

# PENGARUH GRADASI AGREGAT TERHADAP WORKABILITAS CAMPURAN ASPAL PANAS

**Sri Widodo**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jalan A.Yani Tromol Pos I Pabelan Kartasura Surakarta 57102

## ABSTRAK

*Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji workabilitas Asphalt Concrete (AC), Hot Rolled Sheet (HRS) dan Asphalt Treated Based (ATB) dengan menggunakan alat Marshall dengan 5 (lima) macam jenis gradasi campuran agregat. Jenis gradasi campuran agregat tersebut adalah pada batas bawah, tengah, batas atas, antara batas bawah dan tengah, antara batas atas dan tengah dari spesifikasi gradasi masing-masing campuran AC, HRS dan ATB. Pengujian dilakukan pada kadar aspal optimum dan temperatur pemadatan 140°C. Kadar aspal optimum dicari dengan menggunakan gradasi tengah. Pengujian dilakukan dengan Alat Marshall sebagai pengganti alat Gyratory dengan menggunakan ekivalensi kepadatan 2 x1 kali tumbukan Marshall setara dengan 1,6 putaran alat Gyratory. Pengukuran porositas campuran dilakukan masing-masing pada tumbukan Marshall 2x5, 2x10, 2x20, 2x40, 2x60, dan 2x75. Dari persamaan hubungan antara log jumlah putaran alat Gyratory dan porositas, dapat dihitung Workabilitas Index (WI) dari masing-masing campuran aspal panas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semuanya tidak menunjukkan workabilitas campuran yang baik, karena nilainya kurang dari 6. Akan tetapi dari ketiga macam campuran aspal tersebut ATB menunjukkan workabilitas paling baik dengan WI rata-rata =2,98, disusul HRS dengan WI= 2,80 dan AC dengan WI =2,64.*

**Kata kunci :** gradasi, campuran aspal, porositas, workabilitas

## PENDAHULUAN

Hampir semua lapis permukaan jalan di Indonesia menggunakan campuran aspal panas, karena memang lapis permukaan jalan ini dianggap memberikan kenyamanan terhadap pemakai jalan dan juga biaya pengadaan awalnya yang relatif lebih murah jika dibandingkan dengan lapis permukaan yang menggunakan beton semen atau lebih dikenal dengan perkerasan kaku. Berbagai macam campuran aspal panas telah banyak dipakai di Indonesia antara lain Asphalt Concrete (AC) dan Asphalt Treated Based (ATB) yang mempunyai sifat struktural. Selain itu juga dikenal campuran aspal panas yang fungsi utamanya bukan sebagai lapis struktural tetapi sebagai lapis aus yang antara lain Hot Rolled Sheet (HRS) Hot Rolled Sand Sheet (HRSS) (Bina Marga, 1998).

Dalam pelaksanaannya di lapangan kegagalan dapat diakibatkan karena sulitnya bahan untuk dihampar dan dipadatkan atau sering disebut workabilitasnya jelek. Hal ini mengingat bahan campuran aspal panas merupakan bahan termoplastik yang plastisitasnya tergantung dari temperturnya. Bahan yang kurang plastis akan sulit untuk dipadatkan, tetapi sebaliknya jika bahannya terlalu plastis juga sulit dicapai stabilitas yang cukup saat pemadatan dilakukan. Selain itu workabilitas campuran juga tergantung dari komposisi antara agregat dan aspal dalam campuran aspal panas. Gradasi agregat juga akan mempengaruhi workabilitas campuran. Agregat gradasi rapat cenderung bersifat lebih kaku, sedang agregat gradasi

terbuka cenderung bersifat lebih fleksibel.

Penelitian mengenai workabilitas campuran aspal panas dapat dilakukan dengan menggunakan alat pemadat Gyratory (Zocrob, 1999), tetapi karena alat uji pemadatan dengan mesin Gyratory ini belum begitu populer di Indonesia, maka disini dilakukan pendekatan dengan menggunakan alat uji pemadatan Marshall yang lebih dikenal di Indonesia baik dari kalangan akademisi dan praktisi.

Permasalahan yang akan diteliti diperinci sebagai berikut :

- Sejauh mana pengaruh gradasi campuran agregat terhadap workabilitas campuran aspal panas ?
- Dari berbagai macam campuran aspal , manakah yang mempunyai workabilitas terbaik.

Mengingat banyaknya jenis campuran aspal panas, pada penelitian ini dibatasi pada campuran *Asphalt Treated Based (ATB), Asphalt Concrete (AC) dan Hot Rolled Sheet (HRS)*, yang kesemuanya banyak digunakan pada konstruksi perkerasan di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur workabilitas campuran aspal panas ATB, AC dan HRS untuk berbagai macam gradasi dan mencari campuran aspal panas yang mempunyai workabilitas terbaik.. Gradasi yang digunakan adalah masih dalam batas-batas spesifikasi yang yang ditentukan dalam spesifikasi umum Proyek Rehabilitasi/Pemeliharaan Jalan dan Jembatan (Bina Marga,1998). Hasil penelitian ini diharapkan akan dapat memberikan pedoman penyiapan campuran aspal panas yang workable bagi para pelaksana pembangunan jalan di

Indonesia baik dari pihak pemilik, kontraktor pelaksana dan konsultan pengawas.

Metode yang dikembangkan oleh Cabrera (Zocrob, S.E. at all, 1999) untuk mengukur workabilitas campuran aspal dengan menggunakan alat Gyrotory Testing Machine (GTM) secara singkat terdiri atas beberapa langkah :

1. Ukur pengurangan tinggi benda uji selama proses pemadatan.
2. Gunakan tinggi benda uji untuk menghitung volume benda uji dan porositasnya pada  $i$  putaran, menggunakan rumus berikut :

$$V_i = \frac{10^2}{4} \pi x h_i \quad (1)$$

$$D_i = \frac{W_a}{V_i} \quad (2)$$

dengan :

$V_i$  = Volume benda uji pada  $i$  putaran ( $\text{cm}^3$ ),

$h_i$  = Tinggi benda uji pada  $i$  putaran (cm),

$D_i$  = Kepadatan pada  $i$  putaran ( $\text{gram}/\text{cm}^3$ ),

$W_a$  = Berat benda uji di udara (gram)

Berat jenis (SG) untuk setiap benda uji diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$SG = \frac{100}{\frac{P_{wa}}{SG_a} + \frac{P_{ws}}{SG_s} + \frac{P_{wf}}{SG_f} + \frac{P_{wb}}{SG_b}} \quad (3)$$

dan porositas pada  $i$  putaran :

$$P_i = \left(1 - \frac{D_i}{SG}\right) \times 100 \quad (4)$$

dengan :

$P_i$  = porositas total pada  $i$  putaran (%),

SG = Berat jenis benda uji,

$P_w$  = persen berat dalam campuran, a = agregat kasar, s = pasir, f = filler, b = bitumen.

Dari data yang diperoleh dibuat gambar hubungan antara  $P_i$  dengan  $\log[\text{jumlah putaran}(i)]$ . Gambar yang terjadi akan berbentuk linear dengan persamaan :

$$P_i = A - B \log i \quad (5)$$

dengan :

A = intersep pada sumbu y,

B = kemiringan garis,

$i$  = jumlah putaran.

Workabilitas dinyatakan dengan *Workability Index* (WI) yang didefinisikan dengan rumus :

$$WI = \left(\frac{1}{A}\right) \times 100 \quad (6)$$

Berdasar pengalaman dengan *Hot Rolled Asphalt gap graded* menunjukkan bahwa campuran dengan  $WI < 6$  sulit untuk dikerjakan dan dipadatkan.

Gambar 2 menunjukkan bahwa penggunaan bitumen grade penetrasi 15 dalam campuran aspal pada temperatur kepadatan optimum  $155^\circ\text{C}$  tidak mengalami kesulitan pemadatan.

Menurut Zocrob (1999) untuk pemadatan medium jika digunakan pemadat Gyrotory diperlukan 80 putaran yang ekuivalen dengan 50 tumbukan alat penumbuk Marshall. Sedang untuk pemadatan berat diperlukan 120 putaran untuk alat pemadat Gyrotory yang ekuivalen dengan 75 tumbukan alat penumbuk Marshall. Dari sini dapat disimpulkan bahwa 1 tumbukan penumbuk Marshall akan ekuivalen dengan 1,6 putaran pemadat Gyrotory .

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

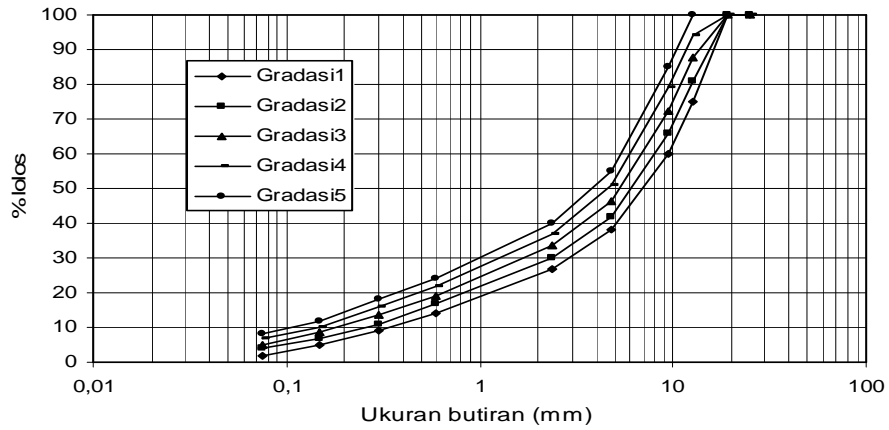
- a. Pengujian bahan dasar , meliputi pengujian berat jenis agregat kasar, agregat halus, dan aspal.
- b. Pengujian Marshall untuk menentukan kadar aspal optimum masing-masing untuk campuran ATB, AC dan HRS.
- c. Pengujian porositas campuran untuk berbagai macam jumlah tumbukan dengan alat Marshall guna memperoleh garis hubungan antara tenaga pemadatan dan porositas campuran ATB, AC dan HRS. Lima macam tumbukan Marshall tersebut adalah 5, 10, 20, 40, 60 dan 75 kali. Pengujian porositas campuran tersebut masing-masing untuk 5 macam variasi gradasi . Lima macam variasi gradasi tersebut adalah batas gradasi bawah, tengah, atas, antara bawah dan tengah dan antara atas dan tengah.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

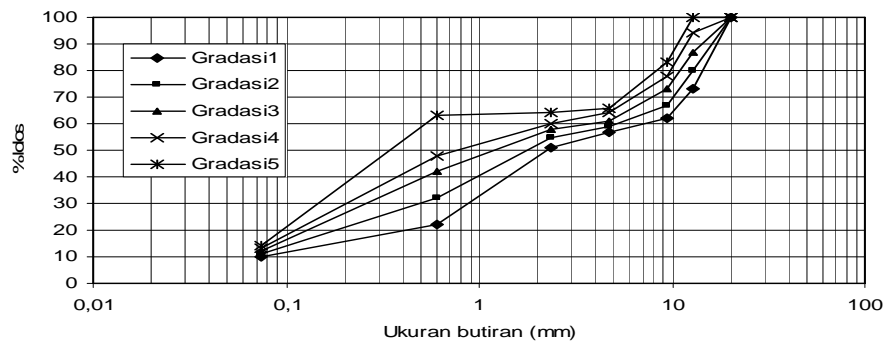
### Variasi gradasi dan variasi temperatur pemadatan

Variasi gradasi dalam pengujian workabilitas campuran meliputi batas gradasi bawah (paling kasar) sebagai gradasi 1, gradasi tengah sebagai gradasi 3 gradasi pada batas atas (paling halus) sebagai gradasi 5, antara gradasi 1 dan gradasi 3 sebagai gradasi 2 dan antara gradasi 3 dan gradasi 5 sebagai gradasi 4.

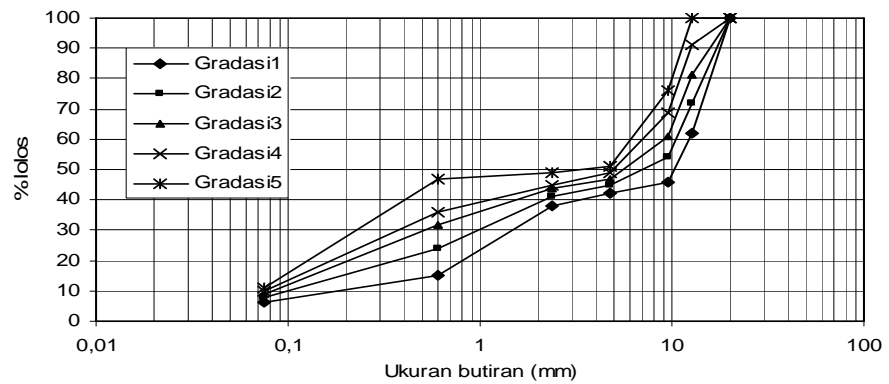
Untuk campuran AC ke lima macam variasi gradasi adalah seperti Gambar 1. Ke lima variasi gradasi campuran HRS yang digunakan untuk menguji workabilitas adalah Gambar 2. Sedangkan lima variasi gradasi ATB untuk pengujian workabilitas campuran adalah seperti Gambar 3. Semua benda uji dipadatkan pada temperatur  $140^\circ\text{C}$ .



Gambar 1. Variasi gradasi campuran AC



Gambar 2. Variasi gradasi campuran HRS



Gambar 3. Variasi gradasi campuran ATB

**Berat jenis dan kepadatan campuran**

Hasil perhitungan berat jenis untuk masing-masing jenis gradasi adalah seperti pada Tabel 1.

Kepadatan masing-masing jenis campuran tergantung dari jumlah tumbukan untuk masing-masing jenis gradasi dan temperatur pemadatan. Kepadatan merupakan perbandingan antara berat benda uji di udara dan volume benda uji. Hasil perhitungan kepadatan untuk setiap jenis gradasi adalah seperti pada Tabel 2.

Tabel 1. Berat jenis campuran untuk masing-masing gradasi campuran

Jenis gradasi	Jenis campuran		
	AC	HRS	ATB
1	2,396	2,349	2,360
2	2,395	2,349	2,359
3	2,393	2,348	2,358
4	2,391	2,347	2,357
5	2,389	2,346	2,357

Tabel 2. Hasil perhitungan kepadatan (gr/cm<sup>3</sup>) campuran aspal panas

Jenis campuran	Jenis gradasi	Jumlah tumbukan Marshall					
		2x5	2x10	2x20	2x40	2x60	2x75
AC	1	1,92	2,00	2,09	2,19	2,29	2,33
	2	1,85	1,93	2,00	2,12	2,23	2,31
	3	1,85	1,91	2,02	2,15	2,30	2,35
	4	1,87	1,95	2,08	2,17	2,24	2,30
	5	1,78	1,86	1,95	2,06	2,15	2,24
HRS	1	1,84	1,93	2,08	2,14	2,21	2,32
	2	1,84	1,93	2,06	2,15	2,23	2,29
	3	1,81	1,87	1,94	2,01	2,09	2,13
	4	1,82	1,89	1,95	2,08	2,16	2,22
	5	1,76	1,86	1,94	1,99	2,04	2,09
ATB	1	1,92	2,00	2,10	2,21	2,26	2,32
	2	1,82	1,90	2,02	2,12	2,26	2,32
	3	1,92	2,01	2,11	2,22	2,30	2,34
	4	1,93	2,03	2,11	2,16	2,22	2,28
	5	1,80	1,86	1,98	2,06	2,11	2,17

Campuran aspal akan mempunyai workabilitas yang baik jika campuran aspal tersebut cepat mencapai kepadatan maksimum pada saat dipadatkan. Perubahan porositas yang tidak terlalu besar jika tenaga pemadatan ditambah juga menunjukkan baiknya workabilitas campuran aspal tersebut.

Tabel 3. Hasil perhitungan porositas (%) dan intercep (A) campuran aspal panas

Jenis campuran	Jenis gradasi	Ekivalen jumlah putaran alat Gyrotory						Intercep A
		8	16	32	64	96	120	
AC	1	20	17	13	9	5	3	33,810
	2	23	20	17	12	7	4	38,638
	3	23	20	15	10	4	2	40,843
	4	22	18	13	9	6	4	35,878
	5	26	22	18	14	10	6	41,113
HRS	1	22	18	11	9	6	1	37,044
	2	22	18	12	9	5	3	36,598
	3	23	20	17	14	11	9	33,766
	4	23	20	17	11	8	6	37,251
	5	25	21	17	15	13	11	34,673
ATB	1	19	15	11	6	4	2	32,158
	2	23	19	14	10	4	2	39,848
	3	19	15	11	6	3	1	33,147
	4	18	14	11	8	6	3	28,511
	5	24	21	16	13	11	8	36,129

**Porositas campuran aspal**

Dengan menggunakan ekivalensi 2x1 tumbukan penumbuk Marshall setara dengan 1,6 putaran pemadat Gyrotory, diperoleh porositas

campuran AC pada berbagai putaran alat Gyrotory adalah seperti pada Tabel 3. Berdasar hubungan antara porositas dan logaritma jumlah putaran alat Gyrotory dapat ditentukan intercep (A).

**Workability Index (WI) campuran aspal**

Workability Index campuran aspal panas dihitung dengan rumus 2.6  $WI = \left(\frac{1}{A}\right) \times 100$ . Semakin besar

Workability Index campuran aspal panas maka campuran tersebut semakin mudah untuk dikerjakan dan dipadatkan. Batas suatu campuran aspal panas dikategorikan mudah untuk dikerjakan adalah jika WI nya lebih besar dari 6. Hasil perhitungan WI berbagai macam variasi gradasi pada kadar aspal optimum diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan Workability Index (WI)

Jenis gradasi	Jenis campuran aspal		
	AC	HRS	ATB
1	3,0	2,7	3,1
2	2,6	2,7	2,5
3	2,4	3,0	3,0
4	2,8	2,7	3,5
5	2,4	2,9	2,8
Rata-rata	2,64	2,80	2,98

Dari Tabel 4 terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang cukup berarti terhadap nilai WI untuk berbagai macam campuran aspal panas dengan berbagai macam gradasi. Selain itu semua jenis campuran aspal panas tidak ada yang masuk ke dalam campuran yang workabel. Namun dari ketiga macam campuran aspal panas yang diuji memperlihatkan bahwa campuran ATB paling workabel dengan WI = 2,98, diikuti oleh campuran HRS dengan WI = 2,80 dan campuran AC dengan WI = 2,64.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasar hasil pengujian workabilitas dengan pendekatan alat marshall terhadap campuran aspal panas AC, HRS dan ATB dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi gradasi tidak memberikan pengaruh yang cukup berarti terhadap workabilitas campuran dan semua jenis campuran yang diuji tidak ada yang dapat dikategorikan mempunyai workabilitas yang baik.

2. Walaupun tidak ada yang mempunyai workabilitas yang baik, campuran ATB merupakan campuran yang paling workabel dengan  $WI = 2,98$ , diikuti oleh campuran HRS dengan  $WI = 2,80$  dan campuran AC dengan  $WI = 2,64$ .

Berdasar hasil penelitian yang diperoleh dapat disarankan hal-hal sebagai berikut :

1. Mengingat hasil yang diperoleh memberikan nilai Workability Index yang tidak berbeda jauh untuk berbagai macam jenis campuran aspal panas yang diuji, maka pengujian ulang dapat digunakan dengan alat aslinya yaitu alat uji Gyrotory.
2. Perlu diadakan penelitian workabilitas lebih lanjut dengan variasi temperatur pemadatan, karena variasi temperatur pemadatan ini juga merupakan salah satu hal yang sangat mungkin terjadi di lapangan.

---

## DAFTAR PUSTAKA

- , 1998, *Spesifikasi Umum Proyek Rehabilitasi/Pemeliharaan Jalan dan Jembatan Propinsi DIY*, Direktorat Bina Teknik Dirrektorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- , 1974, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part II Method of Sampling and Testing*, The American Association of State Highway and Transportation Officials.
- , 1976, *Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No.01/MN/BM/1976*, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jenderal Bina Marga
- , 1990, *The Shell Bitumen Handbook*, Shell Bitumen UK
- , 1997, *Superpave Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing*, Asphalt Institute Lexington Kentucky
- Cabrera, J.G. and Zocrob,S.E.,1999, *Performance and Durability of Bituminous Materials and Hydraulic Stabilised Composites*,Procceding of the Third European Symposium, Aedificatio Publishers Zurich.