

KEBIJAKAN STRATEGI PENGGUNAAN *GREEN TECHNOLOGY* UNTUK PRESERVASI INFRASTRUKTUR JALAN BERBASIS KUALITAS HIDUP MASYARAKAT: sebuah gagasan dan usulan

Sri Sunarjono , Khudzaifah Dimiyati , Absori

ABSTRAK

Preservasi infrastruktur jalan merupakan upaya pemeliharaan aset publik dalam rangka penguatan struktur jaringan sosial, budaya, ekonomi, dan pertahanan negara serta dalam penyerapan investasi publik melalui pelayanan mobilitas pergerakan orang, barang, dan jasa. Preservasi infrastruktur jalan sebaiknya dilaksanakan melalui kebijakan strategi manajemen yang tepat dan memenuhi asas kualitas, aman, sehat, murah dan mempertimbangkan aspek lingkungan dan kemanusiaan yang merupakan tugas kekhalfahan manusia di muka bumi. Kendala serius tersendatnya pelaksanaan konstruksi preservasi infrastruktur jalan di Indonesia yang sustainabel dan ramah lingkungan adalah karena kesadaran lingkungan belum menjadi idiologi yang tertanam dalam kehidupan masyarakat, dan belum tersedianya secara menyeluruh 'pedoman teknis pekerjaan' yang merupakan panduan kerja bagi para pelaksana di lapangan.

Paper ini mendiskusikan beberapa gagasan dan usulan terkait dengan implementasi *green technology* untuk preservasi infrastruktur jalan dengan mengedepankan

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

pertimbangan kualitas hidup masyarakat. Gagasan dan usulan tersebut adalah: (1) Kebijakan strategi penggunaan *green technology* untuk pemeliharaan infrastruktur jalan, dan (2) Penanaman kesadaran lingkungan agar menjadi idiologi dalam kehidupan masyarakat, (3) Perumusan pedoman teknis pekerjaan preservasi infrastruktur jalan menggunakan teknologi daur ulang, dan (4) Diseminasi strategi implementasi *green technology* kepada masyarakat pengguna melalui agenda *interdisciplinary sharing discussion*.

Kata kunci: Kebijakan, preservasi, infrastruktur jalan, green technology, kualitas hidup masyarakat.

LATAR BELAKANG

Bangunan infrastruktur jalan merupakan aset publik yang berperan sangat strategis dalam penguatan struktur jaringan sosial, budaya, ekonomi, dan pertahanan negara, serta dalam penyerapan investasi publik melalui pelayanan mobilitas pergerakan orang, barang, dan jasa. Menurut telaahan ADB, nilai aset infrastruktur jalan mencapai Rp. 674 triliun (Dardak, 2007). Dengan demikian diperlukan program preservasi infrastruktur jalan untuk menciptakan pondasi yang amat kuat dan mantap bagi tercapainya pembangunan sosial ekonomi secara seimbang dan berkesinambungan.

Problem nasional yang dihadapi terkait dengan preservasi infrastruktur jalan di Indonesia adalah masalah klasik konsistensi kemampuan pendanaan serta belum adanya idiologi kebijakan yang kuat dalam mendukung isu lingkungan dan kualitas hidup masyarakat. Investasi kebutuhan biaya pemeliharaan jalan (sekitar 2% dari total nilai aset) yang sering tidak terpenuhi alokasi waktunya menjadi penyebab

peningkatan biaya operasi kendaraan (BOK) secara drastis sebesar 50%, dimana besaran ini mencerminkan beban ekonomi yang sangat berat (Dardak, 2007).

Sementara itu, penanganan fisik infrastruktur jalan dengan tanpa memperdulikan aspek lingkungan dapat berdampak serius terhadap aktivitas eksplorasi alam yang tidak terkontrol, penghamburan penggunaan energi, peningkatan kadar CO₂, dan menimbulkan berbagai problem limbah dalam kehidupan. Saat ini, kombinasi dan integrasi berbagai kerusakan lingkungan tersebut telah berdampak pada bencana yang nyata seperti pemanasan global, perubahan iklim, banjir, longsor, kelangkaan air, krisis energi yang kesemuanya secara masif menyebabkan degradasi kualitas hidup manusia dan alam lingkungan.

Paper ini dimaksudkan untuk mendiskusikan beberapa gagasan dan usulan terkait dengan program preservasi infrastruktur jalan agar hasilnya memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengatasi problem nasional. Penggunaan *green technology* sangat diharapkan mampu mereduksi kerusakan lingkungan dan sekaligus menawarkan sebuah alternatif konstruksi yang murah dan berkualitas sehingga dapat meringankan beban ekonomi jalan yang saat ini dirasakan semakin berat. Kendala yang dihadapi secara nasional dalam penerapan konsep *green technology* pemeliharaan infrastruktur jalan di Indonesia adalah belum adanya model kebijakan strategi yang matang sebagai ruh, arah, panduan, dan *pressure* penggunaan *green technology* tersebut. Meminjam pemikiran Dimiyati dan Wardiono (2007), model kebijakan yang diperlukan sebaiknya diarahkan cenderung bersifat empiris dan induktif daripada bersifat normatif dan deduktif. Belum tersedianya pedoman teknis pelaksanaan pekerjaan pemeliharaan jalan ramah lingkungan

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

menjadi penyebab kedua tersendatnya penerapan konsep *green technology*.

Dalam tulisan ini, konsep *green technology* yang ditawarkan adalah manajemen preservasi infrastruktur jalan menggunakan teknologi daur ulang perkerasan yang proses pengolahannya lebih murah dan ramah lingkungan.

MASYARAKAT DAN LINGKUNGAN HIDUP

Upaya masyarakat internasional untuk menyelamatkan lingkungan melalui KTT Bumi di Johannesburg Afrika Selatan (2002) telah merumuskan deklarasi politik pembangunan berkelanjutan melalui program aksi dan deklarasi politik yang merupakan dukungan terhadap agenda 21. Kesepakatan agenda 21 melalui deklarasi pembangunan dan lingkungan hidup di Rio de Janeiro Brasil (1992) sebenarnya merupakan misi serius dalam menyelamatkan bumi melalui semangat *deep ecology*. Semangat ini berpandangan bahwa manusia adalah bagian integral dari alam kehidupan. Perilaku perusakan dan pencemaran bumi adalah tidak etis karena bumi dan sumber daya alam dipandang sebagai sesuatu yang memiliki hak hidup seperti manusia karena semuanya merupakan ciptaan Tuhan (Absori, 2009).

Menurut Emil Salim (1986) sasaran pembangunan berkelanjutan di Indonesia adalah:

- a. Membina hubungan keselarasan antara manusia dengan lingkungannya.
- b. Melestarikan sumber daya alam agar bisa dimanfaatkan secara kontinyu oleh generasi mendatang.
- c. Meningkatkan kualitas hidup manusia.

- d. Membimbing manusia dari posisi perusak menjadi pembina lingkungan.

Konsep pembangunan berkelanjutan pada Pertemuan Komite Persiapan Konferensi Tingkat Tinggi di Bali (2002) adalah terwujudnya pemerintah yang bertanggungjawab dan dipercaya, transparan, membuka partisipasi masyarakat lebih luas, dan menjalankan penegakan hukum secara lebih tegas dan efektif dalam program lingkungan. Kekuatan masyarakat dalam memperjuangkan lingkungan digambarkan oleh Breyman (dalam Haynes, 2000) sebagai *'knowledge as power'*. Menurut Absori (2009), hubungan antara masyarakat manusia dan lingkungan secara kodrati sebenarnya keduanya merupakan satu kesatuan kehidupan sebagai *biotif community*. Manusia dan komunitasnya, disamping diberi hak untuk memanfaatkan, juga mempunyai tanggungjawab untuk menyelamatkan dan melestarikan lingkungan.

Absori (2009) mempunyai keyakinan, sebagaimana kacamata teologi lingkungan, bahwa kesadaran keyakinan masyarakat dapat merubah persepsi menjadi realitas. Sehingga keyakinan bahwa manusia adalah khalifah di muka bumi dapat didayagunakankan untuk membangun kesadaran lingkungan masyarakat (Abdillah, 2001). Akumulasi gerakan kesadaran lingkungan akan semakin kuat tumbuh di kalangan masyarakat dengan penanaman pemahaman bahwa mencintai, memelihara, dan melestarikan lingkungan merupakan bagian dari ibadah.

KONSEP PROGRAM PRESERVASI INFRASTRUKTUR JALAN

Bangunan infrastruktur jalan didesain untuk umur tertentu. Selama umur pelayanannya, jalan mengalami penurunan kondisi baik kondisi fungsionalnya maupun kondisi strukturalnya. Kondisi fungsional jalan adalah kondisi dalam melayani kendaraan supaya terasa aman dan nyaman. Contoh kondisi fungsional adalah kekesatan permukaan jalan (*skid resistance*) agar jalan tidak licin, sifat kedap air permukaan jalan untuk menghindari infiltrasi air hujan, sifat resap suara permukaan jalan untuk mengurangi kebisingan, serta kemampuan permukaan jalan terhadap efek suhu dan roda kendaraan. Sedangkan kondisi struktural jalan adalah kondisi kekuatan lapisan perkerasan dalam memikul beban kendaraan di atasnya.

Sebagaimana dijelaskan oleh Thom (2000), bila penurunan kondisi jalan dibiarkan maka akan muncul dua problem utama, yaitu:

1. Problem keamanan
 - a. Penurunan *skid resistance* – permukaan jalan yang licin menjadi kontributor utama terjadinya kecelakaan,
 - b. Jalan bergelombang – permukaan jalan yang bergelombang akan menurunkan *ride quality* dan menimbulkan bahaya pengemudi tidak bisa mengontrol kendaraannya. Hal ini akan diperparah dengan hadirnya genangan air saat musim hujan.
2. Problem biaya

Ada dua jenis biaya yang akan membengkak apabila suatu ruas jalan yang sudah rusak tidak tertangani, yaitu biaya pemeliharaan jalan tersebut dan biaya transportasi jalan.

Bila suatu kerusakan jalan dibiarkan maka sangat berpotensi volume dan kualitas kerusakan meningkat tajam sehingga biaya perbaikannya akan semakin berlipat naiknya. Disisi lain, bila suatu jalan rusak maka akan meningkatkan waktu tempuh dan inefisiensi transportasi barang yang kemudian meningkatkan kebutuhan bahan bakar dan biaya operasi kendaraan lainnya (misal penggunaan ban dan sebagainya) (lihat Gambar 1).

Suatu ruas jalan yang tidak dilakukan perencanaan pemeliharaan dengan baik, maka justru membutuhkan biaya lebih banyak. Pertimbangan-pertimbangan pemeliharaan jalan harus meliputi teknis dan non teknis. Pertimbangan teknis memberikan penyelesaian teknis serta biaya konstruksi, sedangkan pertimbangan non teknis memberikan masukan untuk menentukan urutan prioritas antara pembangunan infrastruktur lainnya.

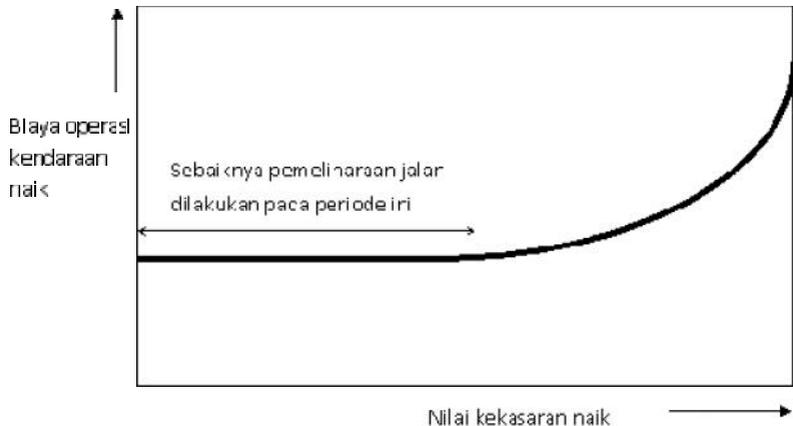
Usaha pembinaan jalan ditujukan agar jaringan jalan dapat menyelenggarakan perannya dengan baik, seperti yang dikehendaki dalam kehidupan nasional. Jaminan tercapainya target tersebut adalah apabila setiap ruas jalan dalam kondisi mantap, dapat melayani lalu lintas dengan aman dan nyaman (Sunarjono, 1990)

Ada 4 kriteria pokok dalam pemeliharaan jalan, yaitu:

- a) Perawatan jalan yaitu usaha pemeliharaan jalan untuk mempertahankan kondisi mantap dengan melakukan kegiatan perawatan jalan secara rutin dan terencana.
- b) Rehabilitasi jalan adalah usaha pemeliharaan jalan kondisi mantap yang mengalami kerusakan setempat.
- c) Penunjangan jalan adalah usaha pemeliharaan jalan kondisi tidak mantap atau kritis yang bersifat darurat/ tidak permanen.

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

- d) Peningkatan jalan adalah usaha pemeliharaan jalan kondisi tidak mantap atau kritis menjadi jalan mantap.



Gambar 1. Hubungan nilai kekasaran jalan dan biaya operasi kendaraan

Di lapangan, proyek-proyek jalan hanya mengenal istilah pemeliharaan jalan dan peningkatan jalan. Proyek pemeliharaan jalan lebih ditujukan untuk menangani kondisi fungsional jalan. Dalam hal ini dibedakan menjadi pemeliharaan rutin tahunan dan pemeliharaan periodik secara berkala (misal lima tahunan). Sedangkan proyek peningkatan jalan cenderung ditujukan untuk meningkatkan kondisi struktural jalan misal dengan cara pelapisan ulang (overlay).

Penyebab dan mekanisme kerusakan jalan harus dipahami agar program penanganannya tepat. Penyebab

kerusakan jalan (Thom, 2000) dapat disederhanakan atas 3 penyebab, yaitu:

- (1) kerusakan akibat iklim lingkungan yaitu penuaan aspal (*binder ageing*) dan retak akibat perubahan suhu (*thermally induced cracking*).
- (2) Kerusakan akibat roda kendaraan pada tekstur permukaan jalan yang diperlukan untuk skid resistance, misalnya proses abrasi dan bleeding.
- (3) Kerusakan akibat beban kendaraan pada struktur perkerasan yaitu: (a) rutting permukaan, (b) rutting struktural, (c) retak akibat *fatigue*, dan (d) problem *bonding* (*interface* antar lapisan perkerasan).

GREEN TECHNOLOGY PRESERVASI JALAN MENGGUNAKAN METODE DAUR ULANG PERKERASAN JALAN

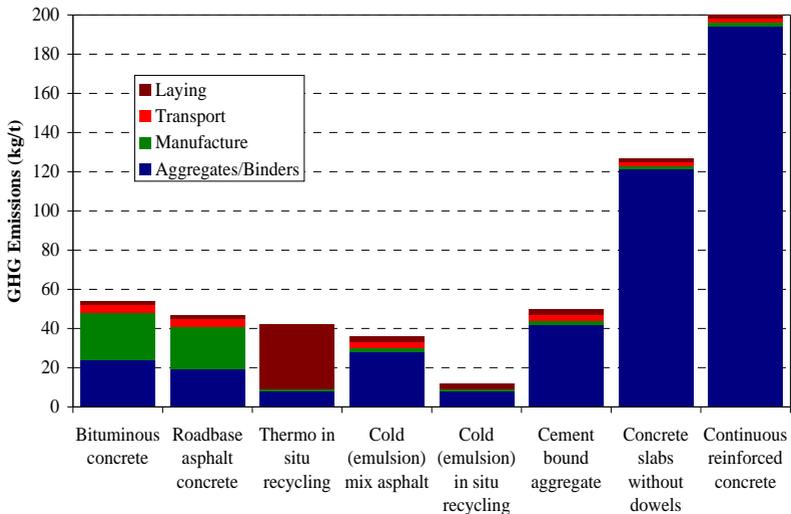
Isu lingkungan menjadi sangat urgen karena sudah sangat dirasakan dampak negatif akibat aktifitas di muka bumi yang tidak menghiraukan kelestarian lingkungan. Pencairan es di daerah kutub, perubahan iklim, kelangkaan stok energi bumi, hilangnya keseimbangan alam semesta serta berbagai kecenderungan bencana bumi adalah indikasi nyata adanya kerusakan lingkungan hidup. Adanya fakta kerusakan lingkungan hidup maka sudah saatnya hal ini menjadi dorongan untuk melakukan perubahan paradigma yang fundamental dan serius dalam melakukan segala aktifitas pembangunan di muka bumi. Isu ini sering dikenal dengan 'pembangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan'. Hal ini meningkatkan tekanan terhadap industri termasuk proyek-proyek pembangunan dan pemeliharaan jalan untuk memperhatikan aspek lingkungan.

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

Teknologi daur ulang bahan perkerasan jalan semakin berkembang diberbagai negara, termasuk di Indonesia, karena dorongan kuat isu lingkungan. Teknologi daur ulang adalah salah satu alternatif program pemeliharaan jalan. Teknologi ini menawarkan berbagai keuntungan lingkungan, diantaranya adalah mengurangi penggunaan bahan alam natural (agregat dan aspal), mengatasi problem limbah, menghemat penggunaan energi dan BBM serta mengurangi emisi gas karbon. Teknologi daur ulang biasanya selain menggunakan bahan agregat limbah, juga sistem pencampurannya secara dingin (*cold-mix*) atau secara hangat (*warm-mix*). Sedangkan teknologi konvensional biasanya menggunakan fresh aggregate dan sistem pencampurannya secara panas (*hot-mix*).

Chappat dan Bilal (2004) mempresentasikan besar emisi gas rumah kaca (*green house gas*) beberapa jenis pengolahan bahan perkerasan jalan baik pada tahap pengadaan agregat/binder, pembuatan campuran, transportasi material dan proses penghamparan material di atas badan jalan (Gambar 2). Termasuk yang dibandingkan adalah jenis hot-mix asphalt/HMA (*bituminous concrete dan roadbase asphalt concrete*), cold-mix asphalt/ CMA (*emulsion mix asphalt* yang dikerjakan secara *in-plant* dan *in-situ*) dan material menggunakan binder semen (*Cement Bound Material* dan *concrete slab*). Sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 2, berturut-turut jenis material yang menghasilkan emisi gas rumah kaca terendah adalah CMA *in-situ* (12kg/t), CMA *in-plant* (38 kg/t), HMA (50 kg/t) dan *cement materials* (125 kg/t). Dengan demikian penggunaan CMA *in-situ* dapat mereduksi emisi gas rumah kaca sebesar 76% relatif terhadap HMA. Emisi gas untuk CMA *in-plant* didominasi oleh komponen pengolahan agregat mulai dari penggalan aspal rusak di badan jalan kemudian di bawa ke lokasi plant untuk distok sebelum

diolah. Keunggulan CMA dibandingkan HMA adalah pada komponen manufakturnya (proses pembuatan campuran) karena tidak memerlukan proses pemanasan agregat. Sedangkan material yang menggunakan binder semen menyebabkan emisi yang besar terutama pada proses manufaktur semennya.

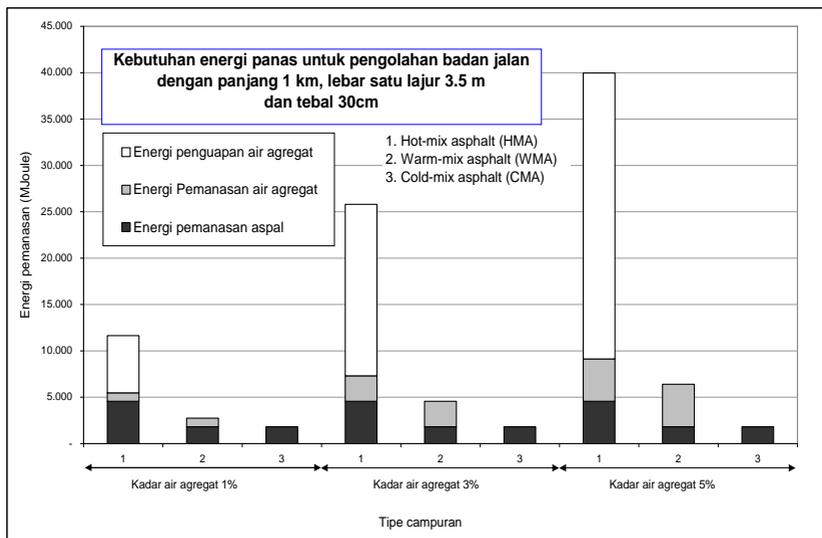


Gambar 2. Emisi gas rumah kaca selama proses manufaktur dan konstruksi perkerasan jalan (After Chappat & Bilal, 2004)

Pada Gambar 3 juga ditunjukkan energi perlu untuk tiga kondisi kadar air agregat yaitu 1%, 3% dan 5%. Untuk HMA, kebutuhan energi akan naik sebesar 7080 MJ setiap kenaikan 1% kadar air. Sedangkan untuk WMA (*Warm-Mix Asphalt*) kenaikannya sebesar 915 MJ untuk setiap kenaikan 1%

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

kadar air. Berdasarkan data-data tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa pengolahan sistem CMA atau WMA sangat jelas menghemat kebutuhan energi bila dibandingkan dengan sistem HMA. Penggunaan CMA dapat mereduksi kebutuhan energi panas sebesar 84%, 93% dan 95% relatif terhadap campuran HMA untuk masing-masing kadar air agregat 1%, 3% dan 5%. Sedangkan bila menggunakan WMA, reduksinya sebesar 76%, 82% dan sebesar 84% relatif terhadap campuran HMA untuk masing-masing kadar air agregat 1%, 3% dan 5%.



Gambar 3. Perbandingan kebutuhan energi untuk pemanasan aspal dan pengeringan agregat antara HMA, WMA dan CMA.

Teknologi daur ulang bahan perkerasan jalan sangat cocok dilaksanakan pada ruas jalan yang sudah rusak dan sudah tidak efektif lagi untuk diperbaiki atau dilakukan lapis ulang di atasnya (lihat Gambar 4). Secara konvensional, perkerasan jalan yang sudah rusak ini kemudian biasanya harus diganti dengan material yang baru. Bila material bekas perkerasan ini sangat banyak dan menumpuk, maka akan memunculkan problem limbah yang dapat mengganggu lingkungan. Belakangan, muncul teknologi baru untuk mendaur ulang material bekas tersebut dan ditambah dengan bahan semen/ aspal emulsi/ foamed bitumen untuk kemudian dijadikan material perkerasan yang baru sebagai bahan perkerasan jalan. Cara ini sering disebut dengan metode daur ulang atau '*recycling*' dan material bekas perkerasan yang didaur ulang dikenal sebagai '*reclaimed asphalt pavement*' atau disingkat RAP. Bahan limbah RAP ini telah diselidiki cara pengolahannya menggunakan *green technology* oleh Sunarjono dkk (2009). Dalam penelitian ini diketahui bahwa bahan daur ulang RAP dapat diolah baik secara dingin (*cold-mix*), hangat (*warm-mix*), ataupun panas (*hot-mix*) untuk bahan badan jalan baik untuk bahan urugan pilihan, lapis pondasi bawah (*sub-base course*), ataupun lapis pondasi atas (*base course*). Efektifitas penggunaan teknologi daur ulang juga telah dianalisis secara teknis dan ekonomi.

Teknologi daur ulang perkerasan jalan menggunakan bahan ikat foamed bitumen telah banyak diimplementasikan di negara Australia, Inggris, Afrika Selatan, dan negara-negara eropa lainnya. Salah satu kendala penggunaan teknologi ini adalah belum tersedianya metode pemilihan binder foamed bitumen yang tepat. Kendala ini mengakibatkan kualitas campuran daur ulang tidak optimum. Sunarjono (2008a) kemudian merekomendasikan metode pemilihan binder

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

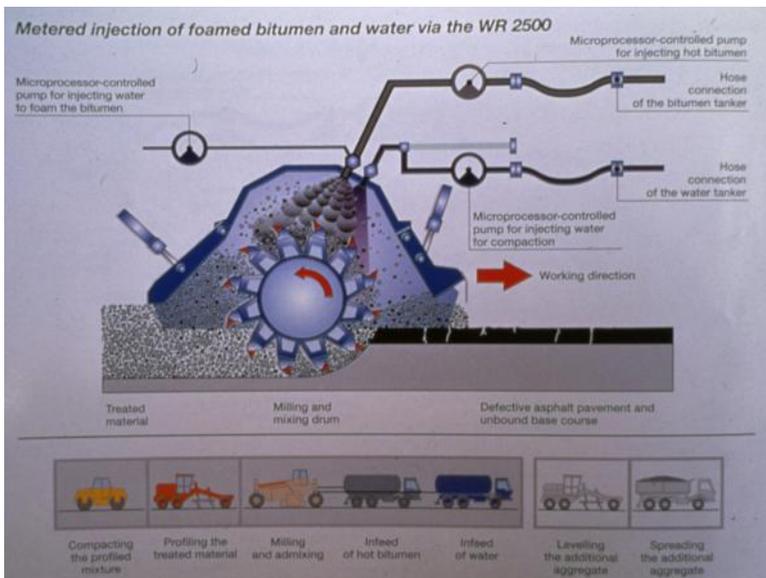
foamed bitumen secara efektif. Hasil-hasil penelitian terkait foamed bitumen yang digunakan untuk bahan ikat material daur ulang telah dipublikasikan di berbagai artikel (Sunarjono, 2006a,b,c; 2007a,c; 2008c,d, 2009). Bahan ikat (binder) jenis foamed bitumen untuk material campuran aspal dingin yang merupakan teknologi terpopuler untuk material ramah lingkungan dan berkelanjutan saat ini sedang diselidiki pengembangan model karakteristiknya (Nyamadi dan Sunarjono, 2010). Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan cara produksi bahan ikat material yang kondusif untuk kondisi Indonesia.



Gambar 4. Contoh kondisi jalan yang layak didaur ulang

Dalam pelaksanaan di lapangan, dikenal dua jenis metode recycling yaitu *'in-place recycling'* (daur ulang di-tempat) dan *'in-plant recycling'* (daur ulang di lokasi mesin pengolah). Pada metode *in-place recycling* (lihat Gambar 5), perkerasan yang sudah rusak digali, dihancurkan, digiling dan dilakukan pencampuran di-tempat dengan diberi bahan tambah, kemudian langsung dipadatkan untuk menjadi

perkerasan baru. Sedangkan pada metode in-plant recycling, material perkerasan yang rusak digali dan dihancurkan dan kemudian dibawa ke lokasi mesin pengolah untuk dilakukan proses pencampuran dengan diberi bahan tambah. Material hasil pencampuran kemudian dibawa lagi ke lokasi ruas jalan untuk digelar dan dipadatkan menjadi material perkerasan yang baru (Widyatmoko & Sunarjono, 2007).



Gambar 5. Sistem kerja pekerjaan daur ulang perkerasan jalan sistem in-place recycling

GAGASAN DAN DISKUSI

Gagasan 1: Kebijakan Strategi Penggunaan *Green Technology*

Konsep pembangunan tanpa merusak dan pembangunan berkelanjutan belum menjadi ideologi nyata bagi kebijakan strategi pembangunan infrastruktur. Konsep *green technology* walaupun telah lama didengungkan namun masih menjadi semacam ideologi maya. Belum ada kerberpihakan yang nyata para aparat pengambil kebijakan dalam mengimplementasikan *green technology* yang sebenarnya justru berpihak pada peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Di Amerika kesadaran lingkungan sukses ditanamkan ke masyarakat karena kebijakan untuk melindungi alam lingkungan dipaterikan langsung dalam bentuk kebijakan, peraturan, dan undang-undang (Sale, 1996). Sebut saja UU Perlindungan Lingkungan (Environmental Protection Act of 1969) atau UU Air Bersih (Clean Water Act of 1974). Kesadaran lingkungan tertanam dalam kehidupan rakyat di bidang hukum dan adat kebiasaan, tulisan maupun citra, serta menjadi habitat secara individu.

Gagasan ini secara sadar ingin mendorong kuat terimplementasikannya *green technology* yang saat ini dirasakan tersendat melalui penyusunan model kebijakan strategi pemeliharaan infrastruktur jalan. Model kebijakan ini diusulkan agar didesain melalui analisis yang cermat dengan mengikutsertakan masukan-masukan para aparat dan pelaksana yang terlibat di lapangan, dan selanjutnya diharapkan dapat didiseminasikan kepada para pengguna

teknologi agar terjadi program sosialisasi yang efektif dalam rangka menunjang pembangunan.

Untuk mewujudkan gagasan model kebijakan strategi penggunaan *green technology* ini diusulkan tiga tahap kegiatan sebagai berikut:

1. Pemetaan kebijakan pemerintah yang telah ada mengenai pemeliharaan infrastruktur yang sustainable dan ramah lingkungan. Kegiatan ini meliputi analisis ketersediaan berbagai pedoman dan spesifikasi teknis pemeliharaan jalan ramah lingkungan yang telah ada dan sekaligus melakukan identifikasi kebutuhan spesifikasi teknis untuk melengkapi berbagai *green technology* yang tersedia. Sinkronisasi berbagai peraturan pemerintah dan kebijakan politik, juga akan dianalisis kaitannya dengan kebijakan lingkungan dan dukungan aspek sosial ekonomi.
2. Melakukan analisis evaluasi pelaksanaan *green technology* di lapangan dalam kaitannya dengan kendala teknis dan dukungan peraturan. Untuk mencapai tujuan ini perlu dilakukan agenda studi kasus pada proyek-proyek terkait dan survai kepada *user* dalam rangka mendapatkan gambaran metode pelaksanaan proyek dan kendala yang dihadapi secara menyeluruh, serta mendapatkan *feedback* pelaksanaan *green technology* dari para pengguna termasuk pihak masyarakat.
3. Pengembangan model kebijakan strategi penggunaan *green technology* untuk pemeliharaan infrastruktur jalan. Model kebijakan yang direkomendasikan berfokus kepada tujuan peningkatan kualitas hidup masyarakat.

Gagasan 2: Penanaman Kesadaran Lingkungan Agar Menjadi Idiologi Dalam Kehidupan masyarakat

Dalam kehidupan masyarakat biasanya mempunyai suatu norma atau tradisi yang turun temurun dan dipegang teguh oleh seluruh anggota masyarakat. Tradisi tersebut bahkan mampu hidup bertahun-tahun tanpa didukung oleh aturan, hukum, kebijakan Pemerintah, ataupun disiplin ilmu yang jelas. Hal tersebut bisa terjadi karena nilai-nilai tradisi tersebut telah menjadi idiologi bagi kehidupan masyarakat.

Gagasan ini dimaksudkan ingin mengadopsi contoh tradisi di atas yang tertanam kuat dalam kehidupan masyarakat dan telah menjadi idiologi. Masyarakat adalah sebuah komunitas yang selalu berada dalam proses perubahan (Dahrendorf, 1986), dan mempunyai kekuatan struktur sosial yang utuh dan berdiri sendiri. Masyarakat memiliki *indigenous law* yang tumbuh subur dan menjadi etika yang dihormati sebagai suatu integrasi berbagai pengalaman hidup masyarakat. Dengan memanfaatkan hasil analisis Dimiyati dan Wardiono (2005) yang menyatakan bahwa karakteristik hukum di Indonesia menunjukkan suatu model pemikiran yang mengutamakan komitmen pada hukum adat, maka diharapkan gagasan penanaman idiologi kesadaran lingkungan dapat berubah menjadi pemikiran yang bersifat formalistik dan mampu menjadi semacam nilai-nilai yang dihormati oleh masyarakat.

Dengan meminjam tesis yang diajukan oleh Absori (2009) dalam penyelesaian sengketa lingkungan, untuk mewujudkan gagasan agar kesadaran lingkungan mampu tertanam dalam kehidupan masyarakat maka diusulkan langkah-langkah berikut ini:

1. Mengeksplorasi kekuatan dan dinamika masyarakat yang mengandung nilai-nilai pelestarian lingkungan.

2. Mempelajari berbagai model yang kondusif dan mampu mendiskripsikan berbagai pengalaman hidup masyarakat terkait dengan pelestarian lingkungan.
3. Mengkonstruksikan konsep penguatan struktur otonomi etika masyarakat yang terkait dengan pelestarian lingkungan.

Gagasan 3: Perumusan pedoman teknis pekerjaan preservasi infrastruktur jalan menggunakan teknologi daur ulang

Pengembangan *green Technology* untuk pemeliharaan infrastruktur jalan di Indonesia merupakan inovasi teknologi yang sangat diperlukan dalam pengembangan ilmu dan pengetahuan di bidang teknologi infrastruktur jalan dalam rangka memelihara alam lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup manusia. Konsep *green technology* untuk pemeliharaan infrastruktur jalan dapat melalui berbagai gagasan misalnya teknologi material perkerasan badan jalan, teknologi penataan cross section jalan, teknologi pengelolaan drainase jalan, ataupun penataan lalu lintasnya. Gagasan ini fokus pada pengembangan teknologi material perkerasan yang ramah lingkungan, yaitu teknologi daur ulang perkerasan jalan atau sering dikenal dengan *road recycling*.

Penggunaan teknologi daur ulang perkerasan jalan di Indonesia, meskipun telah diinisiasi sejak tahun 1994-an, melalui proyek pemeliharaan ruas jalan Bandung-Sukabumi dengan menggunakan konsep *hot recycling*, belum menjadi teknologi alternatif yang menarik. Pada tahun 2007, Badan Litbang Jalan Bandung melakukan inisiasi percobaan *fullscale* teknologi *cold recycling* menggunakan *foamed bitumen* sebagai bahan ikat agregatnya, dan kemudian pada tahun 2009, paling tidak ada dua buah proyek pekerjaan recycling yaitu di

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

ruas jalan jalur Jatibarang-Kalimanan-Cirebon menggunakan bahan tambah foamed bitumen dan di ruas jalan Boyolali (Solo – Semarang) menggunakan bahan tambah semen. Namun sayangnya, rancang bangun dan model pedoman teknis pekerjaan penggunaan teknologi ini untuk konstruksi jalan di Indonesia belum ada. Selama ini pedoman teknis yang dipakai di lapangan masih bersifat coba-coba dengan menggunakan model spesifikasi dari negara lain. Padahal sifat material, kondisi iklim dan karakteristik beban kendaraan untuk kondisi Indonesia berbeda dengan kondisi luar negeri, sehingga tidak sepenuhnya tepat menggunakan model pedoman dan spesifikasi dari negara lain.

Masih sedikitnya penggunaan *green technology* untuk pemeliharaan jalan di Indonesia tidak terlepas dari masih miskinnya pengetahuan para insinyur tentang teknologi daur ulang dan belum tersedianya pedoman dan spesifikasi kerja di lapangan. Problem kritikal ini harus secepatnya diatasi agar teknologi daur ulang perkerasan jalan yang menawarkan perlindungan alam lingkungan, lebih sustainable, dan beratensi pada kualitas hidup manusia dapat secepatnya diimplementasikan dengan cara yang tepat.

Gagasan ini sangat diharapkan mampu memecahkan problem kritikal di lapangan dalam menerapkan teknologi pemeliharaan yang ramah lingkungan, dan sekaligus melakukan penyebaran ilmu pengetahuan kepada para pengguna teknologi pemeliharaan jalan dalam rangka mengembangkan ipteks di bidang teknologi infrastruktur jalan.

Pedoman yang diharapkan adalah meliputi pedoman prosedur *mix design* (rekayasa campuran), pedoman pelaksanaan evaluasi lapangan, dan proses pelaksanaan konstruksi. Sedangkan spesifikasi yang diharapkan meliputi spesifikasi untuk material, alat yang digunakan, dan

properties campuran. Pedoman dan Spesifikasi yang disusun akan didasarkan pada laporan pelaksanaan di lapangan, karakteristik material dan iklim Indonesia serta kualifikasi para konsultan dan kontraktor. Berbagai pedoman dan spesifikasi yang diterapkan secara internasional seperti TRL Road Note 43 (Carswell et al, 2010), CR-98/077 (Muthen, 1999) dan CR-2001/76 (Long, 2001), Viridis report VR1 (Nunn and Thom, 2002), TRL Report 611 (Merill et al, 2004) dan report TR-474 (Lee and Kim, 2003) juga direkomendasikan untuk dijadikan referensi pembuatan spesifikasi.

Gagasan 4: Diseminasi strategi implementasi *green technology* kepada masyarakat pengguna melalui agenda *interdisciplinary sharing discussion*

Gagasan ini dimulai dengan mempersiapkan materi diseminasi berupa model kebijakan yang dijadikan format bahan diskusi. Materi yang dipersiapkan berbagai skenario konsep dan kebijakan yang direkomendasikan pada gagasan 1, termasuk juga materi untuk mensosialisasikan jenis dan tipikal *green technology*, terutama dalam kaitannya dengan pemeliharaan jalan. Diskusi akan didesain sedemikian rupa agar peserta terlibat dalam memahami model kebijakan dan sekaligus menyusun desain agar kebijakan tersebut bersifat terapan dan aplikatif di tingkat lapangan.

Salah satu gagasan penting yang perlu disimulasikan adalah obyek pengembangan teknologi, yaitu: (1) jenis teknologi, (2) jenis material, dan (3) jenis metode pelaksanaan. Parameter analisis pengembangan yang perlu dipertimbangkan adalah kesesuaiannya dengan kondisi iklim Indonesia dan tingkat keberpihakannya terhadap kualitas hidup masyarakat. Kegiatan pengembangan meliputi analisis konsep, prosedur rekayasa campuran (*mix design*), prosedur pelaksanaan

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

lapangan, kemudahan pekerjaan. Konsep teknologi dapat dikembangkan berdasarkan studi pustaka, referensi hasil penelitian, dan laporan proyek. Kegiatan pengembangan *mix design* dapat dilakukan berdasarkan data-data hasil eksperimen di laboratorium, sedangkan kemudahan pekerjaan dilaksanakan berdasarkan data hasil wawancara atau kuesiner dengan para pelaksana di lapangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil diskusi di atas maka cita-cita penerapan *green technology* secara komprehensif dalam pelaksanaan pekerjaan preservasi infrastruktur jalan berbasis kualitas hidup masyarakat dapat melalui 4 gagasan yang ditawarkan, yaitu:

1. Kebijakan strategi penggunaan *green technology* untuk pemeliharaan infrastruktur jalan.
2. Penanaman kesadaran lingkungan agar menjadi idiologi dalam kehidupan masyarakat.
3. Perumusan pedoman teknis pekerjaan preservasi infrastruktur jalan menggunakan teknologi daur ulang.
4. Diseminasi strategi implementasi *green technology* kepada masyarakat pengguna melalui agenda *interdisciplinary sharing discussion*.

DAFTAR PUSTAKA

Absori, 2009. *Hukum Penyelesaian Sengketa Lingkungan Hidup, Sebuah Model Penyelesaian Sengketa Lingkungan Hidup Dengan Pendekatan Partisipatif*. Muhammadiyah University Press, Surakarta.

- Abdillah, M., 2001. *Agama Ramah Lingkungan*. Perspektif Al-Qur'an, Paramadina, Jakarta.
- Chappat, M. and Bilal, J., 2004. *Ecological pavement life cycle analysis of standard pavement structures*, 3rd Euroasphalt and Eurobitume Congress. Vienna 2004. Paper 221.
- Dardak, H., 2007. *Arah dan Kinerja Investasi Bidang Jalan*. Konferensi Nasional Teknik Jalan (KNTJ) 8, 4-5 September 2007, Jakarta.
- Dimiyati, K., Wardiono, K., 2007. *Pola Pemikiran Hukum Responsif, Sebuah Studi Atas Proses Pembangunan ilmu Hukum Indonesia*. Jurnal Ilmu Hukum, Vol.10, No. 1, Maret 2007: 1-24.
- Dimiyati, K., Wardiono, K., 2005. *Dinamika Pemikiran Hukum: Orientasi dan Karakteristik Pemikiran Expertise Hukum Indonesia*. Jurnal Ilmu Hukum, Vol.8, No. 2, September 2005: 133-151.
- Emil Salim, 1986. *Pembangunan Berwawasan Lingkungan*. LP3ES, Jakarta.
- Milton, L.J. and Earland, M. G., 1999. Design Guide and Specification for Structural Maintenance of Highway Pavements by Cold In-Situ Recycling, TRL Report TRL 386, Transport Research Laboratory, Crowthorne.
- [Muthen, K.M., 1999. Foamed Asphalt Mixes, Mix Design Procedure.](#) Contract Report CR-98/077, June 1999. CSIR Transportek, South Africa.
- Nyamadi, P. dan Sunarjono, S., 2010. *Pengembangan Model Karakteristik Bahan Ikat Campuran Dingin*. Penelitian Kompetitif Reguler, UMS.

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

- Sale, K., 1996. *Revolusi Hijau, Sebuah Tinjauan Historis-Kritis Gerakan Lingkungan Hidup di Amerika*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Sunarjono, S., 1990. *Pemanfaatan Leger Jalan Dalam Rangka Pemeliharaan dan Rehabilitasi Ruas Jalan Kabupaten*. Jakarta.
- Sunarjono, S., 2006a. *Pengamatan Respon Strain Lapis Perkerasan Material Campuran Dingin Busa Aspal dan Semen*. Jurnal Eco Rekayasa, Vol 2, No 1, Maret 2006, ISSN: 1907-4026.
- Sunarjono, S., 2006b. *Evaluasi Engineering Bahan Perkerasan Jalan Menggunakan RAP dan Foamed Bitumen*. Jurnal Eco Rekayasa, Vol 2, No 2, September 2006, ISSN: 1907-4026.
- Sunarjono, S., 2006c. *A Study on Fatigue Performance of Reclaimed Asphalt Pavement Stabilised with Foamed Bitumen*, Seminar Nasional Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang, Desember 2006.
- Sunarjono, S., 2007a. *Quantifying The Effect of Foam Dispersal on The Permanent Deformation of Foamed Asphalt*. Jurnal Eco Rekayasa, Vol 3, No 1, Maret 2007, ISSN: 1907-4026.
- Sunarjono, 2007b. *Investigating the use of oil drill waste in foamed asphalt mixture (DW-FAM)*, NTEC, The University of Nottingham, Nottingham, UK.
- Sunarjono, S., 2007c. *Studi Tentang Foamed Asphalt (Protokol Mix Design, Karakteristik Kepadatan dan Modulus)*. Jurnal Eco Rekayasa, Vol 3, No 2, September 2007, ISSN: 1907-4026

- Sunarjono, S., 2007d. *Tensile Strength and stiffness modulus of foamed asphalt applied to a grading representative of Indonesian road recycled pavement materials*. Dinamika Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sunarjono, S. 2008a. *The Influence of Foamed Bitumen Characteristics on Cold-mix Properties*. PhD thesis, University of Nottingham, UK, January 2008.
- Sunarjono, 2008b. *A Sustainable Technology for Road Construction (Pilot- Scale Project)*, Conference of Asia Pasific (ASPAC) on Art, Science and Technology (ASET), Solo 19-22 May 2008.
- Sunarjono, 2008c. *Performance of Recycled Pavement Using Foamed Bitumen Under Wheel Tracking Test*, International Seminar- The Technology of Span Bridge to Strengthen the Unity of Nation, Pascasarjana building UPN Veteran East Java, Surabaya 8-9 July 2008.
- Sunarjono, S., 2008d. *The Mechanism of Binder Distribution In Foamed Asphalt Mixture* *Jurnal Eco Rekayasa*, Vol 4, No 2, September 2008, ISSN: 1907-4026.
- Sunarjono, S., 2009a. *Investigating Rutting Performance of Foamed Cold-Mix Asphalt Under Simulated Trafficking*. *Dinamika Teknik Sipil*, Vol 9, No. 2, Juli 2009, Akreditasi B, ISSN: 1411-8904, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sunarjono, S., 2009b, *Analisis biaya dan manfaat pemeliharaan jalan kabupaten (Studi kasus di wilayah daerah Kabupaten Sukoharjo)*, Penelitian Reguler, UMS.
- Sunarjono, S., Riyanto, A., Sudjatmiko, A., Sugiyatno, 2009. *Studi Mekanika Aspal, Mekanika Tanah dan Rekayasa*

Pemikiran Alternatif Mencerahkan Bangsa

Alat Untuk Bahan Perkerasan Jalan (Disertai Pemberdayaan Riset Grup), Laporan Penelitian Tahun I, Insentif Pemberdayaan Riset Unggulan, UMS.

Widyatmoko, I. and Sunarjono, S., 2007. *Some considerations to implement foamed bitumen technology for road construction in Indonesia*. The 1st International Conference of European Asian Civil Engineering Forum (EACEF) at Universitas Pelita Harapan, 26 - 27 September 2007.

Thom, N.H., 2000. *Pavement Deterioration*. In the Residential Course on Bituminous Pavements, Materials, Design and Evaluation, Lecture Notes, University of Nottingham, School of Civil Engineering. 3rd-7th April 2000.