

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan transportasi secara cepat berdampak kepada pertumbuhan pembangunan infrastruktur berupa jalan dan jembatan. Kebijakan pasca-konstruksi menjadi lebih signifikan disebabkan bermulanya berbagai kesulitan yang ditimbulkan dalam kegiatan-kegiatan perawatan, rehabilitasi dan manajemen jaringan jalan yang sudah ada agar tetap dapat digunakan secara baik. Pada masa lalu ketika konstruksi dan jaringan jalan raya masih sederhana, evaluasi terhadap kerusakan jalan hanya ditumpukan kepada kegiatan perbaikan pada lokasi-lokasi kerusakan di jalan raya tanpa melalui proses pemeliharaan (*maintenance*) dan pengawasan (*controlling*). Saat ini, ketika jaringan jalan sudah semakin luas dan mempertimbangkan faktor ekonomi dan biaya pemeliharaan jalan yang semakin mahal, maka diperlukan suatu sistem manajemen perkerasan (*Road Management System, RMS*) jalan raya yang mampu mengevaluasi jalan secara baik dari tahap penilaian hingga rehabilitasi, dengan tujuan supaya jalan memiliki umur layanan yang lebih lama. Permasalahan manajemen jaringan jalan yang terjadi di Indonesia adalah ketidakseimbangan besaran dana evaluasi dan pemeliharaan yang disediakan oleh pemerintah terhadap jaringan jalan yang ada. Hal tersebut menyebabkan makin panjangnya daftar tunggu (*back-log*) pemeliharaan jalan akibat terbatasnya anggaran yang tersedia (Sjahdanulirwan, 2004). Masalah keterbatasan anggaran memang merupakan masalah klasik yang selalu terjadi berkaitan dengan kegiatan pemeliharaan jalan. Apabila daftar tunggu dan pengurangan anggaran dalam program pemeliharaan akan berpengaruh pada peningkatan biaya operasional kendaraan. Kemampuan pemerintah dalam APBN dari tahun ke tahun sangat terbatas, sehingga alokasi dana program pemeliharaan jalan tidak dapat mencukupi kebutuhan pemeliharaan. Dari jumlah panjang 292.000 km, setiap tahunnya rata-rata harus dilakukan pemeliharaan rutin 52% dan pemeliharaan berkala 48%. Kemampuan pemerintah dalam APBN hanya menyediakan dana keperluan program pemeliharaan jalan sebesar Rp 251,8 milyar (termasuk dari Disiplin Luar Negara) sedangkan

kebutuhan idealnya untuk keseluruhan jalan adalah sekitar Rp.37.17 trilyun. Kebutuhan riil tersebut jauh lebih besar dari pada kemampuan negara menyediakan dana program pemeliharaan. Dengan adanya gambaran ini, makin jelas bahwa pembiayaan sektor jalan melalui mekanisme anggaran sudah tidak dapat lagi memenuhi kebutuhan riil sektor jalan dan konsekuensi back-log pemeliharaan jalan dari waktu ke waktu semakin membesar dan merupakan permasalahan yang serius dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan jalan yang baik di Indonesia. Aspek-aspek tersebut merupakan kenyataan yang tidak bisa dihindari dan perlu dijadikan pendorong untuk mencari upaya-upaya terobosan teknologi pemeliharaan jalan di Indonesia sehingga pembinaan jalan dapat dilakukan secara efektif dan efisien.

Di dalam proses manajemen jalan, Shanin (1994) memberikan tahapan-tahapan sistem manajemen sebagai berikut :

1. Studi jaringan jalan
2. Pengukuran kondisi perkerasan jalan
3. Prediksi kondisi perkerasan jalan di masa yang akan datang
4. Manajemen tingkat jaringan jalan
5. Manajemen tingkat proyek rehabilitasi jalan

Dari ke-5 bagian di atas, tahapan yang paling penting di dalam sistem manajemen perkerasan adalah kemampuan sistem dalam mengukur kondisi perkerasan saat ini dan memprediksi depresiasi kekuatannya di masa yang akan datang (Shanin 1994). Untuk melakukan tahapan pengukuran kondisi perkerasan jalan, proses identifikasi (*identification*), penilaian (*assessment*) dan evaluasi (*evaluation*) struktur jalan raya harus diprogramkan secara terpadu. Dalam proses penilaian kekuatan struktur jalan raya diperlukan suatu metode pengukuran nilai struktural (modulus bahan) setiap lapisan perkerasan jalan raya yang cepat, ekonomis, efisien dan efektif. Pada perkembangannya, metode pengukuran struktural bahan perkerasan jalan dapat diklasifikasikan ke dalam 2 kategori berdasarkan cara pengambilan data dan perilaku kerja terhadap benda ujinya.

Pertama, dikenali sebagai metode pengujian merusak (*Destructive Testing, DT*). Metode DT dikenali sebagai metode konvensional yang melibatkan

laboratorium yang memerlukan pembiayaan tinggi dan waktu yang lama. Berbagai kegiatan yang dilakukan dalam metode ini meliputi pengambilan benda uji melalui pengeboran (*core drilling*), perbaikan lubang jalan akibat pengambilan sampel, pemadatan ulang, pengujian benda uji di laboratorium dan proses analisis data. Kerja-kerja lapangan tersebut juga memberikan efek gangguan yang cukup signifikan terhadap perjalanan kendaraan/ lalu lintas. Metode kedua, dikenali sebagai metode pengujian tidak merusak (*Non Destructive Testing, NDT*). Metode ini mampu mengukur karakter struktural bahan perkerasan melalui pengamatan perilaku defleksi dan perpindahan partikel yang diakibatkan oleh beban statik maupun dinamik. Keunggulan metode NDT dibandingkan metode DT dalam RMS adalah proses pengujiannya yang cepat dan tidak menimbulkan kerusakan pada struktur perkerasan jalan raya. Metode ini mampu mendapatkan hasil evaluasi yang akurat sebagaimana pengujian konvensional yang sering digunakan (Marshall, Modulus Resilien, dll.). Selain itu, pengujian NDT merupakan suatu pengujian yang cepat, ekonomis dan tidak menimbulkan gangguan yang cukup berarti terhadap kelancaran lalu lintas.

Salah satu metode NDT yang telah dikembangkan sejak tahun 1980 di *University of Texas at Austin*, Amerika Serikat adalah metode analisis spektrum gelombang permukaan atau *Spectral Analysis of Surface Wave, SASW*. Metode ini merupakan pengembangan teknologi dari metode keadaan mantap, *steady state method* (Jones, 1958), yang memanfaatkan perambatan gelombang permukaan dari sumber mekanik buatan untuk menilai kecepatan gelombang ricih yang merupakan representasi dari kekakuan (*stiffness*) suatu struktur. Keunggulan dari metode SASW ini adalah sifat pengujiannya yang tidak memberikan sebarang kerusakan pada struktur, metode ini murah dalam pelaksanaannya dan cepat untuk proses analisis hasilnya. Perkembangan metode SASW meliputi sejumlah pengujian dan riset yang telah dijalankan untuk berbagai jenis infrastruktur dan penggunaan teknik analisis yang diautomasi sepenuhnya. Aplikasinya yang pertama telah dilakukan oleh Nazarian (1984) dan Nazarian & Stokoe (1984) yang menjelaskan penggunaan SASW kepada analisis kekakuan tanah dan struktur timbunan jalan. Dalam studinya, hasil pengukuran SASW telah dibandingkan dengan pengujian lubang silang (*cross hole*) dan mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa SASW lebih akurat dan lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional.

Pengujian yang sama juga telah dilakukan oleh Hiltunen & Woods (1988) yang menghasilkan korelasi yang memuaskan dari kedua metode pengujian. Penggunaan teknik SASW telah didapati berhasil untuk beberapa pengujian lapangan diantaranya studi karakteristik fondasi bangunan (Madshus & Westerdhal 1990; Stokoe et al. 1994), pengukuran lapangan nilai kekakuan tanah (Matthews et al. 1996), penilaian struktur beton (Rix et al. 1990; Cho 2002), pendeteksian lapisan pada struktur motar semen (Cho et al. 2001), penilaian kepadatan suatu struktur tanah timbunan (Kim et al. 2001) dan struktur fondasi (*ballast*) jalan kereta api (Zagyapan et al. 2002). Haupt (1977), Dravinsky (1983), Curro (1983) dan Gucunski et al. (1996, 2000) telah menunjukkan bahwa gelombang permukaan sangat sensitif kepada anomali (contohnya pengaruh keretakan dan lubang dalam struktur yang tidak homogen) yang terletak di permukaan suatu media. Hasil kajian tersebut menunjukkan potensi penggunaan SASW yang cukup luas untuk penilaian pemeliharaan suatu struktur. Pengembangan metode SASW di Indonesia belum pernah dilakukan studi dan aplikasi teknologi sebagai suatu metode penilaian struktur perkerasan jalan. Pengembangan SASW sangat berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia, selain harga peralatannya yang relatif lebih murah, pemodelan untuk interpretasi data dapat menggunakan model dinamis perambatan gelombang sehingga hasil yang diperoleh lebih mendekati kepada kondisi sebenar perilaku gelombang pada bahan perkerasan di lapangan. Pada penelitian ini akan dilakukan studi evaluasi daya dukung lapisan tanah dasar perkerasan jalan menggunakan metode SASW untuk struktur jalan di Indonesia. Studi ini belum pernah dilakukan sebelumnya mengingat metode SASW merupakan teknologi yang baru diperkenalkan di Indonesia oleh Rosyidi et al. (2002, 2003, 2004a, 2004b, 2005). Mengingat aspek ekonomis dan pengadaaan peralatannya yang lebih mudah, metode SASW diharapkan juga dapat menjadi alternatif metode evaluasi perkerasan jalan selain penggunaan FWD untuk memenuhi kebutuhan pemeliharaan jaringan jalan di Indonesia.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dalam pengukuran kondisi perkerasan saat ini dan memprediksi depresiasi kekuatannya di masa yang akan datang, selain harus dapat menilai nilai sisa perkerasan jalan juga

diperlukan penilaian terhadap kekuatan struktur (daya dukung) tanah dasar atau subgrade perkerasan jalan secara baik dan akurat. Parameter tanah dasar merupakan parameter utama yang menggambarkan kondisi bawah perkerasan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk pekerjaan-pekerjaan rehabilitasi jalan ataupun perencanaan ulang jalan. Saat ini, metode penilaian daya dukung tanah untuk jalan pasca-konstruksi (*existing road*), sebagian besar jaringan jalan di Indonesia masih menggunakan metode *dynamic cone penetrometer* (DCP) atau metode Benkleman Beam. Meskipun metode DCP memiliki korelasi empiris dengan CBR lapangan, penggunaan metode DCP merupakan metode destruktif sehingga untuk memperoleh daya dukung tanah suatu perkerasan jalan diperlukan pengeboran (*core drilling*) yang dapat merusak struktur jalan, memerlukan waktu yang lama dan biaya yang tinggi. Dengan demikian, dinilai dari segi efisiensi waktu dan biaya, metode DCP memiliki kelemahan fungsional. Untuk metode Benkleman Beam, penilaian evaluasi jalan berdasarkan nilai lendutan balik. Parameter ini tidak dapat secara langsung menggambarkan kondisi struktur perkerasan yang ada terutama kondisi daya dukung lapisan tanah dasar. Metode disain perkerasan ulang menggunakan data Benkleman Beam pun hanya diperuntukkan lapisan HRS saja.

Melihat permasalahan di atas bahwa dalam penentuan daya dukung tanah dasar suatu perkerasan jalan pasca-konstruksi diperlukan inovasi teknik dan metode pengukuran yang dapat meminimalisasi permasalahan pengujian telah ada (DCP dan Benkleman Beam) di Indonesia. Parameter daya dukung tanah dasar struktur jalan yang perlu diukur adalah nilai struktural lapisan berupa modulus bahan yang biasanya menggunakan Modulus Elastisitas atau Modulus Young. Dalam penelitian ini metode *Spectral Analysis of Surface Wave* (SASW) digunakan untuk mengevaluasi nilai daya dukung tanah lapisan subgrade perkerasan jalan pasca-konstruksi. Proses data seismik dalam metode SASW ini akan menggunakan model 3 D untuk memperoleh hasil pengujian yang akurat dalam interpretasi mode perambatan gelombang Rayleigh dalam perkerasan jalan. Tingkat realibilitas dan signifikansi pengujian SASW dalam pengujian perkerasan jalan pun diuji melalui berbagai bentuk korelasi eksperimental yang dihasilkan dari pemodelan SASW dan pengujian konvensional di lapangan (DCP). Pemodelan parameter suhu untuk wilayah tropis dan struktur lapisan perkerasan yang tipis merupakan kondisi nyata

jaringan jalan di Indonesia juga diteliti untuk mengetahui sejauhmana pengaruh kondisi lingkungan dalam perambatan gelombang Rayleigh.

Penelitian ini hanya melibatkan penilaian lapisan tanah dasar pada struktur jalan lentur (*flexible pavement*) saja. Pemrosesan sinyal dilakukan dengan penganalisis spektrum berbasis algoritma Cooley-Tukey atau *fast Fourier transform* (FFT). Kajian terhadap faktor-faktor teknis yang mempengaruhi instrumen penganalisis spektrum selama proses pengukuran SASW di lapangan dibatasi pada penentuan batas frekuensi balas,