

# **INOVASI PENGELOLAAN ASPEK LINGKUNGAN HIDUP DALAM KAWASAN TERMINAL KHUSUS BATUBARA PT ARUTMIN INDONESIA *NORTH PULAU LAUT COAL TERMINAL (NPLCT)***

## **Penulis:**

Aldian Ninja Kartika

Dimas Indrayanto Putra

Rika Putri A.



**INOVASI PENGELOLAAN ASPEK  
LINGKUNGAN HIDUP DALAM KAWASAN  
TERMINAL KHUSUS BATUBARA PT ARUTMIN  
INDONESIA *NORTH PULAU LAUT COAL TERMINAL  
(NPLCT)***

**Penulis:**

Aldian Ninja Kartika  
Dimas Indrayanto Putra  
Rika Putri A.

**Editor:**

Fatimah Koten  
Mauluddin Agus  
Ahmad Juaeni

**Desain Cover:**

Adityo Utomo

**Lay out:**

**M. Hemik Isyraqi**

Diterbitkan oleh : Lambung Mangkurat University Press, 2022  
d/a Pusat Pengelolaan Jurnal dan Penerbitan ULM  
Lantai 2 Gedung Perpustakaan Pusat ULM  
Jl. Hasan Basri, Kayutangi, Banjarmasin 70123  
Telp/Fax. 0511 - 3305195  
**ANGGOTA APPTI (004.035.1.03.2018)**

Hak cipta dilindungi oleh Undang Undang  
Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin  
tertulis dari Penerbit, kecuali  
untuk kutipan singkat demi penelitian ilmiah dan resensi  
I - V + 50 hal, 15,5 × 23 cm  
Cetakan Pertama. ... 2023  
**ISBN : ...**

Diterbitkan atas Lambung Mangkurat University Press  
dengan Kerjasama PT Arutmin Indonesia



## **PRAKATA**

North Pulau Laut Coal Terminal (NPLCT) merupakan terminal batubara yang dimiliki oleh PT. Arutmin Indonesia yang berfungsi sebagai terminal penimbunan dan bongkar muat batubara dari beberapa tempat penggalian yaitu Tambang Senakin, Tambang Satui, Tambang Kintap, Tambang Asam-Asam, dan Tambang Batulicin. NPLCT beroperasi sejak diresmikan pada tahun 1994. Terminal ini dapat disandari kapal curah muat sampai 120.000 DWT.

PT Arutmin Indonesia mengelola lima lokasi tambang yaitu Tambang Senakin, Tambang Satui, Tambang Kintap, Tambang Asam-Asam, Tambang Batulicin, serta satu terminal batubara bertaraf internasional North Pulau Laut Coal Terminal (NPLCT). Seluruhnya berlokasi di Kalimantan Selatan. Lokasi tambang Senakin, Satui dan Batulicin memiliki kandungan Bituminous bertaraf dunia, sedangkan Asam Asam dan Kintap memiliki kandungan Sub- Bituminous yang sangat memadai.

PT Arutmin Indonesia menjunjung tinggi semua peraturan dan perundangan yang berlaku di Indonesia termasuk yang berlaku di Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Program penilaian peringkat kinerja perusahaan (PROPER), sebagai salah satu program Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam rangka evaluasi ketaatan dan kinerja melebihi ketaatan dibidang

pengendalian pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pengelolaan limbah B3 yang merupakan agenda rutin tahunan, dimana Arutmin menjadi salah satu perusahaan penilaian kinerja tersebut.

Dalam rangka pencapaian kinerja melebihi ketaatan dibidang pengendalian pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta pengelolaan B3 dalam PROPER periode 2021 - 2022, PT Arutmin Indonesia menyajikan buku “Pengelolaan Lingkungan - Harapan dan Tantangan untuk Pembangunan Berkelanjutan”. Kami menyadari buku ini masih jauh dari sempurna dan berharap adanya kritikan dan saran untuk perbaikan mendatang.

Jakarta, ... Oktober 2022

**Tim Penyusun**

## **PENGANTAR EDITOR**

Perkembangan pertambangan batubara di Indonesia dengan melibatkan pihak swasta asing ditandai dengan terbitnya Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 49 Tahun 1981. PN Tambang Batubara sebagai Badan Usaha Milik Negara mengadakan kerjasama dengan sejumlah perusahaan swasta asing yang bertujuan untuk mengembangkan potensi batubara di Indonesia. Kerjasama usaha tersebut mengusahakan cadangan batubara di Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan.

Berdasarkan PP No. 56 Tahun 1990, PN Batubara dilebur ke dalam Tambang Batubara Bukit Asam (PT BA) untuk mengelola pertambangan batubara serta para kontraktor. Dari kontraktor, pemerintah melalui PT BA memperoleh pembagian hasil batubara. PT Arutmin Indonesia merupakan salah satu perusahaan swasta asing saat itu turut serta melakukan kerjasama melalui Perjanjian Kerjasama Pengusahaan Penambangan Batubara (PKP2B) Generasi I dan perjanjian tersebut berakhir pada tanggal 2 November 2020. Saat ini, PT Arutmin Indonesia telah mendapatkan Izin Usaha Pertambangan Khusus (IUPK) batubara.

Industri pertambangan batubara merupakan salah satu industri ekstratif yang memberikan sumbangan pendapatan negara. Dalam proses penambangan batubara terdapat aktivitas yang menimbulkan perubahan bentang alam. Perubahan bentang alam ini kemudian

dilakukan penimbunan kembali, reklamasi dan revegetasi. Proses penambangan batubara tentunya memberikan dampak positif dan negatif terhadap lingkungan. Melalui kajian AMDAL, dampak penting dikelola agar memenuhi standar dan baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan.

Selain program pengelolaan lingkungan dalam rangka memenuhi kewajiban yang tertuang di dalam kajian AMDAL, PT Arutmin Indonesia juga melakukan program lainnya dalam rangka mendukung salah satu asas hukum pertambangan yaitu keberlanjutan dan berwawasan lingkungan. Asas keberlanjutan dan berwawasan lingkungan menjadi salah satu latar belakang penulisan buku “Pengelolaan Lingkungan - Harapan dan Tantangan untuk Pembangunan Berkelanjutan”.

Buku ini ditulis agar mahasiswa/i, masyarakat Indonesia pada umumnya dan masyarakat Kalimantan Selatan khususnya dapat mengetahui tentang apa yang telah dilakukan PT Arutmin Indonesia untuk program - program berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, seperti efisiensi energi dan air, pengurangan pencemaran udara, pengurangan limbah B3 dan Non B3 yang dihasilkan, serta keanekaragaman hayati yang berada di dalam lokasi dan lingkungan sekitar tambang.

Penulisan buku ini disusun dengan mengelompokkan program - program berdasarkan tujuan program yaitu program efisiensi energi, program pengurangan pencemaran udara, program efisiensi

penggunaan air dan penurunan beban pencemaran, program pengurangan dan pemanfaatan limbah B3, program *reduce*, *reuse* dan *recycle* limbah padat Non B3 serta program perlindungan keanekaragaman hayati. Pembaca diharapkan dapat mengetahui program efisiensi yang sudah dilakukan PT Arutmin Indonesia pada setiap lokasi tambang batubara dan North Pulau Laut Coal Terminal (NPLCT).

Keunggulan buku ini adalah memberikan contoh program dalam pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan dengan harapan dapat diadopsi dan dikembangkan di lokasi lain.

Ucapan terimakasih kepada Tim SHE North Pulau Laut Coal Terminal (NPLCT) yang telah menjadi kontributor utama dan Tim SHEC PT Arutmin Indonesia sehingga buku ini dapat diterbitkan tepat waktu. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Bapak/Ibu Lambung Mangkurat University Press yang telah membantu di dalam penerbitan buku ini. Ucapan terimakasih khususnya kepada Prof. Dr. Abdul Hadi, M.Sc yang telah banyak memberikan masukan di dalam penyusunan buku “Pengelolaan Lingkungan - Harapan dan Tantangan untuk Pembangunan Berkelanjutan” PT Arutmin Indonesia.

**Tim Editor**

## **DAFTAR ISI**

PRAKATA.....	3
PENGANTAR EDITOR.....	5
DAFTAR ISI.....	8
SINOPSIS .....	10
PROFIL PERUSAHAAN.....	13
Sejarah Operasional dan Kinerja .....	15
EFISIENSI ENERGI .....	22
2.1 Permasalahan Awal .....	22
2.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi .....	25
2.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama.....	26
PENGURANGAN PENCEMARAN UDARA .....	30
3.1 Permasalahan Awal .....	30
3.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi.....	33
3.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama .....	34
EFISIENSI AIR DAN PENGURANGAN BEBAN PENCEMARAN AIR.....	39
4.1 Permasalahan Awal .....	39
4.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi.....	40
4.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama .....	40
PENGURANGAN DAN PEMANFAATAN LIMBAH B3 .....	43
5.1 Permasalahan Awal .....	43
5.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi.....	44
5.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama .....	44

3R PEMANFAATAN LIMBAH NON B3.....	47
6.1    Permasalahan Awal .....	47
6.2    Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi.....	47
6.3    Perubahan yang dilakukan dari sistem lama .....	48
PERLINDUNGAN KEANEKARAGAMAN HAYATI.....	51
7.1    Permasalahan Awal .....	51
7.2    Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi.....	54
7.3    Perubahan yang dilakukan dari sistem lama .....	55

## SINOPSIS

Buku berjudul **Inovasi Pengelolaan Aspek Lingkungan Hidup dalam Kawasan Terminal Khusus Batubara PT Arutmin Indonesia North Pulau Laut Coal Terminal (NPLCT)** ini diterbitkan atas kerjasama PT Arutmin Indonesia dengan LMU Press. Buku ini memaparkan tentang inovasi pengelolaan lingkungan hidup yang dilakukan oleh PT Arutmin Indonesia di kawasan terminal batubara yang berlokasi di Pulau Laut Utara, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. Pengalaman yang dilakukan di lokasi ini berpeluang untuk menjadi panduan bagi perusahaan lain di seluruh wilayah negara Republik Indonesia.

Inovasi pengelolaan lingkungan dilakukan pada area pelabuhan dan mencakup aspek efisiensi energi, pengurangan pencemaran udara dan air, pemanfaatan limbah, dan perlindungan keanekaragaman hayati. Buku terdiri dari tujuh bab dimana bab pertama menjelaskan profil perusahaan secara keseluruhan.

Bagian kedua dari buku ini menguraikan tentang inovasi lingkungan fisik yang dilakukan oleh PT Arutmin Indonesia terhadap penggunaan energi yang efisien. Sebagai pelabuhan batubara, sasaran efisiensi energi ada pada pompa-pompa yang memang banyak dioperasikan oleh PT Arutmin Indonesia. Inovasi yang dilakukan dikenal sebagai teknologi PROMON (Pump Remote Operational, Control & Monitoring). Aplikasi teknologi ini berupa penggunaan Radio Frequency & PLS – SCADA. Sinyal radio yang

dikirim dari ruang monitoring akan mengontrol operasional pompa yang berada di Pelabuhan. Dengan inovasi ini, terjadi efisiensi energi sebesar 69.35 GJ per tahun. Inovasi yang dilakukan ini juga mampu mereduksi emisi CO<sub>2</sub> ke udara setara 0,7726 ton CO<sub>2e</sub> per tahun. Uraian tentang inovasi terhadap efisien energi dan lingkungan udara dimuat dalam bab II dan Bab III.

Pada bab IV diuraikan tentang *Gabion Basket Limestone*, yaitu inovasi berupa susunan batu kali yang diikat menggunakan kawat baja tahan karat. Penempatan gabion diposisikan memalang pada saluran utama antar kolam penataan sehingga berfungsi menyaring aliran air yang lewat. Tujuan penggunaan gabion adalah untuk menahan tanah pinggiran agar terhindar dari longsoran serta menyaring air yang melewatinya.

Pada bab V dan VI diuraikan masing-masing tentang pengurangan dan pemanfaatan limbah bahan beracun dan berbahaya (B3) dan non B3. Untuk pengurangan pencemar B3, direapkan teknologi *Switching Alternator Batery to Fix Charger (SALT BAE)*. Inovasi ini mampu mengurangi limbah B3 sampai 1,7 ton per tahun. Limbah non B3 yang banyak terdapat pada kawasan terminal batubara Pulau Laut adalah kertas bungkus makan siang. Pihak perusahaan memfasilitasi karyawan dengan kotak stainless yang dapat digunakan karyawan secara terus-menerus.

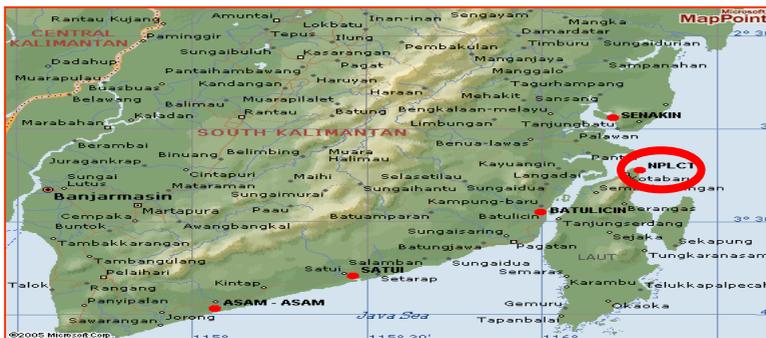
Bab terakhir berisi tentang inovasi-inovasi yang dilakukan terhadap keaneka ragaman hayati dilakukan penggunaan zat adaptan untuk meningkatkan persentase hidup tumbuhan Kantong Semar di sekitar

lokasi penambangan. Sebagaimana inovasi lingkungan fisik, bagian ini juga dimulai dengan gambaran tentang kondisi sosial sebelum inovasi dilakukan.

# 1.

## PROFIL PERUSAHAAN

**P**T Arutmin Indonesia (Arutmin) adalah salah satu kontraktor pemerintah dibidang pengusahaan batubara yang telah mendapatkan perizinan IUPK No. 221 K/33/MEM/ 2020 dengan luas area 34.207 ha berlokasi di Kabupaten Kotabaru, Kabupaten Tanah Bumbu dan Kab. Pelaihari Provinsi Kalimantan Selatan. Arutmin mengoperasikan satu terminal batubara yang dikenal dengan North Pulau Laut Coal Terminal (NPLCT) dan lima lokasi tambang. Terminal Khusus dikenal dengan sebutan NPLCT.

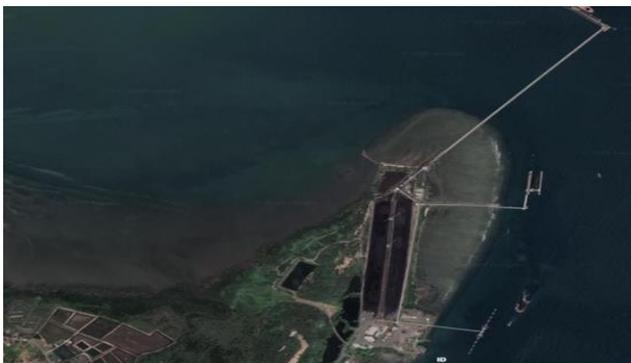


Gambar 1.1 Letak posisi terminal batubara dalam peta provinsi Kalsel

Terminal Khusus (Tersus) bongkar muat PT. Arutmin terletak di Tanjung Pemancingan, Desa Sarang Tiung, Kabupaten Kotabaru, Provinsi Kalimantan Selatan. Terminal ini memiliki total luas wilayah yaitu 104 Hektar, yang terdiri dari 20 Hektar penimbunan batubara, 1 Hektar kolam pengendapan, 5 Hektar kompleks perbengkelan, 6 Hektar kompleks pemukiman karyawan, 2 Hektar kompleks rekreasi dan 70 Hektar daerah penyangga. Berikut ini merupakan batas-batas geografis PT. Arutmin Indonesia NPLCT :

- **Sebelah Utara : Selat Laut.**
- **Sebelah Timur : Selat Makasar dan Desa Sarang Tiung.**
- **Sebelah Selatan : Jalan ke Kotabaru.**
- **Sebelah Barat : Selat Laut dan Desa Sigam.**

Panorama posisi PT. Arutmin NPLCT yang dilihat menggunakan satelit dengan foto udara.





Gambar 1.2. Peta lokasi & Foto area NPLCT

## ***Sejarah Operasional dan Kinerja***

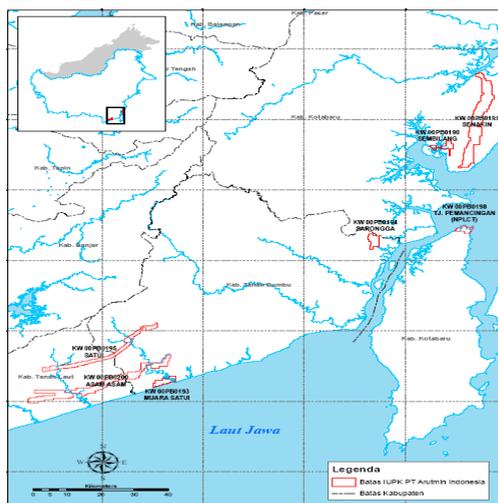
PT Arutmin Indonesia merupakan perusahaan pertambangan batubara dengan status permodalan perusahaan yaitu Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). PT Arutmin Indonesia mulai beroperasi pada tahun 1989 dengan lima lokasi tambang (lima *sites*) dan satu terminal batubara. Lokasi penambangan dan terminal batubara terletak pada tiga kabupaten di Provinsi Kalimantan Selatan. Lima lokasi tambang batubara tersebut meliputi Tambang Asamasam dan Tambang Kintap yang terletak di Kabupaten Tanah Laut, Tambang Satu dengan sebagian area yang secara administratif terletak di Kabupaten Tanah Laut dan sebagian area terletak di Kabupaten Tanah Bumbu, Tambang Batulicin yang terletak di Kabupaten Tanah Bumbu serta Tambang Senakin dan Terminal Batubara Pulau Laut Utara (*North Pulau Laut*

*Coal Terminal/NPLCT*) di Kabupaten Kotabaru. PT Arutmin Indonesia memiliki kantor pusat di Jakarta dan dua *Support Office* yang berlokasi di Balikpapan dan Banjarbaru. Sebagai kontraktor pemerintah melalui PKP2B Generasi Pertama yang disetujui pada tanggal 2 November 1981, pada awalnya PT Arutmin Indonesia mengoperasikan 18 wilayah/blok penambangan batubara (Gambar 1-1).

Tambang Asamasam mengoperasikan Blok KW 00PB0200 di sebelah Barat dan Blok KW 00PB0186 (Area Karuh) dan Tambang Kintap mengoperasikan bagian dari Blok KW 00PB0200 bagian Tengah. Tambang Asamasam, Karuh dan Kintap berlokasi di Kabupaten Tanah Laut. Tambang Satui mengoperasikan sebagian wilayah Blok KW 00PB0200 di bagian Timur (Area Mulia dan Jumbang), KW 00PB0192 (Area Bunati) dan KW 00PB0193 (Area Terminal Batubara Muara Satui). Tambang Batulicin mengoperasikan lima Blok Tambang, yaitu KW 00PB0188 (Area Mangkalapi), KW 00PB0189 (Area Saring), KW 00PB0184 (Area Ata), KW 00PB0187 (Area Merah) dan KW 00PB0194 (Area Sarongga). Sedangkan Tambang Senakin mengoperasikan Blok KW 00PB0182 (Area Sangsang/Senakin Barat), KW 00PB0196 (Area Sepapah), KW 00PB0185, KW 00PB01197 (Area Tanjung Dewa), KW 00PB0190 (Area Sembilang), dan KW 00PB0191 (Area

Senakin/Senakin Timur). Terminal batubara Pulau Laut Utara (NPLCT) mencakup wilayah KW 00PB0198.

PT Arutmin Indonesia melakukan percobaan penambangan pada tahun 1988 di Blok Senakin dan pada bulan Oktober 1988 dilakukan pengapalan untuk pertama kalinya. Pada tahun 1994 pabrik pencucian batubara di Tambang Senakin mulai dioperasikan. Sampai dengan tahun 2000, kegiatan operasional penambangan batubara dilakukan sendiri oleh PT Arutmin Indonesia atau PT BHP (Broken Hill Proprietary Company Limited) selaku pemegang saham PT Arutmin Indonesia. Pada tahun 2001, PT Bumi Resources melakukan akuisisi kepemilikan PT Arutmin Indonesia dari PT BHP Billiton dan dimulainya operasional penambangan oleh pihak kontraktor. Sejak bulan November 2021, PT Arutmin Indonesia mendapatkan Izin Usaha Penambangan Khusus (IUPK).



Gambar 0-4. Peta IUPK PT Arutmin Indonesia

Sejak awal kegiatan operasional penambangan sampai dengan buku ini disusun, praktik-praktik terbaik di dalam pengelolaan lingkungan telah diimplementasikan oleh PT Arutmin Indonesia. Selama kegiatan operasional penambangan sampai dengan bulan Oktober 2021, PT Arutmin Indonesia telah melakukan penanaman kembali pada lahan seluas 8.311,7 hektar dengan jumlah pohon sebanyak 7,9 juta pohon. Karbon yang diserap (*carbon absorption*) berkisar 12.038 ton/tahun. *Life Cycle Assessment/Kajian Daur Hidup* sudah dilakukan untuk menentukan *hotspot* dan rencana program penghematan energi untuk beberapa tahun mendatang.

Selama lima tahun terakhir, PT Arutmin Indonesia juga telah dievaluasi oleh pihak ketiga antara lain Golder Associates, International Mining Response Index, S&P Global Ratings selaku lembaga audit independen terkait lingkungan dan pemberdayaan masyarakat. S&P Global Ratings melakukan evaluasi terhadap komponen *Environmental, Social and Governance (ESG) Evaluation*. Komponen Lingkungan meliputi aspek gas rumah kaca, limbah dan polusi, penggunaan air serta penggunaan lahan. Komponen sosial meliputi tenaga kerja dan keanekaragaman, manajemen keselamatan, keterlibatan *customer* dan masyarakat.

Sementara *governance* meliputi aspek transparansi dan pelaporan, resiko dan sistem *cyber*, nilai dan kode serta *structure and oversight*. *International Mining Response Index*, sebuah lembaga swadaya yang berpusat di Swiss, melakukan evaluasi terhadap 10 aspek yang meliputi tenaga kerja lokal, pembelian lokal, pasca tambang, keluhan masyarakat, keluhan karyawan, kualitas udara, kualitas air, kuantitas air, pengelolaan *tailing* dan kesiapsiagaan keadaan darurat.

*Environmental and Social Due Diligence* oleh Golder Associates melakukan evaluasi terhadap 23 kriteria berdasarkan *International Finance Standar* (IFS). Kriteria tersebut meliputi *environmental and social management system, environmental and social impact assessment, stakeholder engagement, external grievance mechanism, emergency response and preparedness, reasonable working and living condition, internal grievance mechanism, retrenchment policy, non-discrimination/equal opportunities, health and safety performance, surface water, greenhouse gas emissions/energy efficiency, vector borne water borne and communicable diseases, community safety, human rights, land acquisition, livelihood restoration, biodiversity baseline and management plan, assessment ecosystem services, recognition indigenous*

*people, free prior and informed consent, cultural heritage management and chance find procedure.*

Secara nasional, PT Arutmin Indonesia juga telah mendapatkan sertifikasi Sistem Manajemen Lingkungan ISO 1400:2015 dari pihak ketiga serta OHSAS 18001:2007. Penghargaan tingkat nasional dalam pengelolaan lingkungan tertinggi yang pernah diperoleh adalah PROPER Hijau dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Aditama dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Platinum dari Kementerian Sosial dan Kementerian PPN atau Bapennas Republik Indonesia.

Dalam menjalankan kegiatan operasional penambangan dan terminal batubara, PT Arutmin Indonesia berkomitmen untuk memenuhi standar Keselamatan Pertambangan, Lingkungan serta Kemasyarakatan untuk mencapai kinerja terbaik dan menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, lestari dan harmonis. PT Arutmin Indonesia selalu berupaya :

- Menaati peraturan perundangan dalam bidang Keselamatan Pertambangan, Lingkungan dan Kemasyarakatan serta menjunjung tinggi hak asasi manusia yang berlaku di Indonesia.
- Mencegah kecelakaan, penyakit akibat kerja, pencemaran lingkungan serta masalah sosial dengan menjalankan program Keselamatan Pertambangan,

Lingkungan dan Kemasyarakatan yang terpadu.

- Menyediakan lingkungan kerja yang aman, produktif dan efisien dengan memastikan kelayakan dan keamanan asset perusahaan dengan menerapkan konsep pengamanan terpadu untuk meminimalkan gangguan terhadap keberlangsungan operasional perusahaan.
- Mengembangkan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan, Lingkungan dan Kemasyarakatan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko dan dampak terhadap karyawan, lingkungan dan masyarakat.
- Mengembalikan lahan bekas kegiatan pertambangan ke dalam kondisi yang aman dan stabil sehingga berfungsi sesuai peruntukannya.
- Melakukan konservasi keanekaragaman hayati, sumber daya air dan energi sebagai upaya berkontribusi mitigasi perubahan iklim dengan mempertimbangkan penilaian daur hidup.
- Melakukan pengembangan dan pemberdayaan masyarakat yang menghargai adat, budaya dan kearifan lokal dengan tujuan untuk menciptakan kemandirian berbasis sumber daya setempat.
- Membina hubungan baik dengan pemangku kepentingan melalui komunikasi yang terbuka didasari atas saling percaya dan kebersamaan.

## 2.

# EFISIENSI ENERGI

**N** PLCT memiliki komitmen dalam melakukan upaya perbaikan lingkungan khususnya terkait upaya efisiensi energi. Pada tahun 2022, PT Arutmin Indonesia area pelabuhan melakukan implementasi program unggulan di bidang efisiensi energi yaitu program *PROMON – Pump Remote Operational, Control & Monitoring Using Radio Frequency & PLS – SCADA*.

### 2.1 Permasalahan Awal

Cadangan sumber energi basis fosil yang merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui (unrenewable energy) semakin tahun semakin menipis, sehingga diperlukan upaya pencarian sumber cadangan baru untuk peningkatan kapasitas produksi (ekplorasi, eksploitasi dan pengolahan) yang tentunya tidak mudah. Pemerintah terus mendorong upaya diversifikasi energi dan pemanfaatan energi baru terbarukan dalam upaya mengatasi permasalahan ketersediaan energi basis fosil khususnya bahan bakar minyak (BBM) yang semakin menipis. Permasalahan pasokan atau kecukupan energi untuk memenuhi kebutuhan dunia usaha, juga dihadapkan dengan harga energi (energy price) yang semakin lama semakin

tinggi. Kebijakan penghapusan subsidi energi khususnya untuk sektor industri dan pertambangan sejak tahun 2011 telah berdampak pada meningkatnya biaya produksi dan operasional.

Permasalahan energi saat ini menjadi isu penting di setiap negara termasuk Indonesia. Penggunaan energi untuk mendukung kegiatan sektor ekonomi dan kebutuhan penduduk semakin tahun terus meningkat. Kebutuhan (demand) energi pada sektor industri, transportasi, bangunan, pertambangan dan rumah tangga, dihadapkan pada permasalahan kecukupan pasokan (supply) energi, yang saat ini masih tergantung pada energi berbasis fosil (fossil based energy) seperti bahan bakar minyak (BBM), gas dan batubara. Dalam mengatasi kondisi ini, salah satu cara yang harus dilakukan adalah melakukan upaya konservasi dan efisiensi energi pada sektor pengguna energi termasuk sektor pertambangan. Pemerintah pada dasarnya telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) No 70 tahun 2009 tentang Konservasi Energi, dimana industri pengguna energi > 6.000 ton oil equivalent (toe) per tahun wajib melakukan manajemen energi, dimana langkah yang dilakukan tentunya melakukan audit energi dan menyusun program konservasi/efisiensi energi pada perusahaan yang dituangkan dalam rencana tindak (action plan) upaya konservasi/efisiensi

energi. Secara khusus terkait dengan kebijakan ini, dijabarkan dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No 14 tahun 2012 tentang Manajemen Energi. Pemerintah melalui Peraturan Presiden No 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK, telah menetapkan target penurunan GRK Nasional sebesar 26% hingga tahun 2020 yang salah satunya diharapkan upaya ini dari penurunan penggunaan energi pada sektor pengguna energi (industri, pertambangan, transportasi dan bangunan). Sektor pertambangan khususnya di bagian terminal batubara adalah salah satu sektor pengguna energi cukup besar. Penggunaan energi secara umum untuk kebutuhan meliputi:

- Fasilitas bongkar muat batubara seperti :
  - 1) Genset
  - 2) Conveyor
  - 3) Self Discharging Barge (SDB)
  - 4) Stacker
  - 5) Reclaimer
  - 6) Continues Barge Unloader (CBU)
  - 7) Shiploader
  - 8) Tug Boat
  - 9) dan alat pendukung lainnya (Dozer, Loader, Excavator dan lain-lain).

Untuk memenuhi seluruh kebutuhan air untuk kegiatan operasional dan penunjang di seluruh fasilitas perusahaan, PT

Arutmin Indonesia North Pulau Laut Coal Terminal menggunakan air hasil dari pengolahan air baku yang bersumber dari air lindi yang di tempatkan di beberapa telaga. Air lindi pada telaga akan dialirkan ke fasilitas pengolahan air dengan cara dipompa. Pompa air yang digunakan pada masing-masing telaga dijalankan secara bergantian. Jarak antar telaga ini relatif jauh yaitu sekitar 1 sampai 1.3 km dari lokasi operator dan pompa dikontrol/dijalankan melalui panel kontrol yang berada pada lokasi pompa di telaga, sehingga saat akan melakukan kegiatan monitoring dan kontrol/menjalankan pompa yang satu dengan yang lain di perlukan unit transportasi ke lokasi pompa air tersebut dan untuk kembali dari lokasi pompa air di telaga. Konsumsi bahan bakar sesuai data yang diperoleh pada tahun 2021 adalah sebesar 1.825 Liter Solar atau setara dengan 69.35 GJ energi.

## **2.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi**

Dengan menganalisis penggunaan energi untuk pengoperasian pompa, dinilai bahwa penggunaan transportasi untuk menuju pompa dan kembali dari pompa dapat dieliminasi. Berbagai referensi menunjukkan bahwa teknologi pengoperasian jarak jauh dapat diaplikasikan pada sistem kontrol dan monitoring pompa telaga di PT. Arutmin

NPLCT. Tentunya dengan pengaplikasian teknologi sederhana untuk monitoring dan kontrol jarak jauh diharapkan pengoperasian tidak memerlukan mobilisasi pekerja ke area pompa tersebut, sehingga konsumsi energi untuk transportasi dapat dieliminasi serta meningkatkan efisiensi waktu. Inovasi ini juga akan membuat frekuensi monitoring dan operasional tidak memengaruhi peningkatan jumlah energi yang dikonsumsi sehingga efisiensi energi meningkat.

## **2.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama**

### **a. Perubahan sistem dari Program Inovasi**

#### **i. Kondisi sebelum adanya program**

Pada mulanya, sistem monitoring dan operasional pompa dilakukan secara lokal pada panel listrik di area pompa telaga. Terdapat 2 telaga yaitu Telaga Abidin dan Telaga Mangapul. Pada saat pompa telaga akan dinyalakan, operator berangkat dari control room menuju area pompa telaga menggunakan unit transportasi. Setelah selesai dinyalakan operator dapat kembali ke control room dan jika akan mematikan pompa, operator kembali menuju ke area pompa tersebut.

## ii .Kondisi setelah adanya program

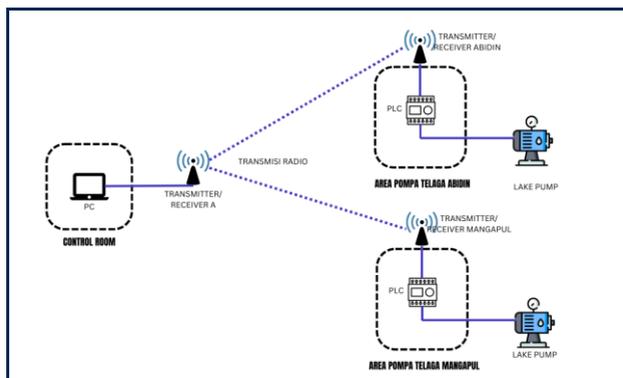


Implementasi inovasi “PROMON - Pump Remote Operational, Control & Monitoring using Radio Frequency & PLC - SCADA” dilakukan dengan menambahkan modul komunikasi data menggunakan media transmisi gelombang radio. Pada panel lokal pompa telaga ditambahkan antena receiver radio untuk menerima sinyal dari control room. Untuk transmitter ditempatkan di area warehouse. Skema pengoperasian pompa telaga adalah sebagai berikut:

1. Operator memberi perintah atau mengamati status pompa melalui PC dengan menggunakan perangkat lunak Citect SCADA.
2. Sinyal operasi dikirim melalui kabel dari control room ke antena transciever A di bangunan warehouse.
3. Antena transciever A memancarkan sinyal dari control room

4. Antena transciever pompa pada panel lokal pompa telaga menerima data dari antena transciever A (warehouse)
5. Sinyal yang diterima antena receiver diolah dengan Programmable Logic Controller untuk selanjutnya perintah diberikan ke pompa sesuai dengan perintah dari control room.
6. Status pompa dikomunikasikan melalui transciever pompa ke transciever A (warehouse) dan diteruskan ke control room untuk monitoring.

Secara singkat sistem remote control dan monitoring pompa telaga dapat dilihat pada diagram berikut ini.



## PERHITUNGAN PENGHEMATAN EFISIENSI ENERGI

**$Penghematan = (Solar \text{ sebelum Tahun ke } N - Solar \text{ sesudah tahun ke } N) \times \text{Harga per liter}$**

Tahun 2022\*Juni (1.825 liter – 0 liter) x Rp 12.500 = Rp 22.812.500



### Data Penghematan Energi

Satuan dalam GJ (*Giga Joule*)

TAHUN	PENGHEMATAN BBM TAHUN KE N (L)	HARGA BBM	PENGHEMATAN BIAYA
2022*JUNI	1.825	Rp 12.500	Rp 22.812.500

#### **b. Dampak Lingkungan dari Program Inovasi**

Pengoperasian pompa telaga yang semula dioperasikan secara lokal di area pompa diganti dengan pengoperasian terpusat melalui control room secara nirkabel terbukti dapat mengeliminasi penggunaan bahan bakar untuk unit transportasi menuju dan dari lokasi pompa, sehingga didapat penghematan sebesar 69.35 GJ per tahun.

### 3.

## PENGURANGAN PENCEMARAN UDARA

N PLCT senantiasa melakukan upaya-upaya untuk meningkatkan efisiensi energi, dengan aktivitas produksi yang relatif besar tentunya besaran penggunaan energi untuk menunjang kegiatan tersebut relatif besar pula. Inovasi-inovasi dalam upaya pengurangan emisi “GRK termasuk dalam circular business model *wasted lifecycle service of product use to eliminate or redesign*” sangat menguntungkan bagi perusahaan baik dilihat dari segi penghematan biaya maupun dari segi kontribusi terhadap upaya perbaikan dan pemeliharaan lingkungan. Pada tahun 2022, PT Arutmin Indonesia NPLCT mengusung pengurangan emisi program “Efisiensi penggunaan sistem wireless untuk monitoring dan remote kontrol pompa air telaga”.

### 3.1 Permasalahan Awal

Pemanasan global atau dikenal sebagai global warming adalah isu yang tidak asing lagi di kalangan masyarakat. Pemanasan global merupakan kenaikan suhu permukaan bumi akibat dari emisi karbondioksida dan gas rumah kaca.

Kenaikan suhu yang terus menerus akan mengakibatkan perubahan iklim. Perubahan iklim diakibatkan semakin banyaknya kegiatan industri. Salah satu penyebabnya adalah akibat aktivitas perusahaan seperti emisi karbondioksida dan gas rumah kaca (GRK). Fenomena-fenomena alam akan muncul akibat dari adanya emisi gas rumah kaca (GRK) seperti naiknya temperatur di berbagai tempat di seluruh dunia, es di benua Arktik akan mencair, kekeringan akan terjadi di berbagai wilayah. Gas rumah kaca terjadi akibat meningkatnya emisi gas-gas di udara, seperti karbondioksida (CO<sub>2</sub>), chlorofluorocarbon (CFC), metana (CH<sub>4</sub>), nitrooksida (NO<sub>x</sub>), sulfuroksida (SO<sub>x</sub>), hydrofluorocarbon (HFC).

Mengakibatkan energi matahari yang mencapai permukaan bumi tidak bisa diteruskan ke atmosfer dan hanya terperangkap di lapisan GRK dan dikembalikan lagi ke bumi. Hal ini yang menyebabkan bumi menjadi lebih panas (wwf, 2020). CO<sub>2</sub> merupakan penyumbang terbesar pencemaran udara. CO<sub>2</sub> bisa berasal dari polusi kendaraan bermotor dan juga dari aktivitas pabrik.

Emisi karbon dari negara-negara G20 yang dari 19 negara yang memiliki ekonomi terbesar di dunia serta Uni Eropa, termasuk di dalamnya Indonesia turut menyumbang meningkatnya emisi karbon sebagai akibat dari tingginya penggunaan bahan bakar fosil dalam penyediaan energi untuk

mendorong pertumbuhan ekonomi. Jika negara G20 tidak membatasi perubahan temperaturnya, suhu bumi akan meningkat lebih dari 3°C. Saat ini kerugian yang ditanggung oleh negara G20 akibat dari perubahan iklim yang ekstrim yaitu sebanyak 16.000 jiwa meninggal serta kerugian secara ekonomi sebesar US\$142 triliun setiap tahunnya (iesr, 2019). World Resources Institute (WRI) merupakan lembaga sosial yang menaruh perhatian khusus pada lingkungan berdasarkan prinsip ekonomi dan sosial memetakan negara-negara dengan tingkat karbondioksida tertinggi selama 160 tahun terakhir. Setelah revolusi industri 1850, WRI mengamati negara-negara dengan tingkat karbondioksida tertinggi. Menurut data yang dirilis oleh WRI, emisi karbon di dunia mencapai angka 47,59 miliar ton emisi karbon MtCO<sub>2e</sub> per tahun. Menurut Carbon Disclosure Project 50 perusahaan besar yang ada di dunia bertanggungjawab mendekati tiga perempatnya dari 3.6 miliar ton Gas Rumah Kaca. Karbon tersebut dihasilkan oleh perusahaan yang beroperasi di sektor energi, bahan baku, dan sektor utilitas. Selama empat tahun terakhir, karbon di udara terjadi peningkatan sebanyak 1.65% atau 2.54 miliar/ton.

Untuk memenuhi seluruh kebutuhan air untuk kegiatan operasional dan penunjang di seluruh fasilitas perusahaan, PT Arutmin Indonesia North Pulau Laut Coal Terminal menggunakan air hasil dari pengolahan air baku yang

bersumber dari air lindi yang di tempatkan di beberapa telaga. Air lindi pada telaga akan dialirkan ke fasilitas pengolahan air dengan cara dipompa. Pompa air yang digunakan pada masing-masing telaga dijalankan secara bergantian. Jarak antar telaga ini relatif jauh dan pompa dikontrol/dijalankan melalui panel kontrol yang berada pada lokasi pompa di telaga, sehingga saat akan melakukan kegiatan monitoring dan kontrol/menjalankan pompa yang satu dengan yang lain di perlukan unit transportasi ke lokasi pompa air tersebut dan untuk kembali dari lokasi pompa air di telaga. Hal ini menunjukkan bahwa untuk menjalankan pompa telaga diperlukan energi tambahan dari konsumsi bahan bakar untuk transportasi yang digunakan untuk mengangkut pekerja/operator menuju panel kontrol yang ada di telaga. Sehingga jika frekuensi kegiatan operasional maupun pengamatan meningkat, maka konsumsi energi juga akan meningkat secara proporsional. Kegiatan tersebut membutuhkan konsumsi bahan bakar sebanyak 1825 L/tahun sekaligus menimbulkan emisi.

### **3.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi**

Dengan menganalisis penggunaan energi untuk pengoperasian pompa, dinilai bahwa penggunaan transportasi untuk menuju pompa dan kembali dari pompa dapat dieliminasi. Berbagai referensi menunjukkan bahwa

teknologi pengoperasian jarak jauh dapat diaplikasikan pada sistem kontrol dan monitoring pompa telaga di PTArutmin NPLCT. Tentunya dengan pengaplikasian teknologi sederhana untuk monitoring dan kontrol jarak jauh diharapkan pengoperasian tidak memerlukan mobilisasi pekerja ke area pompa tersebut, sehingga konsumsi energi untuk transportasi dapat dieliminasi serta meningkatkan efisiensi waktu. Inovasi ini juga akan membuat frekuensi monitoring dan operasional tidak memengaruhi peningkatan jumlah energi yang dikonsumsi sehingga efisiensi energi meningkat.

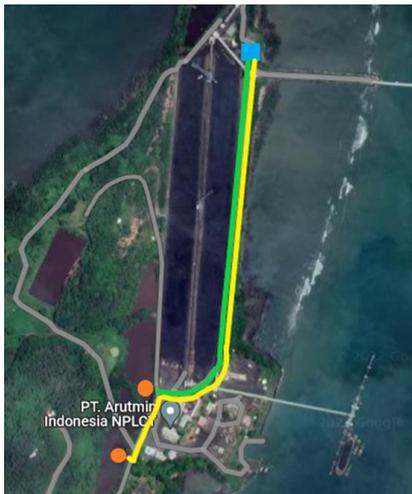
### **3.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama**

#### **a. Perubahan dari sistem program inovasi**

##### **i. Kondisi sebelum adanya program**

Pada awalnya, sistem monitoring dan operasional pompa dilakukan secara lokal pada panel listrik di area pompa telaga. Terdapat 2 telaga yaitu Telaga Abidin dan Telaga Mangapul. Pada saat pompa telaga akan dinyalakan, operator berangkat dari control room menuju area pompa telaga menggunakan unit transportasi. Setelah selesai dinyalakan operator dapat kembali ke *control room* dan jika akan mematikan pompa, operator kembali menuju ke area pompa

tersebut dengan menggunakan unit LV sehingga memerlukan bahan bakar.



Jarak Control Room ke:

█ Pompa Telaga Abidin

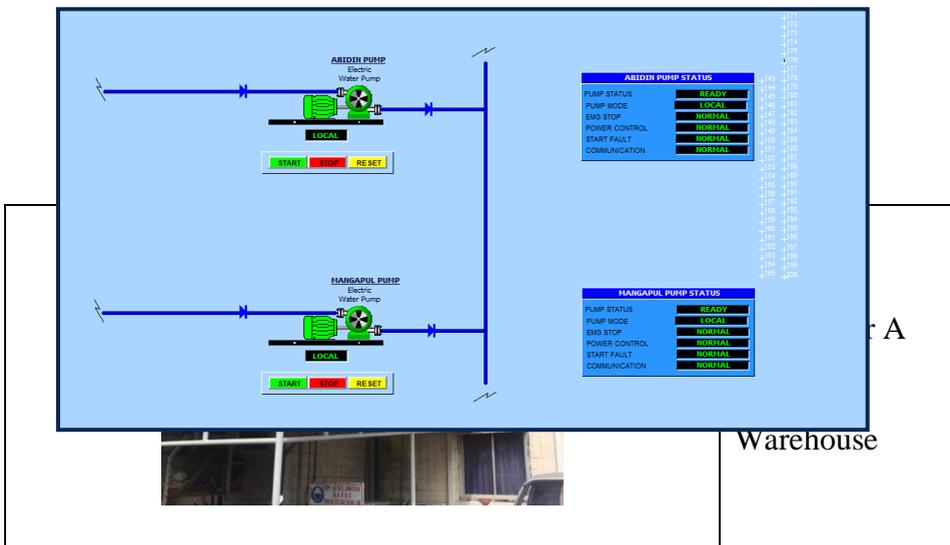
█ Pompa Telaga Mangapul

## ii. Kondisi setelah adanya progam

Implementasi inovasi “Efisiensi penggunaan sistem wireless untuk monitoring dan remote kontrol pompa air telaga” dilakukan dengan menambahkan modul komunikasi data menggunakan media transmisi gelombang radio. Pada panel lokal pompa telaga ditambahkan antena receiver radio untuk menerima sinyal dari control room. Untuk transmitter ditempatkan di area warehouse. Skema pengoperasian pompa telaga adalah sebagai berikut:

1. Operator memberi perintah atau mengamati status pompa melalui PC dengan menggunakan perangkat lunak Citect SCADA.

2. Sinyal operasi dikirim melalui kabel dari control room ke antena transciever A di bangunan warehouse.
3. Antena transciever A memancarkan sinyal dari control room
4. Antena transciever pompa pada panel lokal pompa telaga menerima data dari antena transciever A (warehouse).
5. Sinyal yang diterima antena receiver diolah dengan Programmable Logic Controller untuk selanjutnya perintah diberikan ke pompa sesuai dengan perintah dari control room.
6. Status pompa dikomunikasikan melalui transciever pompa ke transciever A (warehouse) dan diteruskan ke control room untuk monitoring.



	<p>Antena transciever pompa telaga</p>
---	--

## ● Data reduksi emisi

Satuan dalam GJ (*Giga Joule*)

Deskripsi	2022	2021	2020	2019	2018	2017
Penghematan Bahan Bakar (liter)	1825					
Emisi GRK (Ton CO <sub>2</sub> – e)	0,7726					
Emisi GRK sesudah (Ton CO <sub>2</sub> – e)	-					
Reduksi Emisi GRK (Ton CO <sub>2</sub> – e)	0,7726					

## ▪ PERHITUNGAN PENGHEMATAN EMISI

Tahun 2022\*Juni = Hasil absolute pengurangan beban emisi GRK\*  
 \$26,57 x Rp 15.340,00

### ● Data Pengurangan Beban Emisi GRK

Satuan dalam TON co2 - e

TAHUN	REDUKSI EMISI GRK TAHUN KE N (L)	HARGA KARBON KREDIT	PENGHEMATAN BIAYA
-------	--	---------------------------	----------------------

2022*JUNI	0,7726	Rp 382.608	Rp 295.583,67
-----------	--------	------------	---------------

*Penghematan (Rp.) = Hasil absolute pengurangan beban emisi GRK \* harga karbon kredit*

## 4.

# EFISIENSI AIR DAN PENGURANGAN BEBAN PENCEMARAN AIR

**N**PLCT memiliki komitmen dalam melakukan upaya perbaikan lingkungan khususnya terkait upaya efisiensi air dan beban pengurangan pencemaran air.

Pada tahun 2019, PT Arutmin Indonesia area pelabuhan melakukan inovasi unggulan di bidang efisiensi air dan pengurangan beban pencemaran air yaitu program *GABION BASKET LIMESTONE FOR PASSIVE TREATMENT AIR LARIAN STOCKPILE*.

### 4.1 Permasalahan Awal

Salah satu kegiatan penunjang untuk kegiatan produksi NPLCT adalah pengolahan air di Water Treatment Plan (WTP). Oleh karena itu diperlukan tahapan-tahapan penyaringan air mulai dari air larian sebagai sumbernya, sampai menjadi air baku masuk ke WTP untuk diolah menjadi air bersih. Tahapan-tahapan penyaringan ini melalui beberapa kolam penataan dengan pemantauan dan treatment yang dilakukan secara rutin. Kolam yang dilalui adalah kolam galian tanpa dilapisi concrete sehingga saat curah hujan tinggi sangat potensi terjadinya longsor tanah dan hanyutnya endapan melalui air larian. Hal ini menyebabkan

tingginya beban TSS yang lolos sampai ke kolam penampungan air baku sehingga belum mencerminkan perilaku kampanye pencemaran air.

## **4.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi**

PT Arutmin Indonesia NPLCT melakukan inovasi yang dapat mereduksi beban pencemar TSS tersebut sehingga dapat mengurangi potensi tingginya beban pencemar TSS pada air baku PT Arutmin Indonesia NPLCT. GABION BASKET LIMESTONE adalah inovasi berupa susunan batu kali yang diikat menggunakan kawat baja tahan karat. Penempatan gabion diposisikan memalang pada saluran utama antar kolam penataan sehingga berfungsi menyaring aliran air yang lewat. Tujuan penggunaan gabion adalah untuk menahan tanah pinggirannya agar terhindar dari longsoran serta menyaring air yang melewatinya.

## **4.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama**

### **a. Perubahan dari sistem program inovasi**

#### **i. Kondisi sebelum adanya program**

Pada awalnya sebelum dilakukan pemasangan gabion, kondisi drainage dan air yang masuk ke dalam kolam titik penataan memiliki kandungan TSS yang cukup tinggi. Sehingga menyebabkan kondisi kolam harus dilakukan maintenance secara intens dan frekuensi yang tinggi. Selain itu konsumsi tawas juga menjadi cukup besar untuk

menjernihkan air yang ada. Terlampir kondisi inlet sebelum dilakukan pemasangan gabion.



## **ii. Kondisi setelah adanya program**

GABION BASKET LIMESTONE adalah inovasi berupa susunan batu kali yang diikat menggunakan kawat baja tahan karat. Penempatan gabion diposisikan memalang pada saluran utama antar kolam penataan sehingga berfungsi menyaring aliran air yang lewat. Tujuan penggunaan gabion adalah untuk menahan tanah pinggirannya agar terhindar dari longsor serta menyaring air yang melewatinya. Keuntungan yang dihasilkan dari program inovasi pemasangan gabion, selain mengurangi beban pencemar TSS yaitu dapat mengurangi beban pencemar Fe dan Mn sehingga mengurangi pemakaian kapur sebesar 0.17 ton dan tawas

sebesar 0.58 Ton sehingga biaya yang dapat diminimalkan Rp 3.419.690 / tahun.

No	Program pemenuhan beban pencemaran air	Polutan	2019			2020			2021			2022*			Satuan
			Absolut (ton)	Angg. (Rp.)	Penghe. (Rp.)	Absolut (ton)	Angg. (Rp.)	Penghe. (Rp.)	Absolut (ton)	Angg. (Rp.)	Penghe. (Rp.)	Absolut (ton)	Angg. (Rp.)	Penghe. (Rp.)	
Proses Produksi															
1	Gabion Basket limestone for passive treatment	TSS	8,8942		44.471.145	0,619		3.092.895	0,6		2.904.632	0,151		756.100	ton TSS
		Fe	0,0586	68.200.000	175.817	0,045	68.200.000	134.934	0,0	68.200.000	67.697	0,006	68.200.000	19.177	ton Fe
		Mn	0,0062		18.726	0,012		38.777	0,1		447.362	0,038		114.895	ton Mn
Total produksi limbah					5.619.958		4.116.322			3.548.663			3.501.702	ton	
Total Shipment														ton	
Normalitas absolut**															
Proses Produksi															
1	TSS		0,000001582615		0,000000150275		0,000000163703		0,000000043185		ton TSS/ton				
2	Fe		0,000000010428		0,000000010927		0,000000006359		0,00000001825		ton Fe/ton				
3	Mn		0,000000001111		0,000000002897		0,000000042022		0,000000010937		ton Mn/ton				

\*Januari-hari 2021

\*\*Normalitas absolut (hasil absolut pemenuhan beban pencemaran air dibagi jumlah produksi limbah + OB) ton/ton

logistic yang mampu mengubahh bahan tawas dengan pasiv treatment gabion



sehingga bisa melakukan penghematan yang cukup besar.

## 5.

# PENGURANGAN DAN PEMANFAATAN LIMBAH B3

PT Arutmin Indonesia NPLCT senantiasa melakukan upaya-upaya untuk meningkatkan pengurangan limbah B3. Inovasi-inovasi dalam upaya pengurangan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) energi sangat menguntungkan bagi perusahaan baik dilihat dari segi penghematan biaya maupun dari segi kontribusi terhadap upaya perbaikan dan pemeliharaan lingkungan. Pada tahun 2021, PT Arutmin Indonesia NPLCT mengusung inovasi pengurangan limbah B3 dalam program “SALT BAE (Switching Alternator Battery to Fix Charger)”.

### 5.1 Permasalahan Awal

Untuk memenuhi seluruh kebutuhan listrik untuk kegiatan operasional dan penunjang di seluruh fasilitas perusahaan, PT Arutmin Indonesia North Pulau Laut Coal Terminal secara konvensional pengisian baterai accu menggunakan alternator atau dinamo ampere. Alternator digerakkan oleh engine genset dan mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Arus listrik kemudian dialirkan untuk mengisi baterai accu untuk eksitasi genset yang digunakan oleh perusahaan sebelum menggunakan PLN. Kerugian dari

sistem ini adalah jika genset lama tidak running, baterai akan sering drop (mengurangi umur baterai).

## 5.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

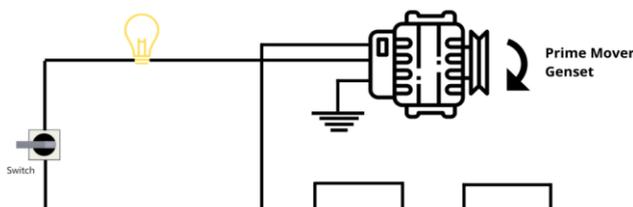
Dengan menganalisis penggunaan alternator atau dinamo ampere tersebut, dinilai bahwa penggunaan alternator tersebut dapat menghasilkan jumlah limbah B3 akan bertambah. Dengan berbagai referensi menunjukkan bahwa teknologi pengoperasian dapat kita substitusikan dengan pengaplikasian teknologi sederhana yaitu dengan penggantian baterai fix charger. Penggunaan baterai fix charger ini pengisian batrai accu menggunakan battery charger tanpa running genset (power untuk charging selalu tersedia).

## 5.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama

### a. Perubahan dari sistem program inovasi

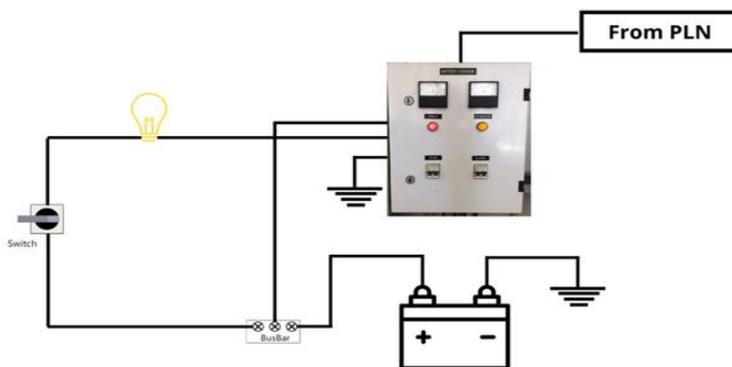
#### i. Kondisi sebelum adanya program

Pada mulanya, sistem dalam pengisian baterai accu adalah dengan menggunakan alternator, kemudian alternator digerakkan oleh engine genset dan mengubah energy mekanis menjadi energi electric



## ii. Kondisi setelah adanya program

Implementasi inovasi “SALT BAE (Switching Alternator Battery to Fix Charger)” dilakukan dengan, baterai charger mendapat supply daya dari PLN, kemudian pengisian baterai accu



untuk  
em ini  
p terisi

ernator

Battery to Fix Charger) untuk pengurangan limbah B3 memberikan dampak Value Chain Optimisation berupa berkurangnya biaya pengelolaan limbah B3 baterai bekas.

b. Dampak Lingkungan dari Program Inovasi

**Dampak lingkungan** yang dihasilkan adalah berupa pengurangan jumlah timbulan limbah B3 baterai bekas pada tahun 2021 sebesar ton , yang setara dengan penghematan biaya pengelolaan limbah B3 sebesar Rp . Hasil absolut dan penghematan dana akibat pelaksanaan program **SALT BAE (Switching Alternator Battery to Fix Charger)** secara lengkap ditunjukkan pada tabel berikut :

Tahun	Hasil Absolut (Ton)	Anggaran Dana (Rp)	Penghematan Dana (Rp)
2021	2	25.000.000	17.000.000

2022	1,64	25.000.000	16.400.000
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>50.000.000</b>	<b>33.400.000</b>

Adapun detil perhitungan hasil absolut dan penghematan dana program inovasi tersebut adalah sebagai berikut :

### **Hasil Absolut Pengurangan Limbah B3**

*Rumus = Jumlah timbulan limbah B3 tahun sebelumnya (N-1) – jumlah timbulan limbah B3 di tahun selanjutnya (N)*

Tahun 2021            2 Ton - 0,8 Ton = **1,7 Ton**

Tahun 2022        1,64 Ton - 0,36 Ton = **1,64 Ton**

### **Penghematan Pengurangan Limbah B3**

*Rumus = Pengurangan LB3 x Biaya Pengelolaan Limbah B3 (Rp 300.000 /Ton Aki Bekas)*

Tahun 2021        :        1,7     Ton x    Rp 10.000.000 /Ton    =

      Rp        17.000.000

Tahun 2022        :        1,64    Ton x    Rp 10.000.000 /Ton    =

      Rp        16.400.000



## 6.

### 3R PEMANFAATAN LIMBAH NON B3

PT Arutmin Indonesia NPLCT senantiasa melakukan upaya-upaya untuk meningkatkan pengurangan limbah B3. Inovasi-inovasi dalam upaya pengurangan limbah non Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) sangat menguntungkan bagi perusahaan baik dilihat dari segi penghematan biaya maupun dari segi kontribusi terhadap upaya perbaikan dan pemeliharaan lingkungan. Pada tahun 2019, PT Arutmin Indonesia NPLCT mengusung inovasi pengurangan limbah non B3 dalam program “Sipanas (Substitusi Plastik Menjadi Tempat Nasi)”.

#### 6.1 Permasalahan Awal

Untuk memenuhi dan mengurangi limbah non B3 untuk kegiatan operasional dan penunjang di seluruh fasilitas perusahaan, PT Arutmin Indonesia North Pulau Laut Coal Terminal secara adalah dengan menggunakan substitusi kertas dan plastik menjadi tempat nasi yang permanen yang bisa digunakan terus menerus.

#### 6.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi

Dengan menganalisis penggunaan kardus nasi untuk makan siang karyawan, dinilai bahwa penggunaan bahan untuk kardus nasi tersebut dapat menghasilkan jumlah limbah non

B3 akan bertambah. Dengan berbagai referensi menunjukkan bahwa hal tersebut dapat kita substitusikan dengan penggunaan kotak makan dengan jenis stainless dan plastik yang bisa digunakan terus menerus.

## **6.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama**

### **a. Perubahan dari sistem program inovasi**

#### **i. Kondisi sebelum adanya program**

Pada mulanya, penggunaan kardus nasi untuk makan siang karyawan adalah menggunakan kertas. Namun kekurangan dalam penggunaan hal ini adalah meningkatnya jumlah sampah dan plastik pada lingkungan perusahaan.

**i. Kondisi setelah adanya program** Implementasi inovasi “Sipanas (Substitusi Plastik Menjadi Tempat Nasi)” dilakukan dengan menggantikan tempat makan menjadi tempat makan yang berbahan stainless dan plastik yang bisa digunakan terus menerus.

#### **ii.**

Implementasi program inovasi Sipanas (Substitusi Plastik Menjadi Tempat Nasi) untuk pengurangan limbah non B3 memberikan dampak Value Chain Optimisation berupa

berkurangnya biaya pengelolaan limbah non B3 seperti plastik.

### **b. Dampak Lingkungan dari Program Inovasi**

Dampak lingkungan yang dihasilkan adalah berupa pengurangan jumlah timbulan limbah non B3 kardus nasi pada tahun 2022 sebesar 0,60 ton, yang setara dengan penghematan biaya pengelolaan limbah non B3 sebesar Rp 3.000.000 . Hasil absolut dan penghematan dana akibat pelaksanaan program Sipanas (Substitusi Plastik Menjadi Tempat Nasi) secara lengkap ditunjukkan pada tabel berikut:

<b>Tahun</b>	<b>Hasil Absolut (Ton)</b>	<b>Anggaran Dana (Rp)</b>	<b>Penghematan Dana (Rp)</b>
2019	0,09	25.000.000	450.000
2020	0,17	25.000.000	850.000
2021	0,18	25.000.000	900.000
2022	0,60	25.000.000	3.000.000
<b>Total</b>			

Adapun detail perhitungan hasil absolut dan penghematan dana program inovasi tersebut adalah sebagai berikut :

*Rumus = Jumlah timbulan limbah non B3 tahun sebelumnya (N-1) – jumlah timbulan limbah non B3 di tahun selanjutnya (N)*

### **Hasil Absolut Pengurangan Limbah Non B3**

Tahun 2019	1,16	Ton	-	1,07	Ton	=	<b>0,09</b>	Ton
Tahun 2020	1,07	Ton	-	0,90	Ton	=	<b>0,17</b>	Ton
Tahun 2021	0,90	Ton	-	0,72	Ton	=	<b>0,18</b>	Ton
Tahun 2022	0,72	Ton	-	0,12	Ton	=	<b>0,60</b>	Ton

### **Penghematan Pengurangan Limbah Non B3**

<i>Rumus = Pengurangan LNB3 x Biaya Pengelolaan Limbah Non B3</i>
---

<u>Tahun 2019</u>	:	Ton	x	<u>Rp</u>	5.000.000	/Ton	=	<u>Rp</u>	<b>450.000</b>
<u>Tahun 2020</u>	:	Ton	x	<u>Rp</u>	5.000.000	/Ton	=	<u>Rp</u>	<b>850.000</b>
<u>Tahun 2021</u>	:	Ton	x	<u>Rp</u>	5.000.000	/Ton	=	<u>Rp</u>	<b>900.000</b>
<u>Tahun 2022</u>	:	Ton	x	<u>Rp</u>	5.000.000	/Ton	=	<u>Rp</u>	<b>3.000.000</b>

## 7.

# PERLINDUNGAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

**N** PLCT memiliki komitmen dalam melakukan upaya melestarikan lingkungan khususnya terkait upaya keaneka ragaman hayati di area pesisir pantai. PT Arutmin Indonesia area pelabuhan melakukan inovasi unggulan di bidang keanekaragaman hayati dengan melakukan Transplantasi Terumbu Karang untuk mempercepat pertumbuhan dari terumbu karang tersebut.

### 7.1 Permasalahan Awal

Saat ini terumbu karang di kawasan Tanjung Pemancingan menghadapi tantangan dan ancaman perubahan iklim. Pemanasan suhu permukaan laut pada tahun 2015 dan 2016 yang terjadi di seluruh perairan Indonesia telah memicu pemutihan karang (bleaching). Terumbu karang tepi (fringing reef) di Tanjung Pemancingan tergolong dangkal berada pada kedalaman 1 – 3 m menyebabkan rentan terhadap pemutihan karang. Pada tahun 2010 ketika El nino pemutihan karang yang terjadi di Kalsel umumnya pada kedalaman 1 – 3 m ketika air surut namun pada tahun 2015 – 2016 pemutihan karang terjadi pada paparan terumbu pada kedalaman hingga 4 – 5 m. Biota karang yang mengalami

pemutihan (bleaching) tidak hanya karang bercabang, bongkahan (massive dan sub massive) tetapi juga karang merayap (encrusting). Hal ini memerlukan tindakan rehabilitasi terumbu karang yang dilakukan oleh pemerintah, swasta dan membutuhkan partisipasi masyarakat secara berkelanjutan.

Perubahan iklim yang ditandai oleh fenomena La nina dan El nino berpengaruh terhadap ekosistem terumbu karang. Ketika banjir yang dipicu oleh curah hujan tinggi hingga ekstrim menyebabkan genangan air tawar membanjiri kawasan kawasan pesisir. Pada saat yang sama air bersalinitas rendah dan keruh juga menyebar di perairan terumbu karang. Pada situasi ini bisa menyebabkan stress pada hewan karang, kekeruhan mengurangi kemampuan fotosintesis zooxanthella simbiosis karang. Dalam proses selanjutnya mengurangi daya metabolisme hewan karang hingga menurunnya tingkat kalsifikasi atau pembentukan kerangka kapur. Jika akumulasi sedimen menutupi permukaan biota karang akan menyebabkan kematian, penurunan jumlah dan keragaman karang hingga perubahan komunitas biota pada terumbu karang.

Sementara peristiwa El nino yang ditandai dengan anomali suhu air laut dimana terjadi kenaikan suhu di atas rata-rata normal juga menyebabkan pemutihan karang (coral bleaching) hingga mengakibatkan kematian. Peristiwa ini

juga terjadi tahun 2010, pertengahan tahun 2015 hingga awal tahun 2016. Demikian juga pada akhir tahun 2019 dan awal tahun 2020 di Tanjung Pemancingan terjadi bleaching secara parsial pada terumbu karang tepi maupun terumbu karang yang ada di perairan break water. Selain peristiwa yang bersifat alami, tantangan lainnya kerusakan karena ancaman faktor antropogenik baik langsung manusia maupun secara tidak langsung. Sedimentasi yang meningkat di kawasan pesisir merupakan akibat konversi hutan di kawasan atas telah meningkatkan run off pada saat musim penghujan. Sedimentasi ini selalu diikuti dengan peningkatan hara di perairan terumbu karang yang berdampak pada meningkatnya alga bentik dan sponge menggantikan formasi karang. Demikian sampah organik dan sampah plastik yang meningkat juga berdampak pada buruk pada ekosistem terumbu karang.

Menurut Burke et al (2012) Kalimantan Selatan khususnya terumbu karang yang di wilayah Kabupaten Kotabaru berdasarkan tingkat gabungan ancaman setempat tergolong sedang hingga tinggi. Tingkat gabungan setempat meliputi pembangunan pesisir, pencemaran yang berasal dari DAS, pencemaran dan kerusakan yang berasal dari pola pemanfaatan laut seperti penangkapan berlebihan dan merusak.

## **7.2 Asal Usul Ide Perubahan atau Inovasi**

Transplantasi karang yaitu dengan penanaman benih karang dan membagi koloni polip karang menjadi beberapa bagian dan menempatkannya pada substrat dengan lingkungan yang sesuai untuk perkembangannya. Upaya transplantasi ini bertujuan untuk substitusi/menggantikan karang yang rusak secara fisik dan merupakan cara cepat untuk menambah luasan karang pada suatu lokasi. Salah satu upaya jangka pendek yang bisa dilakukan adalah melakukan upaya pemulihan atau rehabilitasi pada kawasan terumbu karang yang rusak. Teknik rehabilitasi yang mungkin dapat dilakukan adalah melakukan transplantasi karang dan menempatkan terumbu buatan (artificial reef) untuk meningkatkan habitat di sekitar terumbu karang. Media transplantasi berupa beton piramid dilabuh pada perairan terumbu karang yang berguna menyediakan substrat bagi penempelan larva karang. Selain itu terumbu buatan juga berfungsi sebagai media transplantasi karang dan shelter bagi ikan karang.

Penggunaan beton piramid sebagai media transplantasi karang diduga sesuai dengan kondisi perairan di Tanjung Pemancingan, Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan. Piramid yang berbentuk beton tidak akan mudah terbawa oleh arus laut bawah karena terdapat struktur break water di wilayah konservasi terumbu karang. Selain itu, terumbu

buatan ini memiliki resistensi rendah terhadap benturan gelombang dan arus yang kuat karena struktur memiliki tiang dan rongga yang banyak untuk meloloskan energi. Permukaan beton memberikan peluang rekrutmen bagi planula karang untuk menempel pada permukaannya sehingga dapat membentuk koloni karang baru. Beton piramid juga memiliki formasi yang lebih stabil karena terbentuk dari konstruksi yang kokoh dan mampu menahan koloni karang. Berbeda dengan beton, media transplantasi berbahan besi, paralon, atau kayu cenderung tidak kuat menahan beban koloni karang yang semakin membesar. Media transplantasi yang terbuat dari beton piramid ini merupakan inovasi pertama kali yang dilakukan oleh PT Arutmin Indonesia.

## **7.3 Perubahan yang dilakukan dari sistem lama**

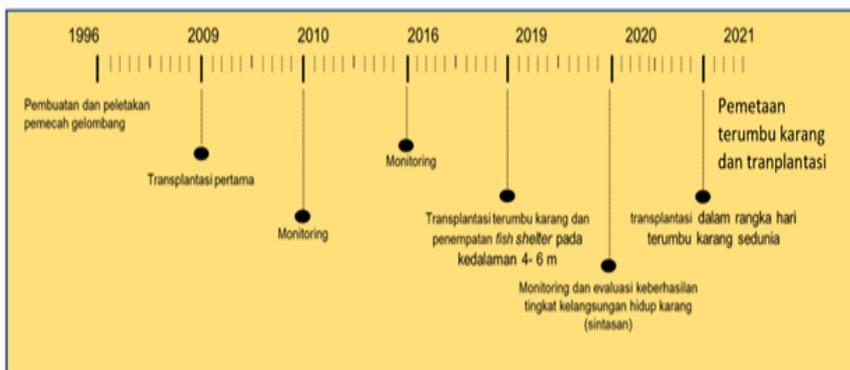
### **a. Perubahan dari sistem program inovasi**

#### **i. Kondisi sebelum adanya program**

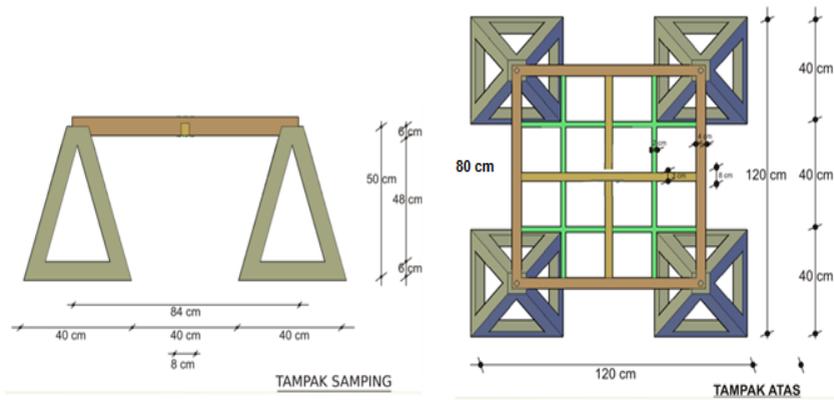
Selain melakukan kegiatan transplantasi terumbu karang di Tanjung Pemancingan, Kotabaru, PT Artmin Indonesia NPLCT juga terus berupaya mengontrol lingkungan tersebut agar tetap dalam kondisi yang baik. Salah satu langkah yang diambil oleh PT Arutmin Indonesia NPLCT adalah dengan mengembangkan pemetaan ekosistem terumbu karang menggunakan analisis citra satelit. Penggunaan citra satelit

dalam pemetaan ekosistem terumbu karang ini merupakan inovasi pertama kali yang dilakukan pada sektor pertambangan batubara di Indonesia.

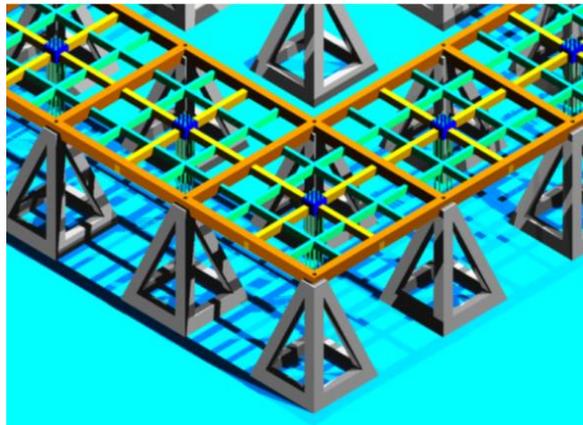
Berikut merupakan road map kegiatan yang telah dijalankan oleh PT Arutmin Indonesia NPLCT dari tahun 1996 hingga 2021.

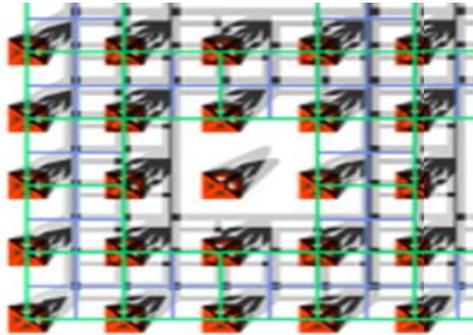


...an karang sebanyak 12 buah dalam 1 unit. Kegiatan transplantasi terumbu karang memanfaatkan 13 piramid beton dengan target pengikatan karang hasil transplantasi sebanyak 156 buah. Desain dibuat menggunakan program Autocad 3D untuk mendeskripsikan secara visual seperti pada Gambar 1.



Gambar 7.1 Desain dan perspektif, tampak atas dan tampak samping piramid beton dan frame karang transplant.





Gambar 7.2 Tampak atas formasi piramid beton dan frame karang transplant

Untuk pembuatan beton piramid dimulai dari membuat cetakan dari potongan multiplex 6 mm dan beton frame kotak bersekat menggunakan cetakan yang terbuat dari resin fiber. Untuk cetakan beton piramid potongan yang digunakan 6 cm dan 7 cm untuk tiangnya sedangkan untuk bagian bawah dan bagian atas menggunakan potongan dengan lebar 7 cm. Secara keseluruhan 4 sisi kepingan multiplex piramid di satukan dengan bagian dasar kemudian dipaku dan diikat menggunakan kawat bendrat.



Gambar 7.3 Cetakan beton piramid dan pemasangan rangka besi

Untuk pembuatan beton frame kotak dengan ukuran ketebalan 6 x 5 cm maka dibentuk dari kayu balok dengan ukuran yang serupa. Kayu balok dibuat seperti desain kemudian dilapisi lapisan anti lengket pada sisi bagian bawah dan vertikal. Setelah itu dioleskan resin yang dicampur hardener pada lapisan kedua dan ditambahkan serat fiber kemudian ditutup dengan lapisan resin. Pelapisan ini dilakukan sebanyak 2 (dua) kali agar memiliki ketebalan yang diinginkan dan tidak mudah deformasi ketika berisi adonan semen dan pasir. Selain ketika proses pembalikan

adonan semen dengan penutup atas multiplex diputar vertikal 180 derajat dengan hentakan tidak membuatnya pecah.

Pembuatan ini beton piramid dan beton frame kotak bersekat ini dilakukan oleh kelompok Pemuda Sahabat Laut yang merupakan anggotanya sebagian besar pekerjaannya adalah nelayan bagan tancap. Hal ini dimungkinkan karena saat itu nelayan tidak melaut karena musim panceklik saat musim tenggara.



Gambar 7.4 Cetakan beton frame kotak bersekat

Pembuatan rangka piramid menggunakan besi cor berdiameter 6 mm kemudian dipotong menggunakan tesar dan disatukan membentuk rangka besi piramid. Demikian juga untuk rangka besi frame kotak bersekat menggunakan besi cor 10 cm SNI. Setelah dipotong 3 m kemudian dibentuk berukuran 75 cm persegi dengan menggunakan tesar. Pada bagian tengahnya dipasang potongan besi vertikal dan horizontal yang disatukan dengan pengelasan pada setiap sambungan.



Gambar 7.5 Pembuatan rangka besi piramid dan frame kotak bersekat

Selanjutnya cetakan piramid yang sudah dirangkai dengan rangkai besi disatukan dengan paku pada sudutnya dan diberi ikatan kawat bendrat dan diberi oli bekas pada permukaan bagian dalam. Pemberian oli bekas ini berguna agar ketika adonan semen dan pasir yang mengering setelah satu hari dapat mudah dibuka dan dilepaskan dari cetakannya. Selanjutnya diisi dengan adonan semen dan pasir kasar dengan perbandingan 1 : 3.





Gambar 7.6. Proses pencetakan beton piramid

Hal yang sama juga dilakukan pada cetakan fiber kotak bersekat diberikan lapisan oli bekas dengan menggunakan kuas setelah itu dipasang rangka besi pada bagian alur tengahnya kemudian diberikan adonan semen dan pasir kasar dengan perbandingan 1 : 3.

Pada bagian dasarnya diberikan multiplex dengan ketebalan 10 mm dengan ukuran 90 x 90 cm. Setelah didiamkan selama 1 jam pada salah satu sisi cetakan dan adonan semen pasir diberikan tutup triplek kemudian dibalikkan 180 derajat ke sisi sampingnya. Setelah cetakan terlepas, kondisi permukaan beton mulai terbentuk dan air menepi atau

meresap pada kertas semen atau kertas kardus. Pemasangan tiang pipa 0,5 inchi berukuran panjang 12 cm yang dibenamkan sekitar 3 cm pada permukaan beton sebanyak 5 – 8 buah. Pemasangan pipa ini dilakukan setelah beton didiamkan 1 – 2 jam.



Gambar 7.7 Beton frame kotak bersekat

### **a. Labuh dan Penempatan Media**

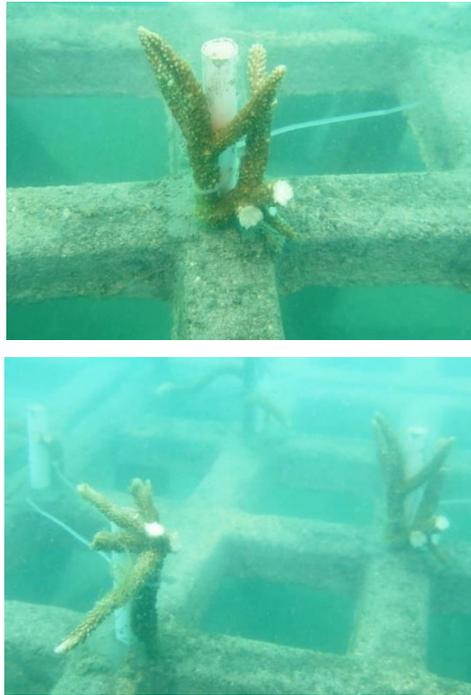
Kegiatan ini dilaksanakan pada hari Minggu tanggal 28 Juli 2019 diikuti oleh siswa-siswa SMK 1 Sigam, 2 orang mahasiswa PS. Ilmu Kelautan FPK ULM, pekerja program magang, staf *Environmental* dan *Community Development*, 3 orang Penyelam Marine Workshop NPLCT, 1 orang Staf Dinas Bappeda dan 2 orang staf Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Kotabaru dan 3 orang dari kelompok Pemuda Sahabat Laut (PSL) Desa Sarang Tiung. Pengangkutan konstruksi beton piramid dilakukan pada saat kondisi air surut oleh Pemuda Sahabat laut dan nelayan menggunakan kapal. Beton piramid diturunkan secara perlahan dengan satu orang snorkeler di permukaan air untuk mengawasi penyelam yang ada dibawahnya pada kedalaman 4,5 m. Tugas snorkeler memberikan aba-aba dan memberikan perintah arah labuh kepada pekerja nelayan. Penyelam memindahkan beton piramid dari posisi labuh kemudian mengumpulkan dan menyusun formasinya.



Gambar 8 Pengangkutan beton terumbu buatan menuju rakit

Selanjutnya bibit karang transplant dari jenis *Acropora* sp., *Porites cylindrica*, *Seriotopora caleindrum* yang sudah dikumpulkan dari *platform break water* di potong-potong berukuran 8 – 13 cm. Kemudian diikat menggunakan *cable ties* pada tiang beton frame kota bersekat dan ditutup menggunakan karung goni basah yang secara berkala disiram air laut. Hal ini dilakukan untuk menghindari stress dan kematian karang transplant akibat terpapar panas matahari selama masa menunggu proses labuh. Sebagian bibit karang transplant juga diikat pada tiang pipa PVC di bawah laut setelah beton frame kotak bersekat terpasang di atas beton piramid. Pelepah daun kelapa diikatkan pada empat sisi tiang piramid sebagai *attractor* bagi ikan karang.





Gambar 7.9 Karang transplant jenis *Acropora formosa* pada terumbu buatan

b. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Karang Transplan

Jenis terumbu karang yang ditransplantasikan di beton piramid atau terumbu buatan berjumlah 4 jenis, terdiri dari *Acropora formosa*, *Acropora aspera*, *Porites cylindrica*, *Seriotopora caleindrum*. Pertumbuhan karang transplan diukur dengan kisaran panjang (cm), penambahan panjang per bulan, dan pertumbuhan panjang per tahun.

Hasil pengamatan karang transplant pada terumbu buatan setelah 1,4 tahun dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan

bahwa pertumbuhan karang transplant *Acropora formosa* mengalami penambahan panjang berkisar 3 - 15 cm dengan rata-rata panjang mencapai 9,17 cm. Pertumbuhan jenis karang *Acropora formosa* mencapai 0,59 cm/bulan atau sekitar 6,29 cm/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa karang *Acropora formosa* memiliki pertumbuhan tertinggi jika dibandingkan dengan lainnya.

Tabel 7.1 Pertumbuhan karang transplan di media beton piramid

No	Spesies Karang	Kisaran Panjang (cm)	Rata-rata Panjang (cm)	Pertumbuhan Panjang (cm/bln)	Pertumbuhan Panjang (cm/thn)
1.	<i>Acropora formosa</i>	3 – 15	9,17	0,59	6,26
2.	<i>Acropora aspera</i>	3 – 16	8,39	0,54	5,74
3.	<i>Porites cylindrica</i>	5	5	0,32	3,42
4.	<i>Seriotopora caleindrum</i>	5 – 6	5,5	0,35	3,77

Kelangsungan hidup karang hasil transplan selama kegiatan konservasi terumbu karang di media beton piramid menunjukkan bahwa jenis karang *Acropora formosa* dan *Seriotopora caleindrum* memiliki sintasan tertinggi. Karang akan tumbuh dengan baik pada kondisi arus yang memungkinkan proses pembersihan sedimen. Sebaliknya, mortalitas yang terjadi pada karang hasil transplan dipengaruhi oleh sedimentasi dan menyebabkan invasi alga bentik.

Tabel 7.2 Kelangsungan hidup karang transplan di media beton piramid

No	Spesies Karang	Sintasan (%)	Mortalitas (%)
1.	<i>Acropora formosa</i>	93,33	6,67
2.	<i>Acropora aspera</i>	68,75	31,25
3.	<i>Porites cylindrica</i>	50	50
4.	<i>Seriotopora caleindrum</i>	100	0

Gambar 10 menunjukkan kondisi karang transplan jenis *A. formosa* dan *A. aspera* setelah 1,4 tahun dilabuhkan di Tanjung Pemancingan, Kabupaten Kotabaru. Jenis karang *Acropora* sp. tumbuh dengan baik di perairan konservasi terumbu karang. Selain itu, karang jenis *S. caleindrum* juga menunjukkan kondisi yang baik saat monitoring & evaluasi

dilakukan. Rekrutmen alami juga ditemukan pada beton piramid yang menunjukkan bahwa larva karang dapat melekat dan tumbuh dengan baik di media transplantasi.

Selain berbahan dasar beton, kegiatan transplantasi karang juga menggunakan metode lain seperti rak dari besi atau paralon, jaring, dan substrat. Menurut Subhan *et al.* (2014), penggunaan media berbahan dasar beton lebih menguntungkan dibandingkan metode lainnya. Beton cenderung tahan lama dan dapat membentuk formasi yang stabil yang mempengaruhi penempelan dan pertumbuhan karang.



Gambar 7.10 Pertumbuhan karang transplant *A. formosa* dan A.



Gambar 7.11 Karang transplant *Seriotopora caleindrum* dan rekrutmen alami

b. Dampak Lingkungan dari Program Inovasi  
Inovasi ini memberikan dampak positif terhadap lingkungan berupa penyelamatan empat jenis terumbu karang endemik Laut Kalimantan dari kepunahan dan penambahan serapan karbon terumbu karang sebesar 7,01 ton CO<sub>2</sub> serta penambahan spot habitat ikan sebagai mata pencaharian nelayan.