

KELEBIHAN SERTA KEKURANGAN PERKERASAN BERASPAL DAN BETON

M.Sjahdanulirwan

Puslitbang Jalan dan Jembatan, Jl.A.H.Nasution 264 Bandung

RINGKASAN

Untuk melayani lalu lintas kendaraan, maka permukaan tanah dasar jalan perlu diberi perkerasan, sehingga beban yang diterima bisa didistribusikan hingga besaran yang mampu dipikul oleh tanah dasar tersebut. Dari segi efisiensi, perkerasan yang dibuat di atas tanah dasar biasanya dari bawah ke atas disebut lapis pondasi bawah (sub-base), lapis pondasi (base), dan lapis permukaan (surfacing), dengan kekuatan yang makin ke atas makin besar. Ada kalanya, sesuai perhitungan perencanaan, di bawah lapis permukaan hanya ada lapis pondasi atau lapis pondasi bawah (lantai kerja) saja, kemudian langsung tanah dasar. Bahan untuk perkerasan jalan juga bermacam-macam, umumnya mulai dari agregat, bahan beraspal, atau beton semen. Makalah ini meninjau kelebihan serta kekurangan lapis permukaan jalan yang terbuat dari aspal dan beton, dengan perhatian utama pada faktor biaya, waktu, keawetan dan kekuatan, kenyamanan dan keselamatan, aspek konstruksi dan peralatan, serta dampak lingkungan. Selanjutnya makalah ini menguraikan sintesis dan inovasi yang tersedia untuk mengurangi kelemahan dari masing-masing jenis perkerasan tersebut.

Kata Kunci : perkerasan beraspal, perkerasan beton, sintesis dan inovasi

SUMMARY

For servicing the passage of vehicles, on the top of sub-grade are consist of pavement, so that the receiving load can be distributed to the value that can be borne of that sub-grade. From efficiency point of view, pavement which are build on the top of subgrade, usually from the bottom to up are namely sub-base, base, and surfacing, with strength are higher to the top. Sometimes, according to design calculation, below the surfacing, there is only base or sub-base (plat form) only, then direct to sub-grade. Material for road pavement also varied, commonly from aggregate, bituminous, or cement concrete. This paper review the advantages and disadvantages the surfacing made from bituminous and concrete, with particular attention to cost, time, durability and strength, comfort and safety, construction

and equipment aspects, and environment impact. Then, the paper describes synthesis and innovative which are available to reduce the disadvantages of each type of pavement.

Keywords: *bituminous pavement, concrete pavement, synthesis and innovative*

PERKERASAN BERASPAL

Faktor Biaya

Perkerasan beraspal umumnya membutuhkan biaya awal konstruksi yang lebih rendah dari perkerasan beton, terlebih sebelum kenaikan harga minyak dunia yang berimbas pada kenaikan harga aspal. Namun untuk daya dukung tanah dasar dan umur rencana yang sama seperti perkerasan beton, maka keperluan agregat perkerasan beraspal akan lebih banyak, sehingga perlu pembukaan sumber material baru.

Selain itu perkerasan beraspal membutuhkan biaya pemeliharaan yang lebih tinggi selama umur rencana. Untuk mengurangi pemeliharaan yang tinggi ini, maka perkerasan beraspal lebih sesuai untuk lokasi yang tidak memiliki masalah dengan drainase, dan lalu lintas yang lewat tidak terlalu padat. Selain itu biaya pemeliharaan dapat dikurangi, bila kerusakan yang terjadi (seperti: lubang, amblas) segera ditangani sedini mungkin.

Faktor Waktu

Umumnya selesai konstruksi, perkerasan beraspal tidak perlu menunggu waktu yang lama, atau bisa langsung melayani kendaraan. Bila satu dan lain hal perkerasan perlu dibongkar atau *dir recycling*, maka waktu yang diperlukan juga tidak lama, dengan kemampuan alat yang tidak terlalu besar.

Keawetan dan Kekuatan

Perkerasan beraspal bila dipelihara dengan baik bisa bertahan sampai 10 tahun, sebelum dilakukan pekerjaan peningkatan atau *overlay*. Karena sifatnya yang *viscous elastic*, maka perkerasan beraspal lebih awet bila melayani lalu lintas dengan kecepatan sedang atau tinggi. Pada kecepatan rendah atau statis (seperti pemberhentian bus), perkerasan beraspal harus didesain khusus untuk lebih tahan terhadap alur, yaitu dengan gradasi tertentu dan aspalnya lebih tahan terhadap beban berat (titik lembek tinggi atau penetrasi rendah). Kekuatan perkerasan akan turun bila temperatur naik

(pada siang hari). Oleh karena itu, terlebih untuk kendaraan berat, bila kendaraan berjalan di malam hari akan membantu keawetan perkerasan beraspal. Perkerasan beraspal ini juga sangat sesuai untuk konstruksi badan jalan yang belum stabil (masih turun), atau sering terjadi bongkar pasang jaringan utilitas bawah tanah (listrik, gas, telpon, air).

Kenyamanan dan Keselamatan

Umumnya perkerasan beraspal sangat nyaman untuk dilalui, terlebih pada konstruksi campuran panas, di mana kekasarannya cukup rendah, yang juga mengurangi kebisingan. Warnanya yang hitam atau gelap tidak memberikan efek silau pada siang hari. Khusus untuk melayani kecepatan tinggi (jalan tol), bila konstruksi dibuat agak *porous*, air yang tergenang saat hujan akan lebih cepat terserap, selain mengalir ke tepi. Jarak pengereman kendaraan di atas perkerasan beraspal cukup baik, karena nilai kekesatan permukaan (*skid resistance*) hanya turun sedikit (proses *polishing* diimbangi *ageing*), atau hampir konstan sepanjang umur rencana.

Aspek Konstruksi dan Peralatan

Secara historis perkerasan beraspal sudah lebih dikenal dan lebih awal dibangun dari perkerasan beton. Peralatan yang digunakan juga beragam, dari yang sederhana untuk konstruksi pelaburan atau makadam, hingga yang lebih lengkap (*asphalt mixing plant*) untuk konstruksi campuran panas. Pengalaman kontraktor di bidang konstruksi perkerasan beraspal juga sudah lebih lama dan meluas. *Workmanship* yang tinggi mulai dirasa perlu untuk pekerjaan dengan peralatan canggih, seperti *recycling*, atau persyaratan kuantitas bahan yang tepat, seperti *surface dressing*.

Dampak Lingkungan

Kecuali pada tipe aspal emulsi, perkerasan beraspal umumnya memerlukan energi yang tinggi, baik pada waktu pencampuran, penghamparan, maupun pemadatan. Hal ini ditentukan oleh nilai viskositas yang dibutuhkan oleh aspal agar bisa menyelimuti agregat dengan baik, dan masih mudah dalam pelaksanaan (*workability*). Energi yang tinggi ini digunakan untuk memanaskan campuran beraspal (umumnya di atas 150°C), dan itu tentu menguras sumber-sumber energi (baik *renewable* maupun

non-renewable) yang ada di alam. Pada konstruksi beraspal sederhana, seperti penetrasi macadam, umumnya digunakan kayu sebagai sumber energi, yang tentunya berpengaruh terhadap kelestarian hutan. Selain kebutuhan energi, dampak lain terhadap lingkungan adalah emisi hasil pembakaran.

PERKERASAN BETON

Faktor Biaya

Biaya awal konstruksi perkerasan beton walau masih di atas perkerasan beraspal, namun karena pemeliharaannya sedikit dan umur rencananya lebih panjang, maka biaya totalnya (*life cycle cost*) akan lebih rendah dari perkerasan beraspal. Untuk kondisi tanah dasar dan umur rencana yang sama dengan perkerasan beraspal, keperluan agregatnya lebih rendah (sangat cocok untuk daerah dengan ketersediaan agregat terbatas). Walaupun demikian bila terjadi kerusakan pada pelat/slab beton perlu perbaikan pada satu atau dua segmen dengan biaya pembongkaran dan perbaikan yang cukup tinggi, sehingga akan menambah biaya total. Biaya

pemeliharaan bisa tetap rendah, kalau selama masa pembangunan beton dirawat dengan baik, khususnya pembasahan permukaan (mengurangi pengaruh panas matahari terhadap penguapan), dan dihindari dari beban kendaraan sebelum saatnya dibuka.

Faktor Waktu

Karena kekuatan beton selesai dicor masih rendah, maka perlu menunggu waktu lama (~28 hari) untuk bisa dilewati lalu lintas. Karena itu untuk peningkatan jalan lama, harus disediakan jalan sementara, atau menutup sebagian lebar jalan bagi lalu lintas. Memang ada *additive* untuk mempercepat kekuatan beton sampai umur ~14 hari, namun ini tentu menambah biaya, dan perawatannya juga harus lebih ketat. Karena konstruksi beton itu kemudian cukup keras, maka bila dibongkar atau *dir recycling* dibutuhkan waktu yang lama, serta alat yang kuat (*powerful*).

Keawetan dan Kekuatan

Umumnya perkerasan beton bila pada awal pengecoran dirawat dengan baik, umur pelayanannya bisa mencapai lebih dari 20 tahun. Karena kekuatannya yang cukup tinggi, perkerasan

beton ini cocok untuk segala jenis pembebanan lalu lintas yang berat atau statis sekalipun. Syarat kedua untuk mencapai umur rencana yang panjang, adalah pondasinya yang mantap (tidak turun, apalagi secara parsial). Syarat ketiga adalah perhatian dan pemeliharaan sambungan antar segmen (*joint sealant*) terhadap masuknya air hujan. Berbeda dengan perkerasan beraspal, maka perkerasan beton ini kurang sesuai untuk konstruksi jalan/bahu yang masih sering terjadi bongkar pasang jaringan utilitas.

Kenyamanan dan Keselamatan

Perkerasan beton memang tidak nyaman aspal (nilai kekasaran rata-rata di atas 4m/km), terutama pada kecepatan tinggi, di mana selain kekasaran, pengaruh sambungan juga terasa, dan ini meningkatkan kebisingan. Menambah panjang segmen memang salah satu solusi, namun konstruksi sambungan membutuhkan desain yang lebih seksama, karena nilai muai dan susutnya tentu akan lebih besar. Warna beton yang cenderung putih, kurang kontras dengan marka jalan yang juga putih atau kuning, serta bisa melelahkan pandangan mata. Memang seiring perjalanan waktu, warna beton itu akan menjadi agak gelap karena lintasan lalu

lintas dan tumpahan oli, namun sering secara estetika tidak seragam dan cenderung masih tetap putih atau abu-abu pada bagian di luar jejak roda. Karena konstruksi beton umumnya tidak *porous*, maka pada waktu hujan, air yang tergenang bisa menimbulkan slip (*hydroplaning*), terlebih untuk perkerasan beton yang sudah licin. Jarak pengereman untuk konstruksi yang baru sangat baik (walaupun menimbulkan keausan pada ban kendaraan), namun mulai paruh umur rencana, kekesatan bisa menurun cepat (*polishing* lebih dominan dari *ageing*), sehingga perlu *regroving* bila kekesatan lebih rendah dari persyaratan.

Aspek Konstruksi dan Peralatan

Perkerasan beton mulai dikenal luas di Indonesia sejak pertengahan tahun 1980-an, di mana saat itu pabrik-pabrik semen masih memiliki kapasitas produksi berlebih untuk kebutuhan domestik dan ekspor. Walaupun demikian di awal perkembangannya tidaklah terlalu intensif, mengingat belum banyaknya jalur lintas kendaraan berat (peti kemas), harga perkerasan beton yang tinggi, masih rendahnya jam terbang kontraktor, dan investasi peralatan yang cukup besar di tengah

permintaan pasar yang belum jelas.

Dampak Lingkungan

Dari segi bahan baku, energi yang dibutuhkan untuk memproduksi semen atau aspal per satuan volume mungkin tidak jauh berbeda. Namun karena kebutuhan aspal dalam campuran hanya sekitar 5-6%, sedangkan semen bisa lima kali lipatnya, maka energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan bahan baku semen akan lebih besar dari aspal untuk volume perkerasan jalan yang sama. Walaupun demikian, secara total karena pencampuran semen, air, dan agregat merupakan proses kimia, tanpa memerlukan pemanasan, maka energi yang dibutuhkan untuk membentuk perkerasan beton jauh lebih rendah dari perkerasan beraspal.

SINTESIS DAN INOVASI

Menilik kelebihan dari masing-masing jenis perkerasan tersebut di atas, secara teoritis tentu bisa dibuat perkerasan baru yang bisa meminimalisir kekurangan-kekurangan yang ada. Beberapa di antaranya masih dalam taraf penelitian dan pengembangan, dan sebagian lagi sebenarnya sudah bisa diaplikasikan.

Cement Treated Asphalt Mixing (CTAM)

Konstruksi ini terbuat dari perkerasan berapal yang sangat *porous*, kemudian disirami dengan pasta (mortar) semen. Keunggulannya adalah kekuatannya yang jauh di atas perkerasan beraspal, mendekati kekuatan perkerasan beton. Konstruksi ini tentu saja cocok untuk menahan beban yang lebih berat dari perkerasan beraspal, atau lokasi dengan kecepatan rendah atau statis (perempatan jalan, pemberhentian bus). Tentu saja dibutuhkan peralatan penyemprot cairan semen sehingga bisa masuk sampai lapis terbawah dari CTAM ini. Bila diinginkan penetrasi pasta semen berlangsung normal (gravitasi) tanpa tekanan, maka campuran pasta semen harus didesain memiliki viskositas rendah menyerupai air, dengan atau tanpa bantuan additive, serta dengan gradasi yang tepat [Yamin, 2004]. Perkerasan CTAM ini sudah mulai bisa digunakan untuk lalu lintas hanya beberapa jam setelah selesai dibangun.

Beton elastis

Perkerasan ini ditujukan untuk memperbaiki sifat beton sehingga bisa lebih adaptif

terhadap badan jalan yang belum stabil. Modifikasi yang dilakukan adalah dengan menambahkan karet atau *fiber* ke dalam campuran beton. Perkerasan beton elastis ini memiliki kekuatan yang lebih rendah dari beton biasa. Dengan kelenturan tersebut diharapkan perkerasan ini tidak mudah patah atau retak. Penelitian awal dengan beton karet [Roestaman dan Siegfried, 2007], menunjukkan bahwa diperlukan penurunan faktor air semen menjadi sekitar 0,3 - 0,4 serta bahan tambah jenis *plasticizer*, untuk bisa mencapai hasil yang optimal.

Beton *precast*

Dari namanya sudah bisa diduga bahwa tujuannya untuk mengurangi waktu tunggu bagi lalu lintas, dari 28 hari menjadi secara drastis hanya beberapa jam. Konstruksi ini sudah pernah dicoba di beberapa tempat, seperti perbaikan lajur *busway* Jakarta, yang dilaksanakan pada malam hari, dan esok paginya sudah bisa dilewati kendaraan. Pembuatan beton *precast* tidak harus dilakukan di pabrik yang jauh dari lokasi proyek, tapi bisa di tempat sehingga mengurangi biaya angkut. Kelebihan lainnya adalah mutu beton yang bisa dijaga lebih

ketat dan seragam, tanpa gangguan lalu lintas. Diperlukan truk kontainer dan *crane* untuk angkutan dan operasi/pemasangan beton *precast* ini. Selain itu, perlu perhatian terhadap hubungan antar segmen, yang biasanya tidak sebaik beton yang dicor setempat.

***Overlay* tipis aspal, dan jenis semen perkerasan beton**

Tujuan utama melakukan *overlay* non-struktural ini adalah untuk memperbaiki kenyamanan (warna, kekasaran, kebisingan) dan keamanan (kekesatan) perkerasan beton. Bagian krusial dari pelapisan tipis ini adalah *tack coating* yang bisa mempengaruhi ketahanan terhadap pengelupasan. Alternatif lain untuk menambah kenyamanan dari segi warna perkerasan beton, adalah penggunaan jenis semen dengan warna yang lebih gelap.

Aspal Buton (Asbuton)

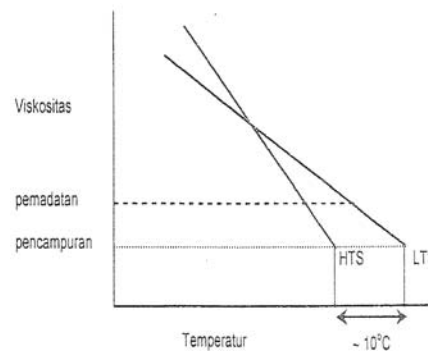
Bila pada aspal minyak biasa titik lembeknya 49°C, maka pada aspal alam ini bisa mencapai 55°C, sehingga sangat sesuai untuk iklim tropis seperti Indonesia. Dengan penetrasi aspal yang rendah, maka perkerasan Asbuton ini lebih tahan terhadap alur. Pada kondisi aslinya Asbuton ini mengandung mineral bervariasi

dari 50% hingga 90%, sehingga penggunaannya pada campuran panas agak terbatas (dari sisi perbandingan jumlah *filler* terhadap aspal), yaitu guna menghindari kerusakan *crack*. Penggunaan Asbuton bisa dicapai lebih banyak bila aspalnya diekstraksi dari mineral (baik secara penuh maupun sebagian). Asbuton yang diekstraksi penuh (*full extraction*) akan bersaing "*apple to apple*" dengan aspal minyak. Problem utama saat ini untuk Asbuton ekstraksi penuh adalah persyaratan LOH (*loss on heating*) yang sulit tercapai. Tantangan di laboratorium adalah mencari senyawa yang bisa memenuhi syarat LOH tersebut. Secara teoritis senyawa ini mirip dengan minyak ringan yang menguap dalam proses pembuatan aspal minyak (*blowing*).

Aspal Temperatur Rendah

Aspal yang hanya memerlukan temperatur rendah untuk mencapai viskositas yang dibutuhkan bagi penyelimutan agregat, disebut juga sebagai aspal dengan kepekaan temperatur tinggi (*high temperature susceptibility*) atau sering dikategorikan sebagai aspal yang memiliki PI (*penetration index*) rendah. Lihat

Gambar 1. Selain penggunaan aspal emulsi, ada juga teknologi pengkabutan aspal yang disebut *foamed bitumen*. Riset di luar negeri sudah berhasil menemukan aspal yang hanya membutuhkan temperatur sekitar 110-130°C untuk bisa menyelimuti agregat dengan baik, serta masih mudah dalam pelaksanaan [Nynas, 2007]. Teknologinya berupa penambahan sejenis bahan lilin atau plastik ke dalam aspal. Semuanya ini tentu bisa menghemat energi. Di Puslitbang Jalan dan Jembatan (Departemen PU), riset berupa penambahan bahan plastik ke dalam aspal memang telah lama dilakukan, namun fokusnya lebih kearah perbaikan sifat kinerja deformasi (*rutting performance*) campuran beraspal.



Gambar 1. Viskositas vs temperatur. [Sjahdanulirwan, 2003]

Perencanaan Dengan Dana Terbatas

Pertanyaan utama dalam ulasan ini adalah apakah dengan dana terbatas kita harus membagi rata terhadap panjang jalan yang ditangani? Katakanlah dana yang ada hanya cukup untuk *overlay* 3 cm aspal, sedangkan perencanaan yang ideal adalah *overlay* 20 cm untuk mencapai umur rencana yang diinginkan. Untuk lalu lintas ringan, membagi rata dana tidaklah begitu bermasalah. Untuk lalu lintas berat, membagi rata dana sangatlah tidak efektif, ibarat "memberi garam ke laut". *Overlay* aspal tipis 3cm hanya bertahan beberapa bulan, dan akan hancur dilalui kendaraan berat setelah musim hujan datang. Untuk perkerasan beton, pengurangan dari tebal minimal 30 cm (pada mutu tinggi minimal 27 cm) bisa berakibat fatal, karena pelayanannya akan sangat turun tajam di bawah batas tebal minimal. Demikian pula misalnya bila lantai kerja (beton B0) dengan minimal tebal 10cm dikurangi menjadi katakanlah 7cm, akan terjadi akibat-akibat yang tidak diinginkan, seperti *pumping* material halus di bawahnya. Hasilnya adalah *slab* di atasnya harus dibongkar. Dengan demikian bila dana terbatas, lebih baik

mengurangi panjang jalan yang ditangani dari pada membagi rata, sedangkan bagian yang belum ditangani cukup dipelihara asal berfungsi saja, yakni bisa dilalui kendaraan. Pemborosan dengan cara bagi rata ini bisa mencapai 134% [Sjahdanulirwan dan Nono, 2005].

Pengaturan Serta Insentif

Untuk mempertahankan keawetan perkerasan, khususnya perkerasan beraspal, maka beberapa aturan atau pemberian insentif bisa dilakukan, misalnya:

- a. Meningkatkan moda lain, seperti kereta api atau angkutan laut, khususnya untuk mengurangi beban terhadap jalan akibat muatan berlebih.
- b. Pemberian pajak yang lebih ringan terhadap truck dengan jumlah gandar (sumbu) yang lebih banyak.
- c. Pemberian diskon tarif tol secara otomatis untuk kendaraan berat yang lewat pada malam hari, dan penyesuaian tarif tol yang lebih proporsional terhadap daya rusak setiap jenis kendaraan pada perkerasan (selain okupasi waktu dan ruang).

KESIMPULAN

1. Perkerasan beraspal memiliki kelebihan dari pada perkerasan beton dalam hal: biaya awal konstruksi yang rendah, langsung bisa berfungsi, sesuai untuk konstruksi badan jalan yang belum stabil, nyaman dan aman untuk dilalui, serta tidak begitu sulit dalam pelaksanaan pembangunannya.
2. Kekurangan perkerasan beraspal dibandingkan perkerasan beton adalah biaya pemeliharaan yang tinggi, kurang tahan beban berat atau pada kecepatan rendah/statis, dan kebutuhan energi yang tinggi khususnya untuk campuran aspal panas.
3. Perkerasan beton memiliki kelebihan dari pada perkerasan beraspal dalam hal: biaya total (*life cycle cost*) konstruksi yang rendah karena pemeliharaan yang minim, lebih awet dan kuat, serta lebih rendah dampak lingkungannya.
4. Kekurangan perkerasan beton dibandingkan perkerasan beraspal adalah : biaya awal dan perbaikan konstruksi yang cukup tinggi, butuh waktu sampai cukup kuat untuk dilewati, tidak sesuai bagi konstruksi badan jalan yang labil atau masih terjadi bongkar pasang utilitas, kurang nyaman (kekasaran, sambungan), dan silau akibat warna perkerasan yang cenderung putih.
5. Sintetis dan inovasi untuk meminimalisir kekurangan masing-masing perkerasan serta untuk tujuan spesifik, sudah tersedia, seperti: *cement treated asphalt mixing* (mendekati kekuatan beton, namun langsung bisa berfungsi), beton elastis (untuk badan jalan yang belum stabil), beton *precast* (langsung bisa berfungsi), overlay tipis dan jenis semen perkerasan beton (memperbaiki kenyamanan dan keamanan), asbuton (lebih tahan lalu lintas berat), aspal temperatur rendah (hemat energi), perencanaan yang lebih efektif dengan dana terbatas, serta pengaturan dan pemberian insentif (untuk mempertahankan keawetan).

DAFTAR PUSTAKA

- Nynas; 2007, *"Asphalt: A Cooler Customer"*, World Highways, page 49-50, July/August.
- Roestaman dan Siegfried; 2007, *"Beton Karet (Flexible Concrete) Untuk Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)"*, Proceeding, Kolokium Jalan dan Jembatan, Departemen PU, Nopember.
- Sjahdanulirwan, M; 2003, *"Karakteristik Aspal yang Diperlukan Sebagai Bahan Jalan"*, Jurnal Litbang Jalan, Vol.20, No.4, hal 1-4, Desember.
- Sjahdanulirwan, M, dan Nono; 2005, *"Strategi Perencanaan Peningkatan Perkerasan Jalan Lentur"*, Jurnal Jalan-Jembatan, Vol.22, No.3, hal 1-13, Nopember.
- Yamin, R.Anwar; 2004, *"Model Mekanistik Cement Treated Asphalt Mixture dan Kinerjanya pada Iklim Tropis Indonesia"*, Disertasi PhD, Institut Teknologi Bandung.