



COLD-IN-PLACE RECYCLING

Cold-In-Place Recycling (CIPR)

Pengenalan

CIPR merupakan satu teknik pembaikan pavemen yang mengalami kerosakan struktur. Kaedah ini mengitar semula beberapa lapisan pevemen sedia ada sekaligus, lazimnya *wearing coarse*, *binder coarse* dan *roadbase* bagi membentuk lapisan *roadbase* yang baru dengan menggunakan mesin *recycling* tanpa melibatkan sebarang bentuk pemanasan. Penggunaan agen penstabil adalah diperlukan semasa kerja CIPR dilaksanakan bagi tujuan meningkatkan keupayaan lapisan *roadbase* baru yang dihasilkan melalui kaedah ini. Lapisan pavemen yang lama dan agen penstabil digaul rata menggunakan mesin *recycling* dan dihampar semula di lokasi yang sama sebelum dipadatkan dengan mesin pemadat. Lapisan pengikat (*binder course*) dan lapisan haus (*wearing course*) kemudian diturap di atas lapisan *roadbase* baru tersebut.

Penilaian Pavemen (Pavement Evaluation)

Penilaian pavemen adalah perlu sebelum kerja CIPR dilaksanakan di sesuatu lokasi bagi menentukan kesesuaian tapak yang dipilih. Antara perkara-perkara yang perlu dikenalpasti dalam penilaian pavemen adalah seperti berikut;

- i. Struktur lapisan pavemen sedia ada;
- ii. Gredan batu baur lapisan pavemen sedia ada di tapak;
- iii. Indeks keplastikan lapisan pavemen sedia ada di tapak;
- iv. Kandungan lembapan lapisan pavemen sedia ada di tapak;

Penilaian pavemen bagi penentuan parameter di atas dibuat dengan menjalankan ujian makmal ke atas sampel yang diambil di tapak cadangan CIPR melalui *trial pit*, manakala penentuan ke atas struktur lapisan pavemen sedia ada dibuat melalui ujian tebukon untuk pengambilan sampel tebukon dan ujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP).

Ujian makmal yang dijalankan ke atas sampel yang diambil daripada *trial pit* adalah seperti berikut;

- i. Analisis ayakan (*sieve analysis*) bagi menentukan gredan baru baur;
- ii. Ujian Had Atterberg (*Atterberg Limit*) bagi menentukan Index Keplastikan;
- iii. Ujian kandungan lembapan bagi menentukan kandungan lembapan di tapak.

Rekabentuk Campuran (Mix Design)

Sampel daripada *trial pit* juga akan digunakan untuk menjalankan rekabentuk campuran bagi menentukan parameter berikut;

- i. Kedalaman lapisan turapan yang akan dikitar semula;
- ii. Jenis dan kuantiti agen penstabil;
- iii. Kekuatan yang dicapai oleh lapisan *roadbase* baru selepas dikitar semula;

Cold-In-Place Recycling (CIPR)

- iv. Kuantiti dan gredan batu baur baru (jika perlu); dan
- v. Kandungan lembapan optimum (optimum moisture content) dan ketumpatan kering (dry density).

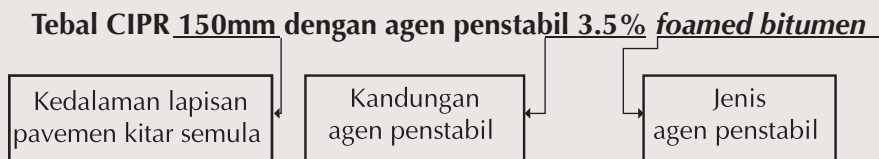
Rekabentuk campuran ditentukan dengan mengenalpasti jenis dan kuantiti agen penstabil, gredan dan kuantiti bahan lapisan pavemen yang dikitar semula. Kombinasi antara semua bahan kitar semula, agen penstabil dan tambahan batu baur baru (jika perlu) perlu mencapai kekuatan minimum yang ditetapkan.

Agen Penstabil

Terdapat pelbagai jenis agen penstabil yang boleh digunakan dalam kerja CIPR. Walau bagaimanapun, hanya tiga (3) jenis agen penstabil yang boleh digunakan sebagaimana yang dinyatakan dalam **JKR/SPJ2008S-4 Flexible Pavement** iaitu;

- i. *Simen*
- ii. *Bitumen emulsion*
- iii. *Foamed bitumen*

Contoh rekabentuk lapisan pavemen dikitar semula adalah seperti berikut;



Pembinaan

Kawalan semasa pembinaan adalah amat penting bagi memastikan lapisan pavemen yang dikitar semula bersama agen penstabil dipadatkan sebaiknya dan mencapai kekuatan yang dikehendaki. Kawalan kualiti yang diperlukan semasa pelaksanaan kerja CIPR adalah seperti berikut;

- i. Pengawalan ke atas kadar penggunaan agen penstabil di tapak bagi memastikan jumlah yang tepat semasa ianya dicampur bersama dengan bahan lapisan pavemen sedia ada yang dikitar semula.
- ii. Pengawalan terhadap kandungan lembapan bahan lapisan pavemen yang dikitar semula bagi memastikan lembapan optimum tercapai semasa pemadatan dijalankan.
- iii. Pengawalan terhadap kelajuan pergerakan mesin recycling yang mungkin mempengaruhi saiz batu baur bahan lapisan pavemen sedia ada yang dihancurkan semasa proses kitar semula dijalankan.
- iv. Pengawalan terhadap kedalaman lapisan pavemen sedia ada yang dikitar semula bagi memastikan kedalaman rekabentuk dipatuhi.

Cold-In-Place Recycling (CIPR)

- v. Pengawasan terhadap darjah kepadatan bahan lapisan pavemen yang telah dikitar semula dengan menjalankan ujian pemadatan selepas kerja pemadatan lapisan yang dikitar semula selesai.
- vi. Pelaksanaan ujian tebusan bagi menentukan ketebalan lapisan yang dikitar semula selepas kerja pemadatan selesai. Ujian tebusan dilaksanakan bagi memastikan ketebalan rekabentuk lapisan yang dikitar semula dipatuhi.
- vii. Ujian Kekuatan Mampatan (Unconfined Compressive Strength) bagi menentukan kekuatan lapisan yang dikitar semula mencapai kekuatan mampatan minimum yang ditetapkan sepertimana rekabentuk campuran.
- viii. Ujian Kekuatan Tegangan (Indirect Tensile Strength) bagi menentukan kekuatan lapisan yang dikitar semula mencapai kekuatan tegangan minimum yang ditetapkan .



Penyediaan trial pit.



Pengambilan sampel dari trial pit.



Penghamparan agen penstabil sebelum mesin recycling memulakan kerja.



Mesin recycling yang digunakan bagi tujuan mengitar semula lapisan pavemen sedia ada di tapak.

Cold-In-Place Recycling (CIPR)



Kerja mengitar semula lapisan pavemen sedia ada.



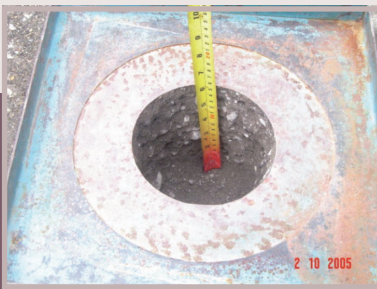
Pemeriksaan kedalaman lapisan yang dikitar semula sebelum dipadatkan.



Kerja pemadatan lapisan yang dikitar semula sedang dilaksanakan.



Ujian tebukan bagi menentukan ketebalan lapisan yang dikitar semula.



Ukuran kedalaman lapisan yang dikitar semula diambil selepas ujian pemadatan dijalankan.



Ujian pemadatan menggunakan kaedah sand replacement bagi menentukan darjah kepadatan lapisan yang dikitar semula.



Penyediaan sampel untuk Ujian Kekuatan Mampatan.



Binder course dan wearing course diturap di atas lapisan kitar semula.

Cold-In-Place Recycling (CIPR)



Lapisan kitar semula sebelum dipadatkan.



Lapisan kitar semula sedang dipadatkan.

Punca Kecacatan

Punca Kecacatan Pada Permukaan Jalan Asphalt Yang Baru Diturap

Jenis-jenis kecacatan yang mungkin kelihatan pada permukaan jalan asphalt yang baru diturap	'Bleeding'	Permukaan kering	Tompakan bitumen	Tekstur permukaan tak cantik	Permukaan kasar, tak rata	Permukaan pecah, terbongkah	'Joint' tak kemas	Kesan tayar penggelek	Berombak atau beralun	Banyak keretakan halus	Keretakan panjang, lebar	Agregat pecah	Permukaan terkoyak	Permukaan tergelincir
Mesin penurap/penggelak terlalu laju				X	X								X	
Asphalt tidak sehati semasa menurap			X	X	X	X							X	
Pekerja tidak mahir				X	X	X	X							
Tidak mengguna mesin penurap				X	X	X		X						
Tack coat terlalu banyak	X		X											X
Lapisan 'unbound' di bawah basah										X	X			X
Terlebih gelek dengan penggelek bergetar					X			X	X	X	X	X		X
Penggelek bergetar semasa undur/berhenti					X			X				X		
Kadar getaran terlalu tinggi/rendah					X									
Getaran terlalu tinggi penggelek bergetar					X					X		X		X
Penggelek terlalu berat					X			X	X	X	X	X		X
Penggelek berhenti di atas pavemen panas					X			X						
Gelek semasa asphalt terlalu sejuk				X	X	X	X	X						X
Gelek semasa asphalt terlalu panas				X	X		X	X	X	X		X		
Terlebih gelek				X						X	X	X		X
Tidak cukup gelek				X	X	X	X	X						X
Mesin penurap uzur				X	X	X	X		X			X	X	
Kerja penurapan tidak sempurna				X	X	X	X		X			X	X	
Asphalt terlalu sejuk				X	X	X	X	X				X	X	X
Asphalt terlalu panas		X											X	
Asphalt mengandungi air		X							X					X
Bancuhan asphalt tidak sehati	X		X	X	X	X			X					
Campuran asphalt tidak baik/seimbang	X		X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
Kandungan bitumen terlalu tinggi	X		X					X	X					X
Kandungan bitumen terlalu rendah		X					X			X			X	
Kandungan agregat halus terlalu tinggi				X				X	X	X				X
Asphalt terlalu kasar				X	X	X	X					X	X	
Tack coat tidak 'set' secukupnya									X					X
Tack coat tidak cukup atau tidak rata									X					X

Dipetik dari 'The Asphalt Institute Specification Series No. 1, November 1984'