

SE Menteri PUPR

Nomor : 04/SE/M/2019

Tanggal : 4 Maret 2019

PEDOMAN

Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil

Perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	iii
Pendahuluan	iv
1. Ruang lingkup.....	1
2. Acuan normatif	1
3. Istilah dan definisi	3
4. Ketentuan-ketentuan	8
4.1. Bahan dan campuran	8
4.1.1. Agregat	8
4.1.2. Karet alam	10
4.1.3. Aspal karet.....	11
4.1.4. Campuran.....	12
4.2. Ketentuan peralatan	13
4.2.1. Peralatan laboratorium	13
4.2.2. Instalasi alat pencampur aspal karet di lapangan	13
4.2.3. Instalasi Pencampur Aspal (<i>Asphalt Mixing Plant, AMP</i>).....	14
4.2.4. Peralatan pengangkut	16
4.2.5. Peralatan penyemprot aspal	16
4.2.6. Peralatan penghampar dan pembentuk	17
4.2.7. Alat pemadat.....	18
4.2.8. Perlengkapan lainnya	19
4.3. Ketentuan pelaksanaan.....	19
4.3.1. Batasan cuaca.....	19
4.3.2. Pengendalian lalu lintas	19
4.3.3. Lapis resap pengikat dan lapis perekat	19
4.3.4. Pelaksanaan uji coba penghamparan dan pemadatan	20
4.4. Ketentuan pengendalian mutu	20
4.4.1. Temperatur pencampuran dan pemadatan	20
4.4.2. Tebal lapisan	21
4.4.3. Komposisi campuran.....	21
4.4.4. Kepadatan	21
4.4.5. Kerataan permukaan	22
5. Prosedur perancangan campuran	22
5.1. Evaluasi jenis campuran	24
5.2. Pengambilan contoh dan pengujian bahan	24
5.3. Penentuan gradasi gabungan	24
5.4. Penentuan rumusan campuran rencana	24
5.5. Pemeriksaan AMP	25
5.6. Kalibrasi sistem pemasok agregat dingin	25
5.7. Uji coba pencampuran di AMP	25
5.8. Rumusan campuran kerja	26
6. Prosedur pelaksanaan	27
6.1. Penyiapan bahan dan peralatan	29
6.1.1. Bahan lateks pravulkanisasi dan alat pencampur aspal karet di lapangan	29
6.1.2. Pencampuran aspal karet dilapangan	30

6.1.3.	Bahan agregat	30
6.1.4.	Alat penyemprot aspal.....	31
6.1.5.	Asphalt Mixing Plant (AMP)	31
6.1.6.	Alat pengangkut.....	31
6.1.7.	Alat penghampar dan pemadat.....	31
6.2.	Perkerasan eksisting	31
6.3.	Batasan cuaca.....	32
6.4.	Pengendalian lalu lintas	32
6.5.	Penyemprotan lapis resap ikat atau lapis pengikat	32
6.6.	Pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal karet	33
6.6.1.	Penyiapan campuran	33
6.6.2.	Pengangkutan campuran	33
6.6.3.	Penghamparan dan pemadatan.....	34
7.	Prosedur pengendalian mutu	37
7.1.	Lapis resap ikat atau lapis perekat	38
7.2.	Permukaan perkerasan	38
7.3.	Jumlah pengambilan benda uji campuran beraspal	39
7.3.1.	Pengambilan benda uji campuran beraspal	39
7.3.2.	Pengendalian proses pelaksanaan	39
7.3.3.	Pengambilan benda uji inti dan uji ekstraksi lapisan beraspal.	39
7.3.4.	Pengujian pengendalian mutu campuran beraspal	39
Gambar 1 -	Ketinggian batang semprot untuk menghasilkan kerucut penyemprotan tumpang tindih (<i>overlap</i>) tiga kali	17
Gambar 2 -	Penyetelan nosel yang tepat.....	17
Gambar 3 -	Bagan alir perancangan rumusan campuran rencana (<i>DMF</i>) dan perancangan rumusan campuran kerja (<i>JMF</i>).....	23
Gambar 4 -	Bagan alir pelaksanaan di lapangan	28
Gambar 5 -	Tipikal instalasi pencampur aspal karet menggunakan lateks di lapangan.....	29
Tabel 1 -	Ketentuan agregat kasar	8
Tabel 2 -	Ketentuan agregat halus	9
Tabel 3 -	Gradasi agregat untuk campuran beraspal	10
Tabel 4 -	Persyaratan lateks pravulkanisasi	10
Tabel 5 -	Persyaratan kompon karet alam padat.....	11
Tabel 6 -	Persyaratan aspal karet	12
Tabel 7 -	Persyaratan sifat campuran laston menggunakan aspal yang mengandung karet alam	12
Tabel 8 -	Persyaratan sifat campuran laston menggunakan aspal yang mengandung karet alam.....	13
Tabel 9 -	Ketentuan pemakaian lapis perekat.....	20
Tabel 10 -	Ketentuan temperatur pencampuran dan pemadatan	20
Tabel 11 -	Ketentuan tebal nominal minimum campuran beraspal dengan aspal mengandung karet alam	21
Tabel 12 -	Toleransi komposisi campuran.....	21
Tabel 13 -	Ketentuan kepadatan	22
Tabel 14 -	Pengendalian mutu	37

Prakata

Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam untuk konstruksi jalan disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.

Pedoman ini disusun oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subkomite Teknis 91-01-S2 Rekayasa Jalan dan Jembatan melalui Gugus Kerja Balai Litbang Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Pedoman ini telah dibahas dalam rapat konsensus pada tanggal 12 April 2018 di Bandung yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait, yaitu perwakilan dari produsen, konsumen, pakar dan pemerintah.

Pendahuluan

Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam untuk konstruksi jalan dimaksudkan untuk meningkatkan penyerapan karet alam dalam negeri. Dalam bidang konstruksi jalan, karet alam digunakan sebagai bahan *modifier* untuk memperbaiki sifat aspal dan kinerja campuran beraspal. Campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam ini dapat digunakan sebagai lapis aus, dan lapis antara, serta lapis fondasi pada perkerasan jalan. Campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam berfungsi sebagai lapisan struktural sekaligus dapat melindungi lapisan konstruksi perkerasan di bawahnya.

Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam mencakup persyaratan bahan yang terdiri bahan agregat dan bahan pengisi (bila digunakan), bahan pengikat (aspal karet), gradasi agregat campuran dan sifat-sifat campuran, prosedur perancangan campuran, prosedur pelaksanaan dan prosedur pengendalian mutu.

Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam dimaksudkan sebagai acuan bagi para perencana, pelaksana dan pengawas pada pelaksanaan dan pengawasan pekerjaan pembangunan, preservasi dan pemeliharaan jalan.

Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam

1 Ruang lingkup

Pedoman ini mengatur kaidah-kaidah perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam (*natural rubber/NR*) yang mencakup pengadaan lapisan padat yang awet untuk lapis fondasi (*base course*), lapis antara (*binder course*), lapis aus (*wearing course*) dan lapis perata (*leveling*).

Pedoman perancangan dan pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam, meliputi proses penyiapan bahan, perencanaan pencampuran, pencampuran, pengangkutan, penghamparan serta pemadatan yang terkendali melalui pengendalian mutu (sesuaikan daftar isi urutannya), sehingga dapat memenuhi persyaratan spesifikasi serta sesuai dengan gambar dan lalu lintas rencana.

Semua campuran dirancang menggunakan prosedur khusus yang diberikan di dalam pedoman ini. Untuk menjamin bahwa asumsi rancangan yang berkenaan dengan kadar aspal yang cocok, rongga udara, stabilitas, kelenturan dan keawetan harus sesuai dengan lalu lintas rencana dibawah 10 juta ESA.

2. Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan spesifikasi ini.

SNI 1903:2017, *Karet alam-Spesifikasi teknis.*

SNI 1969:2016, *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.*

SNI 1970:2016, *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.*

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

SNI 8286:2016, *Metode uji pemulihan elastis aspal dengan daktilometer.*

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

SNI 2438:2015, *Cara uji elarutan aspal.*

SNI 4141:2015, *Metode uji gumpalan lempung dan butiran mudah pecah dalam agregat.*

SNI 03-6753:2015, *Cara uji ketahanan campuran beraspal panas terhadap kerusakan akibat rendaman.*

SNI 6889:2014, *Tata cara pengambilan contoh uji agregat.*

SNI 6890:2014, *Tata cara pengambilan contoh uji campuran beraspal.*

SNI ASTM C 136-2012, *Cara uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar.*

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

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

SNI 2432:2011, *Cara uji daktilitas aspal.*

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

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

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 4798:2011, *Spesifikasi aspal emulsi kationik.*

SNI 6832:2011, *Spesifikasi aspal emulsi anionik.*

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

SNI 3407:2008, *Cara uji sifat kekekalan agregat dengan cara perendaman menggunakan larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat.*

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

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

SNI 03-6757-2002, *Metode pengujian berat jenis nyata campuran beraspal dipadatkan menggunakan benda uji kering permukaan jenuh.*

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

SNI 03-6893-2002, *Metode pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal.*

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

SNI 06-6441-2000, *Metode pengujian viskositas aspal minyak dengan alat brookfield termosel.*

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

SNI 03-3426-1994, *Survei kerataan permukaan perkerasan jalan dengan alat ukur NAASRA.*

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

SNI 06-2440-1991, *Metode pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A.*

SNI 06-2489-1991, *Pengujian campuran beraspal dengan alat Marshall.*

AASHTO T 195, *Standard method of test for determining degree of particle coating of asphalt mixture.*

AASHTO M323, *Standard specification for superpave volumetric mix design.*

AASHTO M30-89, *Standard lime stone dust, calcium carbonate.*

ASTM D 297-93(2006), *Standard test methods for ruber product-chemical analysis*

ASTM D2170-10, *Standard test method kinematic viscosity of asphalt (bitumens)*.

ASTM D 1076-15, *Standard specification for rubber concentrated, ammonia, preserved, creamed, and centrifuged natural latex*.

ASTM D5581-07a, *Standard test method for resistance to plastic flow of bituminous mixtures using Marshall apparatus (6 inch-diameter specimen)*.

ASTM D5976 part 6.1, *Standard specification for type-1 polymer modified asphalt cement for use in pavement construction (withdrawn 2005)*.

ASTM D6927-06, *Standard test method for Marshall stability and flow of bituminous mixtures*.

ASTM D5289, *Standard test method for rubber property-vulcanization using rotorless cure meters*,

ASTM D6370, *Standard test method for rubber—compositional analysis by thermogravimetry (TGA)*.

JRA Japan Road Association (1980), *Manual for design and construction of asphalt pavement*.

Pd T-03-2005-B, *Pemeriksaan peralatan unit produksi campuran beraspal (asphalt mixing plant) Keputusan Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah Nomor : 330/KPTS/M/2002*

Pd T-12-2003, *Pedoman perambuan sementara untuk pekerjaan jalan*.

Blackley, D.C (1996), *High polimer latices: Their science and technology. volume 1, London : Maclaren and sons LTD*

3. Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah definisi berikut digunakan.

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) yang terdiri dari partikel pasir alami atau batu pecah halus

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 keras

residu destilasi minyak bumi yang bersifat viskoelastik

3.5

aspal Pen 60--70

aspal keras dengan nilai penetrasi antara 60 sampai 79 dmm

3.6

bin dingin (*cold bin*)

tempat penampung agregat dingin sesuai kelompok ukuran butirnya, biasanya berjumlah 4 atau lebih

3.7

bin panas (*hot bin*)

alat yang menampung agregat hasil penyaringan dari ayakan panas (*hot screen*) sesuai dengan kelompok ukuran butirnya

3.8

campuran beraspal panas

campuran yang terdiri dari kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal dalam kondisi panas pada temperatur tertentu

3.9

finisher

alat penghampar campuran beraspal yang mekanis dan umumnya bermesin sendiri

3.10

karet alam (*natural rubber/NR*)

Material alami yang diperoleh dari pohon penghasil karet diantaranya adalah jenis *Hevea brasiliensis* dengan cara menyadap bagian antara kambium dan kulit pohon.

3.11

karet alam padat

karet alam yang diperoleh dengan pengolahan bahan olah karet yang berasal dari getah batang pohon *Hevea brasiliensis* secara mekanis dengan atau tanpa kimia, serta mutunya mengacu pada spesifikasi teknis (SNI 1903-2017)

3.12

kepadatan standar kerja (*Job Standard Density, JSD*)

Kepadatan rata-rata (*Gmb*) dari dua belas benda uji Marshall yang diambil dari campuran untuk percobaan penghamparan dan pemadatan

3.13

kompon karet alam padat

karet padat yang telah ditambah dengan bahan pervalanisasi belerang, aktivator, anti oksidan dan bahan kimia lainnya sehingga apabila dipanaskan dapat divulkanisasi

3.14

lateks (*karet alam cair*)

getah menyerupai susu yang keluar dari pohon karet jenis *Hevea Brasiliensis* setelah pohon tersebut disayat atau disadap pada bagian batang pohonnya. Latek yang keluar dari pohon karet alam umumnya mengandung bahan karet atau kadar karet kering $\pm 30\%$ dan bahan bukan karet yang terdispersi dalam air

3.15

lateks pekat (*KKK60*)

lateks dari pohon karet jenis *Hevea Brasiliensis* yang mengalami pengolahan lanjut untuk menaikkan kadar karet dari $\pm 30\%$ menjadi kadar karet kering minimum 60% melalui proses

pemekatan (penghilangan sebagian bahan bukan karet dan air) menggunakan mesin sentrifugasi maupun bahan kimia

3.16

lateks pravulkanisasi

lateks pekat dengan kadar karet kering minimum 60% yang dicampur dengan bahan kimia vulkanisasi (belerang), bahan penstabil, bahan kimia lainnya sehingga menjadi campuran yang umum disebut kompon lateks. Kompon lateks selanjutnya dipanaskan pada suhu tertentu sehingga terjadi proses vulkanisasi sampai tingkat tertentu yang dapat menjadikan lateks lebih tahan terhadap panas dan oksidasi bila dibandingkan dengan lateks pekat

3.17

laston (Asphalt Concrete, AC)

campuran beraspal panas dengan gradasi agregat gabungan yang rapat/menerus dengan menggunakan bahan pengikat aspal keras (Pen 60--70) tanpa modifikasi (*straight bitumen*)

3.18

laston lapis permukaan (AC--WC_{NR})

laston dengan aspal Pen 60--70 dan ukuran agregat maksimum 19 mm yang dipasang pada bagian perkerasan yang paling atas dan berfungsi sebagai lapis aus yang menggunakan aspal karet

3.19

laston lapis antara (AC--BC_{NR})

laston dengan aspal Pen 60--70 dan ukuran agregat maksimum 25 mm yang dipasang antara lapis permukaan dan lapis fondasi yang menggunakan aspal karet

3.20

laston lapis fondasi (AC--Base_{NR})

laston dengan aspal Pen 60--70 dan ukuran agregat maksimum 37,5 mm yang dipasang di bawah lapis antara atau dapat juga di bawah lapis permukaan yang menggunakan aspal karet

3.21

laston (Hot Rolled Sheet, HRS)

campuran beraspal panas dengan gradasi senjang atau semi senjang dengan menggunakan bahan pengikat aspal keras (Pen 60--70) tanpa modifikasi (*straight bitumen*)

3.22

laston wearing course (HRS--WC_{NR})

laston dengan aspal Pen 60--70 yang mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih sedikit yang dipasang pada bagian perkerasan yang paling atas dan berfungsi sebagai lapis aus yang menggunakan aspal karet

3.23

laston base (HRS--Base_{NR})

laston dengan aspal Pen 60--70 yang mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih banyak yang dipasang di bawah lapis permukaan yang menggunakan aspal karet

3.24

campuran induk karet aspal (*masterbatch*)

campuran induk yang terdiri dari karet alam padat yang telah melalui proses mastikasi dan aspal dengan perbandingan tertentu yang diaduk menggunakan mesin *kneader* dan dibentuk menjadi lembaran menggunakan alat *open mill*.

3.25

pelelehan (*flow*)

perubahan bentuk benda uji secara vertikal suatu campuran beraspal pada saat runtuh

3.26

pemasok untuk mesin pengering (*feeder for dryer*)

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

3.27

pengumpul debu (*dust collector*)

alat pengumpul debu yang berfungsi sebagai alat kontrol polusi udara

3.27

pencampur (*pugmill* atau *mikser*)

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

3.30

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*)

3.29

pemadatan awal (*breakdown rolling*)

pemadatan pertama yang dilakukan setelah penghamparan campuran beraspal panas dengan jumlah lintasan berkisar 1 lintasan sampai dengan 3 lintasan, umumnya menggunakan mesin gilas roda baja statis

3.31

pemadatan antara (*intermediate rolling*)

pemadatan yang dilakukan setelah pemadatan awal selesai dengan jumlah lintasan berkisar 12 lintasan sampai dengan 20 lintasan, umumnya menggunakan pemadat roda karet (*tire roller*)

3.32

pemadatan akhir (*finishing rolling*)

pemadatan yang dilakukan setelah pemadatan antara dengan jumlah lintasan berkisar 1 lintasan sampai dengan 3 lintasan, umumnya menggunakan mesin gilas roda baja statis

3.33

Rumusan campuran rencana (*Design Mix Formula, DMF*)

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

3.34

Rumusan campuran kerja (*Job Mix Formula, JMF*)

rumusan yang diperoleh dari hasil pengujian kualitas bahan campuran dan rencana campuran di laboratorium, selanjutnya melalui tahapan uji pencampuran di unit produksi campuran aspal dan uji gelar pemadatan di lapangan (*trial compaction*)

3.35

rasio abu terhadap aspal (*dust to bitumen ratio*)

rasio antara persen agregat yang lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) dan kadar aspal efektif

3.36

rongga di antara mineral agregat (*Void in Mineral Aggregates, VMA*)

volume rongga yang terdapat di antara partikel agregat suatu campuran beraspal yang telah dipadatkan, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume total benda uji

3.37

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

3.38

rongga terisi aspal (*Void Filled with Bitumen, VFB*)

bagian rongga yang berada di antara mineral agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat, dinyatakan dalam persen terhadap VMA

3.39

roda pendorong (*push roller*)

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

3.40

ayakan panas (*hot screen*)

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

3.41

satu lintasan (*passing*)

pergerakan alat pemadat dari satu titik ke tempat tertentu dan kemudian kembali lagi ke titik awal pergerakan

3.42

stabilitas

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

3.43

ukuran maksimum (*maximum size*)

satu ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum

3.44

ukuran nominal maksimum (*nominal maximum size*)

satu ukuran lebih besar dari ayakan yang menahan agregat lebih dari 10 persen

3.45

Asphalt Mixing Plant (AMP)

satu unit alat yang biasanya memproduksi campuran beraspal

4. Ketentuan-ketentuan

4.1 Bahan dan campuran

4.1.1 Agregat

a) Umum;

- 1) agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa agar dapat membentuk campuran beraspal yang proporsinya sesuai dengan rumus perbandingan campuran dan memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan;
- 2) agregat tidak boleh digunakan sebelum memenuhi persyaratan. Bahan setiap jenis 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.
- 5) berat jenis (*bulk specific gravity*) agregat kasar dan agregat halus tidak boleh berbeda lebih dari 0,2.

b) Agregat kasar;

- 1) fraksi agregat kasar untuk rancangan 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 sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan.
- 3) agregat kasar harus mempunyai butir pecah seperti yang disyaratkan dalam Tabel 1. Butir pecah pada agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari ayakan No.4 (4,76 mm) dengan muka bidang pecah satu atau lebih;

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.8%
	500 putaran		Maks.40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min.95%
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619:2012	95/90 ¹⁾
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791-10 Perbandingan 1:5	Maks.10%
Material Lolos Ayakan No.200		SNI ASTM C117:2012	Maks.1%
¹⁾ 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih			

c) Agregat halus;

- 1) agregat halus dari sumber bahan mana pun, harus terdiri dari pasir atau penyaringan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm) sesuai SNI 03-6819-2002;

- 2) fraksi agregat halus hasil pecah mesin dan pasir harus ditumpuk terpisah;
- 3) pasir boleh digunakan dalam campuran aspal. Persentase maksimum yang disarankan adalah 15% terhadap berat total agregat.
- 4) 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;
- 5) agregat halus dan pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke AMP dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah sehingga rasio agregat pecah halus dan pasir dapat dikontrol dengan baik;
- 6) agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 - Ketentuan agregat halus

Jenis pengujian	Metode pengujian	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 0-4428-1997	Min.50%
Angularitas dengan uji kadar rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI 03-4141-2015	Maks. 1%
Material lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%

d. Bahan pengisi

- 1) Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) terdiri atas debu batu kapus (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau domolit yang sesuai dengan AASHTO M303-89(2014), atau semen atau abu terbang.
- 2) Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136:2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.
- 3) Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat.

d) Gradasi agregat gabungan.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal panas dengan aspal yang mengandung karet alam, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi. Rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan pada Tabel 3.

Tabel 3 - Gradasi agregat untuk campuran beraspal

Ukuran ayakan (mm)	Persen berat lolos terhadap total agregat dalam campuran				
	Lataston (HRS)		Laston (AC)		
	(WC _{NR})	(Base _{NR})	(WC _{NR})	(BC _{NR})	(Base _{NR})
37.5					100
25				100	90--100

19	100	100	100	90--100	76--90
12.5	87--100	90--100	90--100	75--90	60--78
9.5	75--85	65--90	77--90	66--82	52--71
4.75			53--69	46--64	35--54
2.36	50--72	35--55	33--53	30--49	23--41
1.18			21--40	18--38	13--30
0.600	35--60	15--35	14--30	12--28	10--22
0.300			9--22	7--20	6--15
0.150			6--15	5--13	4--10
0.075	6--10	2--9	4--9	4--8	3--7

4.1.2 Karet alam

a) Lateks pravulkanisasi;

- 1) Karet alam lateks pravulkanisasi harus berupa kompon lateks hasil pencampuran lateks pekat KKK-60 dengan bahan kimia vulkanisasi.
- 2) Karet alam lateks pravulkanisasi harus memenuhi ketentuan sesuai persyaratan yang ditunjukkan pada Tabel 4.
- 3) Untuk menghasilkan aspal karet yang dapat memenuhi persyaratan sesuai Tabel 4, lateks pravulkanisasi yang lebih dari tiga bulan dari masa produksinya harus diuji ulang sebelum digunakan terutama pengujian waktu kemantapan mekaniknya.

Tabel 4 - Persyaratan karet alam lateks pravulkanisasi

No	Analisa	Metoda pengujian	Lateks pravulkanisasi
1.	Kadar jumlah padatan (KJP), (%)	ASTM D 1076-10	Min. 53
2.	Waktu kemantapan mekanik (detik)		Min. 700
3.	PH		8 -- 12
4.	Bilangan khloroform	LP – PPK **	4
5.	Ekstrak aseton, (JP*), (%)	ASTM D 297-93(2006)	Maks. 10
6.	Kadar polimer (JP*), (%)	LP – PPK ***	Min. 87

Keterangan :

LP-PPK adalah Laboratorium Pengujian-Pusat Penelitian Karet

*) JP adalah Jumlah padatan

**) D.C.Blackley, 1966

**) Modifikasi ASTM D6370-99 (2003)

b) Kompon karet alam padat

- 1) Kompon karet alam padat harus merupakan hasil pencampuran karet padat SIR20 dengan kimia karet dan bahan pravulkanisasi
- 2) Kompon karet alam padat harus memenuhi ketentuan sesuai persyaratan yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 - Persyaratan kompon karet alam padat

No	Analisa	Metoda pengujian	Kompon karet alam padat
1.	Jenis material karet	ASTM D 5289 (2006)	Kompon ¹
2.	Ekstrak aseton, (%)	ASTM D 297-93 (2006)	Min. 5
3.	Kadar polimer, (%)	ASTM D 6370-99 (2003)* ASTM D 297-93 (2006)**	Min. 85
4.	Jenis polimer	ASTM D 3677-10	IR ²
5.	Kadar karbon, (%)	ASTM D 6370-99 (2003)* ASTM D 297-93 (2006)**	Maks. 2
6.	Kadar abu, (%)	ASTM D 6370-99 (2003)* ASTM D 297-93 (2006)**	Min. 8

CATATAN :

- 1) dapat devulkanisasi jika dipanaskan
- 2) *Isoprene rubber* (karet alam)
- *) Modifikasi ASTM D 6370-99 (2003)
- ***) Modifikasi ASTM D 297-93 (2006)

4.1.3 Aspal karet

- a) Aspal yang digunakan harus aspal yang dimodifikasi menggunakan lateks pravulkanisasi atau karet alam padat pravulkanisasi dan dapat memenuhi ketentuan-ketentuan seperti ditunjukkan pada Tabel 6.
- b) Aspal yang dimodifikasi menggunakan karet alam cair dapat dilakukan di unit pencampur aspal (*bitumen plant*) melalui pemrosesan terlebih dahulu (*pre-blended*) atau dapat juga dilakukan di unit pencampur aspal dimana proses pencampurannya memerlukan tambahan peralatan seperti diuraikan pada Butir 4.2.2. Sedangkan aspal yang dimodifikasi menggunakan karet alam padat harus dilakukan di unit produksi aspal modifikasi (*bitumen plant*).
- c) Bila pencampuran aspal dengan lateks pravulkanisasi dilakukan di lapangan, maka mutu aspal karet yang dihasilkan harus memenuhi ketentuan seperti ditunjukkan pada Tabel 6.
- d) Aspal karet dapat dikirim dalam kemasan drum atau menggunakan mobil tangki yang dilengkapi dengan alat pemanas yang dikendalikan secara termostatis. Pengiriman menggunakan mobil tangki harus dilengkapi dengan sistem segel untuk mencegah kontaminasi yang dapat terjadi dari pabrik pembuatnya atau dari pengirimannya. Aspal karet harus disalurkan ke tangki penampung di lapangan dengan sistem sirkulasi yang tertutup penuh.
- e) Setiap pengiriman harus disalurkan ke dalam tangki yang diperuntukan untuk kedatangan aspal dan harus segera dilakukan pengambilan contoh aspal yang dilaksanakan sesuai SNI 06-6890-2014.
- f) Aspal karet harus diuji pada setiap kedatangan dan sebelum dituangkan ke dalam tangki penyimpanan AMP untuk penetrasi pada 25 °C sesuai SNI (06-2456:2011), titik leleh sesuai SNI (06-2434:2011) dan stabilitas penyimpanan sesuai ASTM D5976 part.6.1 dan dapat ditempatkan dalam tangki sementara sampai hasil pengujian tersebut diketahui. Tidak ada aspal yang boleh digunakan sebelum hasil uji diketahui.

- g) Berdasarkan hasil kajian laboratorium dan penerapan lapangan, penggunaan karet alam lateks pravulkanisasi dan kompon karet alam padat antara 5% sampai 7%.

Tabel 6 - Persyaratan aspal karet

No	Jenis pengujian	Metoda pengujian	Aspal dimodifikasi karet alam
1.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	Min.50
2.	Viskositas pada 135 °C (cSt)	ASTM D 2170-10	≤ 2000
3.	Titik lembak (°C)	SNI 2434-2011	≥ 52
4.	Daktilitas pada 25 °C, (cm)	SNI 2432-2011	≥ 100
5.	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232
6.	Kelarutan dalam <i>Trichloroethylene</i> (%)	SNI 2438:2015	≥ 99
7.	Berat Jenis	SNI 2441-2011	≥ 1,0
8.	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTM D5976 part 6.1	≤ 2,2
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :			
9.	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2440-1991 atau SNI 03-6835-2002	≤ 0,8
10.	Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54
11.	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 8286-2016	>100
12.	Keelastisan setelah pengembalian (%)	SNI 8286-2016	≥ 30

4.1.4 Campuran

Setiap jenis campuran beraspal dengan aspal yang mengandung karet alam, masing-masing untuk campuran laston disebut sebagai Lapis Aus (HRS--WC_{NR}), dan Lapis Fondasi (HRS--Base_{NR}). Sedangkan untuk campuran laston disebut sebagai Lapis Aus (AC--WC_{NR}), Lapis Antara (AC--BC_{NR}), dan Lapis Fondasi (AC--Base_{NR}).

Sifat-sifat campuran beraspal dengan aspal yang mengandung karet alam harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7 - Persyaratan sifat campuran laston menggunakan aspal yang mengandung karet alam

Sifat campuran	Standar pengujian	Laston (HRS)	
		(WC _{NR})	(Base _{NR})
Kadar aspal efektif (%)	-	Min. 5,9	Min. 5,5
Jumlah tumbukan per bidang	-	75	
Penyerapan aspal (%)	AASHTO M 323	Maks. 1,7	
Rongga dalam campuran (VIM, %)		4 -- 6	
Rongga di antara mineral agregat (VMA, %)		Min. 18	Min. 17
Rongga terisi aspal (VFB, %)		Min. 68	
Stabilitas (kg)	ASTM D6927-06	Min.900	
Pelelehan (mm)	dan	Min. 3	
Marshall quotient (kg/mm)	ASTM D5581-07a	Mi. 250	
Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽²⁾	SNI 6753:2015	Min. 90	

Tabel 8 - Persyaratan sifat campuran laston menggunakan aspal yang mengandung karet alam

Sifat ampuran	Standar pengujian	Laston (AC)		
		WC _{NR}	BC _{NR}	Base _{NR}
Jumlah tumbukan per bidang	-	75		112 ⁽¹⁾
Rasio abu terhadap aspal	AASHTO M 323	0,6 -- 1,4		
Rongga dalam campuran (VIM, %)		3,0 -- 5,0		
Rongga di antara mineral agregat (VMA, %)		Min. 15	Min. 14	Min. 13
Rongga terisi aspal (VFB, %)		Min. 65		
Stabilitas (kg)		Min. 900	Min. 1800 ⁽¹⁾	
Pelelehan (mm)	ASTM D6927-06 dan ASTM D5581-07a	2 -- 5		3 -- 6
Stabilitas Marshall sisa setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽²⁾	SNI 6753:2015	Min. 90		
Stabilitas Dinamis, (lintasan/mm) ⁽³⁾	JRA 1980	Min. 2000		
<u>Catatan :</u>				
1) Modifikasi Marshall sesuai ASTM D 5581-07a (diameter benda uji 15 cm).				
2) Sebagai alternatif pengujian kepekaan terhadap pengaruh air dapat dilakukan sesuai AASHTO T28-89. Pengondisian beku cair (<i>freeze thaw conditioning</i>) tidak diperlukan. Nilai <i>Indirect Tensile Strnght</i> (ITSR) minimum 80% pada VIM (rongga dalam campuran) 7% ± 0,5%. Untuk mendapatkan VIM 7% ± 0,5%, buat benda uji Marshall dengan variasi tumbukan pada kadar aspal optimum, misal 2 x 25 tumbukan, 2 x 50 tumbukan dan 2 x 75 tumbukan. Kemudian dari setiap benda uji tersebut, hitung nilai VIM dan buat hubungan antara jumlah tumbukan dan VIM. Dari grafik tersebut dapat diketahui jumlah tumbukan yang memiliki nilai VIM 7% ± 0,5%, kemudian lakukan pengujian ITS untuk mendapatkan <i>Tensile Strength Ratio</i> (TSR) sesuai SNI 6753:2015 tanpa pengondisian -18±3°C.				
3) Pengujian <i>Wheel Tracking Machine</i> (WTM) harus dilakukan pada temperatur 60 °C. Prosedur pengujian harus mengikuti Manual untuk Rancangan dan Pelaksanaan Perkerasan Aspal, JRA <i>Japan Road Association</i> (1980).				

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

Peralatan yang digunakan untuk perancangan campuran dengan metode Marshall mengikuti acuan sesuai SNI 06-2489-1991 dan ASTM D5581-071a.

4.2.2 Instalasi pencampur aspal karet di lapangan

Pencampuran aspal dengan lateks pravlkanisasi dapat dilakukan di lapangan, apabila tersedia instalasi pencampur aspal karet dengan komponen peralatan sebagai berikut:

- a. Tangki pencampur yang mempunyai lengan baling-baling pengaduk dengan jarak antar lengan maksimum 60 cm yang dapat berputar dengan kecepatan (30--40) rpm. Tangki harus dilengkapi dengan pemanas yang dapat dikendalikan dengan efektif dan handal sampai suatu temperatur dalam rentang yang disyaratkan. Pemanasan harus dilakukan melalui kumparan uap (*steam coils*), listrik, atau cara lainnya sehingga api tidak langsung memanasi tangki pencampur aspal karet. Tangki harus dilengkapi dengan sebuah termometer yang terletak sedemikian hingga temperatur aspal karet dapat dengan mudah dilihat. Sebuah keran harus dipasang pada pipa keluar dari tangki untuk pengambilan benda uji
- b. Mikser pendispersi dengan kapasitas (50--75) liter yang dilengkapi dengan lubang pemasukan dibagian samping atas dan pengeluaran di bagian bawah. Kecepatan pengadukan mikser minimum 1750 rpm.

- c. Batang ulir pencampur (*screw*) untuk pracampur aspal karet dan mengeluarkan air dari lateks dengan kecepatan putaran minimum 750 rpm. Panjang *screw* minimum 2,5 m dengan sudut kemiringan ± 5 derajat.
- d. Tangki penampung lateks yang dilengkapi dengan sistem pengeluaran yang dapat diatur sesuai kebutuhan.
- e. Sistem sirkulasi untuk bahan aspal karet harus mempunyai ukuran yang sesuai agar dapat memastikan sirkulasi yang lancar dan terus menerus selama periode pengoperasian. Perlengkapan yang sesuai harus disediakan, baik dengan selimut uap (*steam jacket*) maupun perlengkapan isolasi lainnya, untuk mempertahankan temperatur yang disyaratkan dari seluruh bahan pengikat aspal dalam sistem sirkulasi.
- f. Tipikal instalasi pencampur aspal karet di lapangan harus seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5. Model alat lain boleh digunakan apabila hasil pencampuran aspal karetnya dapat memenuhi ketentuan persyaratan sesuai Tabel 6
- g. Pencampuran aspal karet lateks yang dilakukan di lapangan harus mengikuti prosedur sesuai Butir 6.1.2.

4.2.3 Instalasi Pencampur Aspal (*Asphalt Mixing Plant, AMP*)

Ketentuan Instalasi Pencampuran Aspal (*Asphalt Mixing Plant, AMP*) mencakup hal-hal sebagai berikut:

- a. Instalasi Pencampuran Aspal harus mempunyai sertifikat “laik operasi” dan sertifikat kalibrasi dari Meterologi untuk timbangan aspal, agregat dan bahan pengisi (*filler*) tambahan (bilamana digunakan), yang masih berlaku. Jika kondisi timbangan tidak baik, meskipun sertifikatnya masih berlaku timbangan tersebut harus dikalibrasi (dicek) ulang menggunakan anak timbangan.
- b. 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. Harus dirancang dan dioperasikan sedemikian hingga dapat menghasilkan campuran dalam rentang toleransi JMF.
- d. Harus dipasang di lokasi yang jauh dari pemukiman sehingga tidak mengganggu ataupun mengundang protes dari penduduk di sekitarnya.
- e. 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, AMP tersebut tidak boleh dioperasikan.
- f. Mempunyai pengaduk (*pug mill*) dengan kapasitas minimum 800 kg yang bukan terdiri dari gabungan dari 2 instalasi pencampur aspal atau lebih dan dilengkapi dengan sistem penimbangan secara komputerisasi jika digunakan untuk memproduksi campuran beraspal dengan aspal yang mengandung karet alam.
- g. Pengendali temperatur termostatik otomatis yang mampu mempertahankan temperatur campuran sebesar 175 °C. Jika digunakan bahan bakar gas, pemanas (*dryer*) harus dilengkapi dengan alat pengendali temperatur (*regulator*) untuk mempertahankan panas dengan konstan.

- h. Jika digunakan untuk pembuatan AC--Base, mempunyai pemasok dingin (*cold bin*) yang jumlahnya tidak kurang dari 5 buah dan untuk jenis campuran beraspal lainnya minimal tersedia 4 pemasok dingin.
- i. Bahan bakar yang digunakan untuk memanaskan agregat haruslah minyak tanah atau solar dengan berat jenis maksimum 860 kg/m³ atau gas Elpiji atau LNG (*Liquefied Natural Gas*) atau gas yang diperoleh dari batu bara.
- 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 penyimpan aspal
 - 1) tangki penyimpan bahan aspal karet harus dilengkapi dengan pemanas yang dapat dikendalikan dengan efektif dan handal sampai suatu temperatur dalam rentang yang disyaratkan. Pemanasan harus dilakukan melalui kumparan uap (*steam coils*), 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 periode pengoperasian. Perlengkapan yang sesuai harus disediakan, baik dengan selimut uap (*steam jacket*) maupun 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 tanpa mengganggu sirkulasi aspal ke alat pencampur.
- l. Ayakan panas

Ukuran ayakan panas yang disediakan harus sesuai dengan ukuran agregat untuk setiap jenis campuran yang akan diproduksi.
- m. Pengendali waktu pencampuran

Instalasi harus dilengkapi dengan perlengkapan yang handal untuk mengendalikan waktu pencampuran dan menjaga waktu pencampuran tetap konstan.
- n. Timbangan dan rumah timbang

Timbangan harus disediakan untuk menimbang aspal serta agregat dan bahan pengisi. Rumah timbang harus disediakan untuk menimbang truk bermuatan yang siap dikirim ke tempat penghamparan.
- o. Penyimpanan dan pemasokan bahan pengisi

Silo atau tempat penyimpanan yang tahan cuaca untuk menyimpan dan memasok bahan pengisi dengan sistem penakaran berat harus disediakan.

p. Ketentuan keselamatan kerja

- 1) tangga yang memadai dan aman untuk naik ke landasan (*platform*) alat pencampur dan landasan berpagar yang digunakan sebagai jalan antarunit 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 sekitar tempat pengisian muatan truk. Tempat ini harus selalu dijaga agar bebas dari benda yang jatuh dari alat pencampur

4.2.4 Peralatan pengangkut

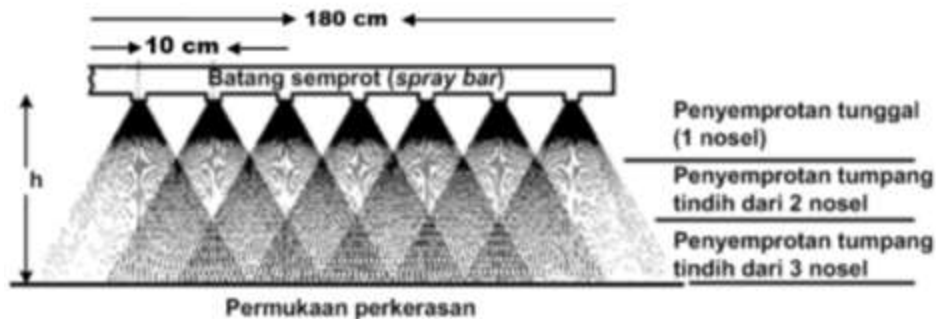
- a. Truk untuk mengangkut campuran beraspal harus mempunyai bak terbuat dari logam yang rapat, bersih dan rata, yang telah disemprot dengan sedikit air sabun, atau larutan kapur untuk mencegah melekatnya campuran aspal pada bak. Setiap genangan minyak pada lantai bak truk hasil penyemprotan sebelumnya 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 truk yang mempunyai badan menjulur dan bukaan ke arah belakang harus disetel agar sebelum campuran aspal 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.

4.2.5 Peralatan penyemprot aspal

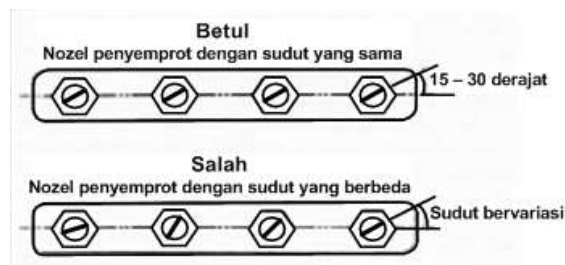
Penyemprotan lapis perekat atau lapis resap pengikat dapat dilakukan menggunakan alat sesuai yang direkomendasikan. Bilamana menggunakan alat aspal distributor maka:

- a. 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 pengaman.
- 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 $\pm 5\%$, alat-alat pengukur harus dikalibrasi, yaitu :
 - 1) kecepatan kendaraan (*tachometer*);
 - 2) tekanan pompa (*tachometer pump*);
 - 3) termometer ;
 - 4) tongkat celup, pengukur volume;
- e. Batang penyemprot (*spray bar*) harus dilengkapi dengan pengatur tinggi dan panjang minimum 180 cm. (lihat Gambar 1);
- 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 semprot untuk menghasilkan kerucut penyemprotan tumpang tindih (*overlap*) tiga kali



Gambar 2 - Penyetelan nosel yang tepat

- g. 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.

4.2.6 Peralatan penghampar dan pembentuk

- a. Peralatan penghampar dan pembentuk harus 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 aspal 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 permukaan lainnya yang tidak dapat diperbaiki dengan cara modifikasi prosedur pelaksanaan, penggunaan peralatan tersebut harus dihentikan dan diganti dengan peralatan penghampar dan pembentuk lainnya yang memenuhi ketentuan.

4.2.7 Alat pematik

- a. Setiap alat penghampar harus disertai paling sedikit dua alat pematik roda baja (*steel wheel roller*) dan satu alat pematik roda karet (*tire roller*). Paling sedikit harus disediakan satu tambahan alat pematik roda karet (*tire roller*) untuk setiap kapasitas produksi yang melebihi 40 ton per Jam. Semua alat pematik harus mempunyai tenaga penggerak sendiri.
- b. Alat pematik roda karet harus dari jenis yang disetujui dan memiliki tidak kurang dari sembilan roda yang permukaannya halus dengan ukuran yang sama dan mampu dioperasikan pada tekanan ban pompa (6,0--6,5) kg/cm² atau (85--90) psi pada jumlah lapis anyaman ban (*ply*) yang sama. Roda-roda harus berjarak sama satu sama lain pada kedua sumbu dan diatur sedemikian rupa sehingga tengah-tengah roda pada sumbu yang satu terletak di antara roda-roda pada sumbu yang lainnya secara tumpang-tindih (*overlap*). Setiap roda harus dipertahankan tekanan pompanya pada tekanan operasi yang disyaratkan sehingga selisih tekanan pompa antara dua roda tidak melebihi 0,35 kg/cm² (5 psi). Suatu perangkat pengukur tekanan ban harus disediakan untuk memeriksa dan menyetel tekanan ban pompa di lapangan pada setiap saat. Untuk setiap ukuran dan jenis ban yang digunakan, laporan dibuat berbentuk grafik atau tabel yang menunjukkan hubungan antara beban roda, tekanan ban pompa, tekanan pada bidang kontak, lebar dan luas bidang kontak. Setiap alat pematik harus dilengkapi dengan suatu cara penyetelan berat total dengan pengaturan beban (*ballasting*) sehingga beban per lebar roda dapat diubah dalam rentang (300--600) kilogram per 0,1 meter. Tekanan dan beban roda harus disetel sesuai persyaratan tersebut, agar dapat memenuhi

ketentuan setiap aplikasi khusus. Pada umumnya pemadatan dengan alat pemadat roda karet pada setiap lapis campuran aspal harus dengan tekanan yang setinggi mungkin yang masih dapat dipikul bahan.

- c. Alat pemadat roda baja yang bermesin sendiri dapat dibagi atas dua jenis:
- Alat pemadat tandem statis
 - Alat pemadat vibrator ganda (*twin drum vibratory*)

Alat pemadat statis minimum harus mempunyai berat statis tidak kurang dari 8 ton. Alat pemadat vibrator ganda 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.

4.2.8 Perlengkapan lainnya

Semua perlengkapan lapangan yang harus disediakan termasuk tidak terbatas pada:

- Mesin penumbuk (*Petrol Driven Vibrating Plate*).
- Alat pemadat vibrator, 600 kg.
- Mistar perata 3 meter.
- Termometer jenis arloji 200 °C (minimum tiga unit).
- Kompresor dan *jack hammer*.
- Mistar perata 3meter yang dilengkapi dengan *waterpass* dan dapat disesuaikan untuk pembacaan 3% atau lereng melintang lainnya dan super-elevasi antara 0 sampai 6%.
- Mesin potong dengan mata intan atau serat.
- Penyapu mekanis berputar.
- Pengukur kedalaman aspal yang telah dikalibrasi.
- Pengukur tekanan ban.

4.3 Ketentuan pelaksanaan

4.3.1 Batasan cuaca

Campuran beraspal panas menggunakan aspal karet hanya bisa dihampar bila permukaan yang telah disiapkan dalam kondisi kering 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 resap pengikat dan lapis perekat

Jenis aspal untuk lapis resap pengikat dapat menggunakan aspal cair jenis medium *curing* (MC-30) yang dapat dibuat dengan mencampur 80--85 bagian minyak per 100 bagian aspal semen (80 pph-- 85 pph) atau aspal emulsi jenis *anionic slow setting* atau *anionic medium setting* (SS atau MS) atau Aspal *emulsi cationic slow setting* atau *cationic medium setting* (CSS atau CMS) sesuai SNI 4798:2011. Adapun 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 sintesis atau lateks alam.

Takaran lapis resap pengikat untuk lapis fondasi agregat tanpa bahan pengikat berkisar antara 0,4 sampai dengan 1,3 liter per meter persegi, sedangkan takaran untuk 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 porus dan terekpos cuaca	Permukaan bahan pengikat semen
Aspal Cair	0,15	0,15--0,35	0,20--1,00
Aspal Emulsi	0,20	0,20--0,50	0,20--1,00
Aspal Emulsi Dimodifikasi Polimer	0,20	0,20--0,50	0,20--2,00
Kadar Residu* (liter per meter persegi)			
Semua	0,12	0,12---0,21	0,12--0,60

Catatan:

(*) : kandungan bitumen di luar pelarut dan bahan emulsi

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 untuk setiap jenis campuran yang diproduksi dengan *AMP*, dihampar dan dipadatkan di lokasi yang telah ditetapkan dengan peralatan dan prosedur yang diusulkan. Untuk mendapatkan acuan jumlah lintasan, percobaan pemadatan menggunakan pemadat roda karet harus dilakukan dalam tiga variasi pemadatan.

4.4 Ketentuan pengendalian mutu

4.4.1 Tempetarur pencampuran dan pemadatan

Tempetarur pencampuran dan pemadatan, baik pada perancangan di laboratorium maupun pada pelaksanaan di lapangan, dapat ditetapkan batas-batasnya sesuai hasil pengujian viskositas aspal karet atau sesuai rentang temperatur seperti diberikan pada Tabel 10.

Tabel 10 - Ketentuan temperatur pencampuran dan pemadatan

Tahapan pencampuran dan pemadatan	Viskositas aspal karet (Pas)	Temperatur pencampuran dan pemadatan (°C)	
		Campuran beraspal menggunakan karet alam cair (latek pravulkanisasi)	Campuran beraspal menggunakan karet alam padat (compound pravulkanisasi)
Pencampuran benda uji Marshall	0,2	165 ± 2	175 ± 2
Pemadatan benda uji Marshall	0,4	155 ± 2	165 ± 2
Pencampuran rentang temperatur sasaran	0,2 – 0,5	155 -- 165	165 -- 175

Penuangan campuran aspal dari alat pencampur ke dump truck	± 0,5	145 -- 160	160 -- 170
Pemasokan ke alat penghampar	0,5 – 1,0	140 -- 155	155 -- 165
Pemadatan awal	1 – 2	135 -- 155	150 -- 165
Pemadatan antara	2 – 20	105 --135	100 --155
Pemadatan akhir	< 20	>100	>100

4.4.2 Tebal lapisan

Tebal padat setiap 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. Adapun ketentuan pelaksanaan pengendalian mutunya mengacu pada Tabel 14.

Tabel 11 - Ketentuan tebal nominal minimum campuran beraspal dengan aspal yang mengandung karet alam

Jenis campuran	Simbol	Tebal nominal minimum (cm)	Toleransi tebal (mm)
• Lataston lapis aus	HRS--WC _{NR}	3,0	3,0
• Lataston lapis fondasi	HRS--Bas _{NR}	3,5	3,0
• Laston lapis aus	AC--WC _{NR}	4,0	3,0
• Laston lapis antara	AC--BC _{NR}	6,0	4,0
• Laston lapis fondasi	AC--Bas _{NR}	7,5	5,0

4.4.3 Komposisi campuran

Seluruh 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 No. 50 Lolos ayakan 0,150 mm dan tertahan No. 200 Lolos ayakan No. 200	± 5 % berat total agregat ± 3 % berat total agregat ± 2 % berat total agregat ± 1 % berat total agregat
Kadar aspal	Toleransi
Kadar aspal	± 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

- Kepadatan campuran beraspal yang telah dipadatkan, seperti yang ditentukan dalam SNI 03-6757-2002, tidak boleh kurang dari 97 % terhadap *JSD* yang tertera dalam *JMF* untuk Lataston (HRS) dan 98 % untuk Laston (AC).

- b. 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 D6927-15 untuk ukuran butir maksimum 25 mm atau ASTM D5581-07a untuk ukuran maksimum 50 mm.
- c. 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.
- d. Ketentuan kepadatan adalah minimum sama atau lebih besar dari nilai-nilai yang diberikan Tabel 13. Bilamana rasio kepadatan maksimum dan minimum yang ditentukan dalam serangkaian benda uji inti pertama yang mewakili setiap lokasi yang diukur untuk pembayaran, lebih besar dari 1,08, benda uji inti tersebut harus dibuang dan serangkaian benda uji inti baru harus diambil.

Tabel 13 - Ketentuan kepadatan

Jenis Campuran Aspal	Kepadatan yg. disyaratkan (% JSD)	Jumlah benda uji per segmen	Kepadatan minimum rata-rata (% JSD)	Nilai minimum setiap pengujian tunggal (% JSD)
Campuran Beraspal Lainnya	98	3--4	98,1	95
		5	98,3	94,9
		> 6	98,5	94,8
Lataston (HRS)	97	3--4	97,1	94
		5	97,3	93,9
		> 6	97,5	93,8

4.4.5 Kerataan permukaan

Perbedaan kerataan permukaan lapisan aus (SMA-Halus, SMA-Halus Modifikasi, SMA-Kasar, SMA-Kasar Modifikasi, HRS-WC, AC-WC dan AC-WC Modifikasi) yang telah selesai dikerjakan, harus memenuhi ketentuan berikut ini:

a. Kerataan melintang

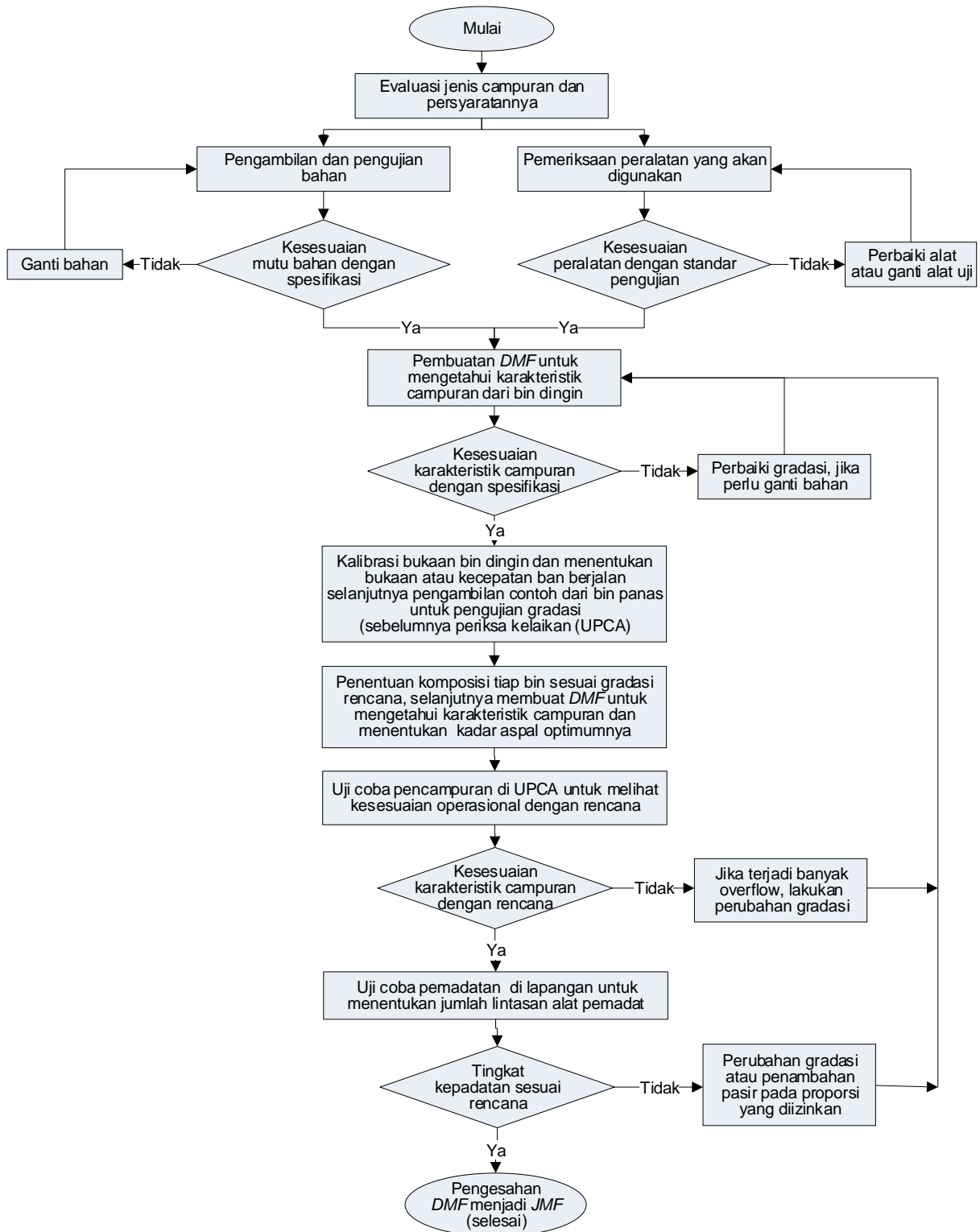
Bilamana diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m yang diletakkan tepat di atas permukaan jalan tidak boleh melampaui 5 mm untuk lapis aus dan lapis antara atau 10 mm untuk lapis fondasi. Perbedaan setiap dua titik pada setiap penampang melintang tidak boleh melampaui 5 mm dari elevasi yang dihitung 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 NAASRA-Meter sesuai SNI 03-3426-1994, dengan *International Roughness Index* (IRI).

5. Prosedur perancangan campuran

Perancangan campuran beraspal panas menggunakan aspal yang mengandung karet alam sesuai bagan alir seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 - Bagan alir perancangan rumusan campuran rencana (DMF) dan perancangan rumusan campuran kerja (JMF)

5.1 Evaluasi jenis campuran

Pastikan jenis campuran beraspal panas menggunakan aspal yang mengandung karet alam yang akan dirancang, apakah merupakan campuran beraspal laston lapis aus atau lapis fondasi atau laston lapis aus, lapis antara atau lapis fondasi.

5.2 Pengambilan contoh dan pengujian bahan

Bahan yang akan digunakan untuk pembuatan campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat kasar atau halus dan bahan pengisi, serta aspal karet 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 ketentuan pada Butir 4.1.1, Tabel 1 dan Tabel 2.

Aspal karet yang akan digunakan, harus diambil dari drum atau ketel aspal dengan tata cara pengambilannya sesuai dengan SNI 06-6399-2000. Mutu aspal karet tersebut harus memenuhi persyaratan sesuai Butir 4.1.3 dan Tabel 6.

5.3 Penentuan gradasi gabungan

Tentukan proporsi gradasi campuran dengan aspal karet, termasuk agregat dan bahan pengisi, baik dengan cara analitis ataupun secara grafis, sehingga menghasilkan gradasi yang sesuai dengan persyaratan pada Butir 4.1.1 Tabel 3.

5.4 Penentuan rumusan campuran rencana

Untuk pembuatan *DMF*, agregat diambil dari Bin Dingin atau *Stockpile*. Selanjutnya, buatlah komposisi masing-masing fraksi agregat dan bahan pengisi sesuai gradasi agregat campuran yang akan dirancang. Metode pengujian menggunakan prosedur Marshall sesuai SNI 06-2489-1991 atau ASTM D5581-07a serta volumetrik campuran sesuai AASHTO M 323.

Perkiraan kadar aspal rancangan dapat dihitung dengan persamaan 1 seperti diuraikan di bawah:

$$P = 0,035CA + 0,045FA + 0,18FF + K \quad (1)$$

Keterangan:

P adalah perkiraan kadar aspal dalam campuran (% berat campuran).

CA adalah porsi agregat yang tertahan ayakan 2,36 mm (No. 8).

FA adalah porsi agregat yang lolos ayakan 2,36 mm (No. 8) dan tertahan ayakan 0,075 mm (No. 200).

FF adalah porsi agregat yang lolos ayakan 0,075 mm (No. 200).

K adalah 0,5 sampai 1,0 persen untuk Laston, 2,0 sampai 3,0 untuk Laston tergantung pada penyerapan agregat.

Sifat-sifat campuran beraspal menggunakan aspal karet sesuai hasil pengujian merupakan rumusan campuran rencana dan harus memenuhi semua sifat-sifat campuran sebagaimana disyaratkan Butir 4.1.4 serta Tabel 7 dan Tabel 8 (Persyaratan sifat-sifat campuran beraspal laston dan laston menggunakan aspal yang mengandung karet alam). Selain sifat-sifat

campuran, untuk keperluan kalibrasi sistem pemasok agregat dingin perlu dilaporkan juga komposisi atau proporsi masing-masing bahan yang digunakan.

5.5 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 T-03-2005-B dan uraian singkat untuk ketentuan AMP sesuai Butir 4.2.3.

5.6 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) dengan 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

5.7 Uji coba pencampuran di AMP

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

Contoh 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 06-2489-1991 atau ASTM D5581-07a serta volumetrik campuran sesuai AASHTO M 323. Sifat-sifat campuran beraspal menggunakan aspal karet sesuai hasil pengujian merupakan rumusan campuran rencana dan harus memenuhi semua sifat-sifat campuran sebagaimana disyaratkan Butir 4.1.4. serta Tabel 7 dan Tabel 8 (Persyaratan sifat-sifat campuran laston dan laston menggunakan aspal yang mengandung karet alam). Dengan demikian, *DMF* yang dihasilkan dengan proporsi agregat tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan proporsi agregat dan aspal karet yang harus dicampurkan di AMP. Oleh karena itu, untuk tiap takaran (*batch*) campuran, proporsi agregat dan bahan pengisi, serta aspal karet 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 panas yang tercantum dalam *DMF*. Pada percobaan pengadukan perlu diambil dua contoh untuk:

- Ekstraksi, untuk menentukan kadar aspal, dan gradasi.
- Pengujian Marshall dan analisis kepadatan/volumetrik.

Misalkan tiap kali pencampuran, unit pengaduk aspal akan memproduksi 1000 kg campuran beraspal, maka proporsi agregat dan bahan pengisi yang menghasilkan gradasi yang memadai adalah proporsi dari masing-masing bin panas, sedangkan berdasarkan hasil perancangan campuran, kadar aspal yang diasumsikan adalah 6,0 persen. Berdasarkan asumsi tersebut, proporsi (berat) aspal dan agregat serta durasi yang diperlukan untuk setiap kali pencampuran dapat diketahui.

5.8 Rumusan campuran kerja

Sifat-sifat campuran yang diperoleh dari rumusan campuran rencana 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*.

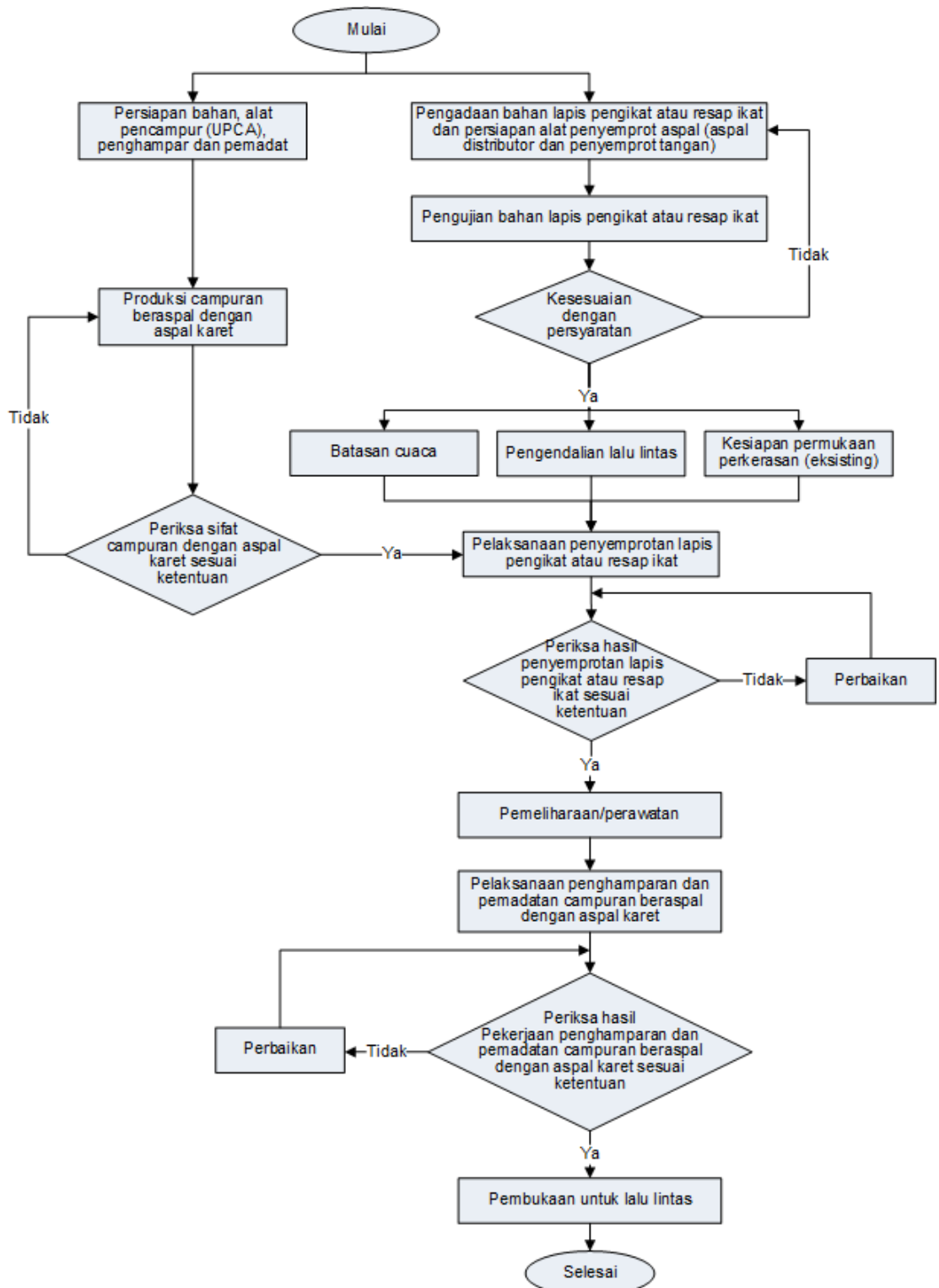
Tahapan kegiatan untuk pembuatan rumusan campuran kerja adalah mencakup:

- a. Setelah percobaan pencampuran dilaksanakan, produksi untuk percobaan penghamparan dapat segera dilakukan.
- b. Dua belas benda uji Marshall harus dibuat dari setiap penghamparan percobaan. Contoh campuran beraspal dapat diambil 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 7 dan Tabel 8. Kepadatan rata-rata dari semua benda uji yang diambil dari campuran untuk percobaan pemadatan yang memenuhi ketentuan harus menjadi Kepadatan Standar Kerja (*JSD*), 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 untuk setiap jenis campuran 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, dsb. Kombinasi penggilas yang diusulkan harus mampu mencapai kepadatan yang disyaratkan sesuai Tabel 13 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, dan bahan pengisi.
- 7) Kadar aspal optimum dan kadar aspal efektif.
- 8) Toleransi kadar aspal.
- 9) Stabilitas.
- 10) Pelelehan.
- 11) Hasil bagi Marshall.
- 12) Rongga dalam campuran.
- 13) Rongga terisi aspal.
- 14) Temperatur campuran pada saat keluar dari unit pengaduk.
- 15) Temperatur campuran pada saat tiba di lapangan.
- 16) Temperatur dan tebal lapis campuran beraspal panas hasil penghamparan.
- 17) Durasi pemadatan yang tersedia.
- 18) Panjang zona pemadatan.
- 19) Temperatur awal pemadatan.
- 20) Temperatur akhir pemadatan.
- 21) Jumlah lintasan dan pola pemadatan.
- 22) Tebal dan kepadatan target.

6. Prosedur pelaksanaan

Pelaksanaan campuran beraspal panas menggunakan aspal yang mengandung karet alam sesuai bagan alir seperti yang disajikan pada Gambar 4.

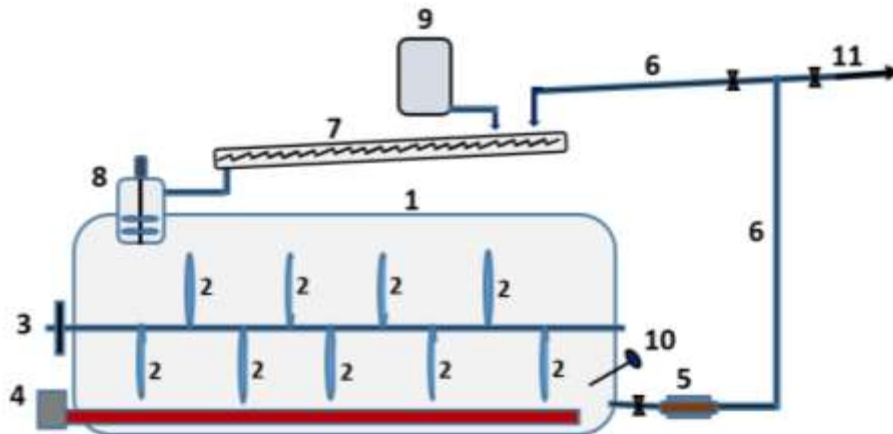


Gambar 4 - Bagan alir pelaksanaan di lapangan

6.1 Penyiapan bahan dan peralatan

6.1.1 Bahan lateks pravulkanisasi dan alat pencampur aspal karet di lapangan

- Sebelum digunakan, karet alam lateks pravulkanisasi harus disimpan di tempat yang terlindung dari panas matahari.
- Sebelum memulai pekerjaan, karet alam lateks pravulkanisasi harus sudah tersedia paling sedikit cukup untuk 5 (lima) kali pencampuran aspal karet.
- Dalam kemasan karet alam lateks pravulkanisasi harus selalu dilengkapi dengan tanggal produksi serta menyertakan sertifikat hasil pengujian laboratorium yang telah memenuhi persyaratan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.
- Bila pencampuran aspal karet menggunakan lateks dilakukan di AMP, tipikal instalasi pencampur aspal karet lateks harus seperti diperlihatkan pada Gambar 5, di bawah ini.



Gambar 5 - Tipikal instalasi pencampur aspal karet menggunakan lateks di lapangan

Keterangan :

- Tangki pengaduk aspal karet
- Lengan baling baling pengaduk
- Motor pengaduk baling-baling
- Pemanas aspal
- Pompa sirkulasi
- Pipa sirkulasi
- Batang ulir pencampur (*screw*)
- Mikser pendispersi
- Tangki lateks
- Thermometer
- Pipa pemasukan dan pengeluaran aspal karet

6.1.2 Pencampuran aspal karet di lapangan

Bila instalasi pencampur aspal karet tersedia di lapangan, proses pencampuran aspal karet menggunakan karet alam lateks dapat dilakukan dengan petunjuk seperti di bawah ini:

- a. Aspal keras pen 60 dipanaskan sampai temperatur ± 150 °C pada tangki yang tersedia di AMP, selanjutnya dialirkan ke tangki pencampur aspal karet maksimum $\frac{2}{3}$ dari volume tangki.
- b. Karet alam lateks dimasukkan ke dalam tangki penampung lateks sampai $\frac{3}{4}$ dari volumenya (No.9), dan harus dipertahankan selalu terisi untuk menjaga kesinambungan penambahan lateks pada saat pencampuran aspal karet.
- c. Pengaduk baling-baling pada tangki pencampur (No.2), batang ulir pencampur (*screw*) (No.7) dan mikser pendispersi (No. 8) dihidupkan (dioperasikan).
- d. Pompa sirkulasi (No.5) dihidupkan untuk mendorong aspal dari tangki pencampur melewati batang ulir pencampur (*screw*) dan mikser pendispersi yang selanjutnya masuk lagi ke tangki pencampur.
- e. Pada saat aspal pen 60 melewati *screw*, latek dari tangki penampung di alirkan ke atas permukaan aspal yang mengalir di bagian depan *screw* sedikit demi sedikit dengan debit ± 150 liter per jam.
- f. Untuk memudahkan penguapan air dari lateks, selama penambahan lateks, *screw* harus dibiarkan terbuka. Akan tetapi setelah penambahan lateks selesai dan air dari lateks menguap, untuk menghindari degradasi karet alam lateks dan oksidasi aspal *screw* harus segera ditutup.
- g. Selama proses penambahan lateks, temperatur aspal harus dipertahankan antara 140 °C – 150 °C.
- h. Penentuan waktu dispersi karet alam ke dalam aspal dimulai setelah karet alam lateks dengan jumlah tertentu selesai ditambahkan. Waktu yang diperlukan untuk proses dispersi ± 3 jam.
- i. Aspal karet yang telah selesai dicampur harus segera diambil contohnya yang dilaksanakan sesuai SNI 06-6399-2002 untuk dilakukan pengujian sesuai Butir 4.1.3.

6.1.3 Bahan agregat

- a. Sebelum memulai pekerjaan harus sudah tersedia setiap fraksi agregat pecah dan pasir untuk campuran beraspal, 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 aspal karet, agregat harus kering dan dipanaskan terlebih dahulu dengan temperatur dalam rentang yang disyaratkan untuk campuran dengan bahan aspal karet, tetapi tidak melampaui 15 °C di atas temperatur bahan aspal karet.

- d. Bahan pengisi (*filler*) harus ditakar secara terpisah dalam penampung kecil yang di pasang tepat di atas alat pencampur. Bahan pengisi tidak boleh ditabur di atas tumpukan agregat ataupun dituang ke dalam penampung instalasi pemecah. Hal ini dimaksudkan agar pengendalian kadar *filler* dapat dijamin.

6.1.4 Alat penyemprot aspal

Siapkan alat penyemprotan lapis perekat atau lapis resap pengikat dapat dilakukan menggunakan alat sesuai yang direkomendasikan. Ketentuan alat penyemprot lapis perekat atau lapis resap pengikat sesuai Butir 4.2.5.

6.1.5 Asphalt Mixing Plant (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 4.2.3.

6.1.6 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 4.2.4.

6.1.7 Alat penghampar dan pemadat

Siapkan alat penghampar dan pemadat yang sama dengan yang digunakan pada saat percobaan penghamparan dan pemadatan. Ketentuan alat penghampar dan pemadat sesuai Butir 4.2.6 dan 4.2.7.

6.2 Perkerasan eksisting

Sebelum penghamparan dilakukan, harus dipenuhi beberapa ketentuan antara lain:

- a. Permukaan jalan lama atau lapisan fondasi 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 dll.) harus dilindungi agar tidak menjadi kotor karena percikan lapis resap pengikat atau 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.

6.3 Batas cuaca

Sesuai Butir 4.3.1, pelaksanaan penghamparan campuran beraspal panas menggunakan aspal karet pada waktu yang diperkirakan tidak akan turun hujan selama pekerjaan penghamparan.

6.4 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.

6.5 Penyemprotan lapis resap ikat atau lapis pengikat

Apabila penghamparan dilakukan di atas lapis fondasi, harus diberikan lapis resap pengikat dengan takaran sesuai Butir 4.3.3, apabila penghamparan dilakukan di atas permukaan perkerasan beraspal atau beton semen, ketentuan pemakaian lapis perekat harus sesuai Tabel 9.

Tahapan penyemprotan lapis resap ikat atau lapis pengikat

- a. Penyemprotan lapis resap ikat atau 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;
 - 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;
 - 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 200meter 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 0,5meter dari tepi bidang yang di semprot atau dalam jarak 10meter 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.

6.6 Pelaksanaan campuran beraspal panas dengan aspal karet

6.6.1 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 tumpukan (*stockpile*) agregat sebelum produksi campuran dimulai dan pada interval waktu tertentu sesudahnya, sebagaimana ditetapkan, untuk menjamin pengendalian penakaran.
- b. Bahan aspal karet 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 baru aspal karet 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 terselimuti aspal dengan merata. Waktu pencampuran total harus ditetapkan dan diatur dengan perangkat pengendali waktu yang handal. Lamanya waktu pencampuran harus ditentukan secara berkala atas perintah Pengawas Pekerjaan melalui “pengujian derajat penyelimutan aspal terhadap butiran agregat kasar” sesuai dengan prosedur AASHTO T195-11(2015) (untuk campuran beraspal tanpa serat selulosa biasanya total waktu sekitar 45 detik atau lebih terdiri dari 10 detik *drymix* dan 35 detik *wetmix* atau lebih).
- c. 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.

6.6.2 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. Lebih lanjut, cara penuangan campuran pada saat truk berhenti dapat mengakibatkan beberapa bagian lapis beton aspal menjadi kasar.

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.

6.6.3 Penghamparan dan pematatan

Beberapa aspek yang perlu diperhatikan selama operasi penghamparan dan pematatan, adalah:

- Kesenambungan operasi (*continuity of operations*).
- Jumlah mesin penghampar.
- Kecepatan mesin penghampar.
- Kapasitas truk pengangkut.
- Jumlah dan jenis mesin pemadat.
- Metode penghamparan.
- Lebar penghamparan.
- Pelebaran.
- Pengaturan lalu lintas.
- Keselamatan

a. 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*) atau lapis resap pengikat (*prime coat*) harus dilaksanakan sesuai tahapan pada Butir 6.5.

b) Acuan Tepi

Untuk menjamin sambungan memanjang vertikal, harus digunakan besi profil siku dengan ukuran yang sesuai 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 ditekankan 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:
 - Tebal hamparan aspal gembur sebelum dipadatkan, sebelum dibolehkannya pemadatan (diperlukan pemeriksaan secara manual).
 - Kelandaian sepatu (*screed*) alat penghampar untuk menjamin terpenuhinya lereng melintang dan super elevasi yang diperlukan.
 - Elevasi yang sesuai pada sambungan dengan aspal yang telah dihampar sebelumnya, sebelum dibolehkannya pemadatan.
 - Perbaikan penampang memanjang dari permukaan aspal lama dengan menggunakan batang perata, kawat baja atau hasil penandaan survei.

b. 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 ditunjukkan pada Tabel 10.
- b) Pemadatan campuran beraspal harus terdiri dari tiga operasi yang terpisah berikut ini:
 - i. Pemadatan awal
 - ii. Pemadatan antara

iii. Pemadatan akhir

- c) Pemadatan awal atau *breakdown rolling* harus dilaksanakan baik dengan alat pemadat roda baja. Pemadatan awal harus dioperasikan dengan roda penggerak berada di dekat alat penghampar. Setiap titik perkerasan harus menerima minimum dua lintasan penggilasan awal. Pemadatan kedua atau utama harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda karet sedekat mungkin di belakang penggilasan awal. Pemadatan akhir atau penyelesaian harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda baja tanpa penggetar (vibrasi). Bila hamparan aspal tidak menunjukkan bekas jejak roda pemadatan setelah pemadatan kedua, pemadatan akhir bisa tidak dilakukan.
- d) 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.
- e) 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 bermuatan 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.
- f) 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.
- g) Kecepatan alat pemadat tidak boleh melebihi 4 km/jam untuk roda baja dan 10 km/jam untuk roda karet 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.
- h) 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.
- i) 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. Roda karet boleh sedikit diminyaki untuk menghindari lengketnya campuran beraspal pada roda.
- j) Peralatan berat atau alat pemadat tidak diizinkan berada di atas permukaan yang baru selesai dikerjakan, sampai seluruh permukaan tersebut dingin.

- k) 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.
- l) 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.
- m) 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.

c. Sambungan

- a) 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.
- b) Campuran beraspal tidak boleh dihampar di samping campuran beraspal yang telah dipadatkan sebelumnya kecuali bilamana tepinya telah tegak lurus atau telah dipotong tegak lurus atau dipanaskan dengan menggunakan lidah api (dengan menggunakan alat burner). Bila tidak ada pemanasan, pada bidang vertikal sambungan harus diberi lapis perekat.

7. Prosedur pengendalian mutu

Frekuensi minimum pengujian yang diperlukan untuk pengendalian mutu pada proses pelaksanaan pekerjaan harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 14 atau sampai dapat diterima dan disetujui.

Tabel 14 - Pengendalian mutu

Bahan dan pengujian	Frekuensi pengujian
Latek Pravulkanisasi:	
Jenis pengujian mencakup: Kadar jumlah padatan (KJP) dan Waktu kemantapan mekanik	3√ dari jumlah drum
<u>Aspal karet</u> :	
Aspal berbentuk drum	3√ dari jumlah drum
Aspal curah	Setiap tangki aspal
Jenis pengujian aspal drum dan curah mencakup: Penetrasi dan Titik Lembek	

<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 (hot bin)	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 batch dan pengiriman
- Gradasi dan kadar aspal	Setiap 200 ton (min. 2 pengujian per hari)
- Kepadatan, stabilitas, pelelehan, rongga dalam campuran dan stabilitas sisa	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 untuk partikel ukuran maksimum 1" dan 6 inci untuk partikel ukuran di atas 1 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.

7.1 Lapis resap ikat atau 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 4.2.5 dari Pedoman ini meliputi hal-hal sebagai berikut:
 - i) Sebelum pelaksanaan pekerjaan penyemprotan, distributor aspal harus diperiksa kelaikannya operasionalnya;
 - ii) Pemeriksaan harus dilakukan setiap 6 bulan atau setelah melakukan penyemprotan bahan aspal sebanyak 150.000 liter. (dipilih yang lebih dulu tercapai);
 - iii) Apabila distributor aspal mengalami kerusakan atau modifikasi, perlu dilakukan pemeriksaan ulang terhadap distributor tersebut.

7.2 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.
- b. Toleransi harus sesuai dengan ketentuan dalam Butir 4.4.5.a, sedangkan pelaksanaannya harus mengikuti ketentuan sesuai Tabel 14.
- c. 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 ketidakrataaan permukaan yang melampaui batas-batas yang disyaratkan dan setiap lokasi yang cacat dalam tekstur, pemadatan atau komposisi harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan.

- d. Kerataan permukaan lapis perkerasan penutup atau lapis aus segera setelah pekerjaan selesai harus diperiksa kerataannya dengan menggunakan alat ukur kerataan NAASRA-Meter sesuai SNI 03-3426-1994, dengan *international roughness index* (IRI).

7.3 Jumlah pengambilan benda uji campuran beraspal

7.3.1 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.

7.3.2 Pengendalian proses pelaksanaan

- a. 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.
- b. Contoh yang diambil dari penghamparan campuran beraspal setiap hari harus dengan cara yang diuraikan di atas dan dengan frekuensi yang diperintahkan dalam Butir 7.3.1 dan 7.3.4. 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 7 dan Tabel 8. Kepadatan benda uji rata-rata dari semua cetakan Marshall yang dibuat setiap hari akan menjadi Kepadatan Marshall Harian.
- c. 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*.
- d. 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 14.

7.3.3 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 maupun 6 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.

7.3.4 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, yaitu:

- 1) Analisa 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 stabilitas rendaman 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.
- 7) Untuk bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dan digunakan sebagai bahan pengisi tambahan (*filler added*) ditentukan dengan mencatat kuantitas silo atau penampung sebelum dan setelah produksi.
- 8) Kadar aspal yang terserap oleh agregat, yang dihitung berdasarkan Berat Jenis Maksimum campuran perkerasan aspal (SNI 03-6893-2002).

LAMPIRAN A
(Informatif)
Penetapan bilangan Khloroform

I. Peralatan

1. Beker glass
2. Gelas ukur
3. Batang pengaduk

II. Bahan

1. Khloroform teknis

III. Persiapan Uji

1. Masukkan lateks pravulkanisasi sejumlah 10 ml ke dalam beker glass 250 ml

IV. Prosedur

1. Tuangkan 10 ml khloroform teknis kedalam beker glass yang sudah berisi lateks pravulkanisasi
2. Aduk campuran lateks pravulkanisasi dan khloroform hingga lateks menggumpal
3. Amati tekstur gumpalan karet yang terbentuk

V. Penentuan nilai bilangan Khloroform

Bilangan Khloroform ditentukan berdasarkan tingkat vulkanisasinya yang dapat diketahui secara kualitatif dari tekstur gumpalan karet yang terbentuk. Semakin tinggi bilangan khloroform artinya semakin tinggi tingkat vulkanisasinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 15 (A-1).

Tabel 15 (A-1) - Penilaian bilangan khloroform

Tekstur gumpalan karet	Tingkat vulkanisasi	Bilangan khloroform
Gumpalan karet menyatu, kenyal	Karet belum/tidak ter Vulkanisasi	1
Gumpalan karet mulai ada sedikit bagian yang hancur namun masih agak kenyal	Karet sudah ter Vulkanisasi namun tingkat vulkanisasinya masih rendah	2
Gumpalan karet sudah semakin hancur namun masih ada sedikit gumpalan yang agak kenyal	Karet sebagian besar sudah ter Vulkanisasi namun belum sempurna	3
Gumpalan karet sudah hancur sempurna seperti tepung terkena air.	Karet sudah ter Vulkanisasi sempurna	4

Bibliografi

SNI 8198:2015, *Spesifikasi campuran beraspal panas bergradasi menerus (Laston)*

SNI 2438:2015, *Cara uji kelarutan aspal.*

SNI 06-3139-1992, *Lateks pekat karet alam – pusingan dadih tipe pengawet amoniak*

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

ASTM D2170-10, *Standard test method for kinematic viscosity of asphalts (Bitumens).*

ASTM D6926-10, *Standard practice for preparation of bituminous specimens using Marshall apparatus.*

AASHTO T301-98, *Elastic recovery test of asphalt materials by means of a ductilometer.*

AASHTO T44-03, *Standard method of test for solubility of bituminous materials.*

ASTM D6377, *Standard test method for determination of vapor pressure of crude oil*

Daftar nama dan lembaga

1. Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2. Penyusun

Nama	Instansi
Yusef Pirdaus, ST	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Tedi Santo Sopyan, ST. MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan