dalam zona terdampak langsung (Ring 1) aktivitas industri PT Badak NGL. Ketergantungan utama masyarakat pada aktivitas perikanan tangkap dan budidaya rumput laut menjadikan

mereka rentan terhadap tekanan lingkungan dan dinamika alam yang menyebabkan fluktuasi pendapatan. Pergeseran pola sebaran ikan memaksa nelayan untuk melaut lebih jauh, sehingga meningkatkan beban biaya, kebutuhan energi, serta risiko keselamatan akibat intensitas angin laut yang tinggi. Kondisi cuaca ekstrem ini juga kerap menimbulkan kerusakan pada rumah dan struktur budidaya seperti bagan, yang berfungsi sebagai sumber penghidupan tambahan. Kerentanan ini diperburuk oleh keterbatasan pengetahuan dan keterampilan teknis masyarakat dalam menerapkan desain budidaya yang tahan terhadap gangguan iklim. Dalam konteks ini, penguatan kapasitas adaptasi berbasis teknologi inovatif menjadi urgensi strategis untuk menunjang keberlanjutan ekonomi masyarakat pesisir.

Selain menghadapi tantangan struktural dalam sektor perikanan, Kota Bontang juga dihadapkan pada permasalahan lingkungan yang signifikan, khususnya terkait peningkatan timbulan sampah domestik, termasuk sampah plastik yang berpotensi mencemari ekosistem pesisir dan laut. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Bontang (2023), volume timbulan sampah harian mencapai 106,38 ton. Sebagian dari sampah tersebut diduga berakhir di wilayah perairan pesisir akibat keterbatasan sistem pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan. Kondisi ini dapat memperburuk kualitas lingkungan laut, yang merupakan ruang vital bagi aktivitas perikanan tangkap maupun budidaya. Data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2023 menunjukkan bahwa timbulan sampah di Kota Bontang mengalami tren peningkatan selama periode 2020–2023. Pada tahun 2023, total timbulan

sampah mencapai 38.829,46 ton atau setara dengan 211,9 kg per kapita per tahun, mencerminkan tingginya tekanan lingkungan terhadap wilayah pesisir kota tersebut.

Tabel 6. Timbulan Sampah Kota Bontang
Periode Tahun 2020-2023

Indikator	Tahun			
	2020	2021	2022	2023
Timbulan Sampah (ton/tahun)	37.769,85	37.894,33	38.046,40	38.829

Sumber: Badan Perencanaan Penelitian dan Pengembangan Kota Bontang (2023)

Timbulan sampah di Kota Bontang berasal dari beragam sumber, tidak terbatas pada satu segmen saja. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup Tahun 2023, terdapat tujuh kategori sumber timbulan sampah, dengan persentase terbesar berasal dari sektor rumah tangga sebesar 82,2%, diikuti oleh pasar (5,91%), perkantoran (5,06%), fasilitas publik (3,03%), dan sumber lain-lain sebesar 3,8%. Kota Bontang, yang dikenal dengan maskot Burung Kuntul Perak, juga memiliki karakteristik sebagai kota industri. Hal ini ditunjukkan oleh keberadaan sejumlah sektor industri strategis, seperti industri petrokimia, industri gas alam, serta industri energi dan batu bara. Oleh karena itu, sangat mungkin bahwa timbulan sampah di Kota Bontang juga bersumber dari aktivitas industri, meskipun belum terdata secara spesifik pada kategori utama di dalam Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional.

Lebih lanjut, jika ditinjau dari komposisi jenisnya, timbulan sampah Kota Bontang terdiri atas 50,12% sampah organik (setara 19.461,32 ton per tahun) dan 49,88% sampah anorganik (setara 19.368,13 ton per tahun). Timbulan

sampah Kota Bontang tidak hanya menimbulkan persoalan lingkungan, tetapi juga berdampak terhadap ekosistem pesisir dan laut yang merupakan ruang hidup dan sumber produksi utama sektor perikanan. Pencemaran lingkungan pesisir akibat sampah, terutama sampah plastik dan residu non-B3 anorganik lainnya, berpotensi merusak habitat ikan, mengganggu kegiatan budidaya, dan menurunkan produktivitas perikanan tangkap. Oleh karena itu, pengembangan sektor perikanan tidak dapat dipisahkan dari strategi pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan, termasuk pengurangan timbulan sampah.

PT Badak NGL merupakan salah satu perusahaan energi strategis yang beroperasi di Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur. Perusahaan ini bergerak di bidang pengolahan gas alam cair (*Liquefied Natural Gas/LNG*) dan gas minyak cair (*Liquefied Petroleum Gas/LPG*). Sebagai entitas industri energi, aktivitas operasional PT Badak NGL secara tidak langsung menghasilkan residu non-B3 industri, termasuk residu non-B3 seperti *polyurethane*, aluminium, kalsium silikat, serta pipa *Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)*, yang hingga saat ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal. Permasalahan residu non-B3 industri tersebut mendorong perlunya integrasi antara pengelolaan residu non-B3 dan pemanfaatan teknologi inovatif di sektor lain, salah satunya sektor perikanan. PT Badak NGL menunjukkan kesadaran ekologis dan sosial dengan menginisiasi pendekatan inovatif untuk menyelaraskan potensi sektor perikanan dengan isu keberlanjutan lingkungan, khususnya di wilayah pesisir. Hal ini diwujudkan melalui program pendampingan kepada masyarakat

pesisir di Kampung Tihi-Tahi, sebuah komunitas yang berada dalam wilayah Ring-1 perusahaan. Dengan memanfaatkan sumber daya manusia di internal perusahaan, PT Badak NGL memberikan fasilitasi dan bimbingan kepada masyarakat untuk mengidentifikasi penyebab kerentanan sosial-ekonomi, termasuk kerusakan struktur bagan (rumpon tradisional) milik warga akibat angin laut ekstrem. Pendekatan yang diterapkan adalah prinsip "*utilizing one problem to solve another problem*", yaitu mengonversi residu non-B3 industri menjadi solusi teknologi ramah lingkungan. Hasil kolaborasi ini melahirkan inovasi teknologi perikanan berupa Bagan Jaka Samudra (Jaringan Kawasan Sistem Pelampung Akuakultur Modern Ramah Lingkungan), yakni sistem budidaya ikan berbasis bagan yang memanfaatkan material residu non-B3 industri sebagai struktur utama pelampung. Inovasi ini tidak hanya mengurangi beban residu non-B3 industri, tetapi juga memperkuat kapasitas adaptif masyarakat pesisir terhadap perubahan lingkungan dan iklim, sekaligus membuka peluang pemanfaatan teknologi terapan dalam pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan pendekatan kualitatif deskriptif, yang berfokus pada eksplorasi dan pemahaman makna yang dikonstruksi oleh individu atau kelompok dalam kaitannya dengan permasalahan sosial atau fenomena tertentu (Creswell, 2019). Pada praktiknya, metode kualitatif bertujuan menggali wawasan mendalam mengenai realitas sosial melalui interaksi langsung dengan partisipan yang relevan (Lincoln, 2005). Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari data sekunder, yang meliputi studi literatur serta dokumentasi relevan dari pihak perusahaan. Neuman (2014)

menyatakan bahwa studi literatur memiliki lima fungsi utama, yakni sebagai sarana untuk memperjelas dan mempersempit cakupan topik yang terlalu luas, memperoleh pemahaman terhadap perkembangan pengetahuan terkini dalam bidang yang diteliti, memunculkan inspirasi dan meningkatkan rasa ingin tahu peneliti selama proses riset, memberikan gambaran awal mengenai struktur dan arah penelitian, serta menjadi alat bantu yang dapat mempermudah proses penelitian secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inovasi Bagan Jaka Samudra (Jaringan Kawasan Sistem Pelampung Akuakultur Modern Ramah Lingkungan) merupakan bentuk pengembangan teknologi budidaya perikanan berupa struktur bagan apung yang dirancang sebagai solusi terhadap permasalahan yang dihadapi masyarakat Kampung Tihi-Tahi. Inovasi ini menawarkan konsep dan desain baru yang lebih adaptif dan tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem, sebagai alternatif pengganti desain bagan konvensional yang selama ini digunakan oleh warga, sekaligus dalam rangka upaya adaptasi dan mitigasi terhadap perubahan iklim yang secara signifikan berpengaruh terhadap mata pencarian pada sektor terkait bahari.

Gambar 1. Bagan Jaka Samudra



Sumber: Dokumentasi Tim CSR PT Badak NGL, 2025

Dari perspektif perusahaan, pengembangan inovasi Bagan Jaka Samudra merupakan bagian dari upaya strategis untuk memperbaiki sistem pengelolaan residu non-B3 industri yang sebelumnya belum mampu mengoptimalkan potensi material residu non-B3 sebagai

sumber daya alternatif. PT Badak NGL sebagai pelaku industri energi menghadapi permasalahan akumulasi residu non-B3 seperti pipa FRP, polyurethane dan kalsium silikat yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal.

Akibatnya, residu non-B3-residu non-B3 tersebut hanya menjadi tumpukan pasif yang terus meningkat dan berpotensi menurunkan kualitas lingkungan serta mengurangi efisiensi ruang operasional. Melalui inovasi ini, perusahaan mencoba meninggalkan pendekatan lama yang cenderung bersifat linier dan minim inovasi, menuju sistem yang lebih adaptif dan berkelanjutan dengan mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular. Pemanfaatan residu non-B3 sebagai bahan utama dalam struktur teknologi budidaya ikan berbasis bagan menjadi bentuk konkret komitmen perusahaan untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus memberikan nilai tambah sosial bagi masyarakat sekitar, khususnya komunitas pesisir di wilayah Ring-1 operasional perusahaan. Dengan demikian, residu non-B3 yang semula menjadi tantangan lingkungan, diubah menjadi solusi fungsional bagi pengembangan teknologi perikanan ramah lingkungan.

Masyarakat pesisir Kampung Tihi-Tihi menghadapi berbagai tantangan kompleks yang berdampak langsung pada ketahanan sosial-ekonomi mereka, terutama yang menggantungkan hidup pada sektor perikanan tangkap. Salah satu tantangan utama adalah meningkatnya intensitas cuaca ekstrem akibat perubahan iklim, yang kerap menghambat aktivitas melaut dan mengancam keselamatan nelayan. Sebelum hadirnya inovasi Bagan Jaka Samudra, masyarakat menggunakan bagan konvensional dengan pelampung dari drum plastik berbahan *high-density polyethylene* (HDPE). Pelampung jenis ini terbukti memiliki keterbatasan dari sisi daya tahan, karena rawan mengalami kebocoran yang sulit terdeteksi. Ketidakseimbangan struktural akibat kebocoran tersebut kerap menyebabkan bagan karam ketika diterjang ombak dan badai besar.

Selain aspek fungsionalitas, penggunaan drum HDPE juga menimbulkan persoalan ekologis. Material plastik yang terpapar lingkungan laut dalam jangka waktu lama berpotensi terdegradasi menjadi mikroplastik. Mikroplastik ini sulit terurai dan berpotensi dikonsumsi oleh organisme laut, sehingga dapat menimbulkan gangguan ekologis yang signifikan pada rantai makanan laut. Lebih jauh, drum yang terlepas dan mengambang di perairan juga berisiko disalahartikan sebagai makanan oleh ikan atau menyebabkan makhluk laut terperangkap di dalamnya, sehingga mengancam biota laut. Inovasi yang ditawarkan melalui penggunaan pipa FRP sebagai pelampung pada struktur Bagan Jaka Samudra memberikan solusi alternatif yang lebih tahan lama dan ramah lingkungan. Material FRP memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi dan perubahan cuaca ekstrem, dengan estimasi masa pakai hingga 40 tahun, jauh melebihi durasi fungsional drum HDPE yang berkisar antara 3–5 tahun. Dengan demikian, penggantian pelampung dari drum plastik ke pipa FRP tidak hanya meningkatkan ketahanan struktur bagan terhadap tekanan lingkungan laut, tetapi juga berkontribusi dalam pengurangan risiko pencemaran mikroplastik di ekosistem pesisir.

Inovasi Bagan Jaka Samudra mengusung sejumlah unsur kebaruan yang mencerminkan pendekatan teknologi terapan dalam menjawab persoalan perikanan pesisir, khususnya di Kampung Tihi-Tihi. Tiga komponen utama yang menjadi pondasi inovasi ini meliputi struktur pelampung, sistem sensor, dan apartemen ikan, yang seluruhnya memanfaatkan material residu non-B3 dari operasional industri sebagai bahan utama pengembangan teknologi ramah lingkungan. Pertama, struktur pelampung Jaka Samudra menggunakan pipa *Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP) yang berasal dari residu non-B3 perusahaan, menggantikan pelampung konvensional berbahan drum plastik HDPE. Dalam rangka meningkatkan keamanan dan mengantisipasi kebocoran yang berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan struktur, pelampung FRP ini dilengkapi dengan sistem sensor kebocoran. Sensor bekerja dengan

kombinasi sistem anoda-katoda yang tertanam di dalam pelampung dan teknologi gyroscope yang berbasis *water level system*. Sistem ini dikoneksikan ke perangkat berbahan fiber yang terpasang pada badan pelampung dan berfungsi mengirimkan data kebocoran secara *real time* menggunakan jaringan *Long Range (LoRa)*. Informasi tersebut dapat diakses oleh nelayan melalui perangkat seluler, sehingga meminimalkan risiko bagan karam akibat kebocoran tak terdeteksi.

Gambar 2. Rancangan Pelampung FRP Jaka Samudra



Sumber: Dokumentasi Tim CSR PT Badak NGL, 2025

Kedua, sensor kebocoran tersebut dibuat dari tubing tembaga yang berasal dari residu non-B3 peralatan kilang, khususnya komponen *propane condenser (E4E-1 A/B)*. Awalnya, ketersediaan tubing ini dikhawatirkan akan menjadi hambatan bagi keberlanjutan program. Namun, melalui kolaborasi antara PT Badak NGL dan masyarakat, ditemukan substitusi bahan serupa berupa tubing dari unit pendingin (AC) bekas. Temuan ini tidak hanya mengatasi masalah ketersediaan bahan, tetapi juga memperkuat aspek keberlanjutan inovasi, karena memungkinkan masyarakat untuk mencari dan mengganti komponen secara mandiri.

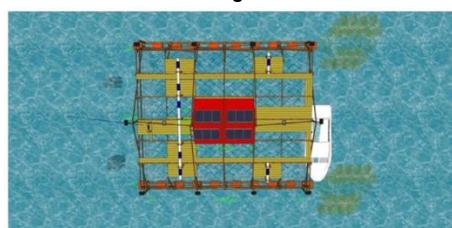
Gambar 3. Apartemen Ikan Jaka Samudra



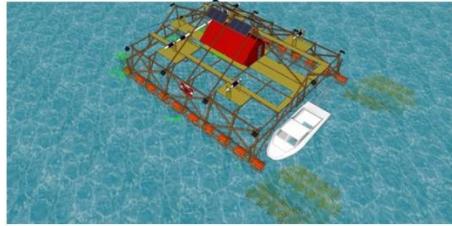
Sumber: Dokumentasi Tim CSR PT Badak NGL, 2025

Ketiga, Jaka Samudra juga dilengkapi dengan apartemen ikan, yaitu struktur habitat buatan yang dirancang untuk mendukung revitalisasi ekosistem laut di sekitar bagan. Apartemen ini berbentuk rangka kubus dan dibuat dari campuran semen dengan residu non-B3 kalsium silikat, menjadikannya sebagai inovasi ekoteknologi yang mendukung peningkatan populasi ikan sekaligus pemanfaatan residu non-B3 industri secara produktif. Tahap *proposal* merupakan kelanjutan dari temuan awal yang berkaitan dengan pengusulan strategi inovasi sosial.

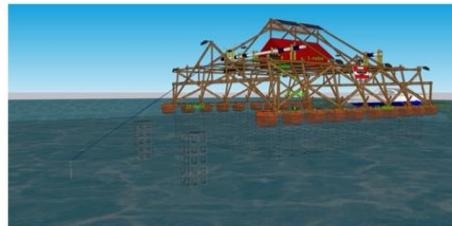
Gambar 4. Desain Bagan Jaka Samudera



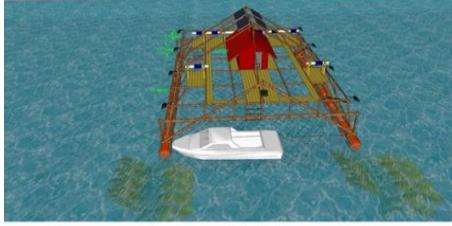
Tampak Atas



Tampak Samping



Tampak Depan



Tampak Belakang

Sumber: Dokumentasi Tim CSR PT Badak NGL, 2025

Selain tiga komponen utama tersebut, Jaka Samudra dilengkapi dengan fitur pendukung lain yang semakin memperkuat ketangguhan sistemnya. Fitur-fitur tersebut mencakup penggunaan atraktor ikan alami dan buatan, sistem pencahayaan berbasis lampu LED, serta sumber energi utama berupa panel surya yang dilengkapi dengan genset dan mesin diesel sebagai cadangan energi. Integrasi berbagai komponen ini menunjukkan bahwa Jaka Samudra bukan hanya inovasi struktural, tetapi juga representasi strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim yang aplikatif dan berkelanjutan. Kehadiran sistem monitoring digital juga memberikan kenyamanan bagi masyarakat pesisir, karena memungkinkan deteksi dini terhadap kerusakan atau kebocoran, sehingga meningkatkan resiliensi sistem perikanan tangkap masyarakat secara menyeluruh.

Selain pemanfaatan residu non-B3 yang telah diuraikan sebelumnya, struktur Jaka Samudra juga dilengkapi dengan berbagai komponen pendukung lainnya yang memiliki fungsi spesifik. Setiap perangkat tersebut dirancang untuk memperkuat integrasi sistem, sehingga Jaka Samudra dapat berfungsi secara optimal sebagai inovasi teknologi perikanan modern yang berorientasi pada keberlanjutan dan ramah lingkungan. Kombinasi antara material daur ulang dan teknologi fungsional ini menunjukkan upaya sistematis dalam mewujudkan solusi adaptif yang aplikatif bagi komunitas pesisir.

Secara umum, kebaruan inovasi yang ditawarkan oleh Jaka Samudra mencakup empat konsep utama, yaitu: (1) adopsi teknologi sebagai bentuk mitigasi terhadap perubahan iklim, (2) manajemen risiko sebagai langkah preventif terhadap kerusakan struktural, (3) peningkatan durabilitas sebagai respons adaptif terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem, dan (4) optimalisasi fungsi guna meningkatkan efisiensi operasional dalam konteks adaptasi iklim.

Pertama, konsep *technology adoption* diterapkan sebagai upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dan emisi gas rumah kaca melalui penerapan energi

terbarukan. Hal ini diwujudkan melalui pemanfaatan panel surya (*solar cell*) sebagai sumber utama energi untuk pencahayaan bagan. Sebelum inovasi ini diterapkan, sistem pencahayaan bergantung pada genset berbahan bakar solar yang mengonsumsi sekitar 10 liter per malam dengan biaya operasional sekitar Rp150.000. Setelah penggunaan panel surya, konsumsi bahan bakar berkurang menjadi 5 liter per malam dengan biaya Rp75.000, yang menunjukkan efisiensi biaya dan penurunan konsumsi bahan fosil sebesar 50%.

Kedua, *risk management* difokuskan pada mitigasi risiko kebocoran pelampung, yang sebelumnya sulit dideteksi pada sistem konvensional berbasis drum plastik. Kebocoran tersebut sering menyebabkan ketidakseimbangan bagan dan meningkatkan risiko kerusakan akibat badai. Untuk mengatasi hal ini, pelampung berbasis pipa FRP dilengkapi dengan sistem sensor kebocoran berbasis prinsip katoda-anoda dan sensor gyroscope yang terhubung dengan *water level system*. Sistem ini dikombinasikan dengan botol fiber yang dipasang pada badan pelampung. Data dari sensor kemudian ditransmisikan melalui jaringan LoRa, memungkinkan masyarakat Kampung Tihi-Tihi untuk memantau kondisi pelampung secara real time melalui perangkat seluler. Selain itu, pengembangan aplikasi pendekripsi kebocoran sedang dilakukan bekerja sama dengan Fakultas Teknik Universitas Mulawarman untuk memperkuat sistem deteksi dan respons terhadap kerusakan pelampung secara lebih efisien dan presisi. Pengembangan aplikasi ini dilakukan agar masyarakat dapat melihat posisi pelampung yang mengalami kebocoran.

Ketiga, aspek *durability* atau ketahanan pelampung merupakan elemen penting dalam desain inovatif bagan Jaka Samudra. Pada sistem bagan konvensional, pelampung yang terbuat dari drum plastik berwarna biru umumnya memiliki masa pakai terbatas, hanya berkisar antara 3 hingga 5 tahun. Sebagai respons terhadap keterbatasan ini, PT Badak NGL mendorong

penggunaan pelampung berbahan pipa FRP yang merupakan residu non-B3 non B3 perusahaan. Material FRP yang digunakan sebelumnya difungsikan sebagai pipa pendingin air laut di fasilitas kilang, hasil uji ketahanan menunjukkan bahwa setelah 20 tahun instalasi, material tersebut masih memiliki masa guna selama 20 tahun ke depan. Dengan demikian, durabilitas pelampung berbahan FRP diperkirakan mencapai hingga 40 tahun atau sekitar 35 tahun lebih lama dibandingkan pelampung drum plastik konvensional. Pemilihan material dengan daya tahan tinggi ini merupakan strategi adaptif yang signifikan dalam menghadapi kondisi iklim yang semakin ekstrem.

Keempat, optimalisasi fungsi merupakan dimensi penting lainnya dari inovasi Jaka Samudra. Sebelum implementasi teknologi ini, aktivitas penangkapan ikan oleh nelayan umumnya masih bersifat manual menggunakan alat pancing tradisional, yang terbatas efektivitasnya serta memerlukan biaya operasional tinggi. Dengan hadirnya bagan Jaka Samudra sebuah alat tangkap ikan modern yang dirancang tahan terhadap ombak, badai, dan benturan dilengkapi pula dengan atraktor ikan, pencahayaan LED, serta sumber energi terbarukan (panel surya), terjadi peningkatan signifikan dalam produktivitas. Penerapan teknologi ini berhasil meningkatkan hasil tangkapan hingga 100%, mempermudah nelayan memperoleh umpan untuk budidaya ikan dalam keramba, serta mengurangi kebutuhan perjalanan ke laut lepas. Sebelumnya, nelayan menghabiskan biaya sebesar Rp75.000 untuk 5 liter bahan bakar guna mencari ikan di laut. Kini, dengan sistem bagan yang terintegrasi di lokasi strategis, mereka hanya memerlukan Rp15.000 untuk 1 liter bahan bakar. Artinya, terjadi efisiensi biaya transportasi hingga 80% yang tidak hanya meringankan beban operasional nelayan, tetapi juga menurunkan tingkat pencemaran udara akibat pembakaran bahan bakar fosil. Dampak ini menjadi indikator penting dalam memperkuat peran teknologi perikanan sebagai bagian dari solusi yang adaptif dan

mitigatif terhadap dampak perubahan iklim di wilayah pesisir.

Inovasi Jaka Samudra menegaskan unsur kebaruanya melalui pengakuan resmi berupa sertifikat hak paten sederhana yang diterbitkan oleh Kementerian Hukum Republik Indonesia pada tahun 2024. Paten ini diberikan atas invensi berjudul "*Bagan Apung yang Dilengkapi dengan Sensor untuk Deteksi Kebocoran Pelampung dan Apartemen Ikan*". Inovasi ini menggabungkan sistem pelampung berbahan FRP yang dilapisi residu non-B3 busa polyurethane untuk meningkatkan daya apung dan ketahanan, serta dilengkapi sensor deteksi kebocoran berbasis katoda-anoda, sensor kemiringan (gyroscope), dan water level sensor untuk memantau stabilitas bagan secara langsung. Selain itu, teknologi ini mengintegrasikan atraktor alami dan lampu LED di atas dan bawah permukaan air sebagai sistem pencahayaan ramah lingkungan. Panel surya berperan sebagai sumber energi utama, didukung oleh genset atau mesin diesel sebagai cadangan. Komponen lainnya berupa apartemen ikan, dirancang dari rangka kubus berbahan campuran semen dan residu non-B3 berupa kalsium silikat, berfungsi sebagai habitat buatan untuk mendukung pelestarian ekosistem laut. Pengakuan paten ini tidak hanya memperkuat legitimasi inovasi secara hukum, tetapi juga menunjukkan bahwa teknologi yang dikembangkan memiliki oriinalitas, dapat diaplikasikan, dan memiliki kelayakan teknis sebagai solusi perikanan modern berbasis lingkungan. Keberhasilan ini mempertegas posisi Jaka Samudra sebagai inovasi terobosan dalam pengelolaan sumber daya pesisir secara berkelanjutan, yang mampu menjawab tantangan perubahan iklim melalui pendekatan ekonomi sirkular dan teknologi adaptif.

Penerapan inovasi teknologi Jaka Samudra sebagai solusi terintegrasi berbasis pemanfaatan residu non-B3 industri menunjukkan dampak yang signifikan dan multidimensional terhadap masyarakat pesisir Kampung Tihi-Tihi, khususnya dalam aspek

lingkungan, ekonomi, dan sosial. Dari sisi lingkungan, pemanfaatan residu non-B3 seperti FRP telah berkontribusi pada pengurangan akumulasi residu non-B3 industri sebesar 1,18 ton dalam kurun waktu tiga tahun terakhir. Sementara itu, pemanfaatan kalsium silikat sebagai bahan dasar struktur pelampung dan apartemen ikan berhasil menurunkan timbulan residu non-B3 industri sebesar 30,06 ton yang sebelumnya tertimbun di lingkungan perusahaan. Inisiatif ini juga berdampak positif terhadap penurunan emisi gas rumah kaca (GRK), di mana pemanfaatan residu non-B3 FRP mencatatkan penurunan emisi sebesar 0,26167 ton CO₂eq per tahun, dan pemanfaatan kalsium silikat menyumbang penurunan emisi tambahan sebesar 0,11088 ton CO₂eq per tahun. Selain itu, residu non-B3 *tubing tembaga* bekas dari peralatan kilang, yang sebelumnya tidak terpakai, juga berhasil diintegrasikan sebagai bagian dari sistem sensor kebocoran pada pelampung *Jaka Samudra*. Upaya ini tidak hanya mengurangi beban lingkungan akibat residu non-B3 industri, tetapi juga mengoptimalkan fungsionalitas sistem tangkap ikan modern yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Pada aspek ekonomi, inovasi *Jaka Samudra* telah mendorong efisiensi biaya operasional nelayan secara signifikan. Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi utama berkontribusi terhadap penurunan konsumsi bahan bakar fosil hingga 50%. Selain itu, pengurangan frekuensi pelayaran nelayan ke wilayah laut yang lebih jauh menghasilkan efisiensi biaya transportasi hingga 80%. Dampak positif lainnya adalah peningkatan hasil tangkapan ikan sebesar 100%, yang secara langsung memperkuat daya saing ekonomi masyarakat pesisir. Sebagai ilustrasi, satu kelompok nelayan yang terdiri atas 12 kepala keluarga berhasil memperoleh pendapatan kolektif sebesar Rp 36.000.000,00 dalam kurun waktu empat bulan dari hasil penangkapan ikan di bagan *Jaka Samudra*. Inovasi ini juga berperan dalam memitigasi potensi kerugian ekonomi akibat kerusakan bagan yang sebelumnya sering karam

akibat badai, dengan sistem pelampung dan sensor yang lebih andal dan tahan terhadap kondisi laut ekstrem.

Pada aspek sosial, implementasi *Jaka Samudra* telah mendorong penguatan kapasitas masyarakat pesisir, khususnya melalui keterlibatan 12 nelayan yang kini memiliki kemampuan dalam merakit dan mengoperasikan bagan berteknologi sensor berbasis pelampung FRP. Proses kolaboratif ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga mempererat hubungan sosial antar nelayan melalui kerja sama dalam perakitan, pemeliharaan, dan pengoperasian bagan, sehingga memperkuat jejaring sosial dan memperkuat nilai-nilai gotong royong. Inovasi ini turut memperkuat ketahanan sosial-ekologis melalui transfer pengetahuan, peningkatan partisipasi aktif, dan kesadaran kolektif terhadap pengelolaan sumber daya laut secara berkelanjutan. Kemitraan strategis antara PT Badak NGL dan komunitas Kampung Tihi-Tihi membentuk model kolaborasi inklusif berbasis solusi, yang mampu memperkuat kohesi sosial sekaligus memperluas akses masyarakat terhadap teknologi ramah lingkungan di sektor perikanan tangkap. Secara keseluruhan, *Jaka Samudra* menjadi representasi nyata dari integrasi teknologi tepat guna, pengelolaan residu non-B3 industri, dan pemberdayaan masyarakat dalam merespons tantangan perubahan iklim.

KESIMPULAN

Inovasi *Jaka Samudra* merepresentasikan pendekatan holistik dalam pengembangan teknologi perikanan tangkap yang berkelanjutan melalui integrasi antara rekayasa teknologi, pengelolaan residu non-B3 industri, dan pemberdayaan masyarakat. Dengan memanfaatkan material bekas industri non B3 seperti pipa FRP, polyurethane dan kalsium silikat sebagai pelampung dan struktur pendukung, inovasi ini tidak hanya mampu mengurangi timbulan residu non-B3 industri, tetapi juga mengoptimalkan penggunaannya sebagai komponen utama sistem bagan apung yang lebih kuat, tahan lama, dan ramah lingkungan. Penerapan sensor kebocoran

berbasis sistem gyroscope dan LoRa menjadi langkah nyata dalam mendukung strategi mitigasi risiko terhadap kerusakan alat tangkap akibat cuaca ekstrem, yang selama ini menjadi tantangan besar bagi nelayan pesisir. Dampak lingkungan dari implementasi Jaka Samudra menunjukkan hasil signifikan. Pengurangan akumulasi residu non-B3 industri sebesar 31,24 ton selama tiga tahun terakhir menjadi bukti konkret bahwa pendekatan ekonomi sirkular dapat memberikan kontribusi terhadap penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) secara terukur. Selain itu, apartemen ikan yang dikembangkan dari campuran beton dan residu non-B3 kalsium silikat turut membantu memperbaiki ekosistem laut lokal melalui penciptaan habitat baru bagi biota laut. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya berdampak pada efisiensi teknologi perikanan, tetapi juga pada restorasi lingkungan laut secara langsung. Secara ekonomi, Jaka Samudra berhasil meningkatkan efisiensi biaya operasional nelayan hingga 80% serta meningkatkan hasil tangkapan sebesar 100%. Penggunaan panel surya sebagai sumber energi utama menurunkan konsumsi bahan bakar dan biaya operasional secara drastis, sekaligus mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Dalam empat bulan implementasi, satu kelompok nelayan berhasil memperoleh pemasukan sebesar Rp 36.000.000, menunjukkan bahwa inovasi ini berpotensi mendorong kemandirian ekonomi dan meningkatkan daya saing masyarakat pesisir. Efektivitas dari model ini juga terletak pada kemampuannya mencegah kerugian akibat karamnya bagan, yang sebelumnya menjadi risiko musiman.

Pada aspek sosial, Jaka Samudra memperkuat kapasitas lokal melalui transfer pengetahuan dan pelatihan teknis, di mana 12 nelayan kini mampu membuat dan mengoperasikan bagan berteknologi sensor. Inisiatif ini mendorong kolaborasi erat antara perusahaan dan masyarakat lokal dalam sistem kemitraan yang inklusif dan solutif. Selain memperkuat kohesi sosial antar nelayan, pendekatan ini juga meningkatkan kesadaran kolektif terhadap pentingnya pengelolaan sumber daya laut yang

berkelanjutan. Dengan semua aspek tersebut, Jaka Samudra dapat dikatakan sebagai model inovasi terpadu yang berkontribusi terhadap ketahanan sosial-ekologis dan pembangunan berkelanjutan di kawasan pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Kajian Hukum dan Sosialisasi Kemasyarakatan. (2021). Naskah akademik tentang pengelolaan perikanan Kota Bontang. Universitas Mulawarman.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Pencacahan lengkap Sensus Pertanian 2023-Tahap II: Usaha Pertanian Perorangan (UTP) perikanan. Bontang: BPS Kota Bontang.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Statistik sumber daya laut dan pesisir 2024 (Vol. 21). Jakarta Badan Pusat Statistik.
- Creswell, J. W. (2024). Metode kualitatif, kuantitatif, dan campuran (Ed. 4). Pustaka Pelajar.
- Fitriyana. (2020). Komoditi perikanan nelayan tangkap pada era new normal di Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur. Dalam Prosiding Seminar Nasional Prospek Pengembangan Sektor Pertanian di Era New Normal. Polbangtan Yogyakarta Magelang.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2023). Grafik komposisi sampah Kota Bontang. Diakses dari situs Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN): <http://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>
- Lincoln, Y. S. (2005). The sage handbook of qualitative research (Edisi ke-3, N. K. Denzin, Ed.). Sage Publications, Inc.
- Nasution, M. (2022). Potensi dan tantangan blue economy dalam mendukung pertumbuhan ekonomi di Indonesia: Kajian literatur. Jurnal Budget, 7(2), 340-363.
- Neuman, W. L. (2014). Social research methods: Qualitative and quantitative approaches

- (Ed. 7). Pearson Education Limited.
- Pemerintah Kota Bontang. (2019). Peraturan Daerah Kota Bontang Nomor 13 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bontang Tahun 2019–2039. Wali Kota Bontang.
- Pemerintah Kota Bontang. (2021). Laporan final Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) RPJMD Kota Bontang 2021–2026. Bontang: Pemerintah Kota Bontang.
- Pemerintah Kota Bontang. (2023). Rencana Kerja Pembangunan Daerah (RKPD) Tahun 2024. Bapelitbang Kota Bontang.
- Sewakotama, R., Putri, D. T., Wibowo, P. P. L., Sari, I. A. T., & Safitri, N. A. (2024). Kapsurula: Inisiatif ekonomi sirkular dari program CSR PT PT Badak NGL di Kampung Tihi-Tihi. *Jurnal Program Studi Pendidikan Masyarakat Universitas Mulawarman*, 5(1), 355–365.