

# Bineka

BULETIN  
BINA MARGA  
BERKARYA

**Structular Health Monitoring System  
(SHMS): Teknologi Identifikasi  
Kerusakan Infrastruktur**

Oleh: Septinurriandiani, ST., MT. dan  
Imam Akbar, ST.

**Mengenal Teknologi Pengaman  
Erosi Sungai Untuk Jembatan**

Oleh : N. Retno Setiati



**Fast and Furious : Tidore Drift E-Purchasing,  
Metode Percepatan Pengadaan Terbaik  
Kegiatan Preservasi Jalan**

Oleh :Adrian Mangado Ruruk Paranoan & Muhammad Prayogane



# BULETIN **BINEKA**

Volume 4 Edisi Oktober 2023



Fotografer : Bambang Ismanto dan Riko Dwiputra | Lokasi : Jalan Tol Pasuruan Probolinggo



# **TIM PENYUSUN**

**Pelindung**

Direktur Jenderal Bina Marga

**Penanggungjawab**

Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan

**Redaktur**

Firman Permana Wandani, S.T., M.P.P.

Yohanes Ronny P.A, S.T., M.T.

Fahmi Aldiamar, S.T., M.T.

Neni Kusnianti, S.T., M.T.

Yudi Hardiana, S.T., M.T.

Dian Asri Moelyani, S.T., M.Sc.

Hendro Sujatmiko, S.T., M.T.

Dr. Drs. Madi Hermadi, M.M.

**Penyunting**

Ani Mulyani, S.Sos., M.Ak

Risma Hermawati, S.T.

Iwan Pirdaus, S.AP.

**Sekretariat**

Uman Sumantri, S.Si

Aditya Abdurachman

**Desain Grafis**

Herma Nurulaeni, S.Kom

**Fotografer**

Yogi Sutana, S.Kom

**Diterbitkan Oleh**

Direktorat Bina Teknik  
Jalan dan Jembatan

**Alamat Redaksi**

Jl. A.H Nasution No. 264  
Kota Bandung 40294

**Email:**

perpustakaan.jatan@  
pu.go.id

# SALAM REDAKSI

Pada terbitan Buletin BINEKA Vol. 4 Edisi Oktober 2023, kami memilih artikel yang berjudul *Structular Health Monitoring System (SHMS)*: Teknologi Identifikasi Kerusakan Infrastruktur sebagai tajuk utama untuk mendeteksi kerusakan struktur dan menentukan tindakan yang sesuai untuk umur layan jembatan.

Selain itu rubrik pilihan pada edisi ini terdapat 3 artikel pilihan, artikel ke satu yang membahas mengenai pengaman erosi sungai untuk jembatan, artikel yang kedua membahas *e-purchasing* sebagai metode percepatan pengadaan, artikel pilihan yang ketiga menceritakan jalan nagreg sebagai jalur mudik lebaran dan artikel pilihan keempat membahas kebermanfaatan limbah industri untuk aspal. Serta rubrik Laporan Proyek mengenai pembangunan jalan dari Labuan Bajo - Golo Mori dan rubrik BINEKAPEDIA yang menginformasikan alat GNSS.

Kami berharap dengan adanya buletin BINEKA edisi Oktober kali ini dapat memberikan pengetahuan dan informasi sesuai harapan para pembaca. Akan tetapi tentunya buletin edisi kali ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat kami harapkan.

## Salam Hormat

## Redaksi

# DAFTAR ISI

## TAJUK UTAMA

Structular Health Monitoring System (SHMS):  
Teknologi Identifikasi Kerusakan Infrastruktur  
Oleh : Septinurriandiani & Imam Akbar  
Balai Geoteknik, Terowongan dan Struktur, Direktorat Jenderal Bina Marga

08

## NASKAH PILIHAN

Mengenal Teknologi Pengaman Erosi Sungai Untuk Jembatan  
Oleh : N. Retno Setiati  
Balai Geoteknik, Terowongan dan Struktur, Direktorat Jenderal Bina Marga

14

Fast and Furious : Tidore Drift E-Purchasing,  
Metode Percepatan Pengadaan Terbaik Kegiatan Preservasi Jalan  
Oleh : Adrian Mangado Ruruk Paranoan & Muhammad Prayogane  
Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku Utara

22

Nagreg: Jalur Mudik Legendaris Masyarakat Jawa Barat  
Oleh : Uman Sumantri dan Yogi Sutana  
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

28

Limbah Industri untuk Menyambung Kesatuan Negeri  
Oleh : Iwan Susanto  
Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Tengah

35

## LAPORAN PROYEK

Aksesibilitas Labuan Bajo - Golo Mori  
Oleh : Herma Nurulaeni & Yogi Sutana  
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

44

## Serba-Serbi

## BINEKAPEDIA

Komik Mas Bin dan Mbak Eka  
GNSS Geodetik dengan Fitur Imaging  
Oleh: Risma Hermawati  
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

52

53

Redaksi menerima kiriman artikel/tulisan/opini/foto yang berkaitan dengan bidang jalan dan jembatan dalam lingkup kegiatan Bina Marga. pengiriman dapat dilakukan melalui email ke **perpustakaan.jatan@pu.go.id** disertai dengan data diri berupa biografi singkat dan alamat, nomor telepon yang dapat dihubungi. Redaksi berhak menyunting dan melakukan perubahan naskah tanpa mengubah isi dari pada tulisan.

## TAJUK UTAMA

# STRUCTULAR HEALTH MONITORING SYSTEM (SHMS): TEKNOLOGI IDENTIFIKASI KERUSAKAN INFRASTUKTUR

Oleh: Septinurriandiani dan Imam Akbar

Balai Geoteknik, Terowongan dan Struktur, Direktorat Jenderal Bina Marga

Kemajuan teknologi instrumentasi dan teknologi informasi-komunikasi telah mempermudah monitoring kesehatan struktur jembatan. Metode pengujian *non-destructive test* menjadi bidang baru dalam mendekripsi kerusakan struktur dan menentukan tindakan yang sesuai untuk umur layan jembatan.

### Kenal Lebih Dekat Teknologi SHMS

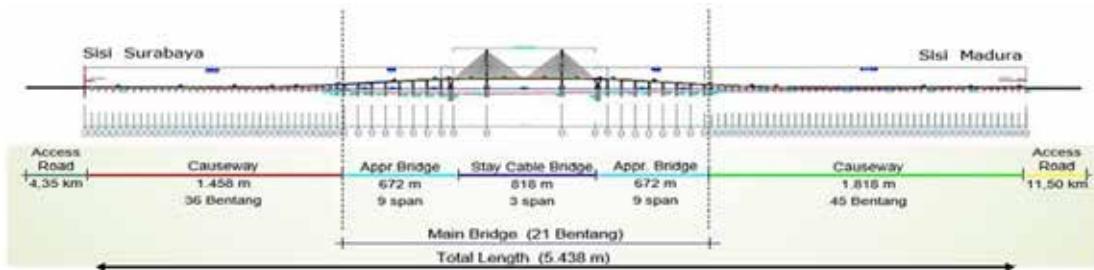
*Structural Health Monitoring System* (SHMS) atau Sistem monitoring kesehatan struktural. SHMS merupakan salah satu bidang teknik sipil yang berkaitan dengan identifikasi kerusakan infrastuktur (jembatan, jalan, terowongan, gedung, dan lain-lain). Menurut Wenzel (2009), kerusakan tersebut umumnya berupa perubahan sifat material dan/atau geometri, yang meliputi perubahan kondisi batas dan sistem sambungannya. Hal penting dalam proses identifikasi kerusakan, yaitu: identifikasi kerusakan, lokasi kerusakan, tipe dan taraf kerusakan.

Penerapan SHMS salah satunya pada jembatan, penerapan ini bermanfaat untuk pengontrolan geometri, material, dan konstruksi. Monitoring pengamanan risiko selama konstruksi, validasi perhitungan perencanaan, dan dokumentasi karakteristik struktur dalam bentuk model 3D.

Indonesia menerapkan SHMS pada Jembatan Suramadu yang menghubungkan Pulau Jawa bagian timur dengan Pulau Madura. Jembatan yang terdiri dari tiga bagian, yaitu: bagian *Causeway* (*PCI girder*), *Approach Bridge* (gelagar boks beton prategang—*cast in situ*) dan *Main Bridge* (*Cable-Stayed*). Bagian SHMS hanya diterapkan pada *Main Bridge* dan sebagian dari *Approach Bridge*.



**Gambar 1.** Jembatan Nasional Suramadu (Sumber: Subki, 2020)

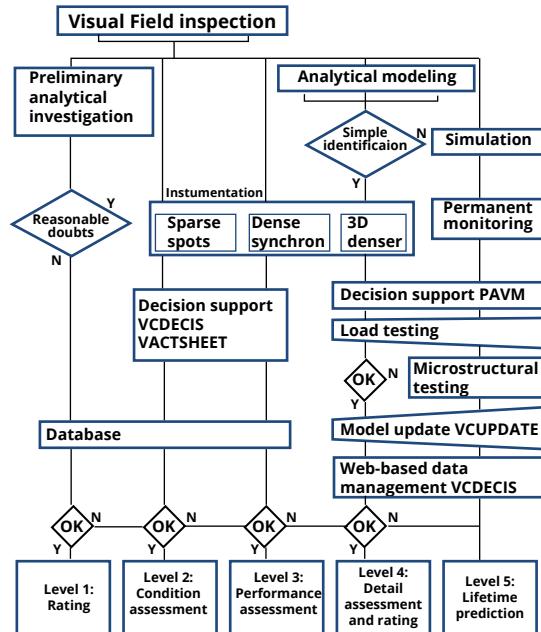


**Gambar 2.** Penampang memanjang Jembatan Suramadu (Sumber: Subki, 2020)

Penerapan SHMS pada Jembatan Suramadu, dengan biaya investasi tinggi dan struktur kompleks, bertujuan memantau jembatan selama 100 tahun. SHMS dapat mengurangi biaya perbaikan dan tingkat kesalahan pemantauan otomatis. Fungsinya sebagai penyaji data perubahan kondisi struktur akibat pembebahan, tegangan, deformasi, kekuatan gempa, angin, dan beban kendaraan berlebih.

## Prosedur Monitoring Kesehatan Struktur Jembatan

Monitoring kesehatan struktur berperan dalam penyediaan informasi kerusakan pada suatu jembatan tentang kondisi terkini dari struktur jembatan. Prosedur pemeriksaan rutin yang sederhana hingga sistem monitoring yang canggih tergambar dalam konsep Wenzel (2009) tentang prosedur sistem monitoring kesehatan struktur jembatan.



**Gambar 3.** Konsep prosedur sistem monitoring kesehatan struktur jembatan (Sumber: Wenzel, 2009).

### **Tingkatan 1: Pengkelasan (Rating)**

Digunakan untuk memberikan penilaian konvensional pada struktur berdasarkan pemeriksaan visual yang bersifat subjektif. Investigasi awal dilakukan untuk menetapkan pengkelasan sebagai dasar untuk mengambil tindakan selanjutnya yang dapat diterapkan dalam sistem manajemen jembatan.

### **Tingkatan 2 : Penilaian kondisi (Condition assessment)**

Informasi yang diperoleh dari pemeriksaan visual memiliki keakuratan yang rendah. Hasil ini menjadikan informasi yang diperoleh sudah cukup atau perlu ditingkatkan dengan penambahan instrumentasi yang lebih canggih.

### **Tingkatan 3 : Penilaian kinerja (Performance assessment)**

Penilaian kinerja pada proses pendukung keputusan (*decision support*) bersifat detail dalam penyediaan data tambahan. Tingkatan ini menyediakan indikator penilaian dan kinerja struktur sehingga membutuhkan instrumentasi yang banyak dan monitoring yang sesuai.

### **Tingkatan 4 : Penilaian detail dan pengkelasan (Detail assessment and rating)**

Memberikan analisis model yang mewakili struktur eksisting dengan membandingkan hasil monitoring. Jika identifikasinya sederhana, kembali ke Tingkatan 3. Jika hasil rekaman tidak bisa menjelaskan peristiwa yang terjadi, perlu diambil langkah selanjutnya, berupa pemasangan perekam yang permanen untuk mengambil peristiwa penting. Penetapan parameter kinerja dapat ditunjukkan dengan menggunakan uji pembebanan (*loading test*).

Hasilnya, model sederhana yang telah diperbarui parameter kinerjanya dapat dinilai dan ditentukan kelasnya berdasarkan monitoring yang luas, waktu perekaman minimal 24 jam untuk memperoleh kondisi lingkungan dan lalu lintas yang representatif.

### **Tingkatan 5: Perkiraan masa layan/operasi (Lifetime prediction),**

Untuk memprediksi masa layan yang tersisa, dibutuhkan perekaman data struktur selama setidaknya tiga siklus/tiga tahun berturut-turut. Simulasi dilakukan menggunakan model, untuk mendapatkan kinerja teoritis sebagai perbandingan. Peranti lunak (*software*) yang khusus, digunakan untuk pendukung keputusan. Uji pembebanan dilakukan dan diperluas dalam wilayah pengukurannya.

Setelah informasi kondisi suatu struktur dikumpulkan, selanjutnya digunakan alat pendukung keputusan berupa Sistem Manajemen Jembatan (*Bridge Management System/BMS*). BMS adalah alat pendukung keputusan untuk manajemen jembatan. Modulnya mencakup inventarisasi data, inspeksi, dan rekomendasi pemeliharaan. Terdiri dari Basis Data, Modul Deteriorasi, Modul Biaya, dan Optimasi Algoritma untuk analisis alternatif dana dan pemilihan rehabilitasi. Top of FormBottom of Form

## **Pengelolaan Data Sistem Monitoring**

Kerusakan sistem infrastruktur jembatan umumnya tidak bisa dihindari walaupun telah didesain untuk beroperasi dengan jangka waktu yang panjang (**Gambar 4**). Perhitungan penurunan kemampuan fisik jembatan diperlukan penilaian kondisi kesehatan jembatan tersebut. Penilaian perlu dilakukan secara kontinyu agar dapat diambil tindakan yang tepat. Hal ini merupakan tantangan bagi komunitas ahli konstruksi jembatan.

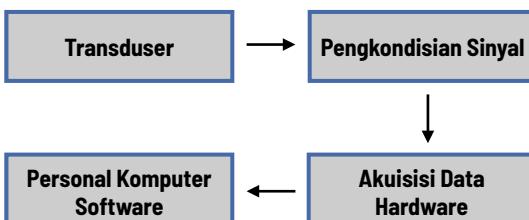


**Gambar 4.** Kerusakan struktur jembatan yang umum terjadi sebelum masa layan (Sumber: Luknanto, 2012).

Beberapa tujuan penggunaan sistem monitoring kesehatan diantaranya adalah: Menjamin keamanan struktur; Memperoleh perencanaan pemeliharaan struktur yang rasional dan ekonomis; Mengidentifikasi penyebab respon yang tidak dapat diterima; Mencapai operasi yang aman dan ekonomis. Tujuan ini dapat tercapai dengan pengelolaan dan pemanfaatan data yang baik.

## Pengaturan akuisisi data

Pengaturan akuisisi data disesuaikan dengan karakteristik yang diperlukan dan keterbatasan perencanaan pengukuran. Sistem monitoring menangkap efek frekuensi rendah, frekuensi tinggi, dan fenomena lingkungan (**Gambar 5**). Komponen akuisisi data harus fleksibel untuk pemantauan jangka panjang. Pengendalian data mempengaruhi analisis, penyimpanan, akses, dan penaksiran data.



**Gambar 5.** Konsep sistem pengukuran dan pengolahan data (data monitoring system).

## Pengumpulan data, sinkronisasi, dan penyimpanan

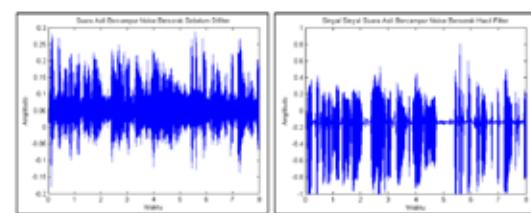
Pengumpulan dan penyimpanan data merupakan bagian yang penting dalam sistem akuisisi data. Terdapat tiga langkah utama dalam bagian ini, yaitu: (1) buffering data, (2) pengolahan data, dan (3) penyimpanan data.

Data yang dikumpulkan oleh suatu sistem akuisisi sering mengalami penambahan karakteristik. Hal tersebut mempengaruhi ketersediaan data yang baik untuk proses analisis. Untuk menghilangkan komponen gangguan (*noise*) tersebut bisa dilakukan pengolahan terhadap data.

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya disimpan secara permanen menggunakan metode penyimpanan data berupa penempatan data dalam basis-data yang tersimpan dalam komputer atau media elektronik lainnya. Metode penyimpanan yang dipilih harus memperhatikan prosedur pengarsipan data.

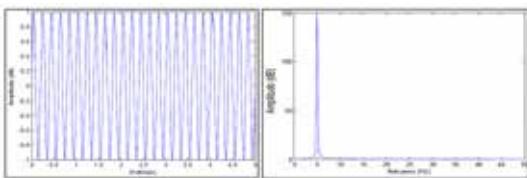
## Pemrosesan sinyal

Tahap pertama pemrosesan sinyal adalah penyaringan data untuk memilah komponen dengan informasi tertentu. Tujuan utamanya adalah menghilangkan gangguan (*noise*). Sinyal mencakup seluruh spektrum frekuensi, namun filter dapat dibentuk untuk mengisolasi noise yang tidak diinginkan. Misalnya, pita filter frekuensi 60 Hz digunakan untuk menghilangkan gangguan dari daya listrik (**Gambar 6**, dengan ilustrasi frekuensi yang berbeda).



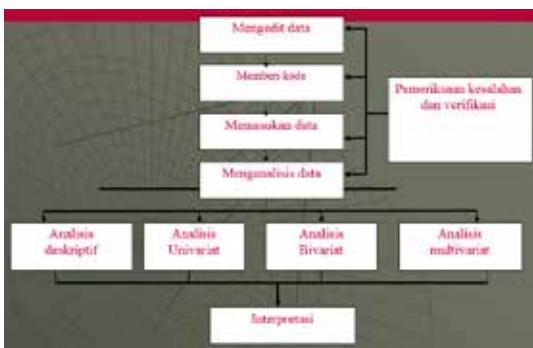
**Gambar 6.** Sinyal dengan gangguan (*noise*) (kiri) dan sinyal dengan gangguan yang sudah disaring (*filtered signal*) (kanan) (Sumber: Iqbal, 2019).

Tahap kedua adalah transformasi domain frekuensi memungkinkan sinyal terlihat dalam domain frekuensi, yang merupakan sebuah bentuk sinyal yang memiliki beberapa frekuensi yang berbeda (**Gambar 7**).



**Gambar 7.** Transformasi sinyal dalam domain waktu (kiri) menjadi sinyal dalam domain frekuensi (kanan) (Sumber: Mujiono, 2016).

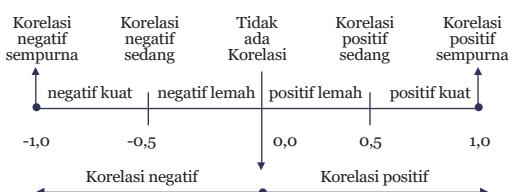
Tahap ketiga adalah analisis statistik, cara untuk mendefinisikan parameter yang menggambarkan sampel sinyal yang besar. Perangkat analisis statistik juga dapat membantu dalam menentukan jenis hubungan (keserupaan/perbedaan) antara dua himpunan data dalam faktor keterhubungan. Analisis statistik yang umum digunakan yaitu regresi, deviasi standar, rata-rata, penentuan ukuran sampel, pengujian hipotesis, dan lainnya.



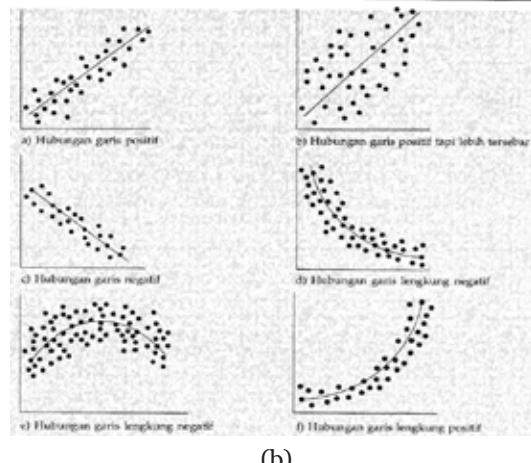
**Gambar 8.** Beberapa tahapan yang digunakan dalam analisis statistik (Sumber: Cooper & Schindler, 2023).

Salah satu analisis statistik yang digunakan yakni analisis korelasi. Teknik statistik yang umum digunakan dengan memanfaatkan informasi dari identifikasi hubungan yang mungkin diantara pasangan data yang memiliki variabel yang berbeda. Dalam aplikasi nyata, analisis ini dapat dibagi kedalam beberapa tingkatan untuk penilaian hubungan sinyal/data yang ada. Seperti diilustrasikan dalam **Gambar 9(a)** di bawah,

sebuah korelasi dapat bernilai positif, nol, atau negatif. Jenis-jenis korelasi data diilustrasikan dengan **Gambar 9(b)**.



(a)



(b)

**Gambar 9.(a)** Nilai-nilai dan **(b)** jenis-jenis korelasi yang mendeskripsikan hubungan data dalam suatu himpunan (Sumber: Billingsley, 1986).

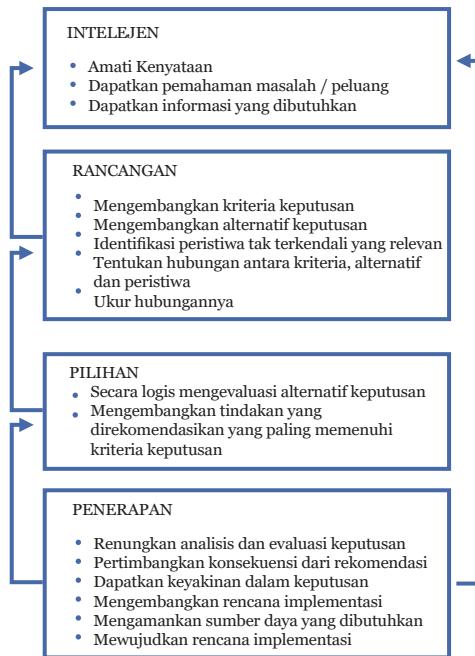
## Pengarsipan data

Pentingnya perencanaan pengarsipan data untuk menghindari masalah penyimpanan dan manajemen data dari pemantauan jembatan. Proses pemrosesan data meliputi pengumpulan, penyimpanan, dan integrasi data. Pilihan sistem manajemen basis-data (*share file* atau *client/server*) berdampak pada perancangan aplikasi analisis. Sebuah sistem basis-data dapat dibagi berdasarkan fungsinya kedalam beberapa segmen. Seperti, (1) penyedia data (menyediakan arsip, manajemen, keamanan, dan manipulasi data), (2) penyedia kepentingan bisnis (menyediakan prosedur, aturan, dan objek pemrograman bisnis yang spesifik), dan (3) komponen pengguna (menyediakan tampilan grafis intuitif yang memungkinkan pengguna

terhubung kedalam basis-data untuk mengambil data/informasi yang diinginkan).

## Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support Systems)

Suatu sistem monitoring kesehatan, pada umumnya, didukung oleh rangkaian proses pendukung keputusan. Rangkaian proses pendukung keputusan memiliki sifat berkelanjutan dalam lingkaran umpan-balik. Setelah memperoleh informasi baru, proses selanjutnya memastikan kembali pada salah satu atau setiap fase (intelijen, rancangan, pilihan, dan penerapan). Proses umpan-balik memungkinkan perubahan dan perbaikan pada keputusan sebelumnya untuk diselesaikan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dan tuntutan lingkup masalah terkini.



**Gambar 10.** Rangkaian proses pendukung keputusan (Sumber: Santoso & Hartono, 2022).

## Sistem pendukung keputusan untuk sistem monitoring kesehatan struktur

Dalam masyarakat modern kita, penilaian monitoring (*monitoring assessment*) dan

pendukung keputusan dari suatu pemeliharaan atau perbaikan struktur menjadi isu yang penting.

Kebanyakan sistem ini didasarkan pada pengalaman para insinyur dengan monitoring dan penilaian (*assessment*) suatu struktur/jembatan, sehingga prosedur pengambilan keputusan belum mencapai tingkat yang sempurna.

### Mode operasi

Mode operasi memberikan ijin keikutsertaan operator dalam proses dan memengaruhi tingkat resiko. Mode operasi mencakup normal, batas bawah, sistem peringatan, darurat, analisis forensik, pengembangan platform, data ilmiah, dan modul prognosis. Komponen penyedia data dari sistem monitoring struktur melibatkan akuisisi data, pengolahan data, sistem informasi geografis, pengetahuan basis data, dan sistem peringatan. Pengolahan data melibatkan pengecekan keabsahan data dan pengambilan data mentah. Sistem informasi geografis menyediakan pilihan dalam pengaturan data dan informasi. Pengetahuan basis-data mencakup pengetahuan, basis-data eksternal, dan sejarah. Sistem peringatan memberikan informasi tingkat risiko dan tindakan otomatis jika risiko tinggi. Laporan periodik diberikan kepada pemilik dengan informasi pemeringkatan dan umur layan.

SHMS memberikan data untuk pengelolaan yang terdiri dari pengelasan, penilaian kondisi, kinerja, penilaian detail, perkiraan masa layan, dan didukung oleh basis-data. Manajemen data diperlukan agar data monitoring bisa digunakan sebagai dasar keputusan. Teknologi monitoring ini membantu identifikasi elemen terlemah yang bisa diperkuat atau dipulihkan. Diperlukan perlindungan jembatan dengan melibatkan perkuatan, retrofit, rehabilitasi, atau pemeliharaan yang baik. Data dan informasi yang memadai diperlukan untuk menentukan tindakan yang tepat.

# MENGENAL TEKNOLOGI PENGAMAN EROSI SUNGAI UNTUK JEMBATAN

Oleh: N. Retno Setiati

Balai Geoteknik, Terowongan dan Struktur, Direktorat Jenderal Bina Marga

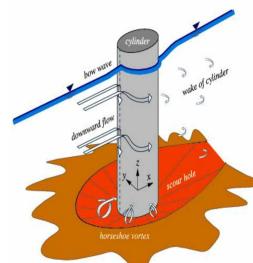
Keruntuhan jembatan yang berada di aliran sungai kerap kali diakibatkan oleh erosi atau gerusan sekitar pilar jembatan sehingga pangkal pilar mengalami penurunan. Pemeriksaan konstruksi jembatan secara berkala sangat penting untuk menjaga jembatan dari erosi sungai.

## Mengapa Keruntuhan Jembatan terjadi?

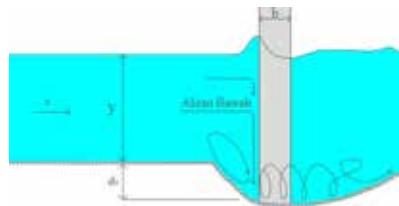
Kemiringan jembatan rangka baja di daerah Kecamatan Keumala Aceh menarik perhatian masyarakat lokal. Aliran sungai yang deras mengikis permukaan tanah pada salah satu pondasi penopang jembatan. Hal ini menjadi salah satu permasalahan runtuhnya jembatan di Indonesia. Menurut *The Federal Highway Administration* (2012) penyebab terjadinya gerusan dikarenakan adanya bangunan pilar jembatan yang mengurangi luas penampang basah daerah aliran sungai dan adanya tumbukan aliran ke pilar yang dipantulkan ke dasar sungai di bawah pilar jembatan.



**Gambar 1.** Kemiringan pilar akibat gerusan pada jembatan Keumala (Zamahsari, 2023)



**Gambar 2a.** Proses gerusan lokal pada piljembatan tiga dimensi (Istiarto, 2012)

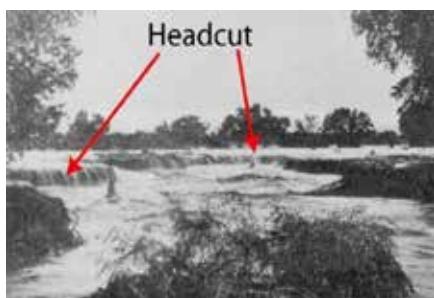


**Gambar 2b.** Proses gerusan lokal pada pilar jembatan dua dimensi (Pusjatan, 2018)

Penyebab lain adanya perubahan morfologi sungai dalam arah horizontal disebabkan sifat alami sungai, sudutan sungai, atau adanya bangunan air di sekitar jembatan. Perilaku perubahan morfologi sungai dalam arah vertikal/degradasi dasar sungai menjadi proses alami sungai dalam menuju keseimbangan alamiah maupun gangguan aktivitas manusia (galian C, sudutan, dan lain-lain).



**Gambar 3.** Perubahan morfologi sungai arah horizontal  
(Pusjatan, 2017)



**Gambar 4.** Perubahan morfologi sungai arah vertikal  
(Pusair, 2017)

Keruntuhan jembatan secara tiba-tiba akibat gerusan dapat dihindari melalui pemeriksaan jembatan dan kondisi daerah aliran sungai di sekitar jembatan. Pemeriksaan jembatan diperlukan untuk mengetahui kondisi struktur jembatan dan keamanan struktur jembatan. Pemeriksaan kondisi daerah aliran sungai memperhatikan beberapa elemen jembatan yaitu penampang aliran sungai yang mencakup aliran sungai dan bangunan pengaman; bangunan bawah jembatan yang mencakup tanah timbunan, pondasi dan kepala jembatan/ pilar.

## Pemeriksaan Daerah Aliran Sungai dan Kondisi Elemen Jembatan

Pemeriksaan daerah aliran sungai dilakukan sepanjang 300 m dari as jembatan ke arah hulu dan hilir. Adapun kondisi sungai yang perlu diperiksa adalah bukaan hidrolik terhadap

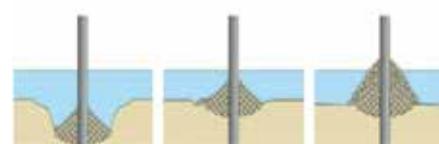
bantaran banjir, material dasar sungai, degradasi. Selanjutnya gerusan lokal sekitar pilar dan kepala jembatan, aliran sungai ketika musim kering. Kontraksi gerusan terhadap letak kepala jembatan, pembentukan sedimen, vegetasi, sampah dalam air, peluapan (*overtopping*). Bukaan hidrolik juga perlu dipastikan terjadinya gerusan di bawah jembatan. Pencatatan kondisi aliran sungai, perkiraan kecepatan, pemeriksaan alinyemen sungai terhadap struktur dan perbandingan alinyemen awal, sketsa dan pengambilan dokumentasi kondisi alinyemen. Secara umum, metode pemeriksaan kondisi elemen jembatan mengacu kepada Pedoman Pemeriksaan Jembatan No. 01/ P/ BM/ 2022.

## Penerapan Konstruksi Penanganan Gerusan pada Jembatan

Beberapa penerapan konstruksi yang dapat diaplikasikan pada jembatan untuk menghindari terjadinya gerusan diantaranya :

### 1. Konstruksi Rip-rap

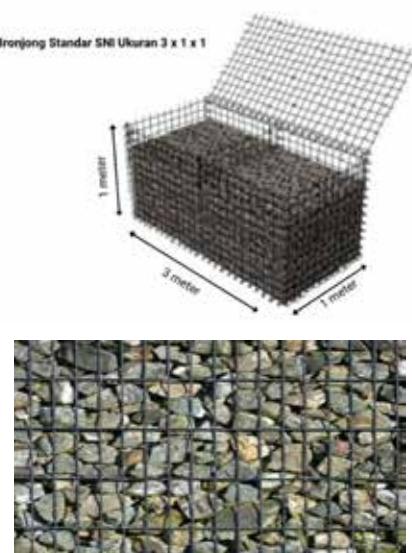
Rip-rap adalah konstruksi peredam energi dan berfungsi sebagai lapisan perisai untuk mengurangi kedalaman penggerusan setempat dan untuk melindungi tanah dasar. Konstruksi rip-rap merupakan susunan bongkahan batu alam atau blok-blok beton. Rip-rap terdiri dari bagian struktur tambahan di dalam struktur bangunan ambang. Bagian ini memiliki fungsi pelindung dasar sungai dari pengaruh perputaran aliran air.



**Gambar 5.** Penggunaan batuan rip-rap di sekitar pilar jembatan (Harasti dkk, 2021)

## **2. Konstruksi Bronjong**

Bronjong merupakan salah satu konstruksi yang digunakan untuk perkuatan sungai dan lereng. Bronjong terdiri dari kawat baja yang berbentuk balok atau kubus dan berisi sejumlah batu pecah di dalamnya. Umumnya, bronjong ini digunakan sebagai penahan tanah di area lereng, tebing dan juga tepi sungai. Anyaman kawat baja umumnya berbentuk seperti segi enam dan terikat sama kuat, dikarenakan proses pengikatannya yang menggunakan mesin. Konstruksi perkuatan sungai maupun lereng dengan bronjong memiliki beberapa keuntungan diantaranya ekonomis, ramah lingkungan, bobotnya ringan dan mudah dibawa, fleksibel (dapat mengikuti pergerakan tanah di bawahnya tanpa merusak konstruksi), *permeabel* (air dapat tembus) sehingga mengurangi tekanan tanah aktif akibat air yang mengalir melalui sel-sela bebatuan, metode konstruksi sederhana, dapat dikerjakan tanpa mesin berteknologi tinggi, dapat diproduksi dengan ukuran yang disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, dapat dipasang pada lingkungan beragam, tempat kering ataupun basah.

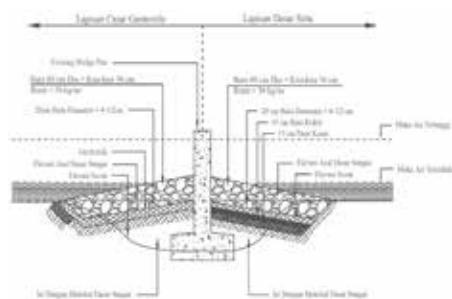


**Gambar 6.** Penggunaan bronjong sesuai ukuran standar (SNI-03-0090-1999)

Sedangkan kerugian dari konstruksi ini adalah bahan dari kawat berlapis galvanis umumnya tidak tahan terhadap kondisi air dengan kadar garam tinggi atau kadar asam tinggi, dan konstruksi bronjong memerlukan lahan yang lebar karena ukurannya yang besar.

### **3. Konstruksi Pasangan Batu**

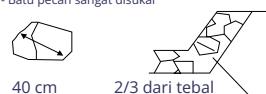
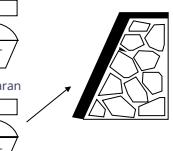
Konstruksi ini berfungsi untuk melindungi dasar sungai dengan menggunakan batu-batu lepas. Hal ini dilakukan pada daerah sungai yang tererosi secara terus menerus. Cara penanganannya dengan menyusun batu pada dasar sungai dengan konstruksi menyerupai *ripple* dan *pool*.



**Gambar 7.** Penerapan pasangan batu pada pilar jembatan  
(Yugiantoro H, 2019)

Pasangan batu banyak digunakan pada bangunan-bangunan pengaman aliran sungai, baik dalam bentuk pasangan batu secara utuh atau dikombinasikan dengan beton. Dalam pelaksanaannya pekerjaan ini dilaksanakan bertahap sesuai dengan kondisi dan tatacara kerja yang berlaku. Persyaratan pekerjaan pasangan batu ditunjukkan pada Tabel 1 yang mengacu kepada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

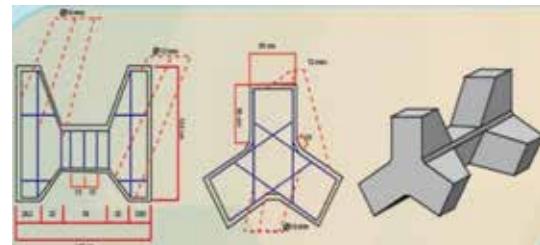
**Tabel 1.** Ketentuan pelaksanaan pasangan batu  
Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

No	Material	Persyaratan Minimum												
1	Air	Kualitas air yang sama dengan pekerjaan beton												
2	Semen	Kualitas semen yang sama dengan pekerjaan beton												
3	Pasir	Kualitas pasir yang sama dengan pekerjaan beton												
4	Batu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak ada pecahan/rekatan</li> <li></li> <li>- Batu pecah sangat disukai</li> <li></li> <li>- Specific gravity tidak lebih kecil dari pada 2,5</li> <li>- Berat jenis tidak kurang dari 2,5</li> <li>- Ukuran maksimum batu 2/3 dari tebal tembok dan kurang dari 40cm</li> <li>- Batu pecah sangat disukai</li> <li></li> </ul>												
	Campuran Adukan													
	Membasahi batu													
5	Campuran adukan	<p>Adukan dibuat dengan mencampur semen dan pasir dengan perbandingan volume sebagai berikut;</p> <p>Adukan perekat :</p> <p>Adukan Perekat</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>1.0</td> <td>:</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Semen</td> <td></td> <td>Pasir</td> </tr> </table> <p>Untuk plesteran dan siaran</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>1.0</td> <td>:</td> <td>4.0</td> </tr> <tr> <td>Semen</td> <td></td> <td>Pasir</td> </tr> </table> 	1.0	:	4.0	Semen		Pasir	1.0	:	4.0	Semen		Pasir
1.0	:	4.0												
Semen		Pasir												
1.0	:	4.0												
Semen		Pasir												
6	Membasahi batu	- Batu dibasahi sebelum dipasang												

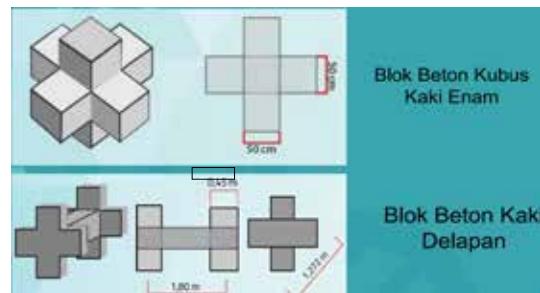
#### 4. Konstruksi Blok Beton

Blok Beton Terunci adalah sistem konstruksi modular sebagai alternatif untuk menggantikan metode konvensional (pasangan batu/beton bertulang) dalam penanganan gerusan. Penggunaan sistem modular menjadikan konstruksi ini dapat mengikuti kecenderungan morfologi sungai yang selalu berubah, serta cocok dengan kondisi waktu dan data lapangan yang terbatas.

Konstruksi blok beton berfungsi untuk mengendalikan gerusan lokal dan degradasi dasar sungai. Gerusan lokal terjadi akibat peningkatan intensitas turbulensi aliran, sedangkan degradasi dasar sungai terjadi akibat penurunan dasar sungai di suatu ruas tertentu. Gambar 8 menunjukkan blok beton terkunci yang dapat digunakan dalam penanganan gerusan lokal yang terjadi pada jembatan.



(8a)



(8b)

**Gambar 8.** Penerapan blok beton terkunci untuk pengamanan sungai (Pusair, 2019)

Keunggulan konstruksi ini diantaranya: dapat dibagi menjadi beberapa komponen yang modular, komponen dapat dicetak secara fabrikasi atau insitu, berat komponen "relatif ringan" tetapi dapat saling mengait dalam arah vertikal, horizontal, dan arah memanjang aliran. Dalam keadaan saling terkait blok beton terkunci mampu menahan gaya seret sebesar 5 hingga 7 kali lebih besar dibandingkan jika blok beton tersebut berdiri sendiri. Kaitan antar komponen cukup lentur tetapi tidak mudah lepas sehingga bangunan dapat menyesuaikan dengan perubahan morfologi sungai. Tahan terhadap abrasi dan benturan batu oleh aliran sungai yang membawa pasir kerakal dan batuan.

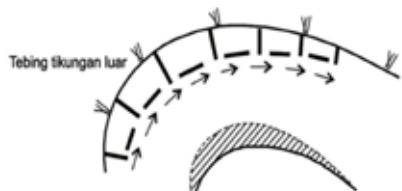
#### 5. Konstruksi Krib

Konstruksi krib dibagi menjadi 4 (empat) tipe yaitu *permeabel*, *impermeabel*, *semi permeabel* dan krib silang serta memanjang. Jenis konstruksi krib terdiri dari jenis tiang pancang, rangka, maupun blok beton.

Pemilihan tipe krib pada suatu lokasi haruslah ditentukan berdasarkan daerah aliran sungai dengan memperhatikan tujuan pembuatannya, tingkat kesulitan dan jangka waktu pelaksanaan.

Krib dibuat mulai dari tebing sungai ke arah tengah guna mengatur arah arus sungai. Fungsi dari krib adalah mengurangi kecepatan arus sungai sepanjang tebing sungai, mempercepat sedimentasi, menjamin keamanan tanggul atau tebing terhadap gerusan, mempertahankan lebar dan kedalaman air pada daerah aliran sungai, mengonsentrasi arus sungai.

Keuntungan dari konstruksi ini diantaranya efektif untuk meredam kecepatan pada daerah tikungan sungai, baik digunakan untuk membelokkan aliran arus sungai, melindungi tebing dari gerusan pada tikungan luar sungai, memungkinkan terjadinya sedimentasi pada tikungan bagian sungai yang dilindungi sehingga dapat memperbaiki atau mengembalikan tebing ke kondisi semula. Namun, konstruksi krib dapat mengakibatkan gerusan di daerah hilir bangunan.



(9a)



(9b)

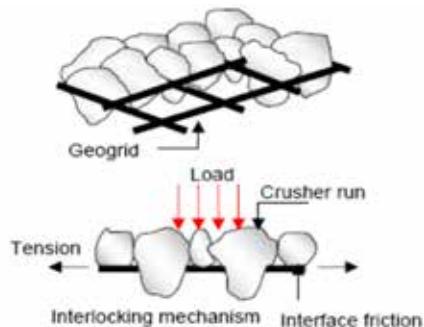
Gambar 9. Penerapan krib untuk pengamanan sungai (SNI 2400.1:2016)

## 6. Konstruksi Geosintetik

Geosintetik merupakan salah satu material konstruksi. Material ini digunakan untuk memperkuat dan melindungi suatu konstruksi agar menjadi lebih kokoh. Meskipun bukan merupakan bahan alami, penggunaan geosintetik masih berhubungan dengan tanah dan batuan. Geosintetik digunakan untuk membuat tanah menjadi lebih stabil. Geosintetik terbuat dari bahan sintetik atau polimer.

Teknologi geosintetik menjadi salah satu teknologi inovatif yang dikembangkan untuk mengatasi masalah terkait tanah dalam konstruksi. Salah satu jenis geosintetik yang digunakan untuk pengendalian erosi adalah geosintetik dalam bentuk *geogrid*. Berdasarkan pedoman PU No 003/BM/2009, *geogrid* adalah produk geosintetik yang terdiri dari jaringan yang beraturan dan terhubung satu sama lainnya.

Ukuran bukaan *geogrid* lebih besar dari 6,35 mm sehingga memungkinkan untuk saling mengunci dengan tanah, batuan ataupun struktur lain di sekitarnya serta memiliki fungsi primer sebagai perkuatan.

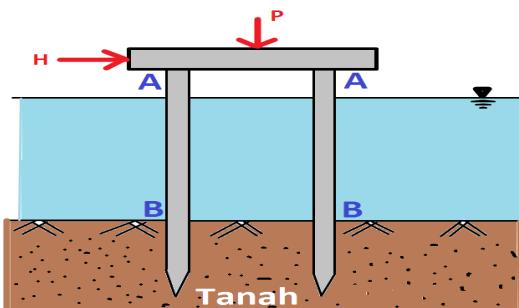


Gambar 10. Geogrid untuk perkuatan

Penggunaan geosintetik dalam hasil penelitian Didiek (2016) tentang konstruksi jalan di atas tanah lunak dengan perkuatan geotekstil, dijelaskan geosintetik dapat mengurangi terjadinya erosi pada timbunan dan meningkatkan ketahanan timbunan terhadap keruntuhan permukaan setempat. Namun geosintetik mempunyai degradasi yang cepat di bawah terik sinar matahari sehingga rentan oleh sinar ultraviolet.

## 7. Konstruksi Tiang Pancang

Menurut Tanjung (2018), tiang pancang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari beton dan baja dan digunakan untuk menyalurkan beban-beban dari konstruksi di atasnya melewati lapisan tanah dengan daya dukung rendah ke lapisan tanah keras yang mempunyai kapasitas daya dukung lebih tinggi yang relatif cukup dalam dibanding pondasi dangkal (Gambar 11).



Gambar 11. Pemasangan tiang pancang

Tiang pancang pada jembatan digunakan apabila tanah yang berada di bawah dasar sungai tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan beban yang bekerja padanya.

Untuk jembatan yang terletak di lokasi daerah aliran sungai, tiang pancang berfungsi untuk meneruskan beban-beban diatas permukaan air melalui air dan ke dalam tanah yang mendasari air tersebut.

Pondasi tiang pancang memiliki banyak keuntungan dibandingkan jenis pondasi lainnya, karena pemasangan pancang dilakukan pada daerah yang muka air tanah tinggi, menahan galian dan longsoran, dan menghindari penurunan berlebih. Sayangnya pondasi ini dapat menimbulkan getaran yang mengganggu dan pemancanganannya tidak dapat menembus lensa pasir.

Keruntuhan jembatan eksisting akibat erosi sungai dapat dicegah melalui pemeriksaan kondisi jembatan secara detail dan berkala. Hasil pemeriksaan tersebut bermanfaat untuk mengetahui kondisi serta kapasitas umur layan jembatan. Umur layan pada struktur bangunan bawah jembatan dapat ditingkatkan dengan metode perkuatan. Penerapan ini sangat bergantung dari kondisi sungai di sekitar jembatan.



Fotografer : Bambang Ismanto dan Riko Dwiputra | Lokasi : Jembatan Sei Alalak, Provinsi Kalimantan Selatan



"MIMPI-MIMPI HANYA BISA TERWUJUD  
JIKA KITA BERSATU, JIKA KITA OPTIMIS  
DAN JIKA KITA PERCAYA DIRI"

*(jokowi)*

# Fast and Furious : Tidore Drift

## E-Purchasing, Metode Percepatan Pengadaan Terbaik Kegiatan Preservasi Jalan

Oleh : Adrian Mangado Ruruk Paranoan dan Muhammad Prayogane  
Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku Utara

Direktorat Jenderal Bina Marga menggunakan anggaran Sisa Hasil Tender (SHT) di triwulan ke-III Tahun Anggaran 2022, untuk kegiatan Preservasi Jalan dan Jembatan di Pulau Tidore demi mendukung kegiatan *Sail* Indonesia 2022. Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku Utara (BPJN Malut) melalui Satker Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Maluku Utara (PJN II Malut) ditugaskan melaksanakan Paket Preservasi Jalan Keliling Pulau Tidore (Menunjang *Sail* Tidore) dengan nilai pagu Rp. 20.694.460.000,00. Pengesahan DIPA terkait pemanfaatan SHT baru dilaksanakan di pertengahan Oktober 2022, sedangkan *Sail* Tidore berlangsung pada November 2022.

### E-Purchasing Sistem Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah

Satker PJN II Malut berusaha mengoptimalkan waktu pelaksanaan pada tahapan pengadaan dengan menggunakan metode *e-purchasing*, meskipun metode Tender Umum mendahului DIPA telah diijinkan. Isu menarik ini, penulis kaji dalam perbandingan proses pengadaan barang/jasa pemerintah antara tender/seleksi umum dan *e-purchasing* pada paket-paket pemanfaatan SHT di lingkungan Ditjen Bina Marga dan paket-paket pekerjaan kontraktual preservasi di lingkungan Direktorat Preservasi Wilayah II. *E-purchasing* merupakan sistem pengadaan barang/jasa pemerintah yang dilakukan secara

elektronik (*online*) melalui aplikasi *e-catalogue*. Aplikasi tersebut merupakan suatu rangkaian sistem berbasis *website* yang mencakup semua daftar barang/jasa, jenis, spesifikasi teknis, Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN), status Produk Dalam Negeri (PDN), produk Standar Nasional Indonesia (SNI), produk industri hijau, negara asal, dan harga barang/jasa tertentu dari berbagai penyedia barang/jasa pemerintah (Iqbal, 2020). Penerapan *e-purchasing* diharapkan dapat mendukung kebijakan pimpinan dalam pemilihan metode pengadaan yang terbaik untuk mengoptimalkan penggunaan anggaran sebagai upaya melaksanakan kegiatan Preservasi Jalan dan Jembatan.

### E-Katalog 5.0

E-Katalog 5.0 padadasarnya merupakan bagian dari *e-purchasing*, namun lebih kepada basis *website* yang digunakan dalam skema *e-purchasing*. Pada aplikasi atau *website* E-Katalog 5.0 mencantumkan harga dan spesifikasi teknis suatu barang/jasa berdasarkan pada kontrak payung antara Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah (LKPP) dan Penyedia Barang/Jasa. E-Katalog 5.0 sebagai dasar bagi Kementerian/Lembaga/Satuan Kerja Perangkat Daerah/Institusi (K/L/D/I) melakukan pemesanan barang/jasa melalui *e-purchasing* (Yosie Malinda et al, 2018). Kelebihan dari penggunaan E-Katalog 5.0 sebagai media pengadaan barang/jasa pemerintah

adalah pengguna dan penyedia jasa dapat secara efisien melakukan transaksi pengadaan barang/jasa dengan item, spesifikasi teknis, harga, dan lampiran keterangan pelengkap item tersebut secara terbuka, transparan, dan akuntabel. Hal ini juga dapat meminimalisir terjadinya tindakan kecurangan (*fraudulent*) dan penipuan dalam proses pengadaan barang/jasa pemerintah. Dari segi efektifitas dalam masa pelaksanaan memiliki tingkat efisiensi waktu, biaya, dan keamanan yang lebih baik dibandingkan pengadaan barang/jasa pemerintah yang menggunakan skema tender umum/terbuka, sehingga memudahkan pihak auditor dalam hal melakukan pemeriksaan saat proses pengadaan barang/jasa pemerintah.

Studi Fitri Diani dan Fauzi Arif Lubis di tahun 2022 tentang “Analisis Implementasi E-Katalog Terhadap Perkembangan UMKM di Kota Medan dalam Mendukung Kemajuan Ekonomi Syariah” menyatakan bahwa E-Katalog memberikan manfaat berupa kecepatan akses, penghematan waktu, cakupan pasar yang lebih luas, keamanan data dan mendukung *Green Action* di lingkungan Kementerian/Lembaga/Perangkat Daerah. Namun, skema pengadaan barang/jasa pemerintah melalui E-Katalog masih terbilang baru dan banyak pengguna dan penyedia jasa yang kesulitan beradaptasi dan lebih memilih tata cara konvensional menggunakan tender umum. Penyedia jasa mempunyai kewajiban untuk melakukan pendaftaran etalase pada E-Katalog 5.0 terlebih dahulu untuk item-item pekerjaan dan belum dilakukan standarisasi terhadap paket pekerjaan kontraktual bidang tertentu.

## Preservasi Jalan Keliling Pulau Tidore (Menunjang Sail Tidore)

Paket Preservasi Jalan Keliling Pulau Tidore berfokus pada penanganan 5 buah *output* pekerjaan untuk menunjang beautifikasi trotoar jalan dan rehabilitasi jalan dan jembatan di kawasan penyelenggaraan Kegiatan *Sail Tidore* 2022 dengan total pagu pengadaan sebesar

Rp. 20.694.460.000,-. Diharapkan pada akhir November tahun 2022 pekerjaan ini dapat selesai sehingga dapat menukseskan penyelenggaraan Kegiatan *Sail Tidore* 2022 dan meningkatkan kemantapan jalan dan jembatan pada ruas jalan nasional di Pulau Tidore dari semula sebesar 93,95% menjadi 98,23% dengan kenaikan sebesar 4,28%. Satker PJN II Malut menilai bahwa dengan *output* yang didominasi oleh pekerjaan beautifikasi trotoar bahu jalan merupakan kesempatan bagus untuk memanfaatkan peran serta Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Provinsi Maluku Utara dalam meningkatkan perekonomian pasca pandemi Covid-19.

## Perbandingan dari Sisi Efektifitas Nilai dan Waktu Pelaksanaan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah

Pada TA 2022, Ditjen Bina Marga mengadopsi skema pengadaan tender umum dan *e-purchasing* untuk banyak Paket Preservasi Jalan dan Jembatan. *E-purchasing* digunakan untuk percepatan pengadaan, pemanfaatan produk dalam negeri, dan optimalisasi peran UMKM dalam pengadaan pekerjaan berupa barang dan pekerjaan kompleks/non-kompleks.

### A. Perbandingan Skema Tender Umum dan *E-purchasing* pada Paket Preservasi Jalan dan Jembatan di 4 BPJN

Studi perbandingan waktu pengadaan barang/jasa untuk paket preservasi jalan dan jembatan dengan jenis kontrak tahunan (regular) dengan menggunakan skema tender umum dan *e-purchasing* pada 4 Balai Pelaksanaan Jalan Nasional di Indonesia yaitu BPJN Maluku Utara, BPJN Merauke, BPJN Sulawesi Tenggara, dan BPJN Nusa Tenggara Timur telah dilakukan. Hasil rincian paket pekerjaan, nilai terkontrak, dan waktu pengadaan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

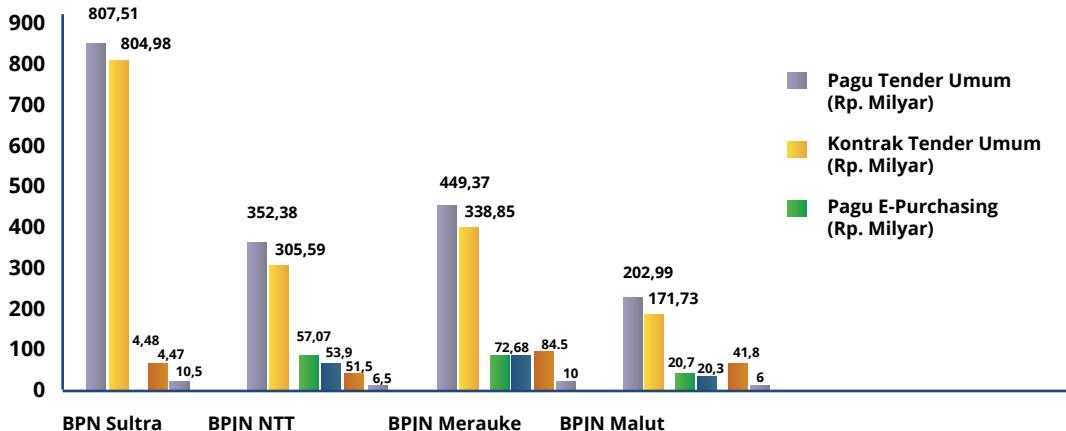
**Tabel 1.** Waktu Pengadaan dan Nilai Kontrak untuk Pekerjaan Preservasi Jalan dan Jembatan pada 4 BPJN dengan Skema Tender Umum dan E-Purchasing

UPT	Jml. Paket	Jenis Pengadaan	Pagu (Rp.M)	Kontrak (Rp.M)	$\Sigma$ Kontrak thd Pagu (%)	$\Sigma$ Masa Pengadaan (HK)
BPJN Sultra	15	Tender Umum	867,51	804,98	92,54	77
BPJN NTT	24	Tender Umum	352,38	305,59	90,33	51,5
BPJN Merauke	7	Tender Umum	449,37	388,85	89,47	84,5
BPJN Malut	8	Tender Umum	202,99	171,73	86,54	41,8
BPJN Sultra	4	E-Purchasing	4,48	4,47	99,83	10,5
BPJN NTT	11	E-Purchasing	57,07	53,90	91,77	6,5
BPJN Merauke	3	E-Purchasing	72,68	72,68	100,00	10
BPJN Malut	1	E-Purchasing	20.7	20,03	96,80	6
Total	54	Tender Umum	<b>1.872,5</b>	<b>1.671,15</b>	<b>90,27</b>	<b>61,4</b>
Total	19	E-Purchasing	<b>154,93</b>	<b>151,08</b>	<b>95,03</b>	<b>8,3</b>

**Sumber:** Website Integrated e-Monitoring PUPR (2022)

Diperoleh data bahwa dari sampel 4 BPJN di Indonesia, terdapat 54 paket Preservasi Jalan dan Jembatan menggunakan *Single Year Contract* (SYC) yang dilaksanakan dengan skema tender umum dan 19 paket yang dilaksanakan dengan skema *e-purchasing*. Skema pengadaan melalui tender umum waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pengadaan paling cepat terdapat pada BPJN Malut yaitu selama 41,8 hari kalender, sedangkan pada BPJN Merauke yaitu selama 84,5 hari kalender. Perbedaan waktu pengadaan melalui tender umum tersebut diakibatkan karena waktu evaluasi administrasi, teknis, dan harga yang cukup dinamis dan sangat bergantung pada Pokja Pemilihan, kompleksitas pekerjaan, besar pagu pengadaan, jenis kontrak dan jumlah peserta yang ikut dalam kompetisi tersebut.

Pada **Gambar 1** diperoleh data perbedaan waktu yang cukup signifikan antara paket pekerjaan yang dilaksanakan melalui skema *e-purchasing* dengan rata-rata waktu pengadaan tersingkat selama 6 hari kalender pada BPJN Malut dan waktu rata-rata terlama pada BPJN Sultra yaitu selama 10,5 hari kalender. Perbedaan rata-rata waktu pengadaan antara tender umum dan *e-purchasing* pada 4 BPJN disebabkan karena dalam tender umum peserta yang mengajukan dokumen penawaran dapat lebih dari 1 penyedia jasa, sedangkan dalam skema *e-purchasing* PPK/PP dapat langsung memilih penyedia jasa yang sudah menayangkan item pekerjaan terkait di dalam aplikasi E-Katalog 5.0. Perbedaan waktu rata-rata pengadaan dengan skema *e-purchasing* antara 4 BPJN disebabkan oleh faktor yaitu kesiapan etalase pekerjaan dan lamanya waktu negosiasi yang dilakukan antara PPK/PP dengan penyedia jasa terdaftar.



**Gambar 1.** Diagram Waktu Pengadaan, Nilai dan Nilai Kontrak Preservasi Jalan dan Jembatan di 4 BPJN dengan Skema Tender Umum dan E-Purchasing

Paket pekerjaan melalui skema tender umum menyisakan anggaran dari pagu pengadaan dengan persentase rata-rata sisa anggaran terkecil terdapat pada BPJN Sultra yaitu sebesar 7,46% dan terbesar terdapat pada BPJN Malut yaitu sebesar 13,46% dengan persentase rata-rata total 4 BPJN dari 54 paket yaitu 9,73%. Sedangkan untuk paket pekerjaan dengan skema *e-purchasing*, persentase rata-rata sisa anggaran terkecil terdapat pada BPJN Merauke yaitu sebesar 0,00% dan terbesar hanya sebesar 8,23% yang terdapat pada BPJN NTT dengan persentase rata-rata total 4 BPJN dari 19 paket yaitu sebesar 4,97%.

Data menunjukkan efisiensi anggaran lebih optimal pada skema tender umum daripada *e-purchasing* karena perbedaan nilai kontraktual dan pagu semakin besar. Pemanfaatan sisa dana pada paket tender umum dapat digunakan kembali untuk SHT dan kegiatan baru. *E-purchasing* memiliki efisiensi anggaran yang lebih kecil, sulit dimanfaatkan kembali. *E-purchasing* lebih efektif di pertengahan/akhir tahun anggaran karena tidak memerlukan revisi pemanfaatan sisa dana. Tender umum cocok untuk awal tahun karena sisa anggaran dapat dialokasikan untuk kegiatan baru, adendum, dan paket arahan.

## B. Perbandingan Skema Tender Umum dan *E-purchasing* pada 8 Paket Pemanfaatan Sisa Hasil Tender

Berdasarkan Surat Direktur Jenderal Bina Marga Nomor: PBo201-Db/1168 tanggal 5 September 2022 perihal Persetujuan Prinsip Pelaksanaan Pengadaan Tender/Seleksi Mendahului Revisi DIPA Paket-Paket Kontrak Tahun Tunggal (SYC) Paket Baru Arahan Pimpinan dari Pemanfaatan Sisa Lelang, terdapat 8 paket pekerjaan kontraktual yang diberikan izin prinsip pelaksanaan pengadaan mendahului revisi DIPA. 5 paket pekerjaan dilaksanakan secara Tender/Pengadaan barang, 1 paket pekerjaan perencanaan dilakukan secara Seleksi, dan 2 paket pekerjaan dilaksanakan secara *e-purchasing* menggunakan E-Katalog 5.0. Pelaksanaan pengadaan dan nilai kontrak terkoreksi pada 8 paket pekerjaan tersebut terlihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Paket Pekerjaan Kontraktual dengan Izin Prinsip Pengadaan Mendahului Revisi DIPA

Skema	Paket Pekerjaan	Pagu (Rp.M)	Nilai Kontrak (Rp. M)	Kontrak thd Pagu (%)	Masa Pengadaan (HK)	Ket
Tender	Beautifikasi Jalan Balige By Pass	16,5	-	0,00	-	MYC 2023
Seleksi	Perencanaan Pembangunan Simpang Susun Gatot Subroto (Medan)	2,35	-	0,00	57	Seleksi Gagal
Tender	Pengolahan SIR-20 menjadi Aspal Karet	46,18	44,9	97,28	35	-
Tender	Pengaspalan Pelatihan Bina Konstruksi Di Kawasan Gudang Citeureup	10,57	8,67	82,01	42	-
Tender	Pembangunan Jembatan Gantung Poltek PU, cs.	9,02	-	0,00	-	MYC 2023
Tender	Penanganan Bencana Jembatan Waiburak	9,57	9,2	96,35	26	-
E-Purchasing	Paket Penanganan Bencana Ruas Jalan – Baniona – Walerang – Sagu	34,14	-	0,00	-	Pembuatan paket Okt 2022
E-Purchasing	Preservasi Ruas Jalan Keliling Pulau Tidore (Menunjang Sail Tidore)	20,7	20,03	96,80	6	-

**Sumber:** Website Integrated e-Monitoring PUPR (2022)

Paket Pekerjaan kontraktual dengan skema tender umum menghabiskan waktu pelaksanaan pengadaan paling cepat selama 26 hari kalender dan paling lama selama 42 hari kalender dengan rata-rata waktu pengadaan selama 21,5 hari kalender. Skema *e-purchasing* memiliki masa pelaksanaan pengadaan lebih singkat dengan waktu tercepat yaitu 6 hari kalender. Pengadaan melalui skema *e-purchasing* dapat dilaksanakan secara singkat dengan catatan bahwa semua *item* pekerjaan pada etalase yang dibutuhkan telah tersedia. Secara efektifitas penyerapan anggaran dengan menggunakan skema tender diperoleh sisa anggaran yang paling sedikit dengan persentase

kontrak terhadap pagu sebesar 97,28% sehingga memiliki sisa anggaran sebesar 2,72% pada Paket Pengolahan SIR-20 menjadi Aspal Karet dan paling banyak dengan persentase kontrak terhadap pagu sebesar 82,01% sehingga memiliki sisa anggaran sebesar 17,99% dari total pagu pengadaan pada Paket Pengaspalan Pelatihan Bina Konstruksi di Citeureup. Sedangkan untuk paket pekerjaan kontraktual melalui skema *e-purchasing* memiliki sisa dana dari hasil pengadaan dengan persentase terhadap kontrak sebesar 96,80% sehingga memiliki sisa anggaran sebesar 3,2% pada Paket Preservasi Ruas Jalan Keliling Pulau Tidore (Menunjang Sail Tidore).

## E-Catalogue untuk Optimalisasi Preservasi Jalan dan Jembatan pada Akhir Tahun

Pemanfaatan SHT untuk mengakomodir kegiatan baru yang muncul pada pertengahan/penghujung tahun anggaran berjalan menghadirkan beberapa keputusan. Penggunaan skema tender umum dinilai efektif untuk digunakan pada awal tahun anggaran, karena masa pelaksanaan pekerjaan terbilang cukup hingga akhir tahun anggaran dan hal tersebut dapat memberikan ruang untuk penggunaan sisa anggaran hasil pengadaan baik untuk usulan paket-paket baru maupun pemanfaatan adendum 10% pada paket terkontrak. Skema *e-purchasing* optimal untuk pemanfaatan SHT dengan revisi DIPA di tengah/akhir tahun anggaran. E-purchasing menghemat waktu pengadaan dan perlu dukungan kebijakan untuk paket kontraktual pada pertengahan/tengah tahun sehingga waktu pelaksanaan pekerjaan fisik lebih optimal. Kebijakan (*policy*) diperlukan untuk mendukung penggunaan skema *e-purchasing* pada paket kontraktual yang anggarannya tersedia pada pertengahan/penghujung tahun.



Gambar 2. Foto Pelaksanaan Paket Preservasi Jalan Keliling Pulau Tidore (Menunjang Sail Tidore)

Skema *e-purchasing* cocok untuk Paket Pekerjaan Preservasi Jalan Keliling Pulau Tidore dengan waktu pelaksanaan yang singkat dan nilai sisa anggaran yang tidak banyak. *E-purchasing* juga efektif untuk paket kontraktual lain dengan pagu besar dan waktu pelaksanaan sempit. Penggunaan *e-purchasing* di akhir tahun memungkinkan optimalisasi sisa anggaran. Kebijakan diperlukan untuk memastikan efektifitas dalam pemanfaatan sisa anggaran dan penyerapan anggaran. Namun masih diperlukan sosialisasi berkala kepada unit organisasi terkait pemanfaatan E-Katalog 5.0 dan pemutakhiran etalase pada aplikasi tersebut.

# NAGREG: JALUR MUDIK LEGENDARIS MASYARAKAT JAWA BARAT

Oleh: Uman Sumantri & Yogi Sutana  
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan



Sumber : *Nederland Instituut Voor Militaire Histirie Belanda*

Mayoritas masyarakat Jawa Barat tentu sudah tidak asing lagi dengan satu kawasan Jalur Nagreg yang terletak di Kabupaten Bandung. Jalur Nagreg adalah jalur lintas yang berbatasan dengan wilayah Garut dan selalu dipastikan ramai setiap momen menjelang mudik lebaran atau di hari-hari biasa pengendara kendaraan roda empat maupun roda dua.

Sejak zaman dahulu, Jalur Nagreg telah dianggap jalan yang strategis menghubungkan berbagai kota di Priangan Timur, seperti Garut, Tasikmalaya, dan Ciamis.

Diceritakan bahwa pada masa Pemerintahan Hindia Belanda, warga asing sangat menyukai wilayah ini. Ruas jalan atau simpang Jalur Nagreg pertama kali dibangun pada tahun 1808. Sejak saat itu, Jalur Nagreg memiliki dua simpang lajur yang sangat terkenal. dengan ciri khas pohon besar yang berada di bagian tengahnya. Simpang sebelah kanan mengarah ke Garut kota, sedangkan yang sebelah kiri menuju Limbangan Garut dan melanjutkan ke Tasikmalaya serta daerah sekitarnya.

Sejak pertama kali diresmikan, Jalur Nagreg telah memiliki daya tarik yang begitu sangat kuat dan melekat bagi masyarakat Jawa Barat. Jalur melintasi daerah perbukitan, yang menawarkan indah hutan, menarik minat beberapa warga asing, termasuk orang Belanda, yang menyukai keindahan Kawasan hutan tersebut. Sebelum pada tahun 1933, Jalur Nagreg masih sangat sempit dan kerap dilewati oleh para penunggang kuda dari Garut ke Bandung maupun sebaliknya. Tekstur jalannya masih berupa tanah dan pasir, serta kontur tanahnya yang bergelombang karena belum tersentuh aspal sama sekali. Adanya perkembangan transportasi mobil, lokasi tersebut

diperlebar dan diperbaiki, hingga dapat dilalui dengan layak sebagaimana mestinya jalan-jalan pada umumnya.

Jalur Nagreg identik dengan banyaknya pepohonan kelapa yang memanjang di sekitaran pinggir jalan kawasan tersebut. Saat ini keberadaannya hanya tinggal beberapa pohon saja karena imbas dari pelebaran jalan. Jalur Nagreg tentunya masih menjadi yang terfavorit untuk masyarakat yang hendak melaksanakan kegiatan mudik dan arus balik lebaran. Kondisi tersebut menjadikan salah satu pusatnya kemacetan yang signifikan hingga puluhan kilometer.



Sumber:<https://www.google.com/search?q=foto+kemacetan+nagreg>

Kondisi tersebut sudah terbiasa bagi warga masyarakat Jawa Barat saat melintasi Jalur Nagreg menjelang lebaran Idul Fitri. Walaupun dengan padatnya volume kendaraan yang hilir mudik di Jalur Nagreg, kemacetan Jalur Mudik Nagreg tidak menghalangi para pemudik melaksanakan hari lebaran bersama keluarga di kampung halaman. Pada tahun 2023 kepadatan kendaraan juga masih dapat di jumpai paska hari lebaran Idul Fitri (H+2). Jalur Nagreg, masih didominasi kendaraan ke arah timur yakni Garut dan Tasikmalaya sebagai tujuan utama para pemudik.

Tidak hanya itu sebagai jalur mudik. Kawasan Nagreg menjadi lintasan perjalanan balik mudik Lebaran Idul Fitri bagi kendaraan yang menuju Kota Bandung. Selama masa perjalanan balik mudik Lebaran Idul Fitri 2023 di kawasan Nagreg relatif masih lancar tidak terkendala dengan padatnya kendaraan.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menyiapkan posko PUPR Siaga Sapta Taruna Mudik Aman Berkesan 2023 di beberapa

titik lokasi strategis jalur mudik lintas tengah Jawa Barat yang terletak diantaranya

1. Posko PUPR Siaga Sapta Taruna PPK 4.1 Cibiru
2. Posko PUPR Siaga Sapta Taruna PPK 4.2 Cileunyi
3. Posko PUPR Siaga Sapta Taruna PPK 4.4 Tasik

Fasilitas Posko PUPR Siaga Sapta Taruna 2023 dilengkapi dengan kamera CCTV, toilet portable, alat berat, mushola, alat P3K, tangki air bersih, dan alat pematad kerusakan jalan. Perlengkapan tersebut disediakan untuk mengantisipasi adanya hal-hal yang tidak di inginkan seperti longsor, kerusakan jalan atau terjadinya kecelakaan lalu lintas. Petugas Posko PUPR Siaga Sapta Taruna Mudik Aman Berkesan 2023 bertugas secara bergantian siang dan malam sesuai dengan aturan yang ditentukan oleh para masing-masing PPK.



Sumber Foto: Redaksi

Sumber Foto: Redaksi

Jalur mudik Nagreg menghubungkan Kota Bandung hingga Kabupaten Garut dan melalui beberapa daerah seperti Nagreg, Pameungpeuk, Cilengkrang, dan Cilawu. Selain menjadi akses bagi para pemudik menuju Priangan Timur, seperti Tasikmalaya, Ciamis, dan sekitarnya. Terdapat juga destinasi wisata menarik disekitarnya. Misalnya, Curug Malela di Cisurupan, Garut

yang menawarkan pemandangan air terjun yang memukau dan kawah Gunung Papandayan di Kecamatan Cisurupan, Garut, yang menyajikan pemandangan alam yang spektakuler. Selama perjalanan disarankan persediaan cukup makanan dan minuman karena minimnya tempat pembelian disepanjang Jalur Nagreg. Perlengkapan seperti jaket, payung, dan obat-obatan pribadi juga perlu di bawa untuk menghadapi kemungkinan cuaca buruk atau masalah kesehatan yang mungkin terjadi.

Meskipun jalur ini memiliki menantang, pemandangan yang mempesona menemani perjalanan. Perbukitan hijau, persawahan yang luas di sekitar jalan, serta udara segar dan suara alam yang memanjakan para pemudik.

Ada beberapa tips lain yang dapat membantu para pemudik dalam melakukan perjalanan melalui jalur mudik Nagreg, di antaranya adalah:

### **1. Mengatur kecepatan dan jarak aman**

Dalam berkendara, sebaiknya para pemudik mengatur kecepatan kendaraan dan menjaga jarak aman dengan kendaraan di depannya. Hal ini dapat membantu para pemudik dalam menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan lalu lintas.

### **2. Mematuhi peraturan lalu lintas**

Para pemudik juga sebaiknya mematuhi peraturan lalu lintas yang berlaku, seperti tidak melebihi batas kecepatan yang diizinkan, menggunakan sabuk pengaman, dan tidak mengemudi dalam keadaan mabuk atau lelah.

### **3. Membawa persediaan makanan dan minuman**

Sebaiknya para pemudik juga membawa persediaan makanan dan minuman yang cukup, terutama jika melakukan perjalanan dalam waktu yang lama. Hal ini dapat membantu para pemudik dalam menjaga kesehatan dan stamina selama perjalanan.

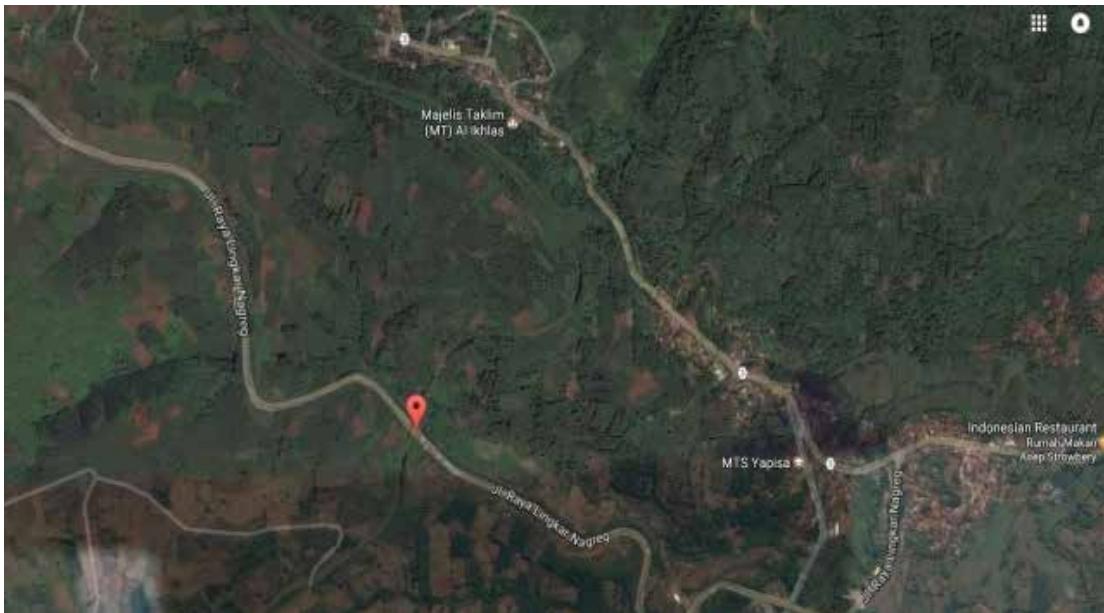
### **4. Menghindari tempat-tempat yang rawan kejahatan**

Para pemudik juga sebaiknya menghindari tempat-tempat yang rawan kejahatan, seperti tempat yang sepi atau tidak terlalu banyak pengunjung. Jangan lupa juga untuk mengunci kendaraan dengan baik dan tidak meninggalkan barang berharga di dalam kendaraan.

### **5. Istirahat yang cukup**

Para pemudik sebaiknya juga mengatur jadwal perjalanan dengan baik dan mengambil waktu istirahat yang cukup. Hal ini dapat membantu para pemudik dalam menjaga konsentrasi dan stamina selama perjalanan.

Jalur mudik Cileunyi-Nagreg memiliki kontur berkelok-kelok dan terdapat beberapa turunan tajam apabila pengendara tidak mengetahui medan tersebut dan kurang berhati-hati, maka pengendara bisa mengalami kecelakaan yang fatal.



Peta Jalur Nagreg (Foto: Google Maps)

Jalur Nagreg terkenal dengan medannya sangat curam dan tanjakan yang sangat terjal. Sebagai hasilnya, beberapa termasuk bus, truk besar kadang mengalami kesulitan saat menanjak di Jalan Cagak Nagreg, yang dapat menyebabkan kecelakaan, selain itu, sering terjadi antrian panjang kendaraan yang mengakibatkan kemacetan serius dengan jumlah kendaraan mencapai sekitar 5.000 hingga 8.000 per jam selama musim mudik lebaran. Akibatnya, kendaraan yang melewati Jalan Cagak Nagreg pasti akan terjebak dalam kemacetan yang membuat pengemudi merasa frustrasi.

## Membangun Solusi Terhadap Kemacetan: Jalan Tol Cigatas

Salah satu proyek terkemuka yang telah mencuri perhatian adalah pembangunan Jalan Tol Cigatas, yang menghubungkan Cileunyi, Garut, dan Tasikmalaya di wilayah selatan Jawa Barat.

Proyek ini diharapkan menjadi solusi nyata terhadap kemacetan yang parah, terutama selama musim arus mudik yang menjadi momok bagi para pengendara.

Kemacetan yang semakin memburuk di Jalur Nagreg, yang sering menjadi titik rawan, telah menjadi kekhawatiran utama bagi masyarakat setempat. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah pusat telah merespons dengan rencana ambisius untuk membangun Jalan Tol Cigatas. Diharapkan bahwa dengan adanya jalan tol ini, volume kendaraan di jalur selatan, terutama di Jalan Raya Nagreg, akan mengalami penurunan signifikan.

Hal ini diharapkan akan membantu mengurangi kemacetan dan membuat lalu lintas menjadi lebih lancar. Selain itu, rencana ini juga akan membawa perubahan signifikan dalam penataan Jalur Nagreg, mengubahnya dari jalur yang sering kali penuh kemacetan menjadi jalur yang lebih tertata dan efisien.

Proyek pembangunan Jalan Tol Cigatas bukan hanya tentang mengatasi kemacetan. Ini juga merupakan investasi besar dalam perkembangan infrastruktur di wilayah selatan Jawa Barat, yang akan membuka pintu bagi pertumbuhan ekonomi yang lebih besar.

Selain itu, proyek ini menciptakan lapangan kerja selama fase konstruksi, memberikan manfaat ekonomi langsung bagi masyarakat sekitar. Dengan komitmen pemerintah pusat dan dukungan masyarakat, proyek Jalan Tol Cigatas memiliki potensi besar untuk menjadi salah satu jalan tol paling penting dan bermanfaat di Indonesia, menjadikan mobilitas yang lebih lancar dan mendukung pertumbuhan ekonomi di wilayah ini.

## Pembangunan Tol Cigatas Akankah Merubah Wajah Nagreg Saat Ini

Pembangunan jalan tol lintas selatan Jawa Barat adalah pembangunan yang menghubungkan Cileunyi, Garut, dan Tasikmalaya (Cigatas) akan menjadi solusi mengatasi kemacetan, terutama pada saat arus mudik terjadi yang tidak dapat dihindari.

Solusinya tol Cileunyi-Garut-Tasikmalaya (Cigatas) yang akan dibangun oleh pemerintah pusat untuk mengurai kemacetan terutama di Jalur Nagreg yang menjadi langganan dari kemacetan di Priangan timur.

Tentunya dengan adanya Tol Cigatas diharapkan volume kendaraan di jalur selatan khususnya Jalur Raya Nagreg mengalami penurunan serta lalu lintas terlihat akan menjadi lebih lancar. Jalur Nagreg akan lebih tertata dengan baik, setidaknya akan merubah wajah Jalur Nagreg dari tadinya penuh dengan kemacetan menjadi akan lebih lancar.

Pembangunan ini bukan hanya solusi untuk arus mudik yang padat, tetapi juga merupakan tonggak penting dalam pengembangan infrastruktur di Jawa Barat.

Pembangunan Jalan Tol Cigatas adalah salah satu proyek infrastruktur paling ambisius di Indonesia. Meskipun masih banyak tantangan yang harus diatasi, termasuk dampak lingkungan dan masalah pendanaan, pembangunan jalan tol ini memiliki potensi untuk memberikan manfaat ekonomi dan sosial yang signifikan bagi masyarakat Indonesia.

Dengan komitmen yang kuat dari pemerintah dan dukungan masyarakat, kita mungkin akan melihat Jalan Tol Cigatas menjadi salah satu jalan tol terpenting di Indonesia dalam waktu dekat. Selain mengatasi kemacetan, proyek ini juga akan membuka peluang ekonomi baru dan mengubah lanskap transportasi di wilayah selatan Jawa Barat.



© Bambang Ismanto dan Riko Dwiputra | Lokasi : Jalur Tol Tanjung Mulia Medan

# Limbah Industri untuk Menyambung Kesatuan Negeri

Oleh : Iwan Susanto

Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Tengah

Indonesia terus berupaya mengembangkan sektor industri untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi nasional melalui penyerapan tenaga kerja dan pendapatan negara. Namun selain menyerap tenaga kerja dan menambah devisa negara, sektor industri ternyata menghasilkan limbah dengan deposit yang sangat melimpah dalam proses produksinya.

Limbah tersebut akan memberikan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik . Sektor industri memerlukan teknologi material berkelanjutan atau teknologi maju untuk mengubah limbah menjadi sumber daya sebagai upaya penyerapan limbah secara masif dan aman untuk mengurangi beban pengelolaan limbah. Sayangnya, keberadaan limbah industri ini berbanding terbalik dengan ketersediaan agregat sebagai bahan konstruksi jalan. Sumber agregat untuk pembangunan jalan semakin langka dan kualitasnya rendah. Seperti di beberapa daerah di Pulau Sulawesi, Papua, dan Kalimantan kebutuhan material bahan jalan didatangkan dari luar daerah sehingga Terjadi penambahan biaya dan waktu penggeraan.

Faktor kelangkaan material jalan menjadi faktor utama adanya keterlambatan pekerjaan pembangunan jalan salah satunya di jalan raya Kota Kupang. Hal ini menjadi permasalahan dalam pembangunan jalan untuk menyambung kesatuan negeri.

Salah satu upaya dalam menangani kedua permasalahan tersebut dengan memanfaatkan limbah industri sebagai material jalan yang aman memenuhi spesifikasi, mudah dikerjakan,

dan ekonomis. Limbah industri dengan deposit melimpah diantaranya adalah slag, abu batubara, dan tailing.

Limbah slag merupakan salah satu limbah yang diperoleh dari industri peleburan bijih logam seperti bijih nikel, bijih besi, dan bijih baja. Limbah slag diperoleh setelah bijih dilebur dan diambil jenis logam tertentu, sehingga logam yang tidak diambil menjadi ampas atau slag. Deposit limbah slag sangat melimpah, yaitu mencapai lebih dari 1,5 juta ton pertahun. Bentuk fisik limbah slag menyerupai batu alam serta ukuran dapat diatur sesuai kebutuhan.

Limbah abu batubara atau *fly ash bottom ash* (FABA) juga merupakan limbah industri, yang diperoleh dari pembakaran batubara sebagai sumber energi pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Deposit limbah FABA pada tahun 2021 mencapai lebih dari 7,5 juta ton dan akan terus meningkat seiring dengan program penyediaan listrik di Indonesia. Bentuk fisik limbah *fly ash* berupa butiran halus seperti semen, sementara *bottom ash* menyerupai pasir. Sementara tailing merupakan limbah buangan hasil hancuran batuan yang diendapkan dalam proses pemisahan biji emas dan tembaga pada industri pertambangan.

Volume limbah tailing yang dihasilkan terus meningkat, pada tahun 2020 limbah tersebut mencapai rata-rata ±200.000 m<sup>3</sup>/hari dan secara fisik, bentuk limbah tailing menyerupai pasir.

Limbah slag, abu batubara, dan tailing berpotensi untuk dimanfaatkan dalam proyek jalan dengan penyerapan yang tinggi, dan memberikan manfaat dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan dan beban biaya pengelolaan.

Tulisan ini selanjutnya akan menguraikan inovasi pemanfaatan limbah berdasarkan kelayakan teknis, analisis dari aspek biaya, serta analisis efektifitas penerapan lapangan terhadap pemanfaatan limbah slag, batu batubara, dan tailing sebagai bahan konstruksi jalan.



## Limbah Slag

Pengelolaan limbah slag awalnya menggunakan sistem pendinginan air untuk memperoleh slag dengan bentuk fisik *rounded* (bulat) dan halus. Bentuk fisik tersebut akan memberikan *interlocking* antar agregat yang rendah sehingga akan memberikan kekuatan daya dukung yang lemah. Inovasi dilakukan dengan pendinginan udara yang menghasilkan slag *cubical*, kasar, dan dapat disesuaikan ukurannya sesuai kebutuhan.



**Gambar 1.** Slag hasil pendinginan air (a) dan pendinginan udara (b)

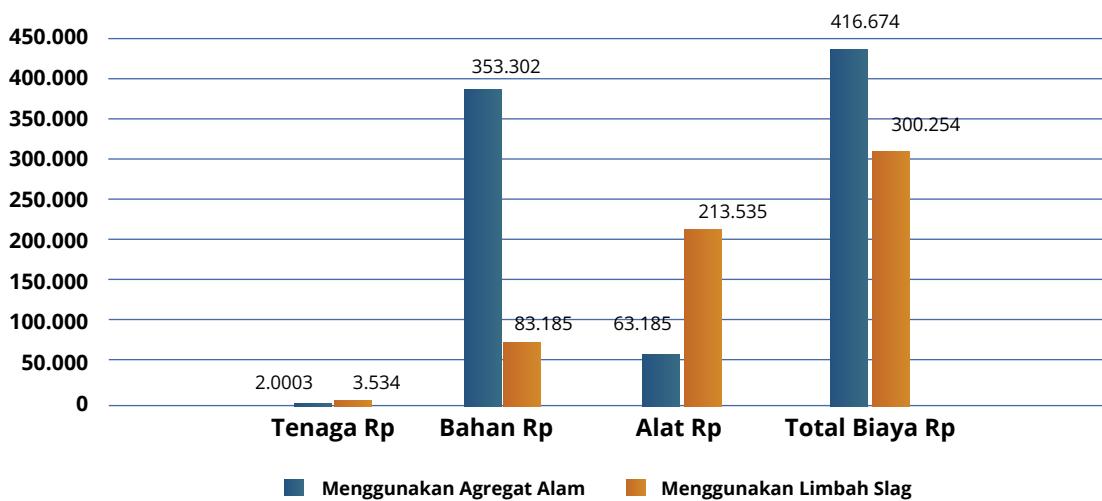
Kajian kelayakan slag dengan pengelolaan pendinginan udara, mengkaji agregat pada lapis fondasi dengan menggunakan slag besi dari PT Krakatau Posco. Pengujian laboratorium yang dilakukan adalah pengujian mutu sifat fisik dan sifat campuran. Hasil pengujian dibandingkan dengan Persyaratan Lapis Fondasi Kelas A Spesifikasi Umum Bina Marga, sesuai dengan Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Mutu Slag untuk Bahan Lapis Fondasi

Pengujian	Hasil Pengujian	Persyaratan	Keterangan
Abrasi	12	Min 40	Memenuhi
Batas Cair, %	NP	Maks 25	Memenuhi
Indek Plastis, %	NP	Maks 6	Memenuhi
Berat Jenis	3,24	-	-
Gumpalan Lempung, %	0,01	Maks 5	Memenuhi
Analisa Saringan, % lolos			
Lolos # 2" (50 mm)	100	-	-
Lolos #1,5" (37,5mm)	100	100	Memenuhi
Lolos #3/4" (19mm)	91	-	-
Lolos #3/8" (9,5mm)	68	44,58	Tidak
Lolos no.4 (4,25mm)	54	22,44	Tidak
Lolos no. 30 (0,6mm)	14	-	-
Lolos no.200 (0,075mm)	1,8	2-8	Memenuhi
Kadar air optimum, %	8,5	-	-
Kepadatan kering maksimum, t/m <sup>3</sup>	2,45	-	-
CBR, %	117	Min 90	Memenuhi
Pengembangan, %	0	Maks 0,5	Memenuhi

Hasil pengujian sifat fisik menunjukkan persyaratan *slag* memenuhi sebagai bahan lapis fondasi jalan. Pada item analisa saringan, ukuran butir pada saringan lolos ukuran 9,5mm dan 4,25mm tidak sesuai dengan amplop gradasi lapis fondasi kelas A, namun secara kekuatan bahan dan campuran, *slag* sangat ideal untuk bahan lapis fondasi. Hal ini berarti secara teknis limbah *slag* dapat menggantikan agregat alam untuk bahan lapis fondasi jalan.

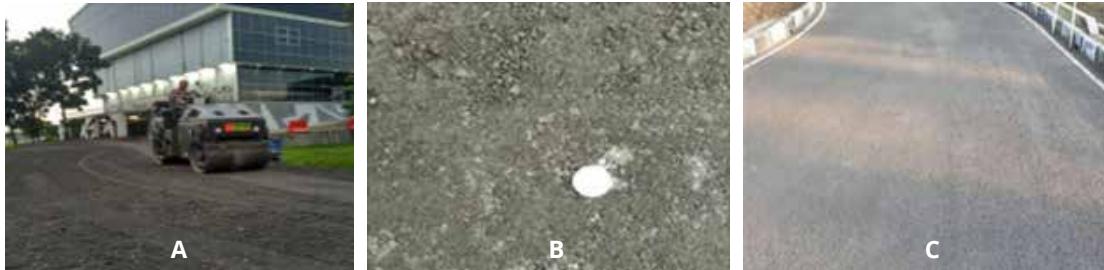
Kesuksesan kajian teknis tersebut, menjadi dasar terhadap terbitnya peraturan pemanfaatan *slag* sebagai bahan lapis fondasi jalan, yaitu SNI 8378:2017. Analisis biaya dilakukan dengan menghitung harga satuan pekerjaan lapis fondasi jalan baik menggunakan *slag* maupun batu alam. Perbandingan analisa harga satuan antara lapis fondasi *slag* dengan lapis fondasi batu alam adalah sesuai dengan Gambar 2.



**Gambar 2.** Perbandingan biaya lapis fondasi *slag* nikel dengan agregat alam

Analisis biaya pada Gambar 2 dengan harga satuan Provinsi Jawa Barat tahun 2021, menunjukkan bahwa lapis fondasi dengan *slag* lebih ekonomis 27,94% dibandingkan lapis fondasi dengan agregat alam. Pada item penggunaan alat, harga lapis fondasi dengan *slag* lebih tinggi, karena nilai berat jenis yang tinggi dan sifat keras dengan abrasi rendah, sehingga proses pengangkutan dan pemasangan membutuhkan waktu yang lebih dari agregat alam. Namun pada item harga bahan, limbah *slag* jauh lebih ekonomis bila dibandingkan dengan agregat alam, sehingga secara total biaya lapis fondasi dengan *slag* lebih rendah.

Uji coba lapis fondasi dengan *slag* dilakukan pada tahun 2018 di jalan lingkar kantor Bina Teknik Jalan dan Jembatan. Proses pencampuran, penghamparan, dan pemasangan dapat dilakukan seperti pelaksanaan dengan agregat alam. Mutu pekerjaan pada saat penerapan berupa uji kepadatan dan ketebalan dapat tercapai. Kinerja lapis fondasi dengan *slag* dipantau setiap tahun dengan monitoring visual. Pada tahun 2021, kondisi perkerasan jalan di lokasi uji coba dalam keadaan baik terbukti dengan tidak ditemukan kerusakan seperti retak, amblas, lubang, serta kerusakan lain.



**Gambar 3.** Proses pemasatan (a), kondisi setelah pemasatan (b), dan kondisi terkini (c) lapis fondasi slag

## Limbah Abu Batubara

Inovasi pemanfaatan limbah abu batubara juga dapat menjadi alternatif untuk bahan jalan. Sifat kimia abu batubara yang mirip dengan komponen semen meningkatkan ikatan yang mudah dibentuk dan memberikan kekuatan dalam campuran *fly ash*, *bottom ash*, dan semen untuk lapis fondasi

jalan dengan fokus pada *Unconfined Compression Strength* (UCS). Limbah abu batubara yang digunakan dalam kajian ini berasal dari PLTU Labuan Angin, Sumatera Utara. Hasil pengujian sifat fisik dan campuran dengan limbah FABA sebagai lapis fondasi jalan adalah seperti pada Tabel 2

**Tabel 2.** Sifat fisik limbah abu batubara

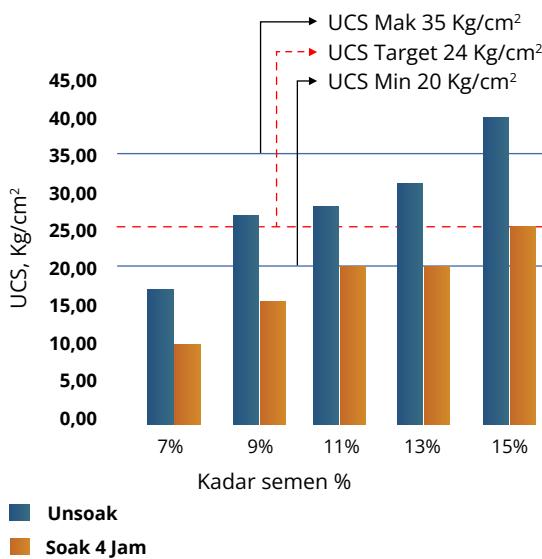
Pengujian	Hasil Pengujian	
	<i>Fly Ash</i>	<i>Bottom Ash</i>
Analisa Saringan, % lolos		
Lolos #3/8" (9,5mm)		100
Lolos # No 4 (4,75mm)		99,47
Lolos # No 8 (2,36mm)		98,93
Lolos # No 10 (2,00mm)		98,10
Lolos # No 16 (1,18 mm)		97,90
Lolos # No 40 (0,425 mm)	100	80,48
Lolos # No. 100 (0,150 mm)	99,67	8,10
Lolos # No. 200 (0,075 mm)	95,54	0,43
Batas Plastis, %	NP	NP
Berat Jenis	2,64	2,56
Penyerapan, %	2,37	2,27
Setara Pasir, %	-	95,35

Nilai UCS target untuk pengujian laboratorium adalah 24 kg/cm<sup>2</sup> pada umur 7 hari. Pengujian campuran tanpa semen dilakukan pengujian *California Bearing Rasio* (CBR). Pada kajian ini telah dilakukan pengujian dengan beberapa

komposisi, namun komposisi paling efektif adalah 25% *fly ash* dan 75% *bottom ash*. Hasil pengujian kekuatan campuran memanfaatkan limbah abu batubara adalah sesuai Tabel 3 dan Gambar 4.

**Tabel 3.** Hasil uji kekuatan campuran

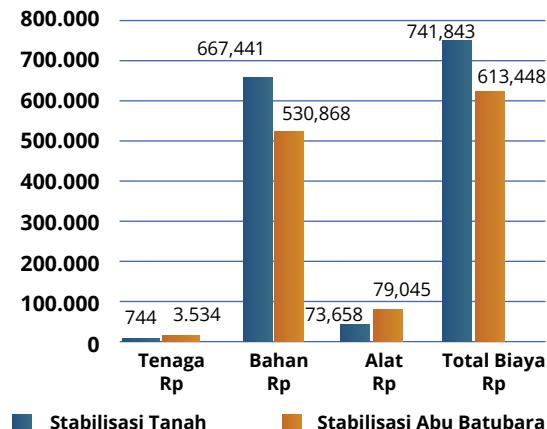
% Semen	CBR (%)	UCS, kg/cm <sup>2</sup>		Durabilitas, %
		Unsoak	Soak	
0	20	-	-	-
7	-	25,47	20,74	81
8	-	28,82	24,50	85
9	-	33,05	28,50	86



**Gambar 4.** Grafik nilai UCS campuran

Hasil pengujian campuran nilai CBR adalah 20%. Apabila dibandingkan dengan ketentuan CBR lapis fondasi kelas A yaitu 90%, nilai CBR campuran ini tidak memenuhi persyaratan maka perlupenambahan semen pada campuran. Setelah ditambah semen, nilai UCS target yaitu 24 kg/cm<sup>2</sup> dapat tercapai dengan kadar semen berkisar 7%. Selain itu campuran ini juga tahan terhadap pengaruh air, yang ditunjukkan dengan nilai durabilitas > 50%. Campuran dengan 25% *fly ash*, 75% *bottom ash*, dan 7% semen secara teknis memenuhi persyaratan daya dukung dan ketahanan terhadap pengaruh air.

Analisis lanjutan yakni analisis biaya lapis fondasi abu batubara dengan menghitung harga satuan dan dibandingkan dengan biaya stabilisasi tanah semen. Hasil analisa biaya adalah sesuai dengan Gambar 5.



**Gambar 5.** Analisis Perbandingan Biaya Stabilisasi Tanah dengan Stabilisasi Abu Batubara

Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa item tenaga kerja dan alat pada pekerjaan stabilisasi abu batubara mempunyai harga yang lebih tinggi. Limbah abu batubara membutuhkan waktu pelaksanaan yang lebih lama karena adanya perlakuan khusus terkait potensi debu pada proses pencampuran, pengangkutan, dan pemadatan.

Namun pada item harga bahan, nilai abu batubara lebih ekonomis bila dibandingkan dengan harga material tanah. Secara total biaya, lapis fondasi abu batubara dengan stabilisasi semen lebih efektif 18% dari lapis fondasi dengan stabilisasi tanah.

Efektivitas inovasi teknologi lapis fondasi abu batubara dengan semen dilakukan uji cobadi Jalan Nasional Osward Siahaan Km. 15, Kolang, Tapanuli Tengah, Sumatera Utara pada 2020 dengan panjang jalan 150 m, lebar 6,15m, dan ketebalan 20cm. Pelaksanaan pekerjaan pencampuran limbah abu batubara dengan semen dilakukan di PLTU Labuan Angin, dengan menambahkan air untuk mengurangi potensi debu.

Proses selanjutnya adalah penghamparan dan pemadatan di lapangan. Kontrol terhadap mutu pekerjaan stabilisasi abu batubara dapat tercapai, dengan hasil nilai derajat kepadatan dan UCS yang memenuhi persyaratan.

Kinerja lapis fondasi abu batubara semen ini, masih dalam kondisi baik berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan per Juli 2021 dimana tidak ada retak, amblas, lubang, atau kerusakan jalan lainnya.



**Gambar 6.** Dokumentasi penghamparan (a), pemedatan (b), dan kondisi terkini (c) lapis fondasi abu batubara semen

## Limbah Tailing

Tailing yang berasal dari PT.Freeport Indonesia di Papua memiliki potensi pencemaran lingkungan yang tinggi jika tidak diserap dengan baik. Inovasi teknologi yang paling efektif adalah menggantikan pasir alam dengan tailing dalam campuran Lapis Fondasi Pasir Aspal (LFPA), diberi nama Lapis Fondasi Tailing Aspal (LFTA).

Komposisi paling efektif adalah 10% agregat kasar, 20% agregat sedang, dan 70% tailing untuk memenuhi persyaratan teknologi LFTA.

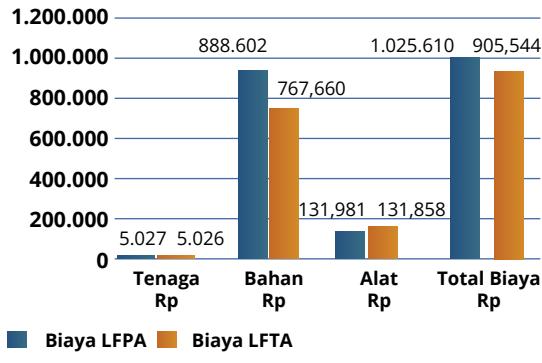
Berdasarkan komposisi tersebut dilakukan pengujian sifat campuran LFTA, dengan hasil pengujian sesuai dengan Tabel 4.

**Tabel 4.** Sifat campuran LFPA dengan 70% tailing

Sifat Campuran	Hasil Pengujian	Spesifikasi *)
Kadar aspal optimum, (%)	7,20	-
Kepadatan,(ton/m3)	2,285	-
Rongga diantara agregat, (%)	21,0	-
Rongga terhadap campuran, (%)	5,6	3 – 15
Rongga terisi aspal, (%)	73,3	-
Stabilitas, (kg)	788	Min.200
Keleahan, (mm)	3,1	Min. 2
Stabilitas Marshall Sisa	83	Min. 80

\*) Spesifikasi Khusus Lapis Fondasi Pasir Aspal

Hasil uji campuran LFTA menunjukkan seluruh sifat campuran memenuhi spesifikasi yang disyaratkan. Teknologi LFTA secara teknis dapat memberikan kinerja sebagai lapis fondasi jalan. Selanjutnya analisis biaya dilakukan dengan membandingkan harga pekerjaan lapis fondasi pasir aspal dengan lapis fondasi tailing aspal sesuai Gambar 5.



**Gambar 5.** Perbandingan Analisa Harga Satuan Pekerjaan LFPA dengan LFTA

Hasil analisis biaya, item tenaga dan alat menunjukkan nilai yang relatif seimbang. Namun pada item bahan, nilai LFTA lebih rendah karena tailing tidak diperjualbelikan sehingga tidak mempunyai nilai biaya bahan. Secara total biaya, LFTA menunjukkan lebih ekonomis 11,80% dibandingkan LFPA.

Efektifitas teknologi diuji coba pada penerapan jalan perkantoran PT Freeport Indonesia sepanjang 380 m, lebar 8 m, dan tebal 10cm. Pelaksanaan pekerjaan pencampuran LFTA dilakukan di AMP PT Karya Mandiri Permai. Kegiatan penerapan didahului dengan percobaan pencampuran (*trial mix*) dan percobaan pemandatan (*trial compaction*). Dokumentasi kegiatan penerapan lapis fondasi tailing aspal adalah sesuai dengan Gambar 7.



**Gambar 7.** Proses penghamparan (a) pemandatan (b) dan kondisi perkerasan LFTA (c)

Inovasi teknologi limbah industri sebagai penyambung kesatuan negeri sudah teruji kelayakannya berdasarkan kualitas mutu dan efisiensi biaya produksi. Limbah slag, lapis fondasi abu batubara semen dan LFTA dapat memenuhi spesifikasi mutu sehingga menjadi alternatif agregat alam. Nilai biaya dari inovasi tersebut dinilai lebih ekonomis dibandingkan agregat alam. Kualitas mutu ketahanan limbah industri memiliki performa penerapan lapangan yang baik untuk digunakan dalam waktu yang lama.

# ORANG PU ITU HARUS KUAT, BERANI DAN BERJIWA SENI.

---

**“Kita bisa kuat kalau kompeten, bisa berani kalau berintegritas dan berjiwa seni diperlukan karena harus berinovasi dan berimprovisasi dalam membuat keputusan. Saya harap Generasi Muda dapat tetap menjaga kredibilitas Kementerian PUPR,”**

**(Pak Bas)**



## LAPORAN PROYEK

# Aksesibilitas Labuan Bajo - Golo Mori

Oleh: Herma Nurulaeni & Yogi Sutana  
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan



Golo Mori sebuah nama yang mungkin masih asing di telinga banyak orang, namun memiliki pesona yang tidak terhingga. Terletak di Kecamatan Komodo, Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur, desa ini menawarkan keindahan yang luar biasa. Meskipun tidak sepopuler Labuan Bajo, Golo Mori merupakan desa di ujung terluar ke arah selatan Kota Labuan Bajo.

Lokasinya berada sedikit ke pelosok dan termasuk wilayah terisolasi, tetapi Golo Mori sungguh tidak bisa dipandang sebelah mata.

Dijelaskan Indonesia.co.id, Golo Mori memiliki arti yang sangat unik dalam bahasa Suku Manggarai, nama desa ini berarti ‘gunung Tuhan’. Sedangkan bagi Suku Bima, Golo Mori diartikan sebagai ‘pedang hidup’

Jika mendaki ke titik tertinggi di perbukitan di sana maka akan tampak jelas Pulau Rinca dengan pasir pantainya berwarna pink dan kawasan Taman Nasional Pulau Komodo, rumah bagi hewan purba asli Indonesia, komodo. Tidak hanya perbukitan dan suasana syahdu, pesona Golo Mori juga menawarkan deretan pantai cantik, yang sayang untuk dilewatkan.



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya

Golo Mori mempesona dengan deretan pantai pasir putih yang memanjang sejauh 1 kilometer. Pantai Nggoer, Pantai Soknar, Pantai Lajar, dan beberapa lainnya dengan air lautnya biru tosca jernih dan pemandangan bawah lautnya yang cantik.

Narasi “Proyek Golo Mori” pernah dinarasikan dengan nama Tana Mori oleh pemerintah pusat. Namun, penamaan Tana Mori mendapat penolakan dari masyarakat adat dan tokoh setempat karena Golo Mori adalah nama asli kawasan itu.

Dikutip dari portal detik.com Bupati Manggarai Barat Edistarius Endi mengatakan perubahan nama menjadi Tana Mori itu bukan inisiasi atau keputusan pemerintah pusat atau ITDC yang mengelola kawasan itu. Nama Tana Mori, mulanya adalah *brand* yang digunakan oleh pengembang (*developer*) di Golo Mori, sebelum diserahkan kepada ITDC. Akhirnya semua bersepakat untuk untuk mengembalikan nama kawasan itu menjadi Golo Mori.

Akses Labuan Bajo-Golo Mori mulai dibangun pada April 2022 dengan anggaran APBN senilai Rp481 miliar. Dikutip dari laman Kementerian PUPR, Basuki Hadimuljono Menteri PUPR mengatakan “peningkatan aksesibilitas serta konektivitas jaringan infrastruktur jalan dan jembatan untuk memberikan kelancaran, keselamatan, keamanan, juga kenyamanan para pengguna jalan”, serta beliau menjelaskan “Dulu ruas menuju Desa Golo Mori merupakan jalan tanah dan berbatu dengan jarak tempuh 3 jam. Sekarang cukup ditempuh dalam 30 menit dari Kota Labuan Bajo, dengan pemandangan yang sangat indah”.

Pelaksanaan pembangunannya di bawah tanggung jawab Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) NTT, Ditjen Bina Marga Kementerian PUPR dengan kontraktor pelaksana PT Wijaya Karya dan konsultan manajemen konstruksi PT Yodya Karya.

## PROFIL PAKET LABUAN BAJO - TANAMORI

<b>1. Nama Paket</b>	<b>: PENINGKATAN, PEMBANGUNAN JALAN DAN JEMBATAN LABUAN BAJO-SP. NALIS - SP. KENARI, SP. KENARI - TANAMORI</b>
2. Lokasi Pekerjaan	: Kec. Komodo, Kab. Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur
3. Lingkup Pekerjaan	: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan Struktur ke Perkerasan (6,41 km)</li> <li>• Pembangunan Jalan Sampai Perkerasan (18,34 km)</li> <li>• Pembangunan Jembatan (175 meter)</li> </ul>
4. Sumber Dana	: APBN Tahun Anggaran 2022
5. Pengguna Jasa	: Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga, Balai Pelaksanaan Jalan Nasional NTT, Satker PJN Wilayah III Provinsi NTT
6. PPK	: PPK 3.1 Provinsi NTT
7. Penyedia Jasa	: PT. Wijaya Karya (Persero), Tbk.
8. Konsultan Supervisi	: PT. Yodya Karya (Persero)
9. Nomor Kontrak	: HK.02.01-Bb10.7.1/162
10. Tanggal Kontrak	: 21 April 2022
11. Nilai Kontrak	: Rp. 481.533.568.000,00 (termasuk PPN 11%)
12. Tanggal Mulai Kerja	: 22 April 2022
13. Tanggal PHO	: 29 November 2022
14. Masa Pelaksanaan	: 222 (Dua Ratus Dua Puluh Dua) Hari Kalender
15. Masa Pemeliharaan	: 365 (Tiga Ratus Enam Puluh Lima) Hari Kalender

Pembangunan Jalan ini sepanjang 25 km terbagi menjadi 5 segmen yaitu

- Segmen 1 peningkatan struktur Jalan Labuan Bajo - Simpang Nalis sepanjang 6.15 km (STA 0+00 - STA 6.150) serta Jembatan Nanganae sepanjang 60 m dan Jembatan Wae Mburak sepanjang 30 m,
- Segmen 2 pembangunan Jalan Simpang Nalis - Simpang Kenari sepanjang 6.50 km (STA 6+150 - STA 12.650),
- Segmen 3 pembangunan Jalan Simpang Kenari - Warloka sepanjang 5.10 km (STA 12.650 - STA 17.750) dan Jembatan Wae Kenari sepanjang 40 m,
- Segmen 4 pembangunan Jalan Warloka - Simpang Tana Mori sepanjang 4.25 km (STA 17.750 - STA 22.00) dan pembangunan Jembatan Soknar sepanjang 40 m,
- Segmen 5 meliputi peningkatan Jalan Simpang Tana Mori menuju Desa Golo Mori sepanjang 3 km (STA 22.00 - STA 25.00).

## LINGKUP PAKET



## LINGKUP PEKERJAAN

SIMBOL	RUAS	SEGMENT	PANJANG
—	Labuan Bajo - SP. Naslis	1	6,15 km
—	SP. Nalis - SP. Kenari	2	6,50 km
—	SP. Kenari - Warloka	3	5,10 km
—	Warloka - Tanamori	4	4,25 km
—	Peningkatan Jalan Menuju Pintu Selatan ITDC	5	3,00 km
	Total		25,00 km

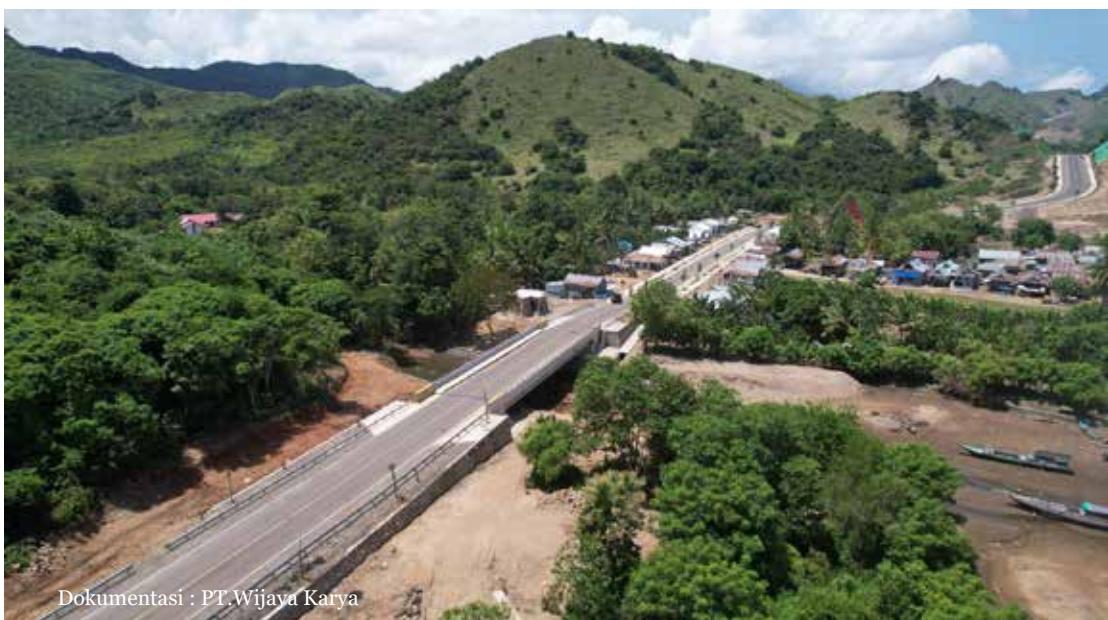
JEMBATAN	LOKASI	PANJANG
Nanganae	2+694	60.00 m
Wae Mburak	5+850	35.00 m
Wae Kenari	12+850	40.00 m
Soknar	20+050	40.00 m
Total		175.00 m



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya

Kepala BPJN NTT Agustinus Junianto menyampaikan, bahwa selain pembangunan dan peningkatan jalan dilakukan juga penanganan lereng di atas 5 meter menggunakan selimut pelindung erosi dengan vegetasi jenis *Legume Cover Crops* (LCC).

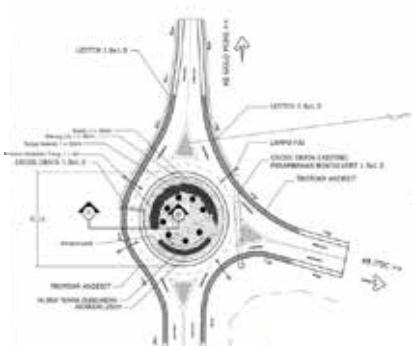
Penanaman pohon juga dilakukan sepanjang jalan dengan jarak antar pohon sekitar 10 meter dan tanaman tipe perdu seperti bougenville di pulau yang berada di pertigaan.



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya

Selain itu, Kepala BPJN NTT Agustinus Junianto mengatakan, ada penambahan lingkup pekerjaan yang dilakukan oleh BPJN NTT untuk mendukung Asean Summit, meliputi penataan lahan serta jalan di Kawasan Labuan Bajo dan Tana Mori.

“Di Labuan Bajo, dilakukan penataan lahan parkir VVIP di Kantor Bupati Manggarai Barat, penataan jalan dan trotoar Sp. Binongko – Sp.Sylvia (Jalan Waecicu) dan Penataan Median Jalan Bandara (Yohanes Sehadun),” jelas Agustinus.



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya

Di Kawasan Golo Mori, BPJN melakukan penataan bundaran pintu masuk Kawasan ITDC dan perkuatan lereng dan stabilisasi tanaman pada ruas jalan Labuan Bajo – Tana Mori dari bundaran

ITDC ke pintu masuk selatan hanya pintu masuk menuju akses ke penduduk Golo Mori, namun untuk saat ini pintu selatan ITDC belum dibangun.



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya



Dokumentasi : PT.Wijaya Karya

Kendala yang dihadapi oleh Balai PJP NTT adanya keterlambatan waktu, “saat itu kesulitan mendapatkan material non lokal, karena di wilayah timur ini saat bulan November dan Desember diutamakan sembako dari Jawa dibandingkan bahan bangunan” kata Agustinus Junianto.

Beliau juga menjelaskan bahwa pembangunan dan peningkatan infrastruktur jalan jembatan di Labuan Bajo – Tanamori ini juga bermanfaat sebagai pendukung Kawasan Ekonomi Khusus (KEK), serta membuka akses bagi jalan terisolir menuju kawasan Golo Mori.



Fotografer: Stefanus

Jalan Labuan Bajo - Golo Mori telah diresmikan pada 14 Maret 2023 oleh Presiden Jokowi, dikutip dari laman Kementerian PUPR Presiden Jokowi menyampaikan “Pembangunan Jalan Labuan Bajo-Golo Mori bertujuan untuk meningkatkan konektivitas dalam rangka pengembangan Destinasi Pariwisata Super Prioritas (DPSP) Labuan Bajo”

Pembangunan Jalan Akses Labuan Bajo - Golo Mori tidak hanya memberikan manfaat aksesibilitas saja, tetapi juga memiliki dampak positif bagi Kawasan Ekonomi Khusus Tana Mori yang terletak berdekatan dengan Desa Golo Mori.

Dilansir dari sumber resmi Kementerian PUPR, Dirjen Bina Marga Hedy Rahadian, yang turut hadir pada acara peresmian tersebut, memaparkan bahwa pembangunan Akses Labuan Bajo - Golo Mori menekankan pada pendekatan prinsip kualitas, estetika, serta keberlanjutan lingkungan.

Hal ini membawa pengalaman berjalan yang nyaman, aman, dan menyegarkan dengan hadirnya banyak pepohonan di sepanjang ruas jalan yang dibangun.

“Jalan wisata ini termasuk jalan dua lajur yang sifatnya arterial. Kami harap masyarakat menjaga dan jangan membuat apa yang kita sebut hambatan samping, terlalu banyak warung di pinggir jalan, bahkan menjadi kumuh. Ini penting sekali untuk mempertahankan daya jual wisata di Labuan Bajo” ujar Hedy Rahadian.



## MAS BIN & MBAK EKA

GAES,  
GUE LAGI BUTUH  
BANTUAN NIH  
NYARI  
"PEDOMAN  
PERENCANAAN  
TEKNIS FASILITAS  
PEJALAN KAKI"

HMM, KAYANYA ADA DEH  
DI WEBSITE BINAMARGA.



IYA ADA KO DI  
WEBSITE BINAMARGA  
MENU "NSPK"  
NANTI TINGGAL  
LOE CARI AJA  
PEDOMAN YANG  
MAU DICARI.



OKE,  
COBA GUE  
CARI YA.

OOH,  
YANG  
INI  
KAN?!

BETUL ITU.  
TINGGAL MASUKIN  
KEYWORDNYA  
AJA!



OH IYA BETUL.  
INI ADA!

THANK YOU YA GAES  
BANTUANNYA!



# “GNSS Geodetik dengan Fitur Imaging”

Oleh: Risma Hermawati

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) Geodetik merupakan alat survey lapangan yang digunakan dalam penentuan posisi (koordinat) dengan akurasi tinggi melalui sistem satelit. Dengan perkembangan teknologi yang ada, GNSS tipe Leica GS 18i ini telah dilengkapi dengan kamera yang bisa menentukan posisi secara visual dari gambar yang diperoleh dan dapat dikonversi menjadi data point cloud.



# SELAMAT HARI SUMPAH PEMUDA

**28 OKTOBER 2023**

