

QEN – 10 = MENGGUNAKAN, MEMELIHARA DAN KALIBRASI
PERALATAN LABORATORIUM

PELATIHAN
AHLI MUTU PEKERJAAN
KONSTRUKSI SUMBER DAYA AIR
(QUALITY ENGINEER FOR WATER RESOURCES
DEVELOPMENT CONSTRUCTIONS)



DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM

**BADAN PEMBINAAN KONSTRUKSI DAN SUMBER DAYA MANUSIA
PUSAT PEMBINAAN KOMPETENSI DAN PELATIHAN KONSTRUKSI**

KATA PENGANTAR

Usaha dibidang Jasa konstruksi merupakan salah satu bidang usaha yang telah berkembang pesat di Indonesia, baik dalam bentuk usaha perorangan maupun sebagai badan usaha skala kecil, menengah dan besar. Untuk itu perlu diimbangi dengan kualitas pelayanannya. Pada kenyataannya saat ini bahwa mutu produk, ketepatan waktu penyelesaian, dan efisiensi pemanfaatan sumber daya relatif masih rendah dari yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain adalah ketersediaan tenaga ahli / trampil dan penguasaan manajemen yang efisien, kecukupan permodalan serta penguasaan teknologi.

Masyarakat sebagai pemakai produk jasa konstruksi semakin sadar akan kebutuhan terhadap produk dengan kualitas yang memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan. Untuk memenuhi kebutuhan terhadap produk sesuai kualitas standar tersebut, perlu dilakukan berbagai upaya, mulai dari peningkatan kualitas SDM, standar mutu, metode kerja dan lain-lain.

Salah satu upaya untuk memperoleh produk konstruksi dengan kualitas yang diinginkan adalah dengan cara meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang menggeluti standar baku mutu baik untuk bidang pekerjaan jalan dan jembatan, pekerjaan sumber daya air maupun untuk pekerjaan dibidang bangunan gedung.

Kegiatan inventarisasi dan analisa jabatan kerja dibidang sumber daya air, telah menghasilkan sekitar 130 (seratus Tiga Puluh) Jabatan Kerja, dimana Jabatan Kerja **Quality Engineer** merupakan salah satu jabatan kerja yang diprioritaskan untuk disusun materi pelatihannya mengingat kebutuhan yang sangat mendesak dalam pembinaan tenaga kerja yang berkiprah dalam pengendalian mutu konstruksi bidang sumber daya air.

Materi pelatihan pada Jabatan Kerja **Quality Engineer** ini terdiri dari 10 (Sepuluh) modul yang merupakan satu kesatuan yang utuh yang diperlukan dalam melatih tenaga kerja yang menggeluti **Quality Engineer**.

Namun penulis menyadari bahwa materi pelatihan ini masih banyak kekurangan khususnya untuk modul **Menggunakan, Memelihara dan Kalibrasi Peralatan Laboratorium** pekerjaan konstruksi Sumber Daya Air.

Untuk itu dengan segala kerendahan hati, kami mengharapkan kritik, saran dan masukkan guna perbaikan dan penyempurnaan modul ini.

Jakarta, Desember 2005

Tim Penyusun

LEMBAR TUJUAN

JUDUL PELATIHAN	: AHLI MUTU
JUDUL MODUL	: Menggunakan, Memelihara dan Kalibrasi Peralatan Laboratorium
Waktu	: 4 X 45 MENIT (4 JPL)

TUJUAN PELATIHAN

A. Tujuan Umum Pelatihan

Mampu merencanakan dan melaksanakan pengendalian mutu pekerjaan konstruksi Sumber Daya Air selama pelaksanaan dan sesudah pelaksanaan untuk memenuhi spesifikasi dalam dokumen kontrak.

B. Tujuan Khusus Pelatihan

Setelah mengikuti pelatihan, peserta mampu :

1. Menerapkan spesifikasi teknik yang tercantum dalam dokumen kontrak untuk pengendalian mutu
2. Menyusun rencana pengendalian mutu
3. Melakukan survey pendahuluan dan penyelidikan bahan dilapangan
4. Menyiapkan rencana pekerjaan uji mutu bahan konstruksi
5. Melakukan uji mutu bahan konstruksi
6. Melakukan pengendalian mutu pekerjaan selama pelaksanaan pekerjaan
7. Menyusun laporan hasil pengendalian mutu

Seri Modul : QEN – 10 / Menggunakan, Memelihara dan Kalibrasi Peralatan Laboratorium

TUJUAN INSTRUKSIONAL UMUM (TIU)

Setelah selesai mempelajari modul ini, peserta mampu :

Mengarahkan dan mengawasi pengujian material, sesuai dengan prosedur yang benar sehingga dapat diperoleh produk dengan mutu yang standar.

TUJUAN INSTRUKSIONAL KHUSUS (TIK)

Setelah modul ini diajarkan, peserta mampu :

1. Mengarahkan pemeriksaan peralatan laboratorium sebelum digunakan, apakah sudah memenuhi ketentuan standar yang di isyaratkan.
2. Mengarahkan sampling dengan benar sehingga benar-benar mewakili material yang akan di uji.

3. Mengarahkan penyiapan benda uji dengan benar
4. Mengarahkan pengujian material sesuai dengan prosedur dari standar yang digunakan
5. Mengevaluasi hasil pengujian, tentang parameter – parameter yang benar.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
LEMBAR TUJUAN	ii
DAFTAR ISI	iv
DESKRIPSI SINGKAT PENGEMBANGAN MODUL	
PELATIHAN MANAJER JAMINAN MUTU	vi
DAFTAR MODUL	vi
PANDUAN PEMBELAJARAN	vii
MATERI SERAHAN	xi
Bab 1. PENDAHULUAN	
1.1 Kerjasama Pengawas Dan Pelaksana	1-1
1.2 Manajemen Pengendalian Mutu	1-2
Bab 2. PERSYARATAN BAHAN	
2.1 Spesifikasi	2-1
2.2 Rujukan Lain Yang Disebutkan Dalam Spesifikasi	2-8
2.3 Rujukan Tambahan	2-10
Bab 3. SAMPLING BAHAN	
3.1 Rujukan	3-1
3.2 Jenis Bahan, Lokasi, Jumlah Minimum Sampling	3-2
3.3 Cara Membagi Sample	3-7
3.4 Penyimpanan Dan Pencatatan	3-7
Bab 4. KALIBRASI PERALATAN LABORATORIUM	
4.1 Rujukan	4-1
4.2 Cara Penyesuaian Alat Yang Tidak Memenuhi Ketentuan	4-2
4.3 Kalibrasi Oleh Dinas Metrologi	4-3
4.4 Masa Berlakunya Suatu Kalibrasi	4-3
4.5 Kalibrasi Sendiri Dengan Cara Sederhana	4-3
4.6 Badan dan lembaga yang berwenang menerbitkan sertifikat kalibrasi alat dan yang berwenang menerbitkan sertifikat hasil uji	4-4

Bab 5. PENGUJIAN

5.1	Rujukan	5-1
5.2	Garis Besar Pengujian	5-3
5.3	Kesalahan Yang Umum Terjadi Saat Pengujian	5-4
5.4	Langkah Yang Diambil Jika Pengujian Gagal	5-6
5.5	Cara Menentukan Hasil Pengujian	5-6
5.6	Membandingkan Hasil Pengujian	5-7
5.7	Pelaporan	5-7

BAb 6. MIX DESIGN

6.1	Lapis Pondasi Agregat	6-1
6.2	Lapis Pondasi Tanah Semen (<i>Soil Cement Base</i>)	6-1
6.3	Beton Semen	6-2
6.4	Campuran Aspal Panas	6-4

Bab 7. LAIN-LAIN

7.1	Daftar Peralatan Laboratorium Minimum	7-1
7.2	Pengujian Khusus	7-7

RANGKUMAN DAN PENUTUP**DAFTAR PUSTAKA**

DESKRIPSI SINGKAT PENGEMBANGAN MODUL

PELATIHAN AHLI MUTU

1. Kompetensi kerja yang disyaratkan untuk jabatan kerja Ahli Mutu (*Quality Engineer*) dibakukan dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) yang didalamnya telah ditetapkan unit-unit kompetensi, elemen kompetensi, dan kriteria unjuk kerja, sehingga dalam Pelatihan Ahli Mutu, unit-unit kompetensi tersebut menjadi Tujuan Khusus Pelatihan.
2. Standar Latihan Kerja (SLK) disusun berdasarkan analisis dari masing-masing Unit Kompetensi, Elemen Kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja yang menghasilkan kebutuhan pengetahuan, keterampilan dan sikap perilaku dari setiap Elemen Kompetensi yang dituangkan dalam bentuk suatu susunan kurikulum dan silabus pelatihan yang diperlukan untuk memenuhi tuntutan kompetensi tersebut.
3. Untuk mendukung tercapainya tujuan khusus pelatihan tersebut, maka berdasarkan Kurikulum dan Silabus yang ditetapkan dalam SLK, disusun seperangkat modul pelatihan (seperti tercantum dalam Daftar Modul) yang harus menjadi bahan pengajaran dalam pelatihan Ahli Mutu.

DAFTAR MODUL

NO.	KODE	JUDUL
1.	QEN-01	UUJK, Etika Profesi dan Etos Kerja, UUSDA
2.	QEN-02	K3 dan Sosial Budaya Lingkungan Kerja
3.	QEN-03	Manajemen Data
4.	QEN-04	Manajemen Mutu
5.	QEN-05	Dokumen Kontrak
6.	QEN-06	Standar Mutu Pekerjaan Konstruksi SDA
7.	QEN-07	Sifat dan Karakteristik Bahan
8.	QEN-08	Pengendalian Mutu Pekerjaan Konstruksi Sumber Daya Air
9.	QEN-09	Sistem Pelaporan
10.	QEN-10	Menggunakan, memelihara dan kalibrasi peralatan laboratorium

PANDUAN PEMBELAJARAN

JUDUL :	MENGUNAKAN, MEMELIHARA DAN KALIBRASI PERALATAN LABORATORIUM	KETERANGAN
KODE MODUL :	QEN – 10	
Deskripsi :	<p>Modul ini terutama membahas cara menggunakan, memelihara dan kalibrasi peralatan laboratorium yang merupakan bagian dari kompetensi jabatan kerja yang meliputi :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cara penggunaan peralatan laboratorium - Cara pemeliharaan peralatan - Sistem kalibrasi peralatan <p>Dalam hal ini mutlak harus dilakukan dan di budayakan dalam setiap kegiatan pekerjaan konstruksi</p>	
Tempat Kegiatan :	<p>Dalam ruang laboratorium lengkap dengan manual operasi dan kelengkapan lainnya.</p>	
Waktu Kegiatan :	<p>4 JPL Teori + 2 JPL Praktek = 6 JPL (6 x 45 menit)</p>	

KEGIATAN INSTRUKTUR	KEGIATAN PESERTA	PENDUKUNG
<p>1. Ceramah : Pembukaan</p> <ul style="list-style-type: none"> Ñ Menjelaskan tujuan instruksional (TIU & TIK) Ñ Merangsang motivasi peserta dengan pertanyaan atau pengalaman dalam melakukan kegiatan. <p>Waktu : 10 menit</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur TIU dan TIK dengan tekun dan aktif Ñ Mengajukan pertanyaan apabila kurang jelas 	<p>OHT₁</p>
<p>2. Ceramah : Pendahuluan</p> <ul style="list-style-type: none"> Ñ Kerjasama antara pengawas dan pelaksana Ñ Manajemen pengendalian mutu <p>Waktu : 20 menit Bahan : Materi Serahan, Bab 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif Ñ Mengajukan pertanyaan apabila kurang jelas 	<p>OHT₂</p>
<p>3. Ceramah : Persyaratan Bahan</p> <ul style="list-style-type: none"> Ñ Spesifikasi bagian dari dokumen tender Ñ Rujukan lain yang di sebutkan dalam spesifikasi <p>Waktu : 30 menit Bahan : Materi Serahan, Bab 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif Ñ Mengajukan pertanyaan apabila kurang jelas 	<p>OHT₃</p>
<p>4. Ceramah : Pengambilan bahan</p> <p>Membahas mengenai</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rujukan • Jenis bahan, lokasi, jumlah minimum sampling • Cara membagi sample • Penyimpangan dan pencatatan <p>Waktu : 30 menit Bahan : Materi Serahan, Bab 3</p> <p>5. Ceramah : Kalibrasi alat</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif Ñ Melakukan tanya jawab 	<p>OHT₄</p>

KEGIATAN INSTRUKTUR	KEGIATAN PESERTA	PENDUKUNG
Membahas mengenai : <ul style="list-style-type: none"> Ñ Rujukan Ñ Cara penyesuaian alat yang tidak memenuhi ketentuan Ñ Kalibrasi oleh dinas terkait Ñ Masa berlakunya suatu kalibrasi Ñ Kalibrasi sendiri <p>Waktu : 30 menit Bahan : Materi Serahan, Bab 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif Ñ Melakukan tanya jawab dan diskusi singkat 	OHT ₅
6. Ceramah : Pengujian <ul style="list-style-type: none"> Ñ Rujukan Ñ Garis besar pengujian Ñ Kesalahan yang umum terjadi saat pengujian Ñ Langkah yang diambil jika pengujian gagal Ñ Cara menentukan hasil pengujian Ñ Pelaporan <p>Waktu : 30 menit Bahan : Materi Serahan, Bab 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif Ñ Melakukan tanya jawab dan diskusi kelas 	OHT ₆
7. Ceramah : Mix Design <p>Membahas mengenai :</p> <ul style="list-style-type: none"> Ñ Proporsi campuran Ñ Slump Test Ñ Kandungan Udara (air content) Ñ Pengecoran dan pepadatan (Curring concrete) <p>Waktu : 30 menit Bahan : Materi Serahan, Bab 6</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti penjelasan instruktur dengan tekun dan aktif Ñ Melakukan tanya jawab dan diskusi kelas 	OHT ₇
8. Praktek Laboratorium <p>Waktu : 90 menit Bahan : Materi Serahan, Operasional alat</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ñ Mengikuti semua kegiatan di laboratorium 	OHT ₈

M A T E R I S E R A H A N

BAB 1

PENDAHULUAN

Dalam kata pendahuluan dibahas tentang pengertian yang berkaitan dengan pekerjaan di laboratorium maupun di lapangan antara lain sebagai berikut :

1.1 Kerjasama Pengawas Dan Pelaksana

Pelaksanaan konstruksi akan melibatkan :

1. Pemilik, dimana *Engineer*nya (bisa badan usaha atau orang yang ditunjuk) merancang proyek, menyiapkan rencana, spesifikasi dan perkiraan kuantitas untuk pelelangan, selanjutnya memeriksa dan menerima hasil pekerjaan.
2. Kontraktor, yang melakukan penawaran pekerjaan dan melakukan pengadaan sumber daya manusia dan peralatannya dalam pelaksanaan konstruksi.

Untuk pekerjaan mutu tinggi sangat diperlukan kerjasama antara *Engineer* dan Kontraktor. *Engineer*, selaku wakil Pemilik untuk proyek konstruksi SDA harus memenuhi standar kerja yang tinggi dan mengawasi setiap tahap pelaksanaan agar memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Spesifikasi. Dokumen Kontrak menyebutkan bahwa *Engineer* diberikan kewenangan hukum untuk melakukan tugas-tugasnya dengan independen dalam menafsirkan rencana dan Spesifikasi.

Sistem kompetisi merupakan hasil terbaik untuk kedua pihak dimana Kontraktor harus menyelesaikan Kontraknya seefisien mungkin dan juga harus memenuhi standar kerja yang tinggi sebagaimana disyaratkan dalam Spesifikasi.

Rencana dan Spesifikasi harus jelas menyebutkan produk apa yang diperlukan Pemilik. Tetapi tidak membatasi kontraktor dalam memilih metoda dan peralatan yang diperlukan untuk mencapai efisiensi hasil yang diinginkan. Selanjutnya *Engineer* dan staf pengawasnya harus melaksanakan rapat pra pelaksanaan (*pre construction meeting*) dengan Kontraktor dan staf pelaksanaanya.

Sumber daya manusia baik dari pihak *Engineer* maupun dari pihak Kontraktor harus menguasai aspek teknik tentang pengujian laboratorium dan harus mempunyai rasa tanggung jawab untuk memperoleh produk bermutu tinggi.

1.2 Manajemen Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu atau biasanya dikenal dengan nama Quality Control (QC) merupakan salah satu bagian dari persyaratan dalam Quality Assurance (QA) yang telah dilaksanakan. Dengan demikian QC dan QA tidaklah sama, sesuai dengan standar ISO 8402, QA adalah seluruh kegiatan yang sistematis dan terencana yang ditetapkan dalam sistem mutu dan didemonstrasikan jika diperlukan, untuk memberikan suatu keyakinan yang memadai bahwa suatu produk atau jasa akan memenuhi persyaratan mutu. Sedangkan QC adalah teknik operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan mutu.

Manajemen Pengendalian Mutu mencakup rencana, penyiapan, pelaksanaan, pengendalian berbagai tahap pengujian material yang harus mengantisipasi jadwal pelaksanaan yang telah disetujui. Terdapat 3 tahap pengujian material yaitu bahan baku, bahan olahan dan bahan jadi. Yang paling kritis adalah tahap pengujian bahan baku dan bahan olahan dimana pengujian ini harus selesai terlebih dahulu dan disetujui oleh *Engineer* sebelum pelaksanaan konstruksi dimulai sesuai jadwal pelaksanaan (*S Curve*). Keterlambatan pengujian bahan baku dan bahan olahan akan mengakibatkan keterlambatan pelaksanaan pekerjaan. Tahap pengujian bahan olahan mencakup mix design suatu pekerjaan, misalnya lapis pondasi agregat, campuran aspal, beton, dsb. Tahap pengujian bahan jadi merupakan kontrol terakhir suatu produk untuk diterimanya suatu pekerjaan, keterlambatan pengujian ini hanya akan menghambat pembayaran karena pembayaran hanya dapat dilakukan untuk suatu pekerjaan yang telah diterima oleh *Engineer*. Meskipun demikian, keterlambatan pengujian ini juga berdampak terhadap *cash flow* dari Kontraktor. Setiap tahap pengujian seyogyanya memenuhi rencana, penyiapan, pelaksanaan dan pengendalian, yang secara umum disebut manajemen pengendalian mutu.

BAB 2

PERSYARATAN BAHAN

Yang dimaksud dengan persyaratan bahan adalah persyaratan berdasarkan standar antara lain sebagai berikut :

2.1 Spesifikasi

Spesifikasi merupakan salah satu bagian penting dari Dokumen Lelang/ Kontrak atau bestek yang memuat segala peraturan dan ketentuan tentang bagaimana pekerjaan harus dikerjakan dan berhasil “akhir”, dikenal juga dengan nama Spesifikasi Umum. Untuk jenis pekerjaan yang bersifat khusus maka seringkali Spesifikasi Umum masih dilengkapi dengan Spesifikasi Khusus atau Addendum.

Terdapat 2 jenis Spesifikasi yaitu Spesifikasi Hasil Akhir (*End Result Specifications*) dan Spesifikasi Berjenjang atau Bertahap (*Multi Steps Specifications*). Spesifikasi Hasil Akhir secara umum hanya mengatur hasil akhir yang harus dicapai dari suatu pekerjaan, misalnya CBR minimum harus $> 90\%$. Sedangkan Spesifikasi Berjenjang atau Bertahap mengatur semua hal dan tahap (dari awal sampai akhir). Spesifikasi yang digunakan di Indonesia, khususnya untuk bidang Sumber Daya Air adalah Spesifikasi Berjenjang atau Bertahap.

Spesifikasi Berjenjang atau Bertahap yang baik harus mempunyai pola 3 – 2 – 5 yaitu bertahap 3, berlingkup 2 dan berstruktur 5. 3 tahap pengujian yaitu bahan baku, bahan olahan dan bahan jadi. 2 lingkup yaitu pengendalian dimensi dan pengendalian mutu. 5 struktur yaitu jenis pengujian, metoda pengujian, frekwensi pengujian, persyaratan (minimum dan/atau maksimum) dan toleransi yang diijinkan.

Pengaturan lingkup dalam Spesifikasi Berjenjang atau Bertahap adalah :

- Lingkup Pekerjaan
- Cuaca yang diijinkan untuk bekerja
- Bahan
- Pelaksanaan
- Peralatan
- Pengendalian Mutu
- Cara Pengukuran Hasil Kerja
- Pembayaran

Persyaratan Bahan ditentukan dalam Spesifikasi dalam Seksi “Bahan” dan Seksi “Pengendalian Mutu”.

Persyaratan Bahan yang dibahas berikut ini adalah Bahan Baku dan Olahan.

1. Timbunan

a. Timbunan Biasa

Sifat-sifat	s/d 30 cm dibawah subgrade	> 30 cm dibawah subgrade
Klasifikasi Tanah	Bukan A-7-6 atau CH	-
CBR (SNI 03-1744-1989) pada kepadatan ringan 100% (SNI 03-1742-1989)	$\geq 6\%$	-
Nilai Keaktifan = Indeks Plastisitas / % lolos No.200	< 1,25	< 1,25
Kepadatan (SNI 03-2828-1992)	$\geq 100\%$	$\geq 95\%$

b. Timbunan Pilihan

Sifat-sifat	bukan rawa	daerah rawa
CBR (SNI 03-1744-1989) pada kepadatan ringan 100% (SNI 03-1742-1989)	$\geq 10\%$	-
Indeks Plastisitas = Batas Cair – Batas Plastis (SNI 03-1966-1990 & SNI 03-1967-1990)	-	$\leq 6\%$

Koreksi kepadatan (SNI 03-1976-1990) dilakukan jika material tertahan ayakan $\frac{3}{4}$ " > 10%. Sampai dengan 15 cm di bawah Subgrade, material bekas galian batu tidak boleh digunakan dan ukuran butir maksimum untuk 15 cm di bawah subgrade adalah ≤ 10 cm.

2. Lapis Pondasi Agregat

a. Agregat Kasar

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi dengan mesin Los Angeles (SNI 03-2417-1991)	$\leq 40\%$	$\leq 40\%$	$\leq 50\%$
Bagian yang lunak (SNI 03-4141-1996)	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	-
Tertahan ayakan No.4 (4,75 mm)	min. 1 bidang pecah	-	-

b. Agregat Halus

Harus mempunyai sifat-sifat berikut ini :

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Indeks Plastisitas = Bats Cair – Batas Plastis (SNI 03-1966-1990 untuk Batas Plastis)	$\leq 6\%$	$\leq 10\%$	6–20%
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	$\leq 25\%$	$\leq 35\%$	$\leq 40\%$
Indeks Plastisitas x % lolos No.200	≤ 25	-	-
% lolos No.200 (0,075 mm)	$\leq 2/3$ lolos No.40	-	-

c. Lapis Pondasi Agregat

Harus mempunyai sifat-sifat berikut ini :

Sifat-sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
CBR (SNI 03-1744-1989) pada kepadatan berat 100% (SNI 03-1743-1989)	≥ 90%	≥ 35%	-
Kepadatan (SNI 03-2828-1992)	≥ 100%	≥ 100%	-

Harus mempunyai gradasi berikut ini :

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas C
2"	50,0		100	
1½"	37,5	100	88 – 95	
1"	25,0	79 – 85	70 – 85	
¾"	19,0	-	-	100
3/8"	9,5	44 – 58	30 – 65	
No.4	4,75	29 – 44	25 – 55	51 – 74
No.10	2,0	17 – 30	15 – 40	
No.40	0,425	7 – 17	8 – 20	18 – 36
No.200	0,075	2 – 8	2 – 8	10 – 22

3. Lapis Pondasi Tanah Semen

a. Tanah

Ukuran butir maksimum < 75 mm dan material lolos No.200 (SNI 03-4142-1996) < 50%.

b. Semen

Portland Cement Type I sesuai SNI 15-2049-1994

c. Air

pH yang diuji dengan elektrometer (SNI 06-1140-1989) atau metode lainnya 4,5 ~ 8,5

Jika mengandung benda padat dan inorganik maka kuat tekan kubus mortar (SK SNI M-111-1990-03) dengan air tersebut ≥ 90% kuat tekan kubus mortar dengan air suling.

d. Lapis Pondasi Tanah Semen

Harus mempunyai sifat-sifat berikut ini :

Sifat-sifat	Setelah Perawatan 7 hari		
	Min.	Target	Maks.
Unconfined Compressive Strength (UCS) kg/cm ²	20	24	35
CBR (SNI 03-1744-1989) pada kepadatan ringan 100% (SNI 03-1742-1989)	100*	120*	200*

Rata-rata Scala Penetration Resistance (SPR) lebih dari 2/3 tebal (pukulan/cm)	1,0*	1,3*	2,5*
Scala Penetration Resistance (SPR) yang menentukan batas minimum tebal efektif (pukulan/cm)	0,8*	-	-
Pengujian Wetting & Drying (AASHTO T135) :			
% kehilangan berat	-	-	7
% perubahan volume	-	-	2

Catatan :

* : harus dikalibrasi terhadap UCS

"Target" digunakan untuk Mix Design dan "Minimum" untuk pengujian lapangan.

4. Campuran Aspal

a. Aspal Keras

Harus mempunyai ketentuan berikut :

Pengujian	Standar	Nilai
Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60-70
Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	48-58
Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	≥ 200
Daktilitas, 25°C, cm	SNI 06-2432-1991	≥ 100
Kelarutan dalam Trichlor Etylen, % berat	AASHTO T44	≥ 99
Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8
Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	≥ 54
Daktilitas setelah penurunan berat, 5 asli	SNI 06-2432-1991	≥ 50
Uji bintik (spot test)	AASHTO T102	
- Standar Naptha		Neg.
- Naptha Xylene		Neg.
- Hephtane Xelene		Neg.

b. Agregat Kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-4217-1991	≤ 40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407-1994	≤ 12%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	≥ 95%
Angularitas untuk kedalaman < 10 cm dari permukaan > 10 cm dari permukaan	DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90 80/75
Indeks Kepipihan	BS 812	≤ 25%
Partikel Lonjong	ASTM D-4721	≤ 10%
Material lolos ayakan No.200	SNI-03-4142-1996	≤ 1%

Catatan :

80/75 menunjukkan bahwa 80% mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 75% mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

c. Agregat Halus

Jika digunakan pasir alam maka

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	≤ 40%
Material lolos ayakan No.200	SNI 03-4142-1996	≤ 8%

d. Filler

Material lolos ayakan No.200 (SNI 03-4142-1996) minimum 75%.

e. Campuran Aspal

Mempunyai gradasi berikut :

Ukuran ayakan		% Berat Yang Lolos				
		Lataston (HRS)		LASTON (AC)		
ASTM	(mm)	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5					100
1"	25				100	90 - 100
¾"	19	100	100	100	90 - 100	Maks.90
½"	12,5	90 - 100	90 - 100	90 - 100	Maks.90	
3/8"	9,5	75 - 85	65 - 100	Maks.90		
No.8	2,36	50 - 72 ¹	35 - 55 ¹	28 - 58	23 - 39	19 - 45
No.16	1,18					
No.30	0,600	35 - 60	15 - 35			
No.200	0,075	6 - 12	2 - 9	4 - 10	4 - 8	3 - 7
				DAERAH LARANGAN		
No.4	4,75			-	-	39,5
No.8	2,36			39,1	34,6	26,8 - 30,8
No.16	1,18			25,6 - 31,6	22,3 - 28,3	18,1 - 24,1
No.30	0,600			19,1 - 23,1	16,7 - 20,7	13,6 - 17,6
No.50	0,300			15,5	13,7	11,4

Catatan :

- Untuk HRS-WC dan HRS-Base, paling sedikit 80 % agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus juga lolos ayakan No.30 (0,600 mm). Lihat contoh batas-batas "bahan bergradasi senjang" yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm) dan tertahan ayakan No.30 (0,600 mm) dalam Tabel di bawah ini.

% lolos No.8	50	60	70
% lolos No.30	Paling sedikit 40	Paling sedikit 48	Paling sedikit 56
% kesenjangan	10 atau kurang	12 atau kurang	14 atau kurang

- Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas-batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi-gradasi tersebut.

Batas-batas gradasi ditentukan pada ayakan ukuran nominal maksimum, ayakan menengah (2,36 mm) dan ayakan terkecil (0,075 mm).

Mempunyai sifat-sifat campuran aspal berikut :

Sifat-sifat Campuran		Lataston		Laston		
		WC	Base	WC	BC	Base
Penyerapan kadar aspal	Maks.	1,7		1,2		
Jumlah tumbukan per bidang		75			112 ⁽¹⁾	
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	Min.	3,0		3,5		
	Maks.	6,0		5,5		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	18	17	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min.	68		65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800			1500 ⁽¹⁾	
Kelelehan (mm)	Min.	3			4,5 ⁽¹⁾	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250			300	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁴⁾	Min.	75				
Rongga dlm campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) ⁽²⁾	Min.	2		2,5		
Kepadatan Lapangan / Kepadatan Standar Kerja (%)	Min.	98		97		

Catatan :

- 1) Lihat prosedur pengujian Modifikasi Marshall Untuk Agregat Besar (> 1" & ≤ 2")
- 2) Untuk menentukan kepadatan membal (refusal), penumbuk bergetar (vibratory hammer) disarankan digunakan untuk menghindari pecahnya butiran agregat dalam campuran. Jika digunakan penumbukan manual jumlah tumbukan per bidang harus 600 untuk cetakan berdiameter 6 in dan 400 untuk cetakan berdiameter 4 in
- 3) Berat jenis efektif agregat akan dihitung berdasarkan pengujian Berat Jenis Maksimum Agregat (Gmm test, AASHTO T-209).
- 4) Direksi Pekerjaan dapat menyetujui prosedur pengujian AASHTO T283 sebagai alternatif pengujian kepekaan kadar air. Pengondisian beku cair (freeze thaw conditioning) tidak diperlukan. Standar minimum untuk diterimannya prosedur T283 harus 75% Kuat Tarik Sisa.

Bilamana rasio kepadatan maksimum dan minimum yang ditentukan dalam serangkaian benda uji inti pertama yang mewakili setiap lokasi yang diukur, lebih besar dari 1,08 : 1 maka benda uji inti tersebut harus dibuang dan serangkaian benda uji inti baru harus diambil dengan ketentuan berikut ini.

Syarat Kepadatan (% JSD)	Jumlah benda uji / pengujian	Kepadatan Min. Rata-rata (% JSD)	Nilai min. setiap pengujian tunggal (% JSD)
98	3 - 4	98,1	95
	5	98,3	94,9
	6	98,5	94,8

97	3 - 4	97,1	94
	5	97,3	93,9
	6	97,5	93,8

5. Beton Semen

a. Agregat

Harus mempunyai ketentuan berikut :

Pengujian	Agregat	
	Halus	Kasar
Abrasi Agregat dengan mesin Los Angeles (SNI 03-4217-1991)	-	≤ 40%
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat (SNI 03-3407-1994)	≤ 10%	≤ 12%
Gumpalan Lempung dan Partikel Mudah Pecah (SNI 03-4141-1996)	≤ 0,5%	≤ 0,25%
Material lolos ayakan No.200 (SNI 03-4142-1996)	≤ 3%	≤ 1%

b. Gradasi

Harus memenuhi gradasi berikut ini

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat				
ASTM	(mm)	Halus	Kasar			
2"	50,8	-	100	-	-	-
1 1/2"	38,1	-	95 -100	100	-	-
1"	25,4	-	-	95 - 100	100	-
3/4"	19	-	35 - 70	-	90 - 100	100
1/2"	12,7	-	-	25 - 60	-	90 - 100
3/8"	9,5	100	10 - 30	-	20 - 55	40 - 70
No.4	4,75	95 - 100	0 - 5	0 -10	0 - 10	0 - 15
No.8	2,36	-	-	0 - 5	0 - 5	0 - 5
No.16	1,18	45 - 80	-	-	-	-
No.50	0,300	10 - 30	-	-	-	-
No.100	0,150	2 - 10	-	-	-	-

c. Semen Portland

Harus memenuhi ketentuan SNI 15-2049-1994

d. Air

pH yang diuji dengan elektrometer (SNI 06-1140-1989) 4,5 ~ 8,5

Jika mengandung benda padat dan inorganik maka kuat tekan kubus mortar (SK SNI M-111-1990-03) dengan air tersebut \geq 90% kuat tekan kubus mortar dengan air suling.

e. Rasio Air / Semen (W/C)

Mempunyai rasio air – semen dan kadar semen minimum berikut ini

Mutu Beton	Ukuran Agregat Maks.(mm)	Rasio Air / Semen Maks. (terhadap berat)	Kadar Semen Min. (kg/m ³ dari campuran)
K500	-	0,400	450
K400	37	0,425	356
	25	0,425	370
	19	0,425	400
K350	37	0,450	315
	25	0,450	335
	19	0,450	365
K300	37	0,500	300
	25	0,500	320
	19	0,500	350
K250	37	0,550	290
	25	0,550	310
	19	0,550	340
K175	-	0,600	300
K125	-	0,700	250

f. Perkerasan Beton Semen

Kuat lentur (flexural strength) minimum tidak boleh kurang dari 45 kg/cm² pada umur 28 hari, bila diuji dengan third point method menurut SNI 03-4431-1997 atau setara dengan kuat tekan karakteristik beton mutu K400.

2.2 Rujukan Lain Yang Disebutkan Dalam Spesifikasi

Standar-standar yang seringkali dicantumkan dalam Spesifikasi pekerjaan konstruksi SDA adalah AASHTO dan SNI (Standar Nasional Inonesia), disamping itu masih terdapat standar-standar lain seperti ASTM, BS, dsb. Standar Pengujian Bahan yang dalam AASHTO terdiri dari 2 buku, Jilid 1 tentang Syarat Material (dengan kode M) dan Jilid 2 (dengan kode T). Persamaan AASHTO Jilid 1 dan SNI terdapat dalam tabel berikut:

AASHTO	SNI	JUDUL
AASHTO M6-87	SK SNI S-02-1994-03	Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen.
AASHTO M29-90	SK SNI S-02-1993-03	Spesifikasi Agregat Halus Untuk Campuran Perkerasan Aspal.
AASHTO M81-90	SNI 03-4800-1998	Spesifikasi Aspal Cair Penguapan Cepat.

AASHTO M82-75	SNI 03-4799-1998	Spesifikasi Aspal Cair Penguapan Sedang.
AASHTO M85-89	SNI 15-2049-1994	Semen Portland
AASHTO M208-87	SNI 03-4798-1998	Spesifikasi Aspal Emulsi Kationik.

Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No.01/MN/BM/1976 yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Bina Marga dapat digunakan dan jauh lebih lebih praktis karena berbagai prosedur terangkum dalam satu buku. Judul dalam Manual Pemeriksaan Bahan Jalan mungkin sedikit berbeda dengan judul dalam SNI, tetapi maksudnya sama. Persamaan SNI dan Manual Pemeriksaan Bahan Jalan terdapat dalam tabel berikut :

SNI	MANUAL	JUDUL
SEMEN		
SNI 15-2531-1991	PA-0101-76	Berat Jenis Semen Portland
SNI 15-2530-1991	PA-0102-76	Kehalusan Semen Portland
ASPAL		
SNI 06-2456-1991	PA-0301-76	Penetrasi Bahan-bahan Bitumen
SNI 06-2434-1991	PA-0302-76	Titik Lembek Aspal dan Ter
SNI 06-2433-1991	PA-0303-76	Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleveland Open Cup
SNI 06-2440-1991	PA-0304-76	Penurunan Berat Minyak dan Aspal (Thick Film Test)
SNI 06-2432-1991	PA-0306-76	Daktalitas Bahan-bahan Bitumen
SNI 06-2441-1991	PA-0307-76	Berat Jenis Aspal Keras
ASPAL		
SNI 06-2488-1991	PA-0310-76	Daktalitas Aspal Cair
SNI 06-2490-1991	PA-0311-76	Kadar Air dalam Minyak Bumi dan Bahan-bahan Bitumen dengan Cara Destilasi
SNI 03-3639-1994	PA-0313-76	Kadar Parafin Aspal
TANAH		
SNI 03-2827-1992	PB-0101-76	Kekuatan tanah dengan Sondir
SNI 03-2828-1992	PB-0103-76	Kepadatan Lapangan dengan Kerucut Pasir (Sand Cone)
SNI 03-1975-1990	PB-0105-76	Contoh Tanah dan Tanah Mengandung Agregat Secara Kering
SNI 03-3423-1994	PB-0107-76	Ukuran Butiran Tanah dengan Hydrometer
SNI 03-1964-1990	PB-0108-76	Berat Jenis Tanah
SNI 03-1967-1990	PB-0109-76	Batas Cair (Liquid Limit)
SNI 03-1966-1990	PB-0110-76	Batas Palstis (Plastic Limit)
SNI 03-1742-1989	PB-0111-76	Kepadatan Standar
SNI 03-1743-1989	PB-0112-76	Kepadatan Berat (Modified)
SNI 03-1744-1989	PB-0113-76	CBR Laboratorium
SNI 03-3638-1994	PB-0114-76	Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Strength)
SNI 03-3420-1994	PB-0116-76	Kekkuatan Geser Langsung (Direct Shear)

SNI	MANUAL	JUDUL
AGREGAT		
SNI 03-1968-1990	PB-0201-76	Analisa saringan Agregat Halus dan Kasar
SNI 03-1970-1990	PB-0202-76	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar
SNI 03-1969-1990	PB-0203-76	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus
SNI 03-2439-1991	PB-0205-76	Kelekatan Agregat terhadap Aspal
SNI 03-2417-1991	PB-0206-76	Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles
SNI 03-4142-1996	PB-0208-76	Bahan Lewat Saringan No.200
CAMPURAN ASPAL		
SNI 06-2489-1991	PC-0201-76	Campuran Aspal dengan Alat Marshall

2.3 RUJUKAN TAMBAHAN

Penggunaan rujukan (standar) yang tercantum dalam Spesifikasi mencakup, tetapi tidak terbatas, standar yang dirumuskan oleh badan-badan dan organisasi-organisasi berikut :

SII	=	Standar Industri Indonesia
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
AASHTO	=	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI	=	American Concrete Institute
AISC	=	American Institute of Steel Construction.
ANSI	=	American National Standard Institute
ASTM	=	American Society for Testing and Materials
AWS	=	American Welding Society Inc.
CRSI	=	Concrete Reinforcing Steel Institute
NEC	=	National Electrical Code
BS	=	British Standards

BAB 3

SAMPLING BAHAN

Dalam menggunakan, memelihara dan kalibrasi peralatan laboratorium perlu dijelaskan mengenai sampling bahan sebagai berikut :

3.1 Rujukan

Di dalam sampling secara acak dikenal beberapa definisi berikut ini :

- a. *Lot* adalah suatu kuantitas material yang akan dikendalikan. Material tersebut dapat mewakili produksi harian, jumlah ton tertentu, jumlah truk tertentu, jumlah waktu tertentu selama produksi.
- b. *Sample* adalah suatu segmen dari suatu *Lot* yang dipilih yang mewakili seluruh lot. Material ini dapat mewakili sejumlah *sub-sample*.
- c. *Sub-sample* adalah suatu segmen dari suatu *sample*, diambil dari suatu unit dari *Lot*, misalnya : ton tertentu, waktu tertentu, muatan tertentu.
- d. *Sample Unit* adalah suatu bagian dari suatu *sub-sample* diambil dari suatu unit dari suatu *Lot* dan digabung dengan satu *sample unit* atau lebih untuk membentuk suatu *sub-sample*

Prosedur sampling untuk bahan baku maupun bahan olahan terdapat dalam AASHTO atau SNI berikut ini :

AASHTO	SNI	JUDUL
AASHTO T2-91	Tidak ada	Sampling Agregat
AASHTO T40-78	Tidak ada	Sampling Material Berbitumen
AASHTO T141-97	Tidak ada	Sampling Beton Segar
AASHTO T168-97	Tidak ada	Sampling Campuran Aspal

AASHTO T127-97 *Sampling and Amount of Testing of Hydarulic Cement*, digunakan untuk Semen Hidrolik setelah diproduksi sebelum dipasarkan. Untuk keperluan sampling Semen Portland di lapangan setelah kedatangan Semen dapat diadopsi salah satu dari cara-cara diatas atau kombinasinya.

3.2 Jenis Bahan, Lokasi, Jumlah Minimum Sampling

1. Agregat

a. Sampling dari Aliran Agregat (Bin atau Curahan dari Belt)

Ambil sample secara acak paling sedikit 3 kali sampai berat totalnya memenuhi ketentuan tabel di bawah ini. Setiap sample harus berasal dari curahan agregat dari seluruh penampang sehingga diperlukan alat khusus untuk mengambil sample tersebut. Untuk memperlancar pengambilan sample maka diperlukan sebuah panci dengan ukuran yang dapat menampung curahan dari seluruh penampang tanpa adanya tumpahan dan sepasang rel untuk menopang panci agar dapat melintasi curahan agregat dengan mudah. Dalam segala hal bin harus penuh agar segregasi tidak terjadi.

b. Sampling dari Conveyor Belt

Ambil sample secara acak paling tidak 3 kali sampai berat totalnya memenuhi ketentuan tabel di bawah ini. Hentikan conveyor belt pada pengambilan pertama, demikian juga yang kedua dan ketiga. Pada saat sampling, material dalam mal (template) harus diambil sampai bersih dengan kuas tanpa ada partikel halus yang tertinggal.

c. Sampling dari Tumpukan (Stockpile) atau Alat Transportasi

Sampling material yang terdiri dari kombinasi butiran kasar dan halus pada tumpukan atau alat transportasi sebaiknya dihindarkan terutama jika sampling tersebut ditujukan untuk pengujian gradasi material. Jika terpaksa harus melakukan sampling material berbutir campuran maka harus dibuatkan denah sampling terlebih dahulu yang menunjukkan jumlah sample yang diperlukan untuk mewakili 1 Lot sebagaimana diuraikan diatas.

Sampling material dari tumpukan harus dilakukan dengan memasang papan penahan agar material diatas papan tidak menggelinding turun dan material di bawah papan penahan yang diambil sebagai sample setelah material bagian permukaannya disingkirkan. Material di dekat dasar tumpukan tidak boleh diambil sebagai sample karena material ini merupakan material hasil segregasi yang cenderung berbutir lebih besar.

d. Sampling dari Lapangan (Base dan Subbase)

Ambil sample secara acak paling tidak 3 kali sampai berat totalnya memenuhi ketentuan tabel di bawah ini. Semua material yang diambil harus mewakili tebal perkerasan dan tidak terkontaminasi dengan material di bawahnya dengan jumlah pengambilan yang proporsional dengan tebal perkerasan.

Tabel Kebutuhan Sampling Menurut Ukuran Butiran Agregat

UKURAN NOMINAL MAKS.	PERKIRAAN BERAT SAMPLE MIN. (KG)
AGREGAT HALUS	
No.8 (2,36 mm)	10
No.4 (4,75 mm)	10

UKURAN NOMINAL MAKS.	PERKIRAAN BERAT SAMPLE MIN. (KG)
AGREGAT KASAR	
3/8 in (9,5mm)	10
1/2 in (12,5 mm)	15
3/4 in (19 mm)	25
1 in (25 mm)	50
1 1/2 in (37,5 mm)	75
2 in (50 mm)	100
2 1/2 in (63 mm)	125
3 in (75 mm)	150
3 1/2 in (90 mm)	175

Catatan :

Untuk material berbutir campuran (seperti Subbase) harus ditambah 10 kg.

2. Aspal

Container (tempat menampung sample) untuk aspal emulsi anionik harus bejana kaca bermulut lebar atau plastik bermulut yang lebar, untuk aspal emulsi kationik harus bejana plastik bermulut lebar atau kaleng bertutup ulir dengan mulut yang lebar (bejana kaca bermulut lebar diijinkan digunakan jika pengalaman sebelumnya menunjukkan hasil yang memuaskan). Container

harus bersih, tidak terdapat sisa-sisa material sebelumnya dan berukuran sesuai kebutuhan, umumnya 1 sampai 4 liter.

a. Sampling Aspal Curah atau Aspal Cair atau Aspal Emulsi

Untuk tanki penyimpan aspal yang tidak dilengkapi dengan alat pengaduk maka diperlukan 3 kali sampling yaitu bagian atas, tengah dan bawah, sedangkan yang dilengkapi dengan alat pengaduk cukup 1 kali sampling.

Untuk tanki aspal yang tidak dilengkapi dengan pengaduk, terdapat beberapa cara pengambilan sample :

- i. Metode kran : terdapat kran atas, kran tengah dan kran bawah.
- ii. Metode *Thief Sampler* (bukan untuk Aspal Keras) : bejana dengan tutup di dasar bukan di atas, diturunkan sampai kedalaman aspal yang dikehendaki, tutup dapat dibuka dan ditutup kembali dengan rantai yang dihubungkan ke bagian atas, pengambilan dilakukan di bagian atas, tengah dan bawah dengan prosedur yang sama.
- iii. Metode *Throw-away Container Sampler* : bejana atau kaleng dengan tutup diatas, diturunkan sampai kedalaman yang dikehendaki, kemudian tutup dibuka dan aspal dibiarkan masuk ke dalam bejana atau kaleng sampai tidak ada gelembung pada permukaan aspal, pengambilan dilakukan di bagian atas, tengah dan bawah dengan prosedur yang sama.

Material yang diperoleh dari 3 kali sampling boleh diuji satu per satu untuk mengamati perbedaannya atau dicampur sampai rata kemudian baru diuji.

b. Sampling Aspal Drum

Bilamana sejumlah drum aspal berasal dari produksi dengan nomor batch yang sama maka hanya diperlukan pengujian 1 Lot dan sebaliknya. Untuk pengujian 1 Lot diperlukan sampling sebanyak akar pangkat tiga dari jumlah drum yang ada. Sample harus diambil paling sedikit 7,6 cm di bawah permukaan dan paling sedikit 7,6 cm dari samping. Setiap sample dari 1 Lot tidak kurang dari 115 gram, masing-masing sample dicampur sampai mencapai paling sedikit 4 liter.

Untuk tanki penyimpan aspal yang tidak dilengkapi dengan alat pengaduk maka diperlukan 3 kali sampling yaitu bagian atas, tengah dan bawah, sedangkan yang dilengkapi dengan alat pengaduk cukup 1 kali sampling.

Jumlah Drum	Jumlah Sample yang diambil
2 s/d 8	2
9 s/d 27	3
28 s/d 64	4
65 s/d 125	5
126 s/d 216	6
217 s/d 343	7
344 s/d 512	8
513 s/d 729	9
730 s/d 1000	10
1001 s/d 1331	11

3. Campuran Aspal

Sampling yang diuraikan di sini merupakan sistem yang lebih sederhana dan sedikit berbeda dengan yang diuraikan dalam modul Manajemen AMP.

a. Sampling Campuran Aspal di AMP

Material yang dicurahkan akan membentuk suatu tumpukan, ambil dengan skop mulai dari bawah (jangan terlalu bawah karena butiran besar akibat segregasi akan ikut terbawa), tengah dan atas pada 2 arah yang berlawanan. Jika material harus mewakili lebih dari 1 batch maka perlu dilakukan serangkaian sampling. Jumlah material yang diperlukan untuk setiap sampling adalah :

Ukuran Nominal Maksimum	Berat Min. Material yang belum dipadatkan (kg)	Luas Min. Lokasi yang telah dipadatkan (m ²)
No.8 (2,36 mm)	1,8	0,023
No.4 (4,75 mm)	1,8	0,023
3/8 in (9,5 mm)	36	0,023
½ in (12,5 mm)	5,4	0,041
¾ in (19 mm)	7,3	0,065
1 in (25 mm)	9,1	0,093

1½ in (37,5 mm)	11,3	0,093
2 in (50 mm)	15,9	0,145

b. Sampling Campuran Aspal di Lapangan

Sample yang diambil dari perkerasan yang sudah selesai dikerjakan harus mempunyai luas tidak kurang dari yang diuraikan dalam tabel diatas dan harus mempunyai tebal penuh untuk lapisan yang terkait. Sample harus dipotong sedemikian hingga tidak akan mengganggu kepadatan sample.

4. Beton Segar

Waktu antara sampling pertama dan sampling terakhir untuk suatu campuran yang komposit tidak boleh lebih dari 15 menit. Untuk pengujian kuat tekan beton diperlukan sample minimum 28 liter, sedangkan untuk pengujian rutin seperti pengujian slump boleh diambil sample yang lebih sedikit. Pengujian slump paling lambat 5 menit setelah pengambilan sample terakhir untuk suatu campuran yang komposit.

a. Sampling dari Batching Plant

Ambil sample pada interval antara 2 pencurahan atau lebih. Selama pencurahan, ambil sample pada saat tengah-tengah pencurahan, jangan mengambil sample pada awal atau akhir dari suatu pencurahan. Pada saat pengambilan sample, janganlah mengganggu aliran curahan yang dapat mengakibatkan segregasi.

b. Sampling dari Paving Mixers

Sampling dilakukan setelah pencurahan dari paving mixers. Pengambilan sample paling sedikit 5 lokasi yang berbeda dari tumpukan material curahan dan kemudian kompositkan untuk pengujian. Hindarkan kontaminasi dengan subgrade.

c. Sampling dari Revolving Drum Truck Mixers atau Beton Molen

Ambil sample pada interval antara 2 pencurahan atau lebih. Selama pencurahan, ambil sample pada saat tengah-tengah pencurahan, jangan mengambil sample pada awal atau akhir dari suatu curahan. Jangan mengambil sample jika air belum ditambahkan.

3.3 Cara Membagi Sample

Sample agregat dalam jumlah besar harus diperkecil dengan :

1. Splitter

Agregat dicampur dengan sekop sampai homogen kemudian dimasukkan ke dalam splitter sehingga terbagi menjadi 2. Selanjutnya yang separuh dibagi menjadi 2 lagi dan seterusnya sampai mencapai jumlah minimum yang disyaratkan untuk pengujian.

2. Quartering (Perempatan)

Agregat dicampur dengan sekop sampai homogen kemudian ditipiskan sampai membentuk suatu lingkaran, buat batas pembagian dengan sekop menjadi 4 bagian sama besar. Selanjutnya yang seperempat dicampur lagi dengan sekop sampai homogen dan prosedur diulangi lagi sampai mencapai jumlah minimum yang disyaratkan untuk pengujian.

3.4 Penyimpanan Dan Pencatatan

Semua material yang disampling terdiri dari 2 kelompok, yang pertama digunakan untuk pengujian, yang kedua digunakan sebagai arsip sekaligus sebagai cadangan bilamana diperlukan pengujian ulang.

Pencatatan harus dilakukan terinci :

- Jenis Bahan
- Tanggal Sampling
- Sumber Bahan
- Ukuran atau Sifat-sifat Bahan
- Teknisi
- Keterangan lainnya yang perlu

BAB 4.

KALIBRASI PERALATAN LABORATORIUM

Untuk menjamin hasil pengujian dalam memenuhi standar mutu, maka perlu dilakukan kalibrasi peralatan seperti dijelaskan sebagai berikut :

4.1 Rujukan

Rujukan yang disarankan adalah AASHTO, ASTM, SNI, Manual Pemeriksaan Bahan pekerjaan konstruksi SDA. Pada AASHTO, ketentuan peralatan laboratorium diuraikan dalam "Apparatus" dan dalam Manual pemeriksaan Bahan Jalan diuraikan dalam "Peralatan".

Seringkali terjadi penyimpangan hasil pengujian di laboratorium lapangan karena pemakaian peralatan laboratorium tanpa kalibrasi. Jika peralatan yang digunakan tidak standar, bagaimana hasil pengujian tersebut dapat dijadikan tolok ukur, apalagi akan dibandingkan dengan hasil pengujian laboratorium lain.

Pengguna peralatan laboratorium seringkali menerima kiriman peralatan laboratorium tersebut begitu saja, asal lengkap dan sesuai pemesanan tanpa adanya pemeriksaan yang terinci terhadap presisi alat.

Beberapa penyimpangan yang sering dijumpai di lapangan adalah :

1. Ayakan

Sesuai dengan AASHTO M92-85 maka diameter kawat seharusnya :

Ukuran Ayakan		Diameter Kawat Ayakan (mm)
ASTM	(mm)	
2½"	63,0	5.50
2"	50,0	5.05
1½"	37,5	4.59
1¼"	31,5	4.23
1"	25,0	3.80
¾"	19,0	3.30
½"	12,5	2.67
"	9,5	2.27
¼"	6,25	1.82
No.4	4,75	1.54
No.8	2,36	1.00
No.10	2,00	0.90

No.16	1,18	0.65
No.30	0,600	0.39
No.40	0,425	0.29
No.50	0,300	0.215
No.100	0,150	0.110
No.200	0,075	0.053

Ditemukan : diameter kawat untuk ayakan No.4 dan No.8 lebih kecil dari diameter standar sehingga lubang ayakan lebih besar dari yang seharusnya.

2. Berat dan Tinggi Jatuh Penumbuk (Hammer) Marshall

Sesuai dengan AASHTO T245-90 maka penumbuk seharusnya mempunyai berat sebesar (4536 ± 9) gram dan tinggi jatuh sebesar $(457,2 \pm 1,524)$ mm.

Ditemukan : berat penumbuk yang kelebihan berat sekitar 50 s/d 100 gram atau kekurangan berat sekitar 50 gram.

3. Landasan Alat Pematik Marshall

Sesuai dengan AASHTO T245-90 maka landasan alat pemadat seharusnya mempunyai dimensi $(203,2 \text{ mm} \times 203,2 \text{ mm} \times 457,2 \text{ mm})$ dan dari bahan kayu dengan berat jenis $0,67 \text{ s/d } 0,77 \text{ gram/cm}^3$.

Ditemukan : landasan kayu dengan berat isi bervariasi mulai $0,6 \text{ s/d } 0,9 \text{ g/cm}^3$. Hal ini akan mengakibatkan kepadatan yang diperoleh akan berbeda karena gaya pegas maupun redapan dari landasan dengan jenis kayu yang berbeda dan otomatis mengakibatkan stabilitas, rongga udara, dsb yang berbeda.

4. Mesin Penguji Marshall

Sesuai dengan AASHTO T245-90 maka kecepatan bergerak mesin penguji Marshall seharusnya $50,8 \text{ mm per menit}$.

Ditemukan : kecepatan motor listrik tidak memenuhi ketentuan sehingga akan memberikan stabilitas yang berbeda.

5. Lain-lain

Masih terdapat banyak penyimpangan yang tipikal dengan diatas.

4.2 Cara Penyesuaian Alat Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

1. Ayakan

Tidak ada cara penyesuaian kecuali diganti. Anyaman kawat untuk ayakan laboratorium masih merupakan barang impor sehingga produsen peralatan laboratorium sering mengganti dengan anyaman kawat lokal yang tidak memenuhi syarat.

2. Berat dan Tinggi Jatuh Penumbuk (Hammer) Marshall

Dapat disesuaikan dengan menambah atau mengurangi berat penumbuk dengan pengelasan. Demikian juga tinggi dapat disesuaikan dengan proses pembubutan.

3. Landasan Alat Pematik Marshall

Tidak ada penyesuaian kecuali diganti dengan kayu jati atau kayu mohoni dengan kondisi kering oven atau kering alami (diangin-angin selama beberapa bulan). Kayu jenis lain mungkin dapat dipakai asal memenuhi rentang berat isi yang disyaratkan.

4. Mesin Penguji Marshall

Dapat disesuaikan dengan mengganti pulley di dalam sistem mesin untuk mempercepat atau memperlambat putaran motor listrik atau mengganti motor listrik dengan rpm (putaran per menit) yang sesuai.

4.3 Kalibrasi Oleh Dinas Metrologi

Sebelum AMP dijalankan baik untuk pembuatan rumus perbandingan campuran (job mix formula) maupun untuk produksi maka semua timbangan AMP dan *Truck Scale* harus dikalibrasi oleh Dinas Metrologi setempat. Sedangkan timbangan laboratorium dengan kepekaan yang tinggi mungkin tidak dapat dikalibrasi oleh Dinas Metrologi. Kontraktor bersama-sama Engineer *harus* melakukan pemeriksaan dengan membandingkan dengan timbangan lainnya.

Proving Ring dari Mesin Penguji Marshall atau CBR juga harus dikalibrasi setahun sekali oleh Dinas Metrologi atau instansi resmi lainnya, meskipun biasanya tidak ada perubahan yang berarti selama tidak ada beban luar biasa yang melampaui beban-beban yang biasanya terjadi. Biasanya kapasitas Proving Ring adalah 2 kali beban maksimum yang mungkin terjadi, sehingga elastisitasnya masih baik.

4.4 Masa Berlakunya Suatu Kalibrasi

Masa berlakunya kalibrasi adalah 1 tahun atau bilamana telah terjadi penyimpangan pada alat tersebut.

4.5 Kalibrasi Sendiri Dengan Cara Sederhana

Yang dimaksud kalibrasi sendiri adalah pengujian tambahan di luar yang disebutkan diatas, atau karena kondisi khusus di mana tidak terdapat instansi resmi di daerah tersebut yang dapat melakukan kalibrasi.

Pada prinsipnya kalibrasi sendiri ini dilakukan dengan membandingkan dengan peralatan lainnya yang dianggap akurat, misalnya pemeriksaan proving ring dengan mesin penguji kuat tekan beton, dan sebagainya.

Pemeriksaan termometer adalah contoh paling mudah yaitu dengan mengamati temperatur pada saat air mendidih. Bilamana tidak dapat menunjukkan temperatur 100 °C pada saat air mendidih di daerah dekat pantai maka termometer tersebut harus segera diganti. Untuk temperatur yang lebih tinggi dapat dibandingkan dengan termometer kaca yang cukup akurat, peka dan murah.

4.6 Badan dan lembaga yang mempunyai wewenang menerbitkan sertifikat kalibrasi dan yang berwenang menerbitkan hasil uji

- Badan atau lembaga yang mempunyai wewenang menerbitkan surat keterangan sebagai laboratorium yang terakreditasi adalah Badan Akreditasi Nasional (BAN), atau suatu lembaga yang ditunjuk atau yang diberi wewenang oleh pemerintah untuk melakukan uji terhadap peralatan dan menerbitkan surat keterangan terhadap suatu laboratorium terakreditasi.
- Lembaga yang berwenang mengeluarkan surat keterangan hasil pengujian adalah suatu laboratorium milik pemerintah atau instansi yang telah mendapatkan sertifikat akreditasi laboratorium.

BAB 5 PENGUJIAN

Pengujian yang merupakan inti dari pada pekerjaan Quality Control maka harus memenuhi standar baik lokal maupun internasional antara lain adalah sebagai berikut :

5.1 Rujukan

Standar-standar yang seringkali dicantumkan dalam Spesifikasi Jalan dan Jembatan adalah AASHTO dan SNI (Standar Nasional Indonesia), disamping itu masih terdapat standar-standar lain seperti ASTM, BS, dsb. Standar Pengujian Bahan yang dalam AASHTO terdiri dari 2 buku, Jilid 1 tentang Syarat Material (dengan kode M) dan Jilid 2 (dengan kode T). Persamaan AASHTO dan SNI terdapat dalam tabel berikut :

AASHTO	SNI	JUDUL
AASHTO T11-91	SNI 03-4142-1996	Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm).
AASHTO T21-91	SNI 03-2816-1992	Metode Pengujian Kotoran Organik Dalam Pasir Untuk Campuran Mortar dan Beton.
AASHTO T22-97	SNI 03-1974-1990	Metode Pengujian Kuat Tekan Beton
AASHTO T23-97	SNI 03-4810-1998	Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan.
AASHTO T27-97	SNI 03-1968-1990	Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar.
AASHTO T47-98	SNI 06-2440-1991	Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal Dengan Cara A.
AASHTO T48-96	SNI 06-2433-1991	Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Dengan Cleveland Open Cup.
AASHTO T49-97	SNI 06-2456-1991	Metode Pengujian Penetrasi Bahan-bahan Bitumen.
AASHTO T51-94	SNI 06-2432-1991	Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Aspal.
AASHTO T53-96	SNI 06-2434-1991	Metode Pengujian Titik Lembek Aspal dan Ter.
AASHTO T55-89	SNI 06-2490-1991	Metode Pengujian Kadar Air Aspal dan Bahan Yang Mengandung Aspal.
AASHTO T78-96	SNI 06-2488-1991	Metode Pengujian Fraksi Aspal Cair Dengan Cara Penyulingan.
AASHTO T84-95	SNI 03-1970-1990	Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

AASHTO T85-91	SNI 03-1969-1990	Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.
AASHTO T87-86	SNI 03-1975-1990	Metode mempersiapkan contoh tanah dan tanah mengandung agregat
AASHTO T88-97	SNI 03-3422-1994	Metode Pengujian Analisis Ukuran Butir Tanah Dengan Alat Hidrometer.
AASHTO T89-96	SNI 03-1967-1990	Metode Pengujian Batas Cair Dengan Alat Cassagrande.
AASHTO T90-96	SNI 03-1966-1990	Metode Pengujian Batas Plastis.
AASHTO T93-86	SNI 03-1965-1990	Metode Pengujian Kadar Air Tanah
AASHTO T96-94	SNI 03-2417-1991	Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angelos.
AASHTO T97-97	SNI 03-4431-1997	Metode Pengujian Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan.
AASHTO T99-97	SNI 03-1742-1989	Metode Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah.
AASHTO T100-95	SNI 03-1964-1990	Metode Pengujian Berat Jenis Tanah

AASHTO	SNI	JUDUL
AASHTO T104-97	SNI 03-3407-1994	Metode Pengujian Sifat Kekekalan Bentuk Agregat Terhadap Larutan Natrium Sulfat dan Magnesium Sulfat.
AASHTO T106-98	SK SNI M-111-1990-03	Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil.
AASHTO T112-91	SK SNI M-01-1994-03	Metode Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah Dalam Agregat.
AASHTO T119-97	SNI 03-1972-1990	Metode Pengujian Slump Beton.
AASHTO T121-97	SNI 03-1973-1990	Metode Pengujian Berat Isi Beton
AASHTO T126-97	SNI 03-2493-1991	Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium.
AASHTO T128-97	SNI 15-2530-1991	Metode Pengujian Kehalusan Semen Portland.
AASHTO T129-88	SK SNI M-112-1990-03	Metode Pengujian Konsistensi Normal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.
AASHTO T131-93	SK SNI M-113-1990-03	Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland Dengan Alat Vicat Untuk Pekerjaan Sipil.

AASHTO T133-98	SNI 15-2531-1991	Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland.
AASHTO T134-95	SNI 03-2150-1991	Campuran Tanah Semen/Kapur, Cara Uji Kadar Air Optimal dengan Standar Proktor
AASHTO T141-97	SNI 03-2458-1991	Metode Pengujian Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar.
AASHTO T144-97	SNI 03-4805-1998	Metode Pengujian Kadar Semen Portland Dalam Beton Keras Yang Memakai Semen Hidrolik.
AASHTO T170-93	SNI 03-4797-1998	Metode Pengujian Pemulihan Aspal Dengan Alat Penguap Putar.
AASHTO T176-86	SNI 03-4428-1997	Metode Pengujian Agregat Halus Atau Pasir Yang Mengandung Bahan Plastik Dengan Cara Setara Pasir.
AASHTO T180-97	SNI 03-1743-1989	Metode Pengujian Kepadatan Berat Untuk Tanah.
AASHTO T182-84	SNI 03-2439-1991	Metode Pengujian Kelekatan Agregat Terhadap Aspal.
AASHTO T191-93	SNI 03-2828-1992	Metode Pengujian Kepadatan Lapangan Dengan Alat Konus Pasir.
AASHTO T193-98	SNI 03-1744-1989	Metode Pengujian CBR Laboratorium.
AASHTO T224-86	SNI 03-1976-1990	Metode Koreksi untuk Pengujian Pemadatan Tanah yang Mengandung Butir Kasar
AASHTO T228-94	SNI 06-2441-1991	Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.
AASHTO T245-97	SNI 06-2489-1991	Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall.
AASHTO T255-92	SNI 03-1971-1990	Metode Pengujian Kadar Air Agregat

Manual Pemeriksaan Bahan Jalan No.01/MN/BM/1976 yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jenderal Bina Marga dapat digunakan dan jauh lebih lebih praktis karena berbagai prosedur terangkum dalam satu buku. Judul dalam Manual Pemeriksaan Bahan Jalan mungkin sedikit berbeda dengan judul dalam SNI, tetapi maksudnya sama.

5.2 Garis Besar Pengujian

Standar-standar Pengujian secara umum mencakup :

- Maksud (Scope)
- Peralatan (Apparatus)
- Benda Uji (Test Specimens)
- Cara Melakukan (Procedure)

- Perhitungan (Calculation) jika ada
- Pelaporan (Report)

Selanjutnya uraian pengujian tidak dibahas di sini karena sudah tersedia dalam Manual Pemeriksaan Bahan atau SNI atau AASHTO atau rujukan lainnya.

5.3 Kesalahan Yang Umum Terjadi Saat Pengujian

Kesalahan yang umum terjadi saat pengujian meliputi :

- Kesalahan Peralatan Laboratorium karena tidak dikalibrasi sebagaimana telah diuraikan pada Bab 4.
- Kesalahan Faktor Manusia, misalnya salah baca, dsb.
- Kesalahan Prosedur Pengujian karena “Cara Melakukan” yang benar belum dipahami.

Beberapa penyimpangan Prosedur Pengujian yang sering dijumpai di lapangan :

1. **Pemadatan Campuran Aspal dengan Temperatur yang Tidak Sesuai**

Pemadatan terhadap benda uji campuran aspal dapat dilakukan dengan baik bilamana viskositas aspalnya memenuhi ketentuan yang disyaratkan. Seringkali temperatur yang sama untuk 2 jenis aspal yang sama belum tentu mempunyai viskositas yang sama. Pengujian hubungan viskositas dan temperatur diperlukan untuk memperoleh aplikasi pemadatan yang benar.

Cetakan benda uji dan alas penumbuk seringkali tidak dipanaskan sampai mencapai temperatur yang cukup sehingga panas campuran aspal merambat ke cetakan dan dasar penumbuk pada pemadatan benda uji pertama. Dengan demikian, maka pemadatan campuran aspal dilakukan dengan temperatur yang lebih rendah. Benda uji yang keropos atau benda uji dengan kepadatan yang berbeda antara satu dengan lainnya merupakan salah satu dari dampak prosedur penyiapan benda uji yang tidak benar.

2. **Penyiapan Benda Uji dengan Gradasi yang Bervariasi**

Seringkali dilakukan pencampuran agregat dalam jumlah yang besar sebelum dipanaskan dengan proporsi yang sudah benar, akan tetapi pencampuran ini belum tentu memberikan keseragaman tiap benda uji. Ibarat memasak nasi goreng dalam jumlah yang besar, setelah dituang ke masing-masing piring, belum tentu komponen daging dan telur tersebut terdistribusi merata.

Setiap benda uji harus mempunyai gradasi yang sama. Setelah pencampuran agregat dalam jumlah besar sebelum dipanaskan dengan proporsi yang benar

selesai dikerjakan, maka agregat ini dikelompokkan lagi dalam berbagai fraksi sehingga segregasi dapat dihindarkan.

Contoh : 1" s/d ¾"; ¾" s/d " ; " s/d No.4; No.4 s/d No.8; No.8 s/d debu

Seringkali rancangan campuran (mis design) diubah, tetapi sisa material yang sudah dikelompokkan dalam beberapa fraksi ini masih cukup banyak dan digunakan untuk membuat benda uji dengan mix design baru. Meskipun material ini telah dikelompokkan dalam beberapa fraksi yang hampir *single size*, namun sebenarnya material ini berasal dari proporsi mix design lama.

3. Penggunaan Piknometer yang Salah

Piknometer yang seharusnya digunakan untuk mencari berat jenis (specific gravity) agregat halus, berkapasitas 500 ml. Tetapi seringkali piknometer berkapasitas lebih besar atau lebih kecil digunakan untuk pengujian dengan alasan piknometer berkapasitas 500 ml pecah. Bilamana digunakan piknometer yang lebih kecil maka benda uji yang dimasukkan menjadi terbatas dan tidak dapat mewakili material yang akan diuji. Bilamana digunakan piknometer yang lebih besar maka leher piknometer juga besar sehingga kepekaan pembacaan tinggi muka air dalam piknometer menjadi berkurang.

Dengan demikian hasil pengujian dengan kondisi sebagaimana disebutkan diatas seringkali memberikan nilai yang salah. Sebagai contoh, dari sumber (quarry) yang sama, agregat berbutir besar (kasar) mempunyai penyerapan yang lebih tinggi dari agregat berbutir halus (sampai debu).

4. Kering Permukaan Jenuh yang Salah

Agregat yang telah direndam akan diangkat dan kondisi Kering Permukaan Jenuh (Saturated Surface Dry) akan dibuat dengan membiarkan kelebihan air mengalir dan permukaan agregat di-lap dengan handuk. Permukaan agregat yang terlalu kering atau terlalu basah juga akan memberikan nilai Berat Jenis dan Penyerapan yang salah.

5. Abrasi Semu

Suatu agregat setelah diuji dengan 500 putaran mesin Los Angeles memenuhi syarat, tetapi nilai ini semu karena sebenarnya agregat terdiri dari campuran 2 jenis material meskipun berasal dari sumber (quarry) yang sama. Sebut saja yang agak keras berwarna abu-abu, sedangkan yang agak lunak berwarna merah. Setelah 100 putaran, sebenarnya agregat berwarna merah sudah habis terabrasi sehingga sisa 400 putaran berikutnya hanya mengabrasi agregat berwarna abu-abu.

Dalam AASHTO T96-87 disebutkan bahwa untuk mengetahui homogenitas agregat maka perlu dilakukan pengujian abrasi sampai 100 putaran sebelum total 500 putaran. Nilai Abrasi pada 100 putaran harus 20% Nilai Abrasi 500 putaran. Namun ketentuan ini tidak terdapat dalam Manual Pemeriksaan Bahan Jalan. **Disarankan agar selalu merujuk pada AASHTO** meskipun Manual Pemeriksaan Bahan Jalan atau SNI dalam bahasa Indonesia lebih mudah dipahami. Bagaimanapun juga standar-standar nasional merupakan hasil adopsi dari standar-standar asing seperti AASHTO, ASTM dsb.

6. Indeks Plastisitas yang Salah

Indeks Plastisitas = Batas Cair – Batas Plastis.

Dalam pengujian Batas Cair diperlukan alat pengetuk dengan landasan karet keras (hard rubber), bilamana landasan tersebut bukan terbuat dari karet keras maka akan diperoleh hasil pengujian yang berbeda.

Dalam pengujian Batas Plastis benda uji dipilin-pilin dengan telapak tangan sampai mencapai diameter 3 mm, bilamana diameter tersebut tidak diukur dengan jangka sorong maka akan diperoleh hasil pengujian yang berbeda.

Yang terpenting lagi adalah material yang digunakan dalam pengujian ini harus lolos ayakan No.40. Seringkali material yang dianggap agregat halus tidak diayak terlebih dahulu dengan ayakan no.40 sehingga diperoleh hasil pengujian yang salah (Indeks Plastisitasnya lebih rendah dari yang sebenarnya).

5.4 Langkah Yang Diambil Jika Pengujian Gagal

Bilamana pengujian gagal dalam arti proses pengujian tersebut gagal maka seluruh proses pengujian tersebut harus diulangi.

Bilamana hasil pengujian gagal memenuhi ketentuan yang disyaratkan, maka secara teoritis pekerjaan harus ditolak.

5.5 Cara Menentukan Hasil Pengujian

Bilamana terdapat hasil pengujian yang meragukan atau gagal maka diperlukan evaluasi terhadap hasil pengujian lainnya yang dilakukan pada waktu yang tidak berbeda jauh. Lakukan pengujian ulang terhadap hasil pengujian yang meragukan atau gagal di laboratorium lain. Selanjutnya bandingkan hasilnya dan re-evaluasi.

Contoh :

Dari serangkaian pengujian setiap kedatangan aspal terdapat hasil pengujian pada suatu sub-periode yang tidak memenuhi syarat, sedangkan pada sub-periode sebelum dan sesudahnya memenuhi syarat. Pengujian terhadap sample cadangan dari sub-periode yang tidak memenuhi syarat harus dilakukan di laboratorium lain sebagai pembandingan.

5.6 Membandingkan Hasil Pengujian

Beberapa standar pengujian AASHTO menguraikan toleransi yang diijinkan jika terjadi perbedaan antar operator maupun antar laboratorium.

5.7 Pelaporan

Formulir-formulir pengujian yang terdapat dalam Manual Pemeriksaan Bahan Jalan dapat digunakan. Pelaporan dalam formulir lain dengan sistematika dan keterangan yang lebih lengkap disarankan.

BAB 6

MIX DESIGN

Dalam kegiatan mix desain untuk pekerjaan konstruksi dapat dijelaskan sebagai berikut :

6.1 Lapis Pondasi Agregat

Tidak ada hal yang khusus untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas A atau B. Selama gradasi dan sifat-sifat (properties) material memenuhi syarat maka target CBR pasti tercapai. Langkah-langkah berikut merupakan uraian singkat pembuatan mix design untuk Lapis Pondasi Agregat kelas A atau B :

1. Memeriksa semua sifat-sifat material apakah sudah memenuhi syarat
2. Mengatur proporsi masing-masing agregat agar memenuhi amplop gradasi yang disyaratkan.
3. Karena amplop untuk Lapis Pondasi Agregat Kelas A atau B cukup lebar maka terbuka kemungkinan untuk mencari proporsi yang paling ekonomis meskipun gradasi yang diperoleh tidak tepat di tengah-tengah amplop.
4. Kepadatan Berat (Modified Proctor) yang digunakan dalam pembuatan benda uji. Perlu diperhatikan bahwa ukuran butir maksimum adalah $\frac{3}{4}$ " atau 19 mm maka semua material lolos ayakan 2" dan tertahan ayakan $\frac{3}{4}$ " diganti dengan material lolos ayakan $\frac{3}{4}$ " dan tertahan No.4 dengan jumlah yang sama.
5. Dari hasil pengujian kepadatan berat akan diperoleh Kepadatan Kering Maksimum (Maximum Dry Density) dan Kadar Air Optimum (Optimum Moisture Content).
6. Buat benda uji dengan MDD dan OMC yang diperoleh diatas untuk pengujian CBR, umumnya diambil harga CBR diambil pada penetrasi 0,1". Bilamana harga CBR pada penetrasi 0,2" lebih besar dari harga CBR pada penetrasi 0,1" maka percobaan harus diulangi. Bilamana percobaan ulang menghasilkan harga CBR pada penetrasi 0,2" yang tetap lebih tinggi dari harga CBR pada penetrasi 0,1" maka harga CBR pada penetrasi 0,2" yang diambil.

6.2 Lapis Pondasi Tanah Semen (Soil Cement Base)

Langkah-langkah berikut merupakan uraian singkat pembuatan mix design Lapis Pondasi Semen Tanah :

1. Memeriksa semua sifat-sifat material apakah sudah memenuhi syarat
2. Membuat benda uji dengan Kepadatan Ringan (Standard Proctor), minimum 4 kadar semen portland yang berbeda. Plot hasil pengujian dalam Grafik I

dengan sumbu x : Kadar Air Optimum dan sumbu y : Kepadatan Kering Maksimum. Dari hasil grafik I dapat diperoleh MDD dan OMC untuk masing-masing kadar semen portland yang berbeda.

3. Buatlah hubungan MDD & OMC dengan kadar semen dalam Grafik II dengan sumbu x : Kadar Semen dan sumbu y kiri : Kepadatan Kering Maksimum dan sumbu y kanan : Kadar Air Optimum.
4. Buatlah benda uji (berdiameter 76,1 mm dan tinggi 14,2 mm) untuk pengujian Unconfined Compressive Strength (UCS) berumur 7 hari (dengan perawatan) untuk minimum 4 variasi kadar semen portland yang berbeda dengan menggunakan MDD dan OMC yang diperoleh dari Grafik II. Plot hasil pengujian dalam Grafik III dengan sumbu x : Kadar Semen dan sumbu y : UCS.
5. Dari Grafik III akan diperoleh kadar semen portland minimum untuk mencapai : UCS minimum; UCS target dan UCS maksimum. Pilih kadar semen portland minimum yang memenuhi UCS target. Plot kadar semen portland minimum yang diperoleh dalam Grafik IV yang sama dengan Grafik II untuk menentukan MDD dan OMC dalam pelaksanaan.
6. Jika tidak tersedia alat untuk pengujian UCS maka dapat digunakan cara CBR dengan perawatan (curing) selama 3 hari dan perendaman selama 4 hari. Umumnya diambil harga CBR diambil pada penetrasi 0,1". Bilamana harga CBR pada penetrasi 0,2" lebih besar dari harga CBR pada penetrasi 0,1" maka percobaan harus diulangi. Bilamana percobaan ulang menghasilkan harga CBR pada penetrasi 0,2" yang tetap lebih tinggi dari harga CBR pada penetrasi 0,1" maka harga CBR pada penetrasi 0,2" yang diambil.

6.3 Beton Semen

Langkah-langkah berikut merupakan uraian singkat pembuatan mix design Beton :

1. Memeriksa semua sifat-sifat material apakah sudah memenuhi syarat.
2. Data-data material dimasukkan ke dalam Formulir Mix Design, cantumkan juga berikut ini :
 - Ukuran maksimum agregat (sesuai kebutuhan lapangan)
 - Bentuk agregat kasar yang digunakan, bulat atau pecah mesin (sesuai dengan material yang akan digunakan)
 - W/C maksimum (sesuai Spesifikasi)
 - Kadar Semen minimum (sesuai Spesifikasi)
 - Slump rencana (sesuai dengan kebutuhan lapangan)

3. Komposisi masing-masing material akan diperoleh dari perhitungan dalam formulir mix design tersebut yaitu : agregat kasar; agregat halus; semen portland dan air
4. Bilamana hasil pengujian menunjukkan kuat tekan beton atau kuat lentur (flexural) beton tidak memenuhi syarat maka dilakukan mix design baru dengan menambah kadar semen portland.

TRIAL MIXING FORMULAR FOR CONCRETE									
LABORATORY DATA				Gradation of Sand :					
				Sieve	% passing	% retained			
1	Required strength (fcr)		350 kg/cm ²	ASTM					
2	Max. size of coarse agg.(dia.)		25 mm	1.5"	100.00	0.00			
3	Slump		50 mm	3/4"	100.00	0.00			
4	Water- cement ratio :			3/8"	100.00	0.00			
	- DOE formula	:	307 / (fcr + 258) =	#4	98.00	2.00			
	- Specifications (max.)		0.467	#8	83.00	17.00			
	- Selected		0.467	#16	65.00	35.00			
5	Sp.Gr. of sand (SSD basis)		2.780	#30	45.00	55.00			
	Loss unit weight of sand	:	1.45	#50	25.00	75.00			
6	Sp.Gr. of coarse agg. (SSD basis)		2.730	#100	9.00	91.00			
	Loss unit weight of coarse aggregate :		1.45	9	F.M.=	Tot.ret/100			
7	Sp.Gr. of portland cement		3.140			2.75			
8	Minimum cement content (kg/m ³)		400						
Suggested Water Content and Fine Aggregate of Total Aggregate for Non Air Entrained Concrete :									
									REMARK
10	% fine aggregate of total agg.	:	0.016 dia. ² - 1.437 dia. + 64.67 =	38.5	F.M.=2.75				
11	Water content (kg/m ³)	:	0.0248 dia. ² - 2.8346 dia. + 237 =	181.5	Slump = 75 - 100 mm				
12	% air content	:	0.001033 dia. ² - 0.11811 dia. + 3.8333 =	1.5	W/C = 0.532 - 0.576				
Computation of Proportion :									
13	Water content (kg/m ³)	:	(11) x [1 + 0.12% x {(3)-88}] =						173
		:	angular coarse agg. be used : (Yes/No)	Yes	if yes +12 kg/m ³				185
14	Fine agg. % total aggregate	:	(10) + [1.0%/0.1% x {(9)-2.75} + 1.00%/0.05% x {(4)-0.55}] =						37
		:	angular coarse agg. be used : (Yes/No)	Yes	if yes + 3 %				40
15	Weight of cement (kg/m ³)	:	(13) / (4) =		if < (8) , selected (8) =				400
16	Solid volume of cement (ltr)	:	(15) / (7) =						127
17	Solid volume of agg. (litre)	:	1000 - [(16) + (13) + (12)% x 1000] =						673
18	Solid volume of fine agg. (ltr)	:	(14)% x (17) =						269
19	Required weight of sand (kg/m ³)	:	(18) x (5) =	748	Required volume of sand (m ³ /m ³)				0.516
20	Required wt. of coarse agg. (kg/m ³)	:	[(17) - (18)] x (6) =	1102	Required volume of coarse agg (m ³ /m ³)				0.760

6.4 Campuran Aspal Panas

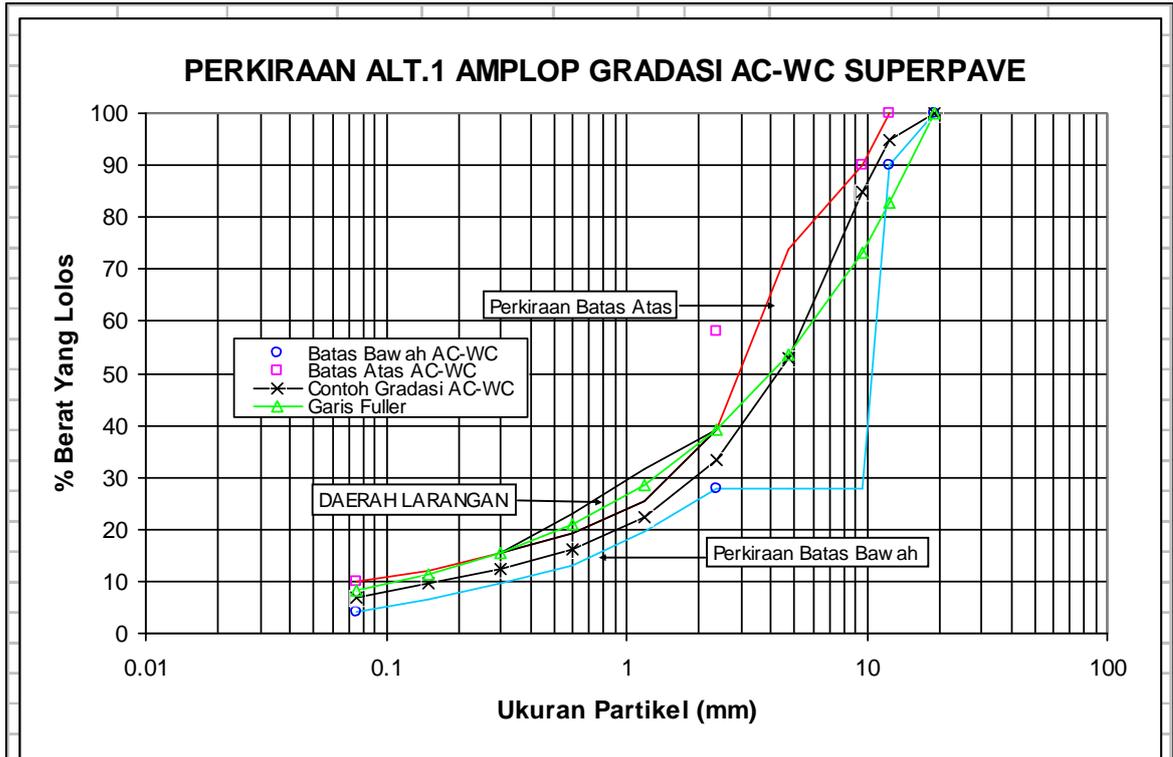
Langkah-langkah berikut merupakan uraian singkat pembuatan mix design Campuran Aspal Panas :

1. Memeriksa semua sifat-sifat material apakah sudah memenuhi syarat.
2. Mengatur proporsi masing-masing agregat agar memenuhi amplop gradasi yang disyaratkan. Pengalaman menunjukkan bahwa material lolos ayakan No.200 sekitar 5 ~ 6 %.
3. Untuk AC Superpave terdapat daerah larangan yang harus dihindari. Contoh gradasi AC-WC dengan titik kontrol (bukan amplop) dan daerah larangannya akan ditunjukkan dalam grafik berikut di bawah ini. Penentuan gradasi AC Superpave harus memperhatikan garis fuller (garis yang menunjukkan gradasi menerus dengan zero air void) dan job grading (amplop yang terbentuk dari gradasi yang dipilih ditambah toleransi yang disyaratkan). Untuk lalu lintas berat disarankan agar bagian material yang berbutir halus terletak di bawah garis fuller.
4. Untuk HRS terdapat ketentuan bahwa material lolos ayakan No.30 minimum adalah 80% material lolos No.8 agar benar-benar tercapai gradasi senjang. Gradasi senjang ini hanya dapat diperoleh dengan menambahkan pasir alam "halus" ke dalam campuran.
5. Kadar aspal yang digunakan dapat diperkirakan dengan menghitung tebal film aspal. Umumnya tebal film aspal untuk Aspal Keras Pen.60/70 adalah sekitar 7,5 ~ 8,0 μm (mikron). Variasi kadar aspal untuk mix design dapat diambil 2 diatas dan 2 di bawah kadar aspal perkiraan yang diambil yaitu -0,5%; -1%, +0,5%, +1%. Perhitungan tebal film aspal AC-WC akan ditunjukkan di bawah ini. Perlu diperhatikan bahwa "Surface Area" agregat dihitung berdasarkan serangkaian perkalian ukuran butir dan koefisien faktor, tidak boleh ada ukuran butir yang diabaikan, bilamana ukuran butir tersebut tidak tersedia dalam gradasi maka dapat dilakukan interpolasi.
6. Pembuatan benda uji dilakukan dengan 2 macam penumbukan yaitu penumbukan konvensional dan penumbukan membal (400 x 2 untuk cetakan berdiameter 4" dan 600x2 untuk cetakan berdiameter 6") sehingga mutlak diperlukan penumbukan secara **mekanik bukan manual**.
7. Kadar Aspal yang dipilih adalah tengah-tengah rentang kadar aspal yang memenuhi semua sifat-sifat campuran aspal yang disyaratkan.
8. Bilamana hasil pengujian menunjukkan sifat-sifat campuran aspal panas tidak memenuhi syarat maka dilakukan mix design baru dengan mengubah berikut :

- a. Tambahkan filler jika rongga dalam campuran (VIM) tinggi.
- b. Ubah gradasi campuran dengan menambah persentase butiran kasar atau halus jika rongga dalam campuran terlalu rendah.
- c. Tambahkan persentase butiran kasar untuk menaikkan stabilitas.
- d. Ganti agregat halus dengan pasir alam untuk menurunkan stabilitas.

Rongga dalam campuran dapat diturunkan dengan mengurangi kadar aspal, tetapi pengurangan ini akan berdampak terhadap umur perkerasan dimana tebal film aspal menjadi tipis dan proses penggetasan dipercepat.

Rongga dalam campuran dapat dinaikkan dengan menambah kadar aspal, tetapi penambahan kadar aspal yang berlebihan akan mengakibatkan aspal naik karena tebal film aspal mempunyai batas kestabilan alami sehingga kelebihannya akan mengalir keatas.



Ukuran Ayakan ASTM	(mm)	FULLER (d/D) ^{0.45}	RESTRICTION ZONE	TITIK KONTROL AC-WC	CONTOH JMF	FAKTOR Surf Area	SURFACE AREA
					A	B	C = A x B
¾"	19	100.0		100	100.0		
½"	12.5	82.8		90 - 100	95.0	0.41	0.4100
3/8"	9.5	73.2		- 90	85.0		
No.4	4.75	53.6			53.0	x	0.2173
No.8	2.36	39.1	39.1 - 39.1	28 - 58	33.5	x	0.82
No.16	1.18	28.6	25.6 - 31.6		22.5	x	1.64
No.30	0.6	21.1	19.1 - 23.1		16.0	x	2.87
No.50	0.3	15.5	15.5 - 15.5		12.5	x	6.14
No.100	0.15	11.3			9.5	x	12.29
No.200	0.075	8.3		4 - 10	6.0	x	32.77
						TOTAL	5.6315

PROPORSI AGREGAT (DALAM BAHASA LABORATORIUM) :

AGREGAT KASAR (> 4,75 mm)	= (100 - 53)	= 47 %
AGREGAT HALUS (< 4,75 mm & > 0,075 mm)	= (53 - 6)	= 47 %
FILLER (< 0,075 mm)	=	= 6 %
TOTAL	=	= 100 %

PROPORSI AGREGAT (DALAM BAHASA LAPANGAN) :

AGREGAT KASAR (GABUNGAN 5 - 10 & 10 - 15)	= (47 x 1,1)	= 51,7 %	faktor diambil	1,1
AGREGAT HALUS (0 - 5)	= (100 - 51,7 - 2)	= 46,3 %		
FILLER ADDED	=	= 2,0 %		
TOTAL	=	= 100,0 %		

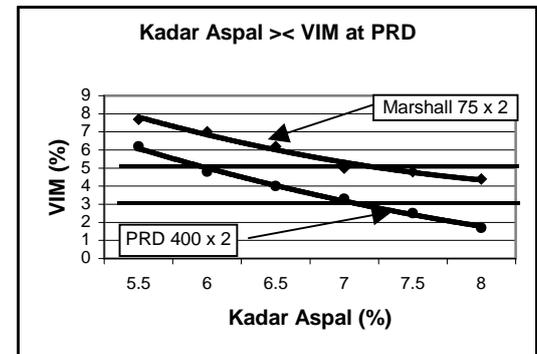
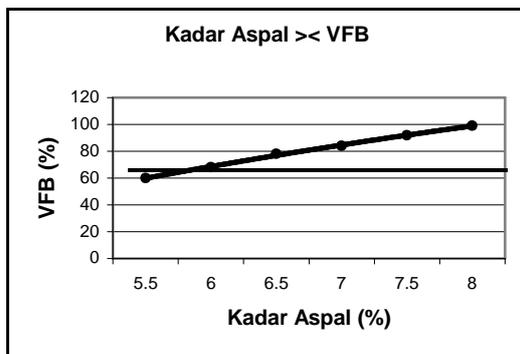
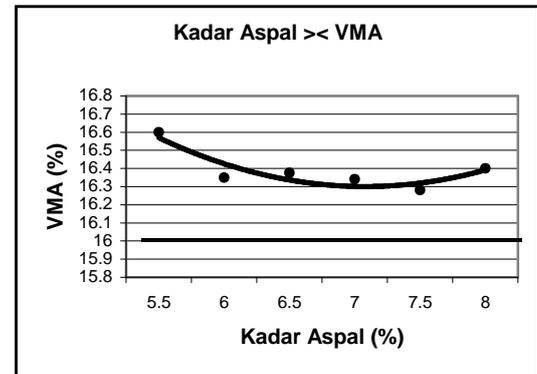
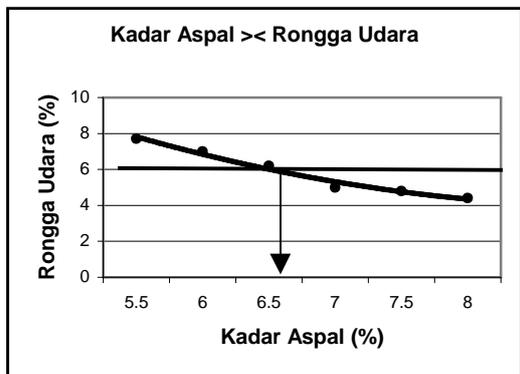
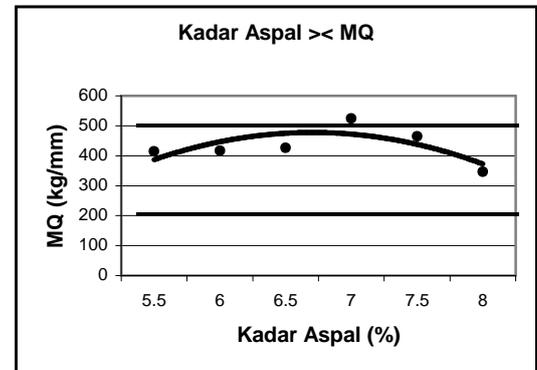
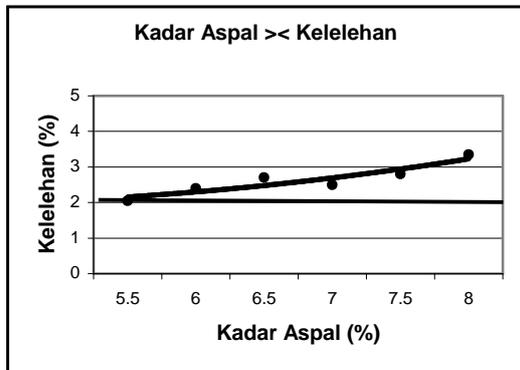
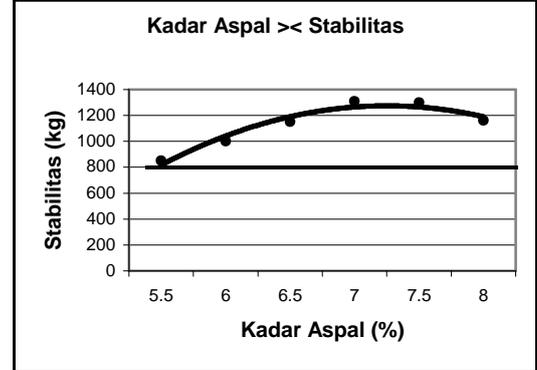
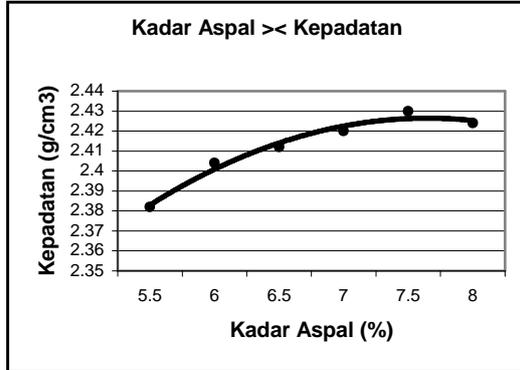
PERKIRAAN ASP AKTUAL = 0.035 (>#8) + 0.045 (#200 ~ #8) + 0.18 (<#200) + K	K u/AC	K u/HRS
= 0.035 x (100 - 33.5) + 0.045 x (33.5 - 6.0) + 0.18 x (6.0) + 0.50	0.5 - 1.0	2.0 - 3.0
DIAMBIL	= 5.15 %	= 5.20 %

KONTROL TEBAL FILM

=	$\frac{[(KDR\ ASP\ AKTUAL - ABSORBSI\ ASP) \times 1000]}{[SURF\ AREA \times BJ\ ASP \times (100 - KDR\ ASP\ AKTUAL)]}$	
	$\frac{(5.2 - 1.0) \times 1000}{5.6315 \times 1.03 \times (100 - 5.2)}$	= 7.64 μm
JIKA 7.5 ~ 8.0 μm oke !		

LAMPIRAN 6.3.E

Contoh Grafik-grafik Data Marshall



**Contoh Grafik Balok (Bar Chart) untuk menunjukkan Data Rancangan Campuran
dan
Pemilihan Kadar Aspal Rancangan
(contoh AC-WC)**

Praktek yang baik untuk membatasi 75 sampai 80%.
Lihat MS2 Tabel 5.2.

Praktek yang baik untuk menghindari “basah” atau sisi peningkatan kurva VMA.
Lihat MS2, Edisi Enam, halaman 71.

Sifat-sifat Campuran	Rentang Kadar Aspal Total Yang Memenuhi Persyaratan																					
	4				5				6				7				8					
Rongga dalam Agregat (VMA)									=	=	=	=	=	=								
Rongga Terisi Aspal (VFB)									=	=	=	=	=	=								
Stabilitas Marshall									=	=	=	=	=	=	=	=	=	=				
Kelelehan									=	=	=	=	=	=	=	=	=	=				
Marshall Quotient									=	=	=	=	=	=	=	=	=	=				
Stabilitas Sisa									=	=	=	=	=	=	=	=	=	=				
Rongga dalam Campuran dan									=	=	=	=	=	=								

BAB 7

PERALATAN LABORATORIUM MINIMUM

TEKNIK SIPIL

Dalam kegiatan pengujian ada bermacam peralatan dan fungsi serta kegunaan dari alat tersebut perlu dicantumkan dalam daftar peralatan untuk setiap jenis pengujian sebagai berikut :

7.1 Daftar Peralatan Laboratorium Minimum

Sesuai dengan Spesifikasi yang digunakan untuk proyek jalan dan Jembatan maka diperlukan daftar peralatan laboratorium minimum di bawah ini yang harus disiapkan sebelum pelaksanaan lapangan dimulai. Setiap kekurangan peralatan pengujian yang diperlukan seperti yang tercantum di dalam daftar ini dengan cara apapun tidak akan membebaskan tanggung jawab Kontraktor untuk secara penuh melaksanakan semua pekerjaan pengujian sesuai spesifikasi atau sesuai perintah *Engineer*.

Tabel yang harus dimiliki oleh laboratorium teknik sipil

URAIAN	Kuantitas
1.	
PEMERIKSAAN TANAH	
1.1 <u>Pemeriksaan Kepadatan :</u>	
Standard Proctor mould	1
Standard Proctor hammer	1
Modified compaction mould	1
Modified compaction hammer	1
Straight edge	1
Sample ejector	1
Mixing spoon	1
Mixing trowel	1
Spatula	1
Mixing Pan	1
Aluminium pan 25 cm diameter	1
Wash bottle	1
Moisture cans	36
1.2 <u>CBR Laboratorium :</u>	
Mechanical loading press	1
6000 lbs capacity Proving ring	1
CBR moulds	6
Spacer disk	1
Swell plate surcharge plate	3
Tripod attachment	3
Swell dial indicator	3
Surcharge weight	6
Slotted surcharge weight	6
Steel cutting edge	1

1.3 Berat Jenis :

Pycnometer bottles of 100 cc capacity	3
Porcelain mortar and pestle	1
Hot plate, 1000 watts, 220 volts 50 cycle	1

1.4 Batas-batas Atterberg :

Standard liquid limit device	1
ASTM grooving tool	1
Evaporating dish	3
Flexible spatula	2
100 cm graduated cylinder	2
Casagrande grooving tool	1
Plastic limit glass plate	1

URAIAN	Kuantitas
1.5 <u>Analisa Saringan :</u>	
Hydrometer jars	3
Mechanical stirrer, electric powered 220 V 50 cycle	1
Dispersion cups with baffles	2
Hydrometer, scale 0 - 60 gr	1
Set brass sieves, 8 inches diameter, 75 mm, 50, 38, 25, 19, 12.5, 9.5, No. 4, 10, 30, 60, 100 including cover and pan	2
No. 200 brass sieves	4
Wet washing sieve	1
50 ml. Graduated cylinder	1
Sieve brushes for fine sieve	2
Sieve brushes for coarse sieves	2
1.6 <u>Pemeriksaan Kepadatan Lapangan dengan Metode Kerucut Pasir (Sand Cone) :</u>	
Sand cone	1
Replacement jug	1
Field density plate	1
Spoon	1
Steel chisel, 1 inch	1
Rubber mallet	1
Sand scoop	1
1 gallon field cans	6
1.7 <u>Kadar Air :</u>	
Speedy, moisture tester, 26 grams capacity	1
Cans "Speedy" reagent	6
2. <u>PEMERIKSAAN ASPAL</u>	
2.1 <u>Pengujian Metode Marshall :</u>	
Stability compression machine 220 volt 50 cycles complete with 6000 lbs proving ring	1
Stability compaction mould 4"	4
Stability compaction mould 6" (if AC-Base to be used)	4
Mechanical compaction hammer for 4" mould	1
Mechanical compaction hammer for 6" mould (if AC-Base used)	1
Mould holder for 4" mould	1
Mould holder for 6" mould (if AC-Base to be used)	1
Stability mould 4"	1
Stability mould 6" (if AC-Base to be used)	1
Dial flow indicator	1
Pedestal	1
Water bath 220 V 50 cycle	1
Sample extractor	1
Stainless steel mixing bowls	2

2.2 Pemeriksaan Ekstraksi dengan Metode Sentrifugal :

Centrifuge extraction, 1500 gram capacity, 220 V 50 cycle	1
Boxes filter paper rings (100 - box)	10
Extractor bowl	1
Bowl cover	1
Bowl nut	1

2.3 Pemeriksaan Ekstraksi dengan Metode Refluks :

Reflux extractor set, 1000 gram capacity	1
Boxes filter paper (50 - box)	1

URAIAN	Kuantitas
2.4 <u>Berat Jenis Agregat Kasar :</u>	
Density Basket	1
Sample Splitter 1"	1
Sample Splitter 1/2"	1
2.5 <u>Berat Jenis Agregat Halus :</u>	
Cone	1
Tamper	1
Pycnometer	1
Thermometer (Glass), 0 – 150 ° C	3
Desiccator	1
2.6 <u>Kadar Pori Dalam Campuran (Metode Akurat) :</u>	
200 cc Conical Flask with neck large enough to admit 25 mm aggregate, with airtight ground glass stoppers	2
Vacuum pump (+ special oil)	1
Rubber tubing	1
Warm air fan	1
2.7 <u>Pengeboran Benda Uji Inti :</u>	
Core drill machine, 7 HP, 4 cycle	1
9" extension shaft	1
18" strap wrench	1
Diamond bit 4" diameter (resettable)	2
Expanding adaptor	1
2.8 <u>Termometer Logam :</u>	
0 - 100 ° Metal Thermometer	1
0 - 250 ° Metal Thermometer	1
2.9 <u>Perlengkapan dan Peralatan :</u>	
Heavy duty balance complete with set of weights, scoop and counterweight	1
Triple beam scale complete with set of weights	1
Generator, 10 kVA	1
Double wall oven, 1600 W 240 volt 50 cycle	2
Plastic funnels	3
Sodium hexametaphosphate	1 lb.
Pairs asbestos gloves	2
Laboratory tongs	2
2.10 <u>Penetrometer :</u>	
Penetration Apparatus	1

Penetration Needle	2
Sample Container diametre 55 mm, internal depth 35 mm	6
Water Batch min.10 litres, 25 + 0.1°C	1
Transfer Dish, min. 350 ml	1
Timing Device, accurate to within 0.1 s for 60 s interval	1
Thermometer, maximum scale error of 0.1 °C	1

URAIAN	Kuantitas
2.1 Titik Lembek :	
1	
Ring	2
Pouring Plate	1
Ball	2
Ball Center Guide	2
Bath (a glass vessel)	1
Ring Holder and Assembly	1
2.1 Refusal Density Compactor of BS 598 Part 104 (1989) :	1 set
2	
3. <u>PENGUJIAN BETON (untuk pekerjaan jembatan)</u>	
Slump Cone	1
Cube moulds	10
“Speedy” moisture tester	1
Cube crushing machine (provisional)	1

7.2 Pengujian Khusus

1. Modifikasi Mrashall Untuk Agregat Besar (> 1” & < 2”)

Prosedur modifikasi Marshall (ASTM D5581) pada dasarnya sama dengan cara Marshall asli (SNI 06-2489-1991 atau ASTM D1559) kecuali beberapa perbedaan sehubungan dengan digunakannya ukuran benda uji yang lebih besar.

- a) Berat penumbuk 10,206 kg dan mempunyai landasan berdiameter 14,94 cm. Hanya alat penumbuk yang dioperasikan secara mekanik dengan tinggi jatuh 45,7 cm yang digunakan.
- b) Benda uji berdiameter 15,24 cm dan tinngi 9,52 cm.
- c) Berat campuran aspal yang diperlukan sekitar 4 kg.
- d) Peralatan untuk pemadatan dan pengujian (cetakan dan pemegang cetakan / breaking head) secara proporsional lebih besar dari Marshall normal untuk menyesuaikan benda uji yang lebih besar.
- e) Campuran aspal dimasukkan bertahap ke dalam cetakan dalam dua lapis yang hampir sama tebalnya, setiap kali dimasukkan ditusuk-tusuk dengan pisau untuk menghindari terjadinya keropos pada benda uji.
- f) Jumlah tumbukan yang diperlukan untuk cetakan yang lebih besar adalah 1,5 kali (75 atau 112) dari yang diperlukan untuk cetakan yang

lebih kecil (50 atau 75 tumbukan) untuk memperoleh energi pemadatan yang sama.

- g) Kriteria rancangan harus dimodifikasi sebaik-baiknya. Stabilitas minimum harus 2,25 kali dan nilai kelelahan harus 1,5 kali, masing-masing dari ukuran cetakan normal.
- h) Serupa dengan prosedur normal, bilamana tebal aktual benda uji berbeda maka nilai-nilai di bawah ini harus digunakan untuk koreksi terhadap nilai stabilitas yang diukur dengan tinggi standar benda uji adalah 9,52 cm :

TINGGI (mm)	PERKIRAAN VOLUME (cm ³)	CETAKAN	FAKTOR KOREKSI
88,9	1608 - 1626		1,12
90,5	1637 - 1665		1,09
92,1	1666 - 1694		1,06
93,7	1695 - 1723		1,03
95,2	1724 - 1752		1,00
96,8	1753 - 1781		0,97
98,4	1782 - 1810		0,95
100,0	1811 - 1839		0,92
101,6	1840 - 1868		0,90

Catatan :

Penting untuk digarisbawahi bahwa untuk menentukan rongga dalam campuran dengan kepadatan membal (refusal), disarankan untuk menggunakan penumbuk bergetar (vibratory hammer). Pecahnya agregat dalam campuran menjadi bagian yang lebih kecil mungkin dapat dihindari.

2. Prosedur Pengujian Angularitas Agregat Kasar

(Pennsylvania DoT Test Method No.621 : Menentukan Persentase Fraksi Pecah dalam Kerikil)

a. Umum :

Sifat-sifat agregat dengan kriteria angularitas adalah untuk menjamin gesekan antar agregat dan ketahanan terhadap alur (rutting).

Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen berat butiran agregat yang lebih besar dari 4,75 mm (No.4) dengan satu bidang pecah atau lebih.

Suatu pecahan didefinisikan sebagai suatu yang bersudut, kasar atau permukaan pecah pada butiran agregat yang dihasilkan dari

pemecahan batu, dengan cara buatan lainnya, atau dengan cara alami.

Kriteria angularitas mempunyai suatu nilai minimum dan tergantung dari jumlah lalu lintas serta posisi penempatan agregat dari permukaan perkerasan jalan.

Suatu muka dipandang pecah hanya bila muka tersebut mempunyai proyeksi luas paling sedikit seluas seperempat proyeksi luas maksimum (luas penampang melintang maksimum) dari butiran dan juga harus mempunyai tepi-tepi yang tajam dan jelas.

b. Prosedur :

- i. Ambillah agregat kasar tertahan yang sudah dicuci dan dikeringkan sekitar 500 gram.
- ii. Pisahkan bahan yang tertahan ayakan No.4 (4,5 mm) dan buanglah bahan yang lolos No.4 (4,75 mm), kemudian timbanglah sisanya (B).
- iii. Pilihlah semua fraksi pecah dalam contoh dan tentukan beratnya dalam gram terdekat (A).

c. Perhitungan :

Angularitas Agregat Kasar = $(A / B) \times 100$

Dimana :

A = berat fraksi pecah.

B = berat total contoh yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm).

d. Pelaporan :

Laporkan angularitas dalam persen terdekat.

3. Resistance Compacted Bituminous Mixture To Moisture Induced Damage (AASHTO T283 – 89)

a. Maksud :

Mengidentifikasi campuran sehubungan dengan kehancuran akibat air dan membantu merancang campuran dengan ketahanan maksimum terhadap kehancuran akibat air

b. Peralatan

Mesin Marshall (T245), pompa vakum (ASTM 2041), beban garis (hal baru, lihat hal.1030 Pasal 5.11)

c. Penyiapan

Campuran dirawat selama 16 jam pada 60 °C sebelum pemadatan. Ukuran benda uji dan pemadatan sama dengan cara Marshall. Benda uji dipadatkan sampai mencapai rongga 7% +/- 1% dengan menyesuaikan jumlah tumbukan dengan menggunakan benda uji percobaan untuk memperoleh jumlah tumbukan yang tepat untuk rongga 7%. 3 kontrol dan 3 benda uji disiapkan untuk tiap jenis campuran Benda Uji

d. Pra-pengkondisian Benda Uji**i. Kontrol**

Dibungkus dalam plastik dan disimpan

ii. Pra-pengkondisian

Jenuhkan benda uji sampai mencapai 55 - 80% rongga udara.

Jenuhkan dengan air dengan menggunakan sebuah pompa Vakum.

Letakan benda uji dalam air pada 60 °C selama 24 jam

Jangan menggunakan siklus beku cair

e. Pengujian

Tentukan Kuat Tarik Tak Langsung pada 25 °C dengan menggunakan mesin Marshall, sisi-sisi benda uji diletakkan specimen dalam pegangan pembebanan di antara beban garis. Catat kuat tekan maksimum.

f. Hasil

Persentase kekuatan benda uji pra-pengondisian untuk mengontrol kekuatan benda uji. Umumnya akan diperoleh Indeks Kekuatan Sisa sebesar 80%.

RANGKUMAN DAN PENUTUP

Bab 1 Pendahuluan

Menjelaskan masalah

- Kerjasama pengawas dan pelaksana
 - ✓ Pemilik : merancang proyek, menyiapkan rencana, spesifikasi dan perkiraan kuantitas untuk pelelangan
 - ✓ Kontraktor : melakukan penawaran, melakukan pengadaan SDA, peralatan dan pelaksanaan konstruksi
- Faktor yang berkaitan dengan manajemen pengendalian mutu

Bab 2 Persyaratan bahan

- Membahas masalah spesifikasi
 - ✓ Spesifikasi hasil akhir (End Result specification)
 - ✓ Spesifikasi berjenjang (multi steps specifications)
- Persyaratan bahan tentang bahan baku dan olahan

Bab 3 Sampling bahan

Menjelaskan masalah rujukan, standar–standar dan prosedur kegiatan sampling bahan sampai kepada penyimpanan dan pencatatan bahan untuk pengujian

Bab 4 Kalibrasi peralatan laboratorium

- Menjelaskan masalah rujukan, standar untuk peralatan laboratorium
- Cara penyesuaian alat yang tidak memenuhi ketentuan
- Kalibrasi oleh dinas yang berwenang
- Masa berlakunya suatu kalibrasi
- Kalibrasi sendiri dengan cara sederhana

Bab 5 Pengujian

Menjelaskan masalah standar–standar yang seringkali dicantumkan dalam spesifikasi teknik yang merupakan rujukan untuk melakukan pengujian bahan–bahan konstruksi

Bab 6 Mix Design (Rencana campuran)

Menjelaskan masalah percobaan – percobaan suatu campuran bahan untuk menghasilkan bahan konstruksi seperti yang direncanakan sesuai dengan mutu pekerjaan konstruksi

Bab 7 Peralatan laboratorium minimum teknik sipil

Menjelaskan masalah daftar peralatan laboratorium khususnya untuk pekerjaan konstruksi sipil

DAFTAR PUSTAKA

1. *"Ahli Kendali Mutu Untuk Pekerjaan Jalan"*, PUSLATJAKONS, 2004
 2. *"Timbunan Tanah"*, CBR (SNI. 03 – 1744 – 1989) Kepadatan Ringan
 3. SNI 03 – 2828 – 1992 *Kepadatan tanah*
 4. *"Timbunan Pilihan"* CBR (SNI 03 – 1744 – 1989) Kepadatan Tanah
 5. *Indeks Plastisitas : Batas Cair – Batas Plastis* SNI 03 – 1966 – 1990 dan SNI 03 -1967 - 1990
 6. *Uji Koral / Agregat kasar*
SNI 03 - 2417 – 1991
SNI 03 – 4141 - 1996
 7. *Pasir / Agregat halus*
SNI 03 - 1966 - 1990
SNI 03 - 1967 – 1990
ASTM, JIS, USBR, British Standar
 8. *Panduan pelaksanaan pekerjaan beton*
JCMS (*Japanese Cooperation Materials Standar*)
ASTM (*American Standar Testing Materials*)
JACM (*Japanese Assosiation Corp. Materials*)
 9. *CGSC testing method* (JICA - CGSC)
-