



No. 12 /P /BM /2025

PEDOMAN

Bidang Jalan

PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN PEKERJAAN CAMPURAN BERASPAL *POROUS*



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

Jalan Pattimura No. 20, Selong Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12110, Telp. (021) 7203165

Yth.

1. Sekretaris Direktorat Jenderal Bina Marga
2. Para Direktur di Direktorat Jenderal Bina Marga
3. Para Kepala Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional di Direktorat Jenderal Bina Marga
4. Para Kepala Satuan Kerja di Direktorat Jenderal Bina Marga

SURAT EDARAN

NOMOR: 14 /SE/Db/2025

TENTANG

PEDOMAN PERANCANGAN DAN PELAKSANAAN CAMPURAN BERASPAL
POROUS

A. Umum

Dalam rangka mengatasi permasalahan genangan air pada permukaan jalan, khususnya untuk jalan dengan volume lalu lintas rendah, seperti jalan perkotaan, sirkuit untuk balapan mobil, dan lapangan parkir dapat menggunakan teknologi campuran beraspal *porous*.

Teknologi campuran beraspal *porous* adalah lapis permukaan perkerasan jalan yang dapat meloloskan air yang ada pada permukaan dengan meresap ke dalam lapisan, kemudian karena lapisan di bawahnya kedap maka air akan mengalir kesamping hingga ke luar dari lapisan. Selain itu kelebihan lainnya adalah memiliki kekesatan yang tinggi sehingga pengguna jalan tidak mudah tergelincir serta berfungsi mengurangi tingkat kebisingan.

Lapisan perkerasan campuran beraspal *porous* harus dipelihara dari sumbatan akibat kotoran, seperti debu, pasir, dan kotoran lainnya agar fungsi utama mengalirkan air permukaanya dapat bekerja dengan optimal. Pemeliharaan lapisan perkerasan campuran beraspal *porous* dapat dilakukan dengan pembersihan atau penyapuan dengan tangan atau mekanis, pembersihan dengan *vacum* atau pembilasan dengan air bertekanan.

Atas dasar tersebut, perlu disusun Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga tentang Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Campuran Beraspal *Porous*.

B. Dasar Pembentukan

1. Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4444) sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang

- Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2022 Nomor 12, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6760);
2. Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
 3. Peraturan Presiden Nomor 170 Tahun 2024 tentang Kementerian Pekerjaan Umum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 366);
 4. Keputusan Presiden Nomor 28/TPA Tahun 2025 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan dari dan dalam Jabatan Pimpinan Tinggi Madya di Lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum;
 5. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011);
 6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 358);
 7. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 286);
 8. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2024 Nomor 955);
 9. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2025 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2025 Nomor 252);

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai panduan yang komprehensif kaidah perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal *porous*.

Surat Edaran ini bertujuan untuk memberikan panduan dalam penyelenggaraan pembangunan jalan dengan memanfaatkan teknologi campuran beraspal *porous* dapat terlaksana secara efisien dan efektif.

D. Ruang Lingkup

Lingkup Surat Edaran ini meliputi ketentuan umum dan ketentuan teknis mengenai perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal *porous* yang mencakup penyiapan bahan, perencanaan pencampuran, pelaksanaan pencampuran, pengangkutan, penghamparan, pemadatan, dan pengendalian mutu sehingga dapat memenuhi persyaratan spesifikasi serta sesuai dengan gambar dan lalu lintas rencana.

E. Ketentuan Pengaturan

Dalam Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal *porous* mengatur beberapa hal, yaitu:

1. Ketentuan Umum, mengenai:
 - a. bahan dan agregat;
 - b. ketentuan peralatan;
 - c. ketentuan pelaksanaan; dan
 - d. ketentuan pengendalian mutu.
2. Ketentuan Teknis, mengenai:
 - a. prosedur perancangan campuran;
 - b. prosedur pelaksanaan; dan
 - c. prosedur pengendalian mutu.

Ketentuan lebih rinci mengenai perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal *porous* dimuat dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Direktur Jenderal ini.

F. Penutup

Surat Edaran ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Demikian Surat Edaran ini untuk dilaksanakan sebaik-baiknya. Atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

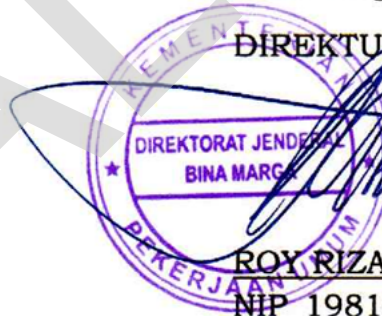
Tembusan:

1. Menteri Pekerjaan Umum
2. Wakil Menteri Pekerjaan Umum
3. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum
4. Inspektur Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum

Ditetapkan di Jakarta

Pada tanggal 13 Oktober 2025

DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA,



ROY RIZALI ANWAR

NIP 19810430 2003 1 21006

PRAKATA

Pedoman rancangan dan pelaksanaan pekerjaan campuran beraspal *porous* memuat ketentuan umum dan ketentuan teknis mengenai perancangan dan pelaksanaan pekerjaan campuran beraspal *porous*. Pedoman ini bertujuan agar pemanfaatan teknologi campuran beraspal *porous* terlaksana secara efisien dan efektif.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan genangan air pada permukaan jalan, khususnya untuk jalan dengan volume lalu lintas rendah, seperti jalan perkotaan, sirkuit untuk balapan mobil dan lapangan parkir dapat menggunakan teknologi campuran beraspal *porous*. Teknologi campuran beraspal *porous* adalah lapis permukaan perkerasan jalan yang dapat meloloskan air yang ada pada permukaan dengan meresap ke dalam lapisan kemudian karena lapisan di bawahnya kedap maka air akan mengalir ke samping hingga ke luar dari lapisan. Selain itu kelebihan lainnya adalah memiliki kekesatan yang tinggi sehingga pengguna jalan tidak mudah tergelincir serta dapat mengurangi kebisingan.

Pedoman ini disusun oleh Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga dan telah dibahas dalam rapat legalisasi yang diselenggarakan pada tanggal 13 Juni 2025 dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait dan narasumber serta mengacu kepada ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

Melalui pedoman ini diharapkan para Satuan Kerja atau Pejabat Pembuat Komitmen Balai Besar/Balai Pelaksanaan Jalan Nasional di Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum serta para perencana teknis, pelaksana pekerjaan, dan pengawas pekerjaan perkerasan jalan akan memiliki acuan yang dijadikan dasar dalam merancang campuran dan melaksanakan pekerjaan campuran beraspal *porous*.

Jakarta, 13 Oktober 2025
Direktur Jenderal Bina Marga



Roy Rizali Anwar

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
PENDAHULUAN	vii
1. Ruang Lingkup	1
2. Acuan Normatif.....	1
3. Istilah dan Definisi	3
4. Ketentuan Umum.....	7
4.1. Bahan dan Campuran	7
4.1.1. Agregat	7
4.1.2. Bahan Aspal untuk Campuran Beraspal <i>Porous</i>	8
4.1.3. Bahan Anti Pengelupasan.....	10
4.1.4. Bahan Tambah atau <i>Stabilizer</i>	11
4.1.5. Sumber Pasokan.....	11
4.1.6. Campuran	11
4.2. Ketentuan Peralatan.....	12
4.2.1. Peralatan Laboratorium.....	12
4.2.2. Unit Pencampur Aspal (AMP).....	13
4.2.3. Peralatan Pengangkut.....	15
4.2.4. Peralatan Penyemprot Aspal.....	16
4.2.5. Peralatan Penghampar dan Pembentuk.....	17
4.2.6. Alat Pemadat	17
4.2.7. Perlengkapan Lainnya.....	18
4.2.8. Uji Riksa Peralatan.....	18
4.3. Ketentuan Pelaksanaan	18
4.3.1. Batasan Cuaca.....	18
4.3.2. Pengendalian Lalu Lintas.....	18
4.3.3. Lapis Perekat	18
4.3.4. Pelaksanaan Uji Coba Penghamparan dan Pemadatan.....	19
4.4. Ketentuan Pengendalian Mutu	19
4.4.1. Temperatur Pencampuran dan Pemadatan.....	19
4.4.2. Tebal Lapisan	20
4.4.3. Komposisi Campuran	20
4.4.4. Kepadatan.....	21
4.4.5. Kerataan Permukaan	21
5. Ketentuan-Ketentuan Teknis	21
5.1. Prosedur Perancangan Campuran	21
5.1.1. Jenis Campuran	22
5.1.2. Pengambilan Contoh dan Pengujian Bahan	23
5.1.3. Penentuan Gradasi Gabungan.....	23
5.1.4. Penentuan Rancangan Campuran Rencana (DMF)	23
5.1.5. Pemeriksaan AMP	26
5.1.6. Kalibrasi Sistem Pemasok Agregat Dingin	26
5.1.7. Uji Coba Pencampuran di AMP.....	27

5.1.8. Rumusan Campuran Kerja (JMF).....	27
5.2. Prosedur Pelaksanaan	29
5.2.1. Penyiapan Bahan dan Peralatan.....	30
5.2.2. Perkerasan Ekisting	31
5.2.3. Batas Cuaca	31
5.2.4. Pengendalian Lalu Lintas.....	31
5.2.5. Penyemprotan Lapis Perekat	31
5.2.6. Pelaksanaan Campuran Beraspal <i>Porous</i>	32
5.3 Prosedur Pengendalian Mutu	37
5.3.1. Lapis Perekat	38
5.3.2. Permukaan Perkerasan.....	38
5.3.3. Jumlah Pengambilan Benda Uji Campuran Beraspal	38
Bibliografi	41
Daftar Penyusun dan Unit Kerja Pemrakarsa	40
Lampiran A (Normatif) Formulir Pengujian Campuran Beraspal <i>Porous</i>	42
Lampiran B (Informatif) Contoh Formulir Pengujian Campuran Beraspal <i>Porous</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 - Ketinggian batang penyemprot untuk menghasilkan kerucut penyemprotan tumpang tindih (<i>overlap</i>) tiga kali	16
Gambar 2 - Penyetelan nosel yang tepat.....	16
Gambar 3 - Contoh antara hubungan viskositas dan temperatur	20
Gambar 4 - Bagan alir perancangan rumusan campuran kerja (JMF)	22
Gambar 5 - Bagan alir pelaksanaan di lapangan	29

DAFTAR TABEL

Tabel 1 - Ketentuan agregat kasar	7
Tabel 2 - Ketentuan agregat halus.....	8
Tabel 3 - Gradasi agregat untuk campuran beraspal <i>porous</i>	8
Tabel 4 - Ketentuan untuk aspal keras	9
Tabel 5 - Ketentuan bahan anti pengelupasan	10
Tabel 6 - Kompatibilitas bahan anti pengelupasan dengan aspal	11
Tabel 7 - Ketentuan bahan tambah atau <i>stabilizer</i>	11
Tabel 8 - Persyaratan sifat campuran beraspal <i>porous</i>	12
Tabel 9 - Ketentuan pemakaian lapis perekat	19
Tabel 10 - Ketentuan viskositas pencampuran dan pemadatan.....	19
Tabel 11 - Ketentuan tebal nominal minimum campuran beraspal <i>porous</i>	20
Tabel 12 - Toleransi komposisi campuran	20
Tabel 13 - Persyaratan kadar aspal minimum untuk campuran beraspal <i>porous</i> dengan berat jenis curah yang bervariasi.....	24
Tabel 14 - Perkiraan waktu pencampuran	33
Tabel 15 - Pengendalian mutu.....	37

PENDAHULUAN

Kerusakan jalan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain material, konstruksi, lalu lintas, iklim, dan air. Salah satu penyebab yang berpengaruh pada kerusakan jalan adalah karena adanya air yang menggenang pada permukaan jalan pada saat hujan dan setelahnya. Genangan air di permukaan jalan akan mengurangi durabilitas campuran beraspal, yaitu menurunkan kemampuan aspal untuk mengikat butiran agregat serta antar aspal itu sendiri.

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan genangan air pada permukaan jalan tersebut, khususnya untuk jalan dengan volume lalu lintas rendah, seperti: jalan perkotaan, sirkuit untuk balapan mobil dan lapangan parkir dapat menggunakan teknologi campuran beraspal *porous*. Teknologi campuran beraspal *porous* adalah lapis permukaan perkerasan jalan yang dapat meloloskan air yang ada pada permukaan dengan meresap ke dalam lapisan kemudian karena lapisan di bawahnya kedap maka air akan mengalir ke samping hingga ke luar dari lapisan. Selain itu kelebihan lainnya adalah memiliki kekesatan yang tinggi sehingga pengguna jalan tidak mudah tergelincir serta dapat mengurangi kebisingan.

Lapisan perkerasan campuran beraspal *porous* harus dipelihara dari sumbatan kotoran, seperti: debu, pasir kotoran lainnya agar fungsi utama mengalirkan air permukaannya dapat bekerja dengan optimal. Pemeliharaan lapisan perkerasan campuran beraspal *porous* dapat dilakukan dengan pembersihan/penyapuan dengan tangan atau mekanis, pembersihan dengan *vacum*, atau pembilasan dengan air bertekanan.

Pedoman perancangan dan pelaksanaan pekerjaan campuran beraspal *porous* ini digunakan untuk jalan dengan lalu lintas rendah, memuat ketentuan umum dan ketentuan teknis mengenai perancangan dan pelaksanaan dari campuran beraspal *porous*. Pedoman ini bertujuan agar penyelenggaraan pembangunan jalan dengan memanfaatkan teknologi campuran beraspal *porous* dapat terlaksana secara efisien dan efektif.

Pedoman Perancangan dan Pelaksanaan Pekerjaan Campuran Beraspal *Porous*

1. Ruang Lingkup

Pedoman ini menetapkan kriteria perancangan dan pelaksanaan pekerjaan campuran beraspal *porous* serta prosedur perancangan dan pelaksanaan pekerjaan termasuk pengadaan lapisan padat yang awet untuk lapis permukaan.

Pedoman perancangan dan pelaksanaan pekerjaan campuran beraspal *porous* atau *Porous Asphalt (PA)*, meliputi: proses penyiapan bahan, perencanaan pencampuran, pelaksanaan pencampuran, pengangkutan, penghamparan, pemadatan, dan pengendalian mutu sehingga dapat memenuhi persyaratan spesifikasi, serta sesuai dengan gambar dan lalu lintas rencana.

Lapisan campuran beraspal *porous* karena digunakan sebagai lapis permukaan yang dapat meloloskan air dari permukaan maka harus dihampar di atas lapis perkerasan yang kedap, stabil, dan kuat yang sudah disiapkan sebelumnya.

Campuran beraspal *porous* dirancang menggunakan prosedur khusus yang diberikan di dalam pedoman ini untuk menjamin bahwa asumsi rancangan yang berkenaan dengan kadar aspal, rongga udara, stabilitas, kelenturan, dan keawetan sesuai dengan lalu lintas rencana di bawah 1 juta ESAL.

2. Acuan Normatif

SNI ASTM C 117:2012, Metode uji bahan yang lebih halus dari saringan 75 μm (No. 200) dalam agregat mineral dengan pencucian

SNI 1969:2016, Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

SNI 1970:2016, Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus

SNI 2417:2008, Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles

SNI 2432:2011, Cara uji daktilitas aspal

SNI 2433:2011, Cara uji titik nyala dan titik bakar aspal dengan alat *cleveland open cup*

SNI 2434:2011, Cara uji titik lembek aspal dengan alat cincin dan bola (*ring and ball*)

SNI 2438:2015, Cara uji kelarutan aspal

SNI 2439:2011, Cara uji penyelimutan dan pengelupasan pada campuran agregat-aspal

SNI 2441:2011, Cara uji berat jenis aspal keras

SNI 2456:2011, Cara uji penetrasi aspal

SNI 2489:2018, Metode uji stabilitas dan pelelehan campuran beraspal panas dengan menggunakan alat Marshall

SNI 3407:2008, Cara uji sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat

SNI 3423:2008, Cara uji analisis ukuran butir tanah

SNI 03-3640-1994, Metode pengujian kadar beraspal dengan cara ekstraksi menggunakan alat soklet

SNI 4141:2015, Metode uji gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat (ASTM C 142-04, IDT)

SNI 03-4428-1997, Metode pengujian agregat halus atau pasir yang mengandung bahan plastik dengan cara setara pasir

SNI 4798:2011, Spesifikasi aspal emulsi kationik

SNI 03-4804-1998, Metode pengujian berat isi dan rongga udara dalam agregat

SNI 06-6399-2002, Tata cara pengambilan contoh aspal

SNI 06-6442-2000, Metode pengujian sifat reologi aspal dengan alat reometer geser dinamis (RGD)

SNI 06-6721-2002, Metode pengujian kekentalan aspal cair dan aspal emulsi dengan alat saybolt

SNI 6753:2015, Cara uji ketahanan campuran beraspal panas terhadap kerusakan akibat rendaman

SNI 03-6819-2002, Spesifikasi agregat halus untuk campuran perkerasan beraspal

SNI 6832:2011, Spesifikasi aspal emulsi anionik

SNI 03-6835-2002, Metode pengujian pengaruh panas dan udara terhadap lapisan tipis aspal yang diputar

SNI 03-6877-2002, Metode pengujian kadar rongga agregat halus yang tidak dipadatkan

SNI 6889:2014, Tata cara pengambilan contoh uji agregat

SNI 06-6893-2002, Metode pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal (revisi 2013, finalisasi)

SNI 7619:2012, Metode uji penentuan persentase butir pecah pada agregat kasar

SNI 8279:2016, Metode uji kadar aspal campuran beraspal panas dengan cara ekstraksi menggunakan tabung refluks gelas

SNI 8287:2016, Metode uji kuantitas butiran pipih, lonjong, atau pipih dan lonjong dalam agregat kasar

Pedoman Konstruksi dan Bangunan Nomor Pd T-12-2003 tentang Pedoman Teknis Perencanaan Perambuan Sementara untuk Pekerjaan Jalan

Pedoman Bidang Jalan Nomor 18/P/BM/2023 tentang Pemeriksaan Laik Operasi dan Laik Produksi Unit Pencampur Aspal (*Asphalt Mixing Plant*)

AASHTO M 323-17 (2021), *Standard specification for superpave volumetric mix design*

AASHTO T195 (2022), *Standard method of test for determining degree of particle coating of asphalt mixtures*

AASHTO T201-15 (2019), *Standard method of test for kinematic viscosity of asphalts (bitumens)*

AASHTO T283-21 (2021), *Standard method of test for resistance of compacted asphalt mixtures to moisture-induced damage*

AASHTO T305-14 (2018), *Standard method of test for determination of draindown characteristics in uncompacted asphalt mixtures*

AASHTO T312-15 (2014), *Standard method of test for preparing and determining the density of asphalt mixture specimens by means of the superpave gyratory compactor*

AASHTO T 316-13 (2019), *Standard method of test for viscosity determination of asphalt binder using rotational viscometer*

AASHTO T 331-23 (2023), *Standard method of test for bulk specific gravity (Gmb) and density of compacted asphalt mixtures using automatic vacuum sealing method*

AASHTO T 350-19 (2023), *Standard method of test for multiple stress creep recovery (MSCR) test of asphalt binder using a dynamic shear rheometer (DSR)*

AASHTO T 401-22, *Standard method of test for cantabro abrasion loss of asphalt mixture specimens*

ASTM C837-09 (2024), *Standard test method for methylene blue index of clay*

ASTM D664-18e2, *Standard test methods for acid number of petroleum products by potentiometric titration*

ASTM D2073-92(1998)e1, *Standard test methods for total, primary, secondary, and tertiary amine values of fatty amines, amidoamines, and diamines by referee potentiometric method*

ASTM D3549/D3549M-18, *Standard test method for thickness or height of compacted asphalt mixture specimen*

ASTM D3625/3625M-20, *Standard practice for effect of water on asphalt-coated aggregate using boiling water*

ASTM D6927-22, *Standard test method for marshall stability and flow of asphalt mixtures*

ASTM D7064/D7064M-21, *Standard practice for open-graded friction course (OGFC) asphalt mixture design*

ASTM D7173-20, *Standard practice for determining the separation tendency of polymer from polymer-modified asphalt*

3. Istilah dan Definisi

3.1

agregat

sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, sirtu, pasir, atau mineral lainnya atau kombinasi dari bahan tersebut, baik berupa hasil alam maupun hasil buatan

3.2

agregat halus

agregat yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm) dan tertahan ayakan No.200 (0,075 mm) yang terdiri dari partikel pasir alami atau batu pecah halus, namun bahan yang tersedia sering kali sudah mengandung *filler* (lolos ayakan No.200 (0,075 mm))

3.3

agregat kasar

agregat yang tertahan pada ayakan No.4 (4,75 mm)

3.4

alat pengering (*dryer*)

alat pengering yang menggunakan pembakaran untuk mengeringkan agregat

3.5

aspal

bahan hidrokarbon yang melekat, berwarna hitam kecoklatan, tahan air, dan viskoelastis, sering juga disebut bitumen, yang merupakan bahan pengikat utama dalam campuran perkerasan jalan

3.6

aspal keras

campuran hidrokarbon alam yang amorf, berwarna coklat kehitaman, dan berbentuk padat atau setengah padat yang dihasilkan dari minyak bumi dengan temperatur pembakaran tinggi

3.7

ayakan panas (*hot bin screen*)

unit ayakan yang menyaring agregat panas dan mengelompokkannya sesuai dengan ukuran butirnya

3.8

bin dingin (*cold bin*)

penampung beberapa fraksi agregat yang diambil dari *stockpile* dalam kondisi dingin

3.9

bin panas (*hot bin*)

penampung beberapa fraksi agregat setelah dilakukan penyaringan dalam kondisi panas

3.10

campuran beraspal panas

campuran beraspal panas terdiri dari kombinasi agregat bergradasi tertentu dengan aspal sebagai bahan pengikat, dimana pencampuran dilakukan sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam

3.11

campuran beraspal *porous*

campuran beraspal panas dengan gradasi agregat gabungan yang terbuka yang berfungsi meloloskan air permukaan ke saluran samping

3.12

***filler* (bahan pengisi)**

bahan yang lolos ayakan No. 200 (0.075 mm)

3.13

finisher

alat penghampar campuran beraspal yang mekanis dan umumnya bermesin sendiri

3.14

kepadatan standar kerja (*job standard density, JSD*)

kepadatan rata-rata dari dua belas benda uji Marshall yang diambil dari rumusan campuran rencana (*Design Mix Formula, DMF*) untuk percobaan penghamparan dan pemadatan

3.15

pemadatan akhir (*finishing rolling*)

pemadatan yang dilakukan setelah pemadatan antara, umumnya menggunakan mesin gilas roda baja statis

3.16

pemadatan antara (*intermediate rolling*)

pemadatan yang dilakukan setelah pemadatan awal selesai, umumnya menggunakan pemadat roda baja yang digetar atau tanpa digetar

3.17

pemadatan awal (*breakdown rolling*)

pemadatan pertama yang dilakukan setelah penghamparan campuran beraspal panas, umumnya menggunakan mesin gilas roda baja statis

3.18

pemasok (*feeder*)

alat pemasok campuran beraspal ke unit *screed* pada alat penghampar, yang terdiri dari bak penampung (*hopper*), sayap-sayap (*hopper wings*), ban berjalan (*conveyor*), pintu masukan pemasok (*hopper flow gates*), dan ulir pembagi (*augers*)

3.19

pemasok untuk mesin pengering (*feeder for dryer*)

alat pemasok agregat dari bin dingin (*cold bin*) ke drum pengering (*dryer*)

3.20

pencampur (*pug mill* atau *mixer*)

tempat mencampur agregat dengan aspal, setelah agregat ditimbang sesuai dengan proporsinya

3.21

pengumpul debu (*dust collector*)

alat pengumpul debu yang berfungsi sebagai alat kontrol polusi udara

3.22

roda pendorong (*push roller*)

roda yang berfungsi sebagai bidang kontak antara alat penghampar dan roda truk, pada saat alat penghampar mendorong truk

3.23

rongga kontak agregat campuran (VCA_{MIX})

rongga diantara agregat kasar yang diisi oleh material lainnya

3.24

rongga kontak agregat kering (VCA_{DRC})

kandungan rongga pada agregat kasar dalam kondisi kering setelah dipadatkan

3.25

rongga udara (*void in mix*, VIM)

volume total rongga yang berada di antara partikel agregat yang diselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan, dinyatakan dengan persen terhadap volume total benda uji

3.26

rumusan campuran kerja (*job mix formula*, JMF)

rumusan yang diperoleh dari hasil pengujian setelah melalui tahapan uji pencampuran di unit produksi campuran aspal dan uji gelar pemadatan di lapangan (*trial compaction*)

3.27

rumusan campuran rencana (*design mix formula*, DMF)

rumusan yang diperoleh dari hasil pengujian kualitas bahan campuran dan rencana campuran di laboratorium

3.28

satu lintasan (*passing*)

pergerakan alat pemadat dari satu titik ke tempat tertentu

3.29

stabilitas

kemampuan maksimum benda uji campuran beraspal dalam menahan beban sampai terjadi kelelahan plastis, dinyatakan dalam satuan beban

3.30

stabilizer

bahan tambah dalam bentuk serat atau pellet yang berfungsi untuk mengurangi pengaliran aspal (*draindown*). Umumnya digunakan untuk campuran bergradasi terbuka

3.31

ukuran maksimum (*maximum size*)

ukuran saringan terkecil yang dapat meloloskan semua butiran agregat

3.32

ukuran nominal maksimum (*nominal maximum size*)

satu saringan yang lebih kecil dari saringan pertama (teratas) dengan bahan tertahan umumnya kurang dari 10%

3.33

unit produksi campuran aspal

yang selanjutnya disingkat AMP adalah seperangkat peralatan yang menghasilkan produk berupa campuran beraspal panas

4. Ketentuan Umum

4.1. Bahan dan Campuran

4.1.1. Agregat

a. Umum

Ketentuan umum terkait dengan agregat meliputi:

- 1) agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa agar dapat membentuk campuran beraspal *porous* yang proporsinya sesuai dengan rumus perbandingan campuran dan memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan;
- 2) agregat tidak boleh digunakan sebelum memenuhi persyaratan. Bahan agregat harus ditumpuk secara terpisah sehingga tidak saling tercampur satu dengan lainnya;
- 3) untuk menghindari variasi kadar aspal akibat tingkat penyerapan aspal yang berbeda, dalam pemilihan sumber agregat harus sudah memperhitungkan penyerapan aspal oleh agregat;
- 4) penyerapan air oleh agregat maksimum 3% sesuai SNI 1969:2016 dan SNI 1970:2016; dan
- 5) berat jenis (*bulk specific gravity*) agregat kasar dan agregat halus tidak boleh berbeda lebih dari 0,2.

b. Agregat Kasar

Ketentuan umum terkait dengan agregat kasar meliputi:

- 1) fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75mm) yang dilakukan secara basah harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan pada Tabel 1;
- 2) fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran nominal maksimum seperti ditunjukkan pada Tabel 3;
- 3) agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari ayakan No.4 (4,75 mm) dengan muka bidang pecah satu atau lebih; dan
- 4) fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

Tabel 1 - Ketentuan agregat kasar

Jenis Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
	Magnesium Sulfat		Maks. 18%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6%
	500 putaran		Maks. 30%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619:2012	100/90 ¹⁾
Partikel Pipih dan Lonjong		SNI 8287:2016	Maks. 5%
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1%
¹⁾ 100/90 menunjukkan bahwa 100% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih			

c. Agregat Halus

Ketentuan umum terkait dengan halus meliputi:

- 1) agregat halus dari sumber bahan manapun, harus hasil penyaringan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm) sesuai SNI 03-6819-2002;
- 2) agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Agregat halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu. Agar dapat memenuhi ketentuan mutu, batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih;
- 3) agregat halus harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke AMP dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah; dan
- 4) agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 - Ketentuan agregat halus

Pengujian		Standar uji	Nilai
Nilai setara pasir		SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Angularitas dengan uji kadar rongga		SNI 03-6877-2002	Min. 45%
<i>Methylene</i> ⁽¹⁾ <i>Blue Value</i>	(MB) : fraksi 0/2mm	ASTM C837-09(2019)	Maks. 2
	(MB _F) : fraksi 0/0,125mm		Maks. 10
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat		SNI 4141:2015	Maks. 1%
Material lolos ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

Catatan:

- (1) : Agregat halus yang berasal dari batu kapur (*limestone*) dengan *Methylene Blue Value* (MB_F) di luar ketentuan Tabel 2 dapat diterima asalkan agregat halus tersebut bebas dari fraksi lempung sesuai dengan SNI 3423:2008.

d. Gradasi agregat gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal *porous*, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 3. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 - Gradasi agregat untuk campuran beraspal *porous*

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat
ASTM	(mm)	Campuran Beraspal <i>Porous</i> (PA)
¾"	19	100
½"	12,5	80 – 100
⅜"	9,5	35 – 60
No.4	4,75	10 – 25
No.8	2,36	5 – 15
No.200	0,075	0 - 4

4.1.2. Bahan Aspal untuk Campuran Beraspal *Porous*

Terkait dengan bahan aspal untuk campuran beraspal *porous*, ditetapkan kriteria umum sebagaimana diuraikan dalam pedoman ini.

- a. Bahan aspal berikut yang sesuai dengan Tabel 4 dapat digunakan. Bahan pengikat ini dicampur dengan agregat sehingga menghasilkan campuran beraspal sebagaimana

mestinya sesuai dengan yang disyaratkan dalam Tabel 8, sebagaimana yang disebutkan dalam Gambar atau diperintahkan oleh Pengawas Pekerjaan.

- b. Pengambilan contoh bahan aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 06-6399-2002 dan pengujian semua sifat-sifat (*properties*) yang disyaratkan dalam Tabel 4 harus dilakukan. Bilamana jenis aspal modifikasi tidak disebutkan dalam Gambar maka Penyedia Jasa dapat memilih Aspal Tipe II jenis PG64V(8) dalam Tabel 4 di bawah ini.
- c. Setiap kedatangan bahan aspal dan sebelum dituangkan ke tangki penyimpanan AMP, aspal harus diuji penetrasi pada 25°C (SNI 2456:2011), titik lembek (SNI 2434:2011) dan stabilitas penyimpanan sesuai dengan ASTM D7173-20. Semua aspal yang baru datang harus ditempatkan dalam tangki sementara sampai hasil pengujian tersebut diketahui. Tidak ada aspal yang boleh digunakan sampai aspal tersebut telah diuji dan disetujui

Tabel 4 - Ketentuan untuk aspal keras

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe II Aspal Modifikasi	
			PG64V ⁽⁷⁾	PG64E ⁽⁷⁾
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 2456-2011	Dilaporkan ⁽¹⁾	
2.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis (G*/sinδ) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 1,0 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	64	
3.	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) ⁽³⁾	AASHTO T316-19	≤ 3000	
4.	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	Dilaporkan ⁽²⁾	
6.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 230	
7a.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	SNI 2438:2015	≥ 99 ⁽⁴⁾	
7b.	Kecuali aspal modifikasi dengan asbuton	SNI 03-6835-2002		
	- Asbuton murni		≥ 99	
	- Asbuton pracampur ⁽⁵⁾		≥ 90	
8.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D 7173 dan SNI 2434:2011	≤ 2.2	
	Pengujian Residu hasil RTFOT(SNI-03-6835-2002) :			
9b.	Perubahan Berat (naik/turun) (%)	SNI 03-6835-2002	≤ 1,0	
	MSCR, pada 64°C			
10.	J _{nrdiff} ⁽⁶⁾ , (%)	AASHTO T350-19	≤ 75	
	J _{nr 3.2} , (kPa ⁻¹)		≤ 1,0	≤ 0,5
	Pengujian Residu PAV (SNI ASTM D6521:2012) pada temperatur 100°C PG 70 atau 110°C untuk PG 76 dengan tekanan 2,1 MPa			
11.	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis (G* sinδ) maksimum 6.000 kPa dan sudut fasa (δ) minimum 42° pada osilasi 10 rad/detik; (°C) (*)	SNI 06-6442-2000	31	34

Catatan:

1. Pengujian semua sifat-sifat harus dilaksanakan sebagaimana yang disyaratkan pada Pasal 4.1.2).a). Sedangkan untuk pengendalian mutu di lapangan, ketentuan penetrasi aspal adalah ± 4 (0,1 mm) dari nilai penetrasi yang dilaporkan pada saat pengujian semua sifat fisik aspal keras.
2. Pengujian semua sifat-sifat harus dilaksanakan sebagaimana yang disyaratkan pada Pasal 4.1.2).a). Sedangkan untuk pengendalian mutu di lapangan, ketentuan titik lembek diterima adalah tidak boleh berbeda lebih dari 1°C dari nilai titik lembek yang dilaporkan pada saat pengujian semua sifat fisik aspal keras.
3. Viskositas diuji juga pada 100 °C dan 170 °C untuk menetapkan temperatur yang akan diterapkan pada Pasal 4.4.1).
4. Ketentuan kelarutan untuk aspal modifikasi bukan absolut.

5. Untuk asbuton pracampur, mineral asbuton harus terdispersi dalam bitumen asbuton dalam ukuran partikel yang lebih kecil dan 100% dari partikel tersebut harus lebih kecil dari 75 mikron (0.075 mm).
 6. MSCR (*Multiple Stress Creep Recovery*): ketentuan $J_{NR,DIP}$ tidak diterapkan untuk aspal dengan $J_{NR,3.2} \leq 0,5$.
 7. Kondisi V dan E ditunjukkan dalam gambar atau kontrak.
 8. Untuk asbuton pracampur, seluruh pengujian, selain pengujian titik nyala, penetrasi, dan titik lembek, dilakukan terhadap asbuton pracampur yang telah dipisahkan mineralnya. Kecuali diperintahkan lain oleh Pengawas Pekerjaan berdasarkan hasil evaluasi pengujian dengan dan tanpa pemisahan mineral asbuton.
- d. Proses pembuatan aspal modifikasi di lapangan tidak diperbolehkan kecuali ada lisensi dari pabrik pembuat aspal modifikasi dan pabrik pembuatnya menyediakan instalasi pencampur yang setara dengan yang digunakan di pabrik asalnya.
 - e. Aspal harus dikirim dalam tangki yang dilengkapi dengan alat pembakar gas atau minyak yang dikendalikan secara termostatis. Pembakaran langsung dengan bahan bakar padat atau cair di dalam tabung tangki tidak diperkenankan dalam kondisi apapun. Pengiriman dalam tangki harus dilengkapi dengan sistem segel yang disetujui untuk mencegah kontaminasi yang terjadi apakah dari pabrik pembuatnya atau dari pengirimannya. Aspal modifikasi harus disalurkan ke tangki penampung di lapangan dengan sistem sirkulasi yang tertutup penuh. Penyaluran secara terbuka tidak diperkenankan.
 - f. Setiap pengiriman harus disalurkan ke dalam tangki yang diperuntukkan untuk kedatangan aspal dan harus segera dilakukan pengujian penetrasi, dan stabilitas penyimpanan. Tidak ada aspal yang boleh digunakan sampai diuji dan disetujui.

4.1.3. Bahan Anti Pengelupasan

Bahan anti pengelupasan hanya digunakan jika Stabilitas Marshall Sisa (*IRS-Index of Retained Stability*) atau nilai *Indirect Tensile Strength Ratio* (ITSR) campuran beraspal sebelum ditambah bahan anti pengelupasan lebih kecil dari yang disyaratkan. Jika bahan anti pengelupasan harus digunakan maka sebelum bahan anti pengelupasan ditambahkan ke dalam campuran, Stabilitas Marshall sisa (setelah direndam 24 jam 60°C) haruslah min. 75%. Bahan anti pengelupasan (*anti striping agent*) harus ditambahkan dalam bentuk cairan di timbangan aspal AMP dengan menggunakan pompa penakar (*dosing pump*) sesaat sebelum dilakukan proses pencampuran basah di *pug mill*. Penambahan bahan anti pengelupasan ke dalam ketel aspal hanya diperkenankan atas persetujuan Pengawas Pekerjaan. Kuantitas pemakaian aditif anti *striping* dalam rentang 0,2%-0,4% terhadap berat aspal. Bahan anti pengelupasan harus digunakan untuk semua jenis aspal tetapi tidak boleh digunakan pada aspal yang bermuatan positif.

Persyaratan bahan anti pengelupasan haruslah memenuhi Tabel 5 dan kompatibilitas dengan aspal disyaratkan dalam Tabel 6.

Tabel 5 - Ketentuan bahan anti pengelupasan

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
1.	Titik Nyala (<i>Cleveland Open Test</i>), °C	SNI 2433:2011	Min.180
2.	Viskositas, pada 25°C (<i>Saybolt Fiol</i>), detik	SNI 03-6721-2002	>200
3.	Berat Jenis pada 25°C	SNI 2441:2011	0,92 - 1,06
4.	Bilangan asam (<i>acid value</i>), mL KOH/g ⁽¹⁾	ASTM D664-18e2	<10
5.	Total bilangan <i>amine</i> (<i>amine value</i>), mL HCl/g ⁽¹⁾	ASTM D2073-92(1998)e1	150 - 350

Catatan:

(1) Untuk bahan anti pengelupasan mengandung Amine.

Tabel 6 - Kompatibilitas bahan anti pengelupasan dengan aspal

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
1.	Uji pengelupasan dengan air mendidih (<i>boiling wate test</i>), % ¹⁾	ASTM D3625	Min. 80 ³⁾
2.	Stabilitas penyimpanan campuran beraspal dan bahan anti pengelupasan, °C	SNI 2434:2011	Maks. 2,2 ²⁾
3.	Stabilitas pemanasan (<i>heat stability</i>), pengkondisian 72 jam, % permukaan terselimuti aspal	ASTM D3625	Min. 70 ³⁾
4.	Homogenitas (<i>Homogeneity</i>), % B _{bottom} – B _{top} ⁴⁾	ASTM D3625	<10 ³⁾

Catatan:

- 1) Modifikasi prosedur pengujian tentang persiapan benda uji meliputi ukuran dan jenis agregat, kadar aspal dan temperatur pencampuran antara aspal, agregat dan bahan anti pengelupasan.
- 2) Perbedaan nilai Titik Lembek (SNI 2434:2011).
- 3) Persyaratan berlaku untuk pengujian menggunakan agregat silika.
- 4) Perbedaan nilai uji *boiling test* contoh aspal yang diambil di bagian atas dan bawah.

4.1.4. Bahan Tambah atau *Stabilizer*

Untuk mencegah terjadinya *draindown*, bahan tambah atau *stabilizer* yang ditambahkan ke dalam campuran harus dengan dosis 0,3% untuk *stabilizer* bentuk serat dan 0,4% untuk *stabilizer* bentuk pelet terhadap total campuran.

Tabel 7 - Ketentuan bahan tambah atau *stabilizer*

Pengujian	Satuan	Persyaratan
Bentuk Serat :		
Panjang serat	mm	Maks. 6,35
Lolos ayakan No.20	%	85 ± 10
Lolos ayakan No.40	%	40 ± 10
Lolos ayakan No.140	%	30 ± 10
pH		7,5 ± 1,0
Penyerapan Minyak		7,5 ± 1,0 kal berat serat selulosa
Kadar Air	%	Maks. 5
Bentuk pelet:		
Diameter	mm	3,8 – 4,0
Panjang	mm	5,9 – 6,1

4.1.5. Sumber Pasokan

Sumber pemasokan agregat, aspal, bahan anti pengelupasan, dan bahan tambah atau *stabilizer* harus disetujui terlebih dahulu oleh Pengawas Pekerjaan sebelum pengiriman bahan. Setiap jenis bahan harus diserahkan, seperti yang diperintahkan Pengawas Pekerjaan, paling sedikit 30 (tiga puluh) hari sebelum usulan dimulainya pekerjaan pengaspalan

4.1.6. Campuran

Sifat-sifat campuran beraspal *porous* harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Tabel 8.

Tabel 8 - Persyaratan sifat campuran beraspal *porous*

Sifat-sifat Campuran	Metode	Beraspal <i>Porous</i> (PA)
Jumlah tumbukan per bidang	-	- 35
VCA _{MIX} /VCA _{DRC} ¹⁾	ASTM D7064/D7064M-21	- 1,0
Rongga dalam campuran (%) ³⁾	AASHTO M323-17(2021)	Min. 18,0 Maks. 22,0
Stabilitas Marshall (kg)	SNI 2489:2018	Min. 350
Pelepasan butir dengan mesin Los Angeles, (%) ⁴⁾	AASHTO T 401-22	Maks. 15
Pengaliran aspal/ <i>draindown</i> , (%) ²⁾	AASHTO T305-14(2018)	Maks. 0,3
Stabilitas marshall sisa (%) ⁵⁾ setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁵⁾	ASTM D6927-22	Min. 0
1) Penentuan VCA _{mix} dan VCA _{drc} sesuai ASTM D7064/D7064M-21. VCA _{mix} : <i>voids in coarse aggregate within compacted mixture</i> . VCA _{drc} : <i>voids in coarse aggregate fraction in dry-rodded condition</i> . 2) Pengujian <i>draindown</i> sesuai AASHTO T305-14(2018). 3) Rongga dalam campuran dihitung berdasarkan pengujian Berat Jenis Maksimum Agregat (GMM test, SNI 03-6893-2002). 4) Penentuan persen kehilangan abrasi benda uji campuran aspal dengan menggunakan Mesin Abrasi Los Angeles AASHTO T 401-22 5) Pengawas Pekerjaan dapat atau menyetujui AASHTO T283-21 sebagai alternatif pengujian kepekaan terhadap kadar air. Pengkondisian beku cair (<i>freeze thaw conditioning</i>) tidak diperlukan. Nilai <i>Indirect Tensile Strength Retained</i> (ITSR) minimum 80% pada VIM (Rongga dalam Campuran) sesuai Tabel 8, kemudian lakukan pengujian ITSR untuk mendapatkan <i>Indirect Tensile Strength Ratio</i> (ITSR) sesuai SNI 6753:2015.		

4.2. Ketentuan Peralatan

Peralatan pengujian di laboratorium dan pelaksanaan di lapangan yang digunakan harus laik operasi dan terkalibrasi sesuai dengan ketentuan.

4.2.1. Peralatan Laboratorium

Alat utama yang digunakan untuk perancangan campuran dengan metode Marshall terdiri atas peralatan untuk penyiapan benda uji serta peralatan untuk pengujian di laboratorium. Secara lebih lengkap, peralatan yang diperlukan untuk penyiapan benda uji dan pengujian di laboratorium terdiri atas:

- timbangan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gr, untuk menimbang agregat dan aspal;
- timbangan kapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gr, untuk menimbang benda uji;
- oven atau *hot plate*, untuk memanaskan agregat, aspal, dan peralatan;
- termometer logam dan termometer gelas, untuk mengukur temperatur agregat, aspal, dan campuran;
- pengaduk mekanis;
- pedestal pemadatan yang terdiri atas balok kayu 200 mm x 200 mm x 460 mm dengan tutup baja 305 mm x 305 mm x 25 mm. balok kayu harus mempunyai berat sekitar 670 – 770 kg/m³ dan terikat kuat pada pelat beton;
- cetakan (*mold*) yang mempunyai diameter bagian dalam 101,6 mm (4,00 in) dan dilengkapi dengan pelat dasar dan leher (*collar*);
- penumbuk (*compaction hammer*);
- pemegang cetakan (*mold holder*);
- pengeluar benda uji (*steel specimen extractor*);

- k. nampan logam dengan dasar rata, untuk memanaskan agregat;
- l. mangkuk kapasitas sekitar 4 liter, untuk mencampur/mengaduk aspal, dan agregat;
- m. wadah aspal, untuk pemanasan;
- n. keranjang kawat yang memiliki ukuran lubang 6,3 mm dengan kedalaman $165 \pm 16,5$ mm, lebar $108 \pm 10,8$ mm, dengan dasar keranjang $25 \pm 0,5$ mm;
- o. alat penakar berbentuk silinder dengan kapasitas sesuai SNI 03-4804-1998;
- p. spatula;
- q. sarung tangan;
- r. spidol atau kapur tulis, untuk memberi tanda pada benda uji; dan
- s. kertas saring.

4.2.2. Unit Pencampur Aspal (AMP)

Sebelum digunakan uji coba pencampuran dan produksi maka unit pencampur aspal (AMP) harus diperiksa kelaikannya serta komponen tertentu, seperti timbangan dan alat ukur temperatur harus dikalibrasi. Pemeriksaan AMP harus mengacu pada Pedoman Nomor 18/P/BM/2023.

Ketentuan unit pencampur aspal (AMP) mencakup hal-hal sebagai berikut:

- a. Instalasi Pencampur Aspal harus mempunyai sertifikat "laik operasi" dan sertifikat kalibrasi dari Metrologi untuk timbangan aspal dan agregat, yang masih berlaku. Jika menurut pendapat Pengawas Pekerjaan, Instalasi Pencampur Aspal atau timbangannya dalam kondisi tidak baik maka Instalasi Pencampur Aspal atau timbangan tersebut harus dikalibrasi ulang meskipun sertifikatnya masih berlaku.
- b. AMP berupa pusat pencampuran dengan sistem penakaran (*batching*) yang dilengkapi ayakan panas (*hot bin screen*) dan mampu memasok mesin penghampar secara terus menerus bilamana menghampar campuran pada kecepatan normal dan ketebalan yang dikehendaki.
- c. AMP harus dirancang dan dioperasikan sedemikian hingga dapat menghasilkan campuran dalam rentang toleransi JMF.
- d. AMP harus dipasang di lokasi yang jauh dari pemukiman dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan sehingga tidak mengganggu ataupun mengundang protes dari penduduk di sekitarnya.
- e. AMP harus dilengkapi dengan alat pengumpul debu (*dust collector*) yang lengkap yaitu sistem pusaran kering (*dry cyclone*) dan pusaran basah (*wet cyclone*) sehingga tidak menimbulkan pencemaran debu. Bilamana salah satu sistem di atas rusak atau tidak berfungsi maka AMP tersebut tidak boleh dioperasikan.
- f. AMP mempunyai pengaduk (*pug mill*) dengan kapasitas asli minimum 800 kg yang bukan terdiri dari gabungan dari 2 instalasi pencampur aspal atau lebih dan dilengkapi dengan sistem penimbangan secara komputerisasi.
- g. AMP harus dilengkapi dengan pengendali temperatur termostatik otomatis yang mampu mempertahankan temperatur campuran sebesar 175°C . Jika digunakan bahan bakar gas maka pemanas (*dryer*) harus dilengkapi dengan alat pengendali temperatur (*regulator*) untuk mempertahankan panas dengan konstan.
- h. AMP dirancang sebagaimana mestinya, dilengkapi dengan semua perlengkapan khusus yang diperlukan.
- i. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan agregat haruslah minyak tanah sesuai dengan Lampiran II SK Dirjen Migas Nomor 119.K/18/DJM/2020 dengan berat jenis maksimum 835 kg/m^3 atau solar sesuai dengan Lampiran II SK Dirjen Migas

Nomor.146.K/10/DJM/2020 dengan berat jenis maksimum 880 kg/m³ atau gas Elpiji (*Liquefied Natural Gas, LNG*).

- j. Agregat yang diambil dari pemasok panas (*hot bin*) atau pengering (*dryer*) tidak boleh mengandung jelaga dan atau sisa minyak yang tidak habis terbakar.
- k. Tangki penyimpanan aspal memenuhi kriteria yang ditetapkan.
 - 1) Tangki penyimpan bahan aspal harus dilengkapi dengan pemanas yang dapat dikendalikan dengan efektif dan handal sampai suatu temperatur dalam rentang yang disyaratkan. Pemanasan harus dilakukan melalui *thermal oil heater* (menggunakan *transfer fluid oil*), listrik, atau cara lainnya sehingga api tidak langsung memanasi tangki aspal. Setiap tangki harus dilengkapi dengan sebuah termometer yang terletak sedemikian hingga temperatur aspal dapat dengan mudah dilihat. Sebuah keran harus dipasang pada pipa keluar dari setiap tangki untuk pengambilan benda uji.
 - 2) Sistem sirkulasi untuk bahan aspal harus mempunyai ukuran yang sesuai agar dapat memastikan sirkulasi yang lancar dan terus menerus selama kegiatan. Perlengkapan yang sesuai harus disediakan, baik dengan selimut uap (*steam jacket*) atau perlengkapan isolasi lainnya, untuk mempertahankan temperatur yang disyaratkan dari seluruh bahan pengikat aspal dalam sistem sirkulasi.
 - 3) Daya tampung tangki penyimpanan minimum adalah paling sedikit untuk kuantitas dua hari produksi. Paling sedikit harus disediakan dua tangki yang berkapasitas sama. Tangki-tangki tersebut harus dihubungkan ke sistem sirkulasi sedemikian rupa agar masing-masing tangki dapat diisolasi secara terpisah tanpa mengganggu sirkulasi aspal ke alat pencampur.
 - 4) Semua tangki penyimpan aspal untuk pencampuran aspal alam yang mengandung bahan mineral dan untuk aspal modifikasi lainnya, bilamana akan terjadi pemisahan, harus dilengkapi dengan pengaduk mekanis yang dirancang sedemikian hingga setiap saat dapat mempertahankan bahan mineral di dalam bahan pengikat sebagai suspensi.
- l. Tangki penyimpanan aditif
Tangki penyimpanan aditif dengan kapasitas minimal dapat menyimpan bahan aditif untuk satu hari produksi campuran beraspal dan harus dilengkapi dengan *dosing pump* sehingga dapat memasok langsung aditif ke *pug mill* dengan kuantitas dan tekanan tertentu.
- m. Ayakan panas
Ukuran saringan panas yang disediakan harus sesuai dengan ukuran agregat untuk setiap jenis campuran yang akan diproduksi.
- n. Pengendali waktu pencampuran
Instalasi harus dilengkapi dengan perlengkapan yang handal untuk mengendalikan waktu pencampuran dan menjaga waktu pencampuran tetap konstan kecuali kalau diubah atas perintah Pengawas Pekerjaan.
- o. Timbangan dan rumah timbang
Timbangan harus disediakan untuk menimbang agregat, aspal dan bahan tambah (*stabilizer*). Rumah timbang harus disediakan untuk menimbang truk bermuatan yang siap dikirim ke tempat penghamparan. Timbangan tersebut harus memenuhi ketentuan seperti yang dijelaskan di atas.
- p. Penyimpanan dan pemasokan bahan tambah atau *stabilizer*
Tempat penyimpanan yang tahan cuaca dan elevator yang cocok untuk memasok yang dilengkapi dengan sistem penakaran berat harus disediakan.
- q. Ketentuan keselamatan kerja
Terkait dengan keselamatan kerja, ditetapkan ketentuan sebagai berikut:

- 1) Tangga yang memadai dan aman untuk naik ke landasan (*platform*) alat pencampur dan landasan berpagar yang digunakan sebagai jalan antar unit perlengkapan harus dipasang. Untuk mencapai puncak bak truk, perlengkapan untuk landasan atau perangkat lain yang sesuai harus disediakan sehingga dapat dilakukan pengambilan benda uji maupun pemeriksaan temperatur campuran.
Untuk memudahkan pelaksanaan kalibrasi timbangan, pengambilan benda uji dan lainnya, suatu sistem pengangkat atau katrol harus disediakan untuk menaikkan peralatan dari tanah ke landasan (*platform*) atau sebaliknya. Semua roda gigi, roda beralur (*pulley*), rantai, rantai gigi dan bagian bergerak lainnya yang berbahaya harus seluruhnya dipagar dan dilindungi.
- 2) Lorong yang cukup lebar dan tidak terhalang harus disediakan di dan sekitar tempat pengisian muatan truk. Tempat ini harus selalu dijaga agar bebas dari benda yang jatuh dari alat pencampur.

4.2.3. Peralatan Pengangkut

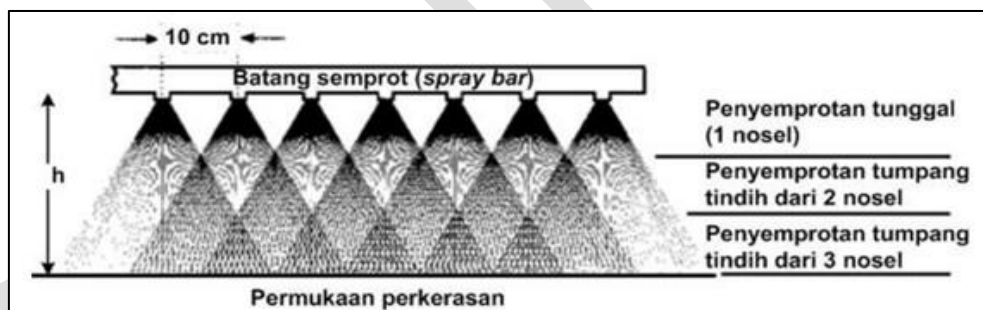
- a. Truk untuk mengangkut campuran beraspal *porous* harus mempunyai bak terbuat dari logam yang rapat, bersih dan rata, yang telah disemprot dengan sedikit air sabun, atau larutan kapur untuk mencegah melekatnya campuran aspal pada bak. Setiap genangan minyak pada lantai bak truk hasil penyemprotan sebelumnya harus dibuang sebelum campuran aspal dimasukkan dalam truk.
- b. Tiap muatan harus ditutup dengan kanvas/terpal atau bahan lainnya yang cocok dengan ukuran yang sedemikian rupa agar dapat melindungi campuran aspal terhadap cuaca dan proses oksidasi. Bilamana dianggap perlu, bak truk hendaknya diisolasi dan seluruh penutup harus diikat kencang agar campuran aspal yang tiba di lapangan pada temperatur yang disyaratkan.
- c. Truk yang menyebabkan segregasi yang berlebihan pada campuran aspal akibat sistem pegas atau faktor penunjang lainnya, atau yang menunjukkan kebocoran oli yang nyata, atau yang menyebabkan keterlambatan yang tidak semestinya, truk tersebut harus dikeluarkan dari pekerjaan sampai kondisinya diperbaiki.
- d. *Dump Truck* yang mempunyai badan menjulur dan bukaan ke arah belakang harus disetel agar seluruh campuran beraspal dapat dituang ke dalam penampung dari alat penghampar aspal tanpa mengganggu kerataan pengoperasian alat penghampar dan truk harus tetap bersentuhan dengan alat penghampar. Truk yang mempunyai lebar yang tidak sesuai dengan lebar alat penghampar tidak diperkenankan untuk digunakan. Truk aspal dengan muatan lebih tidak diperkenankan.
- e. Jumlah truk untuk mengangkut campuran aspal harus cukup dan dikelola sedemikian rupa sehingga peralatan penghampar dapat beroperasi secara menerus dengan kecepatan yang disetujui.
- f. Penghampar yang sering berhenti dan berjalan lagi akan menghasilkan permukaan yang tidak rata sehingga tidak memberikan kenyamanan bagi pengendara serta mengurangi umur rencana akibat beban dinamis. Penyedia Jasa tidak diizinkan memulai penghamparan sampai minimum terdapat tiga truk di lapangan yang siap memasok campuran beraspal ke peralatan penghampar. Kecepatan peralatan penghampar harus dioperasikan sedemikian rupa sehingga jumlah truk yang digunakan untuk mengangkut campuran beraspal setiap hari dapat menjamin berjalannya peralatan penghampar secara menerus tanpa henti. Bilamana penghamparan terpaksa harus dihentikan, maka Pengawas Pekerjaan hanya akan mengizinkan dilanjutkannya penghamparan bilamana minimum terdapat 3 (tiga) truk di lapangan yang siap memasok campuran beraspal ke

peralatan penghampar. Ketentuan ini merupakan petunjuk pelaksanaan yang baik dan Penyedia Jasa tidak diperbolehkan menuntut tambahan biaya atau waktu atas keterlambatan penghamparan yang diakibatkan oleh kegagalan Penyedia Jasa untuk menjaga kesinambungan pemasokan campuran beraspal ke peralatan penghampar.

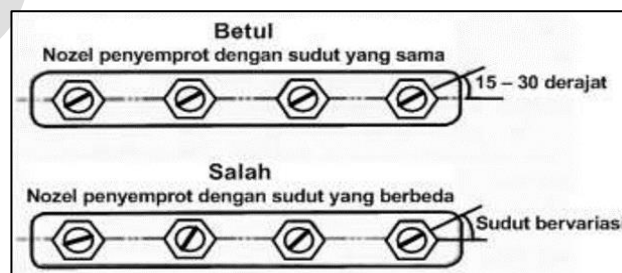
4.2.4. Peralatan Penyemprot Aspal

Penyemprotan lapis perekat dapat dilakukan menggunakan alat sesuai yang direkomendasikan. Bilamana menggunakan alat aspal distributor maka:

- a. alat aspal distributor harus berupa kendaraan beroda ban angin yang bermesin penggerak sendiri, memenuhi peraturan keselamatan jalan;
- b. sistem tangki aspal, pemompaan dan penyemprotan harus sesuai dengan ketentuan pengamanan;
- c. aspal distributor sebelum digunakan harus dikalibrasi agar penyiraman/penyemprotan aspal pada permukaan jalan merata sesuai penggunaan takaran yang direncanakan;
- d. takaran penggunaan harus dalam batas-batas toleransi $\pm 5\%$, maka alat-alat pengukur harus dikalibrasi, yaitu:
 - 1) kecepatan kendaraan (*tachometer*);
 - 2) tekanan pompa (*tachometer pump*);
 - 3) termometer; dan
 - 4) tongkat celup, pengukur volume.
- e. Batang penyemprot (*spray bar*) harus dilengkapi dengan pengatur tinggi dan panjang minimum 180 cm. (lihat Gambar 1); dan
- f. Sudut nosel harus disetel secara tepat (sudut nosel yang sama) supaya bentuk semprotan sama sehingga distribusi penggunaan aspal merata. (lihat **Gambar 2**).



Gambar 1 - Ketinggian batang penyemprot untuk menghasilkan kerucut penyemprotan tumpang tindih (*overlap*) tiga kali



Gambar 2 - Penyetelan nosel yang tepat

Semprotan tangan (*hand sprayer*) digunakan hanya untuk menyemprotkan aspal pada bagian-bagian permukaan jalan yang tidak bisa dilakukan dengan aspal distributor atau pada bagian

yang tidak rata atau untuk pekerjaan yang relatif kecil/sedikit dan spot-spot (pemeliharaan rutin), sebelum digunakan harus dicoba sesuai dengan ketinggian dan kecepatan bergerak untuk dapat diperoleh takaran pemakaian aspal sesuai dengan yang disyaratkan.

4.2.5. Peralatan Penghampar dan Pembentuk

- a. Peralatan penghampar dan pembentuk harus merupakan penghampar mekanis bermesin sendiri yang disetujui, yang mampu menghampar dan membentuk campuran aspal sesuai dengan garis, kelandaian serta penampang melintang yang diperlukan.
- b. Alat penghampar harus dilengkapi dengan penampung dan dua ulir pembagi dengan arah gerak yang berlawanan untuk menempatkan campuran aspal secara merata di depan "screed" (sepatu) yang dapat disetel. Peralatan ini harus dilengkapi dengan perangkat kemudi yang dapat digerakkan dengan cepat dan efisien dan harus mempunyai kecepatan jalan mundur seperti halnya maju. Penampung (*hopper*) harus mempunyai sayap-sayap yang dapat dilipat pada saat setiap muatan campuran aspal hampir habis untuk menghindari sisa bahan yang sudah mendingin di dalamnya.
- c. Alat penghampar harus mempunyai perlengkapan elektronik dan/atau mekanis pengendali kerataan seperti batang perata (*leveling beams*), kawat dan sepatu pengarah kerataan (*joint matching shoes*) dan peralatan bentuk penampang (*cross fall devices*) untuk mempertahankan ketepatan kelandaian dan kelurusan garis tepi perkerasan tanpa perlu menggunakan acuan tepi yang tetap (tidak bergerak).
- d. Alat penghampar harus dilengkapi dengan "screed" (perata) baik dengan jenis penumbuk (*tamper*) maupun jenis vibrasi dan perangkat untuk memanasi "screed" (sepatu) pada temperatur yang diperlukan untuk menghampar campuran beraspal *porous* tanpa menggusur atau merusak permukaan hasil hamparan.
- e. Istilah "screed" (perata) mengacu pada pengambang mekanis standar (*standard floating mechanism*) yang dihubungkan dengan lengan arah samping (*side arms*) pada titik penambat yang dipasang pada unit penggerak alat penghampar pada bagian belakang roda penggerak dan dirancang untuk menghasilkan permukaan tekstur lurus dan rata tanpa terbelah, tergeser atau beralur.
- f. Bilamana selama pelaksanaan, hasil hamparan dengan peralatan penghampar dan pembentuk meninggalkan bekas pada permukaan, segregasi atau cacat atau ketidakrataan (*unevenness*) permukaan lainnya yang tidak dapat diperbaiki dengan cara modifikasi prosedur pelaksanaan, maka penggunaan peralatan tersebut harus dihentikan dan diganti dengan peralatan penghampar dan pembentuk lainnya yang memenuhi ketentuan.

4.2.6. Alat Pemadat

- a. Setiap alat penghampar harus disertai paling sedikit dua alat pemadat roda baja (*steel wheel roller*) dan alat pemadat bergetar drum ganda (*twin drum vibrator*). Semua alat pemadat harus mempunyai tenaga penggerak sendiri.
- b. Alat pemadat roda baja yang bermesin sendiri minimum harus mempunyai berat statis tidak kurang dari 10 ton dan alat pemadat bergetar drum ganda (*twin drum vibrator*) mempunyai berat statis tidak kurang dari 6 ton. Roda gilas harus bebas dari permukaan yang tidak datar, penyok, robek-robek, atau tonjolan yang merusak permukaan perkerasan.

4.2.7. Perlengkapan Lainnya

Semua perlengkapan lapangan yang harus disediakan termasuk tidak terbatas pada:

- a. mesin penumbuk (*petrol driven vibrating plate*);
- b. alat pemadat vibrator, 600 kg;
- c. mistar perata 3 meter;
- d. termometer jenis arloji 200 °c (minimum tiga unit);
- e. kompresor dan *jack hammer*;
- f. mistar perata 3 meter yang dilengkapi dengan *waterpass* dan dapat disesuaikan untuk pembacaan 3% atau lereng melintang lainnya dan super-elevasi antara 0 sampai 6%;
- g. mesin potong dengan mata intan atau serat;
- h. penyapu mekanis berputar;
- i. pengukur kedalaman aspal yang telah dikalibrasi; dan
- j. *vacuum sweeper*.

4.2.8. Uji Riksa Peralatan

Uji riksa peralatan utama lainnya untuk menghampar dan memadatkan campuran aspal seperti peralatan penghampar, peralatan pemadat, dan distributor aspal, harus dilaksanakan sebelum semua peralatan ini digunakan.

4.3. Ketentuan Pelaksanaan

4.3.1. Batasan Cuaca

Campuran beraspal *porous* hanya bisa dihampar bila permukaan yang telah disiapkan dalam kondisi kering dengan temperatur udara diatas 16°C dan temperatur permukaan di atas 21 °C dan diperkirakan tidak akan turun hujan selama pekerjaan penghamparan.

4.3.2. Pengendalian Lalu Lintas

Tempat kerja harus ditutup untuk lalu lintas pada saat pekerjaan sedang berlangsung. Selain untuk keselamatan pekerja, pengaturan lalu lintas diperlukan untuk melindungi hasil pelaksanaan. Untuk itu, harus memasang pemisah jalur dan rambu-rambu lalu lintas sesuai Pd T-12-2003 agar jalan dapat dilalui dengan kecepatan maksimum 20 km/jam.

4.3.3. Lapis Perekat

Untuk bahan lapis perekat yang disarankan adalah Aspal Cair jenis *Rapid Curing* (RC) atau Aspal Emulsi Jenis *Anionic Rapid Setting* (RS) atau Aspal Emulsi *Cationic Rapid Setting* (CRS) sesuai SNI 6832:2011 atau SNI 4798:2011. Untuk lapis perekat dapat juga menggunakan Aspal Emulsi Modifikasi yang bereaksi cepat, yaitu Aspal Emulsi yang dimodifikasi dengan Lateks Sintetis atau Lateks Alam. Takaran lapis perekat seperti ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 - Ketentuan pemakaian lapis perekat

Jenis aspal	Takaran penggunaan (liter per meter persegi) pada		
	Permukaan baru atau aspal atau beton lama yang licin	Permukaan <i>porous</i> dan terekpos cuaca	Permukaan bahan bepengikat semen
Aspal Cair	0,15	0,15-0,35	0,20-1,00
Aspal Emulsi	0,20	0,20-0,50	0,10-1,00
Aspal Emulsi dimodifikasi polimer	0,20	0,2-0,5	0,42-0,10
Residu * (liter per meter persegi)			
Semua	0,12	0,12-0,21	0,20-0,60

4.3.4. Pelaksanaan Uji Coba Penghamparan dan Pemadatan

Segera setelah DMF disetujui, uji coba penghamparan dan pemadatan campuran beraspal harus segera dilakukan dan paling sedikit 50 ton campuran yang diproduksi dengan AMP, dihampar dan dipadatkan di lokasi yang ditetapkan dengan peralatan dan prosedur yang diusulkan. Untuk mendapatkan acuan jumlah lintasan, percobaan pemadatan menggunakan pemadat roda baja harus dilakukan dalam tiga variasi pemadatan.

4.4. Ketentuan Pengendalian Mutu

4.4.1. Temperatur Pencampuran dan Pemadatan

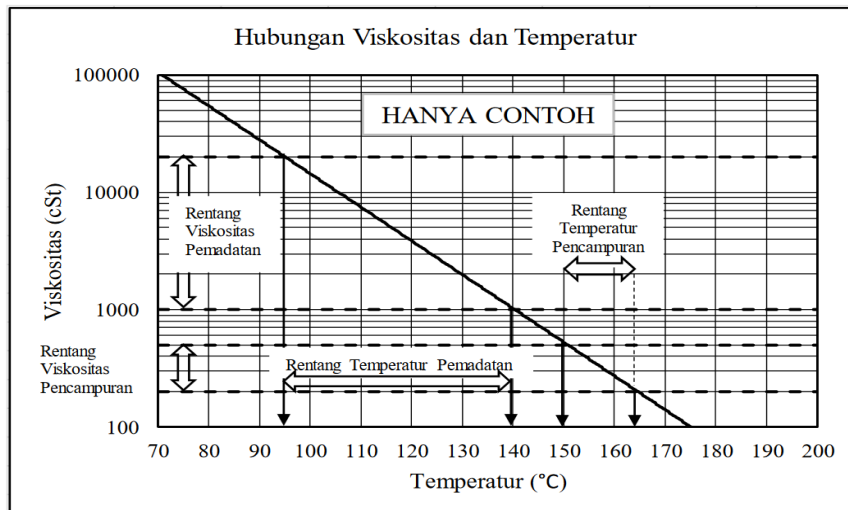
Temperatur pencampuran dan pemadatan, baik pada perancangan di laboratorium maupun pada pelaksanaan di lapangan, dapat ditetapkan sesuai hasil viskositas aspal seperti diberikan pada Tabel 10.

Tabel 10 - Ketentuan viskositas pencampuran dan pemadatan

Tahapan pencampuran dan pemadatan	Viskositas Pencampuran dan Pemadatan (Cst)
Pencampuran benda uji Marshall	170 ± 20
Pemadatan benda uji Marshall	280 ± 30
Pencampuran rentang temperatur sasaran	200 - 500
Penuangan campuran aspal dari alat pencampur ke <i>dump truck</i>	380 - 720
Pemasukan ke alat penghampar	500 - 1000
Pemadatan awal	1000 - 2000
Pemadatan antara	2000 - 20000
Pemadatan akhir	< 20000

Catatan:

- 1) Perkiraan temperatur Aspal Tipe I harus disesuaikan dengan korelasi viskositas dan temperatur.
- 2) 1 Pa.s = 1.000 cSt = 1.000 mm²/s di mana :
Pa.s : *Pascal seconds*
cSt : *Centistokes*
mm²/s : *square millimeter per second*



Gambar 3 - Contoh antara hubungan viskositas dan temperatur

4.4.2. Tebal Lapisan

Tebal padat lapisan perkerasan beraspal hasil penghamparan harus sama dengan tebal rancangan yang ditentukan dalam gambar dengan tebal nominal minimum dan toleransi tebal sesuai yang dipersyaratkan pada Tabel 11.

Tabel 11 - Ketentuan tebal nominal minimum campuran beraspal *porous*

Jenis campuran	Simbol	Tebal nominal minimum (cm)	Toleransi tebal $\pm$ (mm)
Lapisan campuran beraspal <i>porous</i>	PA	4,0	3,0

4.4.3. Komposisi Campuran

Campuran yang dihampar dalam pekerjaan harus sesuai dengan Rumusan Campuran Kerja, dalam batas rentang toleransi yang ditetapkan dalam Tabel 12 di bawah ini.

Tabel 12 - Toleransi komposisi campuran

Agregat Gabungan	Toleransi Komposisi Campuran
Sama atau lebih besar dari 2,36 mm Lolos ayakan 2,36 mm sampai 0,30 mm	± 5 % berat total agregat ± 3 % berat total agregat
Lolos ayakan 0,150 mm dan tertahan 0,075 mm Lolos ayakan 0,075 mm	± 2 % berat total agregat ± 1 % berat total agregat
Kadar aspal	Toleransi
Kadar aspal	$\pm 0,3$ % berat total campuran
Temperatur Campuran	Toleransi
Bahan meninggalkan AMP dan dikirim ke tempat penghamparan	- 10 °C dari temperatur campuran beraspal di truk saat keluar dari AMP

4.4.4. Kepadatan

- a. Benda uji inti untuk pengujian kepadatan harus sama dengan benda uji untuk pengukuran tebal lapisan. Cara pengambilan benda uji campuran beraspal dan pemadatan benda uji di laboratorium masing-masing harus sesuai dengan ASTM D6927-22.
- b. Benda uji inti paling sedikit harus diambil dua titik pengujian per penampang melintang per lajur dengan jarak memanjang antar penampang melintang yang diperiksa tidak lebih dari 100 m.

4.4.5. Kerataan Permukaan

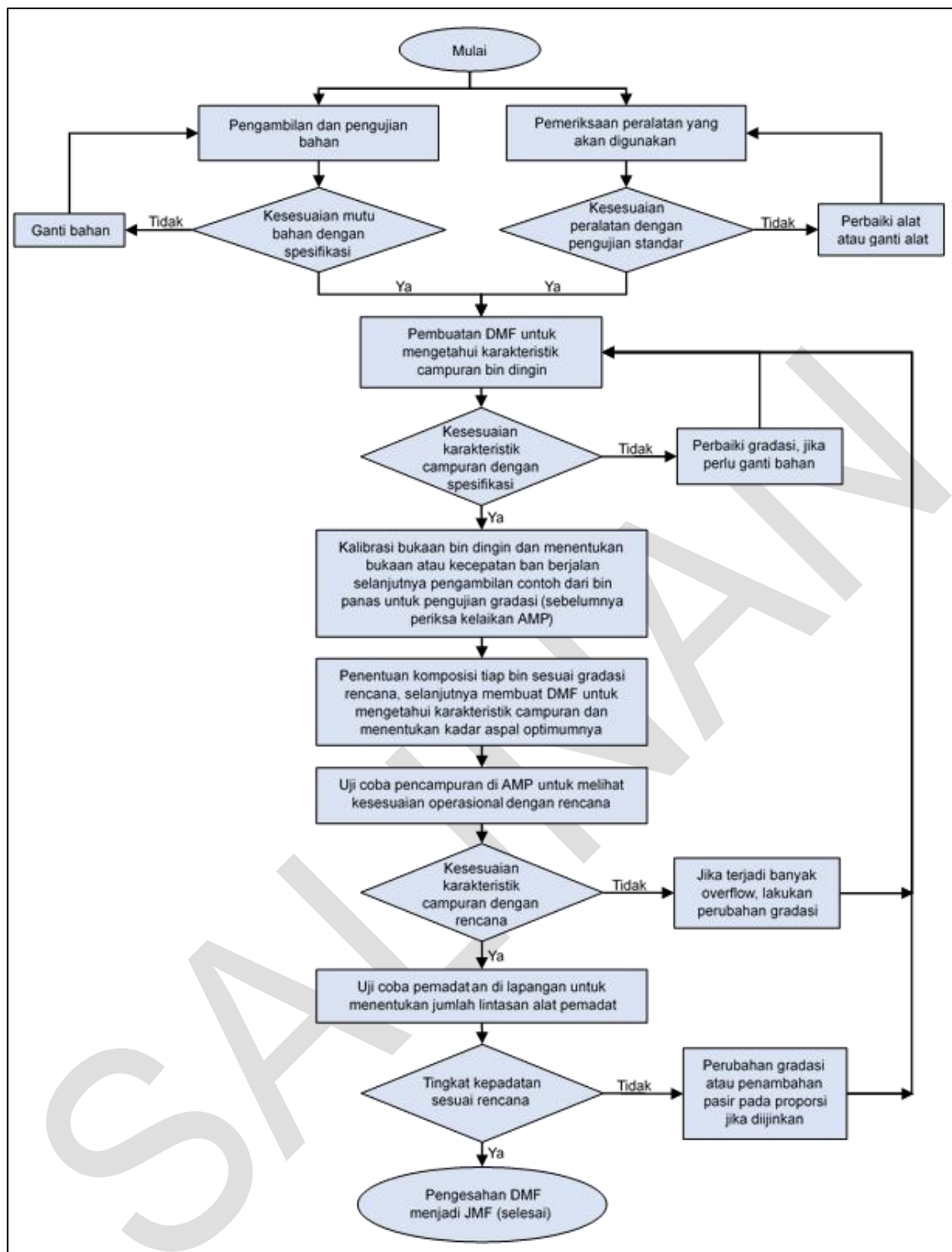
Perbedaan kerataan permukaan campuran beraspal *porous* yang telah selesai dikerjakan harus memenuhi ketentuan berikut ini:

- a. Kerataan Melintang
Bilamana diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m yang diletakkan tepat di atas permukaan jalan tidak boleh melampaui 5 mm. Perbedaan setiap dua titik pada setiap penampang melintang tidak boleh melampaui 5 mm dari elevasi yang dihitung dari penampang melintang yang ditunjukkan dalam gambar.
- b. Kerataan Permukaan
Kerataan permukaan lapis perkerasan penutup atau lapis aus segera setelah pekerjaan selesai harus diperiksa kerataannya dengan menggunakan alat ukur kerataan.

5. Ketentuan-Ketentuan Teknis

5.1. Prosedur Perancangan Campuran

Perancangan campuran beraspal *porous* sesuai bagan alir seperti yang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 - Bagan alir perancangan rumusan campuran kerja (JMF)

5.1.1. Jenis Campuran

Sebelum perancangan campuran beraspal *porous*, tentukan terlebih dahulu jenis aspal yang akan digunakannya.

5.1.2. Pengambilan Contoh dan Pengujian Bahan

Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan campuran beraspal *porous* yang terdiri dari: agregat kasar atau halus dan bahan tambah atau *stabilizer* serta aspal sebagai bahan pengikat. Agregat kasar atau agregat halus untuk perancangan campuran harus diambil dari bin dingin atau *stockpile* untuk pengujian sesuai dengan SNI 6889:2014.

Mutu agregat kasar dan agregat halus harus memenuhi persyaratan sesuai ketentuan pada Butir 4.1.1, Tabel 1 dan Tabel 2. Aspal yang akan digunakan, harus diambil dari drum atau ketel aspal dengan tata cara pengambilannya sesuai dengan SNI 06-6399-2002. Mutu aspal tersebut harus memenuhi persyaratan sesuai ketentuan pada Butir 4.1.2 dan Tabel 4. Mutu bahan tambah atau *stabilizer* harus memenuhi persyaratan sesuai ketentuan pada Butir 4.1.4, dan Tabel 7.

5.1.3. Penentuan Gradasi Gabungan

Tentukan proporsi agregat kasar dan agregat halus baik dengan cara analitis ataupun secara grafis, sehingga menghasilkan gradasi yang sesuai dengan persyaratan pada Butir 4.1.1

5.1.4. Penentuan Rancangan Campuran Rencana (DMF)

Untuk pembuatan *DMF*, agregat diambil dari bin panas. Selanjutnya, lakukan perancangan campuran (DMF) dengan tahapan sebagai berikut:

- Tentukan tiga rancangan gradasi campuran beraspal *porous* untuk percobaan awal dengan mengatur proporsi agregat kasar dan agregat halus.
Gradasi rancangan untuk percobaan harus berada pada kondisi butiran kasar (mendekati garis gradasi batas bawah), kondisi butiran halus (mendekati garis gradasi batas atas) dan berada pada rentang kedua gradasi tersebut.
- Tentukan *Void Campuran Agregat (VCA)* pada fraksi agregat kasar untuk menentukan kandungan rongga pada fraksi agregat kasar dalam kondisi kering setelah dipadatkan menggunakan *tamping road* sesuai dengan AASHTO D7064/D7064M untuk memperoleh nilai VCA_{DRY} . Pada saat yang bersamaan, tentukan juga berat jenis dalam kondisi kering sesuai SNI 03-1969:2016 untuk memperoleh berat jenis fraksi agregat kasar.

$$VCA_{dry} = 100 \times \left(\frac{G_{ca} - Y_s}{G_{ca}} \right)$$

dimana:

VCA_{DRC} : Prosentase rongga antar partikel agregat kering

G_{CA} : berat jenis *bulk* dari fraksi campuran agregat kasar

Y_s : berat isi agregat kasar (kg/m^3)

- Tentukan kadar aspal minimum yang sesuai (berdasarkan berat jenis curah (*bulk*) agregat gabungan) untuk menyediakan volume aspal yang cukup untuk campuran beraspal *porous* seperti ditunjukkan pada Tabel 13. Untuk campuran dengan agregat gabungan yang mempunyai berat jenis curah kurang dari atau sama dengan 2,75, direkomendasikan kadar aspal percobaannya antara 6,0% – 6,5%. Jika berat jenis curah agregat gabungan lebih dari 2,75, kadar aspal percobaan dapat sedikit dikurangi.

Tabel 13 - Persyaratan kadar aspal minimum untuk campuran beraspal *porous* dengan berat jenis curah yang bervariasi

Berat jenis agregat curah (<i>bulk</i>) gabungan	Kadar aspal minimum
2,40	6,8
2,45	6,7
2,50	6,6
2,55	6,5
2,60	6,3
2,65	6,2
2,70	6,1
2,75	6,0
2,80	5,9
2,85	5,8
2,90	5,7
2,95	5,6
3,00	5,5

- d. Siapkan agregat kering yang akan digunakan untuk campuran beraspal *porous* sampai beratnya konstan dan pisahkan dengan pengayakan kering sesuai praksi sesuai ukuran saringan dalam spesifikasi. Pemisahan agregat direkomendasikan dengan ukuran butir sebagai berikut:
 - 1). 19 mm - 12,5 mm
 - 2). 12,5 mm - 9,5 mm
 - 3). 9,5 mm - 4,75 mm
 - 4). 4,75 mm - 2,36 mm
 - 5). 2,36 mm - 1,18 mm
 - 6). <1,18
- e. Siapkan 4 benda uji untuk setiap campuran percobaan: tiga benda uji untuk menentukan kandungan rongga udara dari benda uji yang dipadatkan dan satu benda uji untuk menentukan berat jenis maksimum teoritis sesuai SNI 03-6893-2002.
- f. Tentukan suhu pencampuran dan suhu pemadatan sesuai dengan SNI 2489:2018. Temperatur pencampuran adalah temperatur yang dibutuhkan untuk menghasilkan viskositas aspal sebesar 170 ± 20 cST. Temperatur pemadatan adalah temperatur yang dibutuhkan untuk menghasilkan viskositas aspal sebesar 280 ± 30 cST.
- g. Untuk setiap benda uji, timbang bahan agregat sesuai jumlah masing-masing fraksi untuk menghasilkan ukuran benda uji campuran yang direncanakan. Campuran agregat yang sudah ditimbang selanjutnya dimasukan ke dalam oven dengan suhu tidak lebih dari 28°C diatas suhu pencampuran.
- h. Panaskan aspal sampai suhu pencampuran sesuai ketentuan Tabel 10.
- i. Saat menyiapkan campuran beraspal *porous* dilaboratorium, gunakan alat pencampur mekanis.
- j. Masukan agregat yang telah dipanaskan kedalam wadah pencampur mekanis, tambahkan *stabilizer* dan aspal yang selanjutnya dicampur/diaduk dengan cepat hingga permukaan agregat terselimuti merata waktu pencampuran beraspal *porous* lebih lama sedikit dibandingkan dengan campuran aspal konvensional. Penambahan *stabilizer* ke agregat (pencampuran kering) sebelum menambahkan aspal dapat menyebarkan *stabilizer* lebih merata ke seluruh campuran.
- k. Padatkan benda uji dari setiap campuran percobaan pada suhu pemadatan yang telah ditentukan sesuai Tabel 10 sebanyak 50 putaran menggunakan alat *Gyratory* sesuai

dengan AASHTO T312(2014) atau sebanyak 35 tumbukan menggunakan alat Marshall sesuai SNI 2489:2018.

Campuran beraspal *porous* relatif lebih mudah dipadatkan. Oleh karena itu tidak boleh dipadatkan lebih dari 50 putaran menggunakan alat *Gyratory*, karena dapat merusak agregat dalam campurannya.

- l. Setelah benda uji dipadatkan dan cukup stabil, keluarkan benda uji dan biarkan hingga dingin. Tentukan kepadatan setiap benda uji sesuai AASHTO T 331-23 atau dengan analisis dimensi. Untuk menentukan analisis dimensi, tentukan dan catat berat kering setiap benda uji dalam gram. Tentukan dan catat masing-masing benda uji dalam centimeter sesuai dengan ASTM D3549/D3549M-18 dengan menggunakan jangka sorong yang terkalibrasi. Tentukan diameter masing-masing benda uji dalam sentimeter sebagai rata-rata dari 4 pengukuran dengan jarak yang sama menggunakan jangka sorong yang terkalibrasi.
- m. Hitung luas benda uji dengan menggunakan diameter rata-rata.
- n. Hitung volume benda uji dengan mengalikan luas benda uji dengan tinggi rata-ratanya.
- o. Hitung kepadatan benda uji dengan membagi berat kering benda uji dengan volume yang dihitung.
- p. Ubah massa jenis curah menjadi berat jenis curah (kepadatan) dengan membaginya dengan 0,99707 r/cm³ (massa jenis air pada 25°C)
- q. Tentukan berat jenis maksimum teoritis dari benda uji yang tidak dipadatkan sesuai SNI 03-6893-2002. Hitung persen rongga udara (VIM) dan VCA_{MIX} menggunakan rumus di bawah ini:

$$VIM = 100 \times \left(1 - \frac{Gmb}{Gmm} \right)$$

$$VCA_{mix} = 100 - \left(\frac{Gmb}{Gca} \times Pca \right)$$

Dimana :

Pca : Persen agregat kasar dalam campuran, berdasarkan gradasi campuran percobaan

Bmm : Berat jenis maksimum campuran beraspal *porous*

Gmb : Kepadatan campuran beraspal *porous*

Gca : Berat jenis curah agregat kasar

- r. Bandingkan VCA_{DRY} dengan VCA_{MIX} . VCA_{MIX} harus sama dengan atau kurang dari antar kontak agregat VCA_{DRY} yang ada.
- s. Bandingkan setiap campuran percobaan dengan kadar aspal minimum, rongga udara, dan VCA_{MX} sesuai persyaratan pada Tabel 8. Dari ketiga campuran percobaan, campuran percobaan dengan rongga udara paling tinggi, yaitu memenuhi minimum 18% dan memperlihatkan kontak antar agregat yang dianggap sebagai gradasi rancangan. Jika tidak ada campuran yang memenuhi persyaratan, ulangi proses perancangan campuran uji coba dengan gradasi yang berbeda atau dengan agregat yang berbeda.
- t. Setelah menentukan gradasi rancangan, perlu dilakukan evaluasi pada kandungan aspal yang berbeda untuk memilih kadar aspal optimum.
- u. Siapkan benda uji campuran tambahan menggunakan gradasi rancangan terpilih dengan sekurang-kurangnya 5 variasi kadar aspal yang berbeda. Interval variasi kadar aspal sebesar 0.5 persen. Sebanyak 30 sampel harus disiapkan, 3 sampel yang dipadatkan

untuk pengujian kepadatan (GMB) dan pelepasan butir menggunakan abrasi (*cantabro*) dan 3 sampel yang tidak dipadatkan: satu untuk pengujian GMM dan 2 untuk pengujian *draindown* pada masing-masing dari 5 kadar aspal rancangan.

- v. Uji pelepasan butir dengan alat abrasi (*cantabro*) 3 benda uji yang dipadatkan dari gradasi rancangan pada setiap kadar aspal sesuai AASHTO TP 401-22.
- w. Uji sensitifitas *draindown* dari dua sampel rancangan yang tidak dipadatkan sesuai AASHTO T305-14 (2018).
- x. Jika diperlukan (*opsional*) lakukan pengujian permeabilitas di laboratorium. Nilai permeabilitas yang direkomendasikan lebih besar dari (100m/hari) atau (300 ft/hari).
- y. Bandingkan hasil pengujian campuran dari kadar aspal yang berbeda terhadap persyaratan pada Tabel 8. Pilih kadar aspal campuran yang memenuhi semua persyaratan pada Tabel 8 sebagai kadar aspal optimum rancangan.
- z. Jika dari hasil percobaan tidak ada yang memenuhi kriteria yang sesuai Tabel 8, campuran aspal mungkin perlu dievaluasi lebih lanjut. Berikut adalah saran perubahan pada campuran beraspal *porous* agar dapat memenuhi kriteria campuran sesuai Tabel 8:
 - 1) Jika rongga udara terlalu kecil, kadar aspal harus dikurangi;
 - 2) Jika pelepasan butir dengan alat abrasi terlalu tinggi, kadar aspal harus dinaikkan atau mengubah jenis aditif anti *stripping*-nya; dan
 - 3) Jika nilai *draindown* lebih dari 0,3 %, jumlah aspal dan/atau jenis atau jumlah *stabilizer* harus disesuaikan.
- aa. Uji kerentanan akibat kelembaban (TSR) dari campuran yang dirancang sesuai AASHTO T 283-21:
 - 1) Siapkan dan padatkan campuran beraspal *porous* 50 putaran menggunakan alat *gyratory* atau 35 tumbukan menggunakan alat Marshall pada kadar aspal optimum;
 - 2) Rongga udara benda uji yang dipadatkan harus sesuai Tabel 8; dan
 - 3) Jika campuran tidak memenuhi persyaratan TSR minimum sesuai Tabel 8, lakukan perancangan menggunakan bahan yang berbeda atau gunakan *additive antistripping* untuk meningkatkan TSR.

5.1.5. Pemeriksaan AMP

Sebelum digunakan uji coba pencampuran dan produksi, AMP harus diperiksa kelayakannya terutama komponen tertentu, seperti timbangan dan alat ukur temperatur harus dikalibrasi. Pemeriksaan AMP harus termasuk kelayakan pintu bin dingin dan ban berjalannya. Pemeriksaan AMP harus mengacu pada Pd. 18/P/BM/2023 dan uraian singkat untuk ketentuan AMP sesuai Butir 4.2.2.

5.1.6. Kalibrasi Sistem Pemasok Agregat Dingin

Kalibrasi bukaan pintu agregat dingin dilakukan untuk tipe getar yang kecepatannya dibuat tetap (sama dengan kecepatan pada operasi sebenarnya). Kalibrasi tersebut dilakukan untuk tiap pintu penampung dengan cara membuat hubungan antara bukaan pintu penampung (*bin*) dan kuantitas (berat) agregat yang keluar. Oleh karena itu, bukaan pintu perlu dibuat bervariasi dan untuk tiap bukaan pintu, selanjutnya agregat yang terdapat pada ban berjalan (setelah dijalankan dalam durasi tertentu) diambil contohnya kemudian ditimbang. Apabila pintu yang dikalibrasi merupakan jenis pintu yang langsung menumpahkan agregat ke ban berjalan utama, kuantitas agregat per menit harus diketahui.

Pada AMP model baru umumnya kuantitas agregat tidak dikendalikan oleh bukaan pintu, tetapi oleh kecepatan ban berjalan dan vibrasi sistem pemasok (diukur dalam revolusi per

menit/RPM). Untuk meningkatkan atau menurunkan kuantitas agregat yang dipasok dari suatu penampung, putaran ban berjalan ditingkatkan atau diturunkan, sesuai dengan kebutuhan.

5.1.7. Uji Coba Pencampuran di AMP

Tujuan uji coba pencampuran di AMP antara lain adalah untuk mengevaluasi hasil pengeringan agregat, pemanasan aspal serta proporsi bahan yang digunakan dalam campuran beraspal serta kualitas campuran hasil produksi. Karena Rancangan Campuran dikembangkan di laboratorium, belum tentu sifat-sifat campuran yang diperoleh sama dengan sifat-sifat campuran hasil produksi di AMP. Sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi Umum, JMF harus dikembangkan berdasarkan contoh agregat yang diambil dari penampung (*bin*) panas yang terdapat pada AMP.

Contoh agregat dari pemasok panas harus diambil setelah penentuan besarnya bukaan pemasok *bin* dingin. Selanjutnya tentukan proporsi masing-masing agregat dari bin panas yang dapat memenuhi gradasi DMF. Lakukan pengujian sifat-sifat campuran menggunakan prosedur Marshall sesuai SNI 2489:2018 serta volumetrik campuran sesuai AASHTO M 323-17. Sifat-sifat campuran beraspal *porous* sesuai hasil pengujian merupakan DMF dan harus memenuhi semua sifat-sifat campuran sebagaimana disyaratkan Butir 4.1.6, Tabel 8. Dengan demikian, DMF yang dihasilkan dengan proporsi agregat tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan proporsi agregat kasar, agregat halus, bahan tambah/*stabilizer*, dan aspal yang harus dicampurkan di AMP. Oleh karena itu, untuk tiap takaran (*batch*) campuran, proporsi agregat, bahan tambah/*stabilizer* dan aspal perlu ditentukan.

Lakukan percobaan pengadukan untuk memastikan bahwa kadar aspal dan gradasi campuran agregat serta sifat-sifat Marshall dan sifat-sifat kepadatan/volumetrik campuran beraspal panas sesuai dengan kadar aspal dan gradasi agregat serta sifat-sifat Marshall dan sifat-sifat kepadatan/volumetrik campuran beraspal *porous* yang tercantum dalam DMF. Pada percobaan pencampuran perlu diambil dua contoh untuk:

- a. ekstraksi, untuk menentukan kadar aspal, dan gradasi; dan
- b. pengujian marshall dan analisis kepadatan/volumetrik.

Misalkan tiap kali pencampuran, unit pengaduk aspal akan memproduksi 1000 kg campuran beraspal, proporsi agregat kasar dan agregat halus yang menghasilkan gradasi yang memadai adalah proporsi dari masing-masing bin panas, sedangkan berdasarkan hasil perancangan campuran, kadar bahan tambah atau *stabilizer* 0,4 persen terhadap berat aspal serta kadar aspal yang juga diasumsikan adalah 6,0 persen. Berdasarkan asumsi tersebut, proporsi (berat) bahan tambah/*stabilizer*, aspal dan agregat serta durasi waktu yang diperlukan untuk setiap kali pencampuran dapat diketahui.

5.1.8. Rumusan Campuran Kerja (JMF)

Sifat-sifat campuran yang diperoleh dari Rumusan Campuran Rencana (DMF) yang telah dikembangkan belum tentu benar-benar sama dengan sifat-sifat campuran yang diperoleh di lapangan. Oleh karena itu, sebelum digunakan sebagai acuan pada pelaksanaan reguler, Rumusan Campuran Rencana perlu terlebih dulu diuji coba dengan menggunakan peralatan aktual dan pada lokasi yang dinilai mewakili lokasi pekerjaan campuran beraspal panas. Rumusan Campuran Rencana yang telah diuji coba dan dilengkapi batas-batas toleransi, serta bila perlu disesuaikan, menjadi JMF.

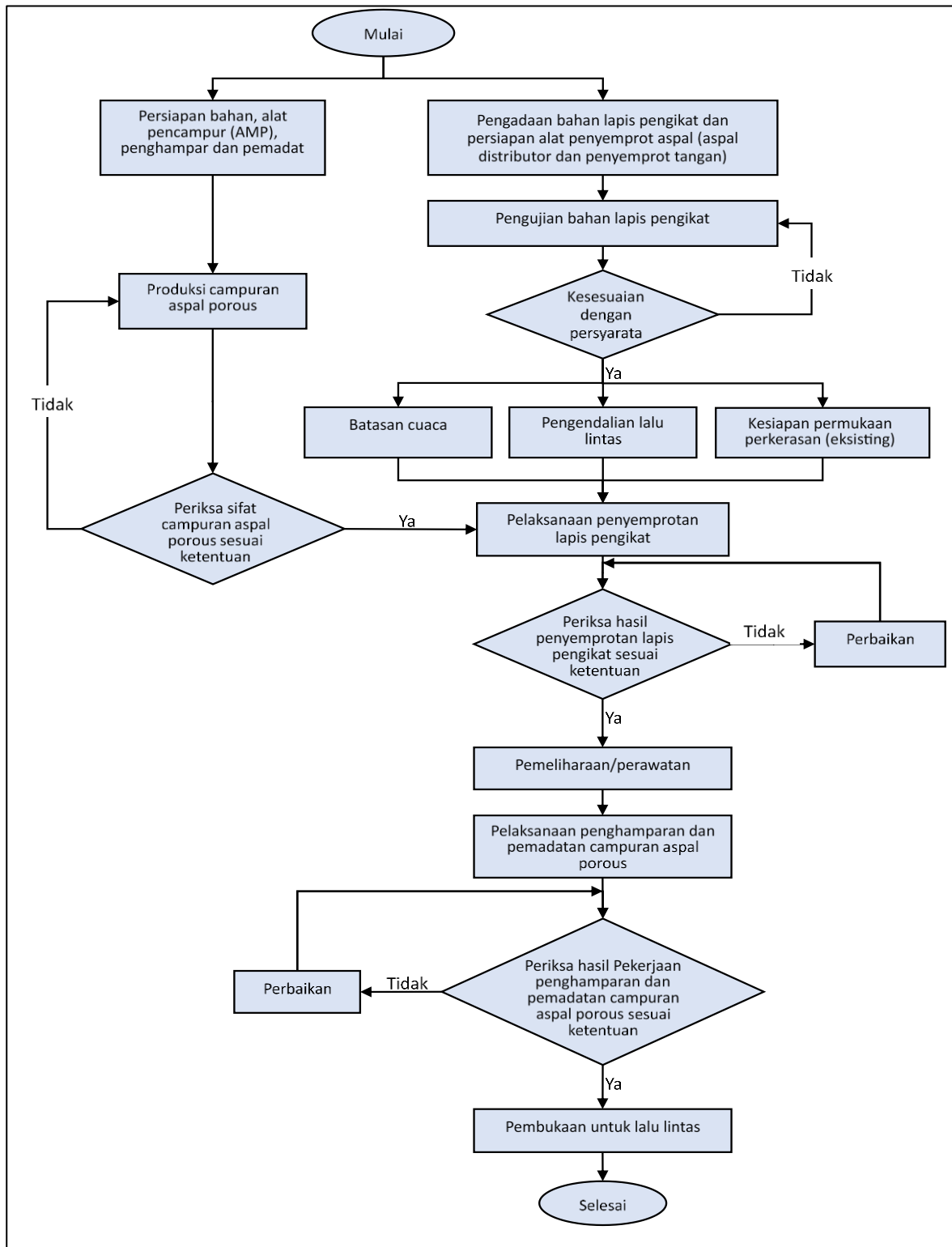
Kegiatan untuk pembuatan Rumusan Campuran Kerja (JMF) mencakup tahapan sebagai berikut.

- a. Setelah percobaan pencampuran dilaksanakan, produksi untuk percobaan penghamparan dapat segera dilakukan.
- b. Benda uji Marshall harus dibuat dari setiap penghamparan percobaan. Contoh campuran beraspal dapat diambil dari AMP atau dari truk di AMP, dan dibawa ke laboratorium dalam kotak yang terbungkus rapi. Benda uji Marshall harus dicetak dan dipadatkan pada temperatur yang disyaratkan dalam Tabel 10, dan menggunakan jumlah penumbukan yang disyaratkan dalam Tabel 8. Kepadatan rata-rata dari semua benda uji yang diambil dari campuran untuk percobaan pemadatan yang memenuhi ketentuan harus menjadi kepadatan standar kerja, yang harus dibandingkan dengan pemadatan campuran beraspal terhampar dalam pekerjaan.
- c. Segera setelah DMF disetujui, pelaksanaan percobaan penghamparan dan pemadatan dapat dimulai, yaitu dengan kuantitas paling sedikit 50 ton yang diproduksi dengan AMP. Pelaksanaan percobaan harus dilakukan di lokasi yang telah disetujui.
- d. Dalam penghamparan percobaan, harus dapat menunjukkan prosedur dan peralatan yang digunakan. Alat penghampar (*paver*) mampu menghampar bahan sesuai dengan tebal yang disyaratkan sesuai gambar rencana tanpa segregasi, tergores, dan sebagainya. Kombinasi penggilas yang diusulkan harus mampu mencapai kepadatan yang disyaratkan dalam rentang temperatur pemadatan sebagaimana yang dipersyaratkan dalam Tabel 10.
- e. *JMF* merupakan acuan untuk pelaksanaan, dalam *JMF* harus tercantum aspek-aspek yang terkait dengan prosedur pelaksanaan serta aspek-aspek yang harus dipenuhi (dicapai). Aspek-aspek di atas sekurang-kurangnya mencakup:
 - 1) sumber-sumber agregat;
 - 2) ukuran nominal maksimum partikel;
 - 3) gradasi tiap fraksi, baik pada penampung dingin maupun pada penampung panas;
 - 4) takaran tiap fraksi agregat, baik dari penampung dingin maupun dari penampung panas;
 - 5) gradasi agregat gabungan;
 - 6) toleransi gradasi agregat kasar, agregat halus;
 - 7) kadar bahan tambah atau *stabilizer*;
 - 8) kadar aspal optimum dan kadar aspal efektif;
 - 9) toleransi kadar aspal;
 - 10) VCA_{MIX}/VCA_{DRC} ;
 - 11) stabilitas;
 - 12) rongga dalam campuran;
 - 13) pelepasan butir dengan mesin *loss angeles*, (%);
 - 14) pengaliran aspal/*draindown*, (%);
 - 15) stabilitas marshall sisa (%), setelah perendaman selama 24 jam, 60 °c;
 - 16) waktu pencampuran di AMP;
 - 17) temperatur pencampuran bahan tambah atau *stabilizer* dengan agregat;
 - 18) temperatur campuran pada saat keluar dari unit pengaduk;
 - 19) temperatur campuran pada saat tiba di lapangan;
 - 20) temperatur dan tebal lapis campuran beraspal *porous* hasil penghamparan;
 - 21) durasi pemadatan yang tersedia;
 - 22) panjang zona pemadatan;
 - 23) temperatur awal pemadatan;
 - 24) temperatur akhir pemadatan;

- 25) jumlah lintasan dan pola pemadatan; dan
- 26) tebal dan kepadatan target.

5.2. Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan pekerjaan campuran beraspal *porous* sesuai bagan alir seperti yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 - Bagan alir pelaksanaan di lapangan

5.2.1. Penyiapan Bahan dan Peralatan

5.2.1.1. Bahan *Stabilizer*

- a. Untuk menjaga keseragaman mutu campuran beraspal yang dihasilkan, bahan tambah/*stabilizer* yang digunakan mulai dari awal kegiatan sampai selesai pelaksanaan harus dipasok dari satu sumber pengolahan. bahan tambah/*stabilizer* harus memenuhi ketentuan sebagaimana disyaratkan dalam Butir 4.1.4 dan Tabel 7.
- b. Sebelum memulai pekerjaan, bahan tambah/*stabilizer* harus sudah tersedia paling sedikit 60 persen dari total kebutuhan untuk kegiatan pelaksanaan pekerjaan.
- c. Harus tersedia sebuah tempat penyimpanan yang tahan cuaca dan elevator yang cocok untuk memasok yang dilengkapi dengan sistem penakaran berat harus disediakan.

5.2.1.2. Bahan Aspal

Bahan aspal harus dipanaskan di dalam suatu tangki yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah terjadinya pemanasan langsung setempat dan mampu mengalirkan bahan aspal secara berkesinambungan ke alat pencampur secara terus menerus pada temperatur yang merata setiap saat. Pada setiap hari sebelum proses pencampuran dimulai, kuantitas aspal minimum harus mencukupi untuk pekerjaan yang direncanakan pada hari itu yang siap untuk dialirkan ke alat pencampur.

5.2.1.3. Bahan Agregat

- a. Sebelum memulai pekerjaan harus sudah tersedia setiap fraksi agregat pecah untuk campuran beraspal *porous*, paling sedikit untuk kebutuhan satu bulan atau paling sedikit 40% dari total pekerjaan yang akan dikerjakan dan selanjutnya persediaan masing-masing fraksi agregat tersebut harus dipertahankan paling sedikit untuk kebutuhan campuran aspal satu bulan berikutnya.
- b. Setiap fraksi agregat harus disalurkan ke AMP melalui pemasok penampung dingin yang terpisah. Prapencampuran agregat dari berbagai jenis atau dari sumber yang berbeda tidak diperkenankan. Agregat untuk campuran beraspal harus dikeringkan dan dipanaskan pada alat pengering sebelum dimasukkan ke dalam alat pencampur. Nyala api yang terjadi dalam proses pengeringan dan pemanasan harus diatur secara tepat agar dapat mencegah terbentuknya selaput jelaga pada agregat.
- c. Ketika agregat akan dicampur dengan bahan tambah atau *stabilizer*, agregat harus kering dan dipanaskan terlebih dahulu sehingga pada saat bercampur dengan bahan tambah atau *stabilizer* temperatur agregat tersebut harus $(180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C})$.

5.2.1.4. Alat Penyemprot Aspal

Siapkan alat penyemprotan lapis perekat menggunakan alat sesuai yang direkomendasikan. Ketentuan alat penyemprot lapis perekat sesuai Butir 4.2.4.

5.2.1.5. Unit Produksi Campuran Aspal (AMP)

Siapkan dan periksa AMP, terutama bila jarak waktu antara percobaan produksi dan pelaksanaan produksi yang masal terjadi jeda waktu serta periksa atau ganti ayakan panas

bila AMP digunakan untuk jenis campuran yang tidak sesuai dengan yang akan diproduksi. AMP harus laik operasi serta memenuhi ketentuan pada Butir 4.2.2.

5.2.1.6. Alat Pengangkut

Siapkan alat pengangkut dengan jumlah yang sesuai dengan volume pekerjaan serta jarak antara AMP dan lokasi pekerjaan. Ketentuan alat pengangkut harus sesuai Butir 4.2.3.

5.2.1.7. Alat Penghampar dan Pematat

Siapkan alat penghampar dan pematat yang sama dengan yang digunakan pada saat percobaan penghamparan dan pemadatan. Ketentuan alat penghampar dan pematat sesuai Butir 4.2.5 dan 4.2.6.

5.2.2. Perkerasan Eksisting

Sebelum penghamparan dilakukan, harus dipenuhi beberapa ketentuan antara lain:

- a. Permukaan jalan lama harus rata, bila terdapat lubang harus ditutup minimum dengan jenis bahan yang sesuai dengan bahan yang digunakan pada perkerasan eksisting. Bila permukaan perkerasan eksisting perkerasan beraspal mengalami kerusakan setempat-setempat, sebelum pelaksanaan harus diperbaiki terlebih dahulu dengan jenis bahan yang sesuai dengan bahan yang digunakan pada perkerasan eksisting.
- b. Bangunan-bangunan dan benda-benda lain di samping tempat kerja (struktur, pepohonan dan lain-lain) harus dilindungi agar tidak menjadi kotor karena percikan lapis perekat. Di samping itu, permukaan perkerasan eksisting harus dibersihkan dengan alat penyapu jalan atau menggunakan kompresor untuk menghilangkan debu dan kotoran. Permukaan perkerasan eksisting selain harus bersih tetapi harus benar-benar kering.
- c. Pekerjaan harus dilaksanakan sedemikian rupa sehingga masih memungkinkan lalu lintas satu lajur tanpa merusak pekerjaan yang sedang dilaksanakan dan hanya menimbulkan gangguan yang minimal bagi lalu lintas.

5.2.3. Batas Cuaca

Sesuai Butir 4.3.1 pelaksanaan penghamparan campuran beraspal *porous* pada waktu yang diperkirakan tidak akan turun hujan selama pekerjaan penghamparan.

5.2.4. Pengendalian Lalu Lintas

Tempat kerja harus ditutup untuk lalu lintas pada saat pekerjaan sedang berlangsung. Selain untuk keselamatan pekerja, pengaturan lalu lintas diperlukan untuk melindungi hasil pelaksanaan. Pengaturan lalu lintas harus dilakukan sampai selesai pemadatan dan selanjutnya setelah sampai waktu yang ditentukan dan disetujui, permukaan akhir dapat dibuka untuk lalu lintas. Untuk itu, harus memasang pemisah jalur dan rambu-rambu lalu lintas sesuai Pd T-12-2003 agar jalan dapat dilalui dengan kecepatan maksimum 20 km/jam.

5.2.5. Penyemprotan Lapis Perekat

Apabila penghamparan dilakukan di atas permukaan perkerasan beraspal atau beton semen ketentuan pemakaian lapis perekat harus sesuai Tabel 9.

Tahapan penyemprotan lapis pengikat:

- a. Penyemprotan lapis lapis pengikat adalah sebagai berikut:
 - 1) panaskan aspal yang digunakan sesuai dengan jenis aspal dan jumlah pengencer, dengan tujuan untuk memperoleh suatu distribusi aspal yang seragam kecuali bila menggunakan aspal emulsi;
 - 2) pasang lembaran kertas penutup (kertas tebal atau kertas semen) pada tempat-tempat penyiraman dimulai dan berakhir, yang diperlukan untuk mendapatkan batas permukaan yang rapi pada awal dan akhir penyemprotan;
 - 3) pasang tanda dengan benang atau kapur atau cat pada batas-batas samping pengaspalan sebagai petunjuk bagi operator;
 - 4) jalankan aspal distributor di atas kertas batas awal dan bentang penyemprot dibuka; aspal distributor bergerak maju dengan kecepatan tetap sesuai dengan yang ditetapkan, sampai batas kertas akhir, lalu pipa batang penyemprot ditutup;
 - 5) singkirkan lembaran kertas; dan
 - 6) hitung jumlah pemakaian aspal per m².
- b. Penyemprotan aspal pada lokasi yang relatif sedikit atau *spot-spot* adalah sebagai berikut:
 - 1) panaskan aspal yang digunakan sesuai dengan jenis aspal dan jumlah pengencer, dengan tujuan untuk memperoleh suatu distribusi aspal yang seragam kecuali bila menggunakan aspal emulsi;
 - 2) pasang tanda dengan benang atau kapur atau cat pada batas-batas samping pengaspalan sebagai petunjuk bagi operator; dan
 - 3) jalankan semprotan tangan (*hand sprayer*) di atas kertas batas awal dan bentang penyemprot dibuka; semprotan tangan bergerak maju dengan kecepatan tetap sesuai dengan yang ditetapkan, sampai tanda batas, lalu pipa batang penyemprot ditutup.
- c. Periksa hasil penyemprotan aspal, apabila ditemukan ada yang tidak rata pada bagian yang kekurangan aspal lakukan koreksi dengan penyemprotan ulang menggunakan semprotan tangan.
- d. Ketelitian yang dapat dicapai aspal distributor terhadap suatu takaran sasaran pemakaian alat semprot harus diuji dengan cara *paper test*. Lintasan penyemprotan minimum sepanjang 200 meter harus dilaksanakan dan kendaraan harus dijalankan dengan kecepatan tetap sehingga dapat mencapai takaran sasaran pemakaian yang telah ditentukan. Dengan minimum 5 penampang melintang yang berjarak sama harus dipasang 3 kertas resap yang berjarak sama, kertas tidak boleh dipasang dalam jarak kurang dari 0,5 meter dari tepi bidang yang di semprot atau dalam jarak 10 meter dari titik awal penyemprotan. Takaran pemakaian yang diambil sebagai harga rata-rata dari semua kertas resap tidak boleh berbeda lebih dari 5 persen dari takaran sasaran

5.2.6. Pelaksanaan Pekerjaan Campuran Beraspal *Porous*

5.2.6.1. Penyiapan Campuran

- a. Agregat kering yang telah disiapkan seperti yang dijelaskan di atas, harus dicampur di AMP dengan proporsi tiap fraksi agregat yang tepat agar memenuhi JMF. Proporsi takaran ini harus ditentukan dengan mencari gradasi secara basah dari contoh yang diambil segera dari bin panas (*hotbin*) sebelum produksi campuran dimulai dan pada interval waktu tertentu sesudahnya, sebagaimana ditetapkan, untuk menjamin pengendalian penakaran.

- b. Penambahan bahan tambah/*stabilizer* dilakukan pada saat pencampuran kering (*dry mix*) dengan waktu sesingkat mungkin, yang dilanjutkan dengan waktu pencampuran seperti diberikan pada Tabel 14.
- c. Temperatur agregat di dalam unit pencampur (*pug mill*) sebelum ditambah *Stabiliser* sekitar ($180 \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Tabel 14 - Perkiraan waktu pencampuran

Tahapan pencampuran	Waktu pencampuran (detik)
Pencampuran kering (<i>dry mix</i>) Pencampuran agregat panas dengan limbah <i>stabilizer</i> di unit pencampur (<i>pug mill</i>)	5 - 10
Pencampuran dengan aspal	40

- d. Bahan aspal harus ditimbang atau diukur dan dimasukkan ke dalam alat pencampur dengan jumlah yang ditetapkan sesuai dengan hasil *JMF*. Bilamana digunakan AMP sistem penakaran, di dalam unit pengaduk seluruh agregat harus dicampur kering terlebih dahulu, kemudian ditambahkan *stabilizer* baru aspal dengan jumlah yang tepat disemprotkan langsung ke dalam unit pengaduk dan diaduk dengan waktu sesingkat mungkin yang telah ditentukan (sesuai hasil uji coba pencampuran) untuk menghasilkan campuran yang homogen dan semua butiran agregat yang telah ditambah *stabilizer* terselimuti aspal dengan merata. Waktu pencampuran total harus ditetapkan dan diatur dengan perangkat pengendali waktu yang handal. Lamanya waktu pencampuran harus ditentukan secara berkala melalui "pengujian derajat penyalutan aspal terhadap butiran agregat kasar" sesuai dengan prosedur AASHTO T195 (2018).
- e. Temperatur campuran beraspal saat dikeluarkan dari alat pencampur harus dalam rentang seperti yang dijelaskan dalam Tabel 10. Tidak ada campuran beraspal yang diterima dan disetujui dalam pekerjaan bilamana temperatur pencampuran melampaui temperatur pencampuran maksimum yang disyaratkan.

5.2.6.2. Pengangkutan Campuran

Karena penuangan campuran dari unit pengaduk ke dalam truk berlangsung relatif cepat, pada saat penuangan campuran ke dalam truk, pengemudi truk cenderung tidak menjalankan (secara lambat), tetapi menghentikan truk di bawah unit pengaduk. Pada saat campuran (terutama campuran mudah mengalami segregasi) dituangkan ke dalam truk, agregat kasar berpotensi menggelinding ke bagian sisi bak truk. Hal tersebut mengakibatkan bahan kasar campuran yang terdapat pada bagian belakang dan bagian depan bak truk akan tertuang ke dalam mesin penghampar pertama dan paling akhir. Bahan kasar campuran yang terdapat pada bagian samping bak truk dan tertuang ke dalam mesin penghampar akan menempel pada sayap-sayap mesin penghampar.

Cara terbaik persoalan di atas adalah dengan mengisikan campuran pada beberapa lokasi bak truk (sekurang-kurangnya tiga lokasi), yaitu pengisian pertama dilakukan pada bagian depan bak truk dan pengisian ke dua dilakukan pada bagian belakang bak truk (atau sebaliknya). Pengisian-pengisian selanjutnya dilakukan di bagian tengah bak truk. Lokasi penuangan diatur dengan memajukan dan memundurkan truk sehingga lokasi bak truk sesuai dengan lokasi pengisian.

Sebelum meninggalkan AMP temperatur campuran yang terdapat di dalam perlu diukur dengan menggunakan termometer jarum (*armored-stem thermometer*). Pengukuran dilakukan dengan cara menusukkan jarum termometer ke dalam campuran sampai kedalaman yang tidak kurang dari 15 cm.

Waktu pengangkutan campuran beraspal *porous* mulai berangkat dari AMP sampai penuangan ke *hopper* finisher tidak boleh lebih dari 4 jam.

5.2.6.3. Penghamparan dan Pemadatan

Beberapa aspek yang perlu diperhatikan selama operasi penghamparan dan pemadatan meliputi:

- a. kesinambungan operasi (*continuity of operations*);
- b. jumlah mesin penghampar;
- c. kecepatan mesin penghampar;
- d. kapasitas truk pengangkut;
- e. jumlah dan jenis mesin pemadat;
- f. metode penghamparan;
- g. lebar penghamparan;
- h. pelebaran;
- i. pengaturan lalu lintas; dan
- j. keselamatan

5.2.6.3.1. Penghamparan Campuran

- a. Menyiapkan permukaan yang akan dilapisi
Permukaan perkerasan yang akan dilapisi harus sudah siap dan sesaat sebelum penghamparan, permukaan yang akan dihampar harus dibersihkan dari bahan yang lepas dan yang tidak dikehendaki dengan sapu mekanis yang dibantu dengan cara manual bila diperlukan. Lapis perekat (*tack coat*) harus dilaksanakan sesuai tahapan pada Butir 5.2.5.
- b. Acuan Tepi
Untuk menjamin sambungan memanjang vertikal, harus digunakan besi profil siku dengan ukuran tinggi 5 mm lebih kecil dari tebal rencana dan dipakukan pada perkerasan di bawahnya.
- c. Penghamparan dan pembentukan
 - 1) Sebelum memulai penghamparan, sepatu (*screed*) alat penghampar harus dipanaskan. Campuran beraspal harus dihampar dan diratakan sesuai dengan kelandaian, elevasi, serta bentuk penampang melintang yang disyaratkan.
 - 2) Penghamparan harus dimulai dari lajur yang lebih rendah menuju lajur yang lebih tinggi bilamana pekerjaan yang dilaksanakan lebih dari satu lajur.
 - 3) Mesin vibrasi pada *screed* alat penghampar harus dijalankan selama penghamparan dan pembentukan.
 - 4) Penampung alat penghampar (*hopper*) tidak boleh dikosongkan, sisa campuran beraspal harus dijaga tidak kurang dari temperatur yang disyaratkan dalam Tabel 10.
 - 5) Alat penghampar harus dioperasikan dengan suatu kecepatan yang tidak menyebabkan retak permukaan, koyakan, atau bentuk ketidakrataan lainnya pada permukaan.

- 6) Bilamana terjadi segregasi, koyakan atau alur pada permukaan, alat penghampar harus dihentikan dan tidak boleh dijalankan lagi sampai penyebabnya telah ditemukan dan diperbaiki.
- 7) Proses perbaikan lubang-lubang yang timbul karena terlalu kasar atau bahan yang tersegregasi karena penaburan material yang halus sedapat mungkin harus dihindari sebelum pemadatan. Butiran yang kasar tidak boleh ditebarkan di atas permukaan yang telah padat dan bergradasi rapat.
- 8) Harus diperhatikan agar campuran tidak terkumpul dan mendingin pada tepi-tepi penampung alat penghampar atau tempat lainnya.
- 9) Bilamana jalan akan dihampar hanya setengah lebar jalan atau hanya satu lajur untuk setiap kali pengoperasian, urutan penghamparan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga perbedaan akhir antara panjang penghamparan lajur yang satu dan yang bersebelahan pada setiap hari produksi dibuat seminimal mungkin.
- 10) Selama pekerjaan penghamparan, fungsi-fungsi berikut ini harus dipantau dan dikendalikan secara elektronik atau secara manual sebagaimana yang diperlukan untuk menjamin terpenuhinya elevasi rancangan dan toleransi yang disyaratkan serta ketebalan dari lapisan beraspal:
 - a) tebal hamparan aspal gembur sebelum dipadatkan, sebelum diperbolehkannya pemadatan (diperlukan pemeriksaan secara manual);
 - b) kelandaian sepatu (*screed*) alat penghampar untuk menjamin terpenuhinya lereng melintang dan super elevasi yang diperlukan;
 - c) elevasi yang sesuai pada sambungan dengan aspal yang telah dihampar sebelumnya, sebelum dibolehkannya pemadatan; dan
 - d) perbaikan penampang memanjang dari permukaan aspal lama dengan menggunakan batang perata, kawat baja atau hasil penandaan survei.

5.2.6.3.2. Pemadatan

- a) Segera setelah campuran beraspal dihampar dan diratakan, permukaan tersebut harus diperiksa dan setiap ketidaksempurnaan yang terjadi harus diperbaiki. Temperatur campuran beraspal yang terhampar dalam keadaan gembur harus dipantau dan penggilasan harus dimulai dalam rentang temperatur campuran beraspal yang menghasilkan viskositas aspal yang ditunjukkan pada Tabel 10.
- b) Pemadatan campuran beraspal harus terdiri dari tiga operasi yang terpisah berikut ini:
 - i. pemadatan awal;
 - ii. pemadatan antara; dan
 - iii. pemadatan akhir.
- c) Pemadatan awal atau *breakdown rolling* harus dilaksanakan menggunakan alat pemadat bergetar drum ganda (*twin drum vibratory*). Pemadatan awal harus dioperasikan dengan roda penggerak berada di dekat alat penghampar. Setiap titik perkerasan harus menerima berkisar enam lintasan penggilasan awal.
- d) Pemadatan antara atau utama dapat dilaksanakan dengan alat pemadat roda baja menggunakan atau tanpa penggetar (vibrasi) sebagaimana hasil percobaan penghamparan yang disetujui pengawas pekerjaan. Pemadatan akhir atau penyelesaian harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda baja tanpa penggetar.
- e) Pertama-tama pemadatan harus dilakukan pada sambungan melintang yang telah terpasang kalau dengan ketebalan yang diperlukan untuk menahan pergerakan campuran beraspal akibat penggilasan. Bila sambungan melintang dibuat untuk menyambung lajur yang dikerjakan sebelumnya, lintasan awal harus dilakukan

sepanjang sambungan memanjang untuk suatu jarak yang pendek dengan posisi alat pemadat berada pada lajur yang telah dipadatkan dengan tumpang tindih pada pekerjaan baru kira-kira 15 cm.

- f) Pemadatan harus dimulai dari tempat sambungan memanjang dan kemudian dari tepi luar. Selanjutnya, penggilasan dilakukan sejajar dengan sumbu jalan berurutan menuju ke arah sumbu jalan, kecuali untuk superelevasi pada tikungan harus dimulai dari tempat yang terendah dan bergerak ke arah yang lebih tinggi. Lintasan yang bemmtan harus saling tumpang tindih (*overlap*) minimum setengah lebar roda dan lintasan-lintasan tersebut tidak boleh berakhir pada titik yang kurang dari satu meter dari lintasan sebelumnya.
- g) Bilamana menggilas sambungan memanjang, alat pemadat untuk pemadatan awal harus terlebih dahulu memadatkan lajur yang telah dihampar sebelumnya sehingga tidak lebih dari 15 cm dari lebar roda pemadat yang memadatkan tepi sambungan yang belum dipadatkan. Pemadatan dengan lintasan yang berurutan harus dilanjutkan dengan menggeser posisi alat pemadat sedikit demi sedikit melewati sambungan, sampai tercapainya sambungan yang dipadatkan dengan rapi.
- h) Kecepatan alat pemadat tidak boleh melebihi 4 km/jam untuk roda baja dan harus selalu dijaga rendah sehingga tidak mengakibatkan bergesernya campuran panas tersebut. Garis, kecepatan dan arah penggilasan tidak boleh diubah secara tiba-tiba atau dengan cara yang menyebabkan terdorongnya campuran beraspal.
- i) Semua jenis operasi penggilasan harus dilaksanakan secara menerus untuk memperoleh pemadatan yang merata saat campuran beraspal masih dalam kondisi mudah dikerjakan sehingga seluruh bekas jejak roda dan ketidakrataan dapat dihilangkan.
- j) Roda alat pemadat harus dibasahi dengan cara pengabutan secara terus menerus untuk mencegah pelekatan campuran beraspal pada roda alat pemadat, tetapi air yang berlebihan tidak diperkenankan.
- k) Peralatan berat atau alat pemadat tidak diizinkan berada di atas permukaan yang baru selesai dikerjakan, sampai seluruh permukaan tersebut dingin.
- l) Setiap produk minyak bumi yang tumpah atau tercecer dari kendaraan atau perlengkapan yang digunakan di atas perkerasan yang sedang dikerjakan, dapat menjadi alasan dilakukannya pembongkaran dan perbaikan atas perkerasan yang terkontaminasi.
- m) Permukaan yang telah dipadatkan harus halus dan sesuai dengan lereng melintang dan kelandaian yang memenuhi toleransi yang disyaratkan. Setiap campuran beraspal padat yang menjadi lepas atau rusak, tercampur dengan kotoran, atau rusak dalam bentuk apa pun, harus dibongkar dan diganti dengan campuran panas yang baru serta dipadatkan secepatnya agar sama dengan lokasi sekitarnya. Pada tempat-tempat tertentu dari campuran beraspal terhampar dengan luas 1000 cm² atau lebih yang menunjukkan kelebihan atau kekurangan bahan aspal harus dibongkar dan diganti. Seluruh tonjolan setempat, tonjolan sambungan, cekungan akibat ambles, dan segregasi permukaan yang keropos harus diperbaiki.
- n) Sewaktu permukaan sedang dipadatkan dan diselesaikan, tepi perkerasan harus dipangkas agar bergaris rapi. Setiap bahan yang berlebihan harus dipotong tegak lurus setelah pemadatan akhir, dan dibuang di luar daerah milik jalan sehingga tidak kelihatan dari jalan yang lokasinya disetujui.

5.2.6.3.3. Sambungan

- Sambungan memanjang maupun melintang pada lapisan yang berurutan harus diatur sedemikian rupa agar sambungan pada lapis satu tidak terletak segaris yang lainnya. Sambungan memanjang harus diatur sedemikian rupa agar sambungan pada lapisan teratas berada di pemisah jalur atau pemisah lajur lalu lintas.
- Campuran beraspal tidak boleh dihampar di samping campuran beraspal yang telah dipadatkan sebelumnya kecuali bilamana tepinya telah tegak lurus atau telah dipotong tegak lurus, pada bidang vertikal sambungan harus diberi lapis perekat.

5.3 Prosedur Pengendalian Mutu

Frekuensi minimum pengujian yang diperlukan untuk pengendalian mutu pada proses pelaksanaan pekerjaan harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 15 atau sampai dapat diterima dan disetujui.

Tabel 15 - Pengendalian mutu

Bahan dan Pengujian	Frekuensi pengujian
<u>Aspal:</u>	
Aspal berbentuk <i>drum</i>	3√ dari jumlah drum
Aspal curah	Setiap tangki aspal
Bahan tambah atau <i>Stabilizer</i>	3√ dari jumlah kemasan
<u>Agregat:</u>	
– Abrasi dengan mesin Los Angeles	Setiap 5.000 m ³
– Gradasi agregat yang ditambahkan ke tumpukan	Setiap 1.000 m ³
– Gradasi agregat dari penampung panas (<i>hot bin</i>)	Setiap 250 m ³ (min. 2 pengujian per hari)
– Nilai setara pasir (<i>sand equivalent</i>)	Setiap 250 m ³
<u>Campuran:</u>	
– Suhu di AMP dan suhu saat sampai di lapangan	Setiap <i>batch</i> dan pengiriman
– Gradasi dan kadar aspal	Setiap 200 ton (min. 2 pengujian per hari)
– Kepadatan, stabilitas, pelelehan, rongga dalam campuran, dan stailitas sisa	Setiap 200 ton (min. 2 pengujian per hari)
– Pengaliran aspal (<i>draindown</i>)	Setiap 200 ton (min. 2 pengujian per hari)
– Campuran rancangan (<i>mix design</i>) Marshall	Setiap perubahan agregat rancangan
<u>Lapisan yang dihampar:</u>	
– Benda uji inti (<i>core</i>) berdiameter 4 inci baik untuk pemeriksaan pemadatan maupun tebal lapisan bukan perata:	Benda uji inti paling sedikit harus diambil dua titik pengujian per penampang melintang per lajur dengan jarak memanjang antar penampang melintang yang diperiksa tidak lebih dari 100 m.
<u>Toleransi Pelaksanaan:</u>	
– Elevasi permukaan, untuk penampang melintang dari setiap jalur lalu lintas.	Paling sedikit 3 titik yang diukur melintang pada paling sedikit setiap 12,5 meter memanjang sepanjang jalan tersebut.

5.3.1. Lapis Perekat

- a. Contoh aspal dan sertifikatnya, seperti disyaratkan dalam Butir 4.3.3 dari Pedoman ini harus disediakan pada setiap pengangkutan aspal ke lapangan pekerjaan.
- b. Dua liter contoh bahan aspal yang akan dihampar harus diambil dari distributor aspal, masing-masing pada saat awal penyemprotan dan pada saat menjelang akhir penyemprotan.
- c. Distributor aspal harus diperiksa dan diuji, sesuai dengan ketentuan Butir 4.2.4 dari Pedoman ini meliputi hal-hal sebagai berikut:
 - i) sebelum pelaksanaan pekerjaan penyemprotan, distributor aspal harus diperiksa kelaikan operasionalnya;
 - ii) pemeriksaan harus dilakukan setiap 6 bulan atau setelah melakukan penyemprotan bahan aspal sebanyak 150.000 liter. (dipilih yang lebih dulu tercapai); dan
 - iii) apabila distributor aspal mengalami kerusakan atau modifikasi, perlu dilakukan pemeriksaan ulang terhadap distributor tersebut.

5.3.2. Permukaan Perkerasan

- a. Permukaan perkerasan harus diperiksa dengan mistar lurus sepanjang 3 m dan harus dilaksanakan tegak lurus dan sejajar dengan sumbu jalan sesuai dengan petunjuk untuk memeriksa seluruh permukaan perkerasan. Toleransi harus sesuai dengan ketentuan dalam Butir 4.4.5 sedangkan pelaksanaannya harus mengikuti ketentuan sesuai Tabel 15.
- b. Pengujian untuk memeriksa toleransi kerataan yang disyaratkan harus dilaksanakan segera setelah pemadatan awal, penyimpangan yang terjadi harus diperbaiki dengan membuang atau menambah bahan sebagaimana diperlukan. Selanjutnya pemadatan dilanjutkan seperti yang dibutuhkan. Setelah penggilasan akhir, kerataan lapisan ini harus diperiksa kembali dan setiap ketidak-rataan permukaan yang melampaui batas-batas yang disyaratkan dan setiap lokasi yang cacat dalam tekstur, pemadatan atau komposisi harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan.

5.3.3. Jumlah Pengambilan Benda Uji Campuran Beraspal

5.3.3.1. Pengambilan Benda Uji Campuran Beraspal

Pengambilan contoh untuk benda uji umumnya dilakukan di AMP, tetapi pengambilan benda uji harus dilakukan di lokasi penghamparan bilamana terjadi segregasi yang berlebihan selama pengangkutan dan penghamparan campuran beraspal.

5.3.3.2. Pengendalian Proses Pelaksanaan

- a. Frekuensi minimum pengujian yang diperlukan untuk maksud pengendalian proses harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 15 atau sampai dapat diterima dan disetujui.
- b. Pengoperasian rencana jaminan mutu produksi harus yang sudah disetujui, berdasarkan data statistik dan yang mencapai suatu tingkat tinggi dari pemenuhan terhadap ketentuan-ketentuan pedoman dapat meminta persetujuan untuk pengurangan jumlah pengujian yang dilaksanakan.
- c. Contoh yang diambil dari penghamparan campuran beraspal setiap hari harus dengan cara yang diuraikan di atas dan dengan frekuensi yang diperintahkan dalam Pasal 5.3.3.3 dan 5.3.3.4. Enam cetakan Marshall harus dibuat dari setiap contoh. Benda uji harus

dipadatkan pada temperatur yang disyaratkan dalam Tabel 10 dan dalam jumlah tumbukan yang disyaratkan dalam Tabel 8. Kepadatan benda uji rata-rata dari semua cetakan Marshall yang dibuat setiap hari akan menjadi Kepadatan Marshall Harian.

- d. Proses pembuatan rancangan campuran beraspal harus diulang bilamana Kepadatan Marshall Harian rata-rata dari setiap produksi selama empat hari berturut-turut berbeda lebih 1 % dari JSD.
- e. Untuk mengurangi kuantitas bahan terhadap risiko dari setiap rangkaian pengujian, dapat memilih untuk mengambil contoh di atas ruas yang lebih panjang (yaitu, pada suatu frekuensi yang lebih besar) dari yang diperlukan dalam Tabel 15.

5.3.3.3. Pengambilan Benda Uji Inti Dan Uji Ekstraksi Lapisan Beraspal

Mesin bor pengambil benda uji inti (*core*) yang mampu memotong benda uji inti berdiameter 4 inci pada lapisan beraspal yang telah selesai dikerjakan harus disediakan. Benda uji inti tidak boleh digunakan untuk pengujian ekstraksi. Uji ekstraksi harus dilakukan menggunakan benda uji campuran beraspal gembur yang diambil di belakang mesin penghampar.

5.3.3.4. Pengujian Pengendalian Mutu Campuran Beraspal

- a. Catatan seluruh pengujian harus disimpan dan catatan tersebut harus diserahkan tanpa keterlambatan.
- b. Penyerahan hasil dan catatan pengujian berikut ini, yang dilaksanakan setiap hari produksi, beserta lokasi penghamparan yang sesuai, meliputi:
 - 1) analisis ayakan (cara basah), paling sedikit dua contoh agregat per hari dari setiap penampung panas;
 - 2) temperatur campuran saat pengambilan contoh di AMP maupun di lokasi penghamparan (satu per jam);
 - 3) kepadatan Marshall Harian dengan detail dari semua benda uji yang diperiksa;
 - 4) kepadatan hasil pemadatan di lapangan dan persentase kepadatan lapangan relatif terhadap JSD untuk setiap benda uji inti (*core*);
 - 5) stabilitas, pelelehan, dan atau stailitas Marshall sisa, paling sedikit dua contoh per hari;
 - 6) kadar aspal dalam campuran beraspal dan gradasi agregat yang ditentukan dari hasil ekstraksi campuran beraspal paling sedikit dua contoh per hari. Pemeriksaan kadar aspal dengan cara ekstraksi harus sesuai dengan SNI 03-3640-1994 menggunakan soklet atau SNI 8279:2016 menggunakan tabung refluks gelas; dan
 - 7) kadar aspal yang terserap oleh agregat, yang dihitung berdasarkan Berat Jenis Maksimum campuran perkerasan aspal (SNI 03-6893-2002).

Bibliografi

Keputusan Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi Nomor 119.K/18/DJM/2020 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Tanah yang Dipasarkan di Dalam Negeri

Keputusan Direktur Jenderal Minyak Bumi dan Gas Nomor 146.K/10/DJM/2020 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Solar yang Dipasarkan di dalam Negeri

SALINAN

Daftar Penyusun dan Unit Kerja Pemrakarsa

No.	Nama		Unit Kerja
1	Pemrakarsa	Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum	
2	Koordinator	Neni Kusnianti, S.T., M.T.	Kepala Balai Bahan dan Perkerasan Jalan
3	Penyusun	Dr. Drs. Madi Hermadi, M.M.	Balai Bahan dan Perkerasan Jalan
4		Yusep Firdaus, S.T.	
5		Gemilang Riansyah Putra, S.T.	
6		Amia Sarah, S.T., M.T.	
7	Narasumber	Prof. Furqon Affandi	Praktisi
8		Ir. Soehartono Irawan	
9	Editor Naskah	Subdirektorat Teknologi dan Peralatan Infrastruktur Bina Marga, Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan	

Lampiran A
(Normatif)
Formulir Pengujian Campuran Beraspal *Porous*

1. Formulir Pengujian *Draindown*

No.	Kadar Aspal (%)	Berat Keranjang (gr)	Berat Contoh campuran dan Keranjang (gr)		Berat Contoh campuran (gr)	Berat aspal yang mengalir (gr)	Persen aspal yang mengalir (%)
			Awal	Akhir			

2. Formulir Pengujian Kontak Agregat Kering (VCA_{DRY})

No.	Volume cetakan (cm ³)	Berat cetakan (gr)	Berat contoh agregat dan cetakan (gr)	Berat contoh agregat (gr)	Berat isi (Gr/cm ³)	Berat jenis agregat	Void camp. Agr, (VCA_{DRY}) (%)

3. Formulir Pengujian Pelepasan Butir Campuran (*Cantabro*)

No.	Jenis Campuran	Kadar aspal (%)	Berat contoh sebelum pemeriksaan (gr)	Berat contoh setelah pemeriksaan (gr)	Kehilangan berat (<i>cantabro</i>) (%)

Lampiran B
(Informatif)
Contoh Formulir Pengujian Campuran Beraspal *Porous*

1. Formulir Pengujian *Draindown*

No.	Kadar Aspal (%)	Berat Keranjang (gr)	Berat Contoh campuran dan Keranjang (gr)		Berat Contoh campuran (gr)	Berat aspal yang mengalir (gr)	Persen aspal yang mengalir (%)
			Awal	Akhir			
1	7.2	53.0	1188.9	1187.6	1135.9	1.3	0.114
2	7.2	52.3	1189.8	1188.7	1137.5	1.1	0.097
3	7.2	54.5	1187.6	1186.2	1133.1	1.4	0.124

2. Formulir Pengujian Kontak Agregat Kering (VCA_{DRY})

No.	Volume cetakan (cm ³)	Berat cetakan (gr)	Berat contoh agregat dan cetakan (gr)	Berat contoh agregat (gr)	Berat isi (Gr/cm ³)	Berat jenis agregat	Void camp.agr (VCA _{DRY}) (%)
1	3000	3084	7675.4	4591.4	1.530	2.640	42.03
2	3000	3084	7688.2	4604.2	1.535	2.640	41.87
3	3000	3084	7679.3	4595.3	1.532	2.640	41.98

3. Formulir pengujian pelepasan butir campuran (*cantambroo*)

No	Jenis Campuran	Kadar aspal (%)	Berat contoh sebelum pemeriksaan (gr)	Berat contoh setelah pemeriksaan (gr)	Kehilangan berat (<i>cantabro</i>) (%)
1	Camp. Aspal <i>Porous</i>	6	986.7	911.8	7.59
2	Camp. Aspal <i>Porous</i>	6	990.7	909.3	8.22
3	Camp. Aspal <i>Porous</i>	6	967.9	901.6	6.85