

BULETIN
BINA MARGA
BERKARYA

Bineka

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial Dalam Mendeteksi Kerusakan Jalan Indonesia

Oleh: Taufik Nur Adikusuma.

Kajian Implementasi Kebijakan Publik Pembangunan Pos Darurat Tempat Istirahat - APJ Untuk Daerah Rawan Bencana Alam Di Pesisir

Oleh : Parbowo, Neni K,
Gugun G, Untung Cahyadi

Agustinus Junianto, Sosok Putera Daerah Maumere yang Berperan di Balik Pembangunan Infrastruktur NTT

Oleh : Ani Mulyani



PINDAI SAYA





Tol Cijago
Dokumentasi Kompu Direktorat Jenderal Bina Marga



Jembatan Seralalak |
Dokumentasi Kompu Direktorat Jenderal Bina Marga

TIM PENYUSUN

Pelindung

Direktor Jenderal Bina Marga

Penanggungjawab

Ir. Yudha Handita Pandjiriawan, M.T., M.B.A.

Redaktur

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

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

Panji Krisna Wardana, 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.

Diterbitkan Oleh

Direktorat Bina Teknik Jalan
dan Jembatan

Alamat Redaksi

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

Sekretariat

Uman Sumantri, S.Si

Aditya Abdurachman

Desain Grafis

Yogi Sutana, S.Kom.

Fotografer

Rully Nurjaya

Email:
perpustakaan.jatan@pu.go.id

SALAM REDAKSI

Pada terbitan Buletin BINEKA Vol. 5 Edisi April 2024, kami memilih artikel dengan judul Pemanfaatan Kecerdasan Artificial dalam Mendeteksi Kerusakan Jalan Indonesia sebagai tajuk utama sebuah teknologi yang digunakan untuk mendapatkan data peta atau model tiga dimensi.

Selain itu rubrik pilihan pada edisi ini terdapat 3 artikel pilihan, artikel ke satu yang membahas mengenai kajian implementasi kebijakan publik terkait pembangunan pos darurat daerah rawan bencana alam, artikel yang kedua membahas rekomendasi mengenai kebijakan pemanfaatan limbah B3 untuk konstruksi berkelanjutan, artikel pilihan yang ketiga menceritakan prinsip umum dari kerja suatu sistem pemantau kesehatan struktur jembatan, untuk rubrik tokoh pada edisi ini menceritakan tentang sosok putera daerah dari Maumere Agustinus Junianto yang berperan di balik keberhasilan pembangunan infrastruktur NTT. Serta rubrik laporan proyek mengenai Inpres Jalan Daerah di Jawa Barat dan rubrik BINEKAPEDIA yang menginformasikan alat LiDAR UAV.

Kami berharap dengan adanya buletin BINEKA edisi April 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. Segenap Tim Redaksi mengucapkan Selamat Hari Raya Idul Fitri Tahun 2024, Mohon Maaf Lahir dan Batin.

Salam Hormat

Redaksi

DAFTAR ISI

TAJUK UTAMA

“Pemanfaatan Kecerdasan Artificial Dalam Mendeteksi Kerusakan Jalan Indonesia”

Oleh : Taufik Nur Adikusuma
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

NASKAH PILIHAN

“Kajian Implementasi Kebijakan Publik Pembangunan Pos Darurat Tempat Istirahat - APJ Untuk Daerah Rawan Bencana Alam Di Pesisir” 14

Oleh : Parbowo, Neni K, Gugun G dan Untung Cahyadi
Balai Lalu Lintas dan Perkerasan Jalan

“Inovasi Pembiayaan Hijau Dan Berkelanjutan Untuk Infrastruktur PUPR” 22

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

“Prinsip Umum Dari Kerja Sistem Pemantau Kesehatan Struktur Jembatan” 28

Oleh : Imam Akbar
Balai Geoteknik, Terowongan dan Struktur

ARTIKEL TOKOH

“Agustinus Junianto, Sosok Putera Daerah Maumere yang Berperan di Balik Pembangunan Infrastruktur NTT” 35

Oleh : Ani Mulyani
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

LAPORAN PROYEK

“Pelaksanaan Inpres Jalan Daerah Peningkatan Konektivitas Jalan Daerah Di Jawa Barat” 44

Oleh : Risma Hermawati dan Rully Nurjaya
Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

Serba-Serbi

BINEKAPEDIA

LiDAR UAV
(*Light Detection and Ranging Unmanned Aerial Vehicle*) 53

Oleh: M. Fuady Rusnadi
Balai Jembatan Direktorat Pembangunan Jembatan

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

Pemanfaatan Kecerdasan Artifisial Dalam Mendeteksi Kerusakan Jalan Indonesia

Oleh: Taufik Nur Adikusuma

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Direktorat Jenderal Bina Marga terus berupaya meningkatkan layanan jalan yang optimal. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, pemantauan kondisi jalan menjadi hal yang sangat penting.

Kerusakan pada permukaan jalan, seperti lubang, dapat berdampak serius pada keselamatan jiwa para pengguna jalan dan perekonomian. Beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan pada infrastruktur jalan meliputi faktor alam, seperti gempa bumi, banjir, dan erosi tanah.

Kemudian faktor kelebihan beban, terutama pada jalan-jalan yang sering dilalui kendaraan berat, serta kurangnya kecepatan dalam pemeliharaan dapat memperburuk kondisi jalan dan meningkatkan biaya perbaikan seiring berjalannya waktu. Pemeliharaan yang baik dan pemantauan rutin akan membantu menjaga kualitas jalan dan mengurangi risiko kerusakan.

Tantangan Pemeliharaan Kondisi Jalan

Pemantauan kondisi jalan merupakan aspek penting dalam memastikan infrastruktur jalan yang aman dan efisien.

Di Indonesia, kita menghadapi tantangan dalam memelihara kondisi jalan yang dinamis dan beragam. Saat ini, pemantauan kondisi jalan, terutama dalam mendeteksi kerusakan permukaan jalan, masih dilakukan secara manual. Deteksi kerusakan permukaan jalan dilakukan dengan interpretasi pengamatan rekaman video jalan. Dari segi frekuensinya, pemantauan kondisi jalan hanya dilakukan dua kali dalam setahun (tiap semester) sebagai dasar untuk *programming* anggaran, namun belum digunakan untuk operasi pemeliharaan jalan dalam hal peningkatan pelayanan jalan.

Salah satu faktor penyebabnya adalah pengolahan data secara manual yang memerlukan waktu yang lama dan rentan terhadap kesalahan serta ketidakakuratan.

Kemungkinan disebabkan oleh subjektivitas dan tingkat kedisiplinan petugas yang menilai video, serta supervisor yang bertanggung jawab atas *quality control*. Hal tersebut menjadi dasar diperlukannya metode inovatif agar akuisisi dan pemrosesan data kondisi jalan lebih cepat dan akurat.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Jenis Kerusakan Permukaan Perkerasan Jalan Aspal (a) Lubang Keparahan Sedang; (b) Retak Kulit Buaya Keparahan Sedang; (c) Retak Linear Keparahan Sedang (memanjang, melintang, dan Diagonal) (sumber: Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan-IKP)

Kecerdasan Artifisial sebagai Solusi Efektif

Pemanfaatan kecerdasan artifisial menjanjikan solusi yang efektif untuk mengatasi tantangan dalam deteksi kerusakan infrastruktur jalan terkait efisiensi waktu dan *human error*.

Dengan mengumpulkan data visual dari berbagai jalan di Indonesia, berupa gambar dan video, kemudian melalui tahap *preprocessing* yang cermat, seperti normalisasi dan *cropping*, kita dapat mempersiapkan data yang tepat untuk melakukan analisis. Selanjutnya, teknik pengolahan citra dapat digunakan untuk mengekstraksi fitur-fitur penting, seperti retakan dan lubang dari gambar jalan tersebut.

Dengan menggunakan model *machine learning*, seperti *You Only Look Once* (YOLO), kita dapat melatih model untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan pada infrastruktur jalan. YOLO memiliki perbedaan dengan pendekatan lain karena menganggap deteksi objek sebagai masalah regresi langsung, dimana satu jaringan saraf konvolusi dipakai untuk memprediksi koordinat kotak pembatas (*bounding box*) serta kelas objek secara bersamaan dalam satu langkah evaluasi.

Kecerdasan itu menjadikan YOLO aplikasi yang lebih cepat daripada pendekatan deteksi objek tradisional dengan beberapa tahapan proses.



Gambar 2. *Bounding Box* pada Obyek Kerusakan Berdasarkan Jenisnya pada Labelme

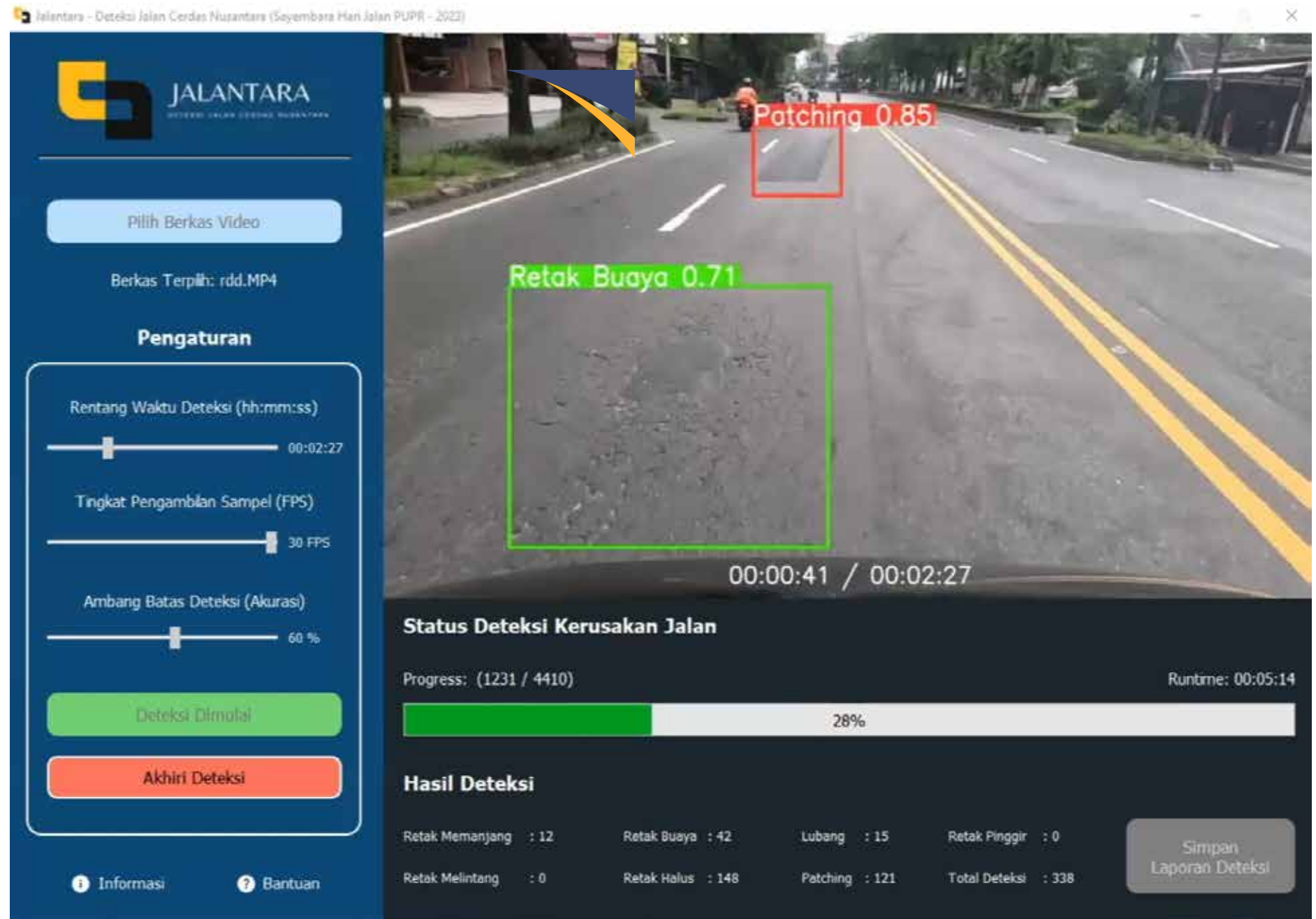
Dalam rangka pemanfaatan kecerdasan artifisial guna pemantauan kondisi jalan, dilaksanakan Sayembara *Road Damage Detection* (RDD) berbasis *Artificial Intelligence* (AI) oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Sayembara itu bertepatan dengan Peringatan Hari Jalan Nasional Tahun 2023.

Ketua Pelaksana Sayembara RDD, Firman Permana Wandani, S.T., M.PP., menyampaikan bahwa, “Sayembara ini bertujuan untuk mendorong inovasi dan pemanfaatan teknologi kecerdasan artifisial dalam mendeteksi kerusakan jalan dengan lebih efisien dan akurat”.

Target peserta sayembara ini adalah Warga Negara Indonesia (WNI) dari kalangan akademisi, perusahaan teknologi, penyedia jasa, dan individu kreatif lainnya yang menekuni bidang teknologi kecerdasan artifisial dan/atau survei kondisi jalan.

Sayembara berlangsung selama kurang lebih dua bulan, sejak diumumkannya pada 11 September 2023 hingga penutupan pengumpulan karya pada 10 November 2023.

Penilaian dilakukan dua tahap, yaitu tahap penyisihan dan tahap final. Pada tahap final, 10 peserta dengan karya terbaik akan melakukan presentasi secara langsung di hadapan Tim Penilai.



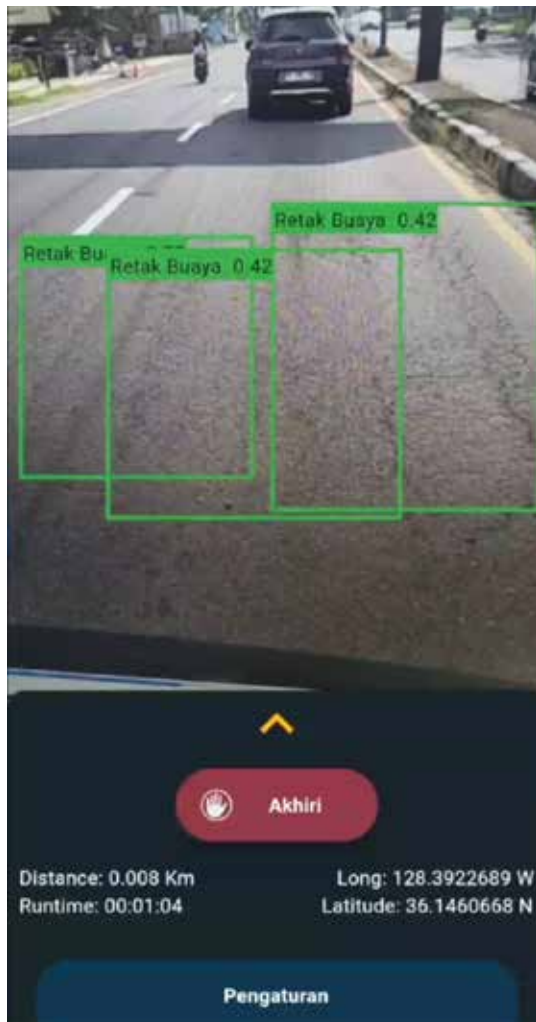
Gambar 3. Model RDD berbasis AI pada perangkat komputer dengan metode post processing (Sumber: Pemenang 1 Sayembara RDD berbasis AI, Tim Jalantara)

Karya yang diikutsertakan merupakan karya hasil sendiri dengan syarat dapat mendeteksi minimal empat jenis kerusakan (retak memanjang, retak melintang, retak buaya, dan lubang) pada jalan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Karya yang dikumpulkan berupa model AI yang dapat mendeteksi kerusakan jalan secara langsung (*real-time*) dan tidak langsung (*post-processing*) dalam bentuk *software* berupa kompresi *file* yang dapat dioperasikan menggunakan perangkat komputer dan ponsel

baik secara luring (GPU dan CPU) maupun daring (*Cloud*). Panitia Sayembara RDD AI menyediakan sekitar 30 video ruas Jalan Nasional untuk digunakan sebagai *dataset training* model AI yang dapat diakses oleh para peserta.

Penilaian karya sayembara yang telah dihimpun dari para peserta dilakukan berdasarkan unsur *realbility, accuracy, cost per accuration, creativity, originality, completeness, upgradable, userfriendly, efficiency*, serta *output* terkait otomatisasi laporan. Dari 44 peserta Sayembara RDD AI dipilih 5 karya terbaik yang diumumkan di Acara Malam Puncak Peringatan Hari Jalan Rabu, 20 Desember 2023. (selengkapnya di <https://binamarga.pu.go.id/index.php/konten/e-book>)



Gambar 4. Model RDD berbasis AI pada perangkat ponsel dengan metode real-time processing (Sumber: Pemenang 1 Sayembara RDD berbasis AI, Tim Jalantara)

Implementasi Road Damage Detection (RDD) berbasis Artificial Intelligence (AI)

Setelah sayembara berlangsung, dilakukan pengembangan lanjutan pada karya para finalis agar dapat di implementasikan.

Subdirektorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Jalan dan Jembatan melakukan pendampingan dalam rangka meningkatkan akurasi dan kemampuan dari model AI masing-masing sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Pertama-tama mereka perlu mengevaluasi dan memvalidasi karya untuk memastikan bahwa model AI telah diuji dengan baik serta memberikan hasil yang konsisten dan akurat sehingga performa model dapat berjalan lancar di lapangan.

Selanjutnya, mereka perlu mengoptimalkan model dengan cara *fine-tuning* parameter agar performa semakin meningkat dengan penyesuaian parameter dan penggunaan lebih banyak data. Setelah itu, mereka harus memilih *platform* yang tepat untuk mengimplementasikan model tersebut seperti *cloud*, perangkat *edge* atau server lokal.

Lalu integrasi antara model dengan sistem yang ada juga diperlukan melalui pengembangan API ataupun layanan lainnya supaya bisa berinteraksi dengan aplikasi lainnya.

Langkah selanjutnya adalah melakukan uji coba langsung di lapangan yaitu beta testing serta uji skalabilitas dimana beban kerja pada model semakin tinggi sehingga mendapatkan umpan balik dari para pengguna.

Setelah semua tahap selesai, maka secara resmi dapat diluncurkan untuk diimplementasikan dan selalu dipantau kinerja model tersebut secara berkala. Dengan melakukan rangkaian tahapan uji coba ini nantinya akan sangat membantu dalam pemantauan jalan rutin maupun survei PCI (*Pavement Condition Index*) guna keperluan *planning and programing*.

Road Damage Detection (RDD) berbasis AI memberikan berbagai manfaat penting, seperti respons cepat terhadap kerusakan, pengurangan biaya pemantauan manual, dan peningkatan keselamatan pengguna jalan. Dengan mempercepat deteksi dan perbaikan kerusakan jalan, risiko kecelakaan serta kemacetan lalu lintas dapat dikurangi dan efisiensi transportasi meningkat.

Meskipun pemanfaatan kecerdasan artifisial menawarkan banyak potensi positif, implementasi solusi ini dihadapkan pada beberapa tantangan dan kendala. Salah satu masalahnya adalah ketersediaan data berkualitas yang representatif dari daerah pedesaan atau terpencil. Selain itu, privasi serta keamanan data juga harus diperhatikan saat mengumpulkan serta mengolah data dari sumber yang berbeda. Meski ada tantangan tersebut di atas, peluang untuk memaksimalkan pemanfaatan teknologi AI dalam mendeteksi kerusakan infrastruktur jalan Indonesia tetap besar.

Dengan bekerja sama antara pemerintah, industri serta akademisi akan membantu mengatasi hindaran-hindaran tersebut sehingga solusi-solusi efektif dan berkelanjutan dapat diterapkan dengan baik.

Implementasi RDD juga memiliki implikasi sosial maupun ekonomi yang penting karena meningkatkan produktivitas ekonomi dan kualitas hidup masyarakat seiring dengan menurunnya biaya operasional perusahaan-perusahaan. Selain itu, teknologi AI juga menciptakan lapangan pekerja baru dalam bidang pengembangan sistem hingga pemeliharannya.

Dalam rangka melanjutkan implementasi RDD berbasis AI maka Direktorat Jenderal Bina Marga akan melakukan serangkaian uji coba guna meningkatkan akurasi hasil deteksi kerusakan jalan bahkan hingga jenis permukaannya yaitu *rigid pavement*.

Mereka juga merencanakan Lomba Dataset & Sayembara RDD agar model AI menjadi lebih baik lagi setelah dilakukan *training dataset* secara tepat guna menjamin suksesnya implementasinya bagi pembangunan Indonesia secara berkelanjutan.

Dengan menggunakan model machine learning, seperti You Only Look Once (YOLO), kita dapat melatih model untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan pada infrastruktur jalan.

Kajian Implementasi Kebijakan Publik Pembangunan Pos Darurat Tempat Istirahat - APJ untuk Daerah Rawan Bencana Alam Di Pesisir

Oleh: Parbowo, Neni K, Gugun G dan Untung Cahyadi

Balai Lalu Lintas dan Perkerasan Jalan

Indonesia, dengan segala keunikan geografis, geologis, hidrologis, dan demografinya, menjadi tempat yang rentan terhadap bencana alam. Dampaknya bisa sangat merugikan, mulai dari korban jiwa, kerugian materil, kerusakan infrastruktur, hingga trauma psikologis. Oleh karena itu, sebagai bangsa yang tinggal di tengah-tengah potensi bencana alam ini, kita perlu siap menghadapi risiko tersebut dengan kapasitas penanggulangan bencana yang tangguh.

Meski upaya mitigasi sudah dilakukan, masih ada kekurangan dalam mekanisme penanggulangan bencana. Banyak masyarakat yang hanya mengandalkan pengetahuan mereka sendiri atau tanda-tanda alam untuk mengantisipasi bencana. Di sinilah pentingnya Pos Darurat, bukan hanya sebagai infrastruktur mitigasi bencana, tapi juga sebagai pusat informasi kesiapsiagaan.

Keberadaan Pos Darurat telah diakomodir untuk infrastruktur jalan dalam Pedoman Perencanaan Tempat Istirahat dengan konsep Anjungan Pelayanan Jalan Nomor Pd 04-2017-B sebagai tempat istirahat pada jalan umum (non tol) sesuai Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 02/SE/M/2018.

Pos Darurat ini diintegrasikan ke dalam infrastruktur jalan berdasarkan pedoman tertentu. Pembangunan Tempat Istirahat dengan konsep Anjungan Pelayanan Jalan (TI-APJ) menjadi sangat penting, terutama di daerah rawan bencana seperti pesisir dan lereng gunung. Namun, masih banyak tempat istirahat yang belum memenuhi standar, baik dari segi fasilitas maupun persyaratan teknis.

Pemerintah perlu memastikan penyediaan tempat istirahat dengan konsep TI-APJ, tidak hanya untuk memberikan tempat istirahat yang nyaman bagi pengguna jalan, tetapi juga sebagai Pos Darurat dalam upaya mitigasi bencana alam.

Artikel ini bertujuan untuk mengevaluasi regulasi dan kebijakan serta aspek teknis dalam perencanaan dan pengelolaan tempat istirahat dengan konsep TI-APJ sebagai sarana mitigasi bencana alam di daerah rawan bencana.

Menurut Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah peristiwa yang mengancam kehidupan masyarakat karena faktor alam, non alam, atau manusia, menyebabkan kerugian jiwa, lingkungan, harta, dan dampak psikologis.

Zonasi bahaya adalah klasifikasi risiko bencana berdasarkan pengaruh fisik bumi. Terlihat dari kejadian bencana seperti Tsunami di Pangandaran dan Anyer serta letusan Gunung Merapi, Sinabung, Semeru, dan lainnya, pasca bencana menyebabkan kerusakan infrastruktur dan lumpuhnya transportasi darat sehingga mengakibatkan terhambatnya upaya penanggulangan dan distribusi logistik.

Mitigasi bencana alam sangat penting dilakukan dengan memperhatikan langkah-langkah: pemetaan zona bencana, pemetaan obyek terdampak, termasuk penduduk dan infrastruktur, serta pembangunan fasilitas mitigasi untuk pemantauan, edukasi masyarakat, dan pos tanggap darurat.

Pemetaan Zonasi Bencana Alam

Bencana bisa menjadi pemicu bencana lain yang mungkin terjadi di suatu wilayah. Contohnya, gempa bumi bisa berhubungan dengan Tsunami, tanah longsor, letusan gunung, lumpur panas, atau bahkan kerusakan sosial setelah bencana.

Dalam International Strategy for Disaster Reduction (UN-ISDR-2002), bencana adalah gangguan serius dalam fungsi komunitas atau masyarakat yang menyebabkan kerugian manusia, materi, ekonomi, atau lingkungan yang melampaui kemampuan komunitas/masyarakat terdampak untuk mengatasi dengan sumber daya sendiri.

Dengan kata lain, bencana adalah kejadian yang diakibatkan oleh alam atau manusia, yang terjadi secara tiba-tiba atau bertahap, mengakibatkan kehilangan nyawa, harta, dan kerusakan lingkungan, melebihi kemampuan masyarakat dengan sumber daya yang dimilikinya.

Berdasarkan pengertian tersebut, penulis mengkaji mengenai pemetaan zonasi bencana alam yang terdapat pada wilayah pesisir.

Pada wilayah pesisir berpotensi terdampak Tsunami, hal ini berguna bagi Bina Marga PUPR untuk “melihat” potensi dampak keberadaan jalan nasional sebagai jalan jalur logistik yang dapat dilihat dari pemetaan daerah risiko (zonasi) sumber potensi bencana dan wilayah dampaknya; pemetaan zonasi obyek tergantung potensi ketinggian Tsunami terhadap pesisir, potensi terdampak langsung dan tidak langsung terutama penduduk wilayah pesisir, terdapat potensi bencana seperti Tsunami dan rob. Untuk Bina Marga PUPR, penting untuk mengidentifikasi potensi dampak jalan nasional sebagai jalur logistik. Ini melibatkan pemetaan daerah resiko (zonasi) sumber potensi bencana dan wilayah dampaknya.

Pemetaan zonasi obyek (tergantung potensi ketinggian Tsunami terhadap pesisir) terdiri dari berpotensi terdampak langsung dan berpotensi terdampak tidak langsung, terutama penduduk, ekosistem, serta infrastruktur seperti jaringan jalan yang menjadi fokus Bina Marga PUPR.

Pemetaan Zonasi Potensi Terdampak

Zonasi obyek terdampak mencakup area pesisir dan sekitar gunung berapi. Daerah pesisir, yang rentan terhadap Tsunami dan rob (banjir rob), umumnya terletak di pantai dangkal, teluk, atau muara sungai. Tsunami, gelombang laut cepat hingga 900 km per jam, dipicu oleh gempa bumi laut.

BMKG mendefinisikan Tsunami sebagai gelombang laut yang merusak pesisir. Gempa bumi laut, menurut BMKG, terjadi di laut dengan kedalaman < 100 km, kekuatan > 7.0 Skala Richter, dan pola sesar naik atau turun.

Kementerian ESDM menyatakan pusat gempa laut berada di dasar laut dengan kedalaman < 60 km. Dampak bencana di sekitar gunung berapi dianalisis dari aktivitas vulkanik: tingkat aktivitas normal, waspada, siaga, dan awas.

Wilayah Pesisir

Hasil kajian menunjukkan bahwa terdapat dua pemetaan berdasarkan potensi dampak, yaitu pemetaan risiko bencana dan pemetaan obyek terdampak langsung dan tidak langsung.

Menurut para ahli, pemetaan risiko bencana di daerah rawan Tsunami dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti jarak dari sumber Tsunami, morfologi dan kedalaman laut, bentuk pantai, sungai dan sistem pengendalian banjir, pulau penghalang, topografi pesisir, elevasi daratan, ekosistem pesisir, jarak dari pantai, dan penggunaan lahan. Oleh karena itu, pemetaan zonasi risiko bencana menjadi krusial untuk mengidentifikasi pusat bencana dan wilayah yang berpotensi terdampak.

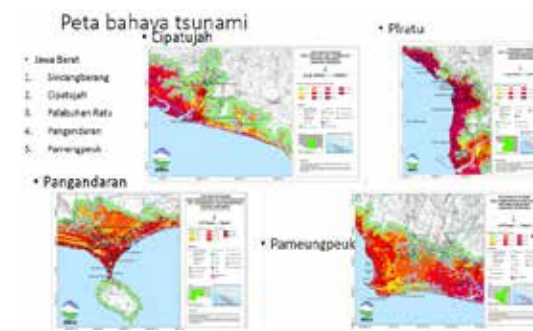
Pada kajian pemetaan obyek potensi terdampak langsung dan tidak langsung akibat bencana salah satunya dilakukan pemetaan kepada penduduk baik pra, saat kejadian, dan pasca bencana karena selain untuk meniadakan (nol korban jiwa) atau memperkecil kemungkinan korban jiwa dan makhluk hidup lainnya. Kerugiannya menjadi tidak ternilai bila terjadi korban jiwa, dan juga setelah bencana penduduk potensi terdampak langsung dan tidak langsung adalah yang sangat menanggung akibat sosial ekonomi akibat bencana tersebut.

Setelah melakukan pemetaan kepada penduduk yang berpotensi terkena dampak langsung dan tidak langsung dari bencana alam tersebut, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemetaan kepada sarana dan prasarana atau struktur dan infrastruktur wilayah. Penentuan zona potensi terdampak Tsunami menggunakan model *Cornell Multi-grid Coupled Tsunami* (COMCOT) yang awalnya dikembangkan oleh *German Indonesian Tsunami Early Warning System* (GITEWS) pada tahun 2008 dan kemudian diperluas menjadi *Indonesia Tsunami Early Warning System* (InaTews), yang saat ini digunakan oleh BMKG untuk peringatan dini Tsunami di Indonesia.

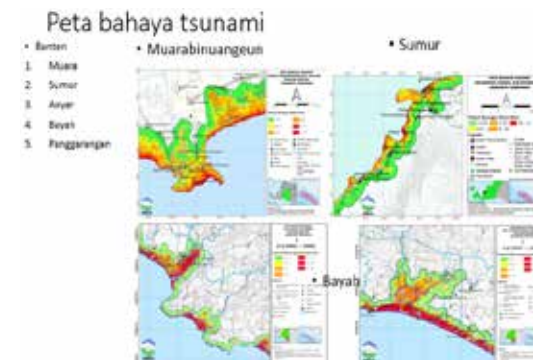
Studi terhadap bencana Tsunami semakin banyak dilakukan di Indonesia, termasuk simulasi *Estimated Times of Arrival* (ETA) berdasarkan model COMCOT di Aceh. COMCOT adalah model numerik yang menghasilkan perkiraan waktu kedatangan gelombang Tsunami setelah gempa bumi.

Pengetahuan ETA penting untuk evakuasi masyarakat di pesisir. Wilayah di Provinsi Banten dan Jawa Barat telah diteliti menggunakan COMCOT Model hingga tahun 2022. Wilayah di Provinsi Banten dan Jawa Barat adalah wilayah yang sampai dengan tahun 2022 telah tertelaah oleh COMCOT Model.

Zonasi potensi terdampak Tsunami dan tabel jaringan jalan nasional jalur evakuasi logistik berpotensi terdampak Tsunami di Provinsi Banten dan Jawa Barat dapat dilihat pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Wilayah Potensi dan Infrastruktur Jalan Terdampak Tsunami Di Provinsi Banten



Gambar 2. Wilayah Potensi dan Infrastruktur Jalan Terdampak Tsunami Di Provinsi Jawa Barat
Sumber: Kajian Potensi Bencana Alam Terhadap jalan Pantai Selatan Jawa. (Parbowo 2022)

Adapun untuk wilayah pesisir berpotensi terkena Banjir Rob digunakan beberapa metode diantaranya menggunakan Processing Model Numerik untuk Pasang Surut Analisis Prakiraan Banjir Pesisir/ Rob dari BMKG.

Perkiraan dampak potensi rob di Pesisir Utara Jawa Tengah dan di Indonesia yang dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3. Peta Prakiraan Dampak Potensi Rob di Indonesia dan Di Pelaihari Kalimantan Selatan
Sumber: BBC News Indonesia, <https://www.youtube.com/watch?v=...> diunduh 19-02-2024



Sumber: BPJN Kalimantan Selatan, 2024

Wilayah Sekitaran Gunung Berapi

Wilayah beresiko terdampak langsung dan tidak langsung di sekitaran gunung berapi dibagi menjadi beberapa zonasi berdasarkan informasi geologi dan tingkat risiko letusan gunung berapi, tipologi kawasan rawan letusan gunung berapi dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) tipe sebagai berikut:

1) Tipe A

a. Kawasan yang berpotensi terlanda banjir lahar dan tidak menutup kemungkinan dapat terkena perluasan awan panas dan aliran lava. Selama letusan membesar, kawasan ini berpotensi tertimpa material jatuhnya berupa hujan abu lebat dan lontaran batu pijar.

b. Kawasan yang memiliki tingkat risiko rendah (berjarak cukup jauh dari sumber letusan, melanda kawasan sepanjang aliran sungai yang dilaluinya, pada saat terjadi bencana letusan, masih memungkinkan manusia untuk menyelamatkan diri sehingga risiko terlanda bencana masih dapat dihindari).

2) Tipe B

a. Kawasan yang berpotensi terlanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu pijar, hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran panas dan gas beracun.

b. Kawasan yang memiliki tingkat risiko sedang (berjarak cukup dekat dengan sumber letusan, risiko manusia untuk menyelamatkan diri pada saat letusan cukup sulit, kemungkinan untuk terlanda bencana sangat besar).

3) Tipe C

a. Kawasan yang sering terlanda awan panas, aliran lahar dan lava, lontaran atau guguran batu (pijar), hujan abu lebat, hujan lumpur (panas), aliran panas dan gas beracun. Hanya diperuntukkan bagi kawasan rawan letusan gunung berapi yang sangat giat atau sering meletus.

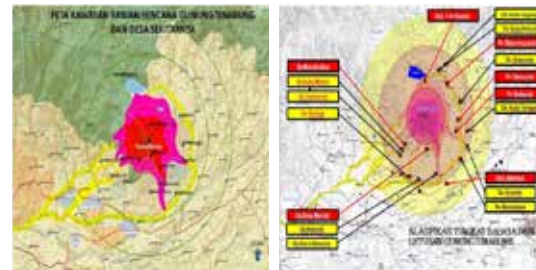
b. Kawasan yang memiliki risiko tinggi (sangat dekat dengan sumber letusan. Pada saat terjadi aktivitas magmatis, kawasan ini akan dengan cepat terlanda bencana, makhluk hidup yang ada di sekitarnya tidak mungkin untuk menyelamatkan diri).

Dalam upaya mitigasi bencana alam, berbagai gunung berapi memiliki tingkat kerentanan yang beragam. Sebagai contoh, Gunung Merapi terbagi menjadi Zona Terlarang, Zona Bahaya I, dan Zona Bahaya II.

Wilayah-wilayah ini terutama terletak di lereng barat daya dan sekitarnya yang secara administratif termasuk dalam Kabupaten Magelang, Jawa Tengah (Wikanti Asriningrum, dkk; 2004). Informasi lebih rinci mengenai zonasi potensi dampak letusan Gunung Merapi dan Gunung Sinabung dapat ditemukan dalam Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Daerah Bahaya Letusan (Erupsi) Gunung Merapi
Sumber: file:///C:/Users/bplj2/Downloads/477-408-2-PB.pdf



Gambar 5. Daerah Bahaya Letusan (Erupsi) Gunung Sinabung
Sumber: <https://www.google.com/archq=zonasi+bencana+letusan+gunung+berapi+Sinabung>

Bangunan Mitigasi (Pos Darurat)

Bangunan mitigasi memiliki dua bentuk yakni tempat istirahat dan konsep anjungan pelayanan jalan. Penyediaan tempat istirahat di pinggir jalan di Indonesia sudah ada sejak lama, digunakan untuk berbagai keperluan seiring sejarah.

Pada awal 1980-an, warung nasi di jalan nasional seperti Bandung-Jakarta, Bandung-Cirebon, dan Bandung-Jakarta lewat puncak menjadi tempat istirahat, juga di jalan tol mulai 1990-an seperti Jagorawi.

Tempat istirahat kini berkembang di Pulau Jawa dan Sumatera, terutama di jalur jarak jauh di Pesisir Utara dan Selatan Pulau Jawa, serta jalur Tengah Pulau Jawa dan Sumatera. Lokasi tempat istirahat perlu aman dari bencana alam dan dapat difungsikan sebagai fasilitas mitigasi bencana.

Pembangunan tempat istirahat di jalan umum dan tol harus sesuai regulasi, melibatkan kerjasama antara pemerintah pusat, daerah, dan swasta. Penyelenggara jalan nasional adalah Menteri, provinsi adalah Gubernur, dan kabupaten/kota adalah Bupati/Walikota.

Menurut Pasal 22 ayat 2 Peraturan Pemerintah No. 34 tahun 2006 tentang Jalan, merupakan bagian perlengkapan jalan yang tidak secara langsung terhubung dengan pengguna jalan. Pembangunan fasilitas ini dilakukan oleh penyelenggara jalan.

Konsep Anjungan Pelayanan Jalan (TI-APJ) merupakan tempat istirahat di jalan umum (non tol) sebagaimana diatur dalam Surat Edaran Menteri PUPR Nomor 02/SE/M/2018. Fungsi utamanya adalah untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan dengan mengurangi kecelakaan yang disebabkan oleh kelelahan, terutama setelah perjalanan selama 4 jam berturut-turut, sesuai dengan Pasal 90 ayat 3 Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

TI-APJ merupakan fasilitas yang menerapkan pembangunan berkelanjutan dengan pemilihan lokasi berdasarkan daya dukung lingkungan (sesuai SE Menteri PUPR nomor 02/SE/M/2018).

Selain sebagai pos manajemen lalu lintas, fasilitas ini memiliki fungsi tambahan sebagai pos tanggap darurat yang berguna untuk penyimpanan peralatan dan kendaraan alat berat guna perbaikan jalan saat terjadi bencana alam.

Hal ini memastikan konektivitas antar wilayah tetap berfungsi tanpa memberikan dampak negatif terhadap pengembangan wilayah dan pertumbuhan ekonomi lokal. Pos manajemen jalan juga bisa difungsikan sebagai fasilitas mitigasi bencana, seperti pusat informasi kesiapsiagaan bencana alam dan Tempat Evakuasi Sementara atau Akhir (TES/TEA) untuk menampung masyarakat terdampak pada masa keadaan darurat sebelum, saat, dan setelah bencana alam. Adapun untuk lebih jelas jenis fasilitas TI-APJ yang *sustainable* dilihat pada Tabel.1

Tabel 1. Tipe/ Jenis Tempat Istirahat Anjungan Pelayanan Jalan

No	Fungsi Utama	Fungsi Tambahan	Tipe tempat istirahat
1	1. Tempat Istirahat 2. Pos manajemen jalan	1. Pos tanggap darurat 2. Pusat informasi 3. Fasilitas umum 4. Inkubator ekonomi lokal	II
2		1. Pos tanggap darurat 2. Pusat informasi 3. Fasilitas umum	II
3		1. Pos tanggap darurat 2. Pusat informasi	III

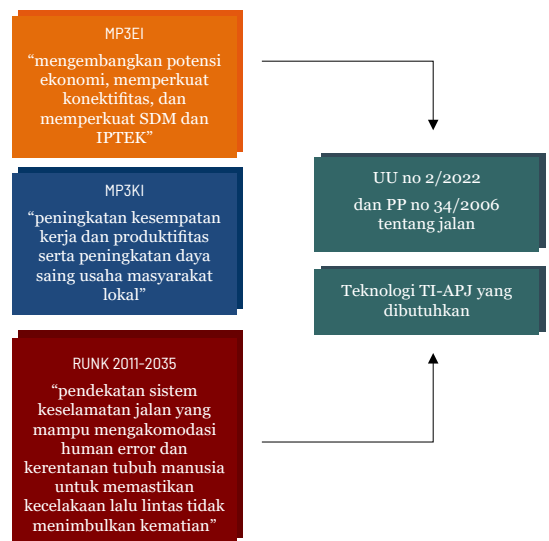
Sumber: Surat Edaran (SE) Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) nomor 02/SE/M/2018 tanggal 26 Februari Tahun 2018

Pemanfaatan TI-APJ sebagai titik interaksi antara masyarakat dan pengguna jalan penting. Dorongan regulasi diperlukan untuk pengembangan TI-APJ demi pembangunan berkelanjutan.

Melalui interaksi ini, semua pemangku kepentingan diharapkan dapat menciptakan fasilitas istirahat yang berkelanjutan. Implementasi kebijakan publik diperlukan dalam pengembangan TI-APJ, mengikuti prinsip dari Brian W. Hoogwood dan Lewis A. Gun (1978) mengenai teknis kebijakan dari atas ke bawah dan bawah ke atas.

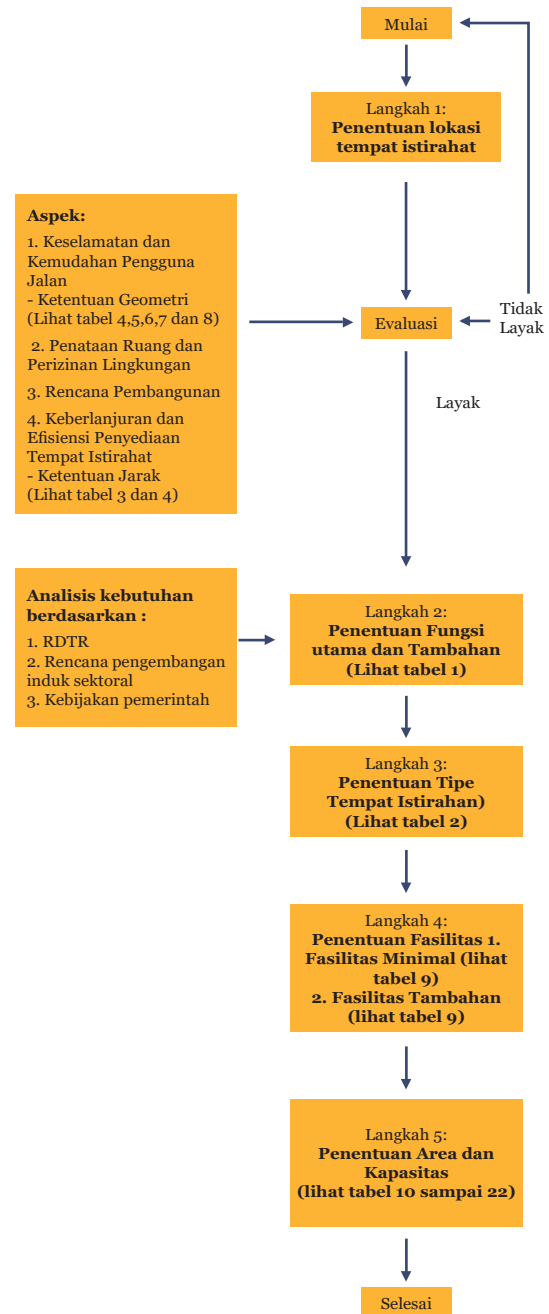
Pembangunan TI-APJ mengadopsi konsep pembangunan berkelanjutan, yang menurut Djajadiningrat dan Hardjolukito (2013), bertujuan memenuhi kebutuhan saat ini tanpa merugikan generasi masa depan.

Konsep ini menekankan kebutuhan esensial manusia dan keterbatasan teknologi serta organisasi sosial terhadap lingkungan untuk memastikan kelangsungan hidup masa kini dan mendatang. Dasar kebijakan nasional untuk perencanaan pembangunan TI-APJ dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Dasar Kebijakan TI-APJ
Sumber: Surat Edaran (SE) Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) nomor 02/SE/M/2018 tanggal 26 Februari Tahun 2018

Adapun untuk lebih jelas proses perencanaan TI-APJ dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Bagan Alir Perencanaan TI-APJ
Sumber: Surat Edaran (SE) Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) nomor 02/SE/M/2018 tanggal 26 Februari Tahun 2018.

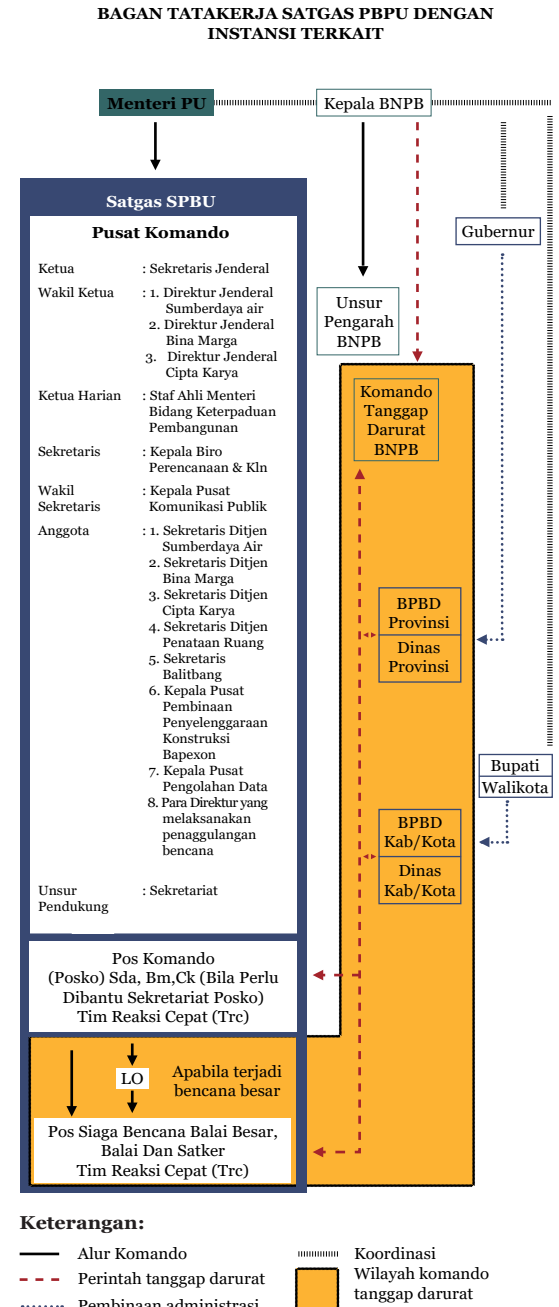
Hasil Kajian Model Pelayanan

Untuk pengelola dalam penyelenggaraan tempat istirahat TI-APJ Berkelanjutan, maka dilakukan analisis berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 34 Tahun 2006 pada penjelasan Pasal 54 dan penjelasannya, dan Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 pasal 90, dengan tujuan utama untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan, serta tujuan tambahan sebagai pos tanggap darurat. Inisiatif penyediaan tempat istirahat adalah pemerintah, dalam hal ini baik pemerintah pusat, melalui lembaga penyelenggara jalan.

Peraturan Pemerintah mengamanatkan pentingnya pemerintah mengambil peran sebagai inisiator penyedia tempat istirahat pada jalan umum (penjelasan Pasal 54 PP nomor 34 tahun 2006). Hal ini akan memperkuat peran pemerintah sebagai penyelenggara fasilitas layanan publik. Keunggulannya bila pemerintah mengambil inisiatif adalah bentuk layanan publik yang diberikan tidak “terlalu” bersifat komersial, menjangkau seluruh lapisan masyarakat, dan bersifat jangka panjang (berkelanjutan).

Permasalahan lain yang dihadapi dari pengelolaan infrastruktur pelayanan publik yaitu masih adanya kelemahan dari aspek regulasi terkait pelayanan publik untuk aset yang dikelola yang melibatkan kerjasama dengan pihak lain (masyarakat) terutama untuk daerah rawan bencana, agar pengembangan ekonomi lokal dapat berkembang setelah adanya pembangunan.

Kementerian PUPR telah memiliki satuan tugas dalam kerjasama dengan instansi terkait dalam penanggulangan bencana, yaitu melalui Keputusan Menteri PU nomor 297/KPTS/M/2013. Untuk lebih jelasnya Bagan Tatakkerja Satgas PBPU Dengan Instansi Terkait dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Bagan Tatakkerja Satgas PBPU Dengan Instansi Terkait
Sumber: Keputusan Menteri PU nomor 297/PTS/M/2013

Inisiatif Penyediaan Tempat Istirahat

Tempat istirahat pada jalan umum sesuai dengan PP nomor 34 Tahun 2006 merupakan salah satu perlengkapan jalan yang disediakan oleh penyelenggara jalan. Regulasi lain yang mendukung perlunya penyediaan tempat istirahat tersebut dapat dilihat pada Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan. Di dalam undang-undang tersebut diatur bahwa setelah mengemudikan kendaraan selama 4 (empat) jam berturut-turut, pengemudi kendaraan bermotor umum wajib beristirahat paling singkat setengah jam.

Tinjauan inisiatif penyediaan tempat istirahat dalam kerangka peraturan atau regulasi yang berlaku saat ini dilanjutkan dengan analisis model TI APJ sebagai bentuk pelayanan publik untuk tempat istirahat yang sesuai dengan kondisi di Indonesia, sesuai dengan kebijakan pemerintah sebagai dasar aspek hukum, dimana jelas bahwa penyediaan tempat istirahat memiliki dasar kebijakan secara nasional sehingga pemerintah daerah (Pemda) dapat melaksanakan sesuai dengan kebijakan “dari atas ke bawah” namun kenyataannya terdapat keraguan dan keengganan pemerintah untuk pembangunan dan pengelolaan, baik pemerintah pusat maupun pemerintah daerah karena berbagai faktor, seperti kewenangan penyediaan lahan untuk lokasi, pembangunannya, dan pengelolanya.

Di bawah ini digambarkan analisis berdasarkan kebijakan publik antara “memilih” dan “tidak memilih” untuk melaksanakan suatu kebijakan publik (Tabel.2).

Tabel 2. Analisis Perbandingan Pelayanan Publik Berdasarkan Memilih dan Tidak Memilih

	Kegiatan Strategis	Kegiatan Kurang Strategis
Pemerintah Pusat Mampu Melaksanakan	Pemerintah Pusat	Pemerintah Daerah / Masyarakat
Masyarakat Tidak Mampu Melaksanakan	Pemerintah	Pemerintah (do nothing)

Sumber: Riant Nugroho, 2003

Hasil Kajian Model Implementasi Kebijakan Publik

Pembangunan fasilitas pemerintah yang ditinjau dari beberapa hasil kajian, termasuk tempat istirahat di jalan, disebut juga sebagai pembangunan fasilitas publik karena kebijakan pemerintah merupakan kebijakan publik. Pembangunan fasilitas pemerintah seperti tempat istirahat di jalan adalah tanggung jawab pemerintah yang menjadi hak masyarakat.

Proses kebijakan publik melalui tahapan penyusunan agenda, formulasi, adopsi, implementasi, dan evaluasi kebijakan menurut Dunn William (seorang ahli) mencakup model implementasi kebijakan “dari atas ke bawah” (*top-down*) dan “dari bawah ke atas” (*bottom-up*) sebagai bagian dari tahapan proses kebijakan publik.

Pelaksanaan implementasi kebijakan publik menurut ahli diperlukan beberapa syarat, yaitu:

1. Jaminan bahwa kondisi eksternal yang dihadapi oleh lembaga/ badan pelaksana tidak akan menimbulkan masalah yang besar.
2. Apakah untuk melaksanakannya tersedia sumberdaya yang memadai, termasuk sumberdaya waktu.
3. Apakah perpaduan sumber-sumber yang diperlukan benar-benar ada.

4. Apakah kebijakan yang akan diimplementasikan didasari hubungan kausal yang andal.
5. Seberapa banyak hubungan kausalitas yang terjadi.
6. Apakah hubungan saling ketergantungan kecil.
7. Pemahaman yang mendalam dan kesepakatan terhadap tujuan.
8. Bahwa tugas-tugas telah dirinci dan ditempatkan dalam urutan yang benar.
9. Komunikasi dan koordinasi yang sempurna.

Dalam evaluasi implementasi kebijakan untuk pembangunan dan pengelolaan fasilitas pemerintah seperti tempat istirahat di jalan di daerah rawan bencana, kerjasama antara lembaga pemerintah pusat dan daerah penting untuk mencapai tujuan bersama.

Administrasi yang baik diperlukan untuk kesuksesan lembaga/organisasi dalam mencapai tujuan bersama, karena administrasi merupakan bentuk kerjasama kolektif untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, seperti yang dijelaskan oleh Rusli Budiman (2014).

Persepsi umum tentang administrasi mencakup berbagai jenis organisasi, baik besar maupun kecil, pemerintah maupun swasta, sebagai fenomena yang ditemui dalam kehidupan manusia.

Pelayanan Publik

Undang-Undang nomor 25 Tahun 2009 tentang pelayanan publik, Pasal 1 ayat 1 dijelaskan bahwa yang dimaksud dengan pelayanan publik adalah kegiatan atau rangkaian kegiatan dalam rangka pemenuhan kebutuhan pelayanan sesuai dengan peraturan perundang-undangan bagi setiap warga negara dan penduduk atas barang,

jasa dan atau pelayanan administratif yang disediakan oleh penyelenggara pelayanan publik. Adapun yang dimaksud pelayanan publik adalah setiap institusi penyelenggara negara, korporasi, lembaga independen yang dibentuk berdasarkan undang-undang untuk kegiatan pelayanan publik dan badan hukum lain yang dibentuk semata-mata untuk kegiatan pelayanan publik.

Di dalam Undang-Undang nomor 25 Tahun 2009 Pasal 4 tentang Pelayanan Publik dijelaskan pula mengenai azas dalam penyelenggaraan pelayanan publik yaitu:

- 1) Kepentingan umum,
- 2) kepastian hukum,
- 3) Kesamaan hak,
- 4) Keseimbangan hak dan kewajiban,
- 5) Keprofesionalan,
- 6) Partisipatif,
- 7) Persamaan perlakuan/tidak diskriminatif,
- 8) Keterbukaan,
- 9) Akuntabilitas,
- 10) Fasilitas dan perlakuan khusus bagi kelompok rentan,
- 11) Ketepatan waktu,
- 12) Kecepatan, kemudahan dan keterjangkauan.

Pada Undang-Undang nomor 25 Tahun 2009 Pasal 15 huruf (a) tentang pelayanan publik yaitu bahwa “Penyelenggara” berkewajiban menyusun dan menetapkan standar pelayanan”, dan kemudian pada Pasal 20 dijelaskan bahwa “Penyelenggara berkewajiban menyusun dan menetapkan standar pelayanan dengan memperhatikan kemampuan penyelenggara, kebutuhan masyarakat dan kondisi lingkungan, penyelenggara wajib mengikutsertakan masyarakat dan pihak terkait. Untuk lebih jelasnya tingkat keberhasilan daerah dengan keberadaan pos jalan dapat dilihat pada Tabel.3

Tabel 3 Tingkat Kesiapan Pelayanan Publik Berdasarkan Aspek Hukum dan Teknis Untuk Pembangunan TI-APJ Pada Jalan Nasional Di Daerah Rawan Bencana Alam
Sumber: Hasil Kajian

Elemen Syarat	Kebijakan Nasional / Pempus (UU,PP, dan Permen)	Kebijakan Daerah/ Pemda (Perda/ Skep Gubernur/ Bupati/ Walikota)	Masyarakat/ Swasta
Jaminan bahwa kondisi eksternal yang dihadapi oleh lembaga/ badan pelaksana	Kuat (10)	Kurang (5)	Belum Ada (0)
Perpaduan sumber-sumber yang diperlu-kan benar-benar ada	Kuat (10)	Kurang (5)	Belum Ada (0)
Kebijakan yang akan dimplemen-tasikan didasari hubungan kausal yang andal	Kurang (5)	Kurang (5)	Belum Ada (0)
Hubungan kausalitas yang terjadi	Kurang (5)	Kurang (5)	Belum Ada (0)
Hubungan saling ketergantungan kecil	Kuat (10)	Kuat (10)	Kuat (10)
Pemaha-man yang mendalam dan kesepakatan terhadap tujuan	Kurang (5)	Kurang (5)	Kurang (5)
Tugas-tugas telah dirinci dan di-tempatkan dalam urutan yang benar	Kurang (5)	Kurang (5)	Kurang (5)
Komuni-kasi dan koordi-nasi yang sempurna	Kurang (5)	Kurang (5)	Kurang (5)
Jumlah	55	45	25

Dari hasil kajian tersebut, perencanaan pembangunan untuk TI-APJ pada jalan nasional di daerah rawan bencana, maka Pemerintah Pusat memiliki bobot tertinggi (dengan nilai 55) yang berarti bahwa lebih diunggulkan untuk membangun dan mengelola TI-APJ dibandingkan Pemda dan masyarakat. Hal ini sesuai dengan kewenangan penyelenggara jalan tersebut yaitu secara nasional.

Elemen-elemen syarat penting untuk pembangunan dan pengelolaan TI-APJ dapat dikelompokkan ke dalam aspek hukum dan teknis. Secara hukum, kewenangan penyelenggara jalan, pemilik lahan, rencana lokasi, dan kebijakan pemerintah pusat dan daerah memainkan peran kunci.

Secara teknis, ketersediaan sumber daya, waktu, perencanaan yang sesuai dengan regulasi, dan keberlanjutan TI-APJ untuk jalan-jalan di daerah bencana sangat penting.

Model pelayanan publik dalam pengelolaan tempat istirahat dapat melibatkan kerjasama antara Pemerintah Swasta, Pemerintah Daerah, dan Masyarakat, membantu tidak hanya sebagai tempat istirahat tetapi juga sebagai pos manajemen saat terjadi bencana alam. Ini memiliki potensi untuk perkembangan ekonomi lokal dan pemerataan pertumbuhan wilayah sesuai dengan program prioritas Nawacita.

Mitigasi bencana alam sangat penting dilakukan dengan memperhatikan langkah-langkah: pemetaan zona bencana, pemetaan obyek terdampak, termasuk penduduk dan infrastruktur, serta pembangunan fasilitas mitigasi untuk pemantauan, edukasi masyarakat, dan post tanggap darurat.

"Pembangunan Yang Merata Akan
Mempersatukan Indonesia"
-Joko Widodo -

Inovasi Pembiayaan Hijau Dan Berkelanjutan Untuk Infrastruktur PUPR

Oleh: **Adrian Mangado Ruruk Paranoan**
Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Maluku Utara

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat dari 60 juta ton limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang dihasilkan pada tahun 2021, hanya 13,26 juta ton (22,5%) yang dapat dimanfaatkan. Padahal pemanfaatan limbah B3 bisa menghemat biaya material untuk infrastruktur dan melindungi alam dari penumpukan limbah B3 di alam.

Pemanfaatan limbah B3 sebagai alternatif bahan material konstruksi terus dilakukan pengkajian, salah satunya adalah pemanfaatan limbah dari sektor Pertambangan, Energi dan Migas (PEM). Hasil kajian Puslitbang Jalan dan Jembatan tahun 2019, menunjukkan bahwa material limbah B3 berpotensi dapat digunakan sebagai material konstruksi jalan.

Keterbatasan Anggaran dan Eksploitasi Material Alam: Masalah Pembangunan Infrastruktur Indonesia

Pemerintah Indonesia terus mendorong pembangunan infrastruktur agar ekonomi nasional dapat terus bertumbuh dan meningkatkan kesejahteraan. Pertumbuhan ekonomi nasional tidak terlepas dari tantangan salah satunya adalah keterbatasan anggaran.

Keterbatasan anggaran tersebut sudah dibahas sejak tujuh tahun silam dalam acara Sarasehan 100 Ekonom Indonesia, disampaikan oleh Presiden Republik Indonesia untuk menyediakan infrastruktur selama 2015-2019, negara membutuhkan kurang lebih Rp 4.769 triliun dan untuk ini tidak mungkin semuanya dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN), oleh karena itu perlu dilakukan terobosan-terobosan dalam pembiayaan infrastruktur.

Terobosan yang diperlukan harus dapat mendukung pembangunan infrastruktur secara berkelanjutan. Pembangunan infrastruktur memiliki dampak negatif yang cukup besar terhadap lingkungan. Salah satunya adalah eksploitasi material di alam yang berlebihan. Eksploitasi berlebih akan memberikan dampak buruk bagi ekosistem dan keberlangsungan lingkungan hidup.

Aktivitas penambangan untuk bahan konstruksi (seperti pasir dan batu) seringkali menghilangkan vegetasi/pohon-pohon dan merusak tempat hidupnya berbagai flora dan fauna yang pada akhirnya dapat menimbulkan kerusakan dan bencana alam.

Perubahan iklim yang terjadi beberapa dekade terakhir ini telah meningkatkan keprihatinan manusia yang akhirnya mendorong dunia konstruksi untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan hidup.

Eksploitasi merupakan kegiatan menggali atau memanfaatkan SDA untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Kegiatan memanfaatkan SDA untuk keberlangsungan hidup manusia tentu saja menjadi hal yang wajar, namun eksploitasi SDA secara berlebih dapat memberikan dampak buruk bagi ekosistem dan keberlangsungan lingkungan hidup, terutama di sekitar area tempat eksploitasi SDA.

Kegiatan eksploitasi tersebut erat hubungannya dengan sektor pertambangan yang dapat memberikan dampak negatif bagi kelestarian alam dan lingkungan tetapi memberikan dampak positif seperti menurunkan angka pengangguran, meningkatkan perekonomian masyarakat, meningkatkan devisa negara, dsb.

Indonesia sebagai negara dengan tingkat populasi keempat terbanyak di antara negara-negara G20 dengan jumlah 273.523.615 orang pada 2020, tentunya memiliki banyak kebutuhan pelayanan yang sangat besar di berbagai sektor, termasuk dalam hal infrastruktur.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), sebagai salah satu instansi yang bertugas melaksanakan pembangunan infrastruktur tersebut, membutuhkan dukungan anggaran yang sangat besar dalam melaksanakan program kerjanya, seperti pembangunan dan pemeliharaan bendungan, irigasi, jalan, jembatan, sanitasi, sistem air minum, penataan kawasan, infrastruktur di kawasan strategis nasional untuk mendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia.

Dampak Keterbatasan Anggaran dan Eksploitasi Material Alam

Indonesia membutuhkan dana sebesar Rp 6.445 triliun untuk kebutuhan investasi di sektor infrastruktur pada 2020 hingga 2024. Hal ini dinyatakan oleh Kepala Badan Kebijakan Fiskal Kementerian Keuangan pada tahun 2021 saat Seminar Nasional Sekuritisasi Aset. Pemerintah diprediksi hanya mampu memenuhi 37% (Rp2.385 triliun) dari total dana yang dibutuhkan dan mengharapkan Swasta dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) masing-masing berkontribusi senilai 42% (Rp2.706 triliun) dan 21% (Rp1.353 triliun) dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia.

Apabila kebutuhan dana tersebut tidak terpenuhi maka akan berdampak pada terhambatnya pembangunan infrastruktur dasar seperti air bersih dan sanitasi, akses listrik rumah tangga, perumahan, jalan non tol, fasilitas Kesehatan, fasilitas pendidikan dan pembangunan infrastruktur pendukung produktivitas seperti infrastruktur energi, jalan akses utama dan tol, pelabuhan, kereta api, bandara, serta teknologi informasi dan komunikasi.

Dampak terhambatnya pembangunan infrastruktur dapat ditangani melalui upaya pemanfaatan dampak positif eksploitasi SDA. Pemanfaatan SDA diharapkan dapat dilakukan seefektif mungkin untuk meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan bagi kelestarian lingkungan dan generasi mendatang.

Isu ini mendapatkan banyak respon dari berbagai individu, institusi dan instansi yang selanjutnya melakukan penelitian dan pengembangan di bidang teknologi bahan konstruksi untuk mencari alternatif bahan material konstruksi.

Salah satunya adalah pemanfaatan limbah dari sektor Pertambangan, Energi dan Migas (PEM). Puslitbang Jalan dan Jembatan sampai dengan tahun 2019 melakukan kajian terkait material limbah B3 berpotensi untuk digunakan sebagai material konstruksi jalan seperti:

Material pilihan atau material timbunan, material lapis fondasi tanah (*sub-grade*), material lapis fondasi bawah/ atas (*sub-base/base*), material agregat lapis perkerasan aspal dan beton semen, serta material agregat bangunan pelengkap jalan. Adapun limbah B3 yang dimaksud adalah *fly-ash*, *bottom ash*, *slag* baja, *slag nikel*, *tailing* serta limbah sawit De-OBE (*De Oiled Bleaching Earth*).

Tingkat Komponen Limbah (TKL) sebagai Rekomendasi Kebijakan

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 memberikan arahan yang jelas terkait penggunaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Pasal 316 Ayat c menegaskan bahwa pemanfaatan limbah B3 harus memperhatikan standar lingkungan hidup. Ini berarti bahwa setiap penggunaan limbah B3 di luar industri harus disetujui dengan persyaratan teknis yang ketat, seperti yang diatur dalam Pasal 318 Ayat 2 dan 3.

Hal ini didukung dengan perlunya nama, sumber, karakteristik, dan jumlah (dalam hal ini kadar) limbah B3 yang akan dimanfaatkan.

Pelaksanaan AMDAL dalam hal pengelolaan dan pemanfaatan Limbah B3 telah diatur secara umum di dalam PP No. 22 Tahun 2021, namun tidak disebutkan secara spesifik pemanfaatannya untuk dapat digunakan dalam kegiatan konstruksi, berikut juga dengan kadar/ baku mutu aman dari persentase limbah B3 yang terkandung di dalam bahan konstruksi.

Menurut Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan.

Data Statistik PSLB3 tahun 2019 (Gambar 1 dan Gambar 2) menunjukkan bahwa dari total 44.883.734 ton limbah B3 pada tahun 2019, hanya sebanyak 4.137.793,31 ton (9,22%) yang benar-benar dimanfaatkan.

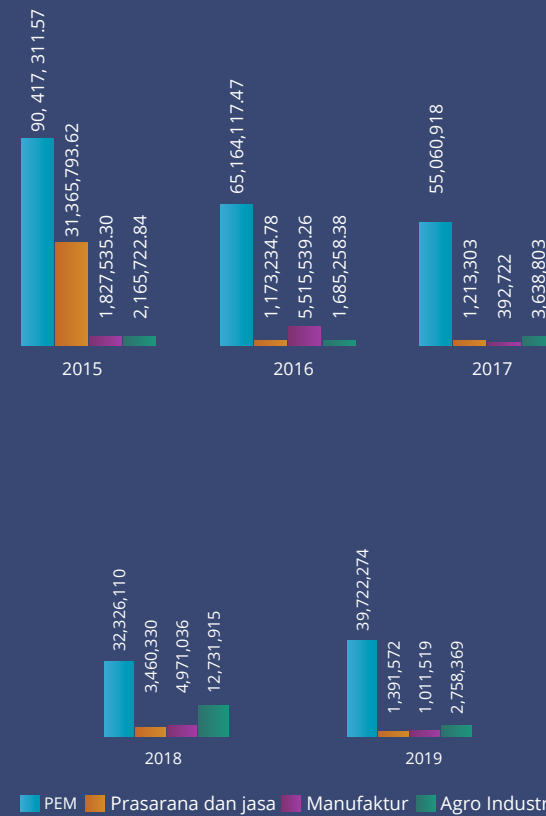
Pada tahun 2021, KLHK mencatat potensi pemanfaatan limbah B3 berdasarkan persetujuan teknis sebesar 48,6 juta ton namun dalam Laporan KLHK mencatat hanya 13,26 juta ton (22,5%) yang dapat dimanfaatkan.

Pada Seminar “Outlook Ekonomi 2022” tanggal 26 Januari 2022, Direktorat Jenderal Bina Konstruksi menyampaikan bahwa diperkirakan kebutuhan semen untuk program pembangunan infrastruktur APBN TA 2022 mencapai 15,8 juta ton.

Jika dalam pembangunan tersebut digunakan Semen Ramah Lingkungan, hal ini pasti akan berkontribusi besar dalam pembangunan yang berkelanjutan.

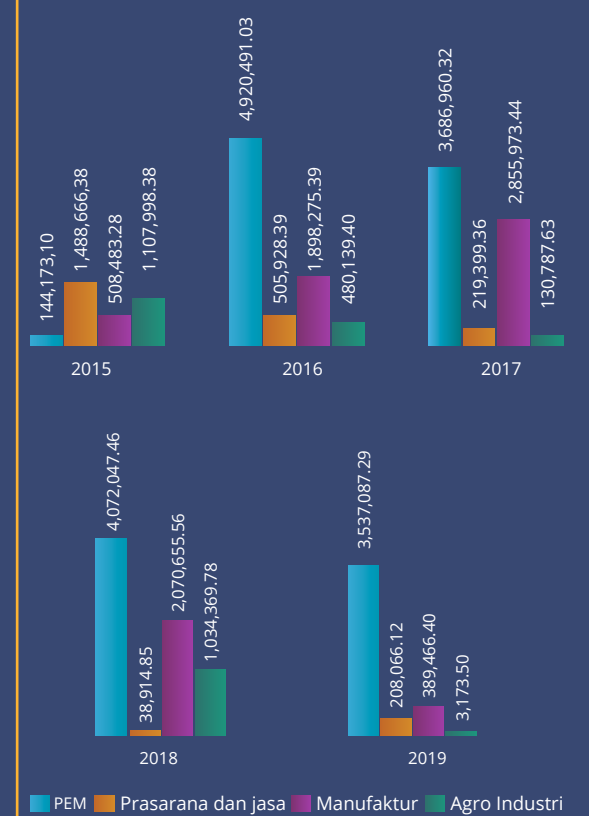
Pemanfaatan limbah dalam konstruksi dapat ditingkatkan melalui rekomendasi suatu penetapan kebijakan (policy) yang mensyaratkan jumlah minimal komponen limbah pada Pengadaan Barang Konstruksi dalam bentuk Tingkat Komponen Limbah (TKL).

JUMLAH LIMBAH B3 YANG DIKELOLA (TON)



Gambar 1. Jumlah Limbah B3 Yang Dikelola
Sumber: Statistik PSLB3 2019

JUMLAH LIMBAH B3 YANG DIMANFAATKAN (TON)



Gambar 2. Jumlah Limbah B3 Yang Dimanfaatkan
Sumber: Statistik PSLB3 2019



Gambar 3. Peta Sebaran Pelaporan Limbah B3 Perusahaan | Sumber: Executive Dashboard Ditjen PSLB3 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (<https://pslb3.menlhk.go.id/sisteminformasi/>)

Permintaan Limbah B3 Untuk Konstruksi (PLB3K)

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021 Pasal 315 Ayat 1 menyatakan bahwa pemanfaatan Limbah B3 wajib dilaksanakan oleh setiap orang yang menghasilkan Limbah B3. Pada tahun 2019 dari sejumlah 39.722.274 ton limbah B3 sektor PEM, hanya sejumlah 3.537.087,29 ton (8,9%) yang dimanfaatkan. Contohnya penggunaan slag nikel sebagai material pasir beton pada konstruksi Rigid Pavement di Halmahera, yang dapat menghemat harga pekerjaan beton sebesar ±34,5%.

Berdasarkan laporan BPS, nilai ekspor nikel Indonesia mencapai US\$2,97 miliar atau sekitar Rp44,5 triliun (dengan kurs Rp15.000 per US\$) selama Januari-Juli 2022, melonjak hingga 449,66% dibandingkan dengan periode yang sama tahun sebelumnya.

Mengingat potensi besar pendapatan ekonomi dari sektor PEM, serta kewajiban perusahaan untuk mengelola dan memanfaatkan limbah B3 yang dihasilkannya, disarankan agar diterapkan kebijakan yang memaksa perusahaan penghasil limbah B3 untuk menyediakan limbah yang bisa dimanfaatkan sebagai material konstruksi di lokasi pembangunan infrastruktur.

Kebijakan ini akan diatur melalui surat PLB3K yang dikeluarkan oleh pemerintah kepada perusahaan-perusahaan tersebut.

Kebijakan tersebut mengharuskan perusahaan untuk menyediakan dan menanggung semua biaya yang terkait dengan pengadaan limbah B3 ke lokasi proyek.

Dengan demikian, akan menghasilkan penghematan biaya bahan material untuk infrastruktur (save infrastructure) dan secara besar mengurangi kerusakan alam akibat eksploitasi SDA yang berlebihan maupun penumpukan limbah B3 di alam (save nature).

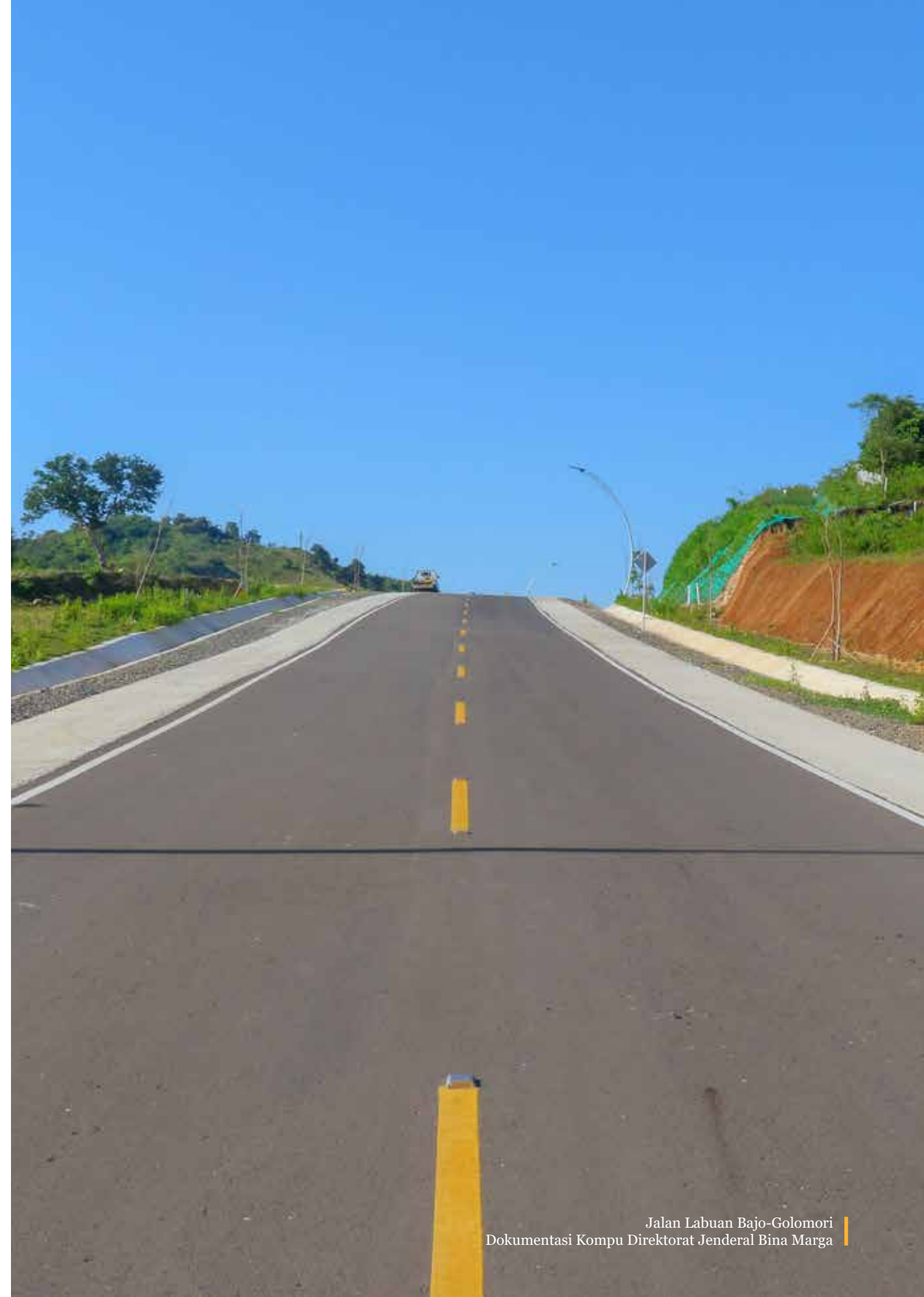
Penerapan kebijakan-kebijakan tersebut tidak luput dari tantangan yang akan dihadapi antara lain penyamaan persepsi tentang pemanfaatan limbah B3 sebagai material konstruksi, penelaahan dan melengkapi Standar, Pedoman, Peraturan, Ketentuan dan Spesifikasi terkait pemanfaatan limbah B3 sebagai material konstruksi, serta penyesuaian perhitungan nilai investasi perusahaan dengan biaya permintaan Limbah B3 untuk proyek konstruksi.

Referensi:

Albugis, Abdul Haris dan Paranoan, Adrian Mangado Ruruk. 2022. Introducing Halmahera's 1st Ecofriendly Rigid Pavement (Sebuah Kisah tentang Slag Nikel di Pulau Halmahera). Ternate: BPJN Maluku Utara.

Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan Bahan Beracun Berbahaya. 2019. Statistika 2019. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Gunawan, Gugun dan Prananda, Indra Andika. 2020. Potensi Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Material Konstruksi Jalan. Bandung: BINEKA, Ditjen Bina Marga



Prinsip Umum dari Kerja Sistem Pemantau Kesehatan Struktur Jembatan

Oleh: Imam Akbar

Balai Geoteknik, Terowongan dan Struktur

Sistem pemantau kesehatan (atau kondisi laik guna) struktur jembatan saat ini menjadi sesuatu yang penting yang bisa memberikan manfaat yang besar dalam pemeliharaan jembatan terkait hasil dan daya guna usaha serta biaya. Sistem tersebut bekerja dengan prinsip umum, berupa: pengukuran besaran fisis, pengiriman data, dan penyajian data yang sudah diolah. Prinsip umum tersebut dideskripsikan dalam artikel ini, dengan tujuan prinsip umum dari kerja sistem pemantau kesehatan struktur jembatan bisa lebih dikenal.

Jembatan dan Kondisi Strukturnya

Jembatan merupakan salah satu jenis infrastruktur yang sangat penting dibangun dengan karakteristik berupa masa layan yang panjang. Semakin lama masa layan suatu jembatan, semakin besar manfaat yang bisa diperoleh oleh pengguna (Gambar 1). Masa layan yang panjang dari sebuah jembatan ditentukan oleh konstruksi yang kokoh disertai pemeliharaan struktur yang baik.

Kondisi struktur suatu jembatan dapat dinilai dengan pemantauan struktur jembatan. Dalam proses pemantauan tersebut, kondisi jembatan diawasi dan ditinjau untuk memastikan keamanan, keunggulan, dan kelayakan penggunaannya.

Dengan demikian, kerusakan, keausan, atau permasalahan lain yang mengancam kesehatan jembatan, dapat diketahui untuk kemudian ditentukan langkah pembaruan atau perawatan yang tepat sebelum terjadi kecelakaan.



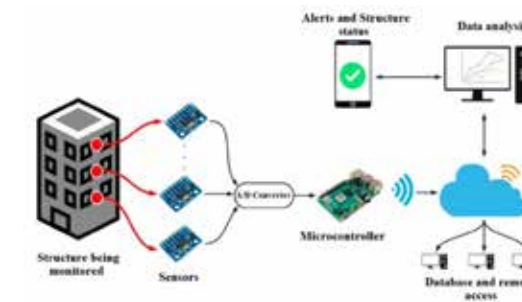
Gambar 1. Jembatan AMPERA di Palembang, sejak diresmikan pada 10 November 1965, masih dimanfaatkan oleh warga setempat sebagai infrastruktur penyebrangan melintasi Sungai Musi (sumber: www.id.wikipedia.org, 2024).

Sistem Pemantau Kesehatan Struktur

Sistem Pemantau Kesehatan Struktur/*Structural Health Monitoring System* (SHMS) merupakan sebuah sistem yang digunakan untuk memvalidasi hasil perencanaan jembatan,

menjamin keamanan struktur jembatan dengan penggunaan informasi yang didapat terkait kondisi struktur jembatan, dan mewujudkan perencanaan pemeliharaan (*maintenance*) yang sesuai dan ekonomis. Umumnya, SHMS digunakan pada jembatan dengan bentang paling sedikit 100 meter (Permen PUPR No. 10 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Keamanan Jembatan dan Terowongan Jalan).

Pada sistem ini, berbagai sensor terkoneksi dengan perangkat pengumpul data untuk mendata pengukuran secara langsung ke dalam *database* (Gambar 2), pengumpulan ini dilakukan melalui proses komunikasi data.

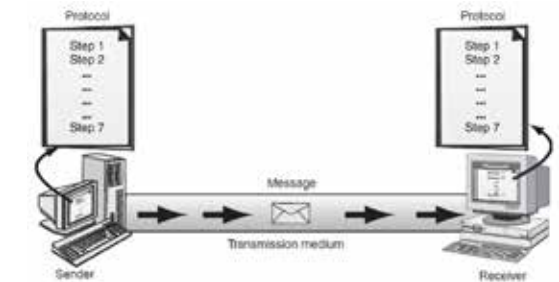


Gambar 2. Arsitektur umum SHMS (sumber: Castro *et al.*, 2022).

Komunikasi data adalah proses pengiriman dan penerimaan data / informasi antara perangkat seperti komputer, laptop, atau printer yang didukung oleh perangkat lunak (program komputer). Komunikasi data berjenis komunikasi terestial dengan kabel dan komunikasi satelit dengan cakupan area yang lebih luas. Komponen penyusun sistem komunikasi data diantaranya meliputi sumber, pengirim dan penerima, dimana informasi diubah menjadi data, selanjutnya dikirim dan diterima untuk diolah (Gambar 3).

Efektivitas sistem komunikasi data terkait dengan karakteristik pengiriman, akurasi, dan ketepatan waktu. Sistem komunikasi data dapat berbentuk komunikasi titik-ke-titik (*point-to-point*), data dari satu sistem dikirimkan langsung ke satu tempat lain (misalnya: fax, telepon, dan telegram).

Dalam sistem multi komunikasi, data dari satu titik dikirimkan ke beberapa tempat sekaligus (misalnya: jaringan dengan saklar). Ada juga siaran (*broadcast*), dimana data dari satu tempat bisa diterima oleh semua titik yang terhubung (misalnya: siaran radio dan televisi).



Gambar 3. Skema sistem komunikasi data (sumber: Dorling Kindersley, 2012).

Dalam prosesnya, digunakan protokol untuk mengatur pertukaran data antar perangkat. Untuk komunikasi data dari sensor ke penghimpun-data (*datalogger*), dapat digunakan **Protokol IEEE 802.15.4**. Kemudian, dari *datalogger* kepada lokasi-akses (*access point*) atau jaringan lokal, dapat digunakan **Protokol IEEE 802.11**. Teknologi ini tidak terlepas dari internet, seperti penerapan protokol dalam pengiriman email, yang melibatkan beberapa protokol agar dapat diterima oleh penerima pada jaringan yang sama atau berbeda.

Secara khusus, protokol memiliki beberapa fungsi penting: Pengaturan alamat/*addressing* (informasi alamat pengirim dan penerima yang tersimpan dalam *Header IP Package* digunakan oleh *router* untuk mengarahkan paket melewati suatu jaringan komunikasi);

Penyusunan ulang/*reassembly* (pesan yang dikirim akan dipecah menjadi beberapa paket oleh protokol internet, yang kemudian, saat diterima, paket akan disusun-ulang; Batas umur paket/*timeouts* (paket dibatasi umurnya oleh protokol internet menggunakan *self-destructive counter* untuk mengatur umur paket serta mencegah penumpukan paket yang sudah kadaluwarsa; Pilihan pengiriman/*options* (protokol menyediakan opsi untuk mengontrol pengiriman paket, termasuk tambahan fitur keamanan pada paket).

Penggunaan protokol komunikasi data dibedakan mejadi beberapa jenis yakni, *Transmission Control Protocol (TCP) / Internet Protocol (IP)*, pengaturan standar untuk pertukaran data antar komputer di internet; *Hypertext Transfer Protocol Secure (HTTPS)*, versi aman dari *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* dengan lapisan enkripsi *Socket Secure Layer* atau *Transport Layer Security* untuk keselamatan komunikasi.

Secure Shell (SSH), protokol aman untuk pertukaran data dan kontrol jarak jauh. *Telecommunication network (Telnet)*, protokol dengan keamanan rendah untuk koneksi internet atau *Local Area Network (LAN)*. *Open System Interconnection (OSI) Layer*, standar komunikasi dengan tujuh lapisan fungsi spesifik (*application layer, presentation layer, session layer, transport layer, network layer, datalink layer, dan physical layer*) untuk komunikasi efisien antar komputer dalam jaringan yang berbeda.

Prinsip Operasi SHMS Secara Umum

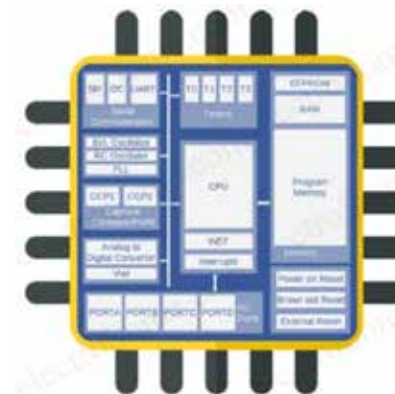
Operasi SHMS secara umum terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: pengukuran besaran fisis, pengiriman data, dan penyajian data yang sudah diolah. Pengukuran besaran fisis menggunakan sensor-sensor yang menjadi indikator kesehatan suatu struktur. Sensor tersebut ditempatkan pada beberapa lokasi yang telah ditentukan (Gambar 4). Beberapa jenis sensor ini meliputi:

- *Accelerometer*, berfungsi untuk mengukur getaran pada struktur, yang dihasilkan oleh perlakuan pada saat pengujian, dengan kemampuan pembacaan getaran hingga tiga sumbu/axis.
- *Displacement Transducer*, digunakan untuk mengukur perpindahan atau pergeseran lokasi suatu objek saat diberikan perlakuan tertentu pada saat pengujian.
- *Strain transducer*, berfungsi untuk mengukur regangan bentuk suatu struktur saat dilakukan pengujian.
- *Tilt sensor*, digunakan untuk mengukur kemiringan suatu objek terhadap dua sumbu.
- *Temperature sensor*, digunakan untuk mengukur suhu di suatu lokasi atau pada suatu struktur, yang dapat dijadikan pembanding terhadap hasil pengukuran sensor lainnya, sehingga dapat dilakukan penilaian pengaruh suhu terhadap struktur yang diuji.



Gambar 4. Penempatan berbagai jenis sensor pada sebuah jembatan (sumber: Al-Khateeb, 2015).

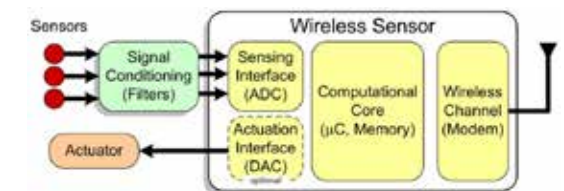
Pengiriman data dalam SHMS melibatkan mikrokontroler, yaitu komputer kecil dalam bentuk chip berupa *Integrated Circuit (IC)*, yang mengontrol proses kerja dan interaksi perangkat. Mikrokontroler menerima, olah, dan kirim sinyal sesuai program yang dimuat. Biasanya, mikrokontroler terdiri dari CPU, RAM, ROM, serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang bisa diprogram. Berbeda dengan komputer, mikrokontroler punya kecepatan pengolahan data rendah, sekitar 1-16 MHz (Gambar 5).



Gambar 5. Komponen-komponen umum dari sebuah mikrokontroler (sumber: George, 2022).

Mikrokontroler sering digunakan pada aplikasi sistem dan perangkat yang sederhana, yang tidak memerlukan proses komputasi yang tinggi. Beberapa contoh produk mikrokontroler, yaitu: avr, arduino, atmega328, dan lainnya. Fungsi Mikrokontroler meliputi pewaktu (*timer*), pembangkit osilasi, flip-flop, *Analog to Digital Converter (ADC)*, penghitung (*counter*), *encoder* dan *decoder*.

Mikrokontroler dan berbagai sensor yang membentuk SHMS, bekerja dalam skema *Wireless Sensor Network (WSN)*. Ini merupakan teknologi komunikasi *wireless* antar perangkat sensor daya kecil dan murah, yang terdiri atas sejumlah sensor yang ditebarkan pada suatu struktur untuk kepentingan pengukuran (Gambar 6). Berbeda dari jaringan komputer (OSI Layers atau DoD), yang diutamakan oleh WSN adalah penghematan energi, karena penggunaan WSN untuk pengukuran daerah yang tidak bisa dijangkau manusia dan pengisian ulang energi, sangat sulit dilakukan.



Gambar 6. Skema *wireless sensor network* (sumber: Swartz et al., 2022).

Standarisasi perangkat WSN telah dirumuskan untuk menjaga kompatibilitas arsitektur *hardware* dan *software*, diantaranya penggunaan standar IEEE 802.15.4 untuk teknologi *wireless* dengan *datarate* rendah. Pertukaran data (*traffic*) dilakukan menurut salah satu dari tiga jenis berikut:

1. *Traffic* periodik, yang biasa digunakan untuk aplikasi monitoring, yang mana sensor mengirimkan data secara periodik dari suatu fenomena fisik.

2. *Traffic* berselang, yang biasa digunakan untuk aplikasi *event-triggered*. Biasanya *trigger* berupa sinyal dalam *software* atau faktor eksternal. Tipe *traffic* ini diatur oleh tiap titik *router*.

3. *Traffic* rendah latensi, digunakan oleh komunikasi tertentu yang memerlukan waktu proses singkat, misalnya proses klik *mouse* oleh administrator.

Perbedaan utama antara WSN dan *embedded system network* lainnya, yaitu titik sensor pada WSN selain memiliki fungsi sensor, juga memiliki fungsi sebagai *router*. Titik sensor tersebar di area tertentu, mampu mengumpulkan dan mengirimkan data ke *sink* atau *gateway*. Data dikirim ke *end user* menggunakan arsitektur *multihop*. Titik sensor juga bisa bertindak sebagai *router* dalam proses pengiriman data sebagai salah satu *hop*.

Dikarenakan keterbatasan *hardware* dan penghematan energi, WSN menggunakan metode komunikasi rendah daya dengan jarak transmisi yang terbatas.

WSN menggunakan teknologi komunikasi nirkabel yang tidak memerlukan kabel untuk mentransmisikan data. Komunikasi nirkabel mencakup berbagai teknologi seperti komunikasi seluler, jaringan antar komputer dengan adaptor nirkabel, dan aksesoris komputer nirkabel.

Dibandingkan dengan jaringan kabel, komunikasi nirkabel memiliki keunggulan dalam kecepatan transfer data yang lebih cepat dan keamanan yang lebih baik.

Sinyal dalam jaringan nirkabel dikirim melalui udara menggunakan adaptor komputer nirkabel yang menerjemahkan dan memancarkan data melalui antena. *Router* kemudian menerima dan mengubah sinyal tersebut untuk dibaca sebagai informasi oleh pengguna pada komputer atau laptop pengguna (Gambar 7).



Gambar 7. Jaringan nirkabel yang menghubungkan berbagai perangkat (sumber: Sunbelt Rentals, 2023).

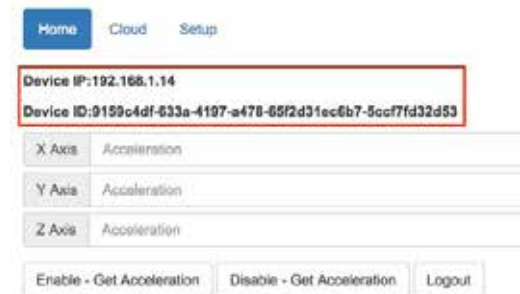
Jaringan nirkabel bekerja secara dua arah, memungkinkan pengiriman dan penerimaan data dilakukan secara bersamaan dengan *bandwidth* besar agar koneksi lebih cepat dan efisien. Ada empat jenis jaringan nirkabel, yakni: *Wireless Personal Area Network* (WPAN), *Wireless Local Area Network* (WLAN), *Wireless Metropolitan Area Networks* (WMAN), dan *Wireless Wide Area Network* (WWAN).

WPAN seperti *Bluetooth*, untuk komunikasi antara perangkat pribadi dengan jangkauan 10 meter. WLAN digunakan di kantor dengan jangkauan hingga 2 km, berkomponen *Access Point*, *WLAN Interface*, PC, laptop, dan antena eksternal.

WMAN atau WiMAX, menghubungkan LAN nirkabel di kota dengan *transfer rate* hingga 75 Mbps dan jangkauan 8 km. WWAN meliputi area luas, menggunakan teknologi satelit dengan kecepatan beragam serta daya pancar tinggi.

Setelah data dikirim melalui berbagai jaringan, data yang sudah diolah dari pengukuran besaran fisis suatu struktur, ditampilkan menggunakan *Graphical User Interface* (GUI).

GUI adalah antarmuka yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan perangkat elektronik (Gambar 8), termasuk jendela, menu, ikon, dan *widget*. Pengguna dapat berinteraksi dengan GUI menggunakan *mouse*, *keyboard*, atau *touchscreen*.



Gambar 8. Tampilan sebuah GUI untuk komunikasi data antara gawai sensor dengan pengguna (sumber: Chang dan Lin, 2018).

GUI dikembangkan oleh Xerox Palo Alto di tahun 1970 dan sukses diintegrasikan oleh Apple untuk Macintosh dan Microsoft untuk Windows. GUI bekerja dengan prinsip yang sesuai dengan pola *software model-view-controller*, yang memisahkan informasi internal dan eksternal yang ditampilkan pada pengguna dengan mudah tanpa memerlukan pemahaman kode.

Kelebihan GUI berupa kemudahan untuk dipahami dan digunakan, yang mana sistem komputer menjadi sederhana dalam pengoperasiannya bagi semua orang.

Selain itu, GUI menjadikan antarmuka sebuah aplikasi atau sistem operasi lebih menarik. Interaksi apapun yang dilakukan oleh pengguna dengan perangkat elektronik menjadi lebih jelas.

Namun, keterbatasan GUI termasuk interaksi terbatas, kecepatan lambat dibanding antarmuka berbasis perintah, dan kebutuhan penyimpanan yang besar yang mempengaruhi kinerja.

Meskipun memudahkan pengguna, *developer* perlu usaha ekstra dalam desain dan implementasi untuk GUI.

Perhatian terhadap kelebihan dan kekurangan GUI, menjadi pertimbangan mengenai kebutuhan suatu GUI untuk terpasang dalam sebuah perangkat elektronik. Bagi orang awam, GUI tentu saja sangat dibutuhkan, karena mampu menyederhanakan penggunaan suatu sistem untuk berfungsi.

Pemilihan GUI dalam perangkat elektronik mempertimbangkan kebutuhan pengguna. GUI mempermudah penggunaan sistem, memberikan instruksi jelas, dan memungkinkan kontrol dari jarak jauh melalui *web browser* terhubung ke *web server*, memfasilitasi pertukaran data secara aman, mudah, dan cepat.

Saat tampilan depan dibuka dari jarak jauh oleh klien, *web server* mengirimkan tampilan depan kepada klien, namun data primer yang diperoleh dari pengukuran sensor, tetap berada didalam komputer server.

Interaksi dengan tampilan depan dapat dilakukan dengan cara yang sama seolah-olah GUI berjalan di klien, kecuali data primer diolah di dalam server.

Dengan kemampuan/fitur ini, kendali data/informasi jarak jauh dapat dikerjakan dengan aman, mudah, dan cepat. *Web server* adalah sebuah *software* (perangkat lunak) yang memberikan layanan berupa pertukaran data, dengan cara menerima permintaan HTTP atau HTTPS dari klien/*web browser* (Chrome, Firefox), kemudian mengirimkan respon kepada klien dalam bentuk situs/halaman web (*website*) (Gambar 9).

Web server memiliki kapasitas penyimpanan yang besar dan akses yang cepat, sehingga kesalahan dalam penyimpanan dan akses data, pada suatu *website* atau aplikasi, dapat dicegah.



Gambar 9. Akses data oleh *client* ke *source* menggunakan fasilitas *web server* (sumber: JavaTpoint, 2021).

Web Server memiliki beberapa fungsi penting dalam SHMS, antara lain:

- Menjadi perantara komunikasi antara klien dan server menggunakan protokol HTTP dan HTTPS agar dapat dimengerti dengan mudah dan aman.
- Melakukan pemeriksaan keamanan sistem dari permintaan HTTP klien atau *web browser*.
- Membersihkan berbagai *cache* dan dokumen yang tidak terpakai, yang terdapat di dalam penyimpanan.

Adapula beberapa jenis *web server* yang dapat digunakan dalam SHMS, diantaranya:

- *Web Server Apache*: *Web server* populer yang awalnya didesain untuk UNIX, mudah diimplementasikan, mendukung PHP (*Personal Home Page*, program CGI yang mengolah teks di server. Apache meningkatkan dukungan terhadap PHP dengan modulnya (*mod_php*), memperbaiki kinerja PHP), SSI (*Server Side Include*, perintah yang disertakan dalam HTML, kemudian diproses oleh *web server* saat pengguna mengakses perintah tersebut), dan *Access Control* (Perintah ini dapat dijalankan berdasarkan nama *host* atau nomor *internet protocol* (IP) dari CGI).
- *Web Server Nginx*: dikenal mampu menangani banyak permintaan dengan keunggulan kualitas, kecepatan, dan kinerja, serta fitur seperti *URL rewriting*, *virtual host*, *reverse proxying*, dan lainnya.
- *Web Server IIS*: *Web server* yang bekerja dengan protokol DNS, TCP/IP, dan *software* lain untuk merangkai situs
- *Web Server Lighttpd*: *Web server open source* untuk Linux dan Unix dengan fitur seperti *FastCGi*, *Output-Compression*, dan *URL Writing*, memberikan kinerja cepat dan efektif.

Kinerja SHMS

Sebagai sistem yang melibatkan komunikasi data dalam pengoperasiannya, SHMS memiliki kinerja yang berkaitan dengan jaringan (*network*).

Beberapa parameter penting yang menunjukkan kinerja suatu jaringan, diantaranya: *packet loss*, *throughput* dan *delay end-to-end* (Prasetya Cahya, 2016) (Gambar 10).



Gambar 10. Tujuh parameter kinerja yang umum dari jaringan komunikasi (sumber: www.sketchbubble.com, 2023).

Secara nyata, data seringkali tidak sampai tujuan akibat jaringan sibuk, *error software*, atau tindakan peretasan, yang dikenal sebagai *Packet Los*. Biasanya diukur sebagai persentase paket yang hilang dari total yang dikirim. *Throughput* adalah jumlah data yang berhasil terkirim dalam waktu tertentu, diukur dalam *bits per second* (bps) atau *packets per second* (pps).

Delay end-to-end tiap paket adalah total penundaan saat melewati node perantara menuju tujuan, terdiri dari penundaan propagasi dan pemrosesan di node antrian. Satuannya adalah detik (s). Semakin rendah *delay*, semakin baik performa jaringan.

Masa depan SHMS pada jembatan

Dalam dunia keteknikan jembatan, penggunaan metode pengujian tak rusak, SHMS menjadi bidang yang berkembang pesat.

SHMS mencakup teknologi penyediaan informasi tentang operasional dan pemantauan kondisi struktur, diolah untuk tindakan koreksi melalui perintah secara manual atau otomatis terhadap sistem oleh teknisi.

Teknologi ini nantinya menyajikan variasi kondisi struktur dan pembebanan jembatan, tegangan/regangan dan deformasi dari komponen utama pada jembatan.

Selain itu juga, mencatat kondisi khusus (seperti gempa, angin kencang, dan beban berlebih dari kendaraan), mengidentifikasi kerusakan komponen jembatan, serta memberi peringatan untuk kondisi yang tidak normal.

Di bidang pendidikan, SHMS menjadi sarana penelitian untuk pengembangan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan kecenderungan dunia yang mana struktur pintar (*smart structure*) akan menjadi suatu keharusan (*necessity*) di masa depan.

Sistem Pemantau Kesehatan Struktur/
Structural Health Monitoring System (SHMS)
merupakan sebuah sistem yang digunakan
untuk memvalidasi hasil perencanaan jembatan

ARTIKEL TOKOH

Agustinus Junianto, Sosok Putera Daerah Maumere yang Berperan di Balik Pembangunan Infrastruktur NTT

Oleh: Ani Mulyani

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan



Peningkatan Pembangunan Wilayah Timur Indonesia

Presiden Republik Indonesia, Joko Widodo menyampaikan bahwa terdapat ketidakmerataan pembangunan antara kawasan timur Indonesia dengan wilayah barat.

Oleh karena itu, pemerataan pembangunan pada kawasan timur Indonesia terus ditingkatkan. Salah satu yang menjadi fokus perhatian pemerintah dalam rangka mewujudkan pemerataan tersebut dengan mengembangkan Proyek Strategis Nasional (PSN) dan Pengembangan Pariwisata Daerah.

Saat ini, pemerintah menetapkan lima Destinasi Super Prioritas yaitu Labuan Bajo (Nusa Tenggara Timur (NTT)), Danau Toba (Sumatra Utara), Borobudur (Jawa Tengah), Mandalika (Nusa Tenggara Barat (NTB)) dan Likupang (Sulawesi Utara). Labuan Bajo memiliki beberapa keunggulan dan siap untuk menggelar acara berskala internasional. Selain keindahan alam bahari, Labuan Bajo juga dikenal istimewa karena

keberadaan Komodo, spesies reptil terbesar di dunia. Pemilihan Labuan Bajo sebagai salah satu Destinasi Super Prioritas Indonesia untuk menjadi tuan rumah KTT ASEAN ke-42 berpotensi membuka peluang besar untuk meningkatkan perekonomian masyarakat lokal. Salah satu Balai yang bertanggung jawab atas pembangunan infrastruktur di Labuan Bajo dan Wilayah lainnya di Provinsi NTT di bawah Kementerian PUPR adalah Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Provinsi NTT berada di bawah naungan Direktorat Jenderal Bina Marga.



Agustinus Junianto, Sosok Putera Daerah yang Berperan di Balik Pembangunan Infrastruktur Provinsi NTT

Keberhasilan pembangunan infrastruktur daerah di Provinsi NTT tidak terlepas peran Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), khususnya Balai Pelaksanaan Jalan Nasional (BPJN) Provinsi NTT di bawah naungan Direktorat Jenderal Bina Marga. Agustinus Junianto, adalah sosok putera daerah yang saat ini menjabat sebagai Kepala BPJN Provinsi NTT.

Pria yang akrab disapa Junto, mengawali karir di Kementerian PUPR sejak 1998, ditempatkan pada Paket Peningkatan Jalan Provinsi. Tugas pertamanya adalah Rehab dan Pemeliharaan Jalan dan Jembatan Provinsi NTT dengan pendanaan dari ADB.

Sejak kecil, cita-citanya menjadi abdi negara. Tekad yang kuat terlibat dalam pembangunan infrastruktur, memotivasinya masuk Sekolah Teknik Menengah (STM). “Dahulu melihat orang (pekerja) PU mengerjakan pekerjaan jalan dan mencium bau aspal selalu membangkitkan semangat saya,” ujarnya. Sejak remaja ia terbiasa melihat pekerjaan infrastruktur yang dilaksanakan Kementerian PUPR di daerahnya. Setelah menyelesaikan pendidikan Sekolah Teknik Menengah (STM), Junto melanjutkan pendidikan tinggi di Politeknik Negeri Kupang pada tahun 1990. Pada tahun 1997, ia mengikuti seleksi PNS di Surabaya dan lolos menjadi PNS di Kementerian PUPR tahun 1998, ditempatkan kembali ke daerah asalnya, NTT. Junto pada tahun 2003 menyelesaikan Pendidikan Sarjana Teknis S1 di Universitas Widya Karya (UNWIRA) Kupang, dan melanjutkan pendidikan S2 di Institut Teknologi Nasional Malang, meraih gelar Magister pada tahun 2008.



Sejak memulai karir di Kementerian PUPR, ia dengan penuh semangat menekuni pekerjaannya sebagai pengawas lapangan, hingga pada tahun 1999 dipercaya untuk menjabat sebagai Kepala Urusan Tata Usaha Proyek Rehab/Pemeliharaan Jalan dan Jembatan Provinsi NTT. Junto telah mengemban berbagai jabatan penting sejak saat itu, dan pada tahun 2021, ia menjadi putra daerah yang sukses menjabat sebagai Kepala Balai Pelaksanaan Jalan Nasional NTT. Kemampuan Junto dalam menjalankan tugasnya ditandai dengan profesionalisme dan dedikasi yang tulus.

Segala tantangan yang dihadapi dalam menjalankan tugasnya telah dihadapinya dengan penuh kesungguhan. Bagi Junto, tugas yang diemban bukanlah beban, melainkan tanggung jawab dan amanah yang harus dilaksanakan dengan sepenuh hati.

Banyak momen berkesan selama menjalankan tugas, salah satunya, ketika membangun jembatan gantung di pedesaan, masyarakat merasa terbantu serta merasakan manfaatnya. Menerima apresiasi dari masyarakat merupakan pengalaman yang memuaskan baginya selama berkecimpung dalam pembangunan infrastruktur.

Pada tahun 2014, ia bertanggung jawab dalam proyek pembangunan jembatan di Kaliwajo dengan lebar 7 meter dan panjang 160 meter. Meskipun menghadapi kendala anggaran namun ia berhasil menyelesaikan pekerjaan dengan baik melalui koordinasi dan komunikasi yang baik dengan berbagai pemangku kepentingan, seperti masyarakat, tokoh agama, tokoh adat, DPR dan lain sebagainya sehingga jembatan tersebut dapat berdiri hingga saat ini.



Event Asean Summit yang diselenggarakan pada Mei 2023, yang dihadiri oleh 17 Negara dan Presiden RI. Junto menyelesaikan berbagai tugasnya, mulai dari penataan parkir VIP di lapangan kantor bupati, penataan trotoar, penataan median depan bandara, penataan Bundaran ITDC, dan penataan jalan di Labuan Bajo sebagai bagian tugas BPJN NTT guna mendukung kegiatan Asean Summit. Selain itu, Junto juga menangani acara KNTJ pada Agustus 2023 dimana Balai Jalan NTT sebagai tuan rumah. Bersamaan dengan acara KNTJ, juga diselenggarakan Konferensi Asia Australasia Road Conference 2023 (AARC 2023) di Labuan Bajo.

Junto menyampaikan bahwa tantangan pembangunan Labuan Bajo Tana Mori meliputi kondisi struktur tanah, karena beberapa titik merupakan lahan sawah, desain dengan lebar jalan 7 meter namun utilitas harus maksimal, desain tanpa tiang semua dipasang di bawah tanah, sehingga memerlukan koordinasi dengan pihak terkait dengan membuat perjanjian kerja sama dengan stakeholder. Dengan waktu satu tahun anggaran dan kondisi lapangan berupa jalan tanah 19 kilometer, tantangannya adalah manajemen waktu: bagaimana paket selesai sebelum akhir tahun, bagaimana kita melakukan koordinasi dan komunikasi yang baik dengan berbagai pihak, PPK, penyedia jasa, konsultan dan tentunya pemerintah daerah setempat.

Keseimbangan antara Pekerjaan dan Keluarga

Bagi Junianto, Profesional merupakan hal utama, amanah dalam pekerjaan ia selesaikan dengan baik, namun baginya juga keluarga adalah yang utama. Ia yakin bahwa saling percaya, menghormati, dan saling menjaga hati adalah perekat yang mengikat keluarga.

Meskipun karirnya menuntut banyak waktu dan energi, Junianto selalu menyisihkan waktu untuk orang-orang tercintanya. Istrinya, Sylvia Anfrida, dan putri mereka, Elisabeth Angelich Putri Junianto, memiliki tempat istimewa di hatinya. Elisabeth adalah seorang remaja yang bersekolah di SMP Frater Maumere di Sikka.

Meskipun tuntutan posisinya sebagai pemimpin, Junianto tetap menjaga komunikasi rutin dengan keluarganya. Ia menelepon mereka saat waktu luang dan berusaha mengunjungi mereka di Maumere setiap hari Sabtu atau saat liburan. Baik saat melakukan kunjungan lapangan, menghadiri pertemuan, atau mengevaluasi proyek, Junianto tetap berkomitmen untuk menjaga keseimbangan antara pekerjaan dan keluarga. Ia yakin bahwa keluarga adalah dasar kesuksesan dan dukungan dalam perjalanan profesional seseorang.

Dedikasi Junianto baik pada rumah tangganya maupun tanggung jawabnya sebagai kepala BPJN NTT mencerminkan komitmennya yang teguh pada nilai-nilai keluarga. Kisahnya menjadi inspirasi, menegaskan bahwa keluarga harus selalu menjadi prioritas, meskipun di tengah pencapaian profesional.

Pesan Junianto Bagi Genmud PUPR

Pesan Junto pada generasi muda, bekerjalah sebagai orang PU, karena ketika kita menjadi orang PU kita menjadi bagian dari PUPR itu sendiri, kita harus bisa menjadi orang yang menyelesaikan apapun permasalahan yang terjadi, catatlah dan tulislah apa yang dikerjakan, dan kerjakanlah apa yang telah ditulis sehingga kita memiliki pedoman dalam menjalankan tugas. “Ingatlah bahwa setiap tindakanmu memiliki dampak besar pada masyarakat dan lingkungan sekitar. Teruslah berjuang untuk kebaikan dan kemajuan daerah kita” pungkasnya. (*)

Pembangunan infrastruktur dan bangunan tidak hanya harus memenuhi aspek teknis konstruksi dan aspek fungsional, namun juga memperhatikan aspek estetika yang bersumber dari unsur seni dan kearifan budaya lokal

-Basuki Hadimuljono



LAPORAN PROYEK

Pelaksanaan Inpres Jalan Daerah Peningkatan Konektivitas Jalan Daerah di Jawa Barat

Oleh: Risma Hermawati & Rully Nurjaya

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan



Sumber: Dirjen Bina Marga Kunjungan IJD Jabar

Jalan dan Jembatan merupakan urat nadi konektivitas satu daerah dengan daerah yang lainnya sehingga aliran distribusi barang maupun jasa akan berjalan dengan lancar. Sesuai dengan arahan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Basuki Hadimuljono terkait Instruksi Presiden No. 3 Tahun 2023 tentang

Percepatan Peningkatan Konektivitas Jalan Daerah mengungkapkan “Pelaksanaan dari Inpres Jalan Daerah (IJD) bertujuan untuk meningkatkan kemantapan jalan daerah di seluruh Indonesia”. Inpres tersebut ditandatangani Presiden pada tanggal 16 Maret 2023.

Kementerian PUPR, melalui Direktorat Jenderal Bina Marga yang bermoto “Sigap Membangun Negeri”, terus giat menjalankan Inpres Jalan Daerah di seluruh Indonesia. Di bawah arahan Dirjen Bina Marga Hedy Rahadian, seluruh jajaran khususnya di lingkungan Ditjen Bina Marga untuk dapat mempercepat konektivitas jalan daerah serta menampung semua aspirasi masyarakat mengenai keberadaan jalan dan jembatan di seluruh Indonesia. Pembangunan Jalan Daerah tidak hanya meningkatkan keandalan infrastruktur, namun juga mendukung produktivitas kawasan industri, pariwisata, perkebunan, pertanian hingga jaringan Jalan Daerah dan sekitar Ibu Kota Nusantara (IKN).

Sesuai arahan Menteri PUPR, eksekusi pelaksanaannya dilakukan dengan skala prioritas berdasarkan analisis yang terukur. Tim Bineka berkesempatan meninjau langsung pembangunan Jalan Daerah sesuai Inpres No. 3 Tahun 2023 untuk proyek IJD di Jawa Barat. Peninjauan dipimpin langsung oleh Dirjen Bina Marga Hedy Rahadian, didampingi Direktur Preservasi Wilayah I Nyoman Suaryana, Kepala BBPJN DKI – Jawa Barat, para Kasatker dan PPK terkait, Birkompu PUPR serta wartawan media.

Pemantauan dimulai dari ruas jalan Cijelag yang berlokasi di perbatasan antara Kabupaten Indramayu dan Kabupaten Sumedang sepanjang 11 kilometer, merupakan ruas jalan menuju *interchange* jalan tol Ujung Jaya, titik pertemuan antara jalan tol Cipali dan jalan tol Cileunyi – Sumedang - Dawuan (Cisumdawu). Pelaksanaan pembangunan ruas jalan itu menggunakan dua teknologi yaitu jalan beton semen dan jalan beton aspal, disesuaikan dengan kondisi dan kestabilan tanah pada ruas jalan tersebut.

Pada ruas jalan ini dilakukan reconstruksi jalan dengan perkuatan pondasi jalan menggunakan teknologi inovatif “Geogrid”.

Teknologi ini menghadirkan material kuat yang ditempatkan di bawah lapisan jalan untuk memperkuat struktur jalan secara keseluruhan. Dengan demikian, pondasi jalan diperkuat, risiko retakan berkurang, dan meningkatkan daya tahan terhadap beban lalu lintas. Hal ini menghasilkan jalan yang kokoh, tahan lama, dan memberikan kenyamanan bagi para pengguna jalan.



Dokumentasi: Rully Nurjaya

Perjalanan dilanjutkan ke daerah Paseh Kabupaten Sumedang Jawa Barat. Ruas jalan ini menghubungkan Kabupaten Sumedang Utara dengan *interchange* Cisumdawu. Preservasi jalan Paseh – Conggeang sepanjang 5.4 kilometer dan Preservasi jalan Conggeang – Buahdua sepanjang 8 kilometer. Perbaikan dilakukan dengan teknologi perkerasan jalan beton aspal, selain itu dilakukan pekerjaan *railing* pengaman, perkerasan bahu jalan dengan beton, pemasangan lampu penerangan jalan umum (PJU) dan pengecatan marka jalan. Diharapkan, perbaikan ini akan meningkatkan kelancaran distribusi barang (komoditas hasil pertanian, perkebunan, industri, dll) juga mendukung perkembangan industri pariwisata salah satunya melalui pemandian air panas Conggeang.



Peninjauan dilanjutkan pada proyek perbaikan rehabilitasi mayor di ruas Jalan Cileunyi – Rancaekek - Nagreg Kabupaten Bandung, Jawa Barat. Ruas jalan ini merupakan jalan nasional, dan menjadi ruas jalan yang memiliki beban kendaraan dengan jumlah lalu lintas yang tinggi.

Kondisi perbaikan rekonstruksi dilakukan dengan menggunakan teknologi perkerasan jalan beton semen sepanjang 1,95 kilometer yang terbagi menjadi beberapa spot penanganan, dengan cara membongkar badan jalan berupa beton dan menggantinya dengan *rigid fast track* berlangsung selama 3 – 7 hari. Proses pekerjaan pelaksanaan rehabilitasi mayor ruas jalan tersebut dilakukan di bawah pengawasan PPK 4.2 Provinsi Jawa Barat.

Jalan nasional ini juga menghubungkan antara Kota Bandung dan Priangan Timur (Garut, Tasikmalaya, Ciamis, Banjar, Pangandaran) sampai Jawa Tengah bagian selatan, selain itu, kawasan Rancaekek sendiri merupakan kawasan industri sehingga banyak kendaraan dengan bobot tonase besar yang melintas.



Dokumentasi: Rully Nurjaya



Kunjungan berikutnya adalah meninjau pembangunan ruas jalan antara Kota Tasikmalaya menuju daerah Cibeureum, Tasikmaya. Selain itu, lokasi tersebut dilakukan peresmian kantor PPK 4.4 Satker PJN Wilayah IV Provinsi Jawa Barat oleh Dirjen Bina Marga Hedy Rahadian. Perbaikan ruas jalan dilakukan dengan menggunakan teknologi perkerasan jalan beton aspal serta dilakukan juga perbaikan terhadap saluran drainase jalan.



Dokumentasi: Rully Nurjaya

Perbaikan ruas jalan di Kabupaten Tasikmalaya bagian selatan, juga mendapat perhatian dari Pemerintah, karena selain dapat memperlancar arus barang (komoditas) juga dapat dipergunakan sebagai jalur alternatif menuju kawasan wisata Pangandaran. Salah satu ruas jalan yang menjadi perhatian di Kawasan tersebut adalah ruas jalan di daerah Salopa bagian selatan Kota Tasikmalaya yang terkoneksi dengan Kecamatan Parigi Pangandaran. Perbaikan sepanjang 4,4 kilometer Tasikmalaya bagian selatan, Bolang – Suniabana pekerjaan rekonstruksi dengan menggunakan konstruksi jalan *rigid pavement* atau perkerasan beton semen. Jalan beton semen juga dipilih karena perawatan jalan pasca-konstruksi juga lebih mudah.



Dokumentasi: Rully Nurjaya

Dalam perjalanan selanjutnya rombongan bergerak dari Cibeureum Kota Tasikmalaya, melewati Manonjaya – Cimaragas – Banjar – Padaherang – Banjarsari - Kalipucang, diteruskan ke Kota Cilacap. Kondisi badan jalan disepanjang ruas jalan ini relatif besar juga mulus sehingga selain untuk distribusi barang, juga dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai jalur alternatif menuju industri pariwisata Pangandaran dan Kota Cilacap. Saat peninjauan pada kawasan ini kondisinya masih ada perbaikan di sekitaran kawasan wisata Pantai Ayah di Kota Cilacap. Perbaikan di kawasan Cilacap – Kebumen sekitar Pantai Ayah masuk dalam program Inpres Jalan Daerah (IJD) BBPJN Jawa Tengah – DIY.



Konektivitas satu daerah dengan daerah lainnya, diharapkan akan memperlancar aliran distribusi barang maupun jasa serta mempermudah akses ke destinasi wisata yang tentu saja akan mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat serta secara luas menaikkan tingkat pertumbuhan ekonomi nasional.

BINEKAPEDEIA LiDAR UAV

(Light Detection and Ranging Unmanned Aerial Vehicle)

Oleh: M Fuady Rusnadi

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

LiDAR merupakan teknologi penginderaan jauh yang memanfaatkan sinar laser untuk memindai permukaan suatu objek sehingga bisa didapatkan data geometri dari objek tersebut.

Sedangkan UAV merupakan wahana angkut udara nirawak yang dapat dimanfaatkan untuk mengangkut modul LiDAR, sehingga pemindaian dapat dilakukan pada objek yang luas dalam waktu yang relatif singkat.



KOMPONEN LiDAR UAV





**INPRES
JALAN
DAERAH
TA 2023**

PUPR
SIKAP MEMBANGUN NEGERI

BBDJN JAYA
Jawa Tengah - DI Yogyakarta
Jember - Ampel - Layat - Akuntabek

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

-Basuki Hadimuljono -



MAS BIN & MBAK EKA



JALAN NASIONAL
SAMSAT, JALAN
SOEKARNO HATTA



HEI, BRO!

HAI!

LAGI NGAPAIN
DI SINI ?



INI, SAYA MAU PASANG IKLAN
DI BALIHO UNTUK PRODUK
JUALAN SAYA, TAPI BINGUNG
IZINNYA KE MANA?



OOO--
GAMPANG, UNTUK
KEBUTUHAN
PASANG IKLAN
DI RUMIJA JALAN
NASIONAL
TINGGAL AKSES
AJA KE
WEBSITE :

oksip.pu.go.id



LALU
GIMANA
CARANYA??



TINGGAL DAFTAR, ISI BIODATA,
LENGKAPI PERSYARATANNYA, LALU BAYAR!



WAH TERNYATA GAMPANG
BANGET YA!
OKE KALAU GITU
SAYA MAU DAFTAR
DULU YA!



MAKASIH, YA!

OKSIP.



Segenap Redaksi **Buletin Bineka**
mengucapkan

Selamat Hari Raya

Idul fitri

— 1445 H —

mohon maaf lahir dan batin

binamarga.pu.go.id
2024