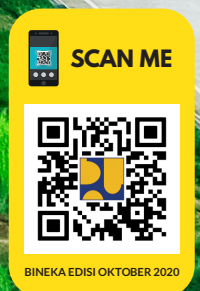


Bineka

BULETIN
BINA MARGA
BERKARYA

*Membangun Konektivitas
Dengan Semen Yang Ramah Lingkungan*



BINEKA

Buletin Bina Marga Berkarya

TIM PENYUSUN

Pelindung

Direktur Jenderal Bina Marga

Penanggungjawab

Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan

Editor

Ir. Marsudi, MT
Handiyana Ariephen, ST., MT., M.Sc
Ruddy Febrijanto, ST., MT
Ir. Yuli Khaeriah, ME
Yohanes Ronny P.A., ST., MT
Fahmi Aldiamar, ST., MT
Neni Kusnianti, ST., MT

Penyunting

Setyo Hardono, ST., MT
Didin Saripudin, SH
Yudi Hardiana, ST., MT
Jaja, ST., MT

Desain Grafis/Fotografer

Aditya Abdurachman
Azka Maulana Fajar, A.Md.T
Ahmad Numan, ST., MT

Sekretariat

Anita Rahmawati, S.Sos., MT
Ani Mulyani, S.Sos., M.Ak
Risma Hermawati, ST
Herma Nurulaeni, S.Kom
Iwan Pirdaus, SAP
Uman Sumantri, S.SI

Diterbitkan Oleh

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan

Alamat Redaksi

Jl. A.H Nasution No. 264 Ujungberung
Kota Bandung 40294
Telp. (022) 7802251 Fax. (022) 7802726
Email: perpustakaan.jatan@pu.go.id



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. 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 daripada tulisan.



Salam Redaksi

Salam Sehat,

Buletin BINEKA lahir pada bulan Oktober 2020 dimasa pandemi COVID-19 yang menular begitu cepat kepada sesama manusia. Walaupun dengan adanya COVID-19 tidak menyurutkan Semangat ASN untuk berkarya, membagi pengalaman, ilmu pengetahuan dan teknologi dalam rangka meningkatkan pengetahuan khususnya di lingkungan Bina Marga umumnya masyarakat Indonesia yang baru melaksanakan Hari Kemerdekaannya yang ke 75.

Nama BINEKA merupakan singkatan dari "Bina Marga Berkarya", nama buletin tersebut diambil karena Direktorat Jenderal Bina Marga yang terus Berkarya dan Berinovasi dalam membangun Infrastruktur jalan dan jembatan untuk Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Dalam terbitan perdana ini, Buletin BINEKA mengangkat tema tentang adanya organisasi baru di Direktorat Jenderal Bina Marga yaitu Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan dan Direktorat Kepatuhan Intern. Perubahan organisasi diharapkan menambah kinerja di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga.

Demikian pula buletin menampilkan tulisan tentang pemanfaatan bahan limbah sebagai alternatif bahan konstruksi dan kesinambungan kelestarian sumber daya alam.

Buletin BINEKA akan terbit setiap 6 (enam) bulan sekali sebagai wadah kreatif dalam berkarya lewat tulisan yang bersifat pengalaman, hasil kajian, gagasan atau pengembangan di bidang jalan dan jembatan dengan gaya bahasa yang formal (dapat dimengerti oleh umum).

Kami berharap buletin ini bisa terbit secara berkala dan tepat waktu, dengan terbitnya Buletin ini diharapkan dapat bermanfaat khususnya bagi pegawai di Direktorat Jenderal Bina Marga dan umumnya seluruh pegawai Kementerian PUPR memanfaatkannya baik sebagai penulis atau sebagai pembaca/pemerhati sehingga Buletin BINEKA selalu berubah dan berinovasi dalam setiap penerbitannya.

Akhirnya kami mengucapkan terimakasih kepada tim kerja buletin yang telah membidani sehingga terbit perdana tepat waktu. Dan ucapan terima kasih juga kepada penulis yang telah menyampaikan artikel, gagasan yang sangat bermanfaat untuk kita semua, semoga Tuhan yang maha kuasa membalasnya. Aamiin.

Salam hormat,

Redaksi



DAFTAR ISI

Tajuk Utama

Membangun Konektivitas dengan Semen Yang Ramah Lingkungan	6
---	---

Naskah Pilihan

Potensi Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Material Konstruksi Jalan	12
---	----

Perkembangan Teknologi Asbuton untuk Perkerasan Jalan	22
---	----

Pemanfaatan Limbah <i>Slag</i> Nikel sebagai Bahan Perkerasan Jalan	30
---	----

Pemanfaatan Teknologi Campuran Beraspal Panas Daur Ulang untuk Pemeliharaan Jalan	38
---	----

Pemanfaatan Jalan Tol Bagi Pesepeda di Indonesia	48
--	----

Dua Wajah Baru di Direktorat Jenderal Bina Marga	54
--	----

Serba-Serbi

Jelajah Edwin Untuk Bangsa	61
----------------------------	----

Membangun Konektivitas Dengan Semen Yang Ramah Lingkungan

Oleh : Rulli Ranastra Irawan

Perempuan itu bernama Marhana, usianya 36 tahun. Dia tinggal di Desa Tukamasea dan Baruga di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Dahulu, desanya terbelang tenang. Warga sibuk dengan aktivitas bertani. Tapi sejak pabrik semen berdiri, suasananya tidak sedamai dahulu.

Banyak warga yang pindah kampung karena debu-debu semen selalu berterbangan di situ. Marhana harus lebih rajin menyapu sebab debu semen memenuhi halaman rumah. Kampung itu sering didatangi aktivis lingkungan yang memprotes pencemaran yang dilakukan pabrik semen.

Situs *Mongabay.com* mencatat, kisah pabrik semen selalu dibarengi narasi mengenai kerusakan lingkungan. Di Rembang, Jawa Tengah, masyarakat berdemonstrasi menolak pabrik semen. Bahkan aktivis lingkungan ikut menemani masyarakat demi menolak pabrik itu.

Tidak semua orang paham tentang apa pengertian semen, standarisasi dalam pembuatan semen, komposisi senyawa hingga semen ramah lingkungan. Banyak orang hanya berpikir hitam putih kalau semen merusak lingkungan. Padahal, beberapa ahli telah mengupayakan semen yang ramah lingkungan demi menyiasati perubahan iklim.

Dengan kian masifnya pembangunan infrastruktur di Indonesia, kehadiran semen yang ramah lingkungan adalah berita gembira yang bisa menjawab tuduhan dari sejumlah aktivis lingkungan yang selalu mencurigai berdirinya pabrik semen.

Pengertian Semen

Sebagian besar masyarakat hanya mengenal satu jenis semen yakni semen yang digunakan dan dicampur bersama air, pasir, dan batu. Semen digunakan untuk infrastruktur dasar seperti rumah hingga infrastruktur berat seperti bendungan, jalan dan jembatan hingga terowongan.

Secara umum, definisi dari semen yang kita kenal adalah “serbuk yang jika dicampur dengan air akan memiliki sifat perekat yang mampu mengikat bahan mineral menjadi suatu kesatuan yang padat”. Kata *cement* berasal dari bahasa latin “*Cementum*” yaitu “pengikat atau perekat”.

Produk semen Portland di Indonesia diatur dalam Standar Nasional Indonesia, dan termasuk dalam kategori SNI Wajib yang dilindungi oleh Undang-Undang Nomor 20 tahun 2014 tentang Standarisasi dan Penilaian Kesesuaian.

Standar Nasional Indonesia tentang semen Portland di Indonesia pertama kali terbit pada tahun 1994, yaitu “SNI 15 2049 1994 Semen Portland.” Sebelumnya diatur dalam Standar Industri Indonesia (SII) tahun 1978 dan NI 1964. Pabrik semen pertama di Indonesia adalah BUMN PT. Semen Padang, yang didirikan pada 18 Maret 1910 dengan nama *NV Nederlandsch-Indische Portland Cement Maatschappij* atau *NIPCM*.



Sumber Foto : Bernas.id

Sekilas Standardisasi Semen Portland

Bahan utama pembuatan semen adalah pasir, batu kapur dan tanah liat/clay, selain bahan tambahan untuk mengendalikan proses, seperti pasir besi (meratakan panas) dan *gypsum* (mengendalikan pengikatan). Seluruh bahan tersebut dibakar di dalam oven yang disebut KILN hingga mencapai panas 1500°C dan mengubahnya menjadi material yang disebut klinker. Klinker inilah yang kemudian digiling hingga halus dan menjadi semen yang kita gunakan.

Proses pembakaran bahan dasar semen yang membutuhkan temperatur hingga 1500°C, yang menyebabkan, semen dipandang sebagai material yang "kurang ramah" terhadap lingkungan. Hal tersebut dikarenakan jumlah emisi karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan setara dengan jumlah semen itu sendiri. CO₂ adalah senyawa yang paling dominan dalam proses pemanasan global, sehingga sering juga disebut sebagai gas rumah kaca (*green house gas*).

Secara umum, semen Portland terdiri dari tiga senyawa utama, yaitu oksida kalsium, oksida silika, dan alumina, selain dua senyawa lain yaitu sulfur dan besi. Kalsium dan silika berperan penting pada kekuatan dan keawetan beton, sedangkan alumina, sulfur dan besi berperan penting dalam proses pengikatan, dan kecepatan hidrasi.

Untuk menyepakati sifat-sifat dari semen Portland tersebut disusunlah standar tentang semen Portland. Saat ini terdapat beberapa standar yang diakui oleh negara-negara di dunia yang mengatur tentang semen Portland. Sebagai contoh adalah *American Society for Testing and Materials (ASTM)* dan *British Standards (BS)*.

Berdasarkan standar di Amerika (ASTM), setidaknya terdapat 3 standar yang mengatur yaitu:

- **ASTM C150 Portland Cement** yang mengatur enam jenis semen berdasarkan sifat fisik, mekanik dan komposisi kimianya
- **ASTM C595 Blended Cement** yang mengatur empat jenis semen sifat fisik, mekanik, komposisi kimia (yang lebih longgar) dan jenis bahan tambahannya
- **ASTM C1157 Performance Attributes of Cements** yang mengatur enam jenis kinerja semen berdasarkan sifat fisik, mekanik, dan komposisi kimia (yang lebih longgar).

Ketiga standar tersebut yang mempengaruhi substansi dari SNI yang mengatur produk semen Portland yang umum dipakai di Indonesia, yaitu:

- SNI 2049:2015 Semen Portland (OPC) (ASTMC150)
- SNI 0302:2014 Semen Portland Pozolan / PPC (ASTM C595) dan SNI 7064:2014 Semen Portland Komposit / PCC (ASTM C1157)

Untuk memahami perbedaan dari ketiga tipe semen yang umum digunakan, berikut ini adalah definisi dari OPC (*Ordinary Portland Cement*), PCC (*Portland Composite Cement*) dan PPC (*Portland Pozolan Cement*) yang didapat dari masing-masing SNI sebagaimana disebut di atas, yaitu :

Semen Portland

Semen Portland terdiri atas 5 tipe dengan perbedaan manfaat sebagai berikut:

- Semen Portland Tipe 1 adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland utamanya yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.
- Semen Portland Tipe II yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- Semen Portland Tipe III semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Semen Portland Tipe IV yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- Semen Portland Tipe V yaitu semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Semen Portland Pozolan

Semen Portland pozolan adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen Portland dengan pozolan halus. Semen ini diproduksi dengan menggiling klinker bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen Portland dengan bubuk pozolan. Bisa pula gabungan antara menggiling dan mencampur, di mana kadar pozolan 6 % sampai dengan 40 % massa semen Portland pozolan.



Semen Portland Komposit

Semen Portland komposit adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen Portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen Portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain **terak tanur tinggi** (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total **bahan anorganik 6 % - 35 %** dari massa semen Portland komposit.

Pada tahun 2019, Asosiasi Semen Indonesia (ASI) melaporkan penjualan semen di Indonesia sebanyak kurang lebih 70 Juta ton, yang mayoritasnya adalah semen OPC sebesar 36 juta ton dan PCC sebesar 33 juta ton, dan sisanya adalah PPC dan semen Portland lainnya.

Setidaknya hingga tahun 2020, telah terdapat dua puluh produsen semen Portland yang mendirikan pabrik di Indonesia. Satu produsen semen, bahkan ada yang memiliki beberapa pabrik di beberapa lokasi yang berbeda. Mayoritas pabrik semen tersebut menghasilkan semen tipe PCC dan OPC.

Penggunaan Semen Ramah Lingkungan

Sebagaimana telah disinggung sebelumnya, proses produksi semen termasuk penyumbang emisi terbesar dari kegiatan manufaktur, tidak hanya di Indonesia, tetapi juga ditemukan di banyak negara.

Sebagai bentuk partisipasi dalam menurunkan emisi gas rumah kaca di dunia, Indonesia meratifikasi Protokol Kyoto atas kerangka kerja PBB tentang perubahan iklim melalui Undang Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2004 Tentang Pengesahan **Kyoto Protocol To The United Nations Framework Convention On Climate Change** (Protokol Kyoto Atas Konvensi Kerangka Kerja

Perserikatan Bangsa-Bangsa Tentang Perubahan Iklim).

Protokol ini secara substansi berkomitmen untuk turut berupaya menurunkan emisi dari berbagai kegiatan. Undang undang tersebut kemudian di turunkan menjadi peraturan yang lebih operasional, antara lain:

- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca, dan
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 11 Tahun 2012 Rencana Aksi Nasional Mitigasi Dan Adaptasi Perubahan Iklim Tahun 2012 – 2020.

Dalam hal konektivitas, Peraturan Menteri PU No. 11 tahun 2012, menyebutkan kebijakan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim sub bidang jalan dan jembatan, yang salah satunya meliputi upaya mitigasi perubahan iklim berupa penggunaan material jalan yang ramah lingkungan.

Hal tersebut dapat diterjemahkan dengan menggunakan produk samping dari proses kegiatan industri sebagai material konstruksi pengganti semen Portland, sebagaimana yang diatur dalam Standar berikut ini:

- SNI 2460:2014 Spesifikasi abu terbang batubara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton (ASTM C618-08a, IDT)
- SNI 6385:2016 Spesifikasi semen *slag* untuk digunakan dalam beton dan mortar

Penggunaan semen Portland (OPC) dapat disubstitusi sebagian dengan menggunakan abu terbang yang berasal dari industri pembangkitan listrik, atau menggunakan *slag* yang digiling halus atau semen *slag* yang berasal dari industri logam.

Penggantian tersebut dapat dilakukan tanpa mengurangi target kekuatan maupun usia layan dari infrastruktur yang dibangun. Bahkan penggunaan kedua produk samping tadi mampu memberikan nilai tambah berupa penghematan biaya, peningkatan keawetan maupun kemudahan pelaksanaan.

Sebagai contoh, penggunaan abu terbang pada pekerjaan *mass concrete* dapat mengurangi biaya akibat proses pengendalian panas yang timbul jika menggunakan metode mekanis (pipa dan pompa), karena kemampuan abu terbang yang dapat menurunkan panas hidrasi pada bagian inti struktur beton.

Penggunaan abu terbang dalam industri semen non OPC juga dimungkinkan dengan penggunaan PPC tipe I-PK atau PCC dengan mekanisme *special blended cement*. Penggunaan semen *slag* dalam industri semen juga telah dimungkinkan



melalui pemanfaatan Semen Portland *Slag* yang memenuhi SNI 8363:2017.

Penggunaan bahan-bahan substitusi ke dalam “*blended cement*” yang nantinya akan menjadi bahan penyusun beton dinilai dapat menurunkan emisi gas rumah kaca, disebabkan karena substitusi tersebut dapat mengurangi energi yang diperlukan dalam pembakaran klinker untuk menghasilkan volume tertentu dari semen Portland yang diproduksi. Menurut sejumlah sumber, setiap jenis semen yang tersedia di pasaran, memiliki sasaran dalam penggunaannya.



Menurut sejumlah sumber, setiap jenis semen yang tersedia di pasaran, memiliki sasaran dalam penggunaannya. Hal tersebut memiliki tujuan memperoleh kemudahan pelaksanaan dan memenuhi persyaratan keawetan sebagaimana disebutkan dalam tabel di bawah ini.

JENIS SEMEN		REKOMENDASI PENGGUNAAN
OPC	Semen Portland Tipe I (OPC)	Penggunaan Umum, Kekuatan Awal Tinggi, Kekuatan Lentur Tinggi (Jalan Beton, Jembatan, Komponen Pracetak Struktural)
	Semen Portland Tipe II (OPC)	Struktur di sekitar Air dan Tanah ber kandungan Sulfat sedang (Gedung, Jembatan, Dermaga, Irigasi)
	Semen Portland Tipe III (OPC)	Beton <i>Fast Track</i> , <i>Shotcrete</i> (Jalan Beton, Gedung)
	Semen Portland Tipe IV (OPC)	Struktur dengan Pembetonan Massa (Gedung, Jembatan, Dermaga, Bendung)
	Semen Portland Tipe V (OPC)	Struktur di sekitar Air dan Tanah ber kandungan Sulfat Tinggi (Gedung, Jembatan, Dermaga, Bendung, Irigasi)
Non OPC	Semen Portland Komposit (PCC)	Penggunaan Umum (Rumah Tinggal, Gedung, Komponen Pracetak Non Struktural)
	Semen Portland Pozolan (PPC)	Struktur dengan Ketahanan <i>eksposure</i> rendah sampai sedang (Gedung, Jembatan, Dermaga)
	Semen Portland <i>Slag</i>	Struktur dengan Ketahanan <i>eksposure</i> sedang sampai tinggi (Gedung, Jembatan, Dermaga, Bendung, Irigasi)
	Semen <i>Slag</i> (GGBFS)	Bahan Tambah Mineral untuk Meningkatkan ketahanan <i>eksposure</i> OPC dan menurunkan panas hidrasi beton (Gedung, Jembatan, Dermaga, Bendung, Irigasi)
	Abu Terbang Tipe F atau Tipe C	Bahan Tambah Mineral untuk Meningkatkan ketahanan <i>eksposure</i> OPC dan menurunkan panas hidrasi beton (Gedung, Jembatan, Dermaga, Bendung, Irigasi)

Potensi Penggunaan

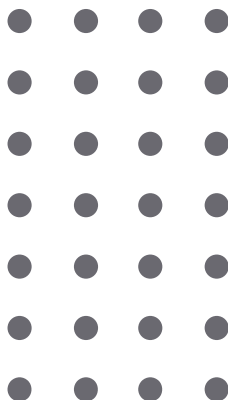
Apabila beton dengan semen Portland dalam penggunaannya, diberi suatu kriteria yang harus dipenuhi, sebenarnya tidak hanya capaian kekuatan (kuat tekan atau kuat lentur) yang harus dipenuhi, tetapi ada beberapa kriteria lain yang terkait erat dengan kebutuhan akan keawetan struktur (usia layan) dan kemudahan pelaksanaan.

Kebutuhan tersebut akan mudah dan lebih efisien untuk dicapai jika bahan-bahan atau semen yang digunakan adalah bahan-bahan yang ramah lingkungan. Hal tersebut karena kandungan silika dan alumina dalam bahan-bahan tersebut yang mampu memberikan proses pengikatan sekunder yang mendukung proses utama dengan semen.

Saat ini Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sedang menyusun Rencana Strategis (RENSTRA) pembangunan jangka menengah. Di dalamnya terdapat Visium 2030, di mana terdapat target untuk sektor konektivitas. Di antara target itu adalah: jalan mantap 99 persen, jalan tol 2000 km, jalan baru 3000 km, dan jembatan baru 70.000 km.

Secara sederhana dapat dijabarkan, bahwa jika pembangunan jembatan baru, sebagaimana yang di cantumkan dalam Visium 2030 dilakukan untuk menyambungkan pulau-pulau di Indonesia yang dipisahkan oleh selat dan laut. Dalam proses pembangunannya haruslah menggunakan beton/ semen Portland yang mampu memberikan keawetan pada struktur. Daerah pesisir umumnya merupakan daerah yang memberikan pengaruh buruk (*extreme environment*) akibat adanya pengaruh klorida dan sulfat dari air laut.

Berdasarkan data yang diolah dari Pembangunan Jembatan Pulau Balang sepanjang 968 m di Kalimantan Timur yang saat ini sedang dalam tahap konstruksi, mengonsumsi semen Portland sebanyak kurang lebih 23 ribu ton atau setara dengan 24 ton per meter panjang. Sehingga dengan rencana pembangunan 70.000 m jembatan baru, berpotensi mengonsumsi sebanyak ± 1.600.000 ton semen Portland yang berkategori ramah lingkungan.



Tabel berikut ini mencantumkan beberapa kinerja beton, selain kekuatan yang harus dipenuhi, beserta metode uji dan acuannya.

SIFAT	METODE UJI	NILAI/BATAS YANG DITETAPKAN	
Durability	Ketahanan Abrasi	ASTM C 944	0-1 mm <i>depth of wear</i>
	Ketahanan terhadap Difusi Klorida	ASTM C 1202	500 to 2000 <i>coulombs</i>
	Tingkat Kecedapan	ASTM C 642	2% to 5%
	Ketahanan terhadap Serangan Sulfat	ASTM C 1012	0.1% max. exp. @ 6 months.
	Susut Rendah	ASTM C 157	<i>Less than 400 millionths</i>
	Rangkak Rendah	ASTM C 512	<i>Less than normal concrete</i>
Workability	Kemampuan Mengisi Rongga	ASTM C 1611	Diameter 650 to 800 mm
	Kemampuan Melewati Penulangan	ASTM C 1621	<i>Ratio of 0 to 10</i>
	Panas Hidrasi Rendah	Korea Concrete Specification	<i>Thermal crack criteria min. 0,7</i>
	Waktu pengikatan	ASTM C 403	4 to 24 hrs

Penutup

Peluang pemanfaatan semen yang lebih ramah lingkungan harus lebih sering digemakan. Ini adalah salah satu dukungan dalam mewujudkan pembangunan yang berwawasan lingkungan, khususnya dalam upaya memitigasi perubahan iklim. Ini sesuai dengan amanat dari Undang Undang Nomor 17 Tahun 2004 dan peraturan turunannya yaitu:

Semen yang lebih ramah lingkungan dibutuhkan dalam membangun infrastruktur yang mendukung konektivitas . Penggunaan semen yang tepat akan mendukung program pembangunan infrastruktur dan peningkatan kemandirian jalan. Diseminasi dan sinergi dari semua pihak menjadi kunci dalam menyelesaikan isu yang masih tersisa.

Dengan menggunakan semen ramah lingkungan, maka kita ikut berpartisipasi dalam mewujudkan udara bersih dan lingkungan asri agar kelak kita bisa tersenyum saat membayangkan raut wajah anak-anak kita yang menerima warisan lingkungan yang hijau dan lestari.



Sumber foto : www.pu.go.id

Potensi Pemanfaatan Limbah B3 Sebagai Material Konstruksi Jalan

Oleh : Gugun Gunawan & Indra Andika Prananda

Di ajang pertemuan Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ke-14 Asia Timur di Nonthaburi, Thailand, 14 November 2019 lalu, Indonesia tegas menolak pengiriman limbah B3. Penegasan Indonesia disampaikan Presiden Jokowi yang didampingi Menteri Luar Negeri Retno Marsudi.

Beberapa negara ASEAN menerima kiriman kontainer yang berisi limbah, antara lain limbah B3. Jumlah limbah yang dikirim ke Indonesia sampai Oktober 2019 sebanyak 2.194 kontainer. “Bea Cukai dan Kementerian LHK sudah melakukan pemeriksaan terhadap 822 kontainer, dan 374 kontainer sudah dikembalikan ke negara asal,” ujar Retno.

Limbah B3 menjadi momok yang harus disingkirkan. Bahan Berbahaya dan Beracun atau sering disingkat dengan B3 adalah zat, energi, dan komponen lain yang karena sifat, konsentrasinya, secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan merusak lingkungan hidup.

Limbah B3 bisa membahayakan lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Semua negara berusaha menyingkirkan B3 atau memanfaatkannya agar tidak merusak lingkungan.

Salah satu bentuk pemanfaatan yang tengah dikembangkan adalah menjadikan material limbah B3 sebagai material konstruksi jalan,



Sumber foto : www.pu.go.id

seperti antara lain: *fly-ash*, *bottom ash*, *slag* baja, *slag* nikel, *tailing* serta limbah sawit De-OBE (*De Oiled Bleaching Earth*).

Beberapa wilayah di Indonesia tidak memiliki bahan konstruksi perkerasan jalan yang sesuai spesifikasi. Maka, untuk pembangunan dan pemeliharaan jalan harus mendatangkan bahan berkualitas dari daerah lainnya. Hal tersebut tentu membutuhkan biaya yang tinggi.

Di titik ini, pemanfaatan bahan lokal substandar dan material limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) merupakan alternatif solusi untuk mengatasi kendala ini. Pemanfaatan Limbah B3 sebagai material jalan yang memenuhi spesifikasi diyakini belum termanfaatkan secara optimal.

“Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2014-2015 menyebutkan limbah B3 yang dihasilkan sekitar 125 juta ton per tahun, sementara yang baru termanfaatkan sekitar 500 ribu ton.

Pemanfaatan bahan lokal substandar dan material limbah B3 merupakan alternatif solusi untuk mengatasi kendala tersebut, dengan desain yang sesuai perbaikan sifat dan karakteristiknya. Banyak bahan lokal substandar dan limbah B3 dapat digunakan dan dimanfaatkan menunjukkan kinerja yang sesuai dengan standar spesifikasi yang berlaku.

Dalam pemanfaatan limbah B3, harus sesuai dengan aturan Undang-Undang No 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kementerian Lingkungan Hidup memiliki kewenangan untuk memberikan izin pemanfaatan limbah B3, juga mendorong pemanfaatan material limbah B3 yang memiliki efek tunda (*delayed effect*), berdampak tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup.

Limbah B3 ini memiliki karakteristik beracun tidak akut, dan dihasilkan dalam jumlah yang besar per satuan waktu. Agar dapat digunakan sebagai material konstruksi jalan, salah satu metode yang dapat diterapkan adalah dengan melakukan stabilisasi (Silverster dan Nyoman, 2012) dan atau substitusi material standar.

Dengan stabilisasi dan desain struktural yang sesuai, banyak material limbah B3 masih bisa digunakan sebagai material konstruksi jalan. Manfaat lain adalah penghematan biaya, pengelolaan sumber material dan lingkungan (Cook and Gourley, 2003; Bullen, 2003).

Saat ini biaya pengelolaan limbah B3 per ton antara 750 ribu hingga 1,5 juta rupiah yang dikeluarkan oleh penghasil limbah B3 termasuk transportasinya. Hal ini sekaligus menjadi kendala para investor masuk ke Indonesia.

Dalam artikel ini, akan disampaikan potensi-potensi material limbah B3 sebagai material konstruksi jalan berikut sekilas kebijakan Kementerian PUPR dan hasil kajian pemanfaatan limbah B3 sebagai material jalan.



Sumber foto : www.pu.go.id



KEBIJAKAN KEMENTERIAN PUPR

Kebijakan Kementerian PUPR dalam pemanfaatan material sebagai bahan konstruksi jalan, mengacu pada spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan. Secara umum apabila material limbah B3 akan digunakan sebagai material jalan harus memenuhi spesifikasi yang ditentukan dalam buku spesifikasi umum bidang jalan Tahun 2018.

Untuk menjadikan material limbah B3 sebagai material jalan, perlu dilakukan pengujian-pengujian mutu material limbah B3. Semuanya harus sesuai spesifikasi, apakah untuk material pilihan atau timbunan, material pengganti *subgrade*, material *sub base*, *base* dan lapisan perkerasan baik perkerasan aspal atau beton semen.



Kel:

** Memenuhi spesifikasi sebagai material jalan

** Memenuhi spesifikasi sebagai material jalan dan baku mutu lingkungan

Gambar 1. Flow chart konsep kebijakan dalam pemanfaatan limbah B3 dalam bidang Jalan

POTENSI PENGGUNAAN

Hasil kajian penelitian yang dilakukan oleh Puslitbang Jalan dan Jembatan sampai dengan 2019, menunjukkan bahwa material Limbah B3 berpotensi untuk digunakan sebagai material konstruksi jalan. Limbah B3 yang dimaksud adalah *fly-ash*, *bottom ash*, *slag* baja, *slag* nikel, *tailing* serta limbah sawit De-OBE (*De Oiled Bleaching earth*).

Adapun potensi pemanfaatan material limbah B3 adalah sebagai material pilihan atau material timbunan, material lapis fondasi tanah (*sub-grade*), material lapis fondasi bawah/atas (*sub-base/base*), sebagai material agregat lapis perkerasan aspal dan beton semen, serta material agregat bangunan pelengkap jalan. Selengkapnya lihat gambar berikut:



Gambar 2. Potensi pemanfaatan limbah B3 sebagai material dan bangunan pelengkap Jalan

Limbah Fly Ash

Standar Nasional Indonesia

- SNI 2460:2014 Spesifikasi abu terbang batubara dan pozolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton.
- SNI 6867-2002 Spesifikasi abu terbang dan pozolan lainnya untuk digunakan dengan kapur.
- SNI 6468-2002 Tata cara perencanaan campuran beton berkekuatan tinggi dengan semen *portland* dan abu terbang.
- SNI 03-6863-2002 Metode pengambilan contoh dan pengujian abu terbang atau pozolan alam sebagai mineral pencampur dalam beton semen *Portland*.
- SNI 03-6468-2000 Tata cara perencanaan campuran beton berkekuatan tinggi dengan semen *portland* dan abu terbang.

Pedoman dan Surat Edaran (SE)

- Pd 14-2018-B, Pedoman Penggunaan Abu Terbang dalam Beton Sedikit Semen.
- RPT Pedoman Pelaksanaan Beton Sedikit Semen Menggunakan *fly ash*.
- RPT Spesifikasi dan Penggunaan Beton Tanpa Semen berbahan dasar Abu Terbang.
- RPT Spesifikasi Lapis Fondasi Perkerasan Menggunakan Abu Batu Bara.
- SE PU No 01/SE/M/2010 Pemberlakuan pedoman pelaksanaan stabilisasi bahan jalan langsung di tempat dengan bahan serbuk pengikat.



Gambar 3. fly ash untuk beton tanpa semen (trotoar dan kerb jalan) Pusjatan 2016

Limbah Slag Baja/Besi

Standar nasional Indonesia

- SNI 8378:2017: Spesifikasi lapis fondasi dan lapis fondasi bawah menggunakan slag
- SNI 8379:2017: Spesifikasi material pilihan (*selected material*) menggunakan slag untuk konstruksi jalan.
- SNI 6385:2016: Spesifikasi semen slag untuk digunakan dalam beton dan mortar (Puslitbang Perkim)
- SNI 8363:2017: Semen Portland slag
- RSN12 : Spesifikasi campuran beraspal panas bergradasi menerus (laston) menggunakan slag
- SNI 8378:2017: Spesifikasi lapis fondasi dan lapis fondasi bawah menggunakan slag

Pedoman

- Pd T 04-2005-B) Pedoman Penggunaan agregat slag besi dan baja untuk campuran beraspal
- Pd 14-2016-B Pelaksanaan material pilihan menggunakan slag untuk kontruksi jalan
- Pd T-04-2005-B Penggunaan agregat slag besi dan baja untuk campuran beraspal panas
- RPT3 Perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas bergradasi menerus (laston) menggunakan slag
- RPT Perancangan campuran beton menggunakan Semen Portland Slag

Spesifikasi

- Spesifikasi Khusus Skh-1 .3.14 Spesifikasi Khusus Interim Material Pilihan Menggunakan Slag
- Spesifikasi Khusus Skh-1 .5.10 Spesifikasi Khusus Interim Lapis Fondasi dan Fondasi Bawah Menggunakan Slag
- Spesifikasi Khusus Skh-1 .6.16 Spesifikasi Khusus Interim Campuran Beraspal Bergradasi Menerus Menggunakan Slag



Gambar 4. Agregat limbah Slag baja dan pemanfaatan sebagai perkerasan campuran aspal



Tailing

Pedoman dan spesifikasi

- Pd T-14-2004-B Pedoman penggunaan tailing untuk lapis Fondasi dan lapis fondasi bawah
- Spesifikasi khusus interim seksi 7.1 Beton tailing

Adapun untuk hasil kajian *Slag* Nikel dan De-OBE yang belum memiliki SNI atau pun Pedoman, secara teknis, untuk *slag* nikel dapat digunakan untuk material pilihan/timbunan dan material lapisan *subgrade*, khususnya untuk limbah *slag* nikel dari tambang yang menggunakan sistem *water cooling*.

Sedangkan untuk limbah *slag* nikel yang menggunakan Sistem *air cooling* secara teknik dapat digunakan sebagai material pilihan/timbunan, agregat lapis fondasi bawah dan atas perkerasan aspal/beton semen (Pusjatan, 2020).



Gambar 4. Limbah *tailing* dan pemanfaatan sebagai lapis fondasi jalan (Pusjatan)





Sumber foto : Tangerang News



Sementara itu, limbah *De Oiled Bleaching Earth* (De-OBE), merupakan *spent bleaching earth* (SBE) atau tanah pemucat yang merupakan limbah padat dan dihasilkan dari pemurnian minyak nabati.

Tanah pemucat merupakan salah satu jenis tanah lempung yang mengandung mineral *montmorillonit* sekitar 85% dan fragmen sisanya terdiri dari campuran mineral kuarsa, gipsum, kolinit dan lain-lain (Supeno 2008).

Dalam tanah pemucat bekas terkandung zat warna beta-karoten dan sejumlah minyak yang terserap. Menurut Taylor et al. (1999), kandungan minyak dalam SBE berkisar antara 20% - 40%.

Melalui sistem pelarutan dan ekstraksi minyak dari SBE dipisahkan, sehingga kandungan minyak dibawah 3%, maka itulah yang disebut De-OBE. Hasil Kajian yang dilakukan oleh Pusjatan, limbah De-OBE dapat digunakan sebagai lapisan *subgrade* dengan distabilisasi kapur.



KENDALA DAN TANTANGAN

Beberapa kendala yang akan dihadapi dalam pemanfaatan limbah B3 dalam bidang infrastruktur ke-PUPR-an, antara lain adalah:

- Mutu/Kualitas material limbah B3 tidak sama (sifat fisik atau kimia).
- Volume kebutuhan material tinggi, ketersediaan material sering menjadi keraguan (karena sistem pasarnya belum jelas).
- Material limbah B3 dalam aplikasi di lapangan masih mendapatkan kendala dalam penerapannya (khususnya menyangkut perizinan dan aspek hukum lingkungan).
- “Keraguan” masyarakat akan keselamatan dan keamanan lingkungan dalam pemanfaatan limbah B3.

Dalam perencanaan dan penyusunan DED Jalan spesifikasi material yang digunakan harus sesuai spesifikasi Umum Bidang Jalan dan jadwal waktu pelaksanaan umumnya terbatas (1 Tahun).

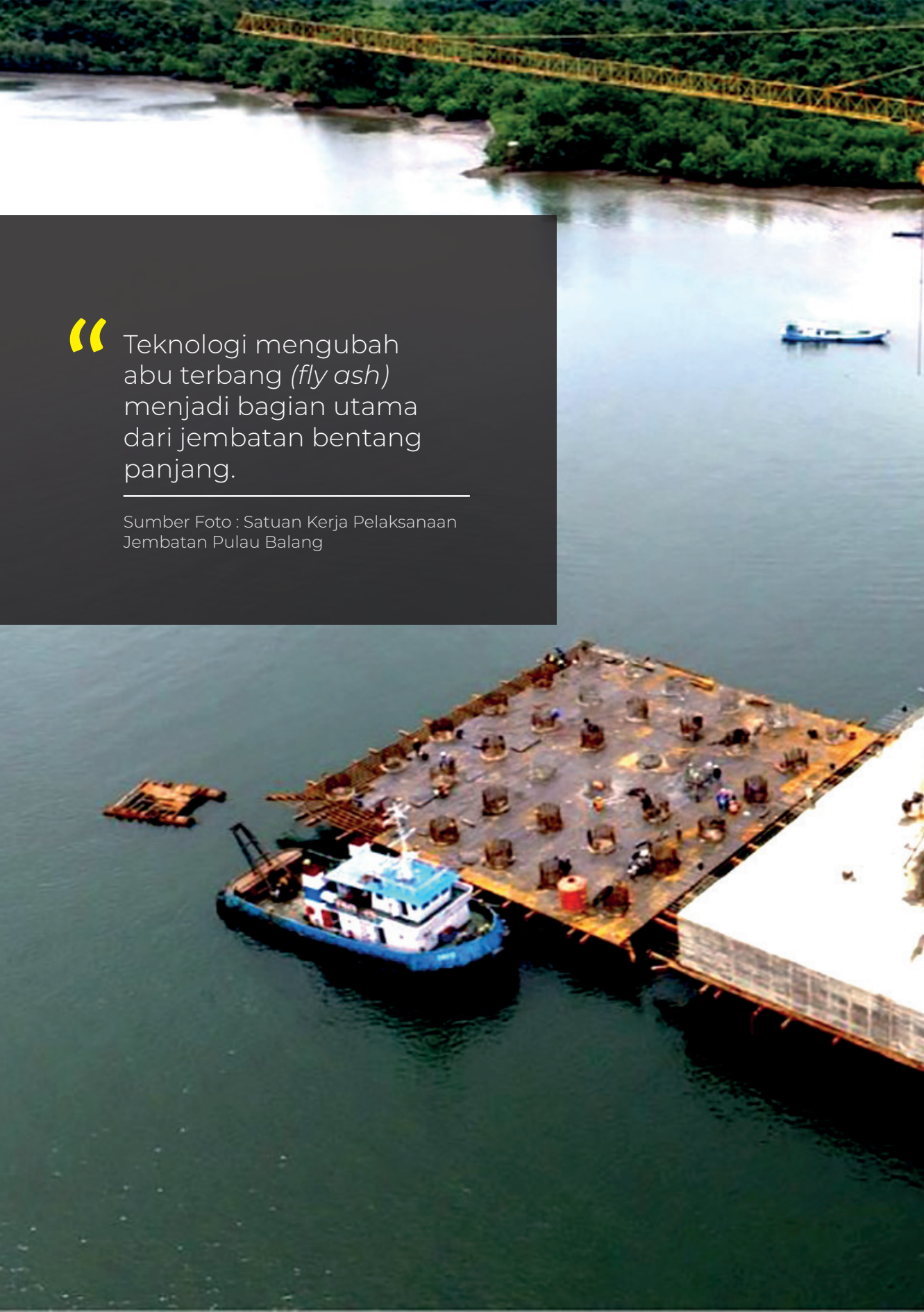
Adapun tantangan dalam pemanfaatan Limbah B3 antara lain:

- Bagaimana penyeragaman mutu/kualitas limbah B3 (material/sumber, proses, teknologi dll) dan ketersediaan data-data (sifat fisik dan kimia) dari limbah B3 yang akan dimanfaatkan.
- Kejelasan “rantai suplai atau rantai pasokan limbah B3”.
- Kebijakan yang mendorong penyederhanaan izin pemanfaatan limbah B3
- Penyamaan pemahaman dari instansi terkait tentang pemanfaatan Limbah B3, melalui kegiatan sosialisasi terkait pemanfaatan limbah B3 sebagai material konstruksi.
- Dalam penerapannya keterlibatan penyedia jasa konstruksi perlu menjadi perhatian pengelola limbah B3
- Penyusunan Standar, Pedoman dan Manual atau Spesifikasi khusus untuk pemanfaatan limbah B3 yang dilingkup dalam spesifikasi umum bidang jalan dan jembatan.
- Penyusunan Standar/Pedoman pengelolaan lingkungan pemanfaatan limbah B3 dalam tahap pra konstruksi/konstruksi dan pasca konstruksi pelaksanaan pemanfaatan limbah B3 bidang jalan.

Semoga kedepannya, limbah B3 bisa dioptimalkan sehingga bisa mendatangkan manfaat bagi bangsa Indonesia. Tidak lagi menimbulkan masalah lingkungan. Semoga.

“ Teknologi mengubah abu terbang (*fly ash*) menjadi bagian utama dari jembatan bentang panjang.

Sumber Foto : Satuan Kerja Pelaksanaan Jembatan Pulau Balang







Kunjungan Lapangan Ujicoba Sistem Diklat Teknologi Asbuton di Balai Material dan Peralatan
Sumber : bpsdm.pu.go.id

Perkembangan Teknologi Asbuton untuk Perkerasan Jalan

Oleh : Madi Hermadi

Jembatan di Jiangsu, Cina, itu tampak indah di pandang mata. Jembatan itu seakan membelah lautan dan menghubungkan dua pulau. Aspal di jembatan itu terlihat mulus sehingga siapa pun yang melintasinya dengan kendaraan bisa melaju kencang dan cepat tiba di tujuan.

Tak ada yang menyangka jika aspal yang melapisi jalan itu bukanlah aspal minyak. Aspal yang digunakan itu adalah Aspal Buton yang berasal dari Pulau Buton Indonesia. Aspal yang sering disebut Asbuton itu juga digunakan untuk jalan tol di Cina, jalan di provinsi Shanghai, dan jalan di provinsi Anhui, Cina.

Di tanah airnya, Indonesia, Asbuton belum digunakan secara optimal. Asbuton seakan terpinggirkan sebab pemerintah dan kontraktor lebih suka menggunakan aspal minyak yang diimpor dari negara lain.

Padahal, Asbuton adalah salah satu karunia dari Tuhan kepada bangsa Indonesia. Di dunia ini hanya beberapa negara yang memiliki deposit aspal alam. Asbuton merupakan sumber daya alam Indonesia yang sangat potensial, baik dari segi jumlah depositnya yang cukup melimpah maupun dari segi karakteristiknya yang lebih unggul dibanding aspal minyak.

Asbuton memiliki peluang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti aspal minyak. Asbuton harusnya dapat digunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat, khususnya rakyat Buton.

Seperti halnya aspal minyak, Asbuton dengan deposit sekitar 663 juta ton juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan. Kebutuhan aspal minyak untuk perkerasan jalan di Indonesia sekitar 1,2 juta ton/tahun.

Dari kebutuhan tersebut yang dapat dipenuhi oleh aspal nasional (aspal Pertamina) baru sekitar 600.000 ton (50%) sedangkan kebutuhan sisanya dipenuhi oleh aspal impor seperti aspal Esso, aspal Shell, aspal dari Timur Tengah, dan banyak lagi.

Apabila Asbuton sebanyak 663 juta ton, atau dengan anggapan kandungan aspal rata-rata sekitar 20% maka jumlah deposit Asbuton tersebut setara dengan sekitar 132 juta ton aspal murni, maka dengan mensubstitusi aspal impor sebanyak 600.000 ton/tahun berarti Indonesia akan mencapai swasembada aspal selama lebih dari 220 tahun.

Namun memanfaatkan Asbuton tidaklah mudah karena perlu kajian, penelitian, dan pengembangan terlebih dahulu dengan saksama. Hal inilah yang menjadi tantangan bagi bangsa Indonesia. Sebab siapa lagi yang harus peduli pada pemuliaan potensi alam Indonesia ini selain bangsa Indonesia sendiri.



Jembatan Penghubung Nantong dan Zhangjiagan, Jiangsu, China
Sumber Foto : Liputan6.com



Sumber Foto : www.pu.go.id

Bangsa lain mungkin akan peduli jika sudah ada peluang bisnis bagi mereka atau timbal balik lainnya, sedangkan kesejahteraan rakyat Buton hanya menjadi pertimbangan terakhir. Pemerintah Indonesia tentu sudah sangat menyadari akan hal ini sehingga wajar jika pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat secara gigih dan terus-menerus mendorong pemuliaan Asbuton.

Penggunaan Asbuton sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan ternyata tidak semudah penggunaan aspal minyak yang sudah dikenal oleh para pelaksana jalan. Meski hasil penelitian selama ini menunjukkan bahwa penggunaan Asbuton sebagai bahan pengikat pada perkerasan jalan sudah berhasil baik, namun tidak mudah untuk diaplikasikan secara luas pada kegiatan pembangunan dan pemeliharaan jalan.

Ini dikarenakan adanya kendala pada proses manufaktur untuk menghasilkan Asbuton, sesuai dengan karakteristik Asbuton yang disyaratkan. Selain itu, ada juga kendala-kendala pada saat perencanaan dan pelaksanaan penghamparan perkerasan jalan Asbuton sehingga tidak sesuai dengan pedoman atau spesifikasi yang telah tersedia.

Banyak pihak terkait yang beranggapan bahwa perencanaan dan pelaksanaan perkerasan jalan dengan Asbuton lebih sulit dibanding aspal minyak. Aspal minyak memiliki kadar bitumen 99% dengan karakteristik yang konsisten serta sudah diaplikasikan bertahun-tahun sehingga para pihak terkait sudah sangat memahaminya.

Sedangkan Asbuton memiliki kadar bitumen yang lebih bervariasi dan rendah (18 - 35%), mengandung mineral yang tinggi (65 - 82%) serta banyak pihak terkait yang belum memahami teknologi perkerasan jalan yang menggunakan Asbuton yang memang masih baru.



Sumber Foto : www.pu.go.id

Asbuton juga mudah menggumpal selama penyimpanan, terutama yang mengandung bitumen dengan nilai penetrasi tinggi, sehingga perlakuannya pada unit pencampur aspal tidak semudah perlakuan terhadap agregat yang selalu berupa butiran lepas.

Asbuton yang menggumpal lebih sulit dimasukkan ke dalam alat pencampur dengan menggunakan ban berjalan (*conveyor*) dan juga di dalam alat pencampur lebih sulit tercampur dengan homogen.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, produsen Asbuton sudah diharuskan menjamin produknya agar berbentuk butiran lepas pada saat digunakan. Hal ini tidak mudah sehingga produsen Asbuton juga masih perlu melakukan penyempurnaan produknya.

Memahami pedoman pelaksanaan atau spesifikasi Asbuton juga tidak mudah. Apalagi jika masih berupa pedoman atau spesifikasi khusus (*interim*) karena masih harus disempurnakan berdasarkan masukan-masukan dari para pelaksana atau praktisi di lapangan.

Masukan dapat berupa saran perbaikan ataupun kendala yang terjadi dan harus dipecahkan para pengkaji dan produsen Asbuton. Oleh karena itu komunikasi harus

selalu terbina antara pengkaji, produsen, praktisi, dan berbagai pihak terkait lainnya sampai diperolehnya pedoman dan spesifikasi Asbuton yang sempurna.

Bentuk komunikasi yang baik dan perlu terus dilakukan yaitu dapat berupa pelatihan, pendampingan teknis, *advise* teknis, *workshop*, seminar, konsultasi, dan hal-hal lain semacamnya oleh pemerintah (Kementerian PUPR), akademisi, asosiasi pengusaha maupun pihak terkait lainnya.

Dengan dorongan pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), sejak tahun 1980-an hingga sekarang, pemanfaatan Asbuton selalu menjadi isu nasional. Meskipun ada pasang surut antara optimis dan pesimis.

Jika tak ada kepedulian dan kegigihan tinggi, yang oleh Menteri PUPR Basuki Hadimuljono disebut sebagai militansi yang tinggi, besar kemungkinan Asbuton sudah lama

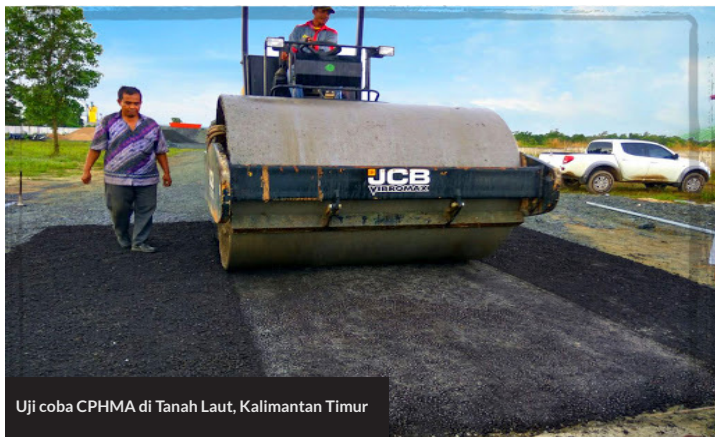
ditinggalkan baik oleh pemerintah, para pengusaha, maupun para pengkaji dan para pemulia Asbuton lainnya.

Bila dilihat dari paradigma pengembangan teknologi pemanfaatan Asbuton, sampai saat ini setidaknya ada dua era (rentang waktu) yaitu era sebelum tahun 2000 yang disebut era teknologi Lasbutag (Lapisan Asbuton Beragregat) dan era setelah tahun 2000 yang disebut era bauran teknologi Asbuton yang dicirikan dengan berkembangnya berbagai cara penggunaan Asbuton.

Teknologi perkerasan jalan Asbuton yang banyak dikenal pada era Lasbutag, selain Lasbutag itu sendiri, adalah Latasbusir, Superlasbutag, Asbumix, Teknobutas dan Bitumen Mastik Asbuton. Pada prinsipnya semua teknologi tersebut memiliki kemiripan sebagai teknologi campuran beraspal dingin aspal cair (*cutback asphalt*) yang dicirikan dengan digunakannya kerosin (minyak tanah) dalam campuran.

Selain itu ada juga teknologi lainnya yaitu Latasbum (Lapis Atas Asbuton Murni) atau disebut juga NACAS (*Non-Agregatet Cold Asbuton Sheet*), AHAS (*Agregated Hot Asbuton Sheet*) dan NAHAS (*Non-Agregated Hot Asbuton Sheet*). Teknologi-teknologi tersebut pada masa itu kurang berkembang dan tidak diaplikasikan secara luas sehingga tidak banyak dikenal.

Pada era Lasbutag, produk yang digunakan adalah Asbuton butir dari deposit di Kecamatan Kabungka. Dari Asbuton Kabungka ini terdapat beberapa jenis produk Asbuton butir yang diklasifikasikan berdasarkan kandungan bitumennya.



Adapun nilai penetrasi bitumen Asbuton (tingkat kekerasan bitumen dalam Asbuton) pada masa itu tidak menjadi dasar diklasifikasi jenis Asbuton karena relatif sama yaitu maksimum 10 dmm. Jenis-jenis Asbuton di era Lasbutag adalah sebagaimana yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis Asbuton di era Lasbutag

Jenis Asbuton	Kadar Bitumen
Asbuton B-10	9 - 10 %
Asbuton B-13	11 - 14 %
Asbuton B-16	15 - 17 %
Asbuton B-20	17 - 23 %
Asbuton B-25	23 - 27 %
Asbuton B-30	27 - 33 %
Asbuton B-40	37 - 43 %

Pada era Lasbutag, meskipun terdapat berbagai jenis produk Asbuton, namun yang umum digunakan adalah jenis Asbuton B 20 dengan kandungan bitumen 17% sampai dengan 23% dan ukuran butir maksimum berdiameter ½ inci.

Teknologi perkerasan jalan Asbuton di era Lasbutag belum berkembang hingga mencapai tingkat kualitas dan ekonomis yang setara dengan teknologi perkerasan jalan aspal minyak. Oleh sebab itu para perintis dan inisiator teknologinya pun, khususnya perusahaan di bidang Asbuton, banyak yang mengalami kerugian karena perusahaan tidak dapat mencapai titik impas pendapatan (*Break Event Point, BEP*).

Para perintis personal, banyak di antaranya sampai akhir hayat tidak dapat melihat diterapkannya Asbuton pada perkerasan jalan secara luas, berkualitas, dan ekonomis. Sedangkan yang masih aktif, banyak pula



yang sudah beralih ke bidang usaha lain selain Asbuton.

Meski teknologi Asbuton di era Lasbutag belum berhasil eksis, namun tetap harus mendapat apresiasi sebab usaha yang sudah dilakukan tetap bermanfaat setidaknya menjadi rujukan pengembangan teknologi Asbuton pada era selanjutnya.

Dengan mengkaji apa yang sudah

terjadi di era Lasbutag maka telah dirancang pengembangan berbagai teknologi Asbuton di era setelah tahun 2000 atau era bauran teknologi Asbuton.

Pada era ini teknologi perkerasan jalan Asbuton yang dikembangkan tidak terpaku pada satu jenis teknologi saja melainkan semua jenis teknologi perkerasan jalan beraspal yang sudah ada pada aspal minyak

dicoba untuk dimodifikasi hingga diperoleh teknologi perkerasan jalan Asbuton padanannya.

Selain itu, teknologi Asbuton yang dikembangkan juga tidak hanya terpaku untuk jalan dengan kelas lalu lintas ringan saja sebagaimana halnya Lasbutag, melainkan untuk semua kelas jalan mulai dari ringan, sedang, hingga berat.



Tambang Asbuton Lawele

Jenis teknologi Asbuton di era bauran teknologi Asbuton lebih variatif dibanding era sebelumnya, khususnya setelah dieksplorasinya Asbuton dari deposit Kecamatan Lawele. Asbuton ini tipikal depositnya memiliki kandungan bitumen sekitar 30% - 35%, yang termasuk di dalamnya minyak ringan sekitar 5%.

Nilai penetrasi bitumen pada bahan baku (yang masih mengandung 5% minyak ringan) sekitar 180 dmm. Namun jika Asbuton ini diolah terlebih dahulu menjadi Asbuton butir Tipe B 50/30 dengan menurunkan kandungan minyak ringan hingga tinggal sekitar 2%, maka kandungan bitumen menjadi sekitar 27% dan nilai penetrasi menjadi sekitar 50 dmm.

Asbuton olahan Tipe B 50/30 ini dapat diaplikasikan pada berbagai jenis teknologi perkerasan jalan Asbuton

dengan tidak memerlukan tambahan bahan peremaja (pelunak) karena bitumen dengan nilai penetrasi 50 dmm sudah mendekati nilai penetrasi aspal minyak umum digunakan pada perkerasan jalan.

Teknologi Asbuton yang sudah dikembangkan saat ini diyakini telah dapat membuat Asbuton mampu bersaing dengan aspal minyak. Inovasi teknologi Asbuton di bidang perkerasan jalan sudah mulai dapat memecahkan kebuntuan dalam memanfaatkan Asbuton.

Hal ini ditunjukkan dengan mulai banyak digunakannya teknologi perkerasan jalan Asbuton, baik di jalan nasional maupun jalan daerah, terutama di daerah yang tidak jauh dari Pulau Buton. Laporan yang diterima Kabupaten Buton, Kabupaten Buton Utara, Kabupaten Buton Selatan, dan Kabupaten Wakatobi sudah sejak tahun 2016 mengklaim bahwa semua perkerasan jalan di masing-masing daerah tersebut sudah 100% menggunakan Asbuton.



Tambang Asbuton Kabungka

Hal ini diperkuat dengan Keputusan Gubernur Sulawesi Tenggara Nomor 412 Tahun 2020 yang mewajibkan penggunaan Asbuton pada pembangunan dan pemeliharaan jalan provinsi dan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Tenggara.

Bertambahnya perusahaan-perusahaan produsen Asbuton, baik skala nasional maupun daerah, juga turut mengindikasikan bahwa teknologi jalan Asbuton saat ini sudah mulai menarik karena memiliki nilai ekonomi bagi para pengusaha.

Sampai saat ini terdapat 23 perusahaan produsen Asbuton yang tergabung dalam Asosiasi Pengembang Aspal Buton Indonesia (ASPABI) dengan kapasitas total sekitar 865.100 ton/tahun. Jumlah perusahaan ini jauh lebih banyak dibanding pada era Lasbutag yang hanya sekitar 5 perusahaan saja.

Berbagai jenis produk, jenis teknologi dan kelas lalu lintas jalan yang sesuai dari Asbuton yang sudah diaplikasikan serta sudah dilengkapi dengan spesifikasi dan pedoman pelaksanaannya pada era bauran teknologi Asbuton adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Produk, Jenis Teknologi Perkerasan Jalan dan Kelas Lalulintas Jalan Asbuton

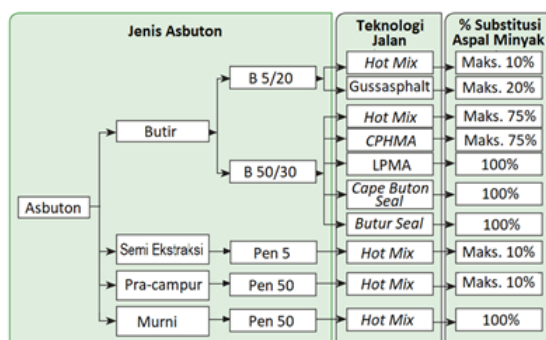
No.	Jenis Produk	Jenis Teknologi Perkerasan Jalan	Jenis Teknologi Perkerasan Jalan	Kelas Lalu Lintas Jalan					Alat Khusus
				I	II	III	IV	V	
1.	Asbuton Butir	B 5/20	Campuran Panas	-	√	√	-	-	-
		B 50/30	Campuran Panas	-	-	√	√	√	Feeder System
			CPHMA	-	-	-	√	√	-
			LPMA	-	-	-	√	√	Lump Breaker
			Butur Seal	-	-	-	-	√	Lump Breaker
2.	Asbuton Semi Ekstraksi	Campuran Panas	-	√	√	-	-	-	Pengaduk Aspal
3.	Asbuton Pracampur	Campuran Panas	-	√	√	-	-	-	Pengaduk Aspal
4.	Asbuton Murni	Campuran Panas	-	-	√	√	√	-	-

Catatan:

- Kelas lalu lintas jalan kumulatif selama umur rencana: I = Lalu lintas >30 Juta ESAL; II = Lalu lintas 10-30 Juta ESAL; III = Lalu lintas 4 - 10 Juta ESAL, IV = Lalu lintas 0,1 - 4 Juta ESAL, V = Lalu lintas < 0,1 Juta ESAL.
- Asbuton Feeder System adalah alat tambahan yang dipergunakan untuk memasukkan asbuton ke dalam sistem AMP, Lump breaker adalah alat penghalus gumpalan asbuton butir, Pengaduk aspal adalah pengaduk tambahan pada tangki asbuton pracampur agar tidak terjadi pengendapan filler.

Fungsi Asbuton pada masing-masing jenis teknologi perkerasan jalan Asbuton pada prinsipnya ada dua yaitu sebagai bahan tambah (aditif) untuk meningkatkan kualitas aspal minyak dan sebagai bahan substitusi (pengganti) aspal minyak baik sebagian maupun seluruhnya.

Sebagai bahan pengganti aspal minyak, seberapa banyak jumlah aspal minyak yang dapat digantikan oleh bitumen Asbuton untuk tiap-tiap jenis teknologi perkerasan jalan Asbuton dapat dilihat pada bagan yang ditunjukkan pada gambar di bawah:



Gambar 2: Hubungan antara produk, teknologi, dan persen substitusi aspal oleh bitumen Asbuton

Berdasarkan gambar di atas, tampak jika tujuan penggunaan Asbuton adalah untuk menggantikan sebanyak-banyaknya aspal minyak maka prioritas teknologi perkerasan jalan Asbuton yang harus ditingkatkan penggunaannya adalah LPMA, Cape Buton Seal, Butur Seal (Gambar 3) dan Asbuton Murni karena dapat mensubstitusi aspal minyak 100%.



Gambar 3. Perkerasan Jalan Butur Seal di Kabupaten Buton Utara Tahun 2008

Sedangkan CPHMA (Gambar 4) dan Hot Mix Asbuton B 50/30 (Gambar 5) masih menggunakan aspal minyak dengan tingkat substitusi maksimum 75%. Teknologi-teknologi tersebut, kecuali Hot Mix Asbuton B 50/30 dan Asbuton Murni, umumnya untuk jalan dengan lalu lintas ringan sampai sedang (kelas IV dan V) yang banyak terdapat di jalan daerah. Sehingga penggunaan perkerasan jalan Asbuton untuk jalan daerah tampaknya lebih efektif dalam meningkatkan penggunaan Asbuton.

Tahun 2020 Asbuton juga dapat digunakan untuk jalan dengan lalu lintas sangat berat (kelas II) yang umumnya berada di jalan nasional. Tujuan dari penggunaan Asbuton pada jalan dengan lalu lintas berat ini lebih tepat jika disebut untuk meningkatkan kualitas perkerasan jalan agar lebih baik dari jalan Hot Mix Aspal Minyak pen 60. Jalan menjadi lebih tahan terhadap kerusakan deformasi permanen (alur pada jejak roda kendaraan) sehingga dapat memikul beban kendaraan lebih banyak.



Gambar 4. Perkerasan Jalan CPHMA di Nusa Penida Bali Tahun 2016



Gambar 5. Perkerasan Jalan Hot Mix Asbuton B 50/30 di Sulawesi Tenggara

Teknologi Asbuton yang termasuk kedalam katagori ini adalah Hot Mix Asbuton B 5/20 di China (Gambar 6), Hot Mix Asbuton Semi Ekstraksi (Gambar 7) dan Hot Mix Asbuton Pra-campur (Gambar 8). Selain itu ada juga teknologi Gussasphalt Asbuton untuk lapis perkerasan beraspal di atas lantai baja jembatan yang dikembangkan bekerja sama dengan Jepang, tapi masih dalam tahap uji coba (Gambar 9).



Gambar 6. Perkerasan Jalan Hot Mix Asbuton B 5/20 di Jiangshu China Tahun 2010



Gambar 7. Perkerasan Jalan Hot Mix Asbuton Semi Ekstraksi di Aceh Tahun 2017

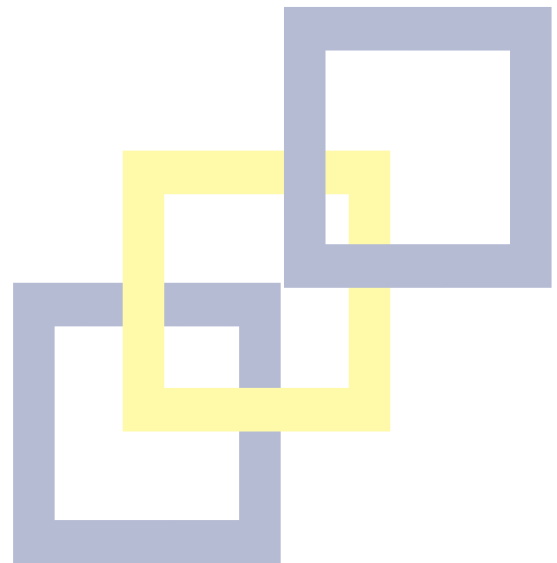


Gambar8. Perkerasan Jalan Hot Mix Asbuton Pra-Campur di Caruban Jawa Timur Tahun 2013



Gambar 9. Uji Coba Lapis Gussasphalt Asbuton di Atas Dek Baja di Tsukuba Jepang Tahun 2016

Pada teknologi ini, Asbuton yang digunakan adalah Asbuton dari deposit Kabungka yang mengandung bitumen keras dengan nilai penetrasi sekitar 5 dmm. Dalam campuran beraspal panas, bitumen Asbuton akan meningkatkan kekerasan aspal minyak. Selain itu, karena fungsi utamanya sebagai aditif maka jumlah penggunaan Asbuton relatif sedikit yaitu sekitar 3% terhadap berat campuran atau hanya sekitar 10% mensubstitusi aspal minyak.



Pemanfaatan Limbah *Slag* Nikel sebagai Bahan Perkerasan Jalan

Oleh : Iwan Susanto & Dani Hamdani



Jembatan Tengku Agung Sultanah Latifah, Kabupaten Siak Provinsi Riau

Presiden Joko Widodo bergeming. Dia menolak keinginan Uni Eropa untuk mencabut larangan ekspor bijih nikel per 1 Januari 2020. Uni Eropa menggugat pemerintah Indonesia ke organisasi perdagangan dunia atau World Trade Organization (WTO) beberapa hari setelah aturan tersebut diumumkan.

“Digugat ya hadapi. Tapi yang paling penting kita jangan berbelok. Baru digugat saja mundur, apa-apaan. Kalau saya enggak, digugat tambah semangat,” tegas Presiden Jokowi, akhir 2019 lalu.

Bulan Februari 2020 lalu, kedua pihak bertemu. Indonesia menanti langkah selanjutnya dari Uni Eropa. Larangan ekspor bijih nikel sebenarnya baru akan berlaku awal namun Presiden Jokowi menginginkan dukungan lebih bagi industri smelter dalam negeri.

Indonesia adalah raja nikel dunia. Uni Eropa amat bergantung pada Indonesia. Negara kita adalah pemilik 20% total ekspor nikel dunia. Bagi orang Eropa,

Indonesia menjadi eksportir nikel terbesar kedua untuk industri baja mereka yang memproduksi jembatan, rel kereta api, menara, mesin mobil, hingga pesawat terbang.

Keputusan Presiden Jokowi, tentu amat berani dan layak didukung. Bukan hanya industri manufaktur yang akan meraih manfaat. Pembangunan jalan juga ikut ‘kecipratan.’ Pasalnya, limbah smelter nikel (*slag*) kini dapat digunakan untuk membangun jalan.

Setiap tahun, ada sekitar 1 juta ton *slag* yang tertimbun hasil eksplorasi perusahaan tambang di Indonesia. Pada periode 2019 hingga 2024 mendatang, limbah *slag* dalam negeri diperkirakan mencapai 14.173.000 ton.

Disisi lain, Kementerian PUPR berencana membangun jalan baru hingga tahun 2030 sepanjang 3.000 km jalan utama, 2.000 km jalan tol, dan 70 km jembatan baru atau *fly over*. Hal ini dinyatakan dalam Visium 2030.

Fakta *Slag* sebagai pengganti bahan baku jalan

- Indonesia raja nikel dunia. menguasai 20 persen ekspor bijih nikel dunia.
- Setiap tahun, ada sekitar 1 juta ton *slag* dihasilkan dari dalam negeri.
- Substitusi terhadap material alam yang kian menipis.
- Kementerian PUPR akan membangun jalan baru hingga 2030. sepanjang 3.000 km jalan utama, 2.000 km jalan tol, dan 70 km *fly over*

Deposit *slag* yang melimpah, merupakan harta karun yang tak ternilai milik Indonesia. *Slag* sangat berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkerasan jalan substitusi material alam yang kualitasnya tidak jauh berbeda.

Deposit *slag* menjadi solusi bahan baku

jalan bagi Kementerian PUPR yang diamanahi Presiden Jokowi untuk membangun infrastruktur negeri ini. Komitmen ini telah ditindaklanjuti dengan meneliti seberapa jauh potensi penerapannya dan bahaya apa yang dihasilkan dengan penggunaan limbah yang tidak mudah meledak tersebut.





Sumber : Setkab.go.id

Terkendala Kategori Limbah Beracun

Penggunaan material alam sebagai bahan baku jalan selama ini, menyebabkan ketersediaannya semakin berkurang secara bertahap. Biaya untuk pengadaan dan proses memperoleh agregat jalan pun kian hari kian meningkat. Sehingga keputusan pemrosesan bijih nikel di dalam negeri oleh pemerintah dapat menopang kebutuhan ini.

Sayangnya, penggunaan *slag* nikel sebagai bahan baku jalan menemui kendala. *Slag* nikel dikategorikan sebagai limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3) kategori bahaya 2, dari sumber spesifik khusus.

Kendala bahan perkerasan jalan tidak hanya masalah teknis, tapi juga lingkungan. Pemanfaatannya harus melalui berbagai tahap termasuk berkoordinasi dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) untuk pemenuhan aspek tertentu.

Berbicara tentang pembuatan jalan, struktur perkerasan jalan umumnya terdiri dari lapis tanah dasar, lapis fondasi bawah, lapis fondasi, dan lapis permukaan. Bentuk fisik limbah *slag* nikel yang menyerupai batu alam, menyebabkan potensi sebagai bahan jalan sangat dimungkinkan.

Di beberapa daerah, *slag* nikel bahkan telah dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan *paving block* dan batako. Namun penyerapan volume limbah *slag* nikel pun sangat rendah yaitu 1% dari volume limbah *slag* nikel dalam negeri. Satu-satunya pemanfaatan yang potensial menyerap lebih banyak limbah *slag* nikel adalah sebagai bahan lapis perkerasan jalan. Dikarenakan pengaruh sifat fisik dan sifat kimia, perlu dilakukan pengujian laboratorium terlebih dahulu sebelum digunakan meluas.



Hasil Pengujian

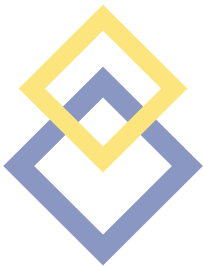
Peraturan Pemerintah No.101 tahun 2014 menyebutkan: pemanfaatan limbah B3 harus dilakukan pengujian untuk mengetahui kandungan zat berbahaya. Salah satu cara adalah dengan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP). Uji karakteristik beracun melalui TCLP ini untuk mengetahui konsentrasi zat pencemar pada *slag* nikel yang akan dibandingkan dengan persyaratan spesifikasi pada PP 101 Tahun 2014.

Berdasarkan hasil pengujian TCLP yang disyaratkan dalam PP 101 tahun 2014 maka limbah *slag* nikel, kandungan bahan beracun seluruhnya lebih kecil dari kolom TCLP-A dan TCLP-B sesuai Tabel 1. Hal tersebut berarti bahwa limbah *slag* nikel dapat digunakan sebagai bahan perkerasan jalan pengganti agregat alam.

Tabel 1. Hasil Uji TCLP *Slag* Nikel

No	Parameter	Unit	Hasil	Persyaratan		Metode
				TCLP-A	TCLP-B	
1	Antimony	Mg/L	<0,04	6	1	US EPA
2	Arsenic	Mg/L	<0,07	3	0,5	US EPA
3	Barium	Mg/L	0,03	210	35	US EPA
4	Beryllium	Mg/L	<0,03	4	0,5	US EPA
5	Boron	Mg/L	0,05	150	25	US EPA
6	Cadmium	Mg/L	<0,01	0,9	0,15	US EPA
7	Chromium	Mg/L	<0,01	15	2,5	US EPA
8	Copper	Mg/L	<0,01	60	10	US EPA
9	Lead	Mg/L	0,06	3	0,5	US EPA
10	Mercury	Mg/L	<0,018	0,3	0,05	US EPA
11	Molybdenum	Mg/L	<0,01	21	3,5	US EPA
12	Selecium	Mg/L	<0,13	3	0,5	US EPA
13	Silver	Mg/L	<0,03	40	5	US EPA
14	Selenium	Mg/L	<0,13	3	0,5	US EPA
15	Zink	Mg/L	<0,03	40	5	US EPA

Sumber: (Sucofindo, 2019)



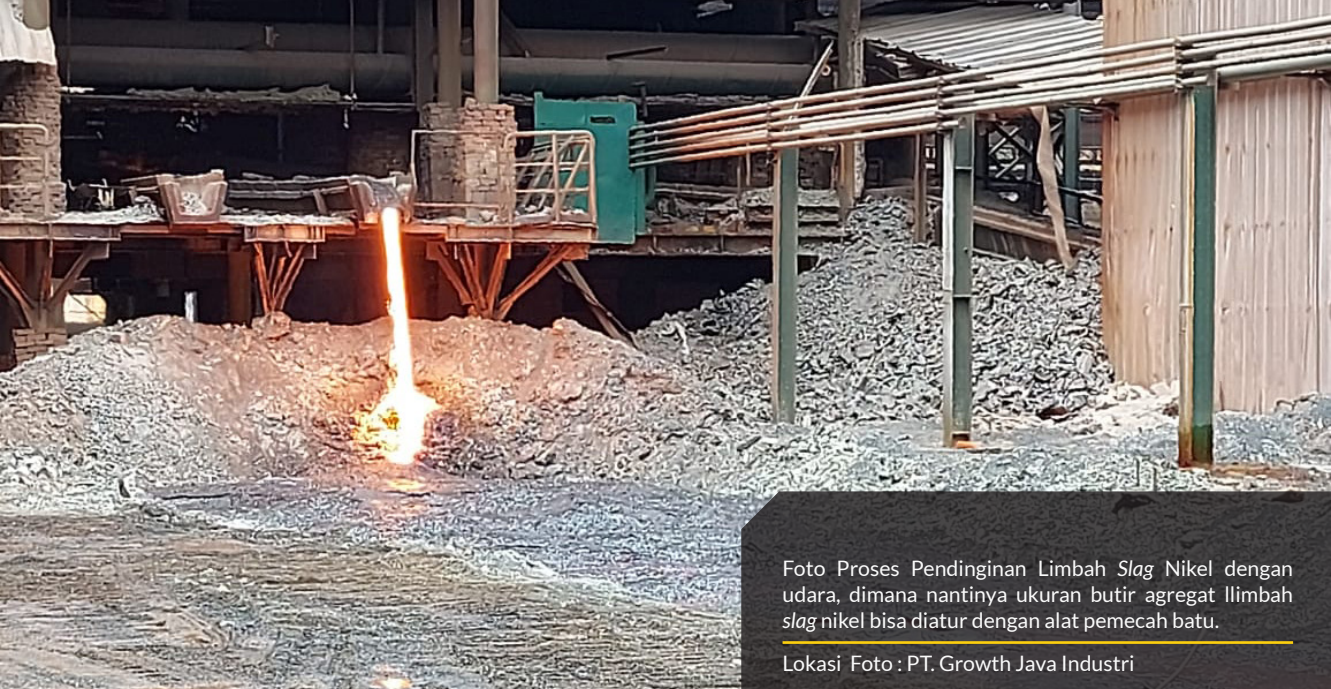


Foto Proses Pendinginan Limbah *Slag* Nikel dengan udara, dimana nantinya ukuran butir agregat limbah *slag* nikel bisa diatur dengan alat pemecah batu.

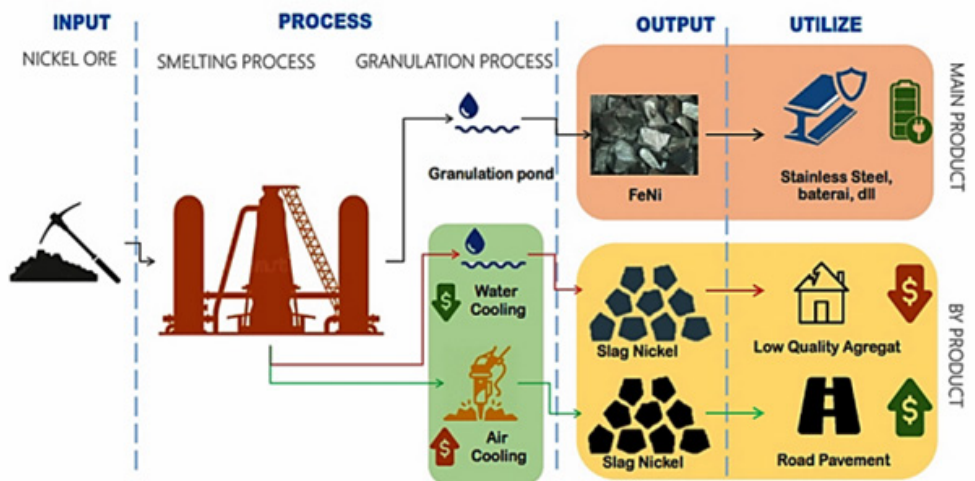
Lokasi Foto : PT. Growth Java Industri

Proses Pengolahan Limbah *Slag* Nikel

Proses utama diperolehnya limbah *slag* nikel melalui peleburan bijih nikel adalah: *slag* cair dengan temperatur kisaran $\pm 1550^{\circ}\text{C}$ langsung dikeluarkan melewati *slag* runner ke kolam granulasi (*slag granulation pond*) kemudian *slag* cair yang mengalir akan mengalami pendinginan.

Proses pendinginan ini terdiri dari 2 metode seperti yang terlihat pada Gambar 1 yaitu:

- Pendinginan secara mendadak dengan dibantu dengan semprotan air dengan tekanan tinggi untuk memecah ukuran *slag* sehingga terbentuk *granule* (butiran-butiran).
- Pendinginan dengan udara, dimana ukuran butir agregat limbah *slag* nikel bisa diatur dengan alat pemecah batu (*stone crusher*).



Gambar 1. Proses pengolahan nikel dan bahan limbah *slag* nikel

Hasil Pengujian Laboratorium Sifat Fisik Limbah *Slag* Nikel

Ada dua proses pengujian yang dilakukan, yakni limbah *slag* nikel dengan proses pendinginan mendadak, dan limbah *slag* nikel dengan pendinginan udara. Hasilnya adalah:

Limbah *slag* nikel dengan proses pendinginan mendadak

Jika hendak mengetahui apakah dapat dimanfaatkan sebagai bahan jalan, limbah *slag* nikel harus diuji sifat fisik dan dibandingkan dengan persyaratan bahan jalan sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 revisi 1. Hasil pengujian sifat fisik *slag* nikel dengan sistem pendinginan mendadak adalah sesuai Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik *slag* nikel dengan proses pendinginan mendadak

No	Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi LFA Kelas A
1	Abrasi, %	50	Maks. 40%
2	Berat Jenis		
	Bulk	2,81	-
	SSD	2,83	-
	Apparent	2,88	-
3	Penyerapan, %	0,8	
4	Angularitas, %	77/77	Min. 95/90
5	Lolos no 200, %	2,3	
6	Kepipihan, %	0	Maks. 10%
7	Pelapukan, %	2,26	
8	Gumpalan Lempung, %	0,018	

Berdasarkan data hasil uji laboratorium untuk sifat fisik *slag* nikel terdapat beberapa catatan penting untuk memanfaatkan sebagai bahan lapis fondasi jalan, yaitu:

Pertama, nilai abrasi yang tinggi dan melebihi standar yang ditentukan yaitu lebih dari 40%. Abrasi merupakan sifat agregat terkait ketahanan terhadap beban. Daya tahan agregat terhadap beban ditunjukkan dengan nilai abrasi.

Agregat yang memenuhi spesifikasi adalah agregat dengan nilai abrasi yang rendah (maksimal 40%). Abrasi merupakan proses pecahnya agregat akibat proses mekanis seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan pembuatan jalan (penimbunan, penghamparan, pemadatan), pelayanan terhadap beban lalu lintas dan proses kimiawi, seperti pengaruh kelembaban, kepanasan, dan perubahan suhu sepanjang hari.

Kedua, nilai bidang pecah/ angularitas *slag* nikel kurang dari 95/90 dan bentuk fisik yang *rounded* yang menyebabkan interlocking antar agregat *slag* nikel menjadi rendah. Hal tersebut dapat menyebabkan nilai stabilitas atau kemampuan perkerasan dalam menerima beban menjadi rendah.

Rendahnya mutu limbah *slag* nikel tersebut dipengaruhi oleh proses pengelolaan yang dilakukan, di mana lumpur *slag* nikel yang masih dalam keadaan panas dengan temperatur >1550oC langsung dimasukkan ke dalam *slag pond* / kolam untuk memudahkan proses pengangkutan ke dumping *slag* nikel.

Sifat fisik limbah *slag* nikel dapat digunakan untuk lapisan fondasi berbutir adalah nilai kekuatan daya dukung lapisan tersebut yang diuji melalui tes *California Bearing Ratio* (CBR). Lapis *base* fondasi atas mensyaratkan nilai CBR minimal 90%, lapis fondasi bawah nilai CBR minimal 60%, dan timbunan pilihan minimal nilai CBR 10%.

Pengujian CBR dilakukan dengan uji CBR kondisi *soaked* dan *unsoaked*. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh nilai CBR soaked adalah 34% dan CBR unsoaked adalah 44%

Berdasarkan hasil pengujian CBR maka *slag* nikel yang diperoleh cara pendinginan mendadak hanya dapat dimanfaatkan sebagai bahan timbunan pilihan.

Limbah *Slag* Nikel dengan Proses pendinginan udara

Penelitian ini berupaya untuk meningkatkan potensi pemanfaatan yang lebih banyak untuk mengurangi penumpukan limbah *slag* nikel. Penelitian mengkaji pada sistem pengelolaan, di mana limbah *slag* nikel akan diuji tanpa melalui proses pendinginan mendadak. Sesuai hasil analisis sebelumnya bahwa sistem pendinginan mendadak memberikan efek negatif limbah *slag* nikel untuk bahan jalan.

Limbah *slag* nikel yang dicoba tanpa pendinginan mendadak (sistem pendinginan udara) diambil dari PT Growth Java Industry, Cilegon, Jawa Barat. Limbah *slag* nikel dituangkan pada tempat terbuka dan didiamkan selama beberapa jam sampai mengeras.

Kemudian dilakukan proses pemecahan dengan menggunakan alat *stone crusher*. Berbeda dengan sistem pendinginan mendadak, pada proses ini ukuran limbah *slag* nikel dapat diatur sesuai kebutuhan. Dokumentasi proses dan bentuk fisik *slag* nikel sistem pendinginan udara adalah sesuai Gambar 2. Hasil pengujian sifat fisik *slag* nikel hasil proses pendinginan tanpa kolam pendingin adalah sesuai Tabel 3.



Sumber Foto : Republika

Gambar 2. Bentuk fisik limbah *slag* nikel

Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisik *slag* nikel tanpa proses pendinginan mendadak

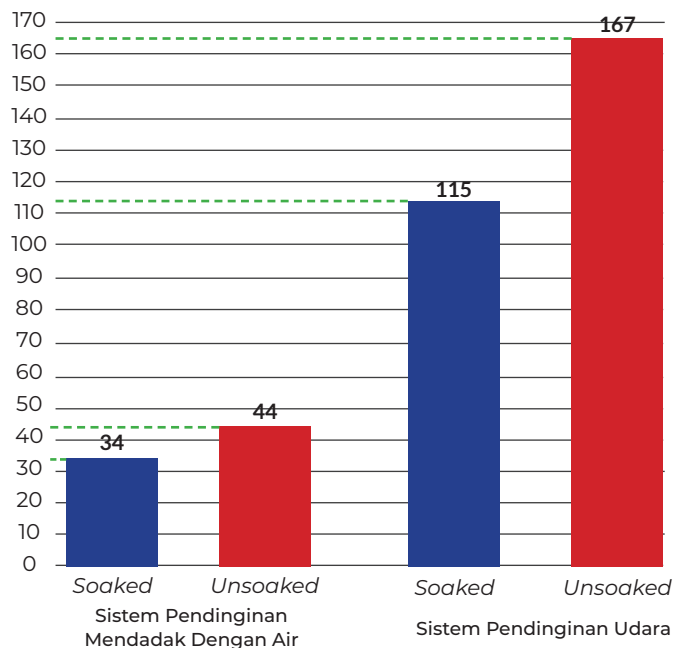
Pengujian	Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus	Spesifikasi LFA Kelas A
Abrasi, %	39,5	-	-	Maks. 40%
Berat Jenis				
Bulk	2,82	2,75	2,92	-
SSD	2,86	2,79	2,93	-
Apparent	2,94	2,87	2,95	-
Penyerapan, %	1,40	1,54	0,40	
Angularitas, %	100/100	100/100	-	Min. 95/90
Perbandinganlolos # 200 /#40	-	0,26	0,33	Maks. 2/3
Kepipihan, %	0	0	-	Maks. 10%
Pelapukan, %	0,1	0,2	0,9	Maks. 3%
Gumpalan Lempung, %	0	0,02	1,22	Maks 5%

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik terhadap *slag* nikel sistem pendinginan udara, diperoleh hasil bahwa terdapat peningkatan sifat abrasi dan angularitas yang memenuhi syarat spesifikasi, serta ukuran butir / gradasi yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Limbah *slag* nikel tersebut kemudian dilakukan uji CBR.

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik, pemadatan, dan CBR dari limbah *slag* nikel dengan sistem pendinginan udara, agregat tersebut memenuhi spesifikasi sifat dan syarat lapis fondasi atas perkerasan jalan. Nilai CBR *soaked* lebih besar dari syarat minimum yaitu 90%.

Resume pengujian kekuatan daya dukung lapisan tersebut yang diuji melalui tes *California Bearing Ratio (CBR)* untuk Limbah *slag* nikel dengan sistem pendinginan mendadak dengan air dan yang dilakukan dengan pendinginan udara dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 Limbah *slag* nikel dengan sistem pendinginan udara memenuhi persyaratan minimum CBR 90%, sehingga dapat digunakan sebagai lapis fondasi berbutir kelas A, sedangkan Limbah *slag* nikel dengan sistem pendinginan mendadak dengan air hanya bisa digunakan sebagai material urugan pilihan.



Gambar 3. Resume pengujian CBR untuk Limbah *slag* nikel



Gambar 4. Bentuk *Slag* Nikel Panas



Gambar 5. Bentuk *Slag* Nikel Dingin

Penutup

Hasil pengujian kandungan zat berbahaya dalam limbah (TCLP) menunjukkan bahwa kandungan bahan berbahaya pada limbah *slag* nikel berada di bawah acuan TCLP-B sehingga limbah *slag* tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan jalan secara langsung.

Hasil sifat fisik terhadap *slag* nikel dengan pendinginan mendadak memberikan dampak negatif yaitu nilai abrasi tinggi, bidang pecah / angularitas yang rendah, serta bentuk butir yang *rounded*.

Bentuk fisik yang *rounded* menyebabkan *interlocking* antar *slag* nikel menjadi rendah. Limbah *slag* nikel dengan sistem pendinginan mendadak hanya dapat digunakan sebagai material timbunan pilihan karena nilai CBR hanya mencapai 34%.

Sifat fisik *slag* nikel dengan sistem sistem pendinginan udara menunjukan pemenuhan untuk digunakan sebagai material lapis fondasi kelas A sesuai dengan Spesifikasi Umum 2018 revisi 1.

Ukuran butir *slag* nikel dengan sistem ini dapat diatur sesuai kebutuhan. Hasil nilai CBR juga menunjukkan nilai CBR *Soaked* 115% sehingga memenuhi sebagai bahan lapis fondasi kelas A karena lebih tinggi dari 90%. Pengelolaan limbah *slag* nikel dengan sistem pendinginan udara lebih efektif untuk bahan lapis fondasi jalan.

Pemanfaatan Teknologi Campuran Beraspal Panas Daur Ulang untuk Pemeliharaan Jalan

Oleh : Nono & Dani Hamdani

Membuat jalan ibarat menanam. Tak cukup hanya memasukkan biji lalu membiarkannya tumbuh alami. Tanaman harus dirawat, dijaga dari kerusakan, serta selalu diberi sentuhan kasih sayang. Demikian pula jalan.

Sering kali orang-orang hanya membangun jalan, lalu lupa untuk merawat dan merehabilitasinya. Padahal rehabilitasi sama pentingnya dengan membangun jalan. Melalui rehabilitasi, jalan dijaga agar tetap kokoh dan bisa dimanfaatkan.

Kendala yang sering muncul adalah proses rehabilitasi tidak bisa maksimal karena keterbatasan bahan. Salah satu solusi untuk mengatasinya adalah menggunakan bahan sisa dan bahan limbah yakni berupa bahan garukan dari perkerasan beraspal yang diperbaiki. Ini disebut *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP).

Metode daur ulang (*recycling*) dengan RAP merupakan salah satu cara dalam kegiatan rehabilitasi. Teknologi daur ulang merupakan suatu alternatif kegiatan rehabilitasi yang bisa mengembalikan kekuatan perkerasan, mempertahankan geometrik jalan serta mengatasi ketergantungan akan material baru.

Kita sama paham, keberadaan infrastruktur jalan merupakan sarana dan prasarana mutlak yang harus disediakan dengan kondisi struktural dan fungsional yang baik guna menunjang seluruh aktivitas masyarakat, baik ekonomi, sosial, pendidikan, pariwisata, maupun kesehatan.

Namun, sebagaimana diketahui bahwa sejalan dengan waktu atau beban lalu lintas kondisi perkerasan jalan pasti menurun. Upaya agar kondisi jalan tetap dalam kondisi laik digunakan maka diperlukan pemeliharaan.

Untuk itu, kebutuhan material untuk perkerasan jalan, baik untuk pembangunan maupun pemeliharaan, dari tahun ke tahun terus meningkat sesuai meningkatnya tuntutan masyarakat akan pelayanan jasa infrastruktur untuk mobilitas kegiatan sehari-hari.





Sumber foto : Harnas.co

Pada kegiatan pemeliharaan jalan khususnya untuk konstruksi perkerasan beraspal, kebutuhan akan kegiatan rehabilitasi semakin meningkat, seiring dengan meningkatnya kerusakan jalan akibat beban lalu lintas.

Hal ini berdampak terhadap kebutuhan ketersediaan agregat yang semakin menipis dan impor aspal pada setiap tahunnya selalu meningkat. Permasalahan lainnya adalah bahwa di daerah atau kepulauan tertentu, ketersediaan material yang berkualitas sebagaimana ditentukan dalam standar atau spesifikasi sangat terbatas. Bahkan bahan tidak tersedia sehingga harus mendatangkan dari daerah lain dan berdampak pada kebutuhan biaya yang sangat tinggi dan dengan waktu pelaksanaan yang lama.

Dengan bertambahnya kebutuhan terhadap pemeliharaan atau rehabilitasi berdampak terhadap kebutuhan ketersediaan sumber daya alam yang semakin menipis, maka metode rehabilitasi jalan yang lebih efektif dan efisien harus didapatkan.

Daur Ulang dengan RAP

Salah satu kegiatan rehabilitasi jalan adalah dengan memperbaiki kerusakan pada lapis permukaan beraspal eksisting dengan spot-spot selanjutnya dilakukan peningkatan kapasitas jalan dengan cara penambahan lapis tambah.

Bila hal ini terus dilakukan, yaitu kondisi permukaan eksisting yang sudah tidak memiliki kekuatan yang seragam dapat menimbulkan kerusakan sehingga akan berdampak pada umur lapisan *overlay* baru yang ada di atasnya. Dengan metode pemeliharaan tersebut maka tebal lapis perkerasan semakin tebal dan memerlukan material yang cukup banyak.

Menyadari pentingnya peran jalan dan keterbatasan pemerintah dalam membiayai penanganan jalan, penurunan ketersediaan agregat standar dan terbatasnya aspal, maka salah satu alternatifnya adalah pemanfaatan penggunaan bahan sisa dan bahan limbah, yaitu berupa bahan garukan dari perkerasan beraspal yang diperbaiki (*Reclaimed Asphalt Pavement, RAP*).

Rehabilitasi dengan proses daur ulang menggunakan RAP akan menghasilkan bahan campuran yang nilai strukturnya dapat setara dengan campuran yang baru jika menggunakan bahan peremaja yang sesuai dan diproses serta ditunjang dengan peralatan yang memadai. Sehingga penggunaan daur ulang aspal ini, diharapkan mampu mengatasi kerusakan jalan yang terjadi dan meningkatkan mutu jalan.

Penggunaan teknologi daur ulang juga sesuai dengan Visium Kementerian PUPR 2030 bidang Bina Marga yang tertuang dalam Permen Menteri PUPR No. 26/PRT/M/2017 yaitu, jalan 99% mantap yang terintegrasi antar moda yang memanfaatkan sebanyak-banyaknya



Sumber Foto : ngadem.com

material lokal dan menggunakan teknologi *recycle*.

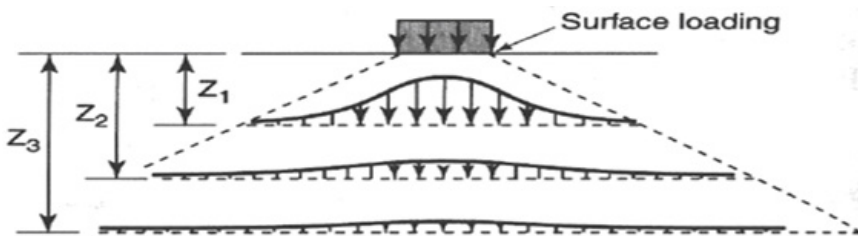
Kinerja Perkerasan Beraspal

Perkerasan jalan disebut lentur apabila seluruh struktur perkerasan karena pengaruh beban kendaraan akan mengalami defleksi / lentur secara signifikan. Tipikal struktur perkerasan lentur terdiri atas beberapa lapisan.

Setiap lapisan menerima beban dari lapisan di atasnya dan beban tersebut tersebar pada lapisan di bawahnya. Gambaran tegangan yang terjadi pada setiap lapisan perkerasan lentur disajikan pada Gambar 1 (Nono, 2012).

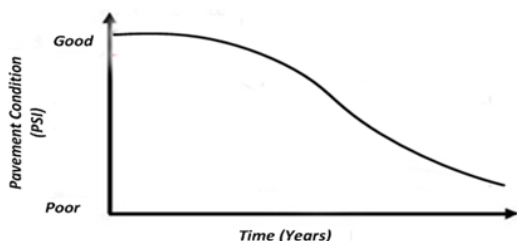
Pada saat menggunakan jalan, tuntutan pengguna jalan adalah kenyamanan, keselamatan dan kecepatan (waktu tempuh) sehingga biaya perjalanan menjadi lebih murah. Di samping itu, pengguna jalan menuntut pula estetika dan kebersihan lingkungan (bebas bising dan polusi).

Gambar 1. Ilustrasi tegangan yang terjadi pada lapisan perkerasan lentur



Untuk tercapainya tuntutan pengguna jalan, perkerasan harus memenuhi persyaratan kondisi fungsional dan kondisi struktural. Persyaratan kondisi fungsional menyangkut kerataan dan kekesatan permukaan perkerasan, sedangkan persyaratan kondisi struktural menyangkut kemampuan (dinyatakan dalam satuan waktu atau jumlah lalu lintas) dalam mempertahankan kondisi fungsionalnya pada tingkat yang layak.

Kondisi struktural ditunjukkan oleh kekuatan atau daya dukung perkerasan yang biasanya dinyatakan dalam nilai struktural (*structural number*) atau lendutan. Sebagaimana diketahui bahwa kinerja perkerasan pasti akan mengalami penurunan kondisi seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi kinerja perkerasan lentur

Di samping pengaruh bahan yang kurang baik maka ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan seperti jenis tanah dasar, iklim dan lalu lintas (volume dan beban sumbunya).

Pemeliharaan Perkerasan Lentur

Tujuan utama penanganan/pemeliharaan perkerasan jalan, yaitu: Memperlambat penurunan kondisi sehingga jalan berfungsi sesuai umur rencana, mengurangi biaya operasi kendaraan, serta agar jalan selalu berfungsi sehingga dapat melayani penggunaanya.

Kegiatan penanganan harus dilakukan mencakup perkerasan, bahu jalan, saluran samping, gorong-gorong, jembatan, marka dan talud atau lereng samping. Menurut jenis kegiatannya, penanganan jalan terdiri atas (Nono, 2012):

1. Pemeliharaan Rutin,
2. Pemeliharaan Periodik,
3. Rehabilitasi/Peningkatan, dan
4. Rekonstruksi.

Pemeliharaan rutin adalah pemeliharaan yang dilakukan pada jalan mantap dan dilakukan terus menerus sepanjang tahun, yang meliputi perawatan dan perbaikan terhadap kerusakan-kerusakan ringan dan lokal.

Jenis kegiatannya antara lain adalah pemotongan rumput, pembersihan saluran samping dan gorong-gorong, pemeliharaan jembatan, pemeliharaan perambuan, penambalan lubang, pengisian celah retak (*cracks sealing*) dan perbaikan kerusakan tepi perkerasan.

Pemeliharaan berkala adalah pemeliharaan yang dilakukan pada jalan mantap dan dilakukan secara berkala, yang meliputi perawatan dan perbaikan terhadap kerusakan-kerusakan ringan yang bersifat luas.

Adapun kegiatan yang dilakukan pada pemeliharaan berkala adalah: pelaburan, perbaikan bahu jalan dan perbaikan marka jalan.

Peningkatan adalah dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan struktur jalan dan atau peningkatan



kapasitas jalan. Kegiatan yang dilakukan pada peningkatan adalah dapat salah satu atau gabungan kegiatan antara pemberian lapis tambah (*overlay*) dan penambahan lajur lalu lintas atau pelebaran.

Rekonstruksi adalah upaya perbaikan terhadap struktur perkerasan yang lemah pada bagian bawah, sehingga tidak dapat diperbaiki dengan pemberian lapis tambah. Di samping itu dapat juga berupa upaya untuk memperbaiki struktur geometrik, baik alinyemen vertikal maupun horizontal.

Teknologi Perkerasan Beraspal Panas Daur Ulang

Teknologi perkerasan beraspal panas daur ulang adalah teknik di mana sebagian dari campuran beraspal panas yang disiapkan untuk memelihara jalan terdiri dari RAP dan diproses pada temperatur pencampuran dan pemadatan hangat atau panas (Texas A&M Transportation Institute, 2018).

Berdasarkan Nono (2017) bahwa teknologi daur ulang perkerasan beraspal menjadi populer pada tahun 1970-an. FHWA melakukan uji coba teknologi daur ulang perkerasan beraspal tersebut pada sebanyak 39 proyek.

NCHRP memublikasikan bahan daur ulang untuk jalan pada tahun 1978 dan Pedoman Daur Ulang Perkerasan Bahan pada tahun 1980. Pada awal 1990-an, FHWA dan Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat memperkirakan



Sumber foto : Mongabay.co.id

bahwa lebih dari 90 juta ton perkerasan beraspal direklamasi pada setiap tahunnya, dan lebih dari 80% dari RAP yang didaur ulang.

Berdasarkan Nono (2018) yang merujuk pada NAPA (2015), Kementerian Konstruksi Jepang memulai penyelidikan tentang kinerja campuran daur ulang pada awal 1980-an, dan Japan Road Association menerbitkan publikasi pertamanya yang mencakup penggunaan RAP, Buku Pegangan Teknologi Daur Ulang Perkerasan, pada tahun 1984.

Pada tahun 1992, dikonfirmasi bahwa kinerja di lapangan untuk campuran beraspal panas daur ulang sama dengan kinerja campuran beraspal dengan bahan yang baru. Proporsi RAP yang digunakan pada 213 lokasi berkisar antara 30%-100%.

Pada tahun 2013 The Japan Asphalt Mixture Association (JAMA) mengeluarkan buku panduan tentang penggunaan dan penanganan RAP untuk pengolah aspal. Penggunaan RAP di Jepang adalah sekitar 47% pada perkerasan jalan beraspal, dan pada beberapa wilayah menggunakan RAP rata-rata sekitar 50%. Upaya daur ulang aspal di Jepang didasarkan pada lima motif yaitu:

- Meminimalkan jumlah limbah bahan perkerasan beraspal;
- Penghematan sumber daya alam (bahan baku, terutama aspal dan agregat);
- Konservasi energi (energi untuk mengekstraksi, mengolah, dan mengangkut bahan mentah);
- Pengurangan karbon dioksida dengan menghemat energi; dan Pengurangan biaya pengaspalan aspal.

Pada teknologi perkerasan beraspal panas daur ulang agar dapat menggunakan RAP yang banyak (>20%) maka diperlukan bahan peremaja yaitu untuk memperbaiki sifat aspal yang sudah mengalami penuaan.

Peremajaan aspal adalah proses di mana sifat reologi aspal yang telah keras direstorasi ke titik di mana bahan pengikat dapat dianggap sebanding dengan bahan pengikat baru/segar (*fresh*). Pemulihan sifat reologi difasilitasi dengan penggunaan bahan peremaja (*Rejuvenile*).

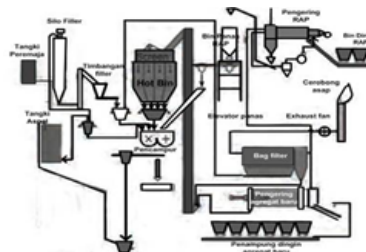
Bahan peremaja didefinisikan sebagai produk hidrokarbon dengan karakteristik fisik yang dipilih untuk mengembalikan aspal tua dengan persyaratan spesifikasi aspal saat ini. Bahan peremaja juga disebut sebagai bahan pelunak, aspal "lunak", minyak pelunak, dan minyak aromatik.

Untuk diklasifikasikan sebagai bahan peremaja, selain memiliki komposisi kimia yang diperlukan untuk mengembalikan komponen pengikat tua yang diperlukan, bahan harus memiliki titik nyala yang tinggi, mudah untuk menyebar, memiliki kehilangan volatil yang rendah selama pencampuran panas, tahan pengerasan, dan seragam dari satu *batch* ke *batch* (O'Sullivan K. A., 2011).

Memproduksi campuran bearaspal panas daur ulang umumnya ada dua tipe, yaitu di unit produksi campuran beraspal panas daur ulang di tempat dengan menggunakan alat khusus, seperti contoh pada Gambar 3 dan di unit pusat pencampur aspal atau AMP (lihat Gambar 4).



Gambar 3. Unit Alat Daur Ulang Aspal di Tempat (sumber: Nono, 2017)



Gambar 4. Unit Pencampur Campuran Beraspal Panas Daur Ulang Sistem Timbangan Untuk RAP Panas (Nono, 2018)



Hasil Uji Coba di Lapangan

Upaya untuk mengevaluasi kinerja perkerasan beraspal daur ulang, pada tahun 2018 telah dilakukan kajian, baik di laboratorium maupun uji coba di lapangan. Jenis campuran beraspal yang telah dilakukan kajian tersebut adalah Laston lapis permukaan dengan 50%-70% RAP (ACWCRAP) dan lapis tipis beton aspal dengan 50% RAP (LTBARAP).

Khusus untuk LTBA dengan 2 tipe gradasi (kasar dan halus), yaitu LTBA Kasar dan LTBA Halus. Bahan peremaja yang digunakan untuk campuran daur ulang ini adalah bahan peremaja produk Bina Teknik Jalan dan Jembatan (Eks Pusat Litbang Jalan dan Jembatan). Pelaksanaan uji coba campuran beraspal panas daur ulang ini menggunakan unit pencampur campuran beraspal panas daur ulang sistem timbangan untuk RAP panas.

Sumber foto : www.pu.go.id

Sifat masing-masing jenis campuran beraspal panas daur ulang dan performa hasil uji coba lapangan sampai dengan bulan Agustus 2020 adalah sebagai berikut:

1. Laston Daur Ulang (ACWCRAP)

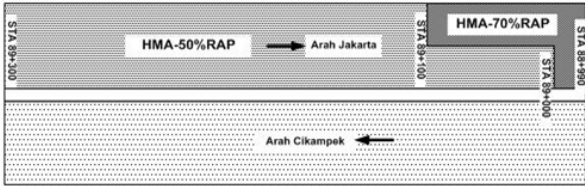
Sifat campuran beraspal panas daur ulang lapis permukaan (ACWCRAP) dengan menggunakan 50% dan 70% RAP yang dirancang untuk pelaksanaan uji coba di lapangan disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa sifat campuran ACWCRAP, baik yang menggunakan 50% RAP maupun dengan 70% RAP memenuhi persyaratan ACWC-Modifikasi.

Pelaksanaan uji coba ACWCRAP dilakukan ruas jalan Karawang-Cikampek arah Jakarta (daerah Purwasari), yaitu STA 88+950 s.d STA 89+300 yang terdiri dari 2 lajur per arah, dan denah lokasi disajikan pada Gambar 5. Adapun tebal penghamparan padat bervariasi antara 4 - 5 cm. Gambaran kondisi perkerasan eksisting, foto pelaksanaan dan kondisi lapangan perkerasan ACWCRAP sampai dengan Agustus 2020 disajikan pada Gambar 6.

Tabel 1. Sifat campuran beraspal panas daur ulang lapis permukaan (ACWCRAP) dengan menggunakan 50% dan 70% RAP

No,	Parameter Uji	Hasil Pengujian		Persyaratan AC-WC Mod (BM-Rev3)
		AC-WC 50% RAP	AC-WC 70% RAP	
1	Kadar Aspal (%)	5,7	5,9	
	Aspal RAP, %	1,88	2,60	
	Aspal Pen 60 -70, %	3,70	3,16	
	Peremaja, %	0,12	0,14	
2	Kepadatan (ton/ m3)	2,346	2,35	
3	VFB (%)	74,39	71,86	Min. 65
4	VIM (%)	4,05	4,45	3 – 5
5	VMA %)	15,70	15,80	Min. 15
6	Stabilitas (Kg)	1255	1717	1.000
7	Pelelehan (mm)	3,93	3,41	2 – 4
8	Stabilitas Sisa (%)	91,4	91,6	Min. 90
9	Stabilitas dinamis, lintasan/mm	4000	5150	Min. 2500

(Sumber: Nono, 2018)



Gambar 5. Denah lokasi penghamparan campuran beraspal panas daur ulang lapis permukaan/ACWCRAP (Nono, 2018)

a). Kondisi Eksisting (Nono. 2018)



b). Pelaksanaan ACWCRAP pada Juni 2018 (Nono. 2018)



c). Kondisi Perkerasan ACWCRAP pada Agustus 2020



Gambar 6. ACWC-RAP Daerah Purwasari Ruas Jalan Pantura Karawang-Cikampek

Berdasarkan hasil pengamatan visual di lapangan pada perkerasan ACWC-RAP, baik yang menggunakan 50% RAP maupun 70% RAP sampai dengan bulan Agustus 2020 atau sudah berumur lebih dari 2 tahun masih cukup baik, dan termasuk retak refleksi (yang sudah di beri *sealant*) terjadi pada saat setelah konstruksi di atas tutup lubang pipa kabel Telkom (*mainhole*). Kedalaman alur juga pada umumnya masih < 10 mm.

2. LTBA Daur Ulang (L LTBARAP)

Sifat campuran beraspal panas daur ulang lapis tipis beton aspal daur ulang (LTBARAP) dengan menggunakan 50% RAP, baik sifat LTBARAP-Halus maupun LTBARAP-Kasar yang dirancang untuk pelaksanaan uji coba di lapangan disajikan pada Tabel 2. Sifat campuran LTBARAP-Halus dan LTBARAP-Kasar memenuhi persyaratan untuk lalu lintas berat dengan nilai stabilitas dinamis diatas 2000 lintasan/mm.

Tabel 2. Karakteristik campuran LTBARAP dengan menggunakan 50% RAP (Riswan I. 2018)

Karakteristik Campuran	Hasil Pengujian LTBARAP		Persyaratan*)
	LTBARAP Kasar	LTBARAP Halus	
Kadar aspal, %	6,20	6,30	-
Aspal RAP, %	1,69	1,68	
Aspal Pen 60-70, %	4,35	4,45	
Peremaja, %	0,16	0,17	
Kepadatan, gr/cc	2,352	2,326	-
Rongga terisi aspal (VFB), %	73,79	78,02	Min. 65
Rongga dalam campuran (VIM), %	4,16	3,76	3,0 - 5,0
Rongga dalam mineral agregat (VMA), %	17,87	17,08	Min. 15
Stabilitas Marshall, kg	1006,9	1148,9	Min. 900
Pelelehan, mm	3,72	4,21	2,0 - 4,5
Stabilitas marshall sisa, %	100,00	96,44	Min. 90
Kadar aspal efektif, %	6,24	6,03	-
Rasio abu terhadap aspal	1,19	1,41	0,6 - 1,6
Stabilitas dinamis, lintasan/mm	2863,6	3500,0	Min. 2000

Untuk mengevaluasi kinerja campuran beraspal panas daur ulang untuk tipe LTBARAP maka telah dilakukan uji coba lapangan pada 2 lokasi, yaitu:

- Untuk LTBARAP-Halus di daerah Purwasari Ruas Jalan Pantura Karawang-Cikampek. Arah Cikampek STA. 88+300 s/d STA. 89+000 yang terdiri dari 2 lajur per arah. Tebal hamparan padat LTBARAP-Halus sekitar 2,5 cm.
- Untuk LTBARAP-Kasar di daerah Jatisari Ruas Jalan Pantura Cikampek-Ciasem. Arah Ciasem/Cirebon STA. 102+900 s/d STA. 103+900 yang terdiri dari 2 lajur per arah. Tebal hamparan padat LTBARAP-Kasar sekitar 3,0 cm.

Gambaran kondisi perkerasan eksisting, foto pelaksanaan dan kondisi lapangan perkerasan LTBARAP sampai dengan Agustus 2020 untuk LTBARAP-Halus disajikan pada Gambar 7 dan pada Gambar 8 untuk LTBARAP-Kasar.



a). Kondisi Eksisting (Riswan I. 2018)



b). Pelaksanaan LTBARAP-Halus pada Oktober 2018 (Riswan I. 2018)



c). Kondisi Perkerasan LTBARAP-Halus pada Agustus 2020

Gambar 7. LTBARAP-Halus daerah Purwasari Ruas Jalan Pantura Karawang-Cikampek



a). Kondisi Eksisting (Riswan I. 2018)



b). Pelaksanaan LTBARAP-Kasar pada Oktober 2018
(Riswan I. 2018)



c). Kondisi Perkerasan LTBARAP-Kasar pada Agustus 2020

Gambar 8. LTBA Ksr-RAP Daerah Jatisari Ruas Jalan Pantura Cikampek-Ciasem

Berdasarkan hasil survey, kondisi perkerasan dengan LTBARAP-Halus dan LTBARAP-Kasar sampai dengan bulan Agustus 2020 atau berumur hampir 2 tahun kondisinya tidak dijumpai kerusakan retak dan kedalaman alur masih di bawah 10 mm sehingga masih baik atau masih stabil.

Penutup

Penggunaan teknologi daur mendukung tercapainya rencana kedepan (Visium Kementerian PUPR 2030) bidang Bina Marga yaitu, jalan 99% mantap yang terintegrasi antar moda yang memanfaatkan sebanyak-banyaknya material lokal dan menggunakan teknologi daur ulang

Campuran beraspal panas daur ulang akan mengurangi penggunaan agregat dan aspal baru, terutama bagi daerah yang agregat baru yang memenuhi spesifikasi terbatas sehingga harus mendatangkan dari daerah (pulau) lain, serta akan mereduksi biaya campuran beraspal.

Kinerja campuran beraspal panas daur ulang (ACWCRAP dan LTBARAP) sampai bulan Agustus tahun 2020 (umur 2 tahun) masih dalam kondisi baik, tidak dijumpai kerusakan retak dan kedalaman alur masih dibawah 10 mm.

Perlu kebijakan dan sosialisasi teknologi campuran beraspal panas daur ulang sehingga kontraktor yang memiliki alat atau unit pencampurnya semakin banyak.

Pemanfaatan Jalan Tol Bagi Pesepeda di Indonesia

Oleh : Aris Rinaldi



Acara Gowes PUPR di Hari Bakti PU ke 72
Sumber Foto : Twitter Kementerian PUPR

Semburat merah masih terlihat di ufuk timur saat para pesepeda berkumpul di Bundaran Hotel Indonesia (HI), Jakarta. Hari itu, Minggu, 1 Juli 2020, mereka tak sabar untuk segera meramaikan *Car Free Day*.

Jakarta tengah dihantam Pandemi Covid-19. Namun tidak mengendurkan semangat untuk bersepeda. Orang-orang ingin tetap berolahraga, menjaga imun dan kebugaran tubuh, serta beramai-ramai bersama keluarga dan rekan kerja untuk bersepeda.

Di akhir pekan, jalan-jalan Jakarta dipenuhi pesepeda. Jalan yang biasanya macet dan penuh kendaraan bermotor, kini ramai dengan sepeda. Para pesepeda menelusuri jalan protokol, sembari tetap mengikuti protokol Covid-19.

Di hari itu, Gubernur DKI Jakarta Anies Baswedan mengganti istilah *Car Free Day* dengan istilah kawasan bersepeda. Tujuannya adalah mendorong semua orang untuk bersepeda, serta untuk menjaga jarak aman.

Tak hanya itu, Gubernur Anies juga kembali menyampaikan permohonan kepada Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) untuk memanfaatkan ruas jalan tol lingkaran dalam bagi pesepeda.

Dalam surat yang dikirimkan pada 11 Agustus 2020 itu tertulis bahwa terjadi peningkatan volume pesepeda setiap minggunya. Volume tertinggi pada minggu ketujuh atau dari tanggal 20 sampai 26 Juli 2020 sebanyak 82.380 pesepeda. Dengan rata-rata kenaikan volume pesepeda dari minggu pertama sampai dengan minggu ketujuh sebesar 15 persen.





Sumber Foto : Dicky Pratama

“Berkenaan dengan hal tersebut, mohon kiranya Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat dapat memberikan izin pemanfaatan 1 ruas jalan Tol Lingkar Dalam Jakarta (Cawang-Tanjung Priok) sisi Barat sebagai lintasan *road bike* guna mengakomodir pengguna sepeda pada setiap hari Minggu pukul 06.00-09.00,” bunyi surat tersebut.

Permintaan Anies segera diikuti dengan diskusi di berbagai media termasuk media sosial. Kalangan pesepeda menganggap permintaan itu sebagai terobosan. Dengan kian banyaknya pesepeda, maka sepatutnya mereka mendapatkan perlindungan serta akses jalan yang memadai.

Namun ada juga kalangan yang menilai permintaan itu terlampau berlebihan, mengingat risiko serta budaya berkendara di jalan tol yang bisa membahayakan pesepeda. Padahal, di luar negeri, pesepeda memiliki akses terhadap jalan tol.

Berikut pengalaman beberapa negara yang membolehkan sepeda masuk ke jalan tol. Kita akan menyimak sembari menyerap banyak pelajaran berharga.

Belanda, Surga Sepeda

Siapa yang tidak kenal Belanda dengan budaya sepedanya? Hampir semua orang mengenal Belanda sebagai surga untuk pesepeda. Sepeda atau *fiets* dalam Bahasa Belanda merupakan moda transportasi pilihan utama warga Belanda di antara pilihan moda transportasi lain yang canggih dan efisien di negara tersebut.

Total jalur sepeda di negara ini mencapai kurang lebih 35 ribu kilometer. Kita dapat melaluinya tanpa terputus. Negara ini juga memiliki rute atau jalur jalan raya sepeda yang sangat aman dan nyaman, dengan panjang 17 kilometer, melewati atas kota-kota Belanda, Arnher dan Nijmegen, juga tanpa ada perhentian.

Jalur lainnya disebut sebagai “jalur bersepeda cepat”, jika dibandingkan dengan rute sepeda di sisi pinggir jalan yang relatif “lebih lambat”, jalur ini di terdapat di kawasan RijnWaalpad.



Gambar: Budaya Bersepeda di Belanda
(Sumber: Mustaqim)



Gambar: Bersepeda menjadi Bagian Keseharian Hidup Warga Belanda (Sumber: Tempo)



Denmark Cycle
Superhighways

Sumber Foto :
cyclingsolutions.info

Denmark dan Jalur Bebas Hambatan

Denmark terletak di Eropa bagian Utara. Ibu kota Denmark adalah Kopenhagen, yang layak disebut sebagai surganya pesepeda dengan berbagai macam fasilitas pendukungnya. Jalur sepeda kurang lebih 400 kilometer dan tersebar di setiap sudut kota. Semua jalur saling terhubung.

Khusus, jalur pesepeda bebas hambatan dikenal dengan nama *cycle superhighway*. Jalur yang tidak bersinggungan langsung dengan jalan raya, yang umum diakses kendaraan bermotor. Jalur *cycle superhighway* bersifat spesifik khusus bagi sepeda, melintasi taman, perumahan dan nyaris tanpa persimpangan.

Jalur-jalur ini juga dilengkapi dengan *cykelslangen* atau dikenal dengan istilah *The Bicycle Snake*. Mengapa sebutannya *The Bicycle Snake*? Karna jalur tersebut bentuknya seperti liukan ular, dengan panjang + 200 m yang berdiri dengan tinggi 6-7 m di atas kanal.



Gambar: Jalur Khusus Sepeda di Jembatan, Jerman (Sumber: Aris Rinaldi)

Jerman, Jalan Raya Sepeda

Jerman memiliki jalan raya sepeda bebas kendaraan bermotor yang menghubungkan Essen dan Mulheim an der Ruhr, dan terus diperpanjang dengan menghubungkan kota-kota lainnya di bagian barat, seperti Bochum, Hamm dan Duisburg. Mereka yang pernah tinggal di Jerman pasti pernah merasakan nikmatnya berkendara sepeda.

Jalan raya sepeda ini memiliki kesamaan dengan jalan raya standar yang dilengkapi dengan lampu jalan raya, atau bahkan jalan layang. Ada pula *underpass* untuk persimpangan jalan. Rasa khawatir akan bahaya kendaraan bermotor seperti mobil, truk, bus dan lainnya menjadi sirna.

Selain itu para pesepeda juga ditemani dan dimanjakan oleh pemandangan nan indah berupa pepohonan, perbukitan dan pemandangan sekitar lainnya selama kita melewati jalan raya sepeda tersebut. Tentunya hal ini dapat menghilangkan rasa lelah ketika mengayuh sepeda selama perjalanan.

Bagaimana dengan Indonesia?

Implementasi pemanfaatan jalan tol bagi pesepeda di Indonesia tentunya mempertimbangkan berbagai faktor dan aturan yang terkait. Ada beberapa faktor yang perlu menjadi perhatian utama (*highlight*), yaitu:

1. Pandemi Covid-19

Jika pemanfaatan jalan tol bagi pesepeda ini diterapkan tentunya harus memperhatikan kondisi real saat ini, yaitu pandemi Covid-19. Kegiatan Hari Bebas Kendaraan Bermotor (HBKB) atau *Car Free Day* (CFD) selama masa perpanjangan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) transisi ditiadakan.

Hal tersebut dirasa tepat, guna mengurangi kerumunan orang dalam jumlah besar sehingga mampu menekan tingkat penyebaran Covid-19 di masyarakat. Kegiatan pesepeda di jalan tol tentunya juga akan menarik minat masyarakat dalam jumlah banyak.

Ini menjadi perhatian bagi pembuat kebijakan, penyelenggara dan tentunya stake holder terkait, apakah urgensinya saat ini dirasa perlu atau tidaknya, agar nantinya tidak menimbulkan keresahan baru dalam penyebaran Covid-19 di Indonesia, khususnya Jakarta.

2. Keselamatan

Faktor keselamatan adalah faktor penting ketika pesepeda masuk jalan tol dengan menutup satu sisi jalan, seperti rencana atau usulan dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Secara kebijakan dan kewenangan, ada di Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Teknisnya perlu ditentukan, apakah ada penjagaan oleh petugas di pintu masuk dan keluar, pembatas jalur sepeda misal dengan *traffic cone*, atau pemasangan rambu-rambu sementara saat kegiatan berlangsung sehingga jika kegiatan ini diterapkan tidak mengganggu lalu lintas jalur utama atau bahkan bercampur dengan lalu lintas lainnya.



Sumber Foto : cyclist.co.uk



Sumber Foto : Radar Bogor

3. Pesepeda Khusus

Jalan tol biasa dan jalan tol layang tentunya memiliki problematika yang berbeda bagi pesepeda. Pada jalan tol biasa, jenis sepeda balap (*road bike*) dapat melaju dengan kecepatan tinggi, 50-60 km/jam. Namun jika diterapkan pada jalan tol layang, tentunya faktor angin memiliki pengaruh yang signifikan bagi pesepeda.

Saat ini, para pesepeda sering menggunakan jalur pemotor di ruas jalan Sudirman - Thamrin karena padatnya jalur sepeda. Tentunya hal ini tidak baik jika terjadi pembiaran secara terus menerus karena berbahaya dan dapat menimbulkan kecelakaan.

Alternatif jalan tol untuk pesepeda ini tentunya memiliki niat yang baik, namun perlu dikaji secara detail jenis sepeda yang cocok pada jalur tersebut atau hal terkait lainnya.

Pemerintah perlu merumuskan payung hukum menjadi penting terkait implementasi pemanfaatan jalan tol bagi pesepeda yang mana mengatur hal-hal yang berkaitan dengan bersepeda di jalan tol dan implementasinya.

Ke depannya, implementasi jalan tol bagi pesepeda dapat diterapkan secara luas di ruas jalan tol di Indonesia. Harapan lainnya, terdapat jalan tol khusus pesepeda (pembangunan atau alih status), dimulai dari hal kecil, menjadi kebiasaan positif baru dan mengubah Indonesia ke arah yang lebih baik.

Semoga bermanfaat.

FLY OVER KELOK 9 HASIL KARYA ANAK BANGSA

Pembangunan jembatan layang Kelok 9 mulai dilakukan pada 2003. Pengerjaannya ditangani dalam dua tahapan pembangunan. Panjang keseluruhan jembatan dan jalan yang dibangun adalah 2.537 meter, terdiri dari enam jembatan dengan panjang 959 meter dan jalan penghubung sepanjang 1.537 meter.

Jembatan layang Kelok 9 terdiri dari enam jembatan dan memiliki ruas jalan selebar 12,5 meter. Bentang jembatan pertama memiliki panjang 20 meter, bentang kedua 230 meter, dan bentang ketiga 65 meter.

Bentang keempat memiliki panjang 462 meter. Bentang jembatan keempat merupakan jembatan jenis pelengkung beton dengan fondasi bore pile sedalam 20 meter untuk menahan berat jembatan dan gaya horizontal gempa. Bentang jembatan kelima memiliki panjang 31 meter dan bentang keenam 156 meter.

Ir. H. Dahler, M.Sc adalah sosok dibalik kesuksesan pembangunan mega proyek fly over kelok 9. Sebuah karya anak bangsa yang patut dibanggakan. Dahler saat itu menjabat sebagai Kepala Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Sumatera Barat, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional II. Konsep yang diusung adalah green construction yang menggunakan produk serta bahan dalam negeri.



Dua Wajah Baru Di Direktorat Jenderal Bina Marga

Oleh : Ani Mulyani

Suatu organisasi dapat mengalami perubahan seiring dengan perkembangan yang terjadi. Perubahan tersebut salah satunya dapat berupa perubahan aktivitas dalam organisasi yang mempengaruhi seluruh anggota organisasi. Seperti kita ketahui perubahan ini juga terjadi di lingkungan PUPR dengan adanya reorganisasi.

Reorganisasi adalah penyusunan atau penataan kembali dengan harapan agar organisasi baru lebih dinamis dan efektif. Reorganisasi di lingkungan Kementerian PUPR juga dialami oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan) semula berada di bawah Badan Litbang (Balitbang) saat ini berubah menjadi Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan (Ditbintekjatan) di bawah Direktorat Jenderal Bina Marga.

Perubahan Pusjatan menjadi Ditbintekjatan ini resmi seiring terbitnya Penetapan Peraturan Menteri PUPR No. 13 Tahun 2020 yang

ditandatangani pada tanggal 12 Mei 2020.

Reorganisasi terjadi selaras dengan perkembangan teknologi dan informasi dimana suatu organisasi diuntut mampu menyesuaikan dengan situasi dan kondisi agar mampu memenuhi tuntutan dan mencapai tujuan secara efektif dan efisien. Ditbintekjatan menjadi wajah baru di Kementerian PUPR.

Reorganisasi mengacu pada arahan presiden terkait pemangkasan eselon atau formasi dalam struktur organisasi, yang sesuai dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia (Perpres RI) Nomor 68 Tahun 2019, tentang Organisasi Kementerian Negera. Perpres tersebut sebelumnya telah ditetapkan dalam rangka mewujudkan organisasi kementerian negara yang tepat fungsi, tepat ukuran, dan tepat proses untuk mendukung efektivitas penyelenggaraan pemerintahan.

PERUBAHAN TUGAS FUNGSI PERKUAT SISTEM INFORMASI JALAN DAN JEMBATAN

Reorganisasi Pusjatan menjadi Ditbintekjatan merubah tugas utama yang sebelumnya melaksanakan penelitian dan pengembangan, advis teknik, dan penyusunan NSPK di bidang jalan dan jembatan menjadi menyelenggarakan penyusunan norma, standar, prosedur, dan kriteria, pembinaan teknis pengembangan keahlian dan profesi dan jabatan fungsional bidang jalan dan jembatan, keselamatan jalan, layanan teknik, dan pelaksanaan analisa data dan pengembangan sistem informasi manajemen jalan dan jembatan.

Ditbintekjatan berfungsi sebagai *backbone* teknologi bagi Ditjen, memberikan *guidance* teknologi, membina organisasi profesi dan balai keteknikan serta menyediakan jurnal keteknikan.

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan terdiri atas: Subdirektorat Teknologi dan Peralatan Infrastruktur Bina Marga; Subdirektorat Keselamatan dan Keamanan Jalan dan Jembatan; Subdirektorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Jalan dan Jembatan; Subdirektorat Pengelolaan Jabatan Fungsional Bidang Jalan dan Pengembangan Profesi dan Subbagian Tata Usaha.



“Perampingan jabatan struktural tersebut dilakukan untuk meningkatkan kualitas layanan dan pengambilan keputusan yang lebih cepat dengan melibatkan para profesional atau pejabat fungsional pada bidangnya masing-masing.

Menteri PUPR - Basuki Hadimuljono



SUBDIREKTORAT TEKNOLOGI DAN PERALATAN INFRASTRUKTUR BINA MARGA

Subdirektorat Teknologi dan Peralatan Infrastruktur (TPI) Bina Marga memiliki tugas menyusun NSPK bidang jalan dan jembatan, melakukan kerjasama dengan pihak dalam negeri dan luar negeri dalam rangka pengembangan dan penerapan teknologi bidang jalan dan jembatan, dan melaksanakan klining teknologi yang outputnya adalah rekomendasi teknik untuk teknologi khusus atau non standar. Selain itu, TPI memiliki tugas membina pengelolaan laboratorium di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga.



SUBDIREKTORAT KESELAMATAN DAN KEAMANAN JALAN DAN JEMBATAN

Subdirektorat Keselamatan dan Keamanan Jalan dan Jembatan (KJJ) berperan untuk menyiapkan rencana dan program aksi keselamatan jalan, termasuk melaksanakan investigasi terhadap lokasi rawan kecelakaan. Jika di suatu daerah terjadi bencana alam maka Subdit KJJ berperan untuk memberikan rekomendasi teknik mitigasi bencana juga memberikan advis teknis terhadap perencanaan teknis maupun pelaksanaan konstruksi.



SUBDIREKTORAT DATA DAN PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI JALAN DAN JEMBATAN

Subdirektorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Jalan dan Jembatan (DPSI-JJ) berperan untuk menyediakan data jalan yang terintegrasi dalam *knowledge management*, pengembangan *Building Information Management* (BIM), pemeliharaan sistem informasi meliputi jaringan teknologi dan informasi di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga. Selain itu juga tugas DPSI-JJ lainnya adalah melaksanakan pembinaan dan pengelolaan data leger jalan, melaksanakan pengelolaan perpustakaan, jurnal dan publikasi.

SUBDIREKTORAT PENGELOLAAN JABATAN FUNGSIONAL BIDANG JALAN DAN PENGEMBANGAN PROFESI

Subdirektorat ini tidak hanya berperan untuk membina para Jafung di lingkungan Bintekjatan tapi juga berperan untuk mengajak pegawai Ditbintekjatan untuk berkarya melalui Jabatan Fungsional.

SUBBAGIAN TATA USAHA

Subbagian Tata Usaha (TU) merupakan subdit paling sibuk diantara Subdit lainnya, karena Subdit TU berperan dalam hal urusan administrasi kepegawaian serta kerumahtanggaan kantor Bintekjatan baik yang berlokasi di Bandung maupun Jakarta.

BALAI PERKERASAN DAN LINGKUNGAN JALAN

Mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditbintekjatan dalam menjalankan tugasnya didukung oleh tiga Balai, salah satunya adalah Balai Perkerasan dan Lingkungan Jalan.

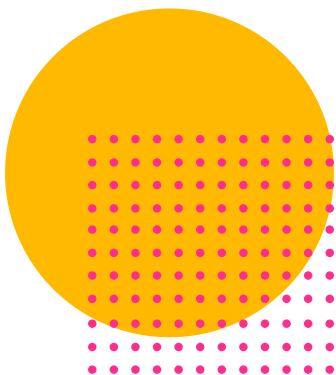
Balai Perkerasan dan Lingkungan Jalan berperan untuk mengembangkan dan menerapkan teknologi di Bidang perkerasan dan Lingkungan Jalan. Selain itu, Balai ini bertugas memberikan layanan teknis di bidang perkerasan jalan, lingkungan jalan, dan peralatan survey melalui koordinasi dengan Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan.

BALAI GEOTEKNIK, TEROWONGAN DAN STRUKTUR

Balai Geoteknik dan Terowongan berperan untuk melaksanakan pengembangan dan penerapan teknologi kegeoteknikan, Terowongan dan Struktur Jembatan Selain itu balai ini berperan memberikan layanan teknis melalui koordinasi dengan Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan.

BALAI BAHAN JALAN

Balai Bahan Jalan mempunyai tugas melaksanakan pengembangan dan penerapan teknologi dan memberikan layanan teknis di bidang bahan jalan melalui koordinasi dengan Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan.



DIREKTORAT KEPATUHAN INTERN SEBAGAI SECOND LINE OF DEFENSE

Selain Ditbintekjatan, wajah baru lainnya di lingkungan Direktorat Jenderal Bina Marga yakni Direktorat Kepatuhan Intern (KI). Unit ini dibentuk sebagai salah satu strategi pencegahan *fraud* di kementerian PUPR. Direktorat yang dibentuk sebagai *second line of defense* ini berperan untuk melaksanakan koordinasi dengan Inspektorat Jenderal Kementerian PUPR dan melaksanakan tata kelola (*Good Governance*) secara konsisten berdasarkan SOP, bukan secara *habit* (kebiasaan).

Sebagai lini ke-2 Direktorat KI menjalankan fungsi pembinaan, dan secara proaktif memantau pengendalian intern, baik berupa kepatuhan terhadap peraturan maupun kepatuhan atas manajemen risiko dalam mencegah ketidaktaatan manajemen dalam pelaksanaan tugas dan fungsinya. Hal ini termasuk mengingatkan kepada lini pertama apabila terdapat kelemahan.

Direktorat Kepatuhan Intern terdiri dari Subdirektorat Pembinaan dan Pengembangan Kepatuhan Intern dan Manajemen Risiko, Subdirektorat Pengendalian Kepatuhan Intern Dan Manajemen Risiko serta Subbagian Tata Usaha.

MINDSET DIREKTORAT KEPATUHAN INTERN

1. Hadir untuk membantu memberi solusi
2. Melakukan Pengendalian Kepatuhan Intern untuk Memperlancar Proses Bisnis dan bukan untuk menghambat
3. Sebagai *Advisor*, dan bukan *Watchdog*
4. Bersikap Proaktif, dan Tidak Reaktif
5. Menjaga Integritas dalam setiap Penugasan dan saat Berinteraksi
6. Meminimalkan Potensi Konflik Kepentingan & *Fraud Risk* dalam Penugasan



SUBDIREKTORAT PEMBINAAN DAN PENGEMBANGAN KEPATUHAN INTERN DAN MANAJEMEN RISIKO

Subdirektorat Pembinaan dan Pengembangan Kepatuhan Intern dan Manajemen Risiko bertugas untuk menyiapkan bahan penyusunan kebijakan teknis dan kerangka kerja kepatuhan intern serta manajemen risiko di Direktorat Jenderal Bina Marga dan menyiapkan bahan pelaksanaan pembinaan teknis kepatuhan intern dan manajemen risiko atas standar operasional prosedur, kode etik, kode perilaku dan disiplin pegawai, pemenuhan kewajiban pegawai dalam pelaporan harta kekayaan dan perpajakan, serta pengendalian gratifikasi dan pelaksanaan konsolidasi pelaporan penyelenggaraan kepatuhan intern dan manajemen risiko.

Subbagian Tata Usaha

Subbagian Tata Usaha mempunyai tugas melakukan pelaksanaan urusan administrasi kepegawaian dan kerumahtanggaan di Direktorat Kepatuhan Intern.

SUBDIREKTORAT PENGENDALIAN KEPATUHAN INTERN DAN MANAJEMEN RISIKO

Subdirektorat Pengendalian Kepatuhan Intern Dan Manajemen Risiko mempunyai tugas menyiapkan bahan pelaksanaan pengendalian kepatuhan intern dan manajemen risiko terkait kecurangan dan proses bisnis dalam pencapaian target program dan kegiatan di Direktorat Jenderal Bina Marga, dan pelaksanaan pemantauan dan evaluasi penerapan kepatuhan intern dan manajemen risiko atas standar operasional prosedur, kode etik, kode perilaku, disiplin pegawai, kepatuhan penyelenggaraan pelayanan publik dan pengelolaan pengaduan masyarakat, serta fasilitasi penyelesaian permasalahan dengan aparat penegak hukum setelah berkoordinasi dengan Inspektorat Jenderal.



Jembatan Ampera dibangun pada April tahun 1962 dan diresmikan pada tanggal 10 November 1965 oleh Gubernur Sumatera Selatan Brigjen Abujazid Bastoni.

Jembatan yang membentang sepanjang 1.177 meter dan membelah Sungai Musi ini memiliki peranan penting dalam menghubungkan arus perekonomian masyarakat Palembang.

Sumber foto : Ahmad Numan



Jelajah Edwin untuk Bangsa

Oleh : Ani Mulyani

“

Hanya ada satu negara yang pantas menjadi negaraku.
Ia tumbuh dengan perbuatan, dan perbuatan itu adalah
perbuatanku.

■ tulah salah satu petikan pidato pembelaan Bung Hatta, berjudul “Indonesia Vrij” atau Indonesia Merdeka! Pidato itu disampaikan pada 22 Maret 1928 di hadapan mahkamah pengadilan Den Haag, Belanda.

Bung Hatta membela diri karena dianggap sedang memberontak pada Kerajaan Belanda. Dia tegas mengatakan, “Adalah hukum sejarah bahwa lahirnya suatu bangsa selalu bersamaan dengan cururan darah dan air mata. Cepat atau lambat, bangsa yang dijajah akan merebut kembali kemerdekaannya.”

Kini, Bung Hatta menjadi inspirasi banyak anak muda untuk melanjutkan studi ke luar negeri, kemudian kembali ke tanah air. Di usia kemerdekaan yang ke-75, Indonesia punya banyak anak muda yang mengikuti jejak Hatta yakni belajar di kampus-kampus luar negeri, lalu kembali mengabdikan untuk tanah air tercinta.

Di antara mereka, terbersit nama Edwin Hidayat, ST, M.Sc. Dia adalah Perekrayasa di Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan (Dirbintekjatan) Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian PUPR. Di usia yang terbilang muda, dia sudah berkelana dan melanglang buana ke berbagai negeri untuk menimba ilmu lalu kembali untuk membumikan pengetahuannya untuk ibu pertiwi.

Dia bergabung di Kementerian PUPR sejak lulus sarjana bidang Teknik Sipil di tahun 2010. Pemuda yang hobi jogging dan membaca ini menekuni profesinya dengan penuh dedikasi, hingga mengantarkannya meraih berbagai penghargaan. Di antaranya adalah *runner up* di Pelatihan Fungsional Peneliti LIPI.

Dia tidak hanya berprestasi di dalam negeri. Dia pun berprestasi di luar negeri hingga mengantarnya untuk mendapatkan beasiswa hingga program doctoral di University of Queensland, ST Lucia, Australia.

Dia tak sekadar kuliah. Dia ikut berpartisipasi dalam berbagai program pendidikan dan pelatihan di luar negeri, di antaranya adalah Singapura, Belgia, Jerman, Korea Selatan, dan Australia.

Edwin juga senang menulis, dalam banyak karyanya ia mengulas berbagai teknik lalu lintas, lingkungan jalan, jaringan jalan hingga keselamatan jalan. Di tengah kesibukannya menempuh studi doctoral, Edwin menyusun buku “Mewujudkan Indonesia 4.0” yang diinisiasi oleh Perkumpulan Pelajar Indonesia Australia.

Pengalaman Internasional

Anak kedua dari empat bersaudara ini berbagi pengalamannya berkiprah pada forum internasional. Yang paling berkesan baginya adalah ketika menjadi pembicara di Singapura pada tahun 2013. Saat itu Edwin berkesempatan menyampaikan hasil penelitian Pusjatan (Ditbintekjatan).

Edwin termotivasi untuk terus meningkatkan kemampuan berbahasa Inggris. Dia melakukan latihan autodidak secara tekun dan konsisten. Saat kemampuan berbahasa Inggrisnya meningkat, Edwin mendaftar dan terpilih untuk mengikuti kursus *road safety* di Hasselt university, Belgia, dengan beasiswa VLIR-UOS pada tahun 2014.

Kursus singkat itu tidak hanya melulu membahas teori di kelas. Pesertanya juga melakukan studi lapangan yang di dalamnya ada pelatihan akuisisi data kecepatan dan kondisi jalan. Saat itu Edwin berkesempatan mengunjungi beberapa kampus di Belgia seperti KU Leuven dan Hasselt University, Belgia serta Maastricht University di Belanda untuk mengamati kondisi lalu lintas dan jaringan jalan di sana. Pengetahuan Edwin lebih terbuka dan mulai tertarik dengan bidang *urban planning*.

Edwin memaparkan, secara makro jalan adalah prasarana untuk menghubungkan orang dan memfasilitasi perpindahan barang. Teknik perkerasan, teknik jembatan, geoteknik itu merupakan bagian mikro jalan yang pada intinya untuk mendukung jaringan jalan dalam memfasilitasi kegiatan manusia.

Hal ini sebenarnya juga tertuang dalam UU 38 tahun 2004 tentang jalan. Di situ disebutkan, jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peran penting untuk mendukung kegiatan ekonomi, sosial dan lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah.

Dari pemikiran tersebut, Edwin bertekad untuk meningkatkan pengetahuannya terkait infrastruktur jalan dilihat dari pengembangan wilayah. Pada tahun 2015, dia melanjutkan studi pada jenjang M.Sc di bidang *civil, geodetic and environment engineering* di Technische Universitat Munchen (TUM), Jerman. Fokus program studinya adalah *geospatial management*



dengan pendekatan perencanaan infrastruktur yang berwawasan lingkungan.

Studi di Jerman memberikan banyak pengetahuan baru. Edwin melihat, infrastruktur jalan di Jerman sebenarnya tidak terlalu berbeda dibandingkan Indonesia. Pengaturan lalu-lintasnya lebih maju karena jalan nasional di Jerman (*Autobahn*) itu tidak ada batasan kecepatan (*speed limit*). Namun akses jalan di batasi sehingga lebih mirip jalan tol jika di Indonesia.

"Di *Autobahn* orang bisa ngebut sesukanya. Kecepatan yang disarankan adalah 130 km per jam. Ini melebihi kecepatan yang direkomendasi di jalan nasional Indonesia" tuturnya.

Edwin memberi gambaran bahwa di Jerman dan tipikal negara-negara Eropa, penggunaan ruang diatur sangat baik, dengan menggunakan konsep *Transport-Oriented Development (TOD)*. Infrastruktur transportasi terintegrasi dengan baik antara fasilitas pejalan kaki, jalan dan kereta bawah tanah.

Dengan *TOD* berarti halte bus atau stasiun merupakan pusat dari suatu lingkungan. Di sekeliling halte bus atau stasiun, pasti ada supermarket, restoran, tempat komersial lainnya, dan kawasan tempat tinggal. Masyarakat tidak perlu menggunakan kendaraan pribadi karena sistem transportasi sudah terakomodir dengan sangat baik. Pembangunan infrastruktur jalan sudah mengikuti desain manajemen ruang.



Tertarik pada Terowongan Jalan

Setelah menyelesaikan studi magister, dia kembali ke Pusjatan (Ditbintekjatan), dan aktif terlibat dalam penelitian optimasi kapasitas jalan dengan data urundaya (*big data*).

Penelitian ini merupakan inovasi terbaru karena dari studi literatur, penelitian ini belum banyak dikembangkan bahkan di luar negeri.

Tahun 2017, dia terpilih untuk mengikuti pelatihan perencanaan transportasi pintar di Korea Selatan dengan beasiswa dari IUTC dan UNHABITAT. Dia tidak hanya belajar hal yang sifatnya teknis, tetapi juga berkesempatan mempelajari *cultural learning* seperti belajar musik tradisional Korea, makanan khas Korea, serta tempat bersejarah dan penting di Korea.

Di tahun yang sama, dia ikut terlibat dalam salah satu studi di geoteknik mengenai terowongan. Saat itu jalan tol Cisumdawu memiliki terowongan pertama di Indonesia. Dari pengamatannya, Edwin mempelajari bahwa Indonesia belum memiliki standar desain perencanaan terowongan yang sesuai dengan tipikal kondisi Indonesia.

Jika terjadi suatu hal yang salah dalam perencanaan maupun operasional terowongan, maka akan menimbulkan konsekuensi yang sangat tinggi terutama jika terjadi *tunnel collapse* atau *tunnel fires*. Dia mulai tertarik dengan terowongan jalan dan ingin berkontribusi penuh, karena saat itu terowongan merupakan infrastruktur yang relatif baru di Indonesia. Selama ini terowongan lebih banyak dihindari dalam perencanaan jaringan jalan.

Ketertarikannya pada terowongan Jalan membawanya mendapatkan beasiswa Australia Awards Scholarship (AAS) untuk studi P.hd di University of Queensland pada tahun 2019. Dia mengambil fokus penelitian potensi risiko di terowongan jalan dengan pendekatan desain sebagai dasar penilaian risikonya.

**“Saya harap metodologi dan software yang saya kembangkan melalui Program Doktorat ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung terowongan jalan yang berkeselamatan”
Ungkapnya.**

Lebih Banyak Sukanya

Menjalani studi di negara lain membuat Edwin semakin bersemangat karena banyak hal-hal baru yang dapat dipelajari dan menjadikan pengalaman tak terlupakan.

“Sukanya banyak. Lebih banyak sukanya daripada dukanya. Kalau dari sisi kampus, ada *support* pelatihan macem-macam tinggal pilih di *website*, daftar online, terus ikut pelatihan, dan gratis,” papar Edwin.

Salah satu *support* dari kampus berupa perpustakaan yang baik, jurnal-jurnal dan buku-buku bisa diakses sehingga saat mencari literatur sangat mudah. Selain itu fasilitas perpustakaan di kampusnya nyaman dan lengkap.

“Suasana di perpustakaan udah kayak di cafe, ada *sleeping pod* juga, kalau di UQ maupun di TUM anak gaul itu nongkrongnya di perpustakaan. Untuk yang beragama Islam, di TUM maupun di UQ fasilitas ibadah juga ada. Di kampus bisa ketemu orang dari berbagai negara. Di kampus juga ada komunitas mahasiswa Indonesia. Di Jerman maupun di Australia juga ada komunitas masyarakat Indonesia, biasanya lebih ke komunitas agama atau komunitas seni” tambahnya.

Melalui komunitas tersebut Edwin bertemu beberapa

orang penting di Indonesia seperti Sekjen PP Muhammadiyah, H. Abdul Mu'ti dan Wakil Gubernur Jawa Tengah, Taj Yasin. Menurutnya, tingkat stres di Australia sangat rendah karena udara segar, tidak ada polusi lingkungan, banyak taman hijau, dan sistem transportasi umum yang baik. Bahan makanan halal pun mudah didapat. Hal ini membuat Edwin merasa kerasan tinggal di Luar Negeri.

Namun selain suka, duka pun dialaminya, selama menjalani studi di luar negeri. Dia tidak bisa berkumpul bersama keluarga ketika Idul Fitri. Dia hanya bisa bertemu melalui *video call*. Rasa rindunya berkumpul dengan keluarga sedikit terobati karena Edwin dapat berkumpul dengan komunitas muslim di sana ketika hari raya.

“Walaupun rasanya tentu akan berbeda. Lebaran jauh dari keluarga itu seperti ada yang kurang,” tambahnya.

Menempuh studi di luar negeri memerlukan adaptasi budaya yang baik karena bersosialisasi dengan pelajar yang berasal dari berbagai negara dengan budaya yang berbeda. “Di sini kita harus proaktif, dan lebih saling menghargai. Teman atau tetangga bisa dari negara mana saja” ungkapnya.

Pesan Edwin

Jauh sebelum pemuda seperti Bung Hatta dan Bung Karno, mendirikan tonggak kemerdekaan, kiprah generasi muda bagai sinar terang yang terus mengarahkan gerak Ibu Pertiwi.

Di masa kini, pemuda Indonesia tidak boleh kalah, sebagai penentu narasi kebangsaan berikutnya. Pemuda harus terus menyalakan optimisme dan belajar berbagai hal. Sebagai Perekayasa di Kementerian PUPR, Edwin menitipkan pesan bagi generasi muda PUPR dan Indonesia.

Pemuda jangan hanya mempelajari masalah teknis, tapi juga mengimbangi dengan ilmu non-teknis. Salah satunya adalah mengasah komunikasi menggunakan bahasa internasional seperti Bahasa Inggris, China ataupun Arab. Hal tersebut sangat berperan penting jika ingin bersaing di pasar global.

“Baiknya mencontoh negara lain yang menjadikan bahasa Inggris sebagai salah satu bahasa sehari-hari” pungkasnya.



SEKILAS INFO



Bulldozer : mempunyai kemampuan mengerjakan pekerjaan *digging* (penggalian), *pushing* (mendorong), *spreading* (menyebarkan), *filling* (menimbun) tergantung jenis *blade* yang digunakan.

Sumber Foto : <https://blog.iseekplant.com.au/>



“

**MENINGKATNYA KONEKTIVITAS
MASYARAKAT, AKAN TERBENTUK
JUGA JALUR LOGISTIK BARU YANG
MENDUKUNG TUMBUHNYA EMBRIO
PUSAT PEREKONOMIAN**

MENTERI PUPR – BASUKI HADIMULTJONO

ISSN 2746-1653



9 772746 165008



SCAN ME



bit.ly/KuislonerBuletinBineka