

# INFRASTRUKTUR

## PENUAAN DINI DAN DURABILITAS PERKERASAN LAPIS TIPIS BETON ASPAL LAPIS AUS (HRS-WC) YANG MENGGUNAKAN ROADCEL-50

### Short Term Aging and Durability of Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) Using Roadcel-50

**Mashuri**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu 94118  
Email : mashuri\_70mt@yahoo.co.id

**Fira Astuti dan Joy Fredi Batti**

Alumni, Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako-Jalan Soekarno Hatta Km. 8 Palu  
94118  
Email : joy.fredi.batti@yahoo.com

---

#### ABSTRACT

*RoadCel-50 is an added material that has been used in asphalt pavement such as HRS. Its purpose is to improve the stability of the asphalt pavement. However, the effect of the use RoadCel-50 on short term aging and durability of asphalt pavement is very important to understand. The objective of this study was to determine the effect of RoadCel-50 on short term aging and durability of the pavement Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC). This research was conducted with the percentage of the RoadCel-50 are 0%, 0.1%, 0.2%, 0.3% and 0.4%.*

*This research was done at the Laboratory of Transportation and Highways Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, Tadulako University, Palu Central Sulawesi. The main equipment used in this study is Marshall testing machines. Manufacturing and testing of samples were conducted at STOA conditions.*

*The results of this study on the the condition of short term aging (STOA) shows that the use of RoadCel-50 can increase the stability of the pavement on the the percentage RoadCel-50 of 0.30% and Asphalt content of 7.7% which is 2281.40 kg. Stability in the condition STOA declined in the percentage RoadCel-50 of 0.40% and Asphalt content of 7.5% at 1178.87 kg. Applying RoadCel-50 on the HRS-WC can improve durability on the percentage RoadCel-50: 0.10% with 7.5% bitumen content.*

*Keywords: Roadcel-50, Short term aging, HRS-WC, STOA.*

#### ABSTRAK

*Roadcel-50 merupakan bahan tambah yang telah digunakan dalam perkerasan beraspal seperti HRS. Tujuannya adalah untuk meningkatkan stabilitas perkerasan beraspal. Namun demikian, pengaruh penggunaan Roadcel-50 terhadap penuaan dini dan durabilitas perkerasan beraspal sangat perlu diketahui. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh Roadcel-50 terhadap penuaan dini dan durabilitas perkerasan Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC). Penelitian ini dilakukan dengan persentase Roadcel-50 yaitu 0%, 0,1%, 0,2%, 0,3% dan 0,4%.*

*Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Sulawesi Tengah. Alat utama yang digunakan pada penelitian ini adalah alat pengujian Marshall. Pembuatan dan pengujian sampel pada kondisi STOA.*

*Hasil penelitian ini pada kondisi perlakuan penuaan dini (STOA) mendapatkan bahwa penggunaan Roadcel-50 dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran pada kadar Roadcel-50 0,30% dan Kadar Aspal 7,7% sebesar 2281,40 kg. Penurunan stabilitas kondisi STOA terjadi pada kadar Roadcel-50 0,40% dan Kadar aspal 7,5% sebesar 1178,87 kg. Penggunaan Roadcel-50 pada HRS-WC dapat memperbaiki durabilitasnya pada kadar Roadcel-50 0,10% dengan kadar aspal 7,5%.*

*Kata kunci: Roadcel-50, penuaan dini, HRS-WC, STOA*

#### PENDAHULUAN

Lapisan permukaan (lapis aus) berupa lapis tipis aspal beton (Lataston) atau Hot Rolled Sheet (HRS) terletak paling atas pada perkerasan, yang bersentuhan langsung dengan roda kendaraan.

Selain itu lapisan ini juga sangat dipengaruhi oleh cuaca dan kondisi lingkungan sekitarnya. Dalam hal ini *Hot Rolled Sheet – Wearing Coarse (HRS-WC)* menerima langsung tegangan yang sangat besar akibat beban kendaraan sehingga butuh stabilitas

yang cukup disamping dengan memperhatikan durabilitasnya.

Saat ini banyak penelitian-penelitian tentang penggunaan bahan tambah pada HRS-WC untuk meningkatkan kualitas campuran beton aspal seperti bahan tambah Roadcel-50.

Dari hasil penelitian yang dilakukan selama ini dengan penambahan Roadcel-50 ke dalam HRS-WC dapat meningkatkan stabilitas dari suatu perkerasan. Tetapi disisi lain belum diketahui dampak penambahan Roadcel-50 terhadap penuaan dini dan durabilitas suatu campuran.

Berdasarkan hal diatas, maka dari penelitian ini akan diteliti mengenai penuaan dini dan durabilitas campuran HRS-WC dengan menggunakan bahan tambah Roadcel-50.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan Roadcel-50 terhadap penuaan dini dan durabilitas campuran perkerasan HRS-WC. Manfaat penelitian ini adalah dapat menambah referensi dalam ilmu rekayasa perkerasan jalan raya juga memperkaya khasanah pengetahuan dibidang perkerasan jalan.

Batasan penelitian ini mencakup hal hal sebagai berikut:

- a) Penelitian menggunakan aspal pen 60/70 dengan kadar variasi serat selulosa Roadcel-50 (0,0%, 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,4%) terhadap KAO yaitu 6,9%, 7,1%, 7,3%, 7,5% dan 7,7%
- b) Penelitian ini melihat pengaruh penambahan kadar variasi Roadcel-50 terhadap penuaan dini dan durabilitas pada campuran HRS-WC.
- c) Durabilitas campuran hanya didasarkan pada ketahanan terhadap pengausan akibat *impact* (tumbukan/pembebanan) beban lalu lintas yaitu dengan pengujian Cantabro.
- d) Untuk mengukur penuaan dini digunakan uji STOA dari SHRP.
- e) Perancangan campuran (Mix Design) dan analisa campuran mengacu pada SNI dan standar – standar lainnya yang dianut Bina Marga dan ASTM.

## TINJAUAN PUSTAKA

### a. Jenis perkerasan jalan

Bahan perkerasan jalan merupakan salah satu faktor utama dari beberapa faktor lainnya, yang menentukan kestabilan perkerasan jalan. Jenis perkerasan jalan berdasarkan material pembentuknya di bagi menjadi (Sukirman, S., 1992 hal. 4):

- a) Perkerasan Lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasaannya

bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

- b) Perkerasaan Kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- c) Perkerasan Komposit (*composite pavement*) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Pada umumnya susunan lapisan perkerasan terdiri dari beberapa lapisan struktur perkerasan yang masing-masing berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan mendistribusikan beban ke lapisan di bawahnya sesuai dengan daya dukungnya sehingga tanah masih bisa mendukung perkerasan tersebut secara keseluruhan. Adapun susunan konstruksi perkerasan terdiri dari (Sukirman, S., 1992 hal. 8):

- a) Lapis permukaan (*surface course*)
- b) Lapis pondasi atas (*base course*)
- c) Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
- d) Tanah dasar (*subgrade*)

Dalam hal ini, Lapis Tipis Beton Aspal Lapis Aus (HRS-WC) merupakan lapis permukaan yang terletak paling atas dan bersentuhan langsung dengan roda roda kendaraan.

### b. Hot Rolled Sheet-Wearing Coarse (HRS-WC)

Menurut Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Divisi VI Perkerasan Beraspal Tahun 2010, hal. 6-27 bahwa, *Hot Rolled Sheet-Wearing Coarse (HRS-WC)* merupakan bagian dari campuran beraspal panas jenis HRS/Lataston dengan penggunaan agregat bergradasi senjang.

Lapisan permukaan (lapis aus) berupa lapis tipis aspal beton (Lataston) atau Hot Rolled Sheet (HRS) terletak paling atas pada perkerasan, yang bersentuhan langsung dengan roda kendaraan. Karakteristik yang terpenting dari campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas, namun lapisan lagi dituntut juga memiliki stabilitas yang cukup dalam menerima beban lalu lintas yang secara langsung bekerja pada lapisan ini (Sukirman, S., 2007 hal. 110). Sementara persyaratan yang harus dipenuhi oleh Lataston/HRS termuat dalam Tabel 1.

Ketentuan batas-batas bergradasi senjang yaitu bahan yang lolos ayakan 2,36 mm tetapi tertahan ayakan 0,600 mm harus di perhatikan, campuran di

buat dengan rongga dalam campuran pada kepadatan membal (*refusal*) sebesar 2% yang di

tunjukkan Tabel 1. Spesifikasi gradasi HRS-WC dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Spesifikasi campuran Lataston (HRS)

Sifat-sifat Campuran	Lataston		
	WC	BC	
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,7	1,7
Jumlah tumbukan per bidang	-	75,0	75,0
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min	4,0	4,0
	Max	6,0	6,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	68
Stabilitas Marsall (kg)	Min	800	800
Pelelehan (mm)	Min	3	3
Marsall Quotient (kg/mm)	Min	250	250
Stabilitas Marsall sisa (%) setelah perendaman 24 jam, 60°C	Min	90	90
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal ( <i>refusal</i> )	Min	3	3

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010

**Tabel 2.** Gradasi Agregat Untuk Campuran Beton Aspal Tipe HRS/Lataston

Ukuran Saringan (mm)	% Berat Yang Lolos	
	Lataston (HRS)	
	WC	Base
37,5	-	-
25	-	-
19	100	100
12,5	90 - 100	90 - 100
9,5	75 - 85	65 - 90
4,75	-	-
2,36	50 - 72 <sup>3</sup>	35 - 55 <sup>3</sup>
1,18	-	-
0,600	35 - 60	15 - 35
0,300	-	-
0,150	-	-
0,075	6 - 10	2 - 9

Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010

c. Serat Selulosa Roadcel-50

Roadcel 50 adalah nama yang digunakan untuk serat selulosa *oleophilic micronized* yang digunakan sebagai bahan stabilisasi bagi aspal pada campuran beraspal. Roadcel 50 diproduksi di Jakarta dan telah digunakan pada beberapa ruas jalan di Indonesia untuk meningkatkan kinerja jalan (Rusmawan W., 1999).

Roadcel-50 suatu bahan tambah yang terbuat dari bubur kayu (*pulp*) yang diproduksi dengan proses khusus dan mengandung 90% serat selulosa, roadcel-50 tidak bereaksi dan tidak bersenyawa dengan material lain yang ada dalam campuran HRS-WC. Kandungan Roadcel 50 dalam campuran relatif rendah, yaitu sekitar 0,3% dari total berat campuran (Brosur Roadcel 50, 1997).

Fungsi Roadcel-50 dalam menstabilkan aspal terlihat adanya beberapa perubahan properties dari campuran aspal dan Roadcel 50 terhadap aspal murni: Kenaikan titik lembek, penurunan penetrasi semu dan penurunan kelelahan.

Sifat sifat fisik Roadcel-50 disajikan pada Tabel 3 dan unsur kimia dari Roadcel-50 sebagai mana yang telah diuraikan dalam Tasripin, S., 1998 terdiri dari selulosa (*wood*) Fiber ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>, dan naturally occurring clay (Koalin-  $H_2Al_2Si_2O_8H_2O$ ).

**Tabel 3.** Sifat Sifat Fisik Roadcel-50

Sifat-sifat Roadcel-50	Kondisi Kering
Bentuk	Serat seperti kapas
Warna	Abu-abu
Tampilan	Serat memanjang dan permukaan halus

Sumber: PT. Olah Bumi mandiri Dalam Basri, Hamdani Tahun 2010

d. Hubungan antara Roadcel-50 dengan aspal

Salah satu problem yang muncul dalam konstruksi aspal adalah *aging/penuaan*, yaitu suatu proses yang menyebabkan aspal berkurang/kehilangan sifat adesif dan daktilitasnya. Problem ini pada gilirannya menyebabkan terjadinya kerusakan dini, dan menimbulkan kerugian yang cukup berarti.

Proses *aging* tersebut dapat diperlambat dengan teknologi penambahan pada *Hot Rolled Sheet-Wearing Coarse* dengan bahan Roadcel-50. Kombinasi karakteristik gradasi senjang dan sifat absorbs roadcel terhadap aspal memungkinkan terjadinya lapis permukaan yang lebih tebal sehingga proses oksidasi akan jauh lebih lambat.

Roadcel adalah salah satu jenis dari berbagai jenis selulosa yang ada dan merupakan diversifikasi terbaru dari barisan produk-produk *derivate* selulosa, yang memiliki panjang serat yang lebih panjang dan diameter yang lebih kecil, maka akan menghasilkan kapasitas absorbs terhadap aspal yang lebih besar.

Fungsi Roadcel dalam menstabilisasi aspal terlihat dari adanya beberapa perubahan *properties* dari campuran aspal dan model terhadap aspal murni, yaitu kenaikan titik lembek, penurunan penetrasi semu dan penurunan kelelahan. Mekanisme stabilisasi kelelahan itu secara mikro terjadi melalui absorbs aspal oleh selulosa. Proses ini menyebabkan sifat-sifat kinetis (mobilitas) dari partikel-partikel aspal sehingga menghasilkan

integritas dari bulk aspal tanpa mengurangi sifat kelenturan dan adhesinya.

Proses *aging* dimulai oleh mutasi resin menjadi polymer (*asphaltene*) dan/atau menjadi molekul kecil yang mudah menguap sehingga menyebabkan penurunan fraksi Maltene mengingat bahwa fungsi senyawa tersebut adalah sebagai *stabilizer* koloid aspal maka proses ini akan mengganggu kestabilan aspal dan menyebabkan aspal menjadi rapuh.

Selulosa dapat menunda proses *aging* melalui mekanisme sebagai berikut: ditinjau dari sudut pandang campuran, aspal digolongkan sebagai koloid dari fase *continue* minyak yang non polar dan fase diskrit *asphaltene* yang polar. Koloid tersebut menjadi stabil oleh adanya pengaruh berbagai macam resin yang bersifat semi polar dan mengililingi fraksi *asphaltene*. Selulosa bersifat semi polar sehingga mampu menyerap fraksi resin tersebut sehingga dapat memperlambat proses oksida dan polymerisasi.

e. Penuaan dini (*short term aging process*)

Menurut Suparma, Latif Tahun 2001 bahwa Proses terjadinya penuaan campuran aspal disebabkan oleh faktor seperti kadar penguapan, oksidasi, dan kekakuan bitumen pada campuran. Hasil – hasil dari proses penuaan ini akan meningkatkan kerapuhan dan modulus elastisitas dari campuran bitumen.

Penuaan ini menyebabkan terjadinya pengerasan pada aspal dan selanjutnya akan meningkatkan kekakuan campuran beraspal sehingga akan mempengaruhi kinerja campuran tersebut. Peningkatan kekakuan ini akan meningkatkan ketahanan campuran terhadap deformasi permanen dan kemampuan untuk menyebarkan beban yang diterima, tetapi dilain pihak akan menyebabkan campuran menjadi lebih getas sehingga akan cepat retak dan akan menurunkan ketahanannya terhadap beban berulang.

*Short – Term Oven Aging* (STOA) merupakan metode pengujian yang dikembangkan oleh *Strategic Highway Research Program* (SHRP) Project A – 003 A. Pada metode pengujian STOA dilakukan proses pemanasan oven di laboratorium selama 4 jam pada campuran lepas (*loose mixture*) panas dengan temperatur 135 °C (Kandhal PS. dan Chakraborty S., 1996 hal. 5). Pengovenan ini dimaksudkan untuk mensimulasikan proses penuaan pada campuran aspal selama proses konstruksi; pencampuran, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan.

Pada penelitian penuaan dini akan menghasilkan nilai dari pengujian karakteristik campuran yang mengalami pemanasan oven selama 4 jam dengan suhu 135 °C pada campuran lepasnya yang di uji dengan alat Marshall.

Adapun prosedur pengujian penuaan dini adalah sebagai berikut:

- a) Siapkan satu timbangan agregat (1200 kg) dan aspal, kemudian dicampur mengikuti prosedur yang sama seperti halnya desain campuran. Selanjutnya campuran aspal lepas diaduk merata di wajan dengan kecepatan sekitar 21 - 22 kg/m<sup>2</sup>.
- b) Dalam prosedur oven penuaan dini atau jangka pendek, campuran lepas akan dipanaskan selama 4 jam dalam oven pada suhu 135°C sebelum pemadatan.
- c) Campuran lepas diaduk dan berbalik satu jam sekali untuk memastikan seluruh campuran rata terkena panas dalam oven.
- d) Setelah proses oven penuaan dini atau jangka pendek, campuran lepas dibawa ke suhu pemadatan dan dipadatkan menggunakan alat pemadatan sesuai dengan prosedur pemadatan seperti biasanya.
- e) Dalam penelitian ini, campuran yang dipadatkan akan mengalami penuaan oven jangka panjang, yang kemudian diuji dengan alat Marshall untuk di ketahui stabilitasnya.

f. Durabilitas campuran

Durabilitas aspal adalah kemampuan aspal untuk menghambat laju penuaan dini (Permana R., dan Aschuri I., 2009, hal. 3) .

Menurut Manual Pekerjaan Beraspal Panas, Buku 1: Petunjuk Umum, Departemen Kimpraswil, 2008, pengujian kuantitatif yang biasanya dilakukan untuk mengetahui durabilitas aspal adalah pengujian penetrasi, titik lembek, kehilangan berat dan daktilitas. Pengujian ini dilakukan pada benda uji yang telah mengalami *Pressure Aging Vessel (PAV)*, *Thin Film Oven Test (TFOT)* dan *Rolling Thin Film Oven Test (RTFOT)*. Dua proses terakhir merupakan proses penuaan yang banyak digunakan untuk mengetahui durabilitas aspal.

g. Uji Cantabro

Proses ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan campuran untuk menahan akibat pembebanan oleh beban roda kendaraan, pembebanan yang berulang-ulang akan menyebabkan lapisan tersebut terjadi penurunan kekuatan. Untuk menguji kekuatan dari campuran dilakukan pengujian terhadap *impact/abrasi*. Tujuan

pengujian ini adalah untuk menentukan kerugian *Cantabro* yang didefinisikan sebagai prosentase kehilangan berat setelah dilakukan 300 kali putaran sehubungan dengan berat awal benda uji (Suparma, 2001). Prosentase kehilangan berat yang dapat diterima tidak lebih dari 25 % pada temperatur 25<sup>0</sup> C pengujian. Sesuai dengan *European Standard Draft Test Method PrEN 12697-17*. Simulasi yang dilakukan pada benda uji ini dengan menggunakan mesin abrasi Los Angeles (tanpa menggunakan bola-bola baja).

*Cantabro test* adalah salah satu test di laboratorium untuk mengetahui besarnya batas kekuatan hancur/keausan akibat pengaruh *impact* (tumbukan/pembebanan) beban roda lalu lintas pada lapis perkerasan. Pembebanan lalu lintas pada lapis permukaan perkerasan secara berulang-ulang akan menyebabkan lapis perkerasan menjadi aus, hal ini akan menyebabkan lapis perkerasan mengalami penurunan sifat daya tahan `mesin tes abrasi Los Angeles tanpa menggunakan bola baja.

Prinsip dasar dari *Cantabro test* adalah membandingkan besarnya berat pada campuran beraspal yang telah dilakukan pengujian dengan berat semula. Besarnya kehilangan berat pada *Cantabro test* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Suparma, Latif, 2001):

$$CAL_i = \frac{(mi_1 - mi_2)}{mi_1} \times 100 \quad \dots(1)$$

Dimana:

CAL<sub>i</sub> = *Cantabro Abrasion Loss (%)*

Mi<sub>1</sub> = berat mula-mula benda uji (*specimen*) (gr)

Mi<sub>2</sub> = berat benda uji (*specimen*) setelah pengujian (gr)

## METODE PENELITIAN

a. Ikhtisar penelitian

Ikhtisar penelitian dibuat untuk memandu kegiatan penelitian dalam mencapai tujuan yang ingin dicapai. Ikhtisar penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

b. Bahan penelitian

Bahan penelitian terdiri dari aspal Pen. 60/70 produksi Pertamina, agregat kasar dan filler diperoleh dari Pabrik pemecah batu di Taipa, agregat halus diperoleh dari Sungai Palu.

c. Peralatan penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi alat pengujian sifat fisik dan mekanis aspal, 1 set saringan agregat, 1 set alat pengujian Marshall.

d. Pemeriksaan material agregat dan aspal

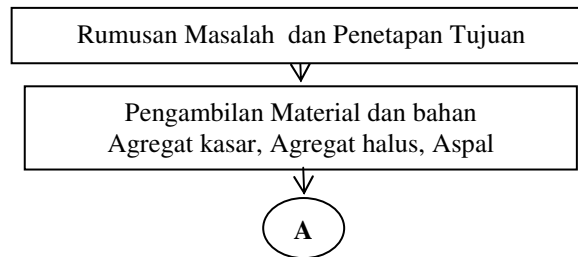
Pemeriksaan aspal meliputi penetrasi, titik lembek, Berat jenis, Titik nyala dan Titik bakar dan Daktilitas aspal. Sementara pemeriksaan agregat kasar meliputi Berat jenis, Abrasi dan Analisa saringan. Pemeriksaan agregat halus dan filler meliputi Berat jenis dan analisa saringan.

e. Pembuatan benda uji

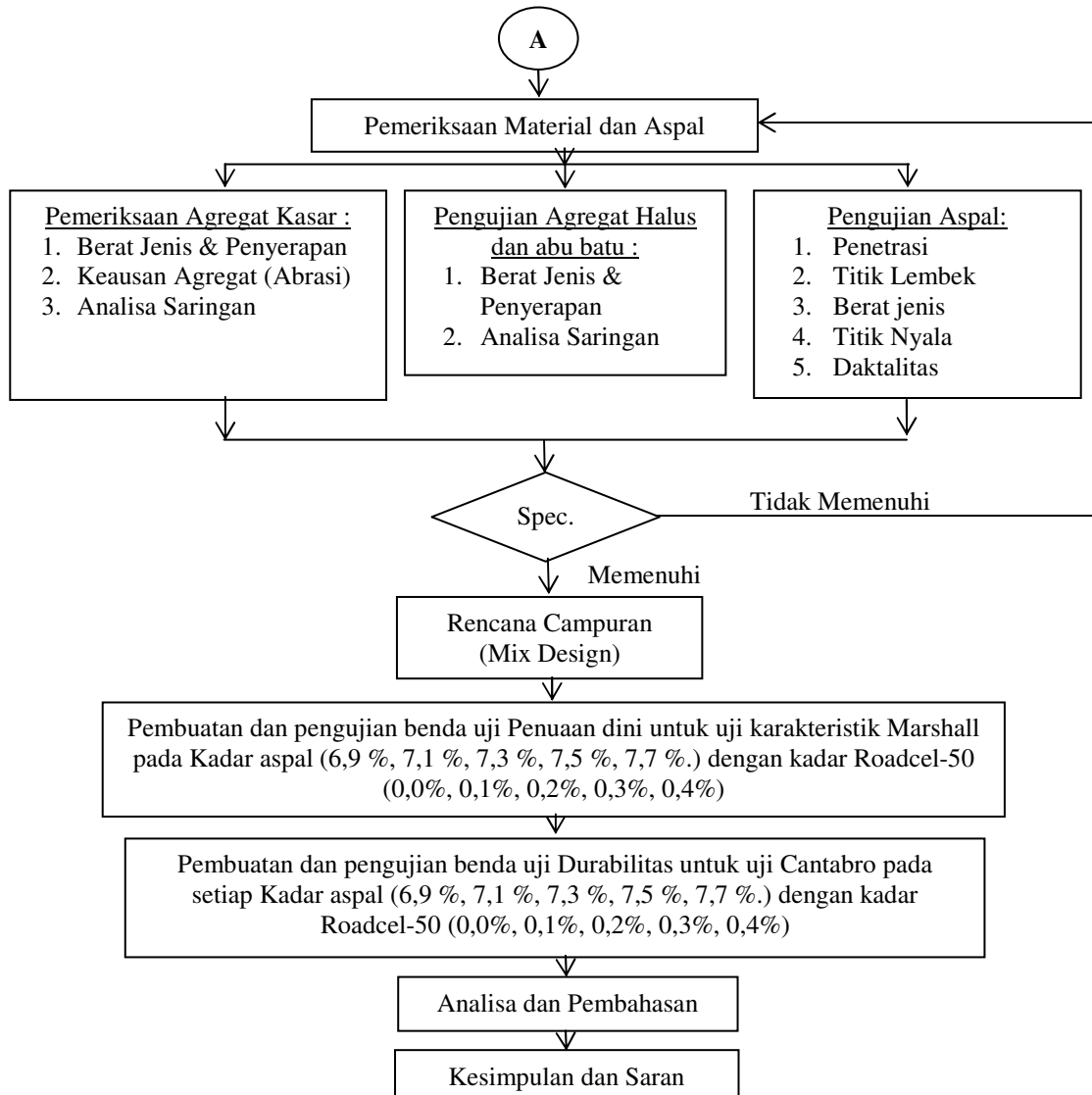
Pembuatan benda uji campuran HRS-WC menggunakan Kadar Aspal Optimum dan kadar Roadcel-50 seperti yang telah dilakukan oleh Basri, Hamdhani, 2010.

f. Pengujian benda uji

Pengujian benda uji dilakukan dengan alat Marshall dan Cantabro.



Gambar 1. Ikhtisar Penelitian



Gambar 1. Ikhtisar Penelitian (lanjutan)

g. Analisa dan Pembahasan

Data variasi kadar Roadcel-50 sebagai variabel bebas sementara Data karakteristik Marshall seperti Stabilitas, Flow, MQ serta data Volumetrik campuran seperti VIM, VFB, VMA merupakan variabel terikat

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

a. Pengaruh Penambahan Variasi Roadcel 50 terhadap Penuaan Dini (*Short Term Aging Process*) Campuran Lapis Tipis Beton Aspal

a) Kepadatan campuran

Hasil pemeriksaan kepadatan campuran dengan perlakuan STOA disajikan pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui nilai kepadatan maksimum sebesar 2,310 kg/cm<sup>3</sup> yaitu pada kadar aspal 7,7 % dan kadar Roadcel-50 0,2%.

Dari Tabel 4 juga terlihat bahwa pada kondisi 0,0% kadar Roadcel-50 terdapat fenomena yaitu meningkatnya kadar aspal cenderung meningkatkan nilai kepadatan campuran pengujian STOA bila dibandingkan dengan nilai kepadatan benda uji standar. Ini berarti pemakaian aspal dari 6.9% - 7.7% dapat mengurangi proses penuaan dini perkerasan AC-WC dilihat dari nilai kepadatannya.

Bila dilihat nilai kepadatan STOA dan kepadatan benda uji standar, maka kadar 0.2% Roadcel 50 dalam campuran merupakan kadar yang paling optimum untuk semua kadar aspal (6.9% - 7.7%) karena nilai Kepadatan benda uji STOA > Kepadatan Benda Uji Standar. Hal ini berarti bahwa kadar 0.2% Roadcel-50 dapat menekan proses penuaan dini pada campuran AC-WC dilihat dari nilai kepadatannya.

**Tabel 4.** Nilai Kepadatan dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA dan Kondisi Pengujian Standar

Kadar Aspal (%)	Nilai Kepadatan (gr/cm <sup>3</sup> )				
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)				
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
6,9	2,309 (2.324)	2,308 (2.293)	2,296 (2.266)	2,294 (2.288)	2,291 (2.233)
7,1	2,293 (2.288)	2,290 (2.297)	2,292 (2.268)	2,287 (2.293)	2,286 (2.235)
7,3	2,286 (2.286)	2,293 (2.300)	2,280 (2.270)	2,280 (2.297)	2,288 (2.236)
7,5	2,303 (2.290)	2,290 (2.304)	2,301 (2.273)	2,285 (2.301)	2,303 (2.238)
7,7	2,307 (2.300)	2,307 (2.308)	2,310 (2.275)	2,299 (2.305)	2,308 (2.240)

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

Keterangan: ( ) Nilai kepadatan pada benda uji standar

**Tabel 5.** Nilai VIM dengan Variasi Roadcel 50 kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai VIM (%)					Spek
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)					
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	
6,9	5,127 (5.699)	5,291 (5.521)	5,337 (5.567)	5,577 (5.643)	5,628 (6.004)	4-6
7,1	5,802 (5.772)	5,649 (5.369)	5,619 (5.413)	5,636 (5.469)	5,697 (5.830)	
7,3	5,507 (5.791)	5,638 (5.206)	5,863 (5.250)	5,930 (5.294)	5,677 (5.650)	
7,5	5,940 (5.758)	5,935 (5.033)	5,608 (5.078)	5,801 (5.119)	5,009 (5.463)	
7,7	4,939 (5.670)	4,780 (4.850)	4,592 (4.897)	4,580 (4.943)	4,540 (5.269)	

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

**Tabel 6.** Nilai VMA dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai VMA (%)					Spek
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)					
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	
6,9	18,345	18,290	18,231	18,006	18,119	<b>Min. 18</b>
7,1	18,109	18,110	18,152	18,234	18,354	
7,3	18,029	18,277	18,539	18,664	18,512	
7,5	18,581	18,711	18,495	18,729	18,112	
7,7	18,124	18,122	18,024	18,064	18,093	

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

b) Void in Mix (VIM)

Bila nilai VIM semakin tinggi menunjukkan semakin besarnya rongga udara dalam campuran.

Hasil pemeriksaan VIM campuran pada kondisi KAO perlakuan STOA untuk masing-masing variasi kadar Roadcel-50 dapat dilihat pada Tabel 5 di atas. Dari Tabel 5 ini terlihat bahwa nilai VIM yang ideal sesuai spesifikasinya yaitu pada kadar aspal 7,5% dan pada kadar Roadcel-50 0,4% yaitu sebesar 5,009%. Namun demikian terdapat suatu fenomena bahwa penambahan Roadcel 50 yang tidak sesuai dengan besarnya kadar aspal dalam campuran akan cenderung membuat nilai VIM menjadi tinggi yang artinya campuran akan cenderung mudah dimasuki oleh air dan udara. Pemakaian kadar Roadcel 50 yang tinggi harus juga dibarengi dengan penggunaan kadar aspal yang tepat agar nilai VIM campuran menjadi kecil. Sebagai contoh penggunaan kadar aspal 7,7% dan kadar Roadcel-50 dari 0% - 0,4% cenderung nilai VIM-nya lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai VIM untuk kadar aspal 6,9% - 7,5% pada masing masing kadar Roadcel-50 yang bersesuaian.

c) VMA

Hasil pemeriksaan nilai VMA campuran beton aspal lapis aus kondisi STOA pada

beberapa variasi kadar Roadcel 50 disajikan pada Tabel 6. Bila dilihat pada Tabel 6 di atas dapat diprediksi bahwa penggunaan kadar 7,5% memberikan nilai VMA yang relatif jauh ke atas dari VMA minimum campuran yaitu min. 18%. Kemudian VIM tertinggi didapatkan dari kadar aspal 7,5% dan kadar Roadcel 50 sebesar 0,30%.

d) Persentase Rongga terisi aspal (VFB)

Hasil pengujian nilai VFB campuran beton aspal lapis aus pada beberapa variasi Roadcel 50 disajikan pada Tabel 7.

Dari Tabel 7 terlihat bahwa kadar aspal yang memberikan nilai VFB yang terbesar pada setiap variasi Roadcel 50 adalah kadar aspal 7,7%. Dari Tabel ini juga terlihat bahwa penggunaan kadar aspal yang relatif kecil pada campuran beton aspal lapis aus yang menggunakan Roadcel 50 cenderung akan memperkecil nilai VFB campuran artinya kurangnya rongga yang terisi oleh aspal setelah proses pemadatan selesai. Hal ini akan membuat campuran berkurang durabilitasnya.

e) Stabilitas Marshall

Hasil pengujian Stabilitas Marshall campuran beton aspal lapis aus kondisi STOA pada beberapa variasi kadar Roadcel-50 disajikan pada Tabel 8.

**Tabel 7.** Nilai VFB dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai VFB (%)					Spek
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)					
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	
6,9	71,974	71,050	70,707	69,053	68,949	<b>Min. 68</b>
7,1	68,033	68,836	69,049	69,119	68,978	
7,3	69,635	69,192	68,424	68,245	69,354	
7,5	68,157	68,337	69,749	69,307	72,573	
7,7	72,771	73,706	74,532	74,759	74,911	

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012



**Tabel 8.** Nilai Stabilitas Marshall Beton Aspal lapis Aus dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai Stabilitas (Kg)				
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)				
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
6,9	2148,875	2031,886	1838,026	1889,055	1822,100
<b>7,1</b>	1563,843	1881,414	1973,717	2145,246	2200,360
<b>7,3</b>	1983,462	1753,649	2126,629	2167,819	1842,195
<b>7,5</b>	1463,592	1903,778	1690,86	1539,205	1178,872
<b>7,7</b>	1347,795	1742,684	1740,082	2281,400	2275,668

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

**Tabel 9.** Nilai Kelelahan Beton Aspal lapis Aus dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai Flow (mm)					Spek.
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)					
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	
<b>6,9</b>	4,303	4,357	4,453	4,633	4,383	
<b>7,1</b>	3,773	3,217	4,013	4,193	4,563	
<b>7,3</b>	4,413	4,307	4,103	4,143	3,770	<b>Min. 3</b>
<b>7,5</b>	5,413	5,403	4,627	4,763	4,467	
<b>7,7</b>	4,673	5,183	4,823	5,160	5,253	

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

**Tabel 10.** Nilai Marshall Quotient (MQ) Beton Aspal lapis Aus dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai Marshall Quotient (kg/mm)					Spek. (kg/mm)
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)					
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	
<b>6,9</b>	501,0306	466,4205	413,232	410,5197	415,827	
<b>7,1</b>	418,2194	584,8513	489,3407	513,4621	482,691	
<b>7,3</b>	451,0166	412,2681	520,4508	524,9616	495,1962	250
<b>7,5</b>	269,7197	353,4792	393,4811	323,8873	269,3279	
<b>7,7</b>	288,5481	336,2515	360,8619	443,718	433,8694	

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

Berdasarkan Tabel 8 di atas dapat diperkirakan bahwa kadar aspal yang baik pada perkerasan beton aspal lapis aus yang menggunakan Roadcel 50 dari 0.0% - 0.40% adalah Kadar aspal 7.1% dan 7.7%. Hal ini disebabkan oleh adanya kecenderungan nilai stabilitas Marshall semakin naik seiring bertambahnya kadar Roadcel 50 dalam campuran. Sehingga untuk kondisi STOA, kadar aspal 7.1% dan 7.7% adalah kadar aspal terbaik bila campuran menggunakan Roadcel-50.

f) Kelelahan (*flow*)

Hasil pemeriksaan nilai kelelahan campuran AC-WC pada beberapa variasi kadar Roadcel 50 kondisi STOA disajikan pada Tabel 9. Dari Tabel 9, dapat diketahui nilai flow yang lebih mendekati spesifikasi (min. 3 mm) yaitu pada kadar aspal 7,1% dengan kadar Roadcel-50 sebesar 0,1% adalah 3,217 mm. Penambahan kadar Roadcel-50 terhadap beberapa kadar aspal untuk penuaan dini (STOA) menghasilkan nilai flow cenderung meningkat pada beberapa kadar aspal dari masing-masing keadaan normalnya.

**Tabel 11.** Nilai Cantabro Lost Beton Aspal lapis Aus dengan Variasi Roadcel 50 Kondisi STOA

Kadar Aspal (%)	Nilai Cantabro Test (%)					Spek.
	Variasi Kadar Roadcel-50 (%)					
	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	
6,9	1,764	0,995	0,608	0,935	0,901	
7,1	2,023	1,471	1,038	1,590	1,031	
7,3	1,340	0,738	1,661	0,993	0,654	≤ 25%
7,5	0,763	0,273	0,975	0,512	0,635	
7,7	0,326	0,640	1,023	1,137	0,860	

Sumber: Hasil pemeriksaan, 2012

g) Nilai Marshall Quotient(MQ)

Hasil pemeriksaan Marshall Quotient (MQ) campuran kondisi STOA disajikan pada Tabel 10. Dari Tabel 10 tersebut dapat diketahui adanya kecenderungan nilai MQ kondisi STOA akan semakin kecil seiring bertambahnya kadar Roadcel 50 dalam campuran AC-WC yang artinya campuran semakin kaku. Namun demikian penggunaan kadar Roadcel 50 dari 0.0% - 0.40% serta kadar aspal dari 6.9% - 7.7% masih memenuhi MQ spesifikasi yaitu minimal 250 kg/mm.

b. Pengaruh Penambahan Variasi Roadcel 50 terhadap Durabilitas Campuran Lapis Tipis Beton Aspal

Prinsip dasar dari pengujian ini adalah membandingkan besarnya berat pada campuran beraspal yang telah dilakukan pengujian dengan berat semula. prosentase kehilangan berat yang dapat diterima (dikatakan baik terhadap durabilitas) tidak lebih 25% dari berat semula campuran pada temperatur 25°C.

Hasil pengujian nilai Cantabro campuran AC-WC pada beberapa variasi kadar Roadcel 50 kondisi STOA disajikan pada Tabel 11. Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa pada rentang Kadar aspal 6.9% - 7.5% dengan variasi kadar Roadcel 50, 0.0% - 0.40% nilai Cantabro perkerasan AC-WC cenderung menurun yang berarti perkerasan lebih awet terhadap gesekan roda roda kendaraan. Namun demikian penggunaan kadar aspal 7.7% dengan variasi Roadcel 50 antara 0.0% - 0.40% cenderung meningkatkan nilai Cantabrtonya yang berarti perkerasan berkurang keawetannya dalam melayani arus lalu lintas.

**KESIMPULAN**

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari pembahasan sebelumnya adalah:

- Pengaruh penambahan Roadcel-50 terhadap stabilitas kondisi STOA yaitu dapat meningkatkan nilai stabilitas pada kadar aspal 7,7% dan kadar Roadcel-50 0,3% sebesar 2281,400 kg. Dan penambahan Roadcel-50 yang dapat menurunkan stabilitas yaitu pada kadar aspal 7,5% dan kadar Roadcel-50 0,4% sebesar 1178,872 kg.
- Pengaruh Penambahan Roadcel-50 terhadap nilai flow minimum untuk penuaan dini yaitu pada KAO 7,1% dan kadar Roadcel-50 0,1% sebesar 3,217 mm.
- Pengaruh penambahan Roadcel-50 terhadap Durabilitas dari nilai Cantabro yang tahan dari gesekan yaitu berada pada kadar aspal 7,5% dan kadar Roadcel-50 0,1%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Basri, Hamdani., (2010), *Studi Karakteristik Campuran HRS-WC yang Menggunakan Bahan Tambah Roadcel-50*, Skripsi, Universitas Tadulako, Palu.

Departemen permukiman dan Prasarana Wilayah, (2010), *Spesifikasi Umum Bina Marga, Divisi 6 Perkerasan Beraspal*, Jakarta.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, (2008), *Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas Buku 1: Petunjuk Umum*, Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, Jakarta.

Kandhal, PS. dan Chakraborty S., (1996), *Effect of Asphalt Film Thickness on Short and long Term Aging of Asphalt Paving Mixtures*, National Centre for Asphalt Technology (NCAT), Auburn University, Alabama.

- Permana R., dan Aschuri I., (2009), *Studi Sifat Sifat Reologi Aspal yang Dimodifikasi Limbah Tas Plastik*, Simposium ke-XII FSTPT Universitas Kristen Petra Surabaya, Surabaya.
- Rusmawan W., (1999), *Evaluasi Laboratorium Aspal Beton Mengandung Roadcel-50*, Thesis Magister Highway System Engineering, Institut Teknologi Bandung, Indonesia, Unpublished.
- Sartiyono, Tasripin, (1998), *Penelitian Laboratorium untuk Split Mastic Asphalt (SMA) dengan Bahan Tambah Roadcel-50*, Tesis Magister Sistem dan Teknik Jalan Raya, ITB, Bandung.
- Sukirman, S., (2007), *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Sukirman S., (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit NOVA, Bandung.
- Suparma, L.B., (2001), *The Use of Recycled Waste Plastics in Bitumenous Composites*, PhD Thesis, School of Civil Engineering, The University of Leeds.