

SPESIFIKASI TEKNIS

PEKERJAAN PEMBUATAN TURNING AREA BANDAR UDARA KELAS I KALIMARAU



DIPA APBN TAHUN ANGGARAN 2025

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA
KANTOR UNIT PENYELENGGARA BANDAR UDARA KELAS I
KALIMARAU**

A. LATAR BELAKANG

Transportasi udara mempunyai kedudukan yang cukup strategis dalam konteks peran dan sumbangannya dalam pembangunan nasional. Salah satu komponen penting dalam pengembangan dan peningkatan kualitas pelayanan pada transportasi udara adalah pengembangan kinerja dan pembangunan bandar udara. Oleh karena itu, sebagai prasarana penyelenggaraan penerbangan, bandar udara perlu ditata secara terpadu guna mewujudkan penyediaan jasa kebandarudaraan sesuai dengan tingkat kebutuhannya. Agar penyelenggaraan layanan jasa kebandarudaraan dapat terwujud dalam satu kesatuan tatanan kebandarudaraan secara nasional yang handal dan berkemampuan tinggi, maka dalam proses penyusunan penataan bandar udara tetap perlu memperhatikan tata ruang, pertumbuhan ekonomi, kelestarian lingkungan, keamanan dan keselamatan penerbangan secara nasional.

Hal ini sesuai sebagaimana diatur dalam UU No.26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, UU No. 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan, dan yang ditindaklanjuti dengan Peraturan Pemerintah No.70 Tahun 2001 tentang Kebandarudaraan dan Peraturan Pemerintah No. 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara serta Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 48 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum, Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 31 Tahun 2006 tentang Pedoman Proses Perencanaan di Lingkungan Departemen Perhubungan serta Peraturan Menteri Perhubungan PM 69 Tahun 2013 tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional. Dalam proses penyusunan penataan bandar udara perlu memperhatikan tata ruang, pertumbuhan ekonomi, kelestarian lingkungan, keamanan dan keselamatan penerbangan secara nasional.

Oleh karena penataan fasilitas bandar udara merupakan pekerjaan yang kompleks dan perlu mempertemukan kepentingan berbagai bidang (multi-facet), maka proses perencanaan fasilitas bandar udara benar-benar membutuhkan keahlian yang mampu menghasilkan produk perencanaan sesuai dengan kriteria-kriteria teknis di bidang kebandarudaraan yang berlaku secara internasional yang dibakukan oleh ICAO (International Civil Aviation Organization) dan merujuk kepada standar peraturan perundangan yang berlaku.

1. Dasar Hukum

- 1) Undang-undang Nomor 1 tahun 2009 tentang Penerbangan.
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 2012 tentang Pembangunan dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara.
- 3) Peraturan Pemerintah Nomor 3 tahun 2001 tentang keamanan dan Keselamatan Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 9, tambahan lembaran Negara nomor 4075).
- 4) Peraturan pemerintah Nomor 70 tahun 2001 tentang Kebandarudaraan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 128, tambahan lembaran Negara nomor 4146).
- 5) Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 tentang Perubahan Kedua Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.
- 6) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 69 Tahun 2013 tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional.
- 7) Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 75 Tahun 2013 tentang Standar Biaya Tahun 2014 di Lingkungan Kementerian Perhubungan.
- 8) Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 47 tahun 2002, tentang spesifikasi Operasi Bandar Udara.
- 9) Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 48 tahun 2002, tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum
- 10) Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 22 tahun 2002, tentang Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (CASR).
- 11) Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor KP 39 Tahun 2015 tentang Manual Standar Teknis dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil – Bagian 139 (Manual Of Standard CASR Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodromes).

- 12) Surat Edaran Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor SE 7 Tahun 2014 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Kerja dan Syarat-Syarat (RKS) dan Spesifikasi Teknis Pekerjaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara.
- 13) Keputusan Direktur Jenderal perhubungan Udara Nomor : SKEP/347/XIII/03 tentang Standar Rancang bangun dan /Rekayasa fasilitas dan peralatan Bandar Udara.
- 14) Referensi Teknis Nasional
 - a. Standar Nasional Indonesia;
 - b. Peraturan dan Standar lain yang relevan;
- 15) Standar Internasional
 - a. ICAO Annex 14 beserta manualnya yang terdiri dari :
 - Aerodromes Design Manual (Doc 9157)
 - Aerodromes Planning Manual (Doc 9184)
 - Airport Service Manual (Doc 9137)
 - b. FAA;
 - c. American Standard Testing Manual (ASTM);
 - d. ASHTO;
 - e. Dan standar lain yang relevan dengan jenis pekerjaan.

2. Gambaran Umum

Ketersediaan prasarana dan sarana transportasi merupakan suatu persyaratan utama dalam mendukung pengembangan wilayah suatu daerah, terutama bagi daerah yang mempunyai potensi sumber daya yang besar namun kurang didukung oleh sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Transportasi udara merupakan sarana penting dalam pencapaian ke berbagai lokasi, terutama wilayah terpencil yang sulit dicapai dengan jalur darat dan laut.

UPBU Kelas I Kalimantan Berau merupakan salah satu pintu utama gerbang untuk masuknya ke wilayah Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur, Dimana perkembangan di sektor ekonomi merupakan salah satu tombak ukur dimana ketersediaan prasarana dan sarana transportasi merupakan suatu persyaratan utama dalam mendukung pengembangan wilayah suatu daerah, terutama bagi daerah yang mempunyai potensi sumber daya yang besar terutama sektor pariwisata namun kurang didukung oleh sarana dan prasarana transportasi yang memadai, mempunyai peran strategis dalam mendukung upaya peningkatan peran angkutan udara dalam kaitan pembangunan daerah khususnya dan pembangunan nasional pada umumnya.

UPBU Kelas I Kalimantan Berau saat ini mempunyai beberapa maskapai penerbangan dengan volume penerbangan yang cukup banyak, dalam satu hari bisa lebih dari 28 kali penerbangan sehingga arus penumpang yang ada cenderung padat dengan pertumbuhan tingkat penumpang yang pesat dalam 5 tahun terakhir, baik berangkat maupun yang datang ke Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur.

B. PENERIMA MANFAAT

Manfaat pembangunan Bandar Kelas I Kalimantan Berau adalah untuk meningkatkan perekonomian wilayah, menyediakan suasana yang kondusif untuk berinvestasi dan mengantisipasi era perdagangan bebas.

Adapun penerima manfaatnya adalah seluruh warga masyarakat di Pulau Kalimantan Timur khususnya serta seluruh elemen warga Indonesia pada umumnya mengingat tujuan pembangunan Bandar Udara di Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur sebagai berikut :

- Meningkatkan potensi perekonomian daerah.
- Meningkatkan kelancaran arus transportasi udara.
- Meningkatkan mobilitas penduduk, barang dan jasa
- Meningkatkan perekonomian masyarakat dan mensejahterakan masyarakat.

C. ALASAN KEGIATAN DILAKSANAKAN

UPBU Kelas I Kalimantan Berau saat ini mempunyai beberapa maskapai penerbangan dengan volume penerbangan yang cukup banyak, dalam satu hari bisa lebih dari 28 kali penerbangan sehingga arus penumpang yang ada cenderung padat dengan pertumbuhan tingkat penumpang yang pesat dalam 5 tahun terakhir, disamping itu dengan beroperasinya Pesawat *Narrow Body* sampai dengan saat ini telah terjadi sebanyak 39 kali runway terkelupas dikarenakan masih menggunakan *One Wheel Lock Turn*. Sesuai dengan Draft RKM Rencana Induk UPBU Kelas I Kalimantan maka perlu dilaksanakan **Pekerjaan Pembuatan Turning Termasuk Perlengkapannya** untuk mendukung dan menjamin kenyamanan, keamanan dan keselamatan penerbangan.

Persyaratan Peserta :

1. Tenaga Ahli, dan Peralatan
 - a. Tenaga Ahli yang dibutuhkan

No	Jabatan	Jumlah Orang	Keterangan
1.	Pelaksana Lapangan	1	- SKT Pelaksana Lapangan Pekerjaan Jalan - Pengalaman kerja 2 Tahun
2.	Petugas K3 Konstruksi	1	- SKT Petugas Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Konstruksi - Pengalaman kerja 0 Tahun

- b. Peralatan yang dibutuhkan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pekerjaan yaitu :

No	Jenis Peralatan	Kapasitas	Jumlah	Kepemilikan/ Status
1.	Asphalt Mixing Plant	Min. 60 Ton/Jam	1 Unit	Milik/ Sewa
2.	Asphalt Finisher	Min. 10 Ton	1 Unit	Milik/ Sewa
3.	Tandem Roller	Min. 8 Ton	1 Unit	Milik/ Sewa
4.	Pneumatic Tire Roller	Min. 10 Ton	1 Unit	Milik/ Sewa
5.	Dump Truck	Min. 6 m3	2 Unit	Milik/ Sewa
6.	Excavator	Min. 135 HP	1 Unit	Milik/ Sewa

D. KURUN WAKTU PENCAPAIAN KELUARAN

Pada dasarnya jadwal pelaksanaan pekerjaan konstruksi, dimulai dari periode persiapan proyek sampai dengan akhir masa kontrak pekerjaan konstruksi sebagaimana tercantum dalam dokumen kontrak. Pelaksanaan pekerjaan ini dikerjakan selama 2 (dua) bulan atau 60 (enam puluh) hari kalender dengan masa pemeliharaan selama 6 (enam) bulan atau 180 (seratus delapan puluh) hari kalender.

E. PERSYARATAN PESERTA

- a. Peserta yang berbadan usaha harus memiliki perizinan berusaha di bidang jasa konstruksi, berupa :
 - 1) Memiliki Nomor Induk Berusaha (NIB) dan Sertifikat Standar terverifikasi (untuk Badan Usaha yang memiliki SBU KBLI 2020);
 - 2) Dalam hal Sertifikat Standar sebagaimana dimaksud pada angka 1) belum terverifikasi, peserta menyampaikan NIB, Sertifikat Standar belum terverifikasi dan tangkapan layar lama OSS yang mencantumkan bahwa Sertifikat Standar sedang menunggu verifikasi; atau
 - 3) Memiliki Nomor Induk Berusaha (NIB) dan SBU yang masih berlaku (untuk Badan Usaha yang memiliki SBU KBLI 2015/2017).
 - 4) Dalam hal peserta yang berstatus sebagai kantor cabang, wajib tercantum dalam lampiran Nomor Induk Berusaha (NIB) Perusahaan.
- b. Sertifikat Badan Usaha (SBU) memperhatikan ketentuan sebagai berikut:
 - 1) Memiliki SBU dengan kualifikasi Usaha Kecil serta disyaratkan
 - a) Klasifikasi Kecil
 - b) klasifikasi Jasa Pelaksana Jasa Pelaksana Untuk Konstruksi Jalan Raya (kecuali jalan layang), jalan, rel kereta api, dan landas pacu bandara (SI 003) sesuai KBLI 2015 atau Subklasifikasi Konstruksi Bangunan Sipil Jalan (BS001) (KBLI 42101) sesuai KBLI 2020. Masa berlaku Sertifikat Badan Usaha (SBU) berdasarkan masa berlaku yang tertera/tertulis pada sertifikat tersebut dengan tidak memperhatikan ketentuan registrasi tahunan.
 - 2) Sertifikat Badan Usaha (SBU) yang habis masa berlakunya sebelum batas akhir pemasukan Dokumen Penawaran tidak dapat diterima dan penyedia dinyatakan gugur.
 - 3) Dalam hal masa berlaku Sertifikat Badan Usaha (SBU) habis setelah batas akhir pemasukan Dokumen Penawaran, maka Peserta harus menyampaikan Sertifikat Badan Usaha (SBU) yang sudah diperpanjang kepada Pejabat Pembuat Komitmen pada saat rapat persiapan penunjukan penyedia.
- c. Memiliki penilaian kinerja Penyedia Barang/Jasa minimal baik dengan menyampaikan tangkapan layar pada aplikasi Sistem Informasi Kinerja Penyedia (SIKaP). Dalam hal hasil penilaian kinerja Penyedia Barang/Jasa yang bersangkutan pada SIKaP belum tersedia atau belum dilakukan penilaian kinerja oleh PPK maka penilaian kinerja dapat dilakukan secara manual sesuai dengan Peraturan LKPP Nomor 4 Tahun 2021 Tentang Pembinaan Pelaku Usaha Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah.

d. Persyaratan Komitmen TKDN :

- 1) Surat Pernyataan Memenuhi Komitmen Nilai Ambang Batas TKDN sesuai format pada dokumen pemilihan dan nilai sesuai ketentuan batas minimum nilai TKDN sesuai dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 602/KPTS/M/2023 tentang Batas Minimum Nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri Jasa Konstruksi, beserta perubahannya;
- 2) Nilai minum TKDN pekerjaan adalah 25%. Bilamana peserta menyampaikan komitmen TKDN yang lebih besar atau sama dengan batasan minum nilai TKDN sebesar dimaksud maka preferensi harga yang diberikan sebesar 25%.

e. Rencana Keselamatan Kerja Konstruksi (RK3) memenuhi persyaratan sebagaimana tercantum dalam LDP, yang memuat :

- 1) manajemen risiko dan rencana tindakan (minimal sesuai identifikasi bahaya yang ditentukan PPK), meliputi:
 - a) Penjelasan manajemen risiko meliputi mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan mengendalikan tingkat risiko.
 - b) Penjelasan rencana tindakan meliputi sasaran umum, sasaran khusus, dan Program K3.
- 2) Pakta komitmen yang ditanda-tangani oleh wakil sah badan usaha.
- 3) Penyedia menyampaikan pakta komitmen, penjelasan manajemen risiko serta penjelasan rencana tindakan sesuai tabel jenis pekerjaan dan identifikasi bahayanya di bawah ini :

Jenis/Tipe Pekerjaan	Identifikasi Bahaya
Pekerjaan Asphalt Concrete Wearing Course	• Tertabrak/terserempet alat berat

Tingkat Risiko

No	DESKRIPSI RISIKO			PERSYARATAN PEMENUHAN PERATURAN	PENGENDALIAN AWAL	PENILAIAN TINGKAT RISIKO				PENGENDALIAN LANJUTAN	PENILAIAN SISA RISIKO				KETERANGAN
	URAIAN PEKERJAAN	IDENTIFIKASI BAHAYA (Skenario Bahaya)	JENIS BAHAYA (Tipe Kecelakaan)			KEMUNGKINAN (F)	KEPARAHAN (A)	NILAI RISIKO (F X A)	TINGKAT RISIKO (TR)		KEMUNGKINAN (F)	KEPARAHAN (A)	NILAI RISIKO (F X A)	TINGKAT RISIKO (TR)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Pekerjaan Asphalt Concrete Wearing Course	Tertabrak/terserempet alat berat (luka ringan/berat)	Luka Ringan/Luka Berat			2	2	4	Kecil						

**REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN PERHUBUNGAN**



**RENCANA KERJA DAN SYARAT - SYARAT PEKERJAAN PEMBUATAN
TURNING AREA TERMASUK PERLENGKAPANNYA**

**UNIT PENYELENGGARA BANDAR UDARA KELAS I
KALIMARAU**

Bagian 1 – Kriteria Prasarana Bandar Udara

Seksi 1.1 Kriteria Geoteknik

1.1-1 Survei Penyelidikan Tanah.

Kriteria penyelidikan tanah, baik pelaksana, peralatan, jenis pengujian lapangan dan laboratorium, jumlah titik pengujian, kedalaman pemboran, sondir atau SPT, dll, harus sesuai dengan SNI 8460:2017.

1.1-2 Kriteria Penurunan Badan Perkerasan.

Penurunan total yang terjadi pada timbunan badan runway, setelah dimulainya pekerjaan perkerasan dibatasi maksimum 100 mm dengan kecepatan penurunan maksimum 20 mm/tahun setelah masa konstruksi selesai.

Perbedaan penurunan (differential settlement) pada runway maksimum 30 mm pada jarak 45 m.

Derajat konsolidasi akibat timbunan sampai dengan permukaan subgrade harus lebih besar dari 90%.

1.1-3 Kriteria Kegempaan dan Likuefaksi.

Pengaruh percepatan gempa harus diperhitungkan dalam analisa stabilitas lereng. Besar nilai percepatan gempa di batuan dasar mengacu pada peta gempa Indonesia terbaru.

Nilai percepatan gempa di permukaan tanah untuk perhitungan stabilitas lereng harus dikoreksi dengan faktor amplifikasi sesuai kondisi tanah atau site classnya. Perhitungan stabilitas lereng dengan metode limit equilibrium, nilai koefisien gempa kh sesuai peta gempa terbaru.

Untuk lapisan tanah pasir jenuh sampai dengan kedalaman 20 m, harus dievaluasi potensi likuefaksi sesuai percepatan gempa di permukaan tanah. Potensi likuefaksi pada tanah tidak kohesif (cohesionless soils) dapat dilakukan dengan pendekatan Seed-Idriss (1971) yaitu melakukan prosedur pendugaan rasio tegangan siklik akibat gempa (Earthquake-Induced Cyclic Stress Ratio, CSR) dan koreksi potensi likuefaksi berdasarkan hasil uji lapangan (Standard Penetration Test dan Cone Penetration Test) untuk memperkirakan Cyclic Resistance Ratio (CRR), dengan faktor keamanan SF minimum 1,1. Perhitungan lateral fondasi tiang lapisan tanah pasir yang berpotensi

mengalami likuefaksi harus memperhitungkan reduksi shear strength akibat likuefaksi saat gempa.

1.1-4 Kriteria Faktor Keamanan (Safety Factor, SF).

Kestabilan lereng dievaluasi dengan tinjauan beban yang mungkin relevan yang kemungkinan akan bekerja pada lereng. Beberapa kemungkinan beban yang bekerja atau kondisi pembebanan (loading conditins) diantaranya:

1. Pada masa konstruksi dan pada akhir konstruksi
2. Pada beban penuh (pada saat beroperasi)
3. Kondisi lahan sekitar terendam atau tergenang air
4. Kondisi gempa

Faktor keamanan (Safety factor/SF) lereng pada semua fasilitas sisi udara baik timbunan maupun galian ditetapkan dalam Tabel 1.1.1.

Tabel 1.1.1 Faktor aman (SF) stabilitas lereng

Kondisi	Faktor Aman (SF) Minimum
Masa Konstruksi	Statis: 1,25 dan Dinamis: 1,10
Operasional	Statis: 1,5 dan Dinamis: 1,15

Lereng urugan tanah harus memenuhi safety factor yang telah ditentukan dan tinggi lereng tidak boleh melebihi 5 m. Jika tinggi lereng lebih besar dari 5 m maka harus diberi berm dengan lebar minimum 2 m. Pada kasus tertentu dengan berbagai pertimbangan, lereng dapat diperkuat dengan berbagai material dan teknologi terbaru. Dalam rangka memelihara dan mempertahankan nilai safety factor pada kondisi hujan, lereng agar dilengkapi sistem drainase.

1.1-5 Stabilitas dan Perkuatan Tanah Dasar.

Stabilisasi tanah dasar diperlukan apabila kondisi tanah dasar kurang baik, kemampuan drainase jelek, menghambat drainase permukaan, kurang baik untuk mendukung beban sebagai subgrade. Stabilisasi dapat dilakukan dengan teknik-teknik yang sudah dibakukan antara lain:

1. Stabilisasi kimiawi
2. Stabilisasi mekanis

Perkuatan tanah dasar atau konstruksi khusus untuk meningkatkan kemampuan tanah dasar dapat digunakan untuk dilaksanakan sesuai pertimbangan teknis dan analisa life cycles cost melalui value engineering.

REFERENSI

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5320-6 Airport Pavement Design and Evaluation

Standar Nasional Indonesia

SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 1.1

Bagian 2 – Persyaratan Umum

Seksi 2.1 Lingkup Pekerjaan

2.1-1 Kontrak

Kontrak Pengadaan Barang dan Jasa yang selanjutnya disebut kontrak adalah perjanjian tertulis antara pemberi pekerjaan dengan penyedia barang atau jasa. Maksud kontrak diantaranya adalah sebagai aturan yang mengikat para pihak yang melakukan suatu perjanjian, memberikan suatu kepastian hukum, melindungi hak dan kewajiban para pihak dan sebagai pedoman bagi para pihak yang berkontrak.

Dalam pelaksanaannya, Penyedia Barang dan Jasa harus menyediakan semua tenaga kerja, bahan, peralatan, alat, transportasi, dan persediaan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan rencana, spesifikasi, dan ketentuan kontrak.

2.1-2 Lingkup Pekerjaan.

Pekerjaan yang dicakup di dalam Spesifikasi ini adalah semua pekerjaan yang terkait fasilitas sisi udara bandar udara, antara lain pekerjaan yang terkait pekerjaan tanah (earthwork), struktur perkerasan, pagar pengaman, saluran drainase dan penanaman rumput.

Spesifikasi ini juga mengharuskan Penyedia Jasa untuk melakukan pematokan dan survei lapangan yang detail berdasarkan gambar selama periode mobilisasi. Penyedia Jasa harus menyiapkan Gambar Kerja (Shop Drawings) untuk diperiksa dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Penyedia Jasa harus melaksanakan semua pekerjaan yang tercakup dalam Kontrak dan memperbaiki cacat mutu selama masa kontrak yang harus diselesaikan sebelum berakhirnya waktu yang diberikan untuk memperbaiki cacat mutu, termasuk pekerjaan Pemeliharaan Kinerja Perkerasan Sisi Udara yang harus dilaksanakan dalam waktu yang diberikan selama masa pelaksanaan.

Lingkup pekerjaan termasuk, tetapi tidak terbatas pada, seluruh pekerjaan yang terkait dengan:

1. Fasilitas dan Pelayanan Pengujian;
2. Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas;
3. Penanganan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Konstruksi (termasuk penyuluhan HIV/AIDs, jika disebutkan dalam Kontrak) yang

dituangkan dalam RK3K (Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi);

4. Pengamanan Lingkungan Hidup; dan Manajemen Mutu.

2.1-3 Perubahan pekerjaan, penghapusan pekerjaan dan pekerjaan tambah.

Direksi Teknis berhak untuk melakukan perubahan item pekerjaan berupa penambahan atau pengurangan volume pekerjaan atau membuat item pekerjaan baru yang diperlukan karena keperluan lapangan atau pemenuhan target atau dalam rangka penyelesaian pekerjaan dengan catatan perubahan pekerjaan tersebut tidak mewakili perubahan signifikan dalam karakter pekerjaan atau tidak merubah outcome pekerjaan. Ketentuan mengenai perubahan pekerjaan mengikuti peraturan yang berlaku.

2.1-4 Hak dan penggunaan bahan yang ditemukan dalam lokasi pekerjaan.

Penggunaan material yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pekerjaan dilokasi pekerjaan seperti (tapi tidak terbatas pada); pasir, kerikil, tanah, batu, papan, kayu, kerikil lempengan beton, harus dilaporkan kepada Direksi Teknis. Penggunaan kembali material tersebut dapat dilakukan atas persetujuan Direksi Teknis dan apabila mempengaruhi biaya dan volume pekerjaan agar dilengkapi dengan addendum pekerjaan.

2.1-5 Pembersihan akhir.

Setelah menyelesaikan pekerjaan dan sebelum penerimaan dan pembayaran akhir akan dilakukan, Penyedia Jasa harus memindahkan semua mesin, peralatan, membersihkan kelebihan dan bahan buangan, sampah, struktur sementara, dan tunggul atau bagian pohon dari lokasi pekerjaan.

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 2.1

Seksi 2.2 Persiapan Pekerjaan

2.2-1 Kantor Lapangan dan Fasilitasnya.

Penyedia Jasa harus menyediakan, memasang, memelihara, membersihkan, menjaga, dan pada saat selesainya Kontrak harus memindahkan atau membuang semua bangunan kantor darurat, gudang-gudang penyimpanan, barak-barak tenaga kerja dan bengkel-bengkel yang dibutuhkan untuk pengelolaan dan pengawasan kegiatan. Kantor dan fasilitasnya yang disiapkan oleh Penyedia Jasa menurut Seksi ini tetap menjadi milik Penyedia Jasa setelah Kontrak berakhir.

Ketentuan kantor Penyedia Jasa adalah sebagai berikut:

1. Ketentuan umum

- a) Penyedia Jasa harus menaati semua peraturan-peraturan Nasional maupun Daerah.
- b) Kantor dan fasilitasnya harus ditempatkan sesuai dengan Lokasi Umum dan Denah Lapangan yang telah disetujui dan penempatannya harus diusahakan sedekat mungkin dengan daerah kerja (site) dan telah mendapat persetujuan dari Pengawas Pekerjaan.
- c) Bangunan untuk kantor dan fasilitasnya harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga terbebas dari polusi yang dihasilkan oleh kegiatan pelaksanaan.
- d) Bangunan yang dibuat harus mempunyai kekuatan struktural yang baik, tahan cuaca, dan elevasi lantai yang lebih tinggi dari tanah di sekitarnya.
- e) Bangunan untuk penyimpanan bahan harus diberi bahan pelindung yang cocok sehingga bahan-bahan yang disimpan tidak akan mengalami kerusakan.
- f) Sesuai pilihan Penyedia Jasa, bangunan dapat dibuat di tempat atau dirakit dari komponen-komponen pra-fabrikasi.
- g) Kantor lapangan dan gudang sementara harus didirikan di atas fondasi yang mantap dan dilengkapi dengan penghubung untuk pelayanan utilitas.
- h) Bahan, peralatan dan perlengkapan yang digunakan untuk bangunan dapat baru atau bekas pakai, tetapi dengan syarat harus dapat berfungsi, cocok dengan maksud pemakaiannya dan tidak bertentangan dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

2. Ukuran.

- a) Ukuran kantor dan fasilitasnya sesuai untuk kebutuhan umum Penyedia Jasa dan harus menyediakan sebuah ruangan yang digunakan untuk rapat kemajuan pekerjaan.
 - b) Ukuran kantor minimum 36 m².
3. Alat komunikasi
- a) Penyedia Jasa harus menyediakan alat komunikasi dua arah dan dapat digunakan selama masa Kontrak.
 - b) Bilamana sambungan saluran telepon tetap (stationary) atau bergerak (mobile) tidak mungkin disediakan, atau tidak dapat disediakan dalam masa mobilisasi, maka Penyedia Jasa harus menyediakan pengganti berupa alat komunikasi lainnya yang dapat berkomunikasi dengan jelas dan dapat diandalkan antara kantor perwakilan Pengguna Jasa, kantor tim Supervisi Lapangan dan titik terjauh di lapangan. Sistem telepon harus dipasang di kantor utama dan semua kantor cabang serta digunakan sesuai dengan petunjuk dari Pengawas Pekerjaan.
 - c) Bilamana izin atau perizinan dari instansi Pemerintah yang terkait diperlukan untuk pemasangan dan penggunaan sistem telepon satelit semacam ini, Pengawas Pekerjaan akan melakukan semua pengaturan, tetapi semua biaya yang timbul harus dibayar oleh Penyedia Jasa.
4. Perlengkapan dalam ruang rapat dan penyimpanan dokumen
- a) Meja rapat dengan kursi untuk paling sedikit 8 orang.
 - b) Rak atau laci untuk penyimpanan gambar dan arsip untuk Dokumentasi Kegiatan secara vertikal atau horizontal, yang ditempatkan di dalam atau dekat dengan ruang rapat.
 - c) Papan tulis (whiteboard) dan Proyektor LCD.
5. Kantor pendukung. Bilamana Penyedia Jasa menganggap perlu untuk mendirikan satu kantor pendukung atau lebih, yang akan digunakan untuk keperluan sendiri pada jarak 10 km atau lebih dari kantor utama di lapangan, maka Penyedia Jasa harus menyediakan, memelihara dan melengkapi satu ruangan pada setiap kantor pendukung dengan ukuran sekitar 12 meter persegi yang akan digunakan oleh Staf Pengawas Pekerjaan untuk setiap kantor pendukung.

Ketentuan bengkel dan Gudang Penyedia Jasa adalah sebagai berikut:

- a) Penyedia Jasa harus menyediakan sebuah bengkel di lapangan yang diberi perlengkapan yang memadai serta dilengkapi dengan daya listrik, sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan. Sebuah gudang untuk penyimpanan suku cadang, bahan untuk rehabilitasi jembatan juga harus disediakan.
- b) Bengkel tersebut harus dikelola oleh seorang kepala bengkel yang mampu melakukan perbaikan mekanis dan memiliki sejumlah tenaga pembantu yang terlatih.

2.2-2 Laboratorium.

Laboratorium digunakan sebagai pengendalian mutu dalam pelaksanaan proyek atau uji kualitas. Uji kualitas ini bertujuan untuk membuktikan kesesuaian batas minimum nilai ukur (parameter) dari bahan yang akan dan telah / sedang dilaksanakan termasuk bahan maupun campuran bahan yang telah terpasang, yang dituangkan melalui dokumen spesifikasi teknis pekerjaan.

Laboratorium pengujian bahan, meliputi uji kualitas material di bidang aspal, beton dan tanah. Pelaksana harus menyediakan laboratorium dan menyiapkan staf, tenaga laboratorium dan peralatan pengujian laboratorium sesuai dengan pekerjaan yang ada di kontrak. Bangunan laboratorium disesuaikan dengan kondisi dilapangan dengan mempertimbangkan semua material yang akan di uji. Semua biaya yang dikeluarkan dalam penyediaan laboratorium / tes laboratorium sudah termasuk dalam biaya proyek. Peralatan dan perlengkapan laboratorium dari keperluan pengujian dalam spesifikasi ini harus sudah disediakan dalam waktu 45 hari terhitung sejak tanggal mulai kerja. Alat-alat ukur seperti timbangan, proving ring, pengukur suhu dan lainnya harus dikalibrasi oleh instansi yang berwenang yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dengan menunjukkan sertifikat kalibrasi yang masih berlaku.

2.2-3 Pengujian lapangan.

Penyedia barang dan jasa harus menyelenggarakan pengujian bahan-bahan untuk pengendalian mutu yang dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi. Pengujian untuk persetujuan material dan komposisi campuran dilaksanakan oleh laboratorium independen yang terakreditasi.

Bila diperlukan, pengujian khusus di laboratorium pusat harus juga dilaksanakan bila diminta oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

Penyedia barang dan jasa harus bertanggungjawab membayar biaya-biaya semua pengujian yang dilaksanakan untuk memenuhi persyaratan spesifikasi. Biaya pengujian yang ditentukan dalam spesifikasi ini harus dimasukkan dalam item pembayaran, dan tidak ada pembayaran terpisah yang akan dibuat untuk pengujian.

2.2-4 Pemasangan Patok dan Pengukuran.

Lingkup pekerjaan pengukuran meliputi “Tranverse Survey, Center Line Survey, Profile leveling cross section survey dan existing services survey” pada lokasi yang menjadi lingkup pekerjaan di bawah kontrak untuk persiapan pelaksanaan pekerjaan lebih lanjut. Semua hasil pengukuran dan informasi ketinggian harus di transfer dalam bentuk gambar dan disampaikan ke Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis untuk mendapatkan persetujuan. Apabila hasil pengukuran dan gambar sudah benar dan akurat, selanjutnya gambar tersebut ditandatangani oleh Direksi Teknis, Pengawas Pekerjaan, serta penyedia barang dan jasa sebagai acuan pelaksanaan di lapangan. Pelaksanaan pengukuran harus dilaksanakan oleh personel yang mendapat kendali langsung dari tenaga ahli pengukuran (geodetic engineer) dan mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

Penyedia barang dan jasa harus memperhatikan hal-hal di bawah ini selama melakukan pelaksanaan pengukuran, yaitu :

1. Transverse survey

- a) Semua ukuran harus dimulai dan berakhir pada benchmark yang pertama
 - “triangle survey adopting a transverse method” harus digunakan untuk menentukan titik awal untuk setiap pengukuran area;
 - Sudut horizontal harus diukur tiga kali untuk kedua arah jarum jam dan berlawanan jalur jam dan sudut yang dipakai adalah rata-rata dari enam pembacaan;
- b) Pengukuran jarak harus dilakukan dua kali. Rata-rata dari dua pengukuran yang diambil sebagai ukuran jarak. Hal ini apabila dua ukuran tersebut tidak berbeda melebihi dari toleransi standar;
- c) Kesalahan “angular and linier” akhir tidak boleh melebihi ketentuan-ketentuan standar.

2. Levelling survey

- a) “Levelling Survey” harus dimulai dan berakhir pada bench mark yang permanen;

- b) Toleransi kesalahan akhir tidak boleh melebihi dari $10 \sqrt{D}$ dalam satuan mm, dimana D adalah jarak loop (loop distance) dalam km;
- c) Akurasi peralatan harus dalam batas-batas toleransi spesifikasi produsen / pabrik peralatan.

3. Centerline survey dan profil levelling

- a) Penyedia barang dan jasa harus memasang patok, paku untuk memudahkan penentuan lokasi dari titik awal dan levelling pada setiap interval 5 m sepanjang “center line” dari area pengukuran;
- b) Semua elevasi dari titik-titik ini dan titik-titik yang mengalami perubahan elevasi, tepi perkerasan dan bangunan sepanjang Cross Section Levelling harus tercatat.

4. Cross section levelling

- a) “Cross Section Levelling” harus dilaksanakan tegak lurus terhadap arah “center line” yang telah ditentukan untuk setiap pengukuran kawasan pada setiap interval 3 m sepanjang “center line”;
- b) Sepanjang arah tegak lurus “center line” elevasi/level harus diukur setiap interval 5 m dan setiap perubahan titik/point, tepi perkerasan, struktur lain seperti drainase, pagar dan lain-lain.

5. Penyusunan data dan pembuatan peta (compiling dan mapping)

- a) Data pengukuran lapangan harus disusun dan diproses dengan cara yang akan dijelaskan berikut ini;
- b) Data pengukuran selanjutnya diketik dan ditanda tangani oleh pengawas lapangan (field supervisor) yang harus berisi item-item di bawah ini :
 - Nama dan koordinat dari benchmark yang digunakan sebagai titik acuan (referensi acuan) untuk pertalian dan titik utama (linkage and principal points);
 - Perhitungan ketidakcocokan evaluasi antara elevasi point utama awal dan elevasi point utama akhir;
 - Nama dan tipe peralatan yang dipakai;
 - Ukuran panjang poligon;
 - Metode perhitungan sudut dan koreksi poligon;
 - Lokasi peta dan uraian benchmark harus disampaikan dalam gambar;
 - Semua sketsa lapangan dan hasil perhitungan;

- Koordinat dan elevasi dari titik kritis/utama dan kemiringan elevasi pada titik pertemuan selama pelaksanaan survey lapangan, termasuk titik awal dan titik akhir pada area survey;
- Hasil pengukuran harus diproses untuk menunjukkan semua level, kontur setiap 25 cm interval dan data lapangan dan diplot pada gambar dengan ukuran A1 dengan skala sebagai berikut :
- Layout Plan Skala 1 : 1000
- Profil Skala Vertikal 1 : 100, Horizontal 1 : 1000
- Potongan Melintang Skala 1 : 100 untuk vertikal dan horizontal.

6. Patok

- a) Penyedia barang dan jasa harus menyediakan patok dari kayu kaso ukuran 4/6 cm, tinggi 200 cm atau sesuai kebutuhan
- b) Patok dicat warna putih dan hitam, tiap satu km dibutuhkan 80 buah patok.

2.2-5 Gambar Kerja (Shop Drawings)

Gambar Kerja (Shop Drawings) dapat disiapkan secara bertahap oleh Penyedia Jasa. Gambar kerja dibuat dalam format kertas A3.

REFERENSI

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10H Standard Specification for Construction of Airport

Kementerian PUPR

Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Jalan dan Jembatan

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 2.2

Seksi 2.3 Mobilisasi dan Demobilisasi

2.3-1 Deskripsi.

Item pekerjaan ini terdiri dari, tetapi tidak terbatas pada, pekerjaan dan operasi yang diperlukan untuk perpindahan personel, peralatan, bahan dan persediaan ke dan dari lokasi proyek untuk bekerja pada proyek kecuali sebagaimana ditentukan dalam kontrak sebagai item pembayaran terpisah.

2.3-2 Batasan Mobilisasi dan Demobilisasi.

Mobilisasi dan demobilisasi dibatasi 10 persen dari total nilai proyek. Seluruh mobilisasi harus diselesaikan dalam jangka waktu 60 hari terhitung mulai tanggal mulai kerja, kecuali penyediaan Fasilitas dan Pelayanan Pengendalian Mutu yang terdiri dari tenaga ahli, tenaga terampil, dan sumber daya uji mutu lainnya yang siap digunakan sesuai dengan tahapan mobilisasi yang disetujui (jika ada), harus diselesaikan dalam waktu paling lama 45 hari.

METODE PENGUKURAN

2.3-3 Dasar pengukuran dan pembayaran.

1. Berdasarkan pada harga lumpsum kontrak untuk pembayaran parsial “Mobilisasi” sebagai berikut:
2. Dengan permintaan pembayaran pertama, 25%.
3. Ketika 25% atau lebih dari kontrak asli diperoleh, tambahan 25%. c. Ketika 50% atau lebih dari kontrak asli diperoleh, tambahan 40%.
4. Setelah Inspeksi Akhir, pengiriman semua materi Proyek Penutupan sebagaimana dipersyaratkan, tambahan 10% final.

PEMBAYARAN

2.3-4 Metode Pembayaran.

Satuan pengukuran pembayaran dengan Lump Sum.

REFRENSI

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10H Standard Spesification for Construction of Airport

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 2.3

Seksi 2.4 Metode Perhitungan Percentage of Material Within Specification Limits (PWL) / Persentase Material yang Memenuhi Batas Spesifikasi

2.4-1 Umum

Metode ini digunakan untuk menghitung persentase material yang memenuhi persyaratan. Metode ini hanya digunakan untuk item pekerjaan tertentu atau item pekerjaan yang mensyaratkan perhitungan volume pekerjaan menggunakan metode ini (PWL). Semua hasil pengujian untuk lot akan dianalisis secara statistik untuk menentukan total estimasi persentase lot yang berada dalam batas spesifikasi. PWL dihitung dengan menggunakan rata-rata sampel ($\bar{X}$) dan standar deviasi sampel (S_n) dari jumlah yang ditentukan (n) dari sublot untuk lot dan batas toleransi spesifikasi, L untuk yang lebih rendah dan U untuk atas, untuk parameter penerimaan tertentu. Dari nilai-nilai ini, masing-masing indeks Kualitas, QL untuk Indeks Kualitas Bawah dan / atau QU untuk Indeks Kualitas Atas, dihitung dan PWL untuk lot untuk n yang ditentukan dari Tabel 2.4.1. Semua batas spesifikasi yang ditentukan dalam bagian teknis harus menjadi nilai absolut. Hasil pengujian yang digunakan dalam perhitungan harus dengan angka signifikan yang diberikan dalam prosedur pengujian.

Ada beberapa tingkat ketidakpastian (risiko) dalam pengukuran untuk penerimaan karena hanya sebagian kecil dari bahan produksi (populasi) yang dijadikan sampel dan diuji. Ketidakpastian ini ada karena semua bagian dari bahan produksi memiliki probabilitas yang sama untuk dijadikan sampel secara acak. Risiko Penyedia Jasa adalah probabilitas bahwa materi yang diproduksi pada tingkat kualitas yang dapat diterima tetapi ditolak atau dikenai penyesuaian pembayaran. Risiko Pemilik adalah probabilitas bahwa material yang diproduksi pada tingkat kualitas yang dapat ditolak, namun dapat diterima.

Maksud dari bagian ini adalah untuk memberi tahu Penyedia Jasa supaya secara konsisten mengimbangi risiko Penyedia Jasa untuk material yang dievaluasi, kualitas produksi (menggunakan rata-rata populasi dan standar deviasi populasi) harus dijaga pada kualitas yang dapat diterima yang ditentukan atau lebih tinggi. Dalam semua kasus, Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk memproduksi pada tingkat kualitas yang akan memenuhi kriteria penerimaan yang ditentukan ketika disampel dan diuji pada frekuensi yang ditentukan.

Pada proyek yang sangat kecil, atau pada proyek yang merupakan jenis proyek perbaikan pemeliharaan, PWL mungkin tidak sesuai. Konsep PWL bekerja paling baik ketika bahan yang cukup ditempatkan memiliki setidaknya satu lot per hari.

2.4-2 Metode Perhitungan PWL

Langkah-langkah perhitungan PWL adalah sebagai berikut:

1. Bagi lot menjadi n subplot berdasarkan persyaratan penerimaan untuk masing-masing item pekerjaan.
2. Tentukan titik pengambilan benda uji secara acak di setiap subplot sesuai jumlah yang ditentukan dalam spesifikasi masing-masing item pekerjaan.
3. Lakukan pengukuran di setiap lokasi sesuai dengan persyaratan pengujian spesifikasi.
4. Hitung nilai rata-rata hasil pengujian sample (X) di semua subplot dengan rumus:

$$X = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$$

dimana: X = nilai rata-rata semua pengujian benda uji pada subplot dalam satu lot pekerjaan

$x_1, x_2, \dots, x_n$ = nilai individu hasil uji dari benda uji n = jumlah benda uji

5. Hitung nilai standar deviasi (S_n) dengan menggunakan rumus:

$$S_n = [(d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2) / (n - 1)]^{1/2}$$

dimana: S_n = Standar deviasi

$d_1, d_2, \dots, d_n$ = Deviasi dari nilai pengujian individual benda uji dari nilai rata-rata X

$d_1 = (x_1 - X), d_2 = (x_2 - X) \dots d_n = (x_n - X)$

n = Jumlah benda uji

6. Untuk batas persyaratan tunggal, misalnya hanya ditentukan batas bawah (nilai minimum), maka hitung Lower Quality Index QL dengan rumus:

$$QL = (X - L) / S_n$$

dimana: L = Nilai minimum yang disyaratkan dalam spesifikasi Hitung persentase material within limits (PWL) dengan memasukkan nilai QL dan n kedalam Table 2.4.1, jika nilai QL berada diantara dua nilai, maka gunakan nilai PWL yang terbesar.

7. Untuk pekerjaan yang mensyaratkan nilai antara atau terdapat batas bawah dan batas atas, maka hitung Lower Quality Index QL dan Upper Quality Index QU dengan rumus:

$$QL = (X - L) / Sn$$

dan

$$QU = (U - X) / Sn$$

dimana: L dan U = batas bawah dan batas atas yang disyaratkan dalam spesifikasi

hitung persentase material within limits (PWL) antara batas bawah (L) dan atas (U) dengan memasukkan nilai QL dan QU ke dalam Tabel PWL sesuai dengan nilai n. selanjutnya tentukan persentase material diatas PL dan persentase material dibawah PU. Jika nilai QL berada diantara dua nilai yang ditunjukkan dalam Tabel PWL maka gunakan nilai tertinggi baik untuk nilai PL atau PU. tentukan nilai PWL dengan menggunakan rumus:

$$PWL = (PU + PL) - 100$$

dimana: PL = persentase material dalam batas spesifikasi bawah dan PU = persentase material dalam batas spesifikasi atas

CONTOH PERHITUNGAN PWL

Contoh 1:

Proyek: Overlay

Item Pekerjaan yang di Uji: Overlay pada satu lot pekerjaan, Lot A.

a) PWL Berdasarkan data Density (misal Persyaratan Density 96.3)

- Data Density dari 4 benda uji yang diambil dari satu lot, Lot A.

$$A-1 = 96,60$$

$$A-2 = 97,55$$

$$A-3 = 99,30$$

$$A-4 = 98,35$$

$$n = 4$$

- Hitung nilai rata-rata density benda uji.

$$X = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$$

$$X = (96,60 + 97,55 + 99,30 + 98,35) / 4$$

$$X = 97,95\% \text{ density}$$

- Hitung standar deviasi.

$$S_n = [((96,60 - 97,95)^2 + (97,55 - 97,95)^2 + (99,30 - 97,95)^2 + (98,35 - 97,95)^2) / (4 - 1)]^{1/2}$$

$$S_n = [(1,82 + 0,16 + 1,82 + 0,16) / 3]^{1/2}$$

$$S_n = 1,15$$

- Hitung Lower Quality Index QL (L=96.3) $QL = (X - L) / S_n$

$$QL = (97,95 - 96,30) / 1,15$$

$$QL = 1,4348$$

- Tentukan nilai PWL berdasarkan Tabel 2.4.1 dengan nilai QL= 1.44 dan n= 4. PWL = 98

b) PWL berdasarkan pori (Air voids), dimana persyaratan Air voids misalnya 2 s/d 5.

- Data Air voids benda uji pada Lot A

$$A-1 = 5,00$$

$$A-2 = 3,74$$

$$A-3 = 2,30$$

$$A-4 = 3,25$$

- Hitung nilai rata-rata angka pori.

$$X = (x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n) / n$$

$$X = (5,00 + 3,74 + 2,30 + 3,25) / 4$$

$$X = 3,57\%$$

- Hitung standar deviasi S_n .

$$S_n = [((3,57 - 5,00)^2 + (3,57 - 3,74)^2 + (3,57 - 2,30)^2 + (3,57 - 3,25)^2) / (4 - 1)]^{1/2}$$

$$S_n = [(2,04 + 0,03 + 1,62 + 0,10) / 3]^{1/2}$$

$$S_n = 1,12$$

- Hitung Lower Quality Index QL untuk lot A, (L=2.0)

$$QL = (X - L) / S_n$$

$$QL = (3,57 - 2,00) / 1,12$$

$$QL = 1,3992$$
- Tentukan nilai PL berdasarkan Tabel 2.4.1 dengan nilai QL = 1,41 dan n = 4.

$$PL = 97$$
- Hitung Upper Quality Index QU lot A, (U= 5,0) $QU = (U - X) / S_n$

$$QU = (5,00 - 3,57) / 1,12$$

$$QU = 1,2702$$
- Tentukan nilai PU berdasarkan Tabel 2.4.1 dengan nilai QU = 1,29 dan n = 4.

$$PU = 93$$
- Hitung PWL berdasarkan air voids

$$PWL = (PL + PU) - 100 \quad PWL = (97 + 93) - 100 = 90$$

Contoh 2:

Proyek: Perkerasan Kaku

Item Pekerjaan yang di Uji: Strength dan Tebal Slab

a) PWL berdasarkan capaian strength

- Misal persyaratan strength $f'_c = 32 \text{ Mpa}$, maka batas bawah (L) adalah $0,93 \times$

$$32 \text{ Mpa} = 29,76 \text{ Mpa}$$
- Data strength benda uji pada Lot A.

$$A-1 = 29,50 \text{ Mpa}$$

$$A-2 = 29,90 \text{ Mpa}$$

$$A-3 = 29,45 \text{ Mpa}$$

$$A-4 = 28,99 \text{ Mpa}$$

$$A-5 = 29,77 \text{ Mpa}$$
- **Cek data outlier (ASTM E178) Nilai rata-rata data**

$$X = (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n) / n$$

$$X = (29,50 + 29,90 + 29,45 + 28,99 + 29,77) / 5$$

$$X = 29,32$$

$$\text{Standar deviasi, } S_n = 0,767$$

Dari tabel critical value ASTM E178 , untuk $n=5$ dan significant level 5%

maka critical value = 1,672

Batas outlier:

Atas : $29,32 + 1,672 \times 0,767 = 30,60$ Mpa

Bawah : $29,32 - 1,672 \times 0,767 = 28,04$

Kesimpulan: semua data pengujian tidak dianggap sebagai outlier karena masih dalam range atas dan bawah yaitu $30,60 > X_n > 28,04$

- **Hitung nilai rata-rata strength**

$X = 29,32$

- **Hitung standar deviasi,**

$S_n = 0,767$

- **Hitung lower quality index**

$(QL) QL = (X - L) / S_n$

$QL = (29,93 - 29,76) / 0,767$

$QL = 0,22$

- **Tentukan nilai PWL dengan Tabel 1 berdasarkan QL dan $n=5$**

$PL = PWL = 58$

b) PWL berdasarkan tebal slab di lapangan

- Misalnya tebal yang disyaratkan 500 mm

- Batas bawah (L) = 500 mm – 0,5 inci = 500 mm – 12,7 mm = 487,3 mm

- Data ketebalan yang diambil dari data Cor Drill Lot A

A-1 = 485 mm

A-2 = 490 mm

A-3 = 487 mm

A-4 = 475 mm

A-5 = 480 mm

- **Cek data Outlier**

$X = 483,40$, $S_n = 5,94$, $n = 5$ significant level 5%, critical value = 1.672 Batas

outlier:

Batas atas = $490 + 1,672 \times 5,94 = 499,93$

Batas bawah = $475 - 1,672 \times 5,94 = 465$ mm Kesimpulan: tidak ada data outlier

- **Hitung nilai rata-rata $X = 483,40 \text{ mm}$**
- **Hitung standar deviasi, $S_n = 5.94$**
- **Hitung lower quality index (QL)**

$$QL = (X - L) / S_n$$

$$QL = (483.40 - 487.3) / 5.94$$

$$QL = - 0.66$$
- **Tentukan nilai PWL dengan Tabel PWL (negative value) berdasarkan QL dan $n=5$**

$$PWL = PL = 27$$

Contoh perhitungan untuk Outlier (Referensi ASTM E178)

Proyek: Lapis Aspal

Tes Item: item pekerjaan lapis aspal, Lot A.

Data Mat density.

- a) Data Density dari empat benda uji yang diambil dari Lot A diatur dalam urutan menurun.

A-3 = 99,30

A-4 = 98,35

A-2 = 97,55

A-1 = 96,60

Nilai rata-rata dari benda uji tersebut adalah $X=97,95$ dan Standar Deviasi

$S_n=1,15$

- b) Dari ASTM E178, Tabel 2.4.2, untuk $n=4$ dan significance level diatas 5%, critical value = 1,463.
- c) Gunakan nilai rata-rata, standar deviasi dan test critical value untuk mengevaluasi data density.
- Untuk hasil pengujian dengan nilai yang lebih besar dari nilai rata-rata:
 Jika hasil pengujian (measurement - average)/(standard deviation) kurang dari test criterion, maka hasil pengukuran tidak dianggap outlier. Untuk data A-3, cek jika $(99,30 - 97,95) / 1,15 = 1,174$
 - Karena 1,174 kurang dari 1,463, maka hasil pengukuran A-3 bukan outlier. Untuk hasil pengujian kurang dari rata-rata:

Jika $(\text{average} - \text{measurement})/(\text{standard deviation})$ kurang dari kriteria, maka hasil pengujian tidak dianggap sebagai outlier.

Untuk data A-1, cek jika $(97,95 - 96,60) / 1,15 = 1,174$. Karena 1,174 kurang 1,463, maka hasil pengukuran A-1 bukan outlier.

Catatan:

Pada contoh ini, hasil pengujian dianggap sebagai outlier jika density:

Lebih besar dari $(97,95 + 1,463 \times 1,15) = 99,63\%$ Atau Kurang dari $(97,95 - 1,463 \times 1,15) = 96,27\%$.

Tabel 2.4.1 Estimasi Nilai Percent of Lot Within Limits (PWL)

Percent Within Limits (PL and PU)	Positive Values of Q (QL and QU)							
	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
99	1.1541	1.4700	1.6714	1.8008	1.8888	1.9520	1.9994	2.0362
98	1.1524	1.4400	1.6016	1.6982	1.7612	1.8053	1.8379	1.8630
97	1.1496	1.4100	1.5427	1.6181	1.6661	1.6993	1.7235	1.7420
96	1.1456	1.3800	1.4897	1.5497	1.5871	1.6127	1.6313	1.6454
95	1.1405	1.3500	1.4407	1.4887	1.5181	1.5381	1.5525	1.5635
94	1.1342	1.3200	1.3946	1.4329	1.4561	1.4717	1.4829	1.4914
93	1.1269	1.2900	1.3508	1.3810	1.3991	1.4112	1.4199	1.4265
92	1.1184	1.2600	1.3088	1.3323	1.3461	1.3554	1.3620	1.3670
91	1.1089	1.2300	1.2683	1.2860	1.2964	1.3032	1.3081	1.3118
90	1.0982	1.2000	1.2290	1.2419	1.2492	1.2541	1.2576	1.2602
89	1.0864	1.1700	1.1909	1.1995	1.2043	1.2075	1.2098	1.2115
88	1.0736	1.1400	1.1537	1.1587	1.1613	1.1630	1.1643	1.1653
87	1.0597	1.1100	1.1173	1.1192	1.1199	1.1204	1.1208	1.1212
86	1.0448	1.0800	1.0817	1.0808	1.0800	1.0794	1.0791	1.0789
85	1.0288	1.0500	1.0467	1.0435	1.0413	1.0399	1.0389	1.0382
84	1.0119	1.0200	1.0124	1.0071	1.0037	1.0015	1.0000	0.9990
83	0.9939	0.9900	0.9785	0.9715	0.9671	0.9643	0.9624	0.9610
82	0.9749	0.9600	0.9452	0.9367	0.9315	0.9281	0.9258	0.9241
81	0.9550	0.9300	0.9123	0.9025	0.8966	0.8928	0.8901	0.8882
80	0.9342	0.9000	0.8799	0.8690	0.8625	0.8583	0.8554	0.8533
79	0.9124	0.8700	0.8478	0.8360	0.8291	0.8245	0.8214	0.8192
78	0.8897	0.8400	0.8160	0.8036	0.7962	0.7915	0.7882	0.7858
77	0.8662	0.8100	0.7846	0.7716	0.7640	0.7590	0.7556	0.7531

[illegible]

Percent Within Limits (PL and PU)	Negative Values of Q (QL and QU)							
	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
49	-0.0363	-0.0300	-0.0281	-0.0272	-0.0267	-0.0264	-0.0262	-0.0260
48	-0.0725	-0.0600	-0.0562	-0.0544	-0.0534	-0.0528	-0.0524	-0.0521
47	-0.1087	-0.0900	-0.0843	-0.0817	-0.0802	-0.0793	-0.0786	-0.0781
46	-0.1447	-0.1200	-0.1125	-0.1090	-0.1070	-0.1057	-0.1049	-0.1042
45	-0.1806	-0.1500	-0.1406	-0.1363	-0.1338	-0.1322	-0.1312	-0.1304
44	-0.2164	-0.1800	-0.1688	-0.1636	-0.1607	-0.1588	-0.1575	-0.1566
43	-0.2519	-0.2100	-0.1971	-0.1911	-0.1877	-0.1855	-0.1840	-0.1829
42	-0.2872	-0.2400	-0.2254	-0.2186	-0.2147	-0.2122	-0.2105	-0.2093
41	-0.3222	-0.2700	-0.2537	-0.2461	-0.2418	-0.2391	-0.2372	-0.2358
40	-0.3568	-0.3000	-0.2822	-0.2738	-0.2691	-0.2660	-0.2639	-0.2624
39	-0.3911	-0.3300	-0.3107	-0.3016	-0.2964	-0.2931	-0.2908	-0.2892
38	-0.4251	-0.3600	-0.3392	-0.3295	-0.3239	-0.3203	-0.3179	-0.3161
37	-0.4586	-0.3900	-0.3679	-0.3575	-0.3515	-0.3477	-0.3451	-0.3432
36	-0.4916	-0.4200	-0.3967	-0.3856	-0.3793	-0.3753	-0.3725	-0.3705
35	-0.5242	-0.4500	-0.4255	-0.4139	-0.4073	-0.4030	-0.4001	-0.3980
34	-0.5563	-0.4800	-0.4545	-0.4424	-0.4355	-0.4310	-0.4280	-0.4257
33	-0.5878	-0.5100	-0.4836	-0.4710	-0.4638	-0.4592	-0.4560	-0.4537
32	-0.6187	-0.5400	-0.5129	-0.4999	-0.4924	-0.4877	-0.4844	-0.4820
31	-0.6490	-0.5700	-0.5423	-0.5290	-0.5213	-0.5164	-0.5130	-0.5105
30	-0.6787	-0.6000	-0.5719	-0.5582	-0.5504	-0.5454	-0.5419	-0.5394
29	-0.7077	-0.6300	-0.6016	-0.5878	-0.5798	-0.5747	-0.5712	-0.5686
28	-0.7360	-0.6600	-0.6316	-0.6176	-0.6095	-0.6044	-0.6008	-0.5982
27	-0.7636	-0.6900	-0.6617	-0.6477	-0.6396	-0.6344	-0.6308	-0.6282
26	-0.7904	-0.7200	-0.6921	-0.6781	-0.6701	-0.6649	-0.6613	-0.6587
25	-0.8165	-0.7500	-0.7226	-0.7089	-0.7009	-0.6958	-0.6922	-0.6896
24	-0.8417	-0.7800	-0.7535	-0.7401	-0.7322	-0.7271	-0.7236	-0.7211
23	-0.8662	-0.8100	-0.7846	-0.7716	-0.7640	-0.7590	-0.7556	-0.7531
22	-0.8897	-0.8400	-0.8160	-0.8036	-0.7962	-0.7915	-0.7882	-0.7858
21	-0.9124	-0.8700	-0.8478	-0.8360	-0.8291	-0.8245	-0.8214	-0.8192
20	-0.9342	-0.9000	-0.8799	-0.8690	-0.8625	-0.8583	-0.8554	-0.8533
19	-0.9550	-0.9300	-0.9123	-0.9025	-0.8966	-0.8928	-0.8901	-0.8882
18	-0.9749	-0.9600	-0.9452	-0.9367	-0.9315	-0.9281	-0.9258	-0.9241
17	-0.9939	-0.9900	-0.9785	-0.9715	-0.9671	-0.9643	-0.9624	-0.9610
16	-1.0119	-1.0200	-1.0124	-1.0071	-1.0037	-1.0015	-1.0000	-0.9990
15	-1.0288	-1.0500	-1.0467	-1.0435	-1.0413	-1.0399	-1.0389	-1.0382

<i>Percent Within Limits (PL and PU)</i>	<i>Negative Values of Q (QL and QU)</i>							
	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8	n=9	n=10
14	-1.0448	-1.0800	-1.0817	-1.0808	-1.0800	-1.0794	-1.0791	-1.0789
13	-1.0597	-1.1100	-1.1173	-1.1192	-1.1199	-1.1204	-1.1208	-1.1212
12	-1.0736	-1.1400	-1.1537	-1.1587	-1.1613	-1.1630	-1.1643	-1.1653
11	-1.0864	-1.1700	-1.1909	-1.1995	-1.2043	-1.2075	-1.2098	-1.2115
10	-1.0982	-1.2000	-1.2290	-1.2419	-1.2492	-1.2541	-1.2576	-1.2602
9	-1.1089	-1.2300	-1.2683	-1.2860	-1.2964	-1.3032	-1.3081	-1.3118
8	-1.1184	-1.2600	-1.3088	-1.3323	-1.3461	-1.3554	-1.3620	-1.3670
7	-1.1269	-1.2900	-1.3508	-1.3810	-1.3991	-1.4112	-1.4199	-1.4265
6	-1.1342	-1.3200	-1.3946	-1.4329	-1.4561	-1.4717	-1.4829	-1.4914
5	-1.1405	-1.3500	-1.4407	-1.4887	-1.5181	-1.5381	-1.5525	-1.5635
4	-1.1456	-1.3800	-1.4897	-1.5497	-1.5871	-1.6127	-1.6313	-1.6454
3	-1.1496	-1.4100	-1.5427	-1.6181	-1.6661	-1.6993	-1.7235	-1.7420
2	-1.1524	-1.4400	-1.6016	-1.6982	-1.7612	-1.8053	-1.8379	-1.8630
1	-1.1541	-1.4700	-1.6714	-1.8008	-1.8888	-1.9520	-1.9994	-2.0362

Tabel 2.4.2 Critical Value ASTM E 178

Number of Observations, <i>n</i>	Upper 0.1 % Significance Level	Upper 0.5 % Significance Level	Upper 1 % Significance Level	Upper 2.5 % Significance Level	Upper 5 % Significance Level	Upper 10 % Significance Level
3	1.155	1.155	1.155	1.155	1.153	1.148
4	1.499	1.496	1.492	1.481	1.463	1.425
5	1.780	1.764	1.749	1.715	1.672	1.602
6	2.011	1.973	1.944	1.887	1.822	1.729
7	2.201	2.139	2.097	2.020	1.938	1.828
8	2.358	2.274	2.221	2.126	2.032	1.909
9	2.492	2.387	2.323	2.215	2.110	1.977
10	2.606	2.482	2.410	2.290	2.176	2.036
11	2.705	2.564	2.485	2.355	2.234	2.088
12	2.791	2.636	2.550	2.412	2.285	2.134
13	2.867	2.699	2.607	2.462	2.331	2.175
14	2.935	2.755	2.659	2.507	2.371	2.213
15	2.997	2.806	2.705	2.549	2.409	2.247
16	3.052	2.852	2.747	2.585	2.443	2.279
17	3.103	2.894	2.785	2.620	2.475	2.309
18	3.149	2.932	2.821	2.651	2.504	2.335
19	3.191	2.968	2.854	2.681	2.532	2.361
20	3.230	3.001	2.884	2.709	2.557	2.385
21	3.266	3.031	2.912	2.733	2.580	2.408
22	3.300	3.060	2.939	2.758	2.603	2.429
23	3.332	3.087	2.963	2.781	2.624	2.448
24	3.362	3.112	2.987	2.802	2.644	2.467
25	3.389	3.135	3.009	2.822	2.663	2.486
26	3.415	3.157	3.029	2.841	2.681	2.502
27	3.440	3.178	3.049	2.859	2.698	2.519
28	3.464	3.199	3.068	2.876	2.714	2.534
29	3.486	3.218	3.085	2.893	2.730	2.549
30	3.507	3.236	3.103	2.908	2.745	2.563
31	3.528	3.253	3.119	2.924	2.759	2.577
32	3.546	3.270	3.135	2.938	2.773	2.591
33	3.565	3.286	3.150	2.952	2.786	2.604
34	3.582	3.301	3.164	2.965	2.799	2.616
35	3.599	3.316	3.178	2.979	2.811	2.628
36	3.616	3.330	3.191	2.991	2.823	2.639
37	3.631	3.343	3.204	3.003	2.835	2.650
38	3.646	3.356	3.216	3.014	2.846	2.661
39	3.660	3.369	3.228	3.025	2.857	2.671
40	3.673	3.381	3.240	3.036	2.866	2.682
41	3.687	3.393	3.251	3.046	2.877	2.692
42	3.700	3.404	3.261	3.057	2.887	2.700
43	3.712	3.415	3.271	3.067	2.896	2.710
44	3.724	3.425	3.282	3.075	2.905	2.719
45	3.736	3.435	3.292	3.085	2.914	2.727
46	3.747	3.445	3.302	3.094	2.923	2.736
47	3.757	3.455	3.310	3.103	2.931	2.744
48	3.768	3.464	3.319	3.111	2.940	2.753
49	3.779	3.474	3.329	3.120	2.948	2.760
50	3.789	3.483	3.336	3.128	2.956	2.768
51	3.798	3.491	3.345	3.136	2.964	2.775
52	3.808	3.500	3.353	3.143	2.971	2.783
53	3.816	3.507	3.361	3.151	2.978	2.790
54	3.825	3.516	3.368	3.158	2.986	2.798
55	3.834	3.524	3.376	3.166	2.992	2.804
56	3.842	3.531	3.383	3.172	3.000	2.811
57	3.851	3.539	3.391	3.180	3.006	2.818
58	3.858	3.546	3.397	3.186	3.013	2.824
59	3.867	3.553	3.405	3.193	3.019	2.831
60	3.874	3.560	3.411	3.199	3.025	2.837
61	3.882	3.566	3.418	3.205	3.032	2.842
62	3.889	3.573	3.424	3.212	3.037	2.849

Number of Observations, <i>n</i>	Upper 0.1 % Significance Level	Upper 0.5 % Significance Level	Upper 1 % Significance Level	Upper 2.5 % Significance Level	Upper 5 % Significance Level	Upper 10 % Significance Level
63	3.896	3.579	3.430	3.218	3.044	2.854
64	3.903	3.586	3.437	3.224	3.049	2.860
65	3.910	3.592	3.442	3.230	3.055	2.866
66	3.917	3.598	3.449	3.235	3.061	2.871
67	3.923	3.605	3.454	3.241	3.066	2.877
68	3.930	3.610	3.460	3.246	3.071	2.883
69	3.936	3.617	3.466	3.252	3.076	2.888
70	3.942	3.622	3.471	3.257	3.082	2.893
71	3.948	3.627	3.476	3.262	3.087	2.897
72	3.954	3.633	3.482	3.267	3.092	2.903
73	3.960	3.638	3.487	3.272	3.098	2.908
74	3.965	3.643	3.492	3.278	3.102	2.912
75	3.971	3.648	3.496	3.282	3.107	2.917
76	3.977	3.654	3.502	3.287	3.111	2.922
77	3.982	3.658	3.507	3.291	3.117	2.927
78	3.987	3.663	3.511	3.297	3.121	2.931
79	3.992	3.669	3.516	3.301	3.125	2.935
80	3.998	3.673	3.521	3.305	3.130	2.940
81	4.002	3.677	3.525	3.309	3.134	2.945
82	4.007	3.682	3.529	3.315	3.139	2.949
83	4.012	3.687	3.534	3.319	3.143	2.953
84	4.017	3.691	3.539	3.323	3.147	2.957
85	4.021	3.695	3.543	3.327	3.151	2.961
86	4.026	3.699	3.547	3.331	3.155	2.966
87	4.031	3.704	3.551	3.335	3.160	2.970
88	4.035	3.708	3.555	3.339	3.163	2.973
89	4.039	3.712	3.559	3.343	3.167	2.977
90	4.044	3.716	3.563	3.347	3.171	2.981
91	4.049	3.720	3.567	3.350	3.174	2.984
92	4.053	3.725	3.570	3.355	3.179	2.989
93	4.057	3.728	3.575	3.358	3.182	2.993
94	4.060	3.732	3.579	3.362	3.186	2.996
95	4.064	3.736	3.582	3.365	3.189	3.000
96	4.069	3.739	3.586	3.369	3.193	3.003
97	4.073	3.744	3.589	3.372	3.196	3.006
98	4.076	3.747	3.593	3.377	3.201	3.011
99	4.080	3.750	3.597	3.380	3.204	3.014
100	4.084	3.754	3.600	3.383	3.207	3.017
101	4.088	3.757	3.603	3.386	3.210	3.021
102	4.092	3.760	3.607	3.390	3.214	3.024
103	4.095	3.765	3.610	3.393	3.217	3.027
104	4.098	3.768	3.614	3.397	3.220	3.030
105	4.102	3.771	3.617	3.400	3.224	3.033
106	4.105	3.774	3.620	3.403	3.227	3.037
107	4.109	3.777	3.623	3.406	3.230	3.040
108	4.112	3.780	3.626	3.409	3.233	3.043
109	4.116	3.784	3.629	3.412	3.236	3.046
110	4.119	3.787	3.632	3.415	3.239	3.049
111	4.122	3.790	3.636	3.418	3.242	3.052
112	4.125	3.793	3.639	3.422	3.245	3.055
113	4.129	3.796	3.642	3.424	3.248	3.058
114	4.132	3.799	3.645	3.427	3.251	3.061
115	4.135	3.802	3.647	3.430	3.254	3.064
116	4.138	3.805	3.650	3.433	3.257	3.067
117	4.141	3.808	3.653	3.435	3.259	3.070
118	4.144	3.811	3.656	3.438	3.262	3.073
119	4.146	3.814	3.659	3.441	3.265	3.075
120	4.150	3.817	3.662	3.444	3.267	3.078
121	4.153	3.819	3.665	3.447	3.270	3.081
122	4.156	3.822	3.667	3.450	3.274	3.083

Number of Observations, <i>n</i>	Upper 0.1 % Significance Level	Upper 0.5 % Significance Level	Upper 1 % Significance Level	Upper 2.5 % Significance Level	Upper 5 % Significance Level	Upper 10 % Significance Level
123	4.159	3.824	3.670	3.452	3.276	3.086
124	4.161	3.827	3.672	3.455	3.279	3.089
125	4.164	3.831	3.675	3.457	3.281	3.092
126	4.166	3.833	3.677	3.460	3.284	3.095
127	4.169	3.836	3.680	3.462	3.286	3.097
128	4.173	3.838	3.683	3.465	3.289	3.100
129	4.175	3.840	3.686	3.467	3.291	3.102
130	4.178	3.843	3.688	3.470	3.294	3.104
131	4.180	3.845	3.690	3.473	3.296	3.107
132	4.183	3.848	3.693	3.475	3.298	3.109
133	4.185	3.850	3.695	3.478	3.302	3.112
134	4.188	3.853	3.697	3.480	3.304	3.114
135	4.190	3.856	3.700	3.482	3.306	3.116
136	4.193	3.858	3.702	3.484	3.309	3.119
137	4.196	3.860	3.704	3.487	3.311	3.122
138	4.198	3.863	3.707	3.489	3.313	3.124
139	4.200	3.865	3.710	3.491	3.315	3.126
140	4.203	3.867	3.712	3.493	3.318	3.129
141	4.205	3.869	3.714	3.497	3.320	3.131
142	4.207	3.871	3.716	3.499	3.322	3.133
143	4.209	3.874	3.719	3.501	3.324	3.135
144	4.212	3.876	3.721	3.503	3.326	3.138
145	4.214	3.879	3.723	3.505	3.328	3.140
146	4.216	3.881	3.725	3.507	3.331	3.142
147	4.219	3.883	3.727	3.509	3.334	3.144

REFERENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM E178 Standard Practice for Dealing with Outlying Observations Federal

Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 2.4

Seksi 2.5 Kajian Teknis Lapangan

2.5-1 Deskripsi

Kajian teknis lapangan adalah suatu kegiatan untuk mencari kesesuaian antara rancangan asli yang ditunjukkan dalam gambar dengan kebutuhan aktual lapangan. Kegiatan ini terdiri dari survei lapangan dan analisa data lapangan. Penyedia Jasa harus menyediakan personel teknik untuk memperlancar pelaksanaan pekerjaan sehingga diperoleh mutu dan kinerja yang disyaratkan. Selain itu Penyedia Jasa juga menyediakan tenaga ahli berpengalaman dalam bidangnya untuk mengarahkan Penyedia Jasa dalam melakukan kajian agar tetap sesuai dengan kaidah keteknikan dan aturan dan standar yang berlaku.

2.5-2 Survei Lapangan

Selama 30 hari pertama semenjak mobilisasi, Penyedia Jasa harus mengarahkan personel teknisknya untuk melakukan survei lapangan, membuat laporan tentang kondisi fisik dan/atau kondisi fasilitas eksisting di lokasi pekerjaan misalnya, perkerasan, saluran, box culvert, pagar talud, runway strip dan struktur terkait lainnya. Semua survei harus menggunakan peralatan dan perlengkapan yang sesuai dengan fasilitas yang disurvei.

Penyedia Jasa harus melaksanakan survei dengan akurat dan memasang patok Bench Marking (BM) pada lokasi tertentu di sepanjang lokasi kegiatan untuk memungkinkan peninjauan ulang terhadap gambar, pengukuran ketinggian permukaan perkerasandan penetapan titik pengukuran (setting out) dari pekerjaan yang dilakukan.

Penyedia Jasa harus memasang patok pelasaan (construction stakes) yang menunjukkan garis dan ketinggian untuk pekerjaan perbaikan perkerasan, perbaikan strip, drainase samping ataupun perbaikan dan perkuatan lereng timbunan dan galian. Bilamana diperlukan untuk tujuan pengukuran kuantitas, maka Penyedia Jasa harus melakukan pengukuran penampang melintang pada permukaan tanah dengan interval 25 m, atau pada interval yang telah ditetapkan oleh Direksi Teknis.

2.5-3 Tenaga Ahli

Penyedia Jasa harus menyediakan tenaga ahli sesuai dengan lingkup pekerjaan, misalnya tenaga ahli Perkerasan, Drainase, Geoteknik atau struktur, yang membantu

dalam pelaksanaan kajian teknis agar dilaksanakan mengikuti kaidah keteknikan dan mengacu pada standar dan aturan baku. Tenaga Ahli yang disediakan adalah tenaga ahli utama dengan pengalaman minimum 10 tahun menangani proyek sejenis atau dari kalangan akademisi.

2.5-4 Pembayaran

Penyediaan semua pekerja, peralatan yang dibutuhkan dalam survei lapangan termasuk Tenaga Ahli menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa dan sudah dianggap termasuk dalam kontrak harga satuan dan tidak ada biaya tambahan atas kegiatan kajian teknis lapangan.

REFERENSI

Kementerian PUPR

Spesifikasi Umum 2018 Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 2.5

Seksi 2.6 Pengukuran dan Pembayaran

2.6-1 Pengukuran kuantitas

Semua pekerjaan yang diselesaikan berdasarkan kontrak akan diukur oleh Direksi Teknis, atau perwakilan resmi mereka, menggunakan alat ukur dengan Sistem Unit Internasional. Metode pengukuran dan perhitungan yang akan digunakan dalam penentuan volume material yang digunakan menggunakan metode pengukuran umum dan standar sebagaimana tercantum di dalam Tabel 2.6.1.

Tabel 2.6.1 Ketentuan Pengukuran dan Pembayaran

Terminologi	Uraian
Volume galian dan urugan	Dalam menghitung volume penggalian, metode perhitungan dengan membuat rata-rata luas penampang potongan dikalikan jarak atau interval
Pengukuran proporsi berdasarkan berat	Istilah "ton" berarti ton pendek yang terdiri dari 2.000 pon (907 kg) avoirdupois. Semua bahan yang diukur atau proporsional dengan bobot harus ditimbang pada skala yang akurat, disertifikasi secara independen oleh personel yang kompeten dan berkualifikasi di lokasi yang ditunjuk oleh Pejabat Pembuat Komitmen. Jika material dikirim dengan kereta api, berat mobil dapat diterima dengan ketentuan bahwa hanya berat material aktual yang dibayar. Truk yang digunakan untuk mengangkut material yang dibayar berdasarkan berat harus ditimbang kosong setiap hari dan setiap truk harus memiliki tanda identifikasi yang jelas terbaca.
Pengukuran berdasarkan volume	Bahan-bahan yang diukur berdasarkan volume pada kendaraan angkut harus diangkut dalam kendaraan yang disetujui dan diukur di tempat pengiriman. Kendaraan untuk tujuan ini dapat dari berbagai ukuran atau tipe yang dapat diterima untuk material yang diangkut, asalkan bodinya berbentuk sedemikian rupa sehingga isi sebenarnya dapat dengan mudah dan akurat ditentukan. Semua kendaraan harus dimuat setidaknya sampai kapasitas permukaan airnya, dan semua beban harus diratakan ketika kendaraan tiba di titik pengiriman.
Material Asphalt	Bahan aspal akan diukur dengan galon (liter) atau ton (kg). Ketika diukur dengan volume, volume tersebut akan diukur pada 60 ° F (16 ° C) atau

Terminologi	Uraian
	akan dikoreksi ke volume pada 60 ° F (16 ° C) menggunakan ASTM D1250 untuk aspal.
Semen	Semen dihitung berdasarkan ukuran berat ton (kg)
Struktur	Struktur diukur disesuaikan dengan kondisi di lapangan
Papan/Kayu	Papan/kayu diukur berdasarkan satuan kubik atau lembar atau batang
Pelat dan lembaran	Ketebalan pelat dan lembaran galvanis yang digunakan dalam pembuatan pipa logam bergelombang, gorong-gorong pipa logam dan lengkungan, dan cribbing logam akan ditentukan dan diukur dalam fraksi desimal inci.
Item Lainnya	Ketika barang-barang standar hasil pabrikan seperti pagar, kawat, pelat, bentuk gulungan, saluran pipa, dll., ditentukan berdasarkan satuan yang dikeluarkan oleh pabrik terkait misalnya unit, lembar, rol dll.
Timbangan	Timbangan harus diuji keakuratannya (dikalibrasi) dan diservis sebelum digunakan. Timbangan harus akurat dalam 0,5% dari berat yang benar di seluruh rentang penggunaan. Penyedia Jasa harus memeriksa timbangan di bawah pengawasan Pengawas Pekerjaan sebelum mulai bekerja.
Peralatan sewa	Penyewaan peralatan akan diukur berdasarkan waktu dalam jam yang meliputi jangka waktu kerja aktual dan waktu mobilisasi yang diperlukan

2.6-2 Lingkup pembayaran

Penyedia Jasa harus menerima kompensasi yang ditentukan dalam kontrak sebagai pembayaran penuh atas material terpasang yang memenuhi persyaratan.

2.6-3 Kompensasi untuk volume pekerjaan yang diubah

Ketika jumlah pekerjaan yang diterima berbeda dari jumlah dalam proposal dan perubahannya tertuang di dalam addendum pekerjaan, maka Penyedia Jasa dapat menerima pembayaran atas volume perubahan dalam addendum kontrak.

2.6-4 Pembayaran untuk bahan yang telah tersedia di lokasi

Pembayaran sebagian dapat dilakukan terhadap material yang sudah dikirim ke lokasi pekerjaan dan ditempatkan di lokasi yang telah disetujui serta material tersebut memenuhi kriteria dalam spesifikasi teknis dan diterima oleh Direksi Teknis.

Biaya pengiriman bahan yang disimpan atau ditimbun tersebut dapat dimasukkan dalam pembayaran parsial berikutnya setelah persyaratan berikut dipenuhi:

1. Materi telah disimpan atau tersimpan dengan cara yang dapat diterima oleh Pejabat Pembuat Komitmen atau di lokasi yang disetujui.
2. Penyedia Jasa telah melengkapi dengan bukti yang dapat diterima tentang kuantitas dan kualitas bahan yang disimpan atau ditimbun tersebut.
3. Penyedia Jasa telah melengkapi dengan bukti bahwa biaya material dan transportasi telah dibayarkan.
4. Penyedia Jasa telah memberikan hak hukum Pemilik (bebas dari hak gadai atau beban apa pun) untuk bahan yang disimpan atau ditimbun.
5. Penyedia Jasa telah memberikan bukti kepada Pemilik bahwa material yang disimpan atau ditimbun diasuransikan terhadap kehilangan karena kerusakan atau hilangnya material tersebut setiap saat sebelum digunakan dalam pekerjaan.

2.6-5 Garansi

1. Selain jaminan lain dalam kontrak ini, Penyedia Jasa menjamin bahwa pekerjaan yang dilakukan berdasarkan kontrak ini sesuai dengan persyaratan kontrak dan bebas dari segala cacat dalam peralatan, material, pengerjaan
2. Garansi ini akan berlanjut untuk jangka waktu satu tahun sejak tanggal penerimaan akhir pekerjaan, kecuali diatur lain di dalam kontrak.

REFERENSI

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 2.6

Bagian 3 – SITE WORK

Seksi 3.1 *Klasifikasi Pekerjaan Galian*

Semua material galian diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Galian batu/tanah keras

Galian batu terdiri dari penggalian batu-batu besar, lapisan batuan massif atau bahan konglomerat padat yang keras yang tidak memungkinkan digali tanpa peledakan (blasting), rockbreaker, jackhammer atau tanpa dengan alat bajak/alat garuk yang ditarik penggerak utama traktor (rippers). Semua batu dengan volume lebih besar dari 0,4 m³ diklasifikasikan ke dalam galian batu.

b. Galian tanah lunak, sampah, gambut dan tanah organik

Galian ini terdiri dari galian dan pembuangan tanah lunak, lumpur, sampah, gambut, tanah organik atau campuran tanah-tanah tersebut. Tanah tersebut merupakan bahan yang akan menghasilkan penurunan dan konsolidasi jika langsung ditimbun atau jika digunakan sebagai bahan timbunan.

c. Galian drainase

Galian drainase adalah galian yang pada umumnya ditujukan untuk membuat saluran drainase, bangunan inlet dan outlet baik yang bersifat permanen maupun sementara.

d. Galian di sumber material urugan

Galian pada sumber material yang telah disetujui untuk dijadikan bahan urugan. Ketersediaan material di lokasi sumber harus dipastikan lebih besar dari volume yang diperlukan. Sumber material dapat diambil dari dalam bandar udara maupun di luar bandar udara. Penggalian tanah di dalam bandar udara harus dibatasi sesuai elevasi yang disyaratkan.

e. Galian Obstacle

Kriteria galian obstacle tergantung dari bahan penyusun obstacle. Galian obstacle bisa berupa galian batu atau galian tanah keras dan juga bisa berupa galian tanah yang serupa dengan galian di sumber material urugan.

Seksi 3.2 Material Urugan

Material urugan pada runwaystrip diambil dari material setempat setelah galian material yang digunakan sebagai bahan urugan, dan spesifikasi yang dipakai bahan urugan adalah material yang memiliki sifat teknis yang layak dari segi daya dukung, penurunan dan stabilitas lereng. Persyaratan material urugan, namun tidak terbatas pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Tanah berpasir bercampur kerikil dan mengandung sedikit lanau atau lempung (sand and gravels with fine)
- b. Persentasi material halus yaitu yang lolos saringan No. 200 dibatasi maksimum 35%
- c. Diameter maksimum 100 mm
- d. Batas cair kurang dari 40% dengan Indeks Plastisitas kurang dari 4 - 10%

3.2- 1 Material yang harus dihindari untuk bahan urugan

Material yang harus dihindari untuk bahan urugan khususnya pada bahan badan runway, graded area runwaystrip, RESA, backfill retaining wall adalah sebagai berikut:

1. Material pasir halus homogen 100% atau material pasir yang apabila berada dibawah muka air tanah (kondisi jenuh) dapat mengalami likuefaksi pada saat terjadi gempa;
2. Material yang kandungan lempungnya dominan (> 35%);
3. Material yang tersusun dari bahan organik seperti tanah gambut;
4. Material dengan kembang-susut tinggi dengan ciri-ciri memiliki Indeks Plastisitas (IP) lebih dari 35% atau Liquid Limit (LL) lebih besar dari 40% dan/atau memiliki kandungan mineral dominan Na-Montmorillonite;

3.2- 2 Klasifikasi bahan urugan

Bahan urugan diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Urugan biasa

Urugan biasa yang selanjutnya disebut urugan adalah material yang memenuhi kriteria sebagaimana tersebut pada Paragraf 3.2-1.3 dan menghasilkan nilai CBR terendam berkisar antara 4 - 12% atau CBR pada kategori B, C dan D. Untuk design subgrade Bandara Manokwari nilai CBRnya minimal adalah di C

2. Urugan pilihan

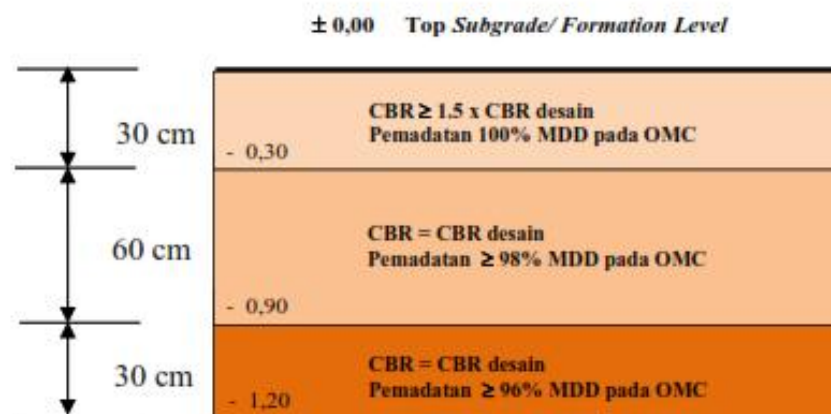
Urugan pilihan adalah material yang memenuhi kriteria sebagaimana tersebut pada buku ini dan menghasilkan nilai CBR terendam lebih besar dari 12% atau CBR pada kategori A.

3.2- 3 Penyiapan tanah dasar (Subgrade)

Tanah dasar (Subgrade) terdiri dari tiga kondisi yaitu bisa berupa tanah asli, urugan atau pada galian. Pada ketiga kondisi tersebut, lapisan tanah dasar harus disiapkan terlebih dahulu sebelum penghamparan Lapis Fondasi Bawah (Subbase). Bila tidak ditentukan lain, pada kondisi Subgrade pada tanah asli dan area galian, maka tanah tersebut harus digali sampai kedalaman tertentu (tergantung tipe pesawat yang akan dilayani) untuk kemudian diurug kembali lapis demi lapis dan dipadatkan hingga memenuhi kriteria kepadatan sebagaimana ketika subgrade merupakan urugan, yaitu sebagai berikut:

1. Subgrade untuk pesawat Code Letter C

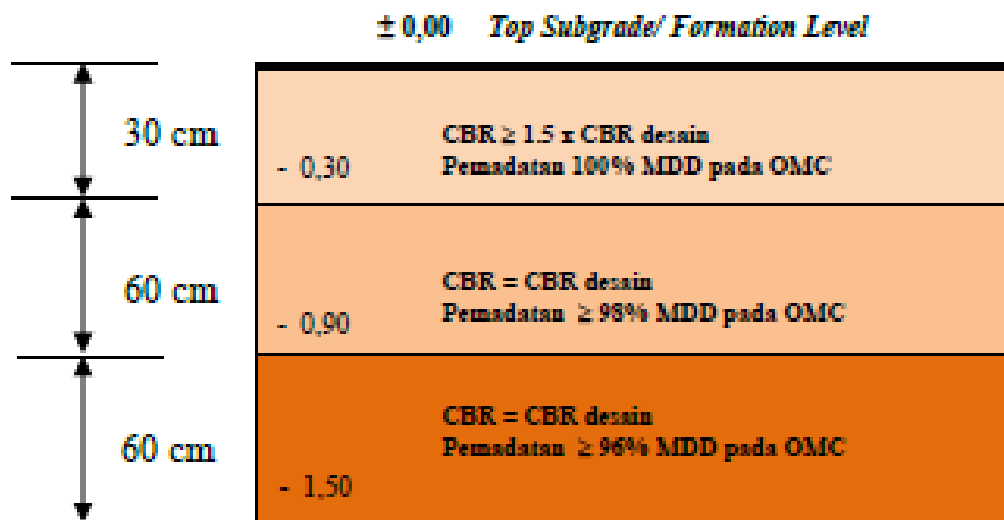
Tebal lapisan Subgrade yang harus disiapkan untuk perkerasan yang melayani pesawat code letter C adalah minimum kedalaman 120 cm dibawah permukaan Subgrade (formation level) dengan ketentuan pemadatan seperti pada Gambar di bawah.



Gambar 3.2.1 Kriteria Pemadatan Subgrade untuk Code Letter C

2. Subgrade untuk pesawat Code Letter D, E dan F

Tebal lapisan Subgrade yang harus disiapkan untuk perkerasan yang melayani pesawat code letter D, E dan F adalah minimum kedalaman 150 cm dibawah permukaan Subgrade (formation level) dengan ketentuan pemadatan sebagai berikut:



Gambar 3.2.2 Kriteria Pemadatan Subgrade untuk Code Letter D, E dan F

3.2- 4 Keseragaman Bahan dan Capaian Kekuatan Subgrade

Setebal 30 cm paling atas lapisan subgrade (improved subgrade), bahan dan kualitas pelaksanaan baik kepadatan maupun capaian CBR lapangan harus dibuat seragam.

Seksi 3.3 Metode Pelaksanaan

3.3-1 Umum

Sebelum pelaksanaan pekerjaan galian, pembentukan slope dan urugan terlebih dahulu harus dilakukan pembersihan atau pembersihan sekaligus penggusuran sesuai dengan Seksi 3.1 dalam Spesifikasi ini. Material yang memenuhi persyaratan sebagai urugan harus mendapat persetujuan Direksi Teknis. Material galian dari lokasi pekerjaan diangkat dan ditempatkan di area buangan yang telah direncanakan atau ditentukan. Elevasi dan kemiringan tanah pembuangan disesuaikan dengan perencanaan dan atau sesuai persetujuan Direksi Teknis.

Dalam hal Penyedia Jasa menemukan benda cagar budaya, artefak atau benda bersejarah lainnya pada saat pelaksanaan pekerjaan galian, maka untuk sementara waktu pekerjaan dihentikan. Atas penemuan tersebut Penyedia Jasa melaporkan kepada Direksi Teknis untuk dikoordinasikan dengan instansi terkait. Area diluar batas pekerjaan yang terdampak oleh pergerakan alat berat dan kendaraan operasional lainnya agar dikembalikan ke keadaan semula. Permukaan tanah yang terpadatkan agar digemburkan kembali hingga kedalaman

10 cm. Tumpahan batu atau pecahan batu yang lebih besar dari 10 cm dipermukaan tanah juga harus dibersihkan (dipindahkan).

Jika diperlukan pemutusan saluran permukaan, saluran bawah tanah, jalan atau utilitas atau struktur lain, maka Penyedia Jasa bertanggung jawab untuk menyediakan fasilitas pengalihan atau pengganti sementara. Penyedia Jasa juga bertanggung jawab apabila terdapat kerusakan pada fasilitas yang ada yang ditimbulkan selama pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

3.3-2 Galian

Galian baru dapat dilaksanakan setelah dilakukan pengukuran dan terdapat informasi yang lengkap tentang elevasi dan kemiringan areal yang akan digali. Semua area yang akan digali terlebih dahulu digusur lapisan tanah humusnya (top soil). Tanah humus hasil gusuran ditempatkan di area pembuangan yang telah ditentukan. Tanah humus hasil gusuran dapat digunakan kembali sebagai lapisan humus area strip dan pekerjaan landscaping.

1. Galian pembentukan permukaan

Ketika direncanakan akan dilakukan galian dalam rangka pembentukan permukaan, maka hasil galian harus dimanfaatkan kembali sebagai material urugan atau improved Subgrade. Jika dalam pelaksanaannya tidak memungkinkan untuk langsung digunakan sebagai material urugan, maka hasil galian ditempatkan di tempat penimbunan material (stockpile) untuk digunakan kembali dikemudian hari. Biaya pengangkutan dan penimbunan material galian di tempat penimbunan material (stockpile) menjadi item yang diperhitungkan dalam pembayaran.

2. Galian bawah permukaan

Batuan, clay shale, tanah keras, batuan lepas, bongkahan batu atau material yang tidak memenuhi persyaratan (gradasi) sebagai material Subgrade, shoulders atau strip harus digali dengan kedalaman minimum 30 cm di bawah Subgrade atau sampai kedalaman yang ditentukan dalam gambar kerja. Lumpur, tanah gambut, tanah organik atau tanah lunak lainnya yang tidak bisa dijadikan sebagai fondasi Subgrade harus digali sampai kedalaman yang di tunjukkan dalam gambar kerja.

3. Over-break

Over-break, seperti material longsor, adalah bagian dari material yang digali diluar pekerjaan yang telah dilaksanakan sesuai perencanaan. Material longsor harus dibersihkan dan dipindahkan oleh Penyedia Jasa. Volume

pekerjaan over-break yang terjadi karena kelalaian Penyedia Jasa menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

Over-break yang tidak dapat dihindari dapat dihitung dan termasuk item pekerjaan yang dibayarkan.

4. Pembongkaran utilitas lainnya

Pembongkaran struktur dan utilitas eksisting dilaksanakan karena menjadi prasyarat terlaksananya item pekerjaan yang lainnya. Fondasi digali sampai kedalaman paling kurang 60 cm di bawah formation level atau sesuai dengan kedalaman yang direncanakan atau ditunjukkan dalam gambar. Lubang bekas galian diurug kembali dengan material yang memenuhi persyaratan dan dipadatkan.

3.3-3 Penggalian di Borrow Area

Galian di borrow area tidak diperhitungkan di dalam item pekerjaan galian yang akan dibayarkan. Untuk borrow area didalam area bandar udara adalah lokasi yang telah ditentukan oleh Direksi Teknis atau ditunjukkan dalam gambar kerja. Penggalian dilaksanakan sesuai dengan elevasi yang telah ditetapkan atau yang diarahkan oleh Direksi Teknis. Material yang tidak memenuhi spesifikasi agar dipindahkan dan ditempatkan di lokasi buangan yang telah ditetapkan.

3.3-4 Galian Drainase

Galian drainase terdiri dari galian parit drainase, bangunan inlet dan outlet seperti yang ditunjukkan di dalam gambar kerja. Pekerjaan ini dilaksanakan berurutan sesuai dengan tahapan konstruksi lainnya. Material galian yang memenuhi persyaratan agar dimanfaatkan sebagai urugan dan material yang tidak dapat dimanfaatkan agar ditempatkan di tempat buangan yang telah ditetapkan (disposal area).

3.3-5 Penyiapan area galian untuk perkerasan

Pada area dimana Subbase atau Base course akan dihampar, Subgrade berupa tanah asli dikupas dan dipadatkan kembali sesuai dengan ketentuan Paragraf 3.2-3 untuk tanah non kohesif (tanah dengan $PI < 3$). Untuk tanah kohesif pemadatan dilakukan sesuai dengan desain.

3.3-6 Penyiapan area timbunan

Sebelum dilakukan penimbunan atau pengurugan, area yang akan diurug agar dibersihkan terlebih dahulu. Setelah dibersihkan dilakukan penggusuran lapis permukaan atau tanah humus setebal minimum 15 cm. Kecuali untuk penimbunan yang relatif dalam, timbunan lebih dari 1,5 m di luar perkerasan, atau area lain yang dalam desain tidak diperlukan penggusuran lapisan humus.

3.3-7 Control strip

Setelah setengah hari pertama pelaksanaan penimbunan tanah, pekerjaan tersebut dianggap sebagai control strip. Penyedia Jasa harus menunjukkan kepada

Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis bahwa material, peralatan dan proses konstruksi memenuhi persyaratan dalam spesifikasi, serta jumlah lintasan untuk menghasilkan kepadatan yang ditentukan.

Ketebalan padat maksimum untuk satu lapis penghamparan adalah 25 cm untuk pemadatan secara konvensional menggunakan alat pemadat Roller. Adapun untuk alat pemadat khusus misalnya Dynamic Compaction, Rapid Impuls Compaction atau yang lainnya, tebal padat sesuai hasil Trial Compaction di lapangan. Control strip yang tidak memenuhi persyaratan spesifikasi harus dikerjakan ulang, dipadatkan kembali dan diuji ulang.

3.3-8 Tebal penghamparan urugan

Material urugan dihampar dengan tebal padat minimum 15 cm dan tidak boleh lebih dari 25 cm. Pengecualian untuk pemadatan dengan alat khusus seperti Dynamic Compaction, Rapid Impuls Compaction dll, tebal padat disesuaikan dengan tebal desain dan Trial Compaction di lapangan.

Ketika penghamparan lebih dari satu layer, maka penghamparan berikutnya dapat dilanjutkan ketika layer dibawahnya memenuhi persyaratan kualitas material dan persyaratan kepadatan. Penyedia Jasa bertanggung jawab atas penggantian material dan pemadatan ulang lapisan yang tidak memenuhi persyaratan.

Pekerjaan tanah harus dihentikan sementara waktu pada saat hujan atau kondisi cuaca yang tidak memungkinkan menghasilkan kualitas sesuai spesifikasi. Penyedia Jasa harus membuat slope, saluran sementara atau sodetan ketika terjadi hujan.

Batasan kadar air saat operasi pemadatan adalah $\pm 2\%$ dari optimum moisture content. Penyedia Jasa melakukan upaya untuk mengontrol kadar air seperti dengan menambahkan air (penyiraman), diangin-anginkan atau dengan pencampuran

material basah dan material kering atau dengan rekayasa lain yang dipandang lebih optimal.

Penyedia Jasa harus melakukan koreksi dan penyesuaian yang diperlukan dalam metode, bahan atau kadar air untuk mencapai kepadatan timbunan yang ditentukan.

Pengujian kepadatan laboratorium dilakukan dengan pengujian Proctor atau modified Proctor dengan mengacu pada ASTM D698 (pesawat dengan berat kurang dari 60.000 lbs/27.200 kg) dan D 1557 (pesawat dengan berat lebih dari 60.1 lbs/ 27.200 kg).

Pengujian proctor dilakukan terhadap semua jenis tanah yang dibagi berdasarkan pengamatan secara visual. Pengujian dilakukan oleh atau atas pengawasan Ahli Geoteknik.

Jika material tertahan saringan 3/4-inci (19,0 mm) lebih dari 30%, koreksi kepadatan kering maksimum ditentukan berdasarkan AASHTO T-180 Annex Correction of maximum dry density and optimum moisture for oversized particles. Operasi pemadatan harus dilakukan hingga mencapai kepadatan yang disyaratkan sebagaimana terantum dalam Paragraf 3.3-6.

Semua area diluar perkerasan, pemadatan tidak dilakukan pada ketebalan 10 cm dari permukaan untuk disiapkan sebagai tempat penanaman rumput atau sodding. Batu, fragmen pecahan beton atau aspal dengan diameter lebih besar dari 10 cm tidak diperkenankan berada dipermukaan Subgrade sampai kedalaman 30 cm dari permukaan.

Ketika material galian berupa bongkahan batu yang tidak memungkinkan untuk dihampar dengan tebal yang disyaratkan tanpa dihancurkan terlebih dahulu, penempatannya dapat dilakukan dengan batasan tebal layer maksimum

60 cm. Namun, urugan batu tersebut tidak diperkenankan pada jarak 1.2 m dibawah finished Subgrade.

Pengujian kepadatan lapangan maupun CBR lapangan untuk mengontrol kualitas pemadatan dilakukan minimum 1 titik setiap 1.000 m² setiap lapisan. Untuk urugan di luar area selain lapisan subgrade pengujian lapangan hanya dilakukan dengan uji kepadatan.

3.3-9 Proof rolling

Tujuan dari proof rolling pada Subgrade adalah untuk mengetahui dan mengidentifikasi lokasi weak area dan tingkat keseragaman pemadatan, bukan untuk pemadatan. Sebelum memulai penimbunan dan setelah dilakukan penimbunan,

permukaan Subgrade harus dilakukan pengujian proof rolling dengan truk bobot 20 ton (18.1 metric ton) Tandem axle Dual Wheel Dump truck yang dimuati tanah, pasir atau batu dengan batasan standar tekanan roda 80/100/150 psi (0.551 MPa/0.689 MPa/1.034 MPa).

Area Subgrade yang mengalami penurunan atau deformasi lebih dari 25 mm harus dibongkar dan diurug kembali dengan material yang sesuai dan dilakukan pemadatan ulang hingga tidak terjadi deformasi.

3.3-10 Persyaratan pemadatan

Ketentuan pemadatan Subgrade mengacu pada Paragraf 3.2-3 dan pengujian hasil pemadatan mengacu pada Paragraf 3.3-8.

3.3-11 Finishing dan perlindungan subgrade

Grading atau pembentukan permukaan dan pemadatan Subgrade harus dilakukan sehingga mudah mengering ketika terjadi hujan. Semua bekas roda atau area tambalan pada cekungan, lubang atau area timbunan tambahan harus dipadatkan dan diuji ulang. Penyedia Jasa harus melindungi tanah dasar yang telah disiapkan dari kerusakan dan membatasi pengangkutan (lalu lintas) di atas tanah dasar.

3.3-12 Haul

Kerusakan akibat pengangkutan peralatan yang melewati Subgrade menjadi tanggung jawab Penyedia jasa untuk memperbaiki. Biaya yang timbul akibat perbaikan kerusakan pada saat proses hauling peralatan menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

3.3-13 Batas toleransi permukaan

Permukaan urugan, galian atau tanah asli yang nantinya akan dihampar lapisan subbase, harus memenuhi persyaratan smoothness dan grade. Ketika dilakukan penggusuran untuk penyesuaian, maka kedalaman penggusuran minimum 75 mm dan selanjutnya diurug dan dipadatkan kembali. Persyaratan smoothness dan grade adalah sebagai berikut:

1. Smoothness

Permukaan akhir harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari ± 12 mm dari mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di atas permukaan tanah dan dipindahkan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan.

Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar straight edge pada jarak 1,5 m dalam grid area 15 m x 15 m.

2. Grade

Level akhir permukaan Subbase tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.

Pada area diluar perkerasan, grade dibatasi 30 mm dari elevasi yang ditentukan. Jika terjadi deviasi maka dilakukan penyesuaian dengan urugan levelling maupun pemotongan atau penggusuran.

PENGUKURAN

3.3-14 Pengukuran

Kuantitas pekerjaan galian, urugan dan penyiapan tanah dasar yang akan dibayar sesuai dengan Spesifikasi ini harus diukur dalam satuan meter kubik (m³). Pengukuran dilakukan pada posisi akhir terhadap area yang telah diterima dan dinyatakan memenuhi semua persyaratan oleh Pengawas Pekerjaan.

Galian atau urugan yang dilakukan diluar pekerjaan yang ditentukan atau diluar lokasi yang telah ditetapkan, tidak dihitung sebagai item yang dibayar.

PEMBAYARAN

3.3-15 Pembayaran

Galian, urugan dan penyiapan tanah dasar dibayar berdasarkan kontrak harga satuan dalam satuan pengukuran meter kubik. Harga dan pembayaran telah termasuk kompensasi penuh untuk seluruh pekerja, bahan, peralatan dan biaya tambahan lainnya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang memenuhi persyaratan, seperti yang diuraikan dalam Spesifikasi ini.

REFRENSI

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)

AASHTO T-180 Standard Method of Test for Moisture-Density Relations of
Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18- in.)
Drop

ASTM International (ASTM)

ASTM D698	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft ³ (600 kN-m/m ³))
ASTM D1556	Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
ASTM D1557	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2700 kN-m/m ³))
ASTM D6938	Standard Test Methods for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10	Standards for Specifying Construction of Airports
AC 150/5370-2	Operational Safety on Airports During Construction Software Software FAARFIELD – FAA Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design

U.S. Department of Transportation

FAA RD-76-66	Design and Construction of Airport Pavements on Expansive Soils
--------------	---

Kementerian PUPR

Spesifikasi Umum 2018 Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 3.3

Seksi 3.4 Stabilisasi Tanah Dasar (Subgrade) dengan Semen atau Stabilizer Kimia Lainnya

LINGKUP PEKERJAAN

- 3.4-1** Bagian ini digunakan untuk memodifikasi tanah dasar yang membutuhkan peningkatan ke tingkat tertentu. Pekerjaan ini terdiri dari pencampuran tanah dengan material semen atau stabilizer lainnya dan air yang dihampar sesuai dengan ketebalan dan kepadatan yang direncanakan. Stabilisasi dengan semen dimaksudkan untuk menurunkan nilai batas cair dan indeks plastisitas pada tanah kohesif dan menurunkan permeabilitas pada tanah granular. Penambahan semen berkisar antara 3 - 5% dan untuk bahan stabilizer kimia lainnya menyesuaikan dengan desain atau takaran yang ditetapkan oleh pabrik pembuat bahan.

MATERIAL

3.4-2.1 Bahan Stabilizer

Semen yang digunakan harus memenuhi persyaratan ASTM C150, Tipe I, IA, II, atau IIA atau ASTM C595, Tipe IS, IL, IP, atau IS(A). Bahan kimia yang akan digunakan sebagai stabilizer pengganti semen harus memenuhi persyaratan yang direncanakan. Bilamana tidak ditentukan dalam perencanaan, bahan stabilizer harus memenuhi persyaratan ASTM D4609.

3.4-2.2 Air

Air yang digunakan untuk pencampuran adalah air bersih layak minum dan harus diuji dengan ASTM C1602 sebelum digunakan.

3.4-2.3 Tanah

Tanah yang akan distabilisasi harus terbebas dari akar tumbuhan, bahan organik, batu atau kerikil dengan diameter lebih dari 6 cm dengan kandungan sulfat kurang dari 0,3%.

KOMPOSISI

3.4-3.1 Campuran Tanah-Semen/bahan kimia

Bilamana persentase semen tidak ditentukan secara terperinci di dalam perencanaan, semen dicampur dengan tanah dengan takaran 3 s.d 5 % dari berat kering tanah. Adapun bahan kimia, tergantung dari takaran yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat yang ditentukan berdasarkan karakteristik fisik dan mekanik tanah.

3.4-3.2 Toleransi

Pada pemadatan akhir, kadar semen dan air dalam stabilisasi tanah harus sesuai dengan batas toleransi sebagaimana ditampilkan dalam Tabel 3.4.1. Adapun bahan kimia lainnya sesuai dengan rekomendasi pabrik pembuat.

Tabel 3.4.1 Batas Toleransi Kadar Semen dan Air

Material	Target	Toleransi	Spesifikasi
Semen	3 - 5%	0 – (+/-1%)	% Total Material Kering
Kadar Air	Optimal +2%	0 - (+/-1%)	ASTM D1557

BATASAN CUACA

3.4-4 Batasan Cuaca

Subgrade yang telah distabilisasi dengan semen atau bahan kimia lainnya tidak diperkenankan untuk dihampar dan dilaksanakan ketika faktor cuaca dapat mempengaruhi capaian kualitas yang dipersyaratkan. Dilarang mengaplikasikan semen atau bahan kimia lainnya pada kondisi yang terlalu berangin yang dapat berdampak kurang baik terhadap lingkungan.

Bilamana hujan turun secara tiba-tiba saat penyebaran bahan semen atau bahan kimia lainnya sedang dilaksanakan, maka penyebaran tersebut harus segera dihentikan seketika dan bahan stabilisasi yang telah terlanjur disebar cepat-cepat diaduk dengan tanah campurannya dan diikuti dengan pemadatan yang cepat guna mengurangi risiko kerusakan yang ditimbulkan oleh air hujan.

PERALATAN

3.4-5 Peralatan

Semua peralatan yang dibutuhkan untuk proses pembajakan, pencampuran, penghamparan, pemadatan, dll harus atas persetujuan Pengawas Pekerjaan dan

Direksi Teknis sebelum digunakan. Peralatan yang umum digunakan (namun tidak terbatas pada):

1. Alat penggaruk ringan untuk peralatan pertanian, luku piringan untuk peralatan piringan dan motor graders;
2. Truk penebar bahan stabilizer;
3. Rotavator “ringan” yang mesinnya kurang dari 100 PK;
4. Rotavator “berat” atau Pulvimixers yang mesinnya lebih dari 100 PK untuk menghaluskan tanah;
5. Mesin khusus terintegrasi untuk stabilisasi tanah sekali lintas (single-pass soil stabilization machine) dengan mesin biasanya lebih dari 100 PK. Alat ini berupa depth treated machine;
6. Alat pemadat roller.

METODE KONSTRUKSI

3.4-6.1 Umum

Spesifikasi ini bertujuan untuk menyiapkan tanah dasar yang terdiri dari campuran tanah dan semen atau bahan stabilizer kimia lainnya dengan komposisi dan kekuatan campuran seragam dan terbebas dari bahan lepas dan segregasi. Tanah dasar harus memiliki kepadatan dan kadar air yang seragam, tercampur dengan baik pada kedalaman penuh sesuai yang direncanakan dan menghasilkan permukaan yang rata dan memenuhi persyaratan untuk menopang lapisan di atasnya. Penyedia Jasa bertanggung jawab penuh untuk menghasilkan pekerjaan yang memenuhi persyaratan tersebut.

Sebelum proses stabilisasi tanah dasar dimulai, area yang akan distabilisasi disiapkan dengan mengacu pada Seksi dalam Spesifikasi ini.

Rotavator atau mesin pengaduk tanah dasar dengan bahan stabilizer harus mampu melakukan pemotongan, penghancuran, dan pengadukan material secara merata (seragam) hingga kedalaman dan lebar yang ditentukan.

3.4-6.2 Aplikasi

Bahan stabilisasi harus disebar hanya pada area di mana operasi pencampuran awal dan pemadatan dapat diselesaikan pada hari yang sama. Bahan stabilisasi tidak boleh diaplikasikan pada kondisi berangin yang mungkin dapat mengganggu hasil pelaksanaan. Motor Grader tidak boleh digunakan untuk menyebarkan semen. Air

yang cukup boleh ditambahkan ke dalam campuran bahan stabilisasi-tanah untuk menjaga kandungan air yang tepat.

3.4-6.3 Prosedur Pencampuran

Tanah dasar dengan lebar dan kedalaman yang telah ditentukan, harus dicampur dengan bahan stabilisasi menggunakan peralatan yang telah disetujui oleh Direksi Teknis. Bahan stabilisasi tidak boleh dibiarkan terbuka lebih dari 1 jam setelah didistribusikan ke permukaan tanah dasar, kecuali ditentukan lain oleh pabrik pembuat bahan stabilisasi. Pencampuran dan penghancuran dilakukan hingga campuran tanah dan bahan stabilisasi tidak mengandung gumpalan lebih besar 3,5 cm. Kelembaban akhir (kadar air) dari campuran harus diukur oleh Penyedia Jasa segera sebelum pemadatan sesuai dengan ASTM D2216 atau ASTM D4959.

3.4-6.4 Control Strip

Setelah setengah hari pertama pelaksanaan pencampuran dan pemadatan tanah dasar dengan bahan stabilizer, hasil pekerjaan tersebut dianggap sebagai control strip. Penyedia Jasa harus menunjukkan kepada Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis bahwa material, peralatan dan proses konstruksi memenuhi persyaratan dalam spesifikasi, serta jumlah lintasan untuk menghasilkan kepadatan yang ditentukan.

3.4-6.5 Pemeriksaan Pelaksanaan dan Kedalaman

Jumlah bahan stabilisasi yang dicampurkan dengan tanah harus dimonitor oleh Penyedia Jasa dan Pengawas Pekerjaan untuk memastikan jumlah bahan yang tercampur tidak kurang atau lebih dari yang disyaratkan dalam rancangan campuran. Kedalaman dari stabilisasi harus diukur oleh Penyedia Jasa tidak kurang dari 2 kali pengujian per hari. Pengujian harus disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Pengukuran harus dilakukan dalam lubang uji yang digali untuk menunjukkan kedalaman penuh dari pencampuran.

3.4-6.6 Pelaksanaan Pemadatan

Operasi pemadatan harus selesai dilakukan antara 2 jam setelah pencampuran. Selama pemadatan kadar air harus memenuhi kriteria pada Paragraf 3.4-3.2. Pemadatan harus menghasilkan rasio kepadatan lapangan dengan kepadatan

sebagaimana diatur di dalam Paragraf 3.4-6.10. Jika kepadatan tidak tercapai maka dilakukan proses pencampuran, penghamparan dan pemadatan ulang.

3.4-6.7 Finishing dan Perawatan

Setelah operasi pemadatan terakhir selesai, harus dilakukan penyesuaian smoothness dan grade sesuai dengan tipikal potongan (typical sections) yang di tunjukkan dalam gambar kerja. Bagian Subgrade yang sudah selesai distabilisasi harus dilindungi dari peralatan kerja atau alat angkut untuk mencegah kerusakan, cacat permanen, atau merusak pekerjaan yang sudah selesai.

Selambatnya 24 jam setelah finishing akhir selesai, permukaan harus dirawat (cured). Perawatan dilakukan dengan pemasangan membrane tipis (curing membrane) di atas permukaan yang dilakukan selama minimum 7 hari dan permukaan akhir tidak boleh dibiarkan terbuka lebih dari 14 hari. Curing membrane untuk pemeliharaan dapat berupa:

1. Lembaran plastik (Geotekstil) kedap air yang telah disetujui, dikaitkan secukupnya supaya tidak terlepas atau tertiuap angin. Sambungan dibuat tumpang tindih minimum 30 cm dan dipasang untuk menjaga kehilangan air;
2. Membran cair yang memenuhi persyaratan ASTM C309-11;
3. Pengabutan air (fog-Type water spray);
4. Bahan lain yang terbukti efektif selama percobaan awal dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

3.4-6.8 Pemeliharaan

Penyedia Jasa bertanggung jawab atas pemeliharaan dan pengamanan lapisan Subgrade yang telah distabilisasi. Lapisan Subgrade tidak boleh dilalui oleh operasional kendaraan ataupun alat berat. Bila diperlukan, dibuat pengalihan atau pemisahan (detour) yang memadai. Apabila terjadi kerusakan selama masa pekerjaan akibat kelalaian dalam pemeliharaan dan pengamanan, maka Penyedia Jasa wajib melakukan perbaikan atas biaya Penyedia Jasa.

3.4-6.9 Toleransi Permukaan

Areal yang tidak memenuhi ketentuan smoothness dan grade agar dilakukan perbaikan dan penyesuaian dengan levelling ataupun penggusuran atas biaya Penyedia Jasa. Ketika dilakukan penggusuran maka kedalaman penggusuran

minimum 75 mm, dan selanjutnya dilakukan pembentukan permukaan dan pemadatan kembali.

1. Smoothness

Permukaan akhir Subgrade harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan Subbase secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar straight edge pada jarak 1,5 m dalam grid area 15 m kali 15 m.

2. Grade

Level akhir permukaan Subgrade tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.

3.4-6.10 Pengujian dan Kriteria Penerimaan

Penerimaan hasil pekerjaan stabilisasi tanah dasar berdasarkan data pengujian yang dilakukan setiap 750 m² dan dilakukan tidak kurang dari 4 (empat) pengujian setiap hari produksi. Lokasi pengambilan sampel ditentukan secara random (acak) mengacu pada ASTM D3665.

1. Persyaratan Kepadatan

Pemadatan lapangan harus menghasilkan rasio kepadatan lapangan dengan kepadatan maksimum laboratorium yang diambil dari sampel yang terpasang di lapangan minimum 98%. Kepadatan maksimum laboratorium merupakan maximum dry density yang dicapai pada saat kadar air optimum (optimum moisture content).

2. Pengujian kepadatan lapangan dilakukan dengan mengacu pada ASTM D1556
Ketika persyaratan kepadatan tidak tercapai, maka dilakukan pencampuran, penghamparan dan pemadatan ulang hingga tercapai persyaratan kepadatan.

3. Persyaratan Ketebalan

Toleransi ketebalan yang disyaratkan adalah +0 dan -12 mm dari yang ditentukan dalam gambar kerja. Pengukuran ketebalan dilakukan dengan melakukan test pit pada interval 50 m. Ketika persyaratan ketebalan tidak tercapai atau terdapat defisiensi lebih besar dari 12 mm, maka Penyedia Jasa wajib melakukan penyesuaian dengan biaya Penyedia Jasa.

3.4-6.11 Handing dan Safety

Penyedia Jasa harus menjamin penggunaan bahan stabilisasi semen atau bahan kimia lainnya tidak mengganggu, membahayakan fisik seperti kulit maupun mata saat mobilisasi dan proses pencampuran di lapangan.

METODE PENGUKURAN

3.4-7 Pengukuran

Kuantitas pekerjaan stabilisasi tanah dasar menggunakan bahan stabilisasi semen atau bahan kimia lainnya yang diukur untuk pembayaran adalah jumlah meter kubik (m³) pekerjaan yang telah dilaksanakan dan dinyatakan memenuhi semua persyaratan. Kuantitas pekerjaan yang akan dibayar dihitung dari perkalian panjang ruas yang diukur, lebar yang diterima dan tebal rata-rata yang diterima. Kuantitas bahan stabilisasi yang digunakan untuk stabilisasi tidak dihitung terpisah dan harus sudah termasuk dalam bahan-bahan yang digunakan untuk stabilisasi.

PEMBAYARAN

3.4-8 Pembayaran

Pembayaran pekerjaan stabilisasi tanah dasar menggunakan bahan stabilisasi semen atau bahan kimia lainnya akan dibayar berdasarkan kontrak harga satuan dengan kuantitas dalam satuan meter kubik (m³) pekerjaan yang telah dinyatakan memenuhi semua persyaratan dalam Spesifikasi ini. Harga yang dibayarkan harus sudah termasuk kompensasi terhadap bahan, peralatan, tenaga, alat bantu serta biaya yang dimungkinkan dikeluarkan saat pelaksanaan untuk menghasilkan pekerjaan sesuai spesifikasi teknis ini.

REFRENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM C150 Standard Specification for *Portland Cement*

ASTM C595 Standard Specification for *Blended hydraulic cements*

ASTM C1602 Standard Specification for *Mixing Water Used in the*

Production of Hydraulic *Cement* Concrete

ASTM D558	Standard Test Methods for Moisture- <i>Density</i> (Unit Weight) Relations of Soil- <i>Cement</i> Mixtures
ASTM D1556	Standard Test Method for <i>Density</i> and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
ASTM D1557	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft- lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³))
ASTM D1663	Standard Test Methods for <i>Compressive strength</i> of <i>Molded</i> Soil- <i>Cement</i> Cylinders
ASTM D2216	Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Soil and Rock by Mass
ASTM D2487	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
ASTM D4318	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils
ASTM D4959	Standard Test Method for Determination of Water Content of Soil by Direct Heating
ASTM D6938	Standard Test Methods for In-Place <i>Density</i> and Water Content of Soil and Soil-Agregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)
ASTM D4609	Standard Guide for Evaluating Effectiveness of Chemicals for Soil Stabilization

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10	Standards for Specifying Construction of Airports
----------------	---

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 3.4

Bagian 4 – LAPIS FONDASI BAWAH DAN ATAS

Seksi 4.1 *Lapis Fondasi Bawah (Subbase Course)*

LINGKUP PEKERJAAN

- 4.1-1** Bagian ini terdiri dari pekerjaan lapis fondasi bawah (Subbase course). Lapis fondasi bawah yang selanjutnya disebut Subbase terdiri dari bahan granular yang ditempatkan di atas tanah dasar yang telah disiapkan sesuai dengan spesifikasi. Penempatan material Subbase sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar kerja atau atas petunjuk Direksi Teknis dan ditempatkan sesuai dengan dimensi dan kemiringan rencana.

MATERIAL

4.1-2 **Material**

Material Subbase terdiri dari partikel atau batu pecah dan dapat juga berupa bahan daur ulang aspal (recycled asphalt pavement) dan/atau slab beton (recycled concrete pavement). Bahan dapat diperoleh dari area galian, timbunan, atau dapat diproduksi dari pabrik penghancuran dan penyaringan dengan campuran yang tepat sesuai gradasi yang disyaratkan. Bahan dari sumber-sumber tersebut harus memenuhi persyaratan gradasi sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.1.1, kualitas, dan konsistensi bahan tersebut harus:

1. bebas dari bahan vegetatif, tanah liat yang berlebihan, dan zat-zat lain yang dapat menurunkan kinerja kekuatan dan ketahanan lapisan Subbase;
2. dicampur secara seragam; dan
3. mampu dipadatkan menjadi Subbase yang padat dan stabil.

Tabel 4.1.1 Gradasi Material Subbase

Ukuran saringan	Persentase Berat Lolos Saringan	Toleransi Gradasi Pelaksanaan di Lapangan (Persen)
	<i>Subbase Agregate</i>	
3 inci (75 mm)	100	0
1 1/2 inci (37,5 mm)	-	0
3/4 inci (19,0 mm)	70 – 100	±10
No. 10 (2,00 mm)	20 - 100	±10
No. 40 (425 µm)	5 - 60	±5
No. 200 (75 µm)	0 - 15	±5
Tebal padat (cm)	10 - 15	

Bahan yang lolos ayakan No. 40 (425 µm) harus memiliki batas cair (liquid limit, LL) maksimum 25 dan indeks plastisitas (IP) maksimum 6 saat diuji sesuai dengan ASTM D 4318. Selain persyaratan gradasi, bahan Subbase harus mencapai nilai California Bearing Ratio (CBR) terendam saat diuji dengan ASTM D1883 minimum 20% untuk perkerasan bandar udara yang direncanakan dengan pesawat kritis berat kurang dari 60.1 lbs (27.200 kg) dan 30% untuk perkerasan yang direncanakan dengan pesawat kritis berat lebih dari 60.000 lbs (27.200 kg).

4.1-3 Sampel dan Pengujian

1. Agregat

Penyedia Jasa melakukan pengujian awal untuk mengetahui kualitas dan gradasi agregat. Pengambilan sampel untuk pengujian awal dilakukan dengan mengacu pada ASTM D75 yang pelaksanaannya atas pengawasan Pengawas Pekerjaan. Jumlah pengujian harus mewakili volume pekerjaan.

Agregat Subbase harus memenuhi persyaratan sebagaimana Paragraf 4.1-2. Penyedia Jasa harus melaporkan dan mengajukan persetujuan agregat yang akan digunakan kepada Direksi Teknis.

2. Gradasi

Penyedia Jasa harus mengambil setidaknya satu sampel agregat Subbase per hari untuk memeriksa gradasi akhir. Sampel harus diambil dari bahan langsung di lokasi pekerjaan sebelum dihampar dan dipadatkan. Lokasi pengambilan sampel ditentukan secara acak mengacu pada ASTM D3665. Pengambilan sampel mengacu pada ASTM D75 dan diuji sesuai ASTM C136 dan ASTM C117. Hasil pengujian menjadi bagian dari Laporan Quality control yang dilaporkan kepada Direksi Teknis. Bahan harus memenuhi persyaratan dalam Paragraf 4.1-2

METODE KONSTRUKSI

4.1-4 Umum

Subbase dihampar ditempat yang telah ditentukan atau ditunjukkan dalam gambar kerja. Material Subbase harus memenuhi kriteria yang dipersyaratkan.

Material Subbase yang karena bentuk dan ukuran butir tidak cukup stabil untuk mendukung peralatan konstruksi harus dimodifikasi secara mekanis sampai kedalaman yang dibutuhkan. Penambahan material halus terhadap granular Subbase diperlukan untuk mengikat agregat saat perkerasan menerima beban lalu lintas pesawat.

4.1-5 Penyiapan lapis tanah dasar

Sebelum konstruksi Subbase, lapisan tanah dasar (Subgrade) dibersihkan terlebih dahulu dan dipastikan memenuhi kriteria sebagai Subgrade sebagaimana diatur di dalam Seksi clearing and grubbing. Untuk Subgrade berupa cohesionless soil seperti pasir halus atau kerikil seperti yang didefinisikan dalam ASTM D2487, maka perlu dilakukan stabilisasi agar lapisan Subbase dapat dihampar dan dipadatkan sesuai persyaratan.

4.1-6 Control Strip

Setelah setengah hari pertama pelaksanaan penghamparan dan pemadatan Subbase, hasil pekerjaan tersebut dianggap sebagai control strip. Penyedia Jasa harus

menunjukkan kepada Direksi Teknis bahwa material, peralatan dan proses konstruksi serta jumlah lintasan untuk menghasailkan kepadatan dan CBR yang ditentukan, memenuhi persyaratan dalam spesifikasi.

4.1-7 Penghamparan

Material ditempatkan dan dihamparkan diatas Subgrade yang telah dinyatakan memenuhi persyaratan kualitas material, kerataan permukaan, kepadatan, CBR lapangan dan ketebalan. Penghamparan dilakukan dengan peralatan yang menghasilkan tebal dan lebar penghamparan yang seragam. Penghamparan tidak boleh dilanjutkan pada area yang lunak atau terdapat deformasi.

Tebal padat Subbase untuk satu lapis pemadatan dibatasi minimum 10 cm dan tidak boleh melebihi 15 cm.

Ketika penghamparan lebih dari satu lapis, maka penghamparan berikutnya dapat dilanjutkan ketika lapis dibawahnya memenuhi persyaratan kualitas material, persyaratan kepadatan dan CBR. Penyedia Jasa bertanggung jawab atas penggantian material dan pemadatan ulang lapisan yang tidak memenuhi persyaratan.

4.1-8 Pemadatan CBR

Pemadatan dilakukan ketika kadar air $\pm 2\%$ dari kadar air optimum (optimum moisture content). Pemadatan harus dilaksanakan hingga memenuhi persyaratan sebagaimana yang ditentukan dalam Paragraf 4.2-13.

Jika persyaratan kepadatan dan CBR lapangan tidak tercapai maka dilakukan pemadatan ulang dan bila diperlukan dengan penggantian material sampai kepadatan dan CBR yang disyaratkan dapat terpenuhi.

4.1-9 Batasan Cuaca

Pelaksanaan pekerjaan Subbase tidak boleh dilakukan ketika lapisan dibawahnya (Subgrade) dalam kondisi basah, tidak padat dan tergenang air.

4.1-10 Pemeliharaan

Tidak diperkenankan melanjutkan penghamparan lapisan di atas Subbase, sebelum lapisan Subbase diperiksa dan diverifikasi kesesuaian hasil pekerjaan dengan spesifikasi oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Ketika lapisan

Subbase dalam kondisi basah, terendam air atau dilintasi kendaraan maka harus diverifikasi ulang dan bila ditemukan adanya kerusakan atau penurunan kualitas

akibat kondisi tersebut atau oleh hal karena kelalaian Penyedia Jasa, maka Penyedia Jasa bertanggungjawab untuk memperbaiki kembali atas biaya Penyedia Jasa dan tidak termasuk item pekerjaan tambahan yang dibayarkan.

4.1-11 Toleransi

Area Subbase yang tidak memenuhi ketentuan smoothness dan grade agar dilakukan perbaikan dan penyesuaian dengan levelling ataupun penggusuran atas biaya Penyedia Jasa.

Ketika dilakukan penggusuran maka kedalaman penggusuran minimum 75 mm, dan selanjutnya dilakukan pembentukan permukaan dan pemadatan kembali.

1. Smoothness

Permukaan akhir Subbase harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan Subbase secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar straight edge pada jarak 1,5 m dalam grid area 15 m kali 15 m.

2. Grade

Level akhir permukaan Subbase tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.

4.1-12 Pengujian dan Kriteria Penerimaan

Lapisan Subbase harus memenuhi kriteria kepadatan, CBR dan ketebalan lapisan. Pengujian ketiga parameter tersebut dilakukan minimum satu pengujian disetiap 1.000 m² pada setiap lapis padat Subbase. Penentuan titik pengujian dilakukan secara random (acak) mengikuti ketentuan dalam ASTM D3665.

1. Persyaratan Kepadatan

Setiap area Subbase harus dipadatkan sehingga menghasilkan rasio kepadatan lapangan dengan laboratorium dari sampel yang terpasang di lapangan harus tercapai 100%. Kepadatan maksimum laboratorium merupakan maximum dry density yang dicapai pada saat kadar air optimum (optimum moisture content).

2. Pengujian kepadatan laboratorium dilaksanakan berdasarkan ASTM D1557 dan D698

Pengujian kepadatan lapangan dilakukan mengikuti ASTM D155 atau ASTM D6938 menggunakan Prosedur A, the direct transmission method dan ASTM

D6938 untuk kadar air. Peralatan uji yang digunakan harus terkalibrasi oleh institusi yang berwenang. Kalibrasi peralatan dapat mengacu pada ASTM D6938.

Ketika material tertahan saringan $\frac{3}{4}$ inci (19,0 mm) lebih dari 30% maka digunakan metode ASTM D698 dan ASTM D1557 serta prosedur dalam AASHTO T180 untuk menentukan koreksi maximum dry density (MDD) dan optimum moisture content (Wopt).

3. Persyaratan Ketebalan

Batas toleransi ketebalan padat lapisan Subbase adalah (0 - 12 mm). Ketika perbedaan tebal lebih dari - 12 mm, maka Penyedia Jasa harus melakukan pemotongan minimum sedalam 75 mm dan kemudian ditambal dan dipadatkan kembali dengan material tambahan dan usaha pemadatan yang sama sehingga material tambalan memenuhi persyaratan kepadatan.

4. Persyaratan California Bearing Ratio (CBR)

Nilai CBR lapangan lapisan Subbase harus lebih tinggi dari CBR terendam yang diuji di Laboratorium. Untuk lapisan Subbase, nilai CBR terendam minimum yang harus dicapai tergantung dari pesawat kritis yang direncanakan, sebagaimana ditetapkan dalam pada ketentuan buku ini yaitu minimum 20% untuk perkerasan bandar udara yang direncanakan dengan pesawat kritis berat kurang dari 60.000 lbs (27.200 kg) dan 30% untuk perkerasan yang direncanakan dengan pesawat kritis berat lebih dari 60.000 lbs (27.200 kg).

PENGUKURAN

4.1-13 Pengukuran

Kuantitas pekerjaan Subbase yang akan dibayar sesuai dengan Spesifikasi ini harus diukur dalam satuan meter kubik (m³). Pengukuran dilakukan pada posisi akhir terhadap area yang telah diterima dan dinyatakan memenuhi semua persyaratan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

PEMBAYARAN

4.1-14 Pembayaran

Subbase dibayar berdasarkan kontrak harga satuan dalam satuan ukur meter kubik (m³). Harga dan pembayaran telah termasuk kompensasi penuh untuk seluruh

pekerja, bahan, peralatan dan biaya tambahan lainnya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan yang memenuhi persyaratan, seperti yang diuraikan dalam Spesifikasi ini.

REFRENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM C117	Standard Test Method for Materials Finer than 75- μm (No.200) Sieve in Mineral Agregates by Washing
ASTM C136	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Agregates
ASTM D75	Standard Practice for Sampling Agregates
ASTM D698	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft- lbf/ft ³ (600 kN-m/m ³))
ASTM D1556	Standard Test Method for <i>Density</i> and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
ASTM D1557	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft- lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³))
ASTM D2487	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
ASTM D4253	Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table
ASTM D4759	Practice for Determining the Specification Conformance of Geosynthetics
ASTM D4318	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D6938	Standard Test Method for In-Place <i>Density</i> and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)

American Association of State Highway and Transportation Officials
(AASHTO)M 288 Geotextile Specification for Highway Applications

Federal Aviation Administration (FAA)
AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 4.1

Seksi 4.2 Lapis Fondasi Atas (Base Course)

LINGKUP PEKERJAAN

4.2-1 Bagian ini merupakan pekerjaan lapis fondasi atas perkerasan yang tersusun dari agregat. Agregate Base course tersusun dari campuran agregat dengan gradasi tertentu dan terikat oleh agregate halus (interlocking). Agregate Base course ditempatkan di atas lapisan Subbase atau langsung diatas Subgrade yang memenuhi persyaratan, biasanya subgrade dengan CBR minimum 20%. Agregate Base course digunakan pada beberapa kriteria, tapi tidak terbatas pada:

1. Fondasi atas perkerasan yang melayani pesawat dengan beban kurang dari atau sama dengan 60.000 lbs (27.215 kg);
2. Lapisan dibawah lapisan crushed aggregate atau dibawah material stabilized base semen atau aspal

MATERIAL

4.2-2 Agregate kasar

Bahan dasar Agregat Base course tersusun dari agregat halus dan kasar. Bahan harus bersih, keras, awet berupa batu pecah, kerikil atau slag yang dicampur. Agregat harus bebas dari gumpalan tanah liat, bahan organik, bahan vegetatif atau bahan yang tidak diinginkan yang dapat mempengaruhi kualitas dan ketahanan bahan.

Metode yang digunakan untuk memproduksi batu pecah harus menghasilkan partikel pecahan dalam produk jadi yang konstan dan seragam. Agregat halus, didefinisikan sebagai bagian yang melewati saringan No. 4 (4,75 mm) yang diproduksi oleh mesin penghancur atau pasir alam, harus digabungkan dalam bahan dasar sejauh diizinkan oleh persyaratan gradasi. Persyaratan bahan dasar agregat tercantum dalam Tabel 4.2.1.

Tabel 4.2.1 Persyaratan Agregat Base course

Parameter	Persyaratan	Standar Pengujian
Agregate Kasar		
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maksimum 50%	ASTM C131
Kekekalan bentuk terhadap larutan (<i>Soundness</i>)	Maks 12% jika menggunakan Sodium sulfate Maks 18% jika menggunakan magnesium sulfate	ASTM C88
Persentase berat butir pecah pada agregat kasar (<i>Percentage of Fractured Particles</i>)	Minimum 60% partikel memiliki bidang pecah dua dan paling sedikit 75% memiliki bidang pecah satu	ASTM D5821
Persentase berat partikel pipih dan partikel lonjong	Maksimum 10%	ASTM D4791
<i>Bulk density</i> terak/slag (jika digunakan)	Tidak kurang dari 70 Pcf (1,12 Mg/cubic meter)	ASTM C29
Kandungan lumpur dan material rapuh <i>Clay lumps and friable particles</i> (jika ada)	Kurang dari atau sama dengan 3%	ASTM C142
Agregat Halus		
Batas cair	Maksimum 25%	ASTM D4318
Indeks Plastisitas	Maksimum 5%	ASTM D4318

4.2-3 Persyaratan Gradasi

Gradasi bahan dasar Agregat Base course harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.2.2 ketika diuji berdasarkan pada ASTM C117 dan ASTM C136.

Tabel 4.2.2 Gradasi Agregate Base course

Saringan	Percentase berat lolos saringan		
	Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3
2 inci (50 mm)	100	--	--
1 - 1/2 inci (37,5 mm)	70 - 100	100	--
1 inci (25,0 mm)	55 - 85	70 - 100	100
3/4 inci (19,0 mm)	50 - 80	55 - 85	70 - 100
No. 4 (4.75 mm)	30 - 60	30 - 60	35 - 65
No. 40 (425 µm)	10 - 30	10 - 30	10 - 25
No. 200 (75 µm)	5 - 15	5 - 15	5 - 15
Tebal padat (cm)	11 - 15	7,5 - 11	Levelling (<8)

Catatan: Fraksi bahan yang melewati saringan No. 200 (75 µm) tidak boleh lebih dari 2/3 fraksi yang melewati saringan No. 40 (425 µm).

4.2-4 Sampel dan Pengujian

1. Agregat

Penyedia Jasa melakukan pengujian awal untuk mengetahui kualitas dan gradasi agregat. Pengambilan sampel untuk pengujian awal dilakukan dengan mengacu pada ASTM D75 yang pelaksanaannya atas pengawasan Pengawas Pekerjaan. Jumlah pengujian harus mewakili volume pekerjaan. Aggregate Base course harus memenuhi persyaratan mutu bahan sebagaimana Paragraf 4.2-2 dan gradasi agregat sebagaimana Paragraf 4.2-3. Penyedia Jasa harus

melaporkan hasil pengujian kepada Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis untuk persetujuan penggunaan.

2. Gradasi

Penyedia Jasa harus melakukan pengujian gradasi yang dilakukan minimum 2 kali per hari dan hasilnya dilaporkan kepada Direksi Teknis. Sampel diambil langsung dari bahan sebelum dihampar dan dilakukan operasi pemadatan. Lokasi pengambilan sampel ditentukan secara acak mengacu pada ASTM D3665. Pengambilan sampel mengacu pada ASTM D75 dan diuji sesuai ASTM C136 dan ASTM C117. Gradasi agregat harus memenuhi persyaratan sebagaimana Paragraf 4.2-2 Hasil pengujian menjadi bagian dari Laporan Kontrol Kualitas (Quality control) yang dilaporkan kepada Direksi Teknis.

METODE KONSTRUKSI

4.2-5 Penyiapan Lapisan di Bawah Agregate Base Course

Sebelum dilakukan penghamparan Agregate Base course, Penyedia Jasa harus memastikan lapisan di mana Agregate Base course akan dihampar harus terbebas dari vegetasi, akar tumbuh-tumbuhan, tanah atau material lain yang mengganggu. Penyedia Jasa dan Pengawas Pekerjaan harus melakukan verifikasi untuk memastikan lapisan tersebut memenuhi persyaratan smoothness, grade, kepadatan dan CBR baik ketika lapisan tersebut sebagai lapisan Subbase atau lapisan Subgrade (khusus Subgrade CBR lebih besar atau sama dengan 20%). Proof rolling ulang harus dilakukan untuk memastikan keseragaman pemadatan lapisan dimana Agregate Base course akan dihampar.

Slope atau kemiringan permukaan lapisan dimana Agregate Base course akan dihampar harus sudah terbentuk sesuai kemiringan akhir yang ditunjukkan di dalam gambar kerja.

4.2-6 Control Strip

Setelah setengah hari pertama pelaksanaan penggelaran dan pemadatan Agregate Base course, hasil pekerjaan tersebut dianggap sebagai control strip. Penyedia Jasa harus menunjukkan kepada Direksi Teknis bahwa material, peralatan dan proses konstruksi telah sesuai atau memenuhi persyaratan serta jumlah lintasan yang diperlukan untuk menghasilkan kepadatan dan CBR yang ditentukan.

Ketebalan padat maksimum untuk satu lapis penghamparan tergantung gradasi yang digunakan sebagaimana tercantum di dalam Tabel 4.2.2. Control strip yang tidak memenuhi persyaratan dalam spesifikasi ini harus dikerjakan ulang dengan melakukan koreksi terhadap tebal penggelaran atau operasi pemadatan. Hasil pengulangan pekerjaan harus diuji kualitasnya. Pengulangan pekerjaan dilakukan hingga hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas pelaksanaan memenuhi persyaratan dalam Spesifikasi ini.

4.2-7 Produksi

Agregat harus dicampur secara seragam baik gradasi maupun kadar air sebagaimana tersebut pada Paragraf 4.2-9 Material yang telah disetujui langsung dibawa ke lokasi pekerjaan untuk selanjutnya dihampar dan dipadatkan.

4.2-8 Penghamparan

Penghamparan dilakukan dengan peralatan yang sesuai untuk menghasilkan ketebalan dan lebar yang seragam dan mengurangi pekerjaan tambahan yang tidak efektif. Pengangkutan material di atas lapisan yang belum dipadatkan tidak diizinkan.

Agregat yang telah memenuhi gradasi dan kadar air dihampar dan dipadatkan dengan tebal padat disesuaikan dengan gradasi yang digunakan sebagaimana dicantumkan dalam Tabel 4.2.2 pada Paragraf 4.2-3. Pemberian air tambahan di lapangan pada saat penghamparan atau operasi pemadatan untuk menjaga kadar air yang berkurang akibat penguapan mungkin diperlukan.

Ketika penghamparan lebih dari satu lapis, maka penghamparan berikutnya dapat dilanjutkan ketika lapis dibawahnya memenuhi persyaratan kualitas material, persyaratan kepadatan dan CBR. Penyedia Jasa bertanggung jawab atas penggantian material dan pemadatan ulang lapisan yang tidak memenuhi persyaratan.

4.2-9 Pemadatan

Pemadatan dilakukan segera setelah penghamparan selesai dengan peralatan yang telah disetujui sampai tercapai tingkat kepadatan dan capaian CBR lapangan yang disyaratkan. Jumlah, berat alat serta jumlah lintasan pemadatan harus cukup untuk menghasilkan tingkat kepadatan yang seragam selama pelaksanaan pekerjaan. Kadar air agregat saat pelaksanaan pemadatan dipertahankan konstan dari awal hingga akhir pemadatan dengan batas toleransi $\pm 2\%$ dari optimum moisture content.

4.2-10 Batasan Cuaca

Agregate Base course tidak boleh dihampar ketika lapisan dibawahnya dalam kondisi basah, tergenang air atau terganggu kualitasnya.

4.2-11 Pemeliharaan

Penyedia Jasa harus melakukan pemeliharaan Agregate Base course yang telah dipadatkan. Ketika hasil pekerjaan Agregate Base course dalam kondisi basah, terendam air, dilintasi kendaraan atau peralatan yang menjadikan lapisan tersebut tidak memenuhi persyaratan maka harus diverifikasi ulang oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Bila ditemukan adanya kerusakan atau penurunan kualitas akibat kondisi tersebut atau oleh hal lain karena kelalaian Penyedia Jasa, maka Penyedia Jasa bertanggungjawab untuk memperbaiki kembali atas biaya Penyedia Jasa dan tidak termasuk item pekerjaan tambahan yang dihitung untuk pembayaran.

4.2-12 Toleransi permukaan

Hasil pekerjaan Agregate Base course yang tidak memenuhi ketentuan smoothness dan grade agar dilakukan perbaikan dan penyesuaian dengan levelling ataupun penggusuran atas biaya Penyedia Jasa. Ketika dilakukan penggusuran maka kedalaman penggusuran minimum 75 mm, dan selanjutnya dilakukan pembentukan permukaan dan pemadatan kembali

1. Smoothness

Permukaan akhir Agregate Base course harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar straight edge pada jarak 1,5 m dalam grid area 15 m kali 15 m.

2. Grade

Level akhir permukaan Agregate Base course tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.

4.2-13 Pengujian Kualitas dan Kriteria Penerimaan Pekerjaan

Lapisan Agregate Base course harus memenuhi kriteria kepadatan, CBR dan ketebalan lapisan. Pengujian ketiga parameter tersebut dilakukan setiap 1.000 m²

pada setiap lapis padat penghamparan. Penentuan titik pengujian dilakukan secara random (acak) mengikuti ketentuan dalam ASTM D3665.

1. Persyaratan Kepadatan

Pemadatan lapangan harus menghasilkan rasio kepadatan lapangan dengan kepadatan maksimum laboratorium yang diambil dari sampel yang terpasang di lapangan harus tercapai 100%. Kepadatan maksimum laboratorium merupakan maximum dry density yang dicapai pada saat kadar air optimum (optimum moisture content).

2. Pengujian kepadatan laboratorium diuji berdasarkan ASTM D1557 dan D698

Pengujian kepadatan lapangan dilakukan mengikuti ASTM D155 atau ASTM D6938 menggunakan Prosedur A, “the direct transmission method” dan ASTM D6938 untuk kadar air. Peralatan uji tersebut harus terkalibrasi mengacu pada ASTM D6938. Ketika material tertahan saringan $\frac{3}{4}$ inci (19,0 mm) lebih dari 30%, digunakan metode ASTM D698 dan ASTM D1557 serta prosedur dalam AASHTO T180 untuk menentukan koreksi maximum dry density dan optimum moisture content.

3. Persyaratan Ketebalan

Batas toleransi ketebalan padat lapisan Base adalah +0 dan -12 mm. ketika perbedaan tebal lebih dari 12 mm, maka Penyedia Jasa harus melakukan pemotongan minimum 75 mm dan ditambah kembali dengan material tambahan serta dilakukan pemadatan ulang.

4. Persyaratan California Bearing Ratio (CBR)

Nilai CBR lapangan lapisan Base course harus lebih tinggi dari CBR terendam yang diuji di Laboratorium yaitu lebih besar dari 80%.

METODE PENGUKRURAN

4.2-14 Pengukuran

Kuantitas pekerjaan Aggregate Base course harus diukur sebagai jumlah meter kubik (m³) dari bahan yang telah dicampur, dihampar dan dipadatkan di lokasi yang telah ditentukan dan dinyatakan memenuhi semua persyaratan oleh Pengawas Pekerjaan.

Volume yang diukur harus didasarkan atas penampang melintang yang ditunjukkan pada gambar, bilamana tebal yang diperlukan seragam dan berdasarkan penampang

melintang yang disetujui Pengawas Pekerjaan bilamana tebal yang diperlukan tidak seragam serta panjangnya diukur secara mendatar sepanjang sumbu (as).

PEMBAYARAN

4.2-15 Pembayaran

Pembayaran pekerjaan Agregate Base course berdasarkan kontrak harga satuan dalam satuan meter kubik (m³). Pekerjaan yang dibayarkan berdasarkan prestasi kerja. Harga dan pembayaran harus sudah termasuk kompensasi atas peralatan, material, tenaga kerja, alat bantu dan semua biaya insidentil yang timbul selama pelaksanaan untuk menghasilkan pekerjaan yang memenuhi spesifikasi ini.

Pembayaran pekerjaan Geotekstil harus sudah termasuk bahan, peralatan, angker, jahitan sambungan dan biaya tidak terduga untuk menyelesaikan pekerjaan yang diperlukan di lapangan.

REFRENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM C29	Standard Test Method for <i>Bulk density</i> (“Unit Weight”) and Voids in Agregate
ASTM C88	Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
ASTM C117	Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Agregates by Washing
ASTM C131	Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
ASTM C136	Standard Test Method for Sieve or Screen Analysis of Fine and Coarse Agregates
ASTM C142	Standard Test Method for Clay lumps and friable particles in Agregates
ASTM D75	Standard Practice for Sampling Agregates
ASTM D698	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft ³ (600 kN-m/m ³))

ASTM D1556	Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method
ASTM D1557	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2700 kN-m/m ³))
ASTM D2167	Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method
ASTM D2487	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
ASTM D3665	Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
ASTM D4318	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D4491	Standard Test Methods for Water Permeability of Geotextiles by Permittivity
ASTM D4643	Standard Test Method for Determination of Water Content of Soil and Rock by Microwave Oven Heating
ASTM D4751	Standard Test Methods for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile
ASTM D4791	Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate
ASTM D5821	Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Aggregate
ASTM D6938	Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)
ASTM D7928	Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	
M288	Standard Specification for Geosynthetic Specification for Highway Applications

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 4.2

Seksi 4.3 Base course Batu Pecah (*Crushed Agregate Base course*)

LINGKUP PEKERJAAN

- 4.3-1** Bagian ini terdiri dari pekerjaan lapis fondasi atas dari bahan batu pecah yang tersusun berdasarkan gradasi tertentu. Lapisan ini digunakan sebagai lapis fondasi pada perkerasan lentur maupun kaku. Nilai California Bearing Ratio terendam batu pecah minimum 95%. Lapisan ini juga dapat difungsikan sebagai lapisan pengganti Stabilized base course dengan catatan CBR terendam maupun CBR lapangan minimal 97% dengan penambahan semen kurang dari 4%.

MATERIAL

4.3-2 Crushed Agregate base

Terdiri dari partikel yang bersih, dari bongkahan batu yang dihancurkan, kerikil yang dihancurkan, bebas dari lapisan tanah liat, lanau, bahan organik, gumpalan tanah liat atau bahan merusak lainnya yang tidak diinginkan. Metode yang digunakan untuk memproduksi batu atau kerikil yang dihancurkan harus menghasilkan partikel pecah dalam produk jadi yang konsisten dan seragam. Bagian agregat halus, didefinisikan sebagai bagian yang melewati saringan No. 4 (4,75 mm) yang dihasilkan dari operasi penghancuran agregat kasar. Agregat halus harus diproduksi dengan menghancurkan batu, kerikil yang memenuhi persyaratan agregat kasar untuk keausan dan Soundness serta bukan dari pasir alam. Persyaratan bahan dasar agregat tercantum dalam Tabel 4.3.1.

Tabel 4.3.1 Persyaratan Material Crushed Agregate Base

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Agregat kasar		
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maksimum 45%	ASTM C131

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Kekekalan bentuk terhadap larutan (<i>Soundness</i>)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks 12% jika menggunakan Sodium sulfat Maks 18% jika menggunakan magnesium sulfat	ASTM C88
Persentase berat butir pecah pada agregat kasar (Percentage of Fractured Particles)	Minimum 90% partikel memiliki bidang pecah dua dan 100% partikel memiliki bidang pecah satu	ASTM D5821
Persentase berat partikel pipih (rasio panjang dan tebal 5) dan lonjong (rasio panjang dan lebar 5)	Maksimum 10%	ASTM D4791
Bulk density of slag (jika digunakan)	Berat tidak kurang dari 70 pcf (1,12 g/cm ³)	ASTM C29
Clay lumps and friable particles (jika ada)	Kurang dari 3%	ASTM C142
Agregat Halus		
Batas cair	Non plastis	ASTM D4318
Indeks Plastisitas	Non plastis	ASTM D4318

4.3-3 Persyaratan Gradasi

Gradasi bahan dasar agregat harus memenuhi persyaratan gradasi yang diberikan saat diuji per ASTM C117 dan ASTM C136. Gradasi harus dinilai dengan baik dari kasar ke halus dan tidak bervariasi dari batas bawah pada satu saringan ke batas tinggi

pada saringan yang berdekatan atau sebaliknya. Persyaratan gradasi Crushed Agregate seperti tercantum dalam Tabel 4.3.2.

Tabel 4.3.2 Gradasi Agregate

Saringan	Persentase berat, lolos saringan	<i>Job Control Grading Band Tolerances (%)</i>
2 inci (50 mm)	100	0
1 - 1/2 inci (37,5 mm)	95 - 100	±5
1 inci (25,0 mm)	70 - 95	±8
3/4 inci (19,0 mm)	55 - 85	±8
No. 4 (4,75 mm)	30 - 60	±8
No. 40 (425 µm)	10 - 30	±5
No. 200 (75 µm)	0 - 10	±3
Tebal Padat (cm)	10 - 15	

Fraksi bahan yang melewati saringan No. 200 (75 µm) tidak boleh lebih dari 2/3 fraksi yang melewati saringan No. 40 (425 µm).

4.3-4 Pengambilan contoh dan pengujian

1. Agregat

Penyedia Jasa melakukan pengujian sampel agregate dengan mengacu pada ASTM D75 untuk memverifikasi bahwa agregat memenuhi persyaratan mutu bahan dan gradasi sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.3.1 dan Tabel 4.3.2. Penyedia Jasa harus melaporkan hasil pengujian kepada Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis untuk persetujuan penggunaan.

2. Gradasi

Pengujian gradasi dilakukan minimum 2 kali per hari produksi atau pelaksanaan di lapangan dan hasilnya dilaporkan kepada Direksi Teknis. Sampel diambil dari bahan yang sudah dibawa ke lokasi pekerjaan sebelum dilakukan penghamparan dan pemadatan.

METODE KONSTRUKSI

4.3-5 **Control strip**

Setelah setengah hari pertama pelaksanaan penghamparan, pekerjaan tersebut dianggap sebagai control strip. Penyedia Jasa harus menunjukkan kepada Direksi Teknis bahwa material, peralatan dan proses konstruksi memenuhi persyaratan dalam spesifikasi, serta jumlah lintasan untuk menghasailkan kepadatan yang ditentukan. Control strip yang tidak memenuhi persyaratan spesifikasi harus dikerjakan ulang, dipadatkan kembali dan diuji ulang.

4.3-6 **Penyiapan lapis di bawah Crushed agregate**

Sebelum dilakukan penghamparan lapisan Crushed Agregate, Penyedia Jasa harus memastikan lapisan dimana Crushed Agregate akan dihampar, telah sesuai dan memenuhi persyaratan bahan, kekuatan, smoothness dan grade. Proof rolling ulang harus dilakukan untuk memastikan lapisan dimana Crushed Agregate akan dihampar memenuhi kriteria kepadatan yang seragam. Selain itu, agar dipastikan juga permukaan lapisan tersebut terbebas dari vegetasi, akar tumbuh-tumbuhan, tanah atau material lain yang mengganggu.

4.3-7 **Produksi**

Agregat harus dicampur secara seragam baik gradasi maupun kadar air sebagaimana tersebut pada Paragraf 4.3-9. Material yang telah disetujui langsung dibawa dan dihampar di lokasi pekerjaan. Ketika Crushed Agregate dijadikan sebagai lapisan pengganti stabiled base course, maka ditambahkan semen kurang dari 4% untuk menghasilkan CBR 100%. Pencampuran semen dilakukan di lokasi pekerjaan (mix in place), menggunakan alat pencampur sebagaimana tercantum di dalam Seksi subbase course dalam spesifikasi ini.

4.3-8 **Penghamparan**

Penghamparan dilakukan dengan peralatan yang sesuai untuk menghasilkan ketebalan dan lebar yang seragam dan mengurangi pekerjaan tambahan yang tidak efektif. Untuk memudahkan pembentukan slope, jalur penghamparan dimulai dari tengah ke bagian tepi atau dari bagian yang tinggi ke rendah. Pengangkutan material diatas lapisan yang belum dipadatkan tidak diizinkan.

Agregat yang telah memenuhi gradasi dan kadar air dihampar dan dipadatkan dengan tebal padat minimum 10 - 15 cm.

Ketika penghamparan lebih dari satu layer, maka penghamparan berikutnya dapat dilanjutkan ketika layer dibawahnya memenuhi persyaratan kualitas material, persyaratan kepadatan dan CBR. Penyedia Jasa bertanggung jawab atas penggantian material dan pemadatan ulang lapisan yang tidak memenuhi persyaratan.

4.3-9 Pemadatan

Pemadatan dilakukan segera setelah penghamparan selesai. Alat pemadatan dan jumlah lintasan pemadatan ditentukan sedemikian rupa sehingga tercapai persyaratan kepadatan dan CBR yang disyaratkan. Pelaksanaan pemadatan dilaksanakan dengan batas toleransi kadar air saat pelaksanaan pemadatan adalah ± 2 percent dari optimum moisture content.

4.3-10 Pemeliharaan

Ketika lapisan Crushed Agregate dalam kondisi basah, terendam air atau dilintasi kendaraan maka harus diverifikasi ulang dan bila ditemukan adanya kerusakan atau penurunan kualitas menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa untuk memperbaiki kembali atas biaya Penyedia Jasa.

4.3-11 Toleransi permukaan

Areal yang tidak memenuhi ketentuan smoothness dan grade agar dilakukan penyesuaian. Kedalaman penggusuran minimum 75 mm, dan dilakukan pembentukan permukaan kembali dan dipadatkan.

1. Smoothness

Permukaan akhir Crushed Agregate harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dari mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan. Pengukuran dilakukan dengan memindahkan mistar straight edge pada jarak 1,5 m dalam grid area 15 m kali 15 m.

2. Grade

Level akhir permukaan Crushed Agregate tidak boleh menyimpang lebih dari 15 mm dari level yang ditentukan ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar dengan sumbu perkerasan.

4.3-12 Pengujian dan Kriteria Penerimaan

Pengujian agregat lapisan Crushed Agregate harus memenuhi kriteria kepadatan, CBR dan ketebalan penghamparan. Pengujian ketiga parameter tersebut dilakukan setiap 1000 m². Penentuan titik pengujian dilakukan secara random (acak) mengikuti ketentuan dalam ASTM D3665.

1. Persyaratan Kepadatan

Pemadatan lapangan harus menghasilkan rasio kepadatan lapangan dengan kepadatan maksimum laboratorium yang diambil dari sampel yang terpasang di lapangan harus tercapai 100%. Kepadatan maksimum laboratorium merupakan maximum dry density yang dicapai pada saat kadar air optimum (optimum moisture content).

Pengujian kepadatan laboratorium diuji berdasarkan ASTM D1557 dan D698. Pengujian kepadatan lapangan dilakukan mengikuti ASTM D1557 atau ASTM D6938 menggunakan Prosedur A, “the direct transmission method” dan ASTM D6938 untuk kadar air. Peralatan uji tersebut harus terkalibrasi mengacu pada ASTM D6938. Ketika material tertahan saringan ¾ inci (19,0 mm) lebih dari 30%, digunakan metode ASTM D698 dan ASTM D1557 serta prosedur dalam AASHTO T180 untuk menentukan koreksi maximum dry density dan optimum moisture content.

2. Persyaratan Ketebalan

Batas toleransi ketebalan padat Crushed Agregate adalah minus 12 mm. Ketika perbedaan tebal lebih dari 12 mm, maka Penyedia Jasa harus melakukan pemotongan minimum 75 mm dan ditambah kembali dengan material tambahan serta dilakukan pemadatan ulang.

3. Persyaratan California Bearing Ratio (CBR)

Nilai CBR lapangan lapisan Crushed Agregate harus lebih tinggi dari CBR terendam yang diuji di Laboratorium, yaitu lebih tinggi dari 95%. Ketika difungsikan sebagai pengganti lapisan Stabilized Base, maka CBR Crushed Agregate baik CBR terendam maupun CBR lapangan minimum 100%.

METODE PENGUKURAN

4.3-13 Pengukuran

Kuantitas pekerjaan Crushed Agregate harus diukur sebagai jumlah meter kubik (m³) dari bahan yang telah dicampur, dihampar dan dipadatkan di lokasi yang

ditunjukkan dalam gambar kerja atau yang ditentukan dan dinyatakan memenuhi semua persyaratan oleh Pengawas Pekerjaan. Volume yang diukur harus didasarkan atas penampang melintang yang ditunjukkan pada gambar bilamana tebal yang diperlukan seragam dan berdasarkan penampang melintang yang disetujui Pengawas Pekerjaan bilamana tebal yang diperlukan tidak seragam serta panjangnya diukur secara mendatar sepanjang sumbu (as).

PEMBAYARAN

4.3-14 Pembayaran

Pembayaran pekerjaan Crushed Agregate berdasarkan kontrak harga satuan dalam satuan meter kubik (m³). Pekerjaan yang dibayarkan berdasarkan prestasi kerja. Harga dan pembayaran harus sudah termasuk kompensasi atas peralatan, material, tenaga kerja, alat bantu dan semua biaya insidentil yang timbul selama pelaksanaan untuk menghasilkan pekerjaan yang memenuhi spesifikasi ini.

Pembayaran pekerjaan Geotekstil termasuk bahan, peralatan, angker dan biaya tidak terduga untuk menyelesaikan pekerjaan yang diperlukan di lapangan.

REFRENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM C29	Standard Test Method for Bulk density (“Unit Weight”) and Voids in Agregate
ASTM C88	Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
ASTM C117	Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No.200) Sieve in Mineral Agregates by Washing
ASTM C131	Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
ASTM C136	Standard Test Method for Sieve or Screen Analysis of Fine and Coarse Agregates
ASTM C142	Standard Test Method for Clay lumps and friable particles in Agregates
ASTM D75	Standard Practice for Sampling Agregates

ASTM D698	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft ³ (600 kN-m/m ³))
ASTM D1556	Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method Seksi-4.2 Base Course Batu Pecah (Crushed Agregate Base course) 108
ASTM D1557	Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2700 kN-m/m ³))
ASTM D2167	Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method
ASTM D2419	Standard Test Method for Sand equivalent Value of Soils and Fine Agregate
ASTM D3665	Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
ASTM D4318	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D4491	Standard Test Methods for Water Permeability of Geotekstils by Permittivity
ASTM D4643	Standard Test Method for Determination of Water Content of Soil and Rock by Microwave Oven Heating
ASTM D4751	Standard Test Methods for Determining Apparent Opening Size of a Geotextile
ASTM D4791	Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate
ASTM D5821	Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate
ASTM D6938	Standard Test Method for In-Place Density and Water Content of Soil and Soil-Agregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)
ASTM D7928	Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Seksi-4.2 Base Course Batu Pecah (Crushed Agregate Base course) 109

M288 Standard Specification for Geosynthetic Specification for
Highway Applications

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 4.3

Bagian 5 – PELAPISAN

Seksi 5.1 *Asphalt Concrete Base (AC-Base)*

LINGKUP PEKERJAAN

- 5.1-1** Bagian ini meliputi pekerjaan lapisan base course yang distabilisasi menggunakan aspal (Asphalt Concrete Base). Lapisan tersebut selanjutnya disebut sebagai lapisan AC- Base. Lapisan AC-Base tersusun dari bahan agregat dengan gradasi tertentu dicampur dengan aspal menggunakan mesin pencampur Asphalt Mixing Plant (AMP) dan dihampar pada lokasi yang sudah disiapkan dan dinyatakan telah memenuhi spesifikasi. Setiap lapisan harus dilaksanakan sesuai dengan rencana elevasi, kemiringan, tebal dan tingkat kepadatan. Lapisan AC-Base digunakan sebagai lapisan fondasi yang distabilisasi (stabilized base) pada perkerasan yang melayani pesawat dengan berat minimum 100.000 lbs (45359 kg).

MATERIAL

5.1-2 Agregat

Agregat terdiri dari batu atau kerikil pecah, abu batu dan filler. Agregat harus terbebas dari bahan lain yang dapat menyebabkan kerusakan perkerasan dan tidak menempelnya marka pada permukaan perkerasan. Bagian yang tertahan saringan No. 4 (4.75 mm) didefinisikan sebagai agregat kasar dan material yang lolos saringan No. 4 (4.75 mm) didefinisikan sebagai agregat halus.

1. Agregat Kasar

Agregat kasar terdiri dari bahan yang tahan cuaca, keras, awet, terbebas dari bahan yang dapat mengurangi daya rekat terhadap aspal, bebas dari bahan organik dan bahan lain yang tidak dikehendaki. Agregat kasar harus memenuhi kriteria sebagaimana tercantum dalam Tabel 5.1.1.

Tabel 5.1.1 Persyaratan Agregat Kasar

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maksimum 30%	ASTM C131
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (<i>Soundness</i>)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks 12% jika menggunakan Sodium sulfat atau Maks 18% jika menggunakan magnesium sulfat	ASTM C88
Gumpalan lempung, bahan organik dan bahan mudah pecah dalam agregat (<i>Clay lumps and friable particles</i>)	Maksimum 0,3%	ASTM C142
Butir pecah pada agregat kasar (<i>Percentage of Fractured Particles</i>)	Minimum 75% agregat memiliki bidang pecah dua atau lebih dan 85% agregate memiliki bidang pecah satu atau lebih	ASTM D5821
Partikel pipih dan lonjong	Maks 8% maximum, dengan perbandingan 5:1	ASTM D4791

2. Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari bahan yang bersih, tanah cuaca, keras, awet, bersudut (hasil produksi stone crusher) yang memenuhi persyaratan sebagai agregat halus. Agregat halus harus terbebas dari tanah lempung, lumpur dan bahan lain yang tidak dikehendaki serta tidak diperkenankan menggunakan pasir alam. Persyaratan agregat halus ditampilkan dalam Tabel 5.1.2.

Tabel 5.1.2 Persyaratan Material Agregat Halus

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Lolos saringan 200	Maksimum 3%	ASTM C 4079
Batas cair	Non Plastis	ASTM D4318
Indeks Plastisitas	Non Plastis	ASTM D4318
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (<i>Soundness</i>)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks 10% jika menggunakan Sodium sulfate atau Maks 15% jika menggunakan magnesium sulfate	ASTM C88
Kandungan lempung, material organik dan bahan mudah pecah/rapuh dalam agregat (<i>Clay lumps and friable particles</i>)	Maksimum 0,3%	ASTM C142
Nilai setara pasir (<i>Sand equivalent</i>)	Minimum 45	ASTM D2419
Fine aggregate angularity	Menyesuaikan Bina Marga	

3. Sampling

Pengujian contoh agregat kasar dan halus berdasarkan ASTM D75.

5.1-3 Bahan pengisi (Mineral filler)

Pada kondisi tertentu diperlukan penambahan Mineral filler (baghouse fines). Mineral filler harus memenuhi persyaratan pada ASTM D242. Material filler dapat berupa abu batu, semen atau debu batu kapur (limestone dust). Pemilihan material filler atas persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Persyaratan material harus sesuai dengan ketentuan yang ditampilkan dalam Tabel 5.1.3:

Tabel 5.1.3 Persyaratan Material Filler

Pengujian	Persyaratan	Standard
Indeks Plastisitas	Non Plastis	ASTM D4318

5.1-4 Asphalt binder

Asphalt binder yang digunakan untuk AC-Base ditentukan dalam desain oleh Perencana, minimum menggunakan aspal penetrasi 60/70.

5.1-5 Aspal Penetrasi

Persyaratan Asphalt penetrasi 60-70 ditampilkan dalam Tabel 5.1.4.

Tabel 5.1.4 Persyaratan Aspal Penetrasi 60-70

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Penetrasi pada 25°, 100g, 5 detik	60-70 (dmm)	ASTM D5
Titik lembek	Min 48 (°C)	ASTM D36
Titik nyala (COC)	Min 232 (°C)	ASTM D92
Daktilitas pada 25° C, 5 cm/menit	Min 100 cm	ASTM D113
Berat jenis	1,01 – 1,06	ASTM D70
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	Min 99 %	ASTM D2042
Kehilangan berat (TFOT)	Maks 0,2%	ASTM D1754
Penetrasi setelah TFOT	Min 80%	ASTM D5

KOMPOSISI**5.1-6 Komposisi campuran**

Komposisi campuran AC-Base harus terdiri dari agregat yang bergradasi rapat (dense graded), mineral filler, Anti-strip agent jika dibutuhkan, dan bahan perekat

aspal. Beberapa fraksi agregat harus disaring, dipisahkan sesuai gradasinya, dan dicampur dengan proporsi yang membentuk campuran agregat yang memenuhi persyaratan Job Mix formula (JMF).

5.1-7 Laboratorium Job Mix formula (JMF)

Laboratorium yang digunakan untuk menyusun JMF harus terakreditasi dan seluruh peralatan di laboratorium telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Salinan akreditasi atau hasil kalibrasi peralatan agar disampaikan kepada Direksi Teknis.

5.1-8 Job Mix formula (JMF)

JMF dirancang dengan menggunakan metode Marshall. AC-Base harus dirancang mengikuti prosedur yang terdapat pada Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition 2014. Persiapan benda uji/ccontoh Marshall merujuk kepada ASTM D6926 dan pengujian stabilitas dan kelelahan Marshall merujuk kepada ASTM D6927.

JMF harus diajukan oleh Penyedia Jasa setidaknya 30 hari sebelum mulai pelaksanaan. JMF harus dibuat pada rentang masa yang sama dengan masa produksi agregat yang digunakan untuk pekerjaan.

JMF yang diajukan harus menyertakan minimum sebagai berikut:

Persentase lolos tiap ukuran saringan untuk total gradasi gabungan, gradasi tiap fraksi agregat, dan Persentase berat tiap fraksi agregat yang digunakan dalam JMF;

1. Persentase dari bahan perekat aspal;
2. Jenis aspal yang digunakan;
3. Jumlah tumbukan setiap sisi dari benda uji/spesimen Marshall;
4. Temperatur pencampuran di Laboratorium;
5. Temperatur pemadatan di Laboratorium;
6. Grafik hubungan antara temperatur dan viskositas dari bahan perekat aspal yang menunjukkan rentang temperatur pencampuran dan pemadatan, dan juga menyertakan temperatur pencampuran dan pemadatan yang direkomendasikan penyedia aspal;
7. Plot gradasi gabungan agregat pada curve gradasi dengan “n” pangkat 0.45;
8. Grafik hubungan antara kadar aspal (asphalt content) dengan Stability, Flow, air voids/VIM (void in mixture), VMA (voids in mineral aggregate), dan density;
9. Specific gravity dan absorpsi dari setiap jenis agregat;

10. Persentase muka bidang pecah;
11. Persentase berat dari partikel pipih, partikel lonjong dan partikel pipih & lonjong;
12. Anti-strip agent (jika dibutuhkan);
13. Tanggal JMF dibuat. JMF yang dibuat dengan tanggal yang tidak sama dalam masa konstruksi tidak diperbolehkan

Kriteria terkait rancangan AC-Base ditampilkan dalam Tabel 5.1.5 dengan gradasi agregat dalam Tabel 5.1.6.

Tabel 5.1.5 Kriteria Rancangan AC-Base

Pengujian	Persyaratan	Metode Pengujian
Jumlah tumbukan (per sisi)	75	
<i>Stability</i> (Kg)	980	ASTM D1559
<i>Flow</i> (mm)	2 - 4	ASTM D6927
<i>Air voids</i> (%)	3 - 5	ASTM D3203
<i>Percent voids in mineral aggregate</i> (VMA), (%)	13	ASTM D6995

Tabel 5.1.6 Gradasi Agregat – Beton Aspal (AC-Base)

Ukuran Saringan	Persentase Berat, Lolos Saringan
1-½ inci (37,5 mm)	100
1 inci (25,4 mm)	86 - 98
¾ inci (19,0 mm)	68 - 93
½ inci (12,5 mm)	57 - 81
⅜ inci (9,5 mm)	49 - 69
No. 4 (4,75 mm)	34 - 54
No. 8 (2,36 mm)	22 - 42

Ukuran Saringan	Persentase Berat, Lolos Saringan
No. 16 (1,18 mm)	13 - 33
No. 30 (0,600 mm)	8 - 24
No. 50 (0,300 mm)	6 - 18
No. 100 (0,150 mm)	4 - 12
No. 200 (0,075 mm)	3 - 6
Kadar Aspal	4,5 - 7,0
Rekomendasi tebal konstruksi (cm)	8 - 10

Gradasi agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan dalam Tabel 5.1.6. Agregat terdiri dari butiran kasar hingga halus dan tidak bervariasi mendekati batas bawah satu ukuran saringan serta mendekati batas atas pada saringan yang berdekatan, atau sebaliknya.

Gradasi agregat tersebut adalah berdasarkan gradasi dari agregat yang memiliki specific gravity yang seragam. Persentase dari lolos saringan untuk berbagai ukuran saringan harus dikoreksi jika agregat yang digunakan memiliki specific gravity yang bervariasi, merujuk pada Asphalt Institute MS-2, Asphalt Mix Design Methods, 7th Edition, 2014.

Gradasi agregat yang digunakan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan atau Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.

5.1-9 Trial Compaction

Setelah "Job Mix" mendapatkan persetujuan, harus dilakukan percobaan pemadatan. Sebelum dilaksanakan di lapangan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar atau didalam area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

Percobaan pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum, sehingga tercapai nilai kepadatan lapangan sesuai dengan yang disyaratkan.

Selain itu, percobaan pemadatan juga menghasilkan rasio antara tebal hampar dan tebal padat lapisan AC-Base. Luas area untuk percobaan pemadatan minimum 3 m x 30 m maksimum 6 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 segmen. Perbedaan tiap segmen tergantung dari jumlah lintasan pada setiap tahapan pemadatan. Apabila percobaan pemadatan sudah memenuhi syarat, maka hasilnya akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan penuh di lapangan. Jika hasil percobaan pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka dilakukan percobaan pemadatan ulang.

Dalam tiga segmen diambil contoh benda uji (core drill) untuk diukur tingkat kepadatannya. Contoh benda uji yang memenuhi harus mempunyai tingkat kepadatan (percent of Bulk density) yang merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan seratus. Dalam Trial Compaction rasio kepadatan harus tercapai minimum 99%.

METODE KONSTRUKSI

5.1-10 Batasan cuaca

Campuran AC-Base tidak boleh dihampar pada permukaan yang basah. Penyedia Jasa harus melakukan pengujian apabila menurut Pengawas Pekerjaan maupun Direksi Teknis terdapat bagian yang tidak konsisten.

5.1-11 Asphalt Mixing Plant (AMP)

Asphalt Mixing Plant harus memenuhi persyaratan yang meliputi:

1. Pemeriksaan plant

Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis harus mendapat akses ke semua area dan semua fasilitas dalam rangka pemeriksaan terkait kecukupan peralatan, material, operasi plant, timbangan, komposisi dan properties material dan pemeriksaan suhu campuran.

2. Timbangan truk

Hotmix harus ditimbang pada timbangan yang telah dikalibrasi dan disertifikasi oleh Badan Meteorologi atau instansi yang berwenang.

Timbangan harus selalu diperiksa dan berpenutup untuk menjamin keakuratannya.

Timbangan hotmix harus berupa sistem penimbangan elektronik (electronic weighing system) yang dilengkapi dengan printer otomatis, atau dengan manual.

3. Fasilitas pengujian

Penyedia Jasa memastikan ketersediaan fasilitas laboratorium dengan peralatan dan sumber daya penguji yang memadai di lokasi AMP. Laboratorium harus memiliki ruangan yang cukup dan peralatan yang baik sehingga dapat beroperasi secara efisien. Laboratorium harus lengkap sesuai persyaratan ASTM D3666 termasuk semua peralatan yang diperlukan, material, kalibrasi, referensi standar terkini, dan peralatan core drill.

Lokasi laboratorium harus terletak di lokasi AMP dengan pandangan tidak terhalang ke truk saat sedang memuat material. Fasilitas minimum harus memiliki pencahayaan yang cukup, daya listrik yang cukup, alat pemadam api, bangku pengujian, meja dan lemari kerja, toilet, exhaust fan, sink dengan saluran air.

5.1-12 Pengaturan penimbunan agregat di stockpile

Timbunan agregat di lokasi plant diatur sedemikian rupa sehingga tumpukan agregat dengan gradasi tertentu tidak tercampur dengan agregat atau material lain. Agregat dari sumber yang berbeda harus dipisahkan. Agregat yang sudah tercampur dengan tanah atau material lain tidak boleh digunakan.

Material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan, harus sudah tersedia di lokasi plant. Atau apabila tidak memungkinkan, pasokan material harus kontinu selama pekerjaan untuk memastikan kecukupan material.

5.1-13 Alat angkut

Mengangkut campuran AC-Base dari lokasi plant ke tempat pelaksanaan pekerjaan harus menggunakan truk yang baknya dari metal, kokoh, bersih dan tidak terdapat bahan lainnya. Setiap kali diberi muatan harus ditutup dengan kanvas atau semacamnya yang cukup ukuran dan tebalnya untuk menghindari debu ataupun pengaruh cuaca. Jumlah truk untuk mengangkut campuran AC- Base harus cukup dan dikelola sedemikian rupa sehingga peralatan penghampar dapat beroperasi menerus dengan kecepatan yang disetujui.

Suhu campuran beraspal di atas truk dipertahankan agar saat penghamparan sesuai dengan temperatur pada batas toleransi yang diizinkan dalam JMF yang telah disetujui.

5.1-14 Alat penghampar aspal (Asphalt pavers/finisher)

Alat penghampar harus mempunyai tenaga penggerak sendiri dan dilengkapi dengan screed atau strike off dan automatic level. Bilamana perlu dilengkapi juga dengan alat pemanas. Alat ini harus dapat menghampar dan meratakan lapisan hotmix sesuai tebal, kemiringan dan kerataan yang ditentukan. Screed pada alat tersebut harus memiliki system penggetar (vibrator) dan temper.

Alat tersebut harus mempunyai hopper yang dapat menampung kapasitas cukup sehingga dapat menghasilkan penghamparan yang merata (homogen). Hopper harus dilengkapi dengan sistim distribusi untuk mengatur adukan yang merata dimuka screed.

Pemasangan screed atau strike off sedemikian rupa, sehingga dapat menghasilkan secara efektif pekerjaan yang sempurna (tidak Tearing, shoving, pouging). Asphalt finisher harus mampu berjalan dengan lancar sambil menghamparkan hotmix dengan hasil yang memenuhi persyaratan. Roda penggerak alat penghampar harus berupa roda crawler (rantai baja).

5.1-15 Alat pemadat Rollers

Alat pemadat yang dapat digunakan adalah alat pemadat roda baja (steel wheel) dan roda karet (pneumatic tire roller). Rollers harus dalam kondisi baik dan mampu beroperasi dalam kecepatan rendah untuk menghindari penurunan lapisan hotmix , dengan jumlah, jenis dan berat harus cukup memadatkan hotmix . Depresi atau penurunan pada permukaan perkerasan yang disebabkan oleh operasi roller harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa dengan biaya sendiri.

5.1-16 Alat uji kepadatan

Penyedia Jasa harus menyiapkan set perlengkapan pengujian kepadatan selama pekerjaan pengaspalan untuk mengontrol jumlah lintasan optimum, jenis alat pemadatan dan frekuensi pemadatan.

Penyedia Jasa juga harus menyiapkan tenaga/teknisi untuk pengujian kepadatan. Hasil pengujian kepadatan dilaporkan kepada Direksi Teknis

5.1-17 Persiapan asphalt binder

Aspal harus dipanaskan sedemikian rupa sehingga terhindar dari panas yang berlebihan (overheating), aspal yang tidak merata dan dapat memasok aspal terus-menerus kedalam mixer pada suhu yang seragam.

5.1-18 Persiapan agregat

Agregat untuk hotmix harus dipanaskan dan kondisi kering. Suhu maksimum dan tingkat pemanasan sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada agregatnya. Suhu agregat dan filler tidak boleh melebihi 356°F (180°C) ketika dicampur dengan aspal. Jika agregat mengandung kalsium dan magnesium maka diperlukan perlakuan khusus agar tidak mengalami kerusakan akibat pemanasan yang berlebihan. Suhu tidak boleh terlalu rendah dari yang ditetapkan agar agregat terselimuti dengan merata, sehingga diperoleh kinerja campuran yang sempurna.

5.1-19 Persiapan campuran AC-Base

Agregat dan aspal ditimbang atau diukur dimasukkan ke dalam mixer dalam jumlah yang sesuai dengan JMF. Campuran material tersebut di campur sampai agregat terselimuti aspal dengan merata. Waktu pencampuran, berupa waktu tersingkat untuk memproduksi campuran yang sempurna, namun tidak kurang dari 25 detik untuk setiap produksi (batch) campuran. Waktu pencampuran ditetapkan berdasarkan prosedur untuk menentukan persentase material yang terselimuti aspal dijelaskan di dalam ASTM D2489 untuk setiap AMP dan agregat yang digunakan.

5.1-20 Penghamparan Lapis Resap Pengikat Aspal (Prime coat)

Sebelum dilakukan penghamparan aspal, lapisan dibawahnya dibersihkan sehingga terbebas dari debu ataupun debris material.

Prime coat digunakan sebagai lapis resap pengikat antara lapisan aspal dengan lapisan base dibawah AC-Base. Ketentuan mengenai prime coat mengacu pada prime coat dalam spesifikasi ini.

5.1-21 Rencana penghamparan, pengiriman material, penempatan, dan finishing

Sebelum penghamparan, Penyedia Jasa terlebih dahulu menyiapkan rencana penghamparan yang meliputi lajur penghamparan, lebar hampar untuk meminimumkan jumlah sambungan dingin, ramp sementara, suhu dan perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap bagian pekerjaan. Rencana penghamparan ini harus atas persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Proses pengiriman material, penghamparan serta finishing AC-Base adalah sebagai berikut:

1. Pengiriman harus dijadwalkan sehingga penghamparan dan pemadatan aspal seragam dan dilaksanakan secara simultan untuk meminimumkan berhentinya

alat penghampar. Lapisan yang telah dihampar dan dipadatkan tidak diperkenankan untuk dilintasi oleh kendaraan apapun sebelum suhunya mengalami penurunan hingga setara suhu sekitar.

2. Lajur hamparan AC-Base selanjutnya dapat dilakukan dengan acuan slink maupun kontrol laser jika hamparan lajur AC-Base yang pertama sudah memenuhi toleransi yang dipersyaratkan dan telah diverifikasi oleh surveyor. Penyedia Jasa diharuskan memeriksa survey topografi setiap pelaksanaan penghamparan dan setiap hamparan tersebut harus memenuhi toleransi ketebalan seperti dipersyaratkan sebelum pelaksanaan penghamparan selanjutnya.
3. Bagian tepi dari AC-Base eksisting dimana sebelahnya akan dihampar AC-Base baru harus dipotong menggunakan asphalt cutter dan dibersihkan serta dilapisi dengan tack coat sebelum AC-Base baru dihamparkan.
4. Setelah sampai dilokasi pekerjaan, AC-Base dituang ke dalam asphalt finisher dan segera dihamparkan selebar blade yang telah ditetapkan. Selanjutnya dipadatkan dengan ketebalan lapisan yang merata, sehingga bila pekerjaan selesai akan memenuhi tebal sesuai dengan elevasi dan kontur permukaan yang ditetapkan. Kecepatan asphalt finisher harus diatur agar campuran AC-Base tidak melesek dan terkoyak (pulling dan Tearing).
Campuran AC-Base harus dihamparkan memanjang dengan lebar penghamparan minimum 3 m dan maksimum sesuai bukaan blade asphalt finisher
5. Kecuali ditentukan lain, penghamparan harus dimulai dari sepanjang sumbu (center line) runway atau taxiway atau dari sisi yang tertinggi untuk daerah-daerah dengan satu kemiringan untuk memastikan aliran air yang lancar.
6. Screed tambahan tidak boleh dipasang untuk memperlebar paver guna mencapai lebar lajur minimum kecuali jika dipasang bersamaan dengan auger dengan lebar yang bersesuaian.
7. Sambungan longitudinal pada satu lapisan harus offset dari sambungan longitudinal lapisan dibawahnya dengan jarak offset minimum 30 cm, namun demikian sambungan pada lapisan paling atas harus ada pada sumbu. Sambungan melintang dari lapisan harus memiliki offset minimum 30 cm dari sambungan lapisan dibawahnya.
8. Untuk area dengan bentuk penghamparan yang tidak beraturan atau dengan rintangan yang tidak dapat dihindarkan sehingga penghamparan mekanis

menggunakan paver sulit dilakukan atau tidak memungkinkan, AC-Base dapat dihindarkan menggunakan alat bantu tangan.

9. Area yang mengalami segregasi pada lapis aspal permukaan, yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis, ketika diinstruksikan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten. Atau jika diperintahkan, Penyedia Jasa harus membongkar dan membuang lapisan tersebut dan diganti atas biaya Penyedia Jasa. Pembongkaran dilakukan dengan asphalt cutter dan milling dengan minimum kedalaman 50 mm. Area yang akan dibuang dan diganti harus dengan lebar minimum selebar asphalt finisher dan panjang minimum 3 m.

5.1-22 Pemadatan AC-Base

Setelah penghamparan, AC-Base harus dipadatkan seluruhnya dan secara merata menggunakan alat pemadat. Ketentuan pelaksanaan pemadatan AC-Base adalah sebagai berikut:

1. Permukaan harus dipadatkan sesegera mungkin saat AC-Base telah cukup stabil, sehingga AC-Base tidak mengalami lendutan, retak rambut, maupun terdorong. Urut-urutan pemadatan dan jenis alat pemadat harus sesuai pada saat melakukan Trial Compaction. Kecepatan alat pemadat setiap waktu harus cukup lambat untuk menghindari terjadinya pergerakan AC-Base namun juga tetap efektif memadatkan.
Kecepatan alat pemadat untuk roda baja tidak lebih dari 4 km/jam dan tidak lebih dari 10 km/jam untuk roda karet. Jika terjadi pergerakan/perpindahan yang disebabkan perubahan arah alat pemadat, atau oleh sebab lain, maka harus dilakukan perbaikan seketika.
2. Jumlah alat pemadat harus dipastikan memadai dengan jumlah produksi dari AMP. Pemadatan harus terus dilakukan sampai permukaan dari lapisan yang dipadatkan memiliki tekstur yang seragam, elevasi dan kontur yang akurat, serta memiliki kepadatan lapangan yang memenuhi persyaratan. Untuk menghindari AC-Base melekat pada permukaan roda alat pemadat, maka roda alat pemadat wajib dilengkapi dengan scrapper dan dijaga tetap lembab, namun pemakaian air secara berlebihan tidak diperkenankan.
3. Pada area-area yang tidak memungkinkan penggunaan alat pemadat mekanis, maka hotmix harus dipadatkan secara seragam dan menyeluruh menggunakan alat bantu pemadat (power tamper) yang disetujui Pengawas Pekerjaan dan

Direksi Teknis. Power Tamper yang digunakan harus memiliki berat minimum 125 kg, dengan lebar pelat tamper tidak kurang dari 38 cm, dioperasikan dengan minimum getaran/vibrasi 5.300 per menit, dan dilengkapi dengan bagian pembasah pelat tamper. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.

4. Untuk AC-Base yang mengalami kerusakan tercampur dengan kotoran dan retak harus segera dibuang dan diganti dengan AC-Base yang baru dan dipadatkan. Pekerjaan ini harus dilakukan atas biaya Penyedia Jasa. Skin Patching (patching permukaan) tidak diperbolehkan. Patching harus dilakukan setebal lapisan AC-Base yang dikerjakan.

5.1-23 Sambungan (Joints)

Formasi dari seluruh sambungan harus dibuat sedemikian rupa untuk memastikan ikatan yang menerus antara lapisan maupun lajur AC-Base dan dengan kepadatan lapangan seperti yang disyaratkan. Ketentuan sambungan AC-Base sebagai berikut: Semua sambungan harus mempunyai tekstur yang sama dengan lapisan AC-Base di bagian lain, dengan kehalusan (smoothness) dan elevasi yang telah ditentukan.

1. Alat pemadat tidak diperbolehkan memadatkan bagian tepi AC-Base yang baru dihampar tanpa bekisting, kecuali jika dibutuhkan untuk membentuk sambungan melintang.
2. Sambungan memanjang yang sudah dibiarkan terbuka lebih dari 4 jam, dimana temperatur permukaan sudah menjadi dingin dibawah 80°C, atau dengan bentuk tidak teratur, rusak, tidak terpadatkan harus dipotong 7,5 cm hingga 15 cm untuk menghasilkan bidang kontak yang bersih, mantap, dan dengan bidang vertikal yang seragam sesuai kedalaman lapisan. Material sisa potongan AC-Base tersebut harus dibersihkan dari lokasi pekerjaan.
3. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.
4. *Asphalt tack coat* yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi teknis, harus digunakan untuk melapisi bagian sambungan yang telah kering dan bersih sebelum penghamparan AC-Base di lajur yang bersebelahan.

5.1-24 Saw-cut Grooving

Tidak diperlukan Grooving pada permukaan AC-Base

5.1-25 Penggelaran di malam hari

Kegiatan penggelaran hotmix di malam hari harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Seluruh asphalt finisher, alat pemadat, truk pengangkut dan kendaraan lainnya yang dibutuhkan Penyedia Jasa untuk melaksanakan pekerjaan harus dilengkapi dengan lampu penerangan dan stiker reflektif yang memadai untuk memudahkan pengawasan pergerakan peralatan tersebut, sehingga pekerjaan dapat dilaksanakan dengan aman.
2. Tingkat iluminasi minimum harus 20 horizontal foot-candles (~200 lumen/m² atau 200 lux) dan harus tetap dipertahankan pada daerah-daerah seperti sebagai berikut:
 - Daerah dengan lebar 9 m dan panjang 9 m dibelakang asphalt finisher pada saat penggelaran hotmix .
 - Daerah dengan lebar 4.5 m dan panjang 9 m di depan dan belakang alat pemadat selama proses pemadatan.
 - Daerah dengan lebar 4.5 m dan panjang 4.5 m pada setiap daerah yang sudah di tack coat dan siap dilaksanakan penghamparan hotmix .
3. Untuk memenuhi sebagian kebutuhan persyaratan tersebut, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menggunakan sistem penerangan setara lampu sorot dengan kapasitas minimum 3.000 watt, dipasangkan pada setiap peralatan.
4. Rencana penerangan harus diajukan oleh Penyedia Jasa untuk disetujui Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis sebelum pelaksanaan pekerjaan penghamparan AC-Base di malam hari.

PERSETUJUAN MATERIAL

5.1-26 Kriteria Pengujian Kualitas Pelaksanaan

Semua contoh material yang akan diuji harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam spesifikasi ini, dan atas biaya Penyedia Jasa.

1. Laboratorium

Laboratorium pengujian tempat dilakukan test merupakan laboratorium yang diakui atau terakreditasi serta independent. Semua peralatan pengujian telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang dan masih berlaku.

2. Ukuran Lot

Ukuran standar lot setara dengan satu hari produksi campuran AC-Base yang dibagi menjadi beberapa sublot dengan ukuran sublot antara 400 - 600 ton campuran AC-Base. Apabila produksi campuran dalam satu hari relatif besar, maka satu lot disetarakan dengan produksi campuran aspal dalam setengah hari produksi.

Namun, ketika produksi satu hari hanya cukup untuk satu atau dua sublot, maka sublot tersebut digabungkan dengan sublot pada produksi hari sebelumnya atau hari berikutnya.

Untuk pekerjaan dengan volume campuran AC-Base yang relatif kecil (kurang dari 3000 ton (2,270 metrik ton), penerimaan dan pembayaran material dilaksanakan berdasarkan volume penghamparan per hari.

Ketika digunakan lebih dari satu AMP untuk memproduksi AC-Base, maka produksi campuran AC-Base dari masing-masing AC-Base dihampar dalam lot yang terpisah.

3. Asphalt air voids

Kontrol terhadap air voids dilaksanakan pada setiap sublot.

- Benda uji

Pengambilan benda uji pada sublot dilaksanakan berdasarkan ASTM D3665. Benda uji diambil dari bahan yang telah dimuat di atas truck pengangkut sesuai dengan ASTM D979. Sampel aspal dapat dimasukkan ke dalam timah logam tertutup dan ditempatkan dalam oven selama 30 - 60 menit untuk mempertahankan bahan pada atau di atas suhu pemadatan seperti yang ditentukan dalam JMF.

- Pengujian

Air voids ditentukan untuk setiap lot dengan mengacu pada ASTM D3203 untuk setiap benda uji yang telah dipadatkan dan disiapkan dengan mengacu pada ASTM D6926 dan ASTM D6925.

4. Kepadatan (Density)

Setiap sublot akan diperiksa tingkat kepadatannya, baik mat density maupun density pada area sambungan, dengan mengacu kepada kepadatan referensi.

Dalam spesifikasi ini, kepadatan referensi yang digunakan adalah Laboratory Density JMF. Laboratory Bulk density merupakan hasil perkalian antara Bulk specific gravity dengan density air ($1000 \text{ kg/m}^3/62,4 \text{ lb/ft}^3$). Nilai Bulk specific gravity ditentukan berdasarkan ASTM D2726.

- Benda uji

Benda uji diambil dengan diameter minimum 5 inci (12,5 cm) sesuai dengan ASTM D5361. Penyedia Jasa harus menyediakan semua alat, tenaga kerja, dan bahan untuk membersihkan, dan mengisi bekas lubang core. Bekas yang dihasilkan oleh operasi Coring harus segera dihapus setelah Coring, dan lubang inti harus diisi dengan material sejenis dalam satu hari setelah pengambilan sampel.

- Ikatan (Bond)

Setiap lapisan aspal, harus terikat dengan lapisan diawahnya. Jika Coring menunjukkan bahwa permukaan tidak terikat (melekat), maka Coring tambahan dilakukan untuk pemetaan daerah dengan rekatan yang kurang. Area yang tidak terikat (unbonded area) harus dibongkar, diberikan prime coat dan dilapis ulang. Biaya pembongkaran dan pelapisan ulang menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

- Ketebalan (Thickness)

Pengukuran ketebalan dilakukan dengan Coring disetiap sublot. Maksimum deficiency disetiap titik tidak lebih dari 6 mm dari tebal lapisan yang direncanakan. Ketika tebal lapisan kurang dari tebal rencana dan kekurangannya melebihi batas deficiency maka Penyedia Jasa diwajibkan melakukan upaya perbaikan atas biaya sendiri.

- Mat density

Satu titik core dilakukan disetiap sublot. Penentuan titik dilaksanakan berdasarkan ASTM D3665. Titik core tidak boleh dilakukan disekitar sambungan melintang maupun memanjang, maksimum pada jarak 30 cm dari sambungan. Bulk specific gravity setiap sampel core diuji berdasarkan ASTM D2726. Persentase kepadatan Percent of Bulk density merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan seratus, atau dalam persamaan:

$$\text{Degree of compaction} = \frac{\text{Field Density} \times 100}{\text{Laboratory Density, JMF}}$$

- Kepadatan sambungan

Dalam satu lot, harus diambil minimum satu titik cor pada masing-masing subplot yang mempunyai sambungan memanjang. Penentuan titik cor mengacu pada ASTM D3665 atau sebagaimana yang disepakati bersama antara Penyedia Jasa, Pengawas Pekerjaan maupun Direksi Teknis. Nilai bulk specific gravity setiap sampel ditentukan berdasarkan ASTM D2726.

5.1-27 Kriteria Penerimaan Hasil Pekerjaan

1. Umum

Kriteria penerimaan atau persetujuan hasil pekerjaan didasarkan pada karakteristik aspal yang dihasilkan antara lain meliputi; air voids, kepadatan (mat density dan sambungan), tebal, dan tercapainya slope yang direncanakan.

2. Air voids dan kepadatan lapangan

Air voids lapisan AC-Base ditetapkan antara 3–7,5%. Adapun Derajat kepadatan (degree of compaction/density ratio) lapisan AC-Base:

- a) Untuk VIM (Voids in Mix) = 3 - 3,99%, Density ratio minimum 97%.
- b) Untuk VIM (Voids in Mix) = 4 - 5%, Density ratio minimum 98%.

Persetujuan dari setiap produksi material yang didasarkan pada kepadatan dan air voids didasarkan pada mekanisme percentage of material within specification limits (PWL). Pekerjaan dapat diterima jika PWL lot minimum 90%. Penerimaan pekerjaan dan pembayaran ditentukan .

3. Kepadatan sambungan

Derajat kepadatan (degree of compaction/density ratio) area sambungan lapisan AC-Base harus tercapai :

- a) Untuk VIM (Voids in Mix) = 3 - 3,99%, Density ratio minimum 95%.
- b) Untuk VIM (Voids in Mix) = 4 - 5%, Density ratio minimum 96%.

Penerimaan dari setiap lot pekerjaan aspal untuk kepadatan sambungan didasarkan pada PWL. Jika PWL lot 90% atau lebih, maka pekerjaan dapat diterima. Jika nilai PWL kurang dari 90%, maka Penyedia Jasa harus melakukan evaluasi penyebab tidak tercapainya kepadatan sambungan. Jika PWL kurang dari 80%, Penyedia Jasa harus menghentikan produksi sampai diketahui penyebab kurangnya kepadatan sambungan. Jika PWL kurang

dari 71% pekerjaan tersebut dapat dibayar namun pembayarannya akan dikurangi 5%.

Pengurangan pembayaran akan dievaluasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Penerimaan pekerjaan dan pembayaran ditentukan .

4. Toleransi Kerataan Permukaan

Penyedia Jasa harus melakukan pemeriksaan smoothness dan grade minimum pada hari pertama setelah pekerjaan konstruksi selesai. Pemeriksaan smoothness dan grade disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi persyaratan spesifikasi maka Penyedia Jasa segera melakukan perbaikan. Penyedia Jasa harus menyediakan data survey kepada Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis pada hari berikutnya setelah pengukuran selesai. Ketika diinstruksikan oleh Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.

Persyaratan grade diukur dengan interval pengukuran 15 m sejajar sumbu perkerasan. Level akhir lapisan AC-Base tidak boleh menyimpang lebih dari 9 mm dari level yang ditentukan dalam gambar kerja ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar sumbu perkerasan.

Smoothness diukur setelah pemadatan selesai dilaksanakan tetapi tidak lebih dari 24 jam setelah pemadatan selesai. Setiap permukaan akan diuji kerataannya dikedua arah melintang (transversal) maupun memanjang (longitudinal) untuk mengetahui penyimpangan permukaan yang melebihi toleransi yang telah ditentukan. Permukaan lapisan terakhir harus bebas dari jejak/tanda roda roller. Permukaan akhir juga harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan.

Ketika kerataan permukaan melebihi toleransi spesifikasi dan tidak dapat diperbaiki akan dibongkar dan diganti dengan AC-Base baru.

5.1-28 Percentage of material within specification limits (PWL)

Prosedur perhitungan PWL mengacu pada Seksi 2.4 Spesifikasi ini. Batas yang disyaratkan dalam spesifikasi (L) untuk batas bawah dan (U) untuk batas atas sebagaimana tercantum dalam tabel berikut ini:

Tabel 5.1.7 Batas Toleransi Penerimaan AC-Base

Pengujian	Batas toleransi spesifikasi	
	L	U
<i>Stability</i> (kg)	800	-
<i>Air voids</i> Total Mix (%)	3	5
<i>Mat density</i> (%)	96,3	10 1
<i>Joint density</i> (%)	95,5	-

Pemeriksaan penyimpangan data (outliers) mengacu pada ASTM E178 pada tingkat signifikansi 5%. Sampel outliers tidak digunakan dan perhitungan PWL ditentukan berdasarkan sampel yang terisisa. Spesifikasi rongga udara dan kepadatan didasarkan pada proses produksi yang memiliki variabilitas dengan standar deviasi maksimum 1.55.

5.1-29 Ketentuan pengujian ulang kepadatan.

1. Umum

Pengujian ulang kepadatan hanya diperkenankan untuk mat density atas permintaan secara tertulis Penyedia Jasa yang disampaikan kepada Direksi Teknis.

- a) Perhitungan ulang PWL dilakukan dengan menambahkan data terbaru dengan data yang ada sebelumnya.
- b) Biaya pengambilan sampel dan pengujian menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

2. Pembayaran

Hasil perhitungan PWL setelah dihitung ulang dengan data tambahan menjadi dasar pembayaran.

METODE PENGUKURAN

5.1-30 Pembayaran

Pembayaran suatu lot pekerjaan aspal ditentukan berdasarkan hasil pengujian kepadatan dan rongga udara.

1. Pembayaran keseluruhan pekerjaan aspal tidak boleh lebih besar dari biaya dan volume dalam kontrak (maksimum 100% unit price).
2. Harga yang dibayarkan harus termasuk harga material, persiapan, pencampuran, mobilisasi dan penempatan, seluruh tenaga kerja yang dilibatkan, peralatan, alat bantu dan kebutuhan yang bersifat insidental untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai spesifikasi.
3. Faktor pembayaran. Faktor pembayaran untuk setiap lot pekerjaan harus dihitung sesuai dengan Tabel 5.1.8.

Tabel 5.1.8 Penentuan Faktor Pembayaran AC-Base

<i>Percentage of material within specification limits (PWL)</i>	Faktor Pembayaran untuk satu lot pekerjaan (% kontrak unit price)
96 – 100	106
90 – 95	PWL + 10
75 – 89	0.5 PWL + 55
55 – 74	1.4 PWL – 12
Dibawah 55	Ditolak

Catatan:

1. Meskipun secara teoritis memungkinkan untuk menghasilkan faktor pembayaran 106% dari unit price, harga yang dibayarkan adalah maksimum 100%.
2. “Reject” atau pembongkaran. Pembongkaran mungkin saja tidak dilakukan ketika PWL kurang dari 55 jika ada kesepakatan tertulis antara Penyedia Jasa dengan Direksi Teknis dengan faktor pembayaran maksimum 50%.

Faktor pembayaran untuk individual lot adalah nilai persentase terendah antara data perhitungan berdasarkan kepadatan dan rongga pori. Jika nilai PWL untuk kepadatan sambungan kurang dari 71% maka faktor pembayaran dikurangi 5% dengan syarat area yang tidak tercapai kepadatan yang disyaratkan tidak lebih dari 95%.

REFERENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM C29	Standard Test Method for <i>Bulk density</i> (“Unit Weight”) and Voids in Agregate
ASTM C88	Standard Test Method for <i>Soundness</i> of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate
ASTM C117	Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Agregates by Washing
ASTM C127	Standard Test Method for <i>Density</i> , Relative <i>Density</i> (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Agregate
ASTM C131	Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
ASTM C136	Standard Test Method for Sieve or Screen Analysis of Fine and Coarse Agregates
ASTM C142	Standard Test Method for <i>Clay lumps and friable particles</i> in Agregates
ASTM C566	Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Agregate by Drying
ASTM D75	Standard Practice for Sampling Agregates
ASTM D242	Standard Specification for Mineral Filler for Bituminous Paving Mixtures
ASTM D946	Standard Specification for Penetration-Graded Asphalt Cement for Use in Pavement Construction
ASTM D979	Standard Practice for Sampling Asphalt Paving Mixtures
	ASTM D1073 Standard Specification for Fine Agregate for Asphalt Paving Mixtures
ASTM D1188	Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and <i>Density</i> of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples
ASTM D2172	Standard Test Method for Quantitative Extraction of Bitumen from Asphalt Paving Mixtures

ASTM D1461	Standard Test Method for Moisture or Volatile Distillates in Asphalt Paving Mixtures
ASTM D2041	Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures
ASTM D2419	Standard Test Method for Sand equivalent Value of Soils and Fine Agregate
ASTM D2489	Standard Practice for Estimating Degree of Particle Coating of Bituminous-Agregate Mixtures
ASTM D2726	Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures
ASTM D2950	Standard Test Method for Density of Bituminous Concrete in Place by Nuclear Methods
ASTM D3203	Standard Test Method for Percent Air voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures
ASTM D3381	Standard Specification for Viscosity-Graded Asphalt Cement for Use in Pavement Construction
ASTM D3665	Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
ASTM D3666	Standard Specification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials
ASTM D4318	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D4552	Standard Practice for Classifying Hot-Mix Recycling Agents
ASTM D4791	Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate
ASTM D4867	Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures
ASTM D5361	Standard Practice for Sampling Compacted Asphalt Mixtures for Laboratory Testing
ASTM D5444	Standard Test Method for Mechanical Size Analysis of Extracted Agregate
ASTM D5821	Standard Test Method for Determining thePercentage of Fractured Particles in Coarse Agregate
ASTM D8.14	Standard Test Method for Elastic Recovery of Bituminous Materials by Ductilometer
ASTM D6307	Standard Test Method for Asphalt Content of Hot Mix Asphalt by

	Ignition Method
ASTM D6373	Standard Specification for Performance Graded Asphalt Binder
ASTM D611.5	Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Automatic Vacuum Sealing Method
ASTM D6925	Standard Test Method for Preparation and Determination of the Relative Density of Hot Mix Asphalt (HMA) Specimens by Means of the SuperPave Gyratory Compactor.
ASTM D6926	Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus
ASTM D6927	Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
ASTM D6995	Standard Test Method for Determining Field VMA based on the Maximum Specific Gravity of the Mix (Gmm)
ASTM E11	Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves
ASTM E178	Standard Practice for Dealing with Outlying Observations
ASTM E1274	Standard Test Method for Measuring Pavement Roughness Using a Profilograph
ASTM E950	Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference
ASTM E2133	Standard Test Method for Using a Rolling Inclinator to Measure Longitudinal and Transverse Profiles of a Traveled Surface
AASHTO M156	Standard Specification for Requirements for Mixing Plants for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures.
AASHTO T329	Standard Method of Test for Moisture Content of Hot Mix Asphalt (HMA) by Oven Method
AASHTO T324	Standard Method of Test for Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Asphalt Mixtures
AASHTO T 340	Standard Method of Test for Determining the Rutting Susceptibility of Hot Mix Asphalt (APA) Using the Asphalt Pavement Analyzer (APA)
	Asphalt Institute (AI) Asphalt Institute Handbook MS-26, Asphalt Binder Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition Federal Highway Administration (FHWA) Long Term Pavement Performance Binder Program Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports AC 150/5320-6
Airport Pavement Design and Evaluation
FAA Orders 5300.1 Modifications to Agency Airport Design, Construction, and
Equipment Standards Software
FAARFIELD

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 5.1

Bagian 6 – Perkerasan Lentur (Flexible Pavements)

Seksi 6.1 Beton Aspal (Asphalt Concrete)

LINGKUP PEKERJAAN

6.1-1 Bagian ini meliputi pekerjaan lapisan permukaan dari bahan beton aspal (asphalt concrete) pada perkerasan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal yang dicampur menggunakan mesin pencampur Asphalt Mixing Plant (AMP). Lapisan beton aspal (asphalt concrete) terdiri dari 2 (dua) jenis tergantung dari ukuran maksimum agregat dan gradasinya, yaitu Asphalt Concrete – Wearing Course yang selanjutnya disebut AC-WC dan Asphalt Concrete – Binder Course yang selanjutnya disebut AC – BC.

Bahan AC-WC maupun AC-BC dihampar pada lokasi yang sudah disiapkan sesuai dengan spesifikasi dan memenuhi persyaratan gradasi, tebal lapisan dan jalur penghampanan. Setiap lapisan harus dilaksanakan sesuai dengan rencana elevasi, tebal dan kepadatan. Lapisan AC-BC terdiri dari 1 (satu) atau beberapa lapis, sedangkan AC-WC dibatasi maksimum hanya 1 (satu) lapis dan merupakan lapisan paling atas dari suatu perkerasan lentur (flexible).

Dalam hal lapis AC-BC lebih dari satu lapis, maka penghampanan lapis berikutnya dapat dilakukan setelah lapis pertama mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

MATERIAL

6.1-2 Agregat

1. Agregat Kasar

Agregat kasar terdiri dari bahan yang tahan cuaca, keras, awet, terbebas dari bahan yang dapat mengurangi daya rekat terhadap aspal, bebas dari bahan organik dan bahan lain yang tidak dikehendaki. Agregat kasar harus memenuhi kriteria dalam Tabel 6.1.1.

Tabel 6.1.1 Persyaratan Agregat Kasar

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Maks 25% untuk perkerasan yang melayani pesawat dengan berat lebih besar atau sama dengan 60.000 lbs (27.200 kg) atau Maks 40% untuk perkerasan yang melayani pesawat dengan berat kurang dari 60.000 lbs (27.200 kg), paved shoulder, jalan akses PKP-PK, service road	ASTM C131
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (Soundness)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks 12% jika menggunakan Sodium sulfat atau Maks 15% jika menggunakan magnesium sulfate	ASTM C88
Gumpalan lempung dan bahan mudah pecah/rapuh dalam agregat (Clay lumps and friable particles)	Maks 0,3%	ASTM C142
Persentase partikel pecah pada agregat kasar (Percentage of Fractured Particles)	Untuk perkerasan yang direncanakan melayani pesawat dengan berat 60,000 pounds (27.200 kg) atau lebih: 85% agregat memiliki bidang pecah satu atau lebih dan 75% agregat memiliki bidang pecah dua atau lebih Atau	ASTM D5821

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
	Untuk perkerasan yang direncanakan melayani pesawat dengan berat kurang dari 60,000 pon (27.200 kg) atau lebih: 65% agregat memiliki bidang pecah satu atau lebih dan 50% agregat memiliki bidang pecah dua atau lebih	
Partikel pipih (rasio lebar dan tebal lebih dari 5 dan lonjong (rasio panjang dan lebar lebih dari 5)	Maksimum 8%, dengan perbandingan berat partikel pipih dan lonjong 5:1	ASTM D4791

2. Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari bahan yang bersih, tanah cuaca, keras, awet, bersudut (hasil produksi stone crusher) yang memenuhi persyaratan sebagai agregat halus. Agregat halus harus terbebas dari tanah lempung, lumpur dan bahan lain yang tidak dikehendaki serta tidak diperkenankan menggunakan pasir alam. Persyaratan agregat halus seperti ditampilkan dalam Tabel 6.1.2.

Tabel 6.1.2 Persyaratan Agregat Halus

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Lolos saringan 200	3 - 6%	ASTM C 4079
Batas cair	Non Plastis	ASTM D4318
Indeks Plastisitas	Non Plastis	ASTM D4318

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan (Soundness)	Kehilangan setelah 5 putaran: Maks 10% jika menggunakan Sodium sulfate atau Maks 15% jika menggunakan magnesium sulfate	ASTM C88
Kandungan lempung, material organik dan bahan mudah pecah dalam agregat (Clay lumps and friable particles)	Maksimum 0,3%	ASTM C142
Nilai setara pasir (Sand equivalent)	Minimum 45	ASTM D2419
Fine aggregate angularity (Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan)	Minimum 45%	SNI 03-6877-2002

3. Sampling

Pengujian contoh agregat kasar dan halus berdasarkan ASTM D75.

6.1-3 Bahan pengisi (Mineral filler)

Pada kondisi tertentu diperlukan penambahan Mineral filler (baghouse fines). Mineral filler harus memenuhi persyaratan pada ASTM D242. Material filler dapat berupa abu batu, semen atau debu batu kapur (limestone dust). Pemilihan material filler atas persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Khusus untuk semen, hanya dapat digunakan pada aspal Penetrasi 60/70. Persyaratan Filler ditampilkan dalam Tabel 6.1.3.

Tabel 6.1.3 Persyaratan Material Filler

Pengujian	Persyaratan	Standard
Indeks Plastisitas	Non Plastis	ASTM D4318

6.1-4 Binder Aspal

Binder aspal yang digunakan pada perkerasan area pergerakan (sisi udara) bandar udara ditentukan tergantung dari bobot pesawat rencana yang ditetapkan dalam desain. Ketentuan penggunaan binder aspal ditunjukkan dalam Tabel 6.1.4. Sementara untuk penggunaan jenis aspal selain movement area ditampilkan dalam Tabel 6.1.5.

Tabel 6.1.4 Ketentuan Penggunaan Binder Aspal pada Movement Area

Bobot pesawat rencana	Jenis Aspal
Kurang dari 100.000 lbs (45.359 kg)	Penetrasi 60-70
100.000 lbs (45.359 kg) s.d 300.000 (136.077 kg)	Penetrasi 60-70 atau Performance <i>Grade</i> (PG) 76
Lebih dari 300.000 lbs (136.077 kg)	Performance <i>Grade</i> (PG) 76 atau diatasnya

Tabel 6.1.5 Ketentuan Penggunaan Jenis Asphalt Selain Movement Area

Area	Jenis Aspal
<i>Paved shoulder, Blast Pads, Jalan Akses PKP-PK, Service road dan GSE Road</i>	Penetrasi 60-70 atau Performance <i>Grade</i> (PG) 76

6.1-5 Aspal Penetrasi 60/70

Persyaratan Asphalt penetrasi 60-70 ditampilkan pada Tabel 6.1.6 sebagai berikut:

Tabel 6.1.6 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70

Pengujian	Persyaratan	Standar Pengujian
Penetrasi pada 25°, 100g, 5 detik	60 - 70 (dmm)	ASTM D5
Titik lembek	Min 48 (°C)	ASTM D36
Titik nyala (COC)	Mini 232 (°C)	ASTM D92
Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit	Min 100 cm	ASTM D113
Berat jenis	1,01 – 1,06	ASTM D70
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	Min 99%	ASTM D2042
Kehilangan berat (TFOT)	Maks 0,2%	ASTM D1754
Penetrasi setelah TFOT	Min 80%	ASTM D5
Daktilitas setelah TFOT	Min 100 cm	ASTM D113
Kadar parafin	0 - 2%	SNI 03-3639

KOMPOSISI

6.1-6 Komposisi campuran

Komposisi campuran AC harus terdiri dari agregat yang bergradasi rapat (dense graded), mineral filler, Anti-strip agent jika dibutuhkan, dan bahan perekat aspal. Beberapa fraksi agregat harus disaring, dipisahkan sesuai gradasinya, dan dicampur dengan proporsi yang membentuk campuran agregat yang memenuhi persyaratan Job Mix formula (JMF).

6.1-7 Laboratorium Job Mix formula (JMF)

Laboratorium yang digunakan untuk menyusun JMF harus terakreditasi dan seluruh peralatan di laboratorium telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang. Salinan akreditasi atau hasil kalibrasi peralatan agar disampaikan kepada Direksi Teknis.

6.1-8 Job Mix formula (JMF)

JMF dirancang dengan menggunakan metode Marshall. Hotmix harus dirancang mengikuti prosedur yang terdapat pada Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition 2014. Persiapan benda uji/contoh Marshall merujuk kepada ASTM D6926 dan pengujian stabilitas dan kelelahan Marshall merujuk kepada ASTM D6927. Untuk perkerasan dengan beban pesawat diatas 300.000 lbs (136.077 kg), dipersyaratkan untuk pengujian Indirect Tensile

Strength (ITS). Tensile Strength Ratio (TSR) dari komposisi campuran, merujuk pada ASTM D4867 tidak boleh kurang dari 80% saat dilakukan pengujian dengan tingkat kejenuhan (saturation) 70 - 80%, atau jika hasil pengujian menunjukkan hasil kurang dari 80% maka Penyedia Jasa dapat menambahkan Anti-strip agent untuk memastikan bahwa TSR dari komposisi campuran lebih dari 80%, dengan biaya dibebankan kepada Penyedia Jasa. JMF harus diajukan oleh Penyedia Jasa setidaknya 30 hari sebelum mulai pelaksanaan. JMF harus dibuat pada rentang masa yang sama dengan masa produksi agregat yang digunakan untuk pekerjaan. JMF yang diajukan harus menyertakan minimum sebagai berikut:

- Persentase lolos tiap ukuran saringan untuk total gradasi gabungan, gradasi tiap fraksi agregat, dan Persentase berat tiap fraksi agregat yang digunakan dalam JMF;
- Persentase dari bahan perekat aspal;
- Jenis aspal yang digunakan;
- Jumlah tumbukan setiap sisi dari benda uji/spesimen Marshall;
- Temperatur pencampuran di Laboratorium;
- Temperatur pemadatan di Laboratorium;
- Grafik hubungan antara temperatur dan viskositas dari bahan perekat aspal yang menunjukkan rentang temperatur pencampuran dan pemadatan, dan juga menyertakan temperatur pencampuran dan pemadatan yang direkomendasikan penyedia aspal;
- Plot gradasi gabungan agregat pada curve gradasi dengan “n” pangkat 0.45;
- Grafik hubungan antara kadar aspal (asphalt content) dengan stabilitas, Flow, air voids / VIM (void in mixture), VMA (voids in mineral aggregate), dan density;
- Specific gravity dan absorpsi dari setiap jenis agregat;
- Persentase muka bidang pecah;

- Persentase berat dari partikel pipih, partikel lonjong dan partikel pipih & lonjong;
- Tensile Strength Ratio (TSR), khusus untuk rancangan perkerasan dengan beban diatas 300.000 lbs;
- Hasil Pengujian Hamburg Wheel Track Test (HWTT) dan/atau Asphalt Pavement Analyzer (APA), khusus untuk rancangan perkerasan dengan beban diatas 300.000 lbs;
- Anti-strip agent (jika dibutuhkan);
- Tanggal JMF dibuat. JMF yang dibuat dengan tanggal yang tidak sama dalam masa konstruksi tidak diperbolehkan

Tabel 6.1.7 Kriteria Rancangan Aspal Penetrasi 60/70

Pengujian	Bobot Pesawat		Metode Pengujian
	>= 60.000 Lbs (27216 Kg), tekanan ban 100 psi atau lebih	< 60.000 lbs (27216 Kg), tekanan ban < 100 Psi	
Jumlah tumbukan (per sisi)	75	75	
<i>Stability</i> (Kg)	980	800	ASTM D1559
<i>Flow</i> (mm)	2 - 4	2 – 4,5	ASTM D6927
<i>Air voids</i> (VIM), (%)	3 - 5		ASTM D3203
<i>Percent voids in mineral agregate</i> (VMA), (%)	Gradasi 1 : Min 14 Gradasi 2 : Min 15		ASTM D6995

Gradasi agregat yang digunakan harus memenuhi persyaratan gradasi. Agregat terdiri dari butiran kasar hingga halus dan tidak bervariasi mendekati batas bawah satu ukuran saringan serta mendekati batas atas pada saringan yang berdekatan, atau

sebaliknya. Gradasi beton aspal ditampilkan dalam Tabel 6.1.8. Gradasi agregat tersebut adalah berdasarkan gradasi dari agregat yang memiliki specific gravity yang seragam. Persentase dari lolos saringan untuk berbagai ukuran saringan harus dikoreksi jika agregat yang digunakan memiliki specific gravity yang bervariasi, merujuk pada Asphalt Institute MS-2, Asphalt Mix Design Methods, 7th Edition, 2014.

Gradasi agregat yang digunakan harus telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan/atau Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten untuk dilakukan verifikasi.

Tabel 6.1.8 Gradasi Agregat – Beton Aspal

Ukuran saringan	Persentase berat lolos saringan	
	Gradasi 1 (AC-BC)	Gradasi 2 (AC-WC)
1 inci (25,0 mm)	100	--
3/4 inci (19,0 mm)	90 - 100	100
1/2 inci (12,5 mm)	68 - 88	90 - 100
3/8 inci (9,5 mm)	60 - 82	72 - 88
No. 4 (4,75 mm)	45 - 67	53 - 73
No. 8 (2,36 mm)	32 - 54	38 - 60
No. 16 (1,18 mm)	22 - 44	26 - 48
No. 30 (600 μ m)	15 - 35	18 - 38
No. 50 (300 μ m)	9 - 25	11 - 27
No. 100 (150 μ m)	6 - 18	6 - 18
No. 200 (75 μ m)	3 - 6	3 - 6

Ukuran saringan	Persentase berat lolos saringan	
	Gradasi 1 (AC-BC)	Gradasi 2 (AC-WC)
<i>Minimum Voids in mineral aggregate (VMA)</i>	14,0	15,0
Kadar Aspal	4,5 - 7,0	5,0 - 7,5
Rekomendasi tebal konstruksi (cm)	6,0 – 7,5	4,0 – 5,0

6.1-9 Trial Compaction

Setelah "Job Mix" mendapatkan persetujuan, harus dilakukan percobaan pemadatan. Sebelum dilaksanakan pelaksanaan pekerjaan, Penyedia Jasa harus melakukan uji pemadatan di luar atau didalam area yang akan dikerjakan dengan persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis

Percobaan pemadatan dimaksudkan untuk mengetahui jumlah lintasan optimum, sehingga tercapai nilai kepadatan lapangan sesuai dengan yang disyaratkan. Selain itu, percobaan pemadatan juga menghasilkan rasio antara tebal hampar dan tebal padat lapisan aspal. Luas area untuk percobaan pemadatan minimum 3 m x 30 m maksimum 6 m x 30 m yang dibagi menjadi 3 segmen. Perbedaan tiap segmen tergantung dari jumlah lintasan pada setiap tahapan pemadatan. Apabila percobaan pemadatan sudah memenuhi syarat, maka hasilnya akan digunakan sebagai dasar pelaksanaan penuh di lapangan. Jika hasil percobaan pemadatan tidak memenuhi persyaratan, maka dilakukan percobaan pemadatan ulang.

Dalam tiga segmen diambil contoh benda uji (core drill) untuk diukur tingkat kepadatannya. Contoh benda uji yang memenuhi harus mempunyai tingkat kepadatan (percent of Bulk density) yang merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan seratus. Dalam Trial Compaction density rasio harus tercapai minimum 98%.

METODE KONSTRUKSI

6.1-10 Batasan cuaca

Campuran aspal tidak boleh dihampar pada permukaan yang basah dan ketika terjadi hujan yang dapat mempengaruhi suhu beton aspal. Penyedia Jasa harus melakukan pengujian apabila menurut Pengawas Pekerjaan maupun Direksi Teknis terdapat bagian yang tidak konsisten.

6.1-11 Asphalt plant

Asphalt plant atau sering juga disebut Asphalt Mixing Plant (AMP) harus memenuhi persyaratan yang meliputi:

1. Pemeriksaan AMP

Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis harus mendapat akses ke semua area dan semua fasilitas dalam rangka pemeriksaan terkait kecukupan peralatan, material, operasi plant, timbangan, komposisi dan properties material dan pemeriksaan suhu campuran.

2. Timbangan truck

Beton Aspal harus ditimbang pada timbangan yang telah dikalibrasi dan disertifikasi oleh Badan Meteorologi atau instansi yang berwenang. Timbangan harus selalu diperiksa dan berpenutup untuk menjamin keakuratannya. Timbangan beton aspal harus berupa system penimbangan elektronik (electronic weighing system) yang dilengkapi dengan printer otomatis, atau dengan manual.

3. Fasilitas pengujian

Penyedia Jasa memastikan ketersediaan fasilitas laboratorium dengan peralatan dan sumber daya penguji yang memadai di lokasi AMP. Laboratorium harus memiliki ruangan yang cukup dan peralatan yang baik sehingga dapat beroperasi secara efisien. Laboratorium harus lengkap sesuai persyaratan ASTM D3666 termasuk semua peralatan yang diperlukan, material, kalibrasi, referensi standar terkini, dan peralatan core drill.

Lokasi laboratorium harus terletak di lokasi AMP dengan pandangan tidak terhalang ke truk saat sedang memuat material.

Fasilitas minimum harus memiliki pencahayaan yang cukup, daya listrik yang cukup, alat pemadam api, bangku pengujian, meja dan lemari kerja, toilet, exhaust fan, sink dengan saluran air.

6.1-12 Pengaturan penimbunan agregat di stockpile

Timbunan agregat di lokasi plant diatur sedemikian rupa sehingga tumpukan agregat dengan gradasi tertentu tidak tercampur dengan agregat atau material lain. Agregat dari sumber yang berbeda harus dipisahkan. Agregat yang sudah tercampur dengan tanah atau material lain tidak boleh digunakan.

Material yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan, harus sudah tersedia di lokasi plant. Atau apabila tidak memungkinkan, pasokan material harus simultan selama pekerjaan untuk memastikan kecukupan material.

6.1-13 Alat angkut

Mengangkut hotmix AC dari lokasi plant ke tempat pelaksanaan pekerjaan harus menggunakan truk yang baknya dari metal, kokoh, bersih dan tidak terdapat bahan lainnya. Setiap kali dimuati harus ditutup dengan kanvas atau semacamnya yang cukup ukuran dan tebalnya untuk menghindari debu ataupun pengaruh cuaca. Jumlah truk untuk mengangkut hotmix AC harus cukup dan dikelola sedemikian rupa sehingga peralatan penghampar dapat beroperasi menerus dengan kecepatan yang disetujui. Suhu campuran beraspal di atas truk dipertahankan agar saat penghamparan sesuai dengan temperatur pada batas toleransi yang diizinkan dalam JMF yang telah disetujui.

6.1-14 Alat penghampar campuran Aspal panas (Asphalt pavers/ finisher)

Alat penghampar harus mempunyai tenaga penggerak sendiri dan dilengkapi dengan screed atau strike off dan automatic level. Bilamana perlu dilengkapi juga dengan alat pemanas. Alat ini harus dapat menghampar dan meratakan lapisan hotmix sesuai tebal, kemiringan dan kerataan yang ditentukan. Screed pada alat tersebut harus memiliki system penggetar (vibrator) dan temper. Alat tersebut harus mempunyai hopper yang dapat menampung kapasitas cukup sehingga dapat menghasilkan penghamparan yang merata (homogen). Hopper harus dilengkapi dengan sistim distribusi untuk mengatur adukan yang merata di muka screed.

Pemasangan screed atau strike off sedemikian rupa, sehingga dapat menghasilkan secara efektif pekerjaan yang sempurna (tidak Tearing, shoving, pouging). Asphalt finisher harus mampu berjalan dengan lancar sambil menghamparkan hotmix dengan hasil yang memenuhi persyaratan. Roda penggerak alat penghampar harus berupa roda crawler (rantai baja).

6.1-15 Alat pemadat Rollers

Alat pemadat yang dapat digunakan adalah alat pemadat roda baja (steel wheel) dan roda karet (pneumatic tire roller). Rollers harus dalam kondisi baik dan mampu beroperasi dalam kecepatan rendah untuk menghindari penurunan lapisan hotmix , dengan jumlah, jenis dan berat harus cukup memadatkan hotmix . Depresi atau penurunan pada permukaan perkerasan yang disebabkan oleh operasi roller harus diperbaiki oleh Penyedia Jasa dengan biaya sendiri.

6.1-16 Alat uji kepadatan

Penyedia Jasa harus menyiapkan set perlengkapan pengujian kepadatan selama pekerjaan pengaspalan untuk mengontrol jumlah lintasan optimum, jenis alat pemadatan dan frekuensi pemadatan. Penyedia Jasa juga harus menyiapkan tenaga /teknisi untuk pengujian kepadatan. Hasil pengujian kepadatan dilaporkan kepada Direksi Teknis

6.1-17 Persiapan asphalt binder

Aspal harus dipanaskan sedemikian rupa sehingga terhindar dari panas yang berlebihan (overheating) tidak merata dan dapat memasok aspal terus-menerus kedalam mixer pada suhu yang seragam. Suhu aspal modifikasi PG tidak boleh lebih dari 180°C (356°F) ketika dicampurkan ke dalam agregat.

6.1-18 Persiapan agregat

Agregat untuk hotmix harus dipanaskan dan kering. Suhu maksimum dan tingkat pemanasan sedemikian rupa sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada agregatnya. Suhu agregat dan filler tidak boleh melebihi 180°C (356°F) ketika dicampur dengan aspal. Jika agregat mengandung kalsium dan magnesium maka diperlukan perlakuan khusus agar tidak mengalami kerusakan akibat pemanasan yang berlebihan. Suhu tidak boleh terlalu rendah dari yang ditetapkan agar agregat terselimuti dengan merata, sehingga diperoleh kinerja campuran yang sempurna.

6.1-19 Persiapan campuran AC

Agregat dan aspal ditimbang atau diukur dimasukkan ke dalam mixer dalam jumlah yang sesuai dengan JMF. Campuran material tersebut di campur sampai agregat

terselimuti aspal dengan merata. Waktu pencampuran, berupa waktu tersingkat untuk memproduksi campuran yang sempurna, namun tidak kurang dari 25 detik untuk setiap produksi (batch) campuran. Waktu pencampuran ditetapkan berdasarkan prosedur untuk menentukan persentase material yang terselimuti aspal dijelaskan di dalam ASTM D2489 untuk setiap AMP dan agregat yang digunakan.

6.1-20 Penghamparan Prime coat dan Tack coat

Sebelum dilakukan penghamparan aspal, lapisan dibawahnya dibersihkan sehingga terbebas dari debu ataupun debris material. Prime coat digunakan sebagai resap pengikat antara lapisan aspal dengan lapisan agregat base. Sementara tack coat digunakan sebagai perekat sambungan vertikal maupun horizontal antara lapisan aspal yang satu dengan lapisan aspal yang lainnya. Ketentuan mengenai prime coat mengacu pada Seksi 6.1 dan tack coat mengacu pada Seksi 6.2 dalam spesifikasi ini.

6.1-21 Rencana penghamparan, pengiriman material, penempatan, dan finishing.

Sebelum penghamparan, Penyedia Jasa terlebih dahulu menyiapkan rencana penghamparan yang meliputi lajur penghamparan, lebar hampar untuk meminimumkan jumlah sambungan dingin, ramp sementara, suhu dan perkiraan waktu penyelesaian untuk setiap bagian pekerjaan. Rencana penghamparan ini harus atas persetujuan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

Proses pengiriman material, penghamparan serta finishing Hotmix AC adalah sebagai berikut:

1. Pengiriman harus dijadwalkan sehingga penghamparan dan pemadatan aspal seragam dan dilaksanakan secara simultan untuk meminimumkan berhentinya alat penghampar. Lapisan yang telah dihampar dan dipadatkan tidak diperkenankan untuk dilintasi oleh kendaraan apapun sebelum suhunya mengalami penurunan hingga setara suhu sekitar.
2. Lajur hamparan Hotmix AC selanjutnya dapat dilakukan dengan acuan slink maupun kontrol laser jika hamparan lajur Hotmix AC yang pertama sudah memenuhi toleransi yang dipersyaratkan dan telah diverifikasi oleh surveyor. Penyedia Jasa diharuskan memeriksa survey topografi setiap pelaksanaan penghamparan dan setiap hamparan tersebut harus memenuhi toleransi ketebalan seperti dipersyaratkan sebelum pelaksanaan penghamparan selanjutnya.

3. Bagian tepi dari AC eksisting dimana sebelahnya akan dihampar Hotmix AC baru harus dipotong menggunakan asphalt cutter dan dibersihkan serta dilapisi dengan tack coat sebelum Hotmix AC baru dihamparkan.
4. Setelah sampai dilokasi pekerjaan, Hotmix AC dituang ke dalam asphalt finisher dan segera dihamparkan selebar blade yang telah ditetapkan. Selanjutnya dipadatkan dengan ketebalan lapisan yang merata, sehingga bila pekerjaan selesai akan memenuhi tebal sesuai dengan elevasi dan kontur permukaan yang ditetapkan. Kecepatan asphalt finisher harus diatur agar campuran Hotmix AC tidak melesak dan terkoyak (pulling dan Tearing).
5. Hotmix AC harus dihamparkan memanjang dengan lebar penghamparan minimum 3 m dan maksimum sesuai bukaan blade asphalt finisher.
6. Kecuali ditentukan lain, penghamparan harus dimulai dari sepanjang sumbu (center line) runway atau taxiway atau dari sisi yang tertinggi untuk daerah-daerah dengan satu kemiringan untuk memastikan aliran air yang lancar.
7. Screed tambahan tidak boleh dipasang untuk memperlebar paver guna mencapai lebar lajur minimum kecuali jika dipasang bersamaan dengan auger dengan lebar yang bersesuaian.
8. Sambungan longitudinal pada satu lapisan harus offset dari sambungan longitudinal lapisan dibawahnya dengan jarak offset minimum 30 cm, namun demikian sambungan pada lapisan paling atas harus ada pada sumbu. Sambungan melintang dari lapisan harus memiliki offset minimum 30 cm dari sambungan lapisan dibawahnya.
9. Untuk area dengan bentuk penghamparan yang tidak beraturan atau dengan rintangan yang tidak dapat dihindarkan sehingga penghamparan mekanis menggunakan paver sulit dilakukan atau tidak memungkinkan, Hotmix AC dapat dihamparkan menggunakan alat bantu tangan.
10. Area yang mengalami segregasi pada lapis aspal permukaan, yang ditentukan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis, ketika diinstruksikan, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten. Atau jika diperintahkan, Penyedia Jasa harus membongkar dan membuang lapisan tersebut dan diganti atas biaya Penyedia Jasa. Pembongkaran dilakukan dengan asphalt cutter dan milling dengan kedalaman satu lapis hamparan. Area yang akan dibuang dan diganti harus dengan lebar minimum selebar asphalt finisher dan panjang minimum 3 m.

6.1-22 Pemadatan Beton Aspal

Setelah penghamparan, Hotmix AC harus dipadatkan seluruhnya dan secara merata menggunakan alat pemadat. Ketentuan pelaksanaan pemadatan Hotmix AC adalah sebagai berikut:

1. Permukaan harus dipadatkan sesegera mungkin saat Hotmix AC telah cukup stabil, sehingga AC tidak mengalami lendutan, retak rambut, maupun terdorong. Urut-urutan pemadatan dan jenis alat pemadat harus sesuai pada saat melakukan Trial Compaction.

Kecepatan alat pemadat setiap waktu harus cukup lambat untuk menghindari terjadinya pergerakan Hotmix AC namun juga tetap efektif memadatkan. Kecepatan alat pemadat untuk roda baja tidak lebih dari 4 km/jam dan tidak lebih dari 10 km/jam untuk roda karet. Jika terjadi pergerakan/perpindahan yang disebabkan perubahan arah alat pemadat, atau oleh sebab lain, maka harus dilakukan perbaikan seketika.

2. Jumlah alat pemadat harus dipastikan memadai dengan jumlah produksi dari AMP. Pemadatan harus terus dilakukan sampai permukaan dari lapisan yang dipadatkan memiliki tekstur yang seragam, elevasi dan kontur yang akurat, serta memiliki kepadatan lapangan yang memenuhi persyaratan. Untuk menghindari Hotmix AC melekat pada permukaan roda alat pemadat, maka roda alat pemadat wajib dilengkapi dengan scrapper dan dijaga tetap lembab, namun pemakaian air secara berlebihan tidak diperkenankan.
3. Pada area-area yang tidak memungkinkan penggunaan alat pemadat mekanis, maka Hotmix AC harus dipadatkan secara seragam dan menyeluruh menggunakan alat bantu pemadat (power tamper) yang disetujui Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Power Tamper yang digunakan harus memiliki berat minimum 125 kg, dengan lebar pelat tamper tidak kurang dari 38 cm, dioperasikan dengan minimum getaran/vibrasi 4.200 per menit, dan dilengkapi dengan bagian pembasah pelat tamper. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.
4. Untuk AC yang mengalami kerusakan tercampur dengan kotoran dan retak harus segera dibuang dan diganti dengan hotmix AC yang baru dan dipadatkan. Pekerjaan ini harus dilakukan atas biaya Penyedia Jasa. Skin Patching (patching permukaan) tidak diperbolehkan. Patching harus dilakukan setebal lapisan AC yang dikerjakan.

6.1-23 Sambungan (Joints)

Formasi dari seluruh sambungan harus dibuat sedemikian rupa untuk memastikan ikatan yang menerus antara lapisan maupun lajur hotmix dan dengan kepadatan lapangan seperti yang disyaratkan. Ketentuan sambungan lapisan AC sebagai berikut:

1. Semua sambungan harus mempunyai tekstur yang sama dengan lapisan hotmix di bagian lain, dengan kehalusan (smoothness) dan elevasi yang telah ditentukan. Alat pemadat tidak diperbolehkan memadatkan bagian tepi dari hotmix tanpa bekisting yang baru dihampar, kecuali jika dibutuhkan untuk membentuk sambungan melintang.

Untuk kedua cara pembuatan sambungan tersebut, bidang kontak sambungan harus dilapisi dengan tack coat sebelum menggelar hotmix di lajur berikutnya.

2. Sambungan memanjang yang sudah dibiarkan terbuka lebih dari 4 jam, dimana temperatur permukaan sudah menjadi dingin dibawah 80°C, atau dengan bentuk tidak teratur, rusak, tidak terpadatkan harus dipotong 7,5 cm hingga 15 cm untuk menghasilkan bidang kontak yang bersih, mantap, dan dengan bidang vertikal yang seragam sesuai kedalaman lapisan. Material sisa potongan hotmix tersebut harus dibersihkan dari lokasi pekerjaan. Ketika diinstruksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis, Peyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten. Asphalt tack coat yang disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi teknis, harus digunakan untuk melapisi bagian sambungan yang telah kering dan bersih sebelum penghamparan hotmix di lajur yang bersebelahan.
3. Untuk pekerjaan overlay bandar udara yang beroperasi, maka diakhir pekerjaan baik pada arah memanjang maupun melintang, dibuatkan tapering (ramp) dengan kemiringan maksimum 1%. Tapering harus dipotong dengan keseluruhan kedalaman maupun memanjang pada garis lurus untuk menghasilkan permukaan vertikal yang akan disambungkan dengan penghamparan hotmix selanjutnya.

6.1-24 Saw-cut Grooving

Pada kondisi tertentu dan bila disyaratkan dalam desain dan ditunjukkan dalam gambar kerja, permukaan AC-WC dapat dibuat Grooving.

6.1-25 Penggelaran di malam hari

Kegiatan penggelaran hotmix di malam hari harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Seluruh asphalt finisher, alat pemadat, truk pengangkut dan kendaraan lainnya yang dibutuhkan Penyedia Jasa untuk melaksanakan pekerjaan harus dilengkapi dengan lampu penerangan dan stiker reflektif yang memadai untuk memudahkan pengawasan pergerakan peralatan tersebut, sehingga pekerjaan dapat dilaksanakan dengan aman.
2. Tingkat iluminasi minimum harus 20 horizontal foot-candles (~200 lumen/m² atau 200 lux) dan harus tetap dipertahankan pada daerah-daerah seperti sebagai berikut:
 - a. Daerah dengan lebar 9 m dan panjang 9 m dibelakang asphalt finisher pada saat penggelaran hotmix .
 - b. Daerah dengan lebar 4.5 m dan panjang 9 m di depan dan belakang alat pemadat selama proses pemadatan.
 - c. Daerah dengan lebar 4.5 m dan panjang 4.5 m pada setiap daerah yang sudah di tack coat dan siap dilaksanakan penghamparan hotmix .
3. Untuk memenuhi sebagian kebutuhan persyaratan tersebut, Penyedia Jasa harus menyiapkan dan menggunakan sistem penerangan setara lampu sorot dengan kapasitas minimum 3.000 watt, dipasang pada setiap peralatan.
4. Rencana penerangan harus diajukan oleh Penyedia Jasa untuk disetujui Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis sebelum pelaksanaan pekerjaan penghamparan hotmix di malam hari.

PERSETUJUAN MATERIAL

6.1-26 Kriteria Pengujian Kualitas Pelaksanaan

Semua contoh material yang akan diuji harus sesuai dengan persyaratan yang ditentukan dalam spesifikasi ini, dan atas biaya Penyedia Jasa.

1. Laboratorium

Laboratorium pengujian tempat dilakukan test merupakan laboratorium yang diakui atau terakreditasi serta independent. Semua peralatan pengujian telah dikalibrasi oleh instansi yang berwenang dan masih berlaku.
2. Ukuran Lot

Ukuran standar lot setara dengan satu hari produksi campuran aspal yang dibagi menjadi beberapa subplot dengan ukuran sublots antara 400 s.d 600 ton campuran aspal. Apabila produksi campuran dalam satu hari relatif besar, maka satu lot disetarakan dengan produksi campuran aspal dalam setengah hari produksi.

Namun, ketika produksi satu hari hanya cukup untuk satu atau dua subplot, maka subplot tersebut digabungkan dengan subplot pada produksi hari sebelumnya atau hari berikutnya.

Untuk pekerjaan dengan volume hotmix AC yang relatif kecil (kurang dari 3000 ton (2.270 metric tons), penerimaan dan pembayaran material dilaksanakan berdasarkan volume penghamparan per hari.

Ketika digunakan lebih dari satu AMP, maka produksi AC dari masing- masing AMP dihampar dalam lot yang terpisah.

3. Asphalt air voids

Kontrol terhadap air voids dilaksanakan pada setiap subplot.

- **Benda uji**

Pengambilan benda uji pada subplot dilaksanakan berdasarkan ASTM D3665. Benda uji diambil dari bahan yang telah dimuat di atas truck pengangkut sesuai dengan ASTM D979. Sampel AC dapat dimasukkan ke dalam timah logam tertutup dan ditempatkan dalam oven selama 30- 60 menit untuk mempertahankan bahan pada atau di atas suhu pemadatan seperti yang ditentukan dalam JMF

- **Pengujian**

Air voids ditentukan untuk setiap lot dengan mengacu pada ASTM D3203 untuk setiap benda uji yang telah dipadatkan dan disiapkan dengan mengacu pada ASTM D6926 dan ASTM D6925.

4. Kepadatan

Setiap subplot akan diperiksa tingkat kepadatannya, baik mat density maupun density pada area sambungan, dengan mengacu kepada kepadatan referensi. Dalam spesifikasi ini, kepadatan referensi yang digunakan adalah Laboratory Bulk density JMF. Laboratory Bulk density merupakan hasil perkalian antara Bulk specific gravity dengan density air (1000 kg/m³/62,4 lb/ft³). Bulk specific gravity ditentukan berdasarkan ASTM D2726.

- **Benda uji**

Benda uji diambil dengan diameter minimum 5 inci (125 mm) dsesuai dengan ASTM D5361. Penyedia Jasa harus menyediakan semua alat,

tenaga kerja, dan bahan untuk membersihkan, dan mengisi bekas lubang core. Bekas yang dihasilkan oleh operasi Coring harus segera dihapus setelah Coring, dan lubang inti harus diisi dalam satu hari setelah pengambilan sampel.

- **Ikatan (Bond)**

Setiap lapisan aspal, harus terikat dengan lapisan diawahnya. Jika Coring menunjukkan bahwa permukaan tidak terikat (melekat), maka Coring tambahan dilakukan untuk pemetaan daerah dengan rekatan yang kurang. Area yang tidak terikat (unbonded area) harus dibongkar dan dilapis ulang. Biaya pembongkaran dan pelapisan ulang menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

- **Ketebalan (Thickness)**

Pengukuran ketebalan dilakukan dengan Coring disetiap sublot. Maksimum deficiency disetiap titik tidak lebih dari 1/4 inci (6 mm) dari tebal lapisan yang direncanakan. Ketika tebal lapisan kurang dari tebal rencana dan kekurangannya melebihi batas deficiency maka Penyedia Jasa diwajibkan melakukan upaya perbaikan atas biaya sendiri.

- **Mat density**

Satu titik core dilakukan disetiap sublot. Penentuan titik dilaksanakan berdasarkan ASTM D3665. Titik core tidak boleh dilakukan disekitar sambungan melintang maupun memanjang, maksimum pada jarak 30 cm dari sambungan. Bulk specific gravity setiap sampel core diuji berdasarkan ASTM D2726. Persentase kepadatan Percent of Bulk density merupakan hasil bagi atau rasio antara kepadatan lapangan dengan kepadatan laboratorium JMF dikalikan seratus, atau dalam persamaan:

$$\text{Degree of compaction} = \frac{\text{Field Density} \times 100}{\text{Laboratory Density JMF}}$$

- **Kepadatan sambungan**

Dalam satu lot, harus diambil minimum satu titik cor pada masing- masing sublot yang mempunyai sambungan memanjang. Penentuan titik cor mengacu pada ASTM D3665 atau sebagaimana yang disepakati bersama antara Penyedia Jasa, Pengawas Pekerjaan maupun Direksi Teknis . Nilai bulk specific gravity setiap sampel ditentukan berdasarkan ASTM D2726.

6.1-27 Kriteria Penerimaan Hasil Pekerjaan

1. Umum

Kriteria penerimaan didasarkan pada karakteristik beton aspal yang dihasilkan antara lain meliputi; air voids, kepadatan (mat density dan sambungan), tebal, skid resistance dan tercapainya slope yang direncanakan.

2. Air voids dan kepadatan lapangan (mat density)

Air voids lapisan beton aspal di lapangan (In-place air voids) ditetapkan sebesar 3 - 7,5%, sedangkan air voids di laboratorium, atau Voids in Mix (VIM) berdasarkan Mix design criteria sebesar 3 - 5%.

Derajat kepadatan atau Degree of compaction atau Density ratio (DR) berdasarkan prosentase Kepadatan Laboratorium (Laboratory Density) ditetapkan sesuai dengan nilai VIM sbb :

- VIM = 3 - 3,99%, Density ratio (DR) minimum 97%.
- VIM = 4 - 5%, Density Ratio (DR) minimum 98%.

Persetujuan dari setiap produksi material yang didasarkan pada kepadatan dan air voids ditentukan dengan mekanisme percentage of material within specification limits (PWL). Pekerjaan dapat diterima jika PWL lot minimum 90%. Penerimaan pekerjaan dan pembayaran ditentukan dalam Paragraf 6.1-8.1.

3. Kepadatan sambungan (Joint density)

Derajat kepadatan atau Degree of compaction atau Density ratio (DR) pada Sambungan (Joint density) lapisan AC-BC dan AC-WC harus memenuhi syarat sesuai dengan VIM (Voids in Mix).

- a. VIM = 3 - 3,99%, Density ratio (DR) minimum 95%.
- b. VIM = 4 - 5%, Density ratio (DR) minimum 96%.

Penerimaan dari setiap lot pekerjaan aspal untuk kepadatan sambungan didasarkan pada PWL. Jika PWL lot 90% atau lebih, maka pekerjaan dapat diterima. Jika nilai PWL kurang dari 90%, maka Penyedia Jasa harus melakukan evaluasi penyebab tidak tercapainya kepadatan sambungan. Jika PWL kurang dari 80%, Penyedia Jasa harus menghentikan produksi sampai diketahui penyebab kurangnya kepadatan sambungan. Jika PWL kurang dari 71% pekerjaan tersebut dapat dibayar namun pembayarannya akan dikurangi 5%. Pengurangan pembayaran akan dievaluasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Penerimaan pekerjaan dan pembayaran ditentukan dalam Paragraf 6.1- 8.1.

4. Toleransi Kerataan Permukaan

Penyedia Jasa harus melakukan pemeriksaan smoothness dan grade minimum pada hari pertama setelah pekerjaan konstruksi selesai. Pemeriksaan smoothness dan grade disaksikan oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi persyaratan spesifikasi maka Penyedia Jasa segera melakukan perbaikan. Penyedia Jasa harus menyediakan data survey kepada Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis pada hari berikutnya setelah pengukuran selesai. Ketika diinstruksikan oleh Direksi Teknis, Penyedia Jasa harus mengambil sampel dan menguji bahan apa pun yang tampak tidak konsisten.

Persyaratan grade diukur dengan interval pengukuran 15 m sejajar sumbu perkerasan. Level akhir lapisan beton aspal tidak boleh menyimpang lebih dari 9 mm dari level yang ditentukan dalam gambar kerja ketika diukur pada interval pengukuran per 15 m sejajar sumbu perkerasan.

Smoothness diukur setelah pemadatan selesai dilaksanakan tetapi tidak lebih dari 24 jam setelah pemadatan selesai. Setiap permukaan akan diuji kerataannya dikedua arah melintang (transversal) maupun memanjang (longitudinal) untuk mengetahui penyimpangan permukaan yang melebihi toleransi yang telah ditentukan. Permukaan lapisan terakhir harus bebas dari jejak/tanda roda roller. Permukaan akhir juga harus rata dan tidak boleh menyimpang lebih dari 6 mm mistar straight edge panjang 3,7 m yang diletakkan di permukaan secara paralel dan melintang sumbu perkerasan.

Ketika kerataan permukaan melebihi toleransi spesifikasi dan tidak dapat diperbaiki akan dibongkar dan diganti dengan beton aspal baru.

6.1-28 Percentage of material within specification limits (PWL)

Prosedur perhitungan PWL mengacu pada Seksi 2.4. dalam Spesifikasi ini. Batas yang disyaratkan dalam spesifikasi (L) untuk batas bawah dan (U) untuk batas atas sebagaimana tercantum dalam Tabel 6.1.7.

Tabel 6.1.7 Batas Toleransi Penerimaan Beton Aspal

Pengujian	Desain Perkerasan untuk Pesawat Udara dengan Berat Total Lebih Besar atau sama dengan 60.000 Lbs, Tekanan Ban 100 psi atau lebih		Desain Perkerasan untuk Pesawat Udara dengan Berat Total kurang dari 60.000 Lbs (27216 Kg) dengan Tekanan Ban kurang dari 100 psi	
	Batas toleransi spesifikasi		Batas toleransi spesifikasi	
	L	U	L	U
Jumlah Tumbukan (per sisi)	75	-	75	-
<i>Stability</i> (kg)	800	-	680	-
<i>Flow</i> (mm)	2	4	2	5
<i>Air voids Total Mix</i> (%)	2	5	2	5
<i>Surface course</i> (AC-WC), <i>mat density</i> (%)	96,3	101,3	96,3	101,3
<i>Binder course</i> (AC-BC), <i>mat density</i> (%)	95,5	101,3	95,5	101,3
<i>Joint density</i>	93,3	-	93,3	-

Pemeriksaan penyimpangan data (outliers) mengacu pada ASTM E178 pada tingkat signifikansi 5%. Sampel outliers tidak digunakan dan perhitungan PWL ditentukan berdasarkan sampel yang tersisa. Spesifikasi rongga udara dan kepadatan didasarkan pada proses produksi yang memiliki variabilitas dengan standar deviasi: AC-WC Mat density (%), 1.30; AC-BC Mat density (%), 1.30; Joint density (%) 1.55.

6.1-29 Ketentuan pengujian ulang kepadatan.

1. Umum

Pengujian ulang kepadatan hanya diperkenankan untuk mat density atas permintaan secara tertulis Penyedia Jasa yang disampaikan kepada Direksi Teknis Prosedur pengujian mengacu pada keterangan di bawah. Hanya satu sampel per lot yang diizinkan.

- Perhitungan ulang PWL dilakukan dengan menambahkan data terbaru dengan data yang ada sebelumnya.
- Biaya pengambilan sampel dan pengujian menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

2. Pembayaran

Hasil perhitungan PWL setelah dihitung ulang dengan data tambahan menjadi dasar pembayaran.

METODE PENGUKURAN

6.1-30 Pengukuran

Perhitungan campuran beton aspal berdasarkan satuan berat (tonase). Pengukuran bobot/tonnase beton aspal harus didasarkan dari penimbangan hotmix di Batch AMP yang sudah dimuat dalam dump truck, kalau perlu menimbang dump truck kosong dan dump truck yang sudah terisi hotmix dari AMP. Material tersebut telah dihamparkan, dipadatkan dan sudah memenuhi syarat density ratio. Pengujian density hotmix harus menunggu setelah hamparan hotmix tersebut berumur 24 jam - 48 jam. Bobot hotmix AC = bobot dump truck berisi hotmix dikurangi bobot dump truck kosong.

PEMBAYARAN

6.1-31 Pembayaran

Pembayaran untuk pekerjaan hotmix AC yang memenuhi persyaratan dan diterima dibuat dalam satuan harga per ton atau kg, dengan faktor pembayaran berdasarkan percentage of material within specification limits (PWL).

Harga yang dibayarkan sudah termasuk kompensasi untuk bahan, perlengkapan dan perlatan, persiapan pencampuran, penghamparan, tenaga dan biaya insidental yang dikeluarkan untuk menyelesaikan pekerjaan yang memenuhi persyaratan.

6.1-32 Faktor Pembayaran

Faktor pembayaran untuk setiap lot pekerjaan harus dihitung sesuai dengan Tabel 6.1.8.

Tabel 6.1.8 Penentuan Faktor Pembayaran

Percentage of material within specification limits (PWL)	Faktor Pembayaran untuk satu lot pekerjaan (% kontrak <i>unit price</i>)
96 – 100	106
90 – 95	PWL + 10
75 – 89	0,5 PWL + 55
55 – 74	1,4 PWL – 12
Kurang dari 55	Reject

Ketentuan mengenai batasan faktor pembayaran adalah sebagai berikut:

1. Pembayaran keseluruhan pekerjaan beton aspal tidak boleh lebih besar dari biaya dan volume dalam kontrak (maksimum 100% unit price), meskipun secara teoritis memungkinkan untuk menghasilkan faktor pembayaran 106% dari unit price ketika PWL pada rentang 96-100.
2. Pembongkaran atau “reject”. Pembongkaran mungkin saja tidak dilakukan ketika PWL kurang dari 55 jika ada kesepakatan tertulis antara Penyedia Jasa dengan Direksi Teknis dengan faktor pembayaran maksimum 50%.
3. Faktor pembayaran untuk individual lot adalah nilai persentase terendah antara data perhitungan berdasarkan kepadatan dan rongga pori.
Jika nilai PWL untuk kepadatan sambungan kurang dari 71% maka faktor pembayaran dikurangi 5% dengan syarat area yang tidak tercapai kepadatan yang disyaratkan tidak lebih dari 95%.

REFERENSI

ASTM International (ASTM)

- | | |
|------------|--|
| ASTM C29 | Standard Test Method for Bulk density ("Unit Weight") and Voids in Agregate |
| ASTM C88 | Standard Test Method for Soundness of Agregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate |
| ASTM C117 | Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Agregates by Washing |
| ASTM C127 | Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Agregate |
| ASTM C131 | Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Agregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine |
| ASTM C136 | Standard Test Method for Sieve or Screen Analysis of Fine and Coarse Agregates |
| ASTM C142 | Standard Test Method for Clay lumps and friable particles in Agregates |
| ASTM C566 | Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Agregate by Drying |
| ASTM D75 | Standard Practice for Sampling Agregates |
| ASTM D242 | Standard Specification for Mineral Filler for Bituminous Paving Mixtures |
| ASTM D946 | Standard Specification for Penetration - Graded Asphalt Cement for Use in Pavement Construction |
| ASTM D979 | Standard Practice for Sampling Asphalt Paving Mixtures |
| ASTM D1073 | Standard Specification for Fine Agregate for Asphalt Paving Mixtures |
| ASTM D1188 | Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples |
| ASTM D2172 | Standard Test Method for Quantitative Extraction of Bitumen from Asphalt Paving Mixtures |
| ASTM D1461 | Standard Test Method for Moisture or Volatile Distillates in Asphalt Paving Mixtures |
| ASTM D2041 | Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures |

ASTM D2419	Standard Test Method for Sand equivalent Value of Soils and Fine Agregate
ASTM D2489	Standard Practice for Estimating Degree of Particle Coating of Bituminous-Agregate Mixtures
ASTM D2726	Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Non-Absorptive Compacted Bituminous Mixtures
ASTM D2950	Standard Test Method for Density of Bituminous Concrete in Place by Nuclear Methods
ASTM D3203	Standard Test Method for Percent Air voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures
ASTM D3381	Standard Specification for Viscosity-Graded Asphalt Cement for Use in Pavement Construction
ASTM D3665	Standard Practice for Random Sampling of Construction Materials
ASTM D3666	Standard Specification for Minimum Requirements for Agencies Testing and Inspecting Road and Paving Materials
ASTM D4318	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
ASTM D4552	Standard Practice for Classifying Hot-Mix Recycling Agents
ASTM D4791	Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Agregate
ASTM D4867	Standard Test Method for Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures
ASTM D5361	Standard Practice for Sampling Compacted Asphalt Mixtures for Laboratory Testing
ASTM D5444	Standard Test Method for Mechanical Size Analysis of Extracted Agregate
ASTM D5821	Standard Test Method for Determining the Percentage of Fractured Particles in Coarse Agregate ASTM D8.14 Standard Test Method for Elastic Recovery of Bituminous Materials by Ductilometer
ASTM D6307	Standard Test Method for Asphalt Content of Hot Mix Asphalt by Ignition Method
ASTM D6373	Standard Specification for Performance Graded Asphalt Binder
ASTM D611.5	Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Automatic Vacuum Sealing Method

ASTM D6925	Standard Test Method for Preparation and Determination of the Relative Density of Hot Mix Asphalt (HMA) Specimens by Means of the SuperPave Gyratory Compactor.
ASTM D6926	Standard Practice for Preparation of Bituminous Specimens Using Marshall Apparatus
ASTM D6927	Standard Test Method for Marshall Stability and Flow of Bituminous Mixtures
ASTM D6995	Standard Test Method for Determining Field VMA based on the Maximum Specific Gravity of the Mix (Gmm)
ASTM E11	Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves
ASTM E178	Standard Practice for Dealing with Outlying Observations ASTM E1274
	Standard Test Method for Measuring Pavement Roughness Using a Profilograph
ASTM E950	Standard Test Method for Measuring the Longitudinal Profile of Traveled Surfaces with an Accelerometer Established Inertial Profiling Reference
ASTM E2133	Standard Test Method for Using a Rolling Inclinator to Measure Longitudinal and Transverse Profiles of a Traveled Surface American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)
AASHTO M156	Standard Specification for Requirements for Mixing Plants for Hot-Mixed, Hot-Laid Bituminous Paving Mixtures.
AASHTO T329	Standard Method of Test for Moisture Content of Hot Mix Asphalt (HMA) by Oven Method
AASHTO T324	Standard Method of Test for Hamburg Wheel-Track Testing of Compacted Asphalt Mixtures
AASHTO T 340	Standard Method of Test for Determining the Rutting Susceptibility of Hot Mix Asphalt (APA) Using the Asphalt Pavement Analyzer (APA)
	Asphalt Institute (AI) Asphalt Institute Handbook MS-26, Asphalt Binder
	Asphalt Institute MS-2 Mix Design Manual, 7th Edition AI State Binder Specification Database
Federal Highway Administration (FHWA)	Long Term Pavement Performance Binder
Program Federal	Aviation Administration (FAA) AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports AC 150/5320-6 Airport Pavement Design and Evaluation

FAA Orders 5300.1 Modifications to Agency Airport Design, Construction, and Equipment
Standards Software FAARFIELD

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 6.1

Bagian 7 – Lain-Lain

Seksi 7.1 Lapis Resap Pengikat Aspal (Asphalt Prime Coat)

LINGKUP PEKERJAAN

7.1-1 Lingkup Pekerjaan

Bagian ini mencakup penggunaan aspal emulsi atau aspal Cut Back sebagai lapis resap pengikat yang dihampar di atas lapis fondasi atas lapisan perkerasan lentur pada lokasi yang ditunjukkan dalam gambar sesuai dengan volume dalam kontrak. Aspal emulsi digunakan sebagai prime coat pada perkerasan yang melayani pesawat dengan bobot lebih besar atau sama dengan 100.000 lbs (45.359 kg). Aspal Cut Back digunakan sebagai prime coat pada perkerasan yang melayani pesawat dengan bobot kurang dari 100.000 Lbs (45.359 kg).

7.1-2 Material Aspal Emulsi dan Cut Back

Material aspal emulsi dan Cut Back yang digunakan sebagai prime coat ditampilkan dalam Tabel 7.1.1. Khusus aspal emulsi harus memenuhi persyaratan sebagaimana tercantum dalam Tabel 7.1.2.

Tabel 7.1.1 Jenis Aspal Emulsi dan Cut Back untuk Prime coat

Aplikasi		Temperatur
Tipe dan Grade	Spesifikasi	° C
Aspal Emulsi		
SS-1, SS-1h	ASTM D 977	20 - 70
MS-2, HFMS-1	ASTM D 977	20 - 70
CSS-1, CSS-1h	ASTM D 2397	20 - 70
CMS-2	ASTM D 2397	20 - 70
CRS-1, CRS-1P	ASTM D 2397	20 - 70

Aplikasi		Temperatur
Tipe dan <i>Grade</i>	Spesifikasi	° C
<i>Cut Back Asphalt</i>		
RC-250	ASTM D 2028	75 +
RC-70	ASTM D 2028	50 +

Tabel 7.1.2 Persyaratan Aspal Emulsi

Properties	Persyaratan	Standar Pengujian
Kekentalan, Viskositas Saybolt Furol pada 50°C	20 – 100 detik	ASTM D7496
Residu dengan Distilasi atau Evaporasi	Minimum 57%	ASTM D6997 atau ASTM D6934
Pengujian saringan, tertahan no 20	Maksimum 0,1%	ASTM D6933
Stabilitas penyimpanan 24 Jam	Maksimum 1,2%	ASTM D6930
Pengujian penurunan, Stabilitas penyimpanan 5-hari	Maksimum 7,5%	ASTM D6930
Identifikasi Cationic, muatan listrik	Positif, dengan pH maksimum 6,5	ASTM D7402
Penetrasi residu pada 25°C, 100 gr, 5 detik	60 – 120 mm	ASTM D5-05

Properties	Persyaratan	Standar Pengujian
Daktilitas residu 25°C, 100 gr, 5 detik	Minimum 40 cm	ASTM D11317
Titik lembek residu	Minimum 50°C	ASTM D3461

METODE KONSTRUKSI

7.1-3 Batasan Cuaca

Prime coat diaplikasikan hanya ketika permukaan eksisting kering, temperatur atmosfer 10°C keatas, dan temperatur tidak berada di bawah (2°C) untuk 12 jam sebelum aplikasi dan ketika cuaca tidak berkabut atau hujan.

7.1-4 Peralatan

Perlengkapan yang digunakan oleh Penyedia Jasa harus meliputi kompresor, aspal distributor otomatis serta peralatan untuk memanaskan bahan aspal, serta peralatan-peralatan tambahan yang diperlukan untuk menyelesaikan bagian ini, dioperasikan sedemikian rupa sehingga temperatur aspal seragam dan dapat digunakan secara seragam pada lebar permukaan yang bervariasi.

Kapasitas distributor menghasilkan semprotan material aspal dalam cakupan yang seragam pada temperature spesifik, dengan laju yang telah ditentukan dan secara terkontrol dari 0,23 – 4,5 Liter/m², dengan range tekanan dari 25 - 75 psi (172,4-517,1 kPa).

7.1-5 Aplikasi Prime Coat

Sebelum pelaksanaan pekerjaan Prime coat, dilakukan pembersihan permukaan menggunakan kompresor. Aspal disemprot secara seragam dengan alat distributor 0,7 s.d 1,5 Liter/m² tergantung dari tekstur base course. Interlayer Shear Strength rata-rata minimum harus tercapai 0,4 MPa ketika diuji berdasarkan AASHTO TAPI 114-18 atau ditentukan lain di dalam dokumen desain.

Setelah aplikasi bahan aspal emulsi dan sebelum penerapan lapisan perkerasan berikutnya, biarkan lapisan aspal mengering (cure) dan menguap dari kelembaban atau volatile. Pertahankan permukaan lapisan dari kerusakan dan dengan memperbaiki dan melapisi ulang area yang tidak sempurna. Biarkan lapisan primer mengering (cure) tanpa diganggu selama periode 48 jam atau lebih lama, selama yang dibutuhkan agar dapat menembus treated course. Lengkapi dan sebarkan pasir untuk membersihkan dan mengatasi material aspal berlebih secara efektif. Penyedia Jasa harus menghilangkan pasir berlebih secara efektif. Penyedia Jasa harus menghilangkan pasir yang mengering sebelum operasi pengaspalan beton aspal tanpa biaya tambahan. Jauhkan lalu lintas dari permukaan yang baru ditambah dengan material aspal. Berikan tanda peringatan dan barikade sehingga lalu lintas tidak akan melalui material yang baru saja dipasang.

7.1-6 Percobaan (Trial Application rates)

Penyedia Jasa harus melakukan uji coba Prime coat dan peralatan pada area minimum pada 3 kali 30 m. Terapkan tiga rentang aplikasi yang berbeda dari material aspal dalam rentang aplikasi yang ditentukan dalam Paragraf 7.1-5. Aplikasi uji coba lainnya dapat dibuat dengan material yang berbeda sesuai dengan arahan Pengawas Pekerjaan atau Direksi Teknis. Aplikasi uji coba adalah untuk menunjukkan bahwa perlengkapan dapat mengaplikasikan material aspal secara merata dengan rate yang spesifik dan menentukan rate aplikasi untuk pelaksanaan di lapangan.

7.1-7 Metode Pengukuran

Pengukuran kuantitas pekerjaan prime coat ditentukan berdasarkan satuan luas yaitu m² pekerjaan prime coat yang dilaksanakan di lokasi sesuai gambar kerja dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan bahan dan kualitas pelaksanaan oleh Pengawas Pekerjaan.

7.1-8 Pembayaran

Pembayaran pekerjaan prime coat harus dibuat sesuai dengan kontrak harga satuan dengan volume pengukuran dalam satuan m². Harga yang dibayarkan harus sudah termasuk kompensasi penuh untuk seluruh material, persiapan, pengantaran, dan

pemasangan material serta untuk tenaga kerja, peralatan, pelengkapan, serta biaya tak terduga yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

REFRENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM D2995 Standard Practice for Estimating Application Rate and Residual Application Rate of Bituminous Distributors

ASTM D3628 Standard Practice for Selection and Use of Emulsified Asphalts

Federal Aviation Administration (FAA)

AC 150/5370-10 Standards for Specifying Construction of Airports

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 7.1

Seksi 7.2 Lapis Perekat Aspal (Asphalt Tack Coat)

7.2-1 Lingkup Pekerjaan

Bagian ini mencakup persiapan dan pemberian lapis tipis aspal cair sebagai lapis pengikat (tack coat) pada permukaan perkerasan yang akan dilapisi beton aspal sebagaimana ditunjukkan dalam gambar kerja.

Aspal emulsi digunakan sebagai tack coat pada perkerasan yang melayani pesawat dengan bobot lebih besar atau sama dengan 100.000 lbs (45.359 kg). Aspal Cut Back digunakan sebagai tack coat pada perkerasan yang melayani pesawat dengan bobot kurang dari 100.000 Lbs (45.359 kg).

MATERIAL

7.2-2 Material Aspal

Material aspal harus berupa aspal emulsi atau Cut Back yang ditentukan dalam ASTM D3628 sebagai aplikasi aspal untuk tack coat yang sesuai dengan kondisi setempat. Jenis aspal yang digunakan sebagai tack coat ditampilkan dalam Tabel 7.2.1 sedangkan persyaratan khusus untuk aspal emulsi ditampilkan dalam Tabel 7.2.2 sebagai berikut:

Tabel 7.2.1 Jenis Aspal untuk Tack coat

Aplikasi		Temperatur
Tipe dan Grade	Spesifikasi	° C
Aspal Emulsi		
SS-1, SS-1h	ASTM D 977	20 - 70
MS-2, HFMS-1	ASTM D 977	20 - 70
CSS-1, CSS-1h	ASTM D 2397	20 - 70
CMS-2	ASTM D 2397	20 - 70

CRS-1, CRS-1P	ASTM D 2397	20 - 70
Cut Back Asphalt		
Aplikasi		Temperatur
Tipe dan Grade	Spesifikasi	° C
RC-70	ASTM D 2028	50+

Tabel 7.2.2 Persyaratan Aspal Emulsi

<i>Properties</i>	Persyaratan	Standar Pengujian
Kekentalan, Viskositas Saybolt Furol pada 50°C	20 – 100 detik	ASTM D7496
Residu dengan Distilasi atau Evaporasi	Minimum 57%	ASTM D6997 atau ASTM D6934
Pengujian saringan, tertahan no 20	Maksimum 0,1%	ASTM D6933
Stabilitas penyimpanan 24 Jam	Maksimum 1,2%	ASTM D6930
Pengujian penurunan, Stabilitas penyimpanan 5 hari	Maksimum 7,5%	ASTM D6930
Identifikasi Cationic, muatan listrik	Positif, dengan pH maksimum 6,5	ASTM D7402

<i>Properties</i>	Persyaratan	Standar Pengujian
Penetrasi residu pada 25°C, 100 gr, 5 detik	60 – 120 mm	ASTM D5-05
Daktilitas residu 25°C, 100 gr, 5 detik	Minimum 40 cm	ASTM D11317
Titik lembek residu	Minimum 50°C	ASTM D3461
Keelastisan setelah penembalian residu	Minimum 20%	AASHTO T 301-2003

METODE KONSTRUKSI

7.2-3 Batasan Cuaca

Tack coat diaplikasikan hanya ketika permukaan eksisting kering, temperatur atmosfer 10°C (50°F) keatas, dan temperature tidak berada di bawah 2°C (35°F) untuk 12 jam sebelum aplikasi dan ketika cuaca tidak berkabut atau hujan.

7.2-4 Peralatan

Penyedia Jasa harus menyediakan semua peralatan yang meliputi persiapan dan pelaksanaan termasuk peralatan pemanas dan penghampar. Tack coat harus diaplikasikan dengan mesin aspal distributor. Peralatan harus bekerja dengan baik dan tidak mengandung kontaminasi atau pengencer pada tangki. Ujung semprotan harus bersih serta memiliki ukuran yang dapat menjaga distribusi aspal emulsi yang seragam.

Truk distribusi harus disertai dengan spreader spray bar. Truk distributor harus memiliki thermometer yang mudah diakses yang secara konstan melakukan monitor terhadap emulsi, dan memiliki alat ukur tangki mekanis yang dapat beroperasi sehingga dapat digunakan untuk memeriksa ulang akurasi komputer.

Truk distributor harus memiliki perlengkapan yang dapat memanaskan dan mencampur material secara efektif sesuai dengan temperatur yang diperlukan sebelum aplikasi. Pemanasan dan pencampuran harus dilakukan sesuai dengan

rekomendasi manufaktur/pabrik. Distributor juga harus dilengkapi dengan hand sprayer. Selain itu, mesin distributor aspal juga harus dikalibrasi tiap tahun sesuai dengan ASTM D2995.

Power broom atau blower digunakan untuk membersihkan permukaan dari debu, kontaminat atau benda lainnya sebelum diaplikasikan tack coat.

7.2-5 Aplikasi Tack Coat

Sebelum pelaksanaan pekerjaan Tack coat, dilakukan terlebih dahulu pembersihan permukaan menggunakan kompresor.

Material tack coat harus diaplikasikan secara merata menggunakan aspal distributor pada tingkat yang tepat untuk kondisi dan permukaan yang sesuai dengan Tabel 7.2.3. Tipe material aspal dan laju aplikasi harus disetujui oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis sebelum dilakukan aplikasi.

Tabel 7.2.3 Tingkat Aplikasi Tack coat

Jenis Permukaan	Tingkat Residu, (ltr/m ²)	Tingkat Bar Aplikasi Emulsi, (ltr/m ²)
Aspal Baru	0,1 - 0,25	0,15 - 0,35
Aspal Eksisting	0,2 - 0,35	0,3 - 0,50
Milled Surface	0,2 - 0,4	0,3 - 0,55
Beton	0,3 - 0,7	0,3 - 0,7

7.2-6 Metode Pengukuran

Kuantitas dari pekerjaan tack coat untuk pembayaran dihitung berdasarkan satuan luas yaitu m² pekerjaan tack coat yang telah dihampar di lokasi yang ditentukan dalam gambar kerja dan telah dinyatakan memenuhi persyaratan bahan dan pelaksanaan oleh Pegawai Pekerjaan.

7.2-7 Pembayaran

Pembayaran pekerjaan tack coat harus dibuat sesuai dengan kontrak harga satuan dengan volume pengukuran dalam satuan m². Harga yang dibayarkan harus sudah termasuk kompensasi penuh untuk seluruh material, persiapan, pengantaran, dan pemasangan material serta untuk tenaga kerja, peralatan, pelengkapan, serta biaya tak terduga yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

REFERENSI

ASTM International (ASTM)

- | | |
|------------|--|
| D1250 | Standard Guide for Use of the Petroleum Measurement Tables |
| ASTM D2995 | Standard Practice for Estimating Application Rate and Residual Application Rate of Bituminous Distributors |
| ASTM D3628 | Standard Practice for Selection and Use of Emulsified Asphalts |

Federal Aviation Administration (FAA)

- | | |
|----------------|---|
| AC 150/5370-10 | Standards for Specifying Construction of Airports |
|----------------|---|

Kementerian PUPR

Spesifikasi Umum 2018 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 7.2

Seksi 7.3 Marka Perkerasan

7.3-1 Lingkup Pekerjaan

Bagian ini termasuk persiapan dan pengecatan angka, tanda atau garis pada permukaan runway, taxiway dan apron, sesuai dengan spesifikasi dan pada lokasi yang ditunjukkan pada rencana, atau sesuai arahan dari Direksi Teknis. Istilah “cat” dan “material marka” berikut “pengecatan” dan “aplikasi marka” dapat bertukar pada keseluruhan spesifikasi ini.

MATERIAL

7.3-2 Persetujuan Material

Penyedia Jasa harus melengkapi laporan tes atau sertifikasi pabrik, untuk material yang dikirim ke lokasi pekerjaan. Sertifikat harus mencakup pernyataan bahwa material telah memenuhi persyaratan. Sertifikasi ini bersama dengan salinan material marka, termasuk adhesi, flow promoting dan/atau floatation additive; serta persyaratan aplikasi harus diserahkan dan disetujui oleh Direksi Teknis sebelum aplikasi awal pemberian marka. Laporan dapat digunakan untuk penerimaan materi atau Direksi Teknis dapat melakukan tes verifikasi. Penyedia Jasa harus melaporkan kepada Direksi Teknis mengenai kedatangan material ke lokasi pekerjaan. Seluruh material yang sampai harus tiba dalam wadah tertutup yang mudah diukur untuk diperiksa oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis.

7.3-3 Material Marka

Material marka yang digunakan harus terlebih dahulu disetujui oleh Direksi Teknis. Marka yang diajukan untuk persetujuan mencakup, tipe, warna (nomor warna), takaran aplikasi, tambahan Glass Beads jika diperlukan termasuk tipe dan takaran aplikasinya.

1. Cat.

Cat dapat berupa waterborne, epoxy, methacrylate atau solvent-base dengan ketentuan pemakaian dan persyaratan sebagai berikut:

- a. Penggunaan waterborne atau solvent based paints:
 - Type I digunakan untuk lokasi dimana pesawat bergerak pelan.

- Type II digunakan pada lokasi dimana curing lebih cepat diperlukan.
 - Type III digunakan pada lokasi yang membutuhkan lapisan tebal dan lebih tahan lama.
- b. Marka sementara menggunakan waterborne atau solvent based dengan takaran 30% s.d 50% dari aplikasi penuh.
- c. Pada permukaan yang porus, pengecatan dilakukan dua lapis yang dilaksanakan pada arah yang berlawanan. Lapis pertama pada tingkat 50% tanpa glass beads dan lapis kedua arah berlawanan pada tingkat 100% dengan Glass Beads.
- d. Retroreflectivity diukur dengan alat portable yang sesuai dengan ASTM E1710.
- e. Pengecatan pada marka Preformed Thermoplastic (yang sudah ada) harus menghasilkan setidaknya 225 mcd/m²/lux pada marka warna putih dan 100 mcd/m²/lux pada marka warna kuning.

Ketentuan terkait takaran cat dan glass beads ditampilkan dalam Tabel 7.3.1, sementara takaran cat pada Tabel 7.3.2 berikut:

Tabel 7.3.1 Takaran Cat dan Glass Beads

Cat		Tambahan <i>Glass Beads</i> (Bila diperlukan)		
Type	<i>Application Rate</i>	Type I, Gradasi A	Type III	Type IV
	Maksimum	Minimum	Minimum	Minimum
<i>Waterborne Type I or II</i>	115 ft ² /gal (2,8 m ² /l)	7 lb/gal (0,85 kg/l)	10 lb/gal (1,2 kg/l)	--
<i>Waterborne Type III</i>	90 ft ² /gal (2,2 m ² /l)	7 lb/gal (0,85 kg/l)	8 lb/gal (1,0 kg/l)	
<i>Waterborne Type III</i>	55 ft ² /gal (1,4 m ² /l)		6 lb/gal (0,8 kg/l)	5 lb/gal (0,7 kg/l)
<i>Solvent Base</i>	115 ft ² /gal (2,8 m ² /l)	7 lb/gal (0,85 kg/l)	10 lb/gal (1,2 kg/l)	--
<i>Solvent Base</i>	55 ft ² /gal (2,2 m ² /l)	--	--	5 lb/gal (0,7 kg/l)

Cat		Tambahan <i>Glass Beads</i> (Bila diperlukan)		
Type	<i>Application Rate</i>	Tipe I, Gradasi A	Tipe III	Tipe IV
	Maksimum	Minimum	Minimum	Minimum
<i>Waterborne Type I or II</i>	115 ft ² /gal (2,8 m ² /l)	7 lb/gal (0,85 kg/l)	10 lb/gal (1,2 kg/l)	--
<i>Waterborne Type III</i>	90 ft ² /gal (2,2 m ² /l)	7 lb/gal (0,85 kg/l)	8 lb/gal (1,0 kg/l)	
<i>Waterborne Type III</i>	55 ft ² /gal (1,4 m ² /l)		6 lb/gal (0,8 kg/l)	5 lb/gal (0,7 kg/l)
<i>Solvent Base</i>	115 ft ² /gal (2,8 m ² /l)	7 lb/gal (0,85 kg/l)	10 lb/gal (1,2 kg/l)	--
<i>Solvent Base</i>	55 ft ² /gal (2,2 m ² /l)	--	--	5 lb/gal (0,7 kg/l)

Tabel 7.3.2 Persyaratan Cat

Jenis Cat	Persyaratan
Waterborne	Porsi <i>non-volatile</i> dari kendaraan untuk semua jenis cat harus terdiri dari 100% polimer akrilik sebagaimana ditentukan dengan analisis spectral inframerah.
	Cat harus terdiri dari dua komponen minimum 99% system tipe solid dengan pigmen putih dan kuning dengan kandungan titanium dioxide 17% ketika diuji dengan ASTM D476 Berat per epoxy setara, ketika diuji sesuai dengan ASTM D1652 harus menjadi target pabrik target ± 50. Jumlah Amine ketika diuji sesuai dengan ASTM D2074 harus sesuai dengan target pabrik ± 50.

Jenis Cat	Persyaratan
Epoksi	Pabrik harus menyatakan bahwa produk tidak mengandung merkuri, timbal, kromium, pelarut terhalogenasi, atau karsinogen sesuai dengan ketentuan dalam jumlah yang melebihi batas yang diizinkan sebagaimana ditentukan dalam peraturan yang berlaku. Pantulan cahaya matahari untuk cat warna putih tidak kurang dari 75% dan kuning 55% Tahan abrasi dan pelapukan
Methacrylate	Cat harus terdiri dari dua komponen minimum 99% system tipe solid dengan pigmen putih dan kuning dengan kandungan titanium dioxide 17% ketika diuji dengan ASTM D476 Berat per epoxy setara, ketika diuji sesuai dengan ASTM D1652 harus menjadi target pabrik target ± 50. Jumlah Amine ketika diuji sesuai dengan ASTM D2074 harus sesuai dengan target pabrik ± 50. Pabrik harus menyatakan bahwa produk tidak mengandung merkuri, timbal, kromium, pelarut terhalogenasi, atau karsinogen sesuai dengan ketentuan dalam jumlah yang melebihi batas yang diizinkan sebagaimana ditentukan dalam peraturan yang berlaku. Pantulan cahaya matahari untuk cat warna putih tidak kurang dari 75% dan kuning 55% Tahan abrasi dan pelapukan Ketebalan marka tidak beraturan mulai dari 0,000 hingga 0,250 inci (0,00 hingga 6,4 mm), diaplikasikan pada pola percikan (splatter) yang terdiri dari minimum 80% garis yang terlihat (apabila berjalan pada 5 mph pada garis yang tampak solid

2. Media reflektif

Bila diperlukan penambahan material Glass Beads, maka untuk cat putih dan kuning harus memenuhi persyaratan dalam Tabel 9.6.3 dan gradasi (tapi tidak terbatas pada):

Tabel 7.3.3 Persyaratan Glass Beads

Karakteristik	Metode Pengujian	Persyaratan Minimum
Kebundaran	ASTM-1155	80%
Indeks Refraksi Type III		1,90
Indeks Refraksi Type IV	TT-B-1325C	1,50
Berat jenis Type III		4,0 – 4,5
Berat jenis Type IV	TT-B-1325C	2,3 – 2,5
<i>Crushing Strength</i>	ASTM D 1213	40.000 psi

Dengan persyaratan distribusi ukuran partikel glass beads yang ditampilkan dalam Tabel 7.3.4.

Tabel 7.3.4 Distribusi Ukuran Partikel Glass Beads

<i>U.S Sieve No.</i>	Ukuran Saringan (mm)	<i>Minimum % passing by weight</i>	
		<i>Type III</i>	<i>Type IV-A</i>
12	1,700		100
14	1,400		95 – 100
16	1,180	100	80 – 95
18	1,000		10 – 40
20	0,850	95 – 100	0 – 5
25	0,710		0 – 2

U.S Sieve No.	Ukuran Saringan (mm)	<i>Minimum % passing by weight</i>	
		<i>Type III</i>	<i>Type IV-A</i>
30	0,600	55 – 75	
40	0,425	15 – 35	
50	0,300	0,5	

METODE KONSTRUKSI

7.3-4 Batasan Cuaca

Pengecatan hanya boleh dilakukan dengan permukaan yang kering, dan temperature sekitar dan temperature permukaan yang memenuhi rekomendasi pabrik sesuai dengan Paragraf 7.3-3. Operasi pengecatan harus dihentikan apabila temperature sekitar atau permukaan tidak memenuhi rekomendasi pabrik. Marka tidak boleh diaplikasikan apabila kecepatan angin melebihi 10 mph. kecuali windscreen digunakan untuk menyelimuti material guns. Marka tidak boleh diaplikasikan apabila kondisi cuaca hingga waktu kering diperkirakan tidak memenuhi rekomendasi pabrik untuk aplikasi.

7.3-5 Peralatan

Peralatan harus termasuk perlengkapan yang diperlukan untuk membersihkan permukaan, mesin marka mekanis, mesin pengeluaran beads, serta alat bantuan untuk pengecatan dengan tangan yang mungkin dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Pembuat marka mekanis harus berupa tipe semprotan atomisasi atau tipe mesin marka tanpa udara dengan dispenser Glass Beads otomatis yang tepat untuk aplikasi cat. Mesin harus menghasilkan ketebalan film yang seragam dan merata serta cat dan Glass Beads menutupi sesuai keperluan dengan pinggiran yang rapi tanpa ada

luberan atau cipratan serta tanpa semprotan berlebih. Peralatan marka untuk cat dan beads harus dikalibrasi setiap hari.

7.3-6 Persiapan Permukaan

Segera sebelum aplikasi cat, permukaan harus kering dan bebas kotoran, minyak, pelumas, laitance, atau kontaminasi lain yang dapat mengurangi ikatan antara cat dan perkerasan. Penggunaan bahan kimia atau dampak selama persiapan permukaan harus disetujui secepatnya oleh Direksi Teknis. Setelah operasi pembersihan, penyapuan, peniupan, atau penyucian dengan air bertekanan harus dilakukan untuk memastikan permukaan bersih dan bebas pasir atau serpihan yang tersisa dari proses pembersihan.

1. Persiapan permukaan perkerasan baru

Area yang akan di cat harus dicat dan dibersihkan dengan sapu, blower, water blasting, atau dengan metode lain yang diizinkan oleh Direksi Teknis untuk menghilangkan semua kontaminan, termasuk senyawa curing beton, untuk meminimalisir kerusakan pada permukaan perkerasan.

2. Persiapan penghapusan marka eksisting

Marka eksisting harus dihilangkan dengan gerinda putar, water blasting, atau dengan metode lain yang diizinkan oleh Direksi Teknis untuk meminimalisir kerusakan pada permukaan perkerasan. Area yang dihapus harus lebih besar dari marka untuk menghilangkan ghost marking. Setelah penghapusan marka pada perkerasan, pasang penutup kabut (fog seal) atau lapisan penutup untuk memblokir area yang dihapus untuk menghilangkan marka 'ghost'.

3. Persiapan marka perkerasan sebelum pemasangan ulang marka

Sebelum pemasangan marka ulang pada marka eksisting, melonggarkan (loose) marka eksisting harus dilakukan untuk mengurangi kerusakan pada permukaan perkerasan, melalui metode yang disetujui oleh Direksi Teknis. Setelah dihapus, permukaan harus dibersihkan dari residu atau material sisa.

Sebelum aplikasi marka, Penyedia Jasa harus menyatakan secara tertulis bahwa permukaan kering dan bebas debu, pelumas, minyak, laitance, atau material asing lain yang dapat mencegah ikatan antara cat dan perkerasan atau pada marka eksisting. Sertifikasi bersamaan dengan salinan dari persyaratan aplikasi cat pabrik dan persiapan permukaan harus diserahkan kepada Direksi Teknis sebelum aplikasi awal marka

7.3-7 Tata Letak Marka

Usulan marka harus ditemptkan sebelum aplikasi cat. Lokasi marka untuk menempatkan Glass Beads harus ditunjukkan dalam gambar kerja.

7.3-8 Aplikasi

Pengecatan marka dilaksanakan paling lambat 30 hari sejak pelaksanaan surface course. Pengecatan dilaksanakan sesuai dengan lokasi, dimensi dan jarak arka sebagaimana yang ditunjukkan dalam gambar kerja. Cat tidak boleh diaplikasikan sampai tata letak dan kondisi permukaan telah disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

Tepi dari marka harus seragam dalam satu garis, tidak boleh menyimpang lebih dari 12 mm dalam 15 m, serta dimensi dan jarak marka harus berada di dalam toleransi seperti ditunjukkan dalam Tabel 7.3.5.

Tabel 7.3.5 Toleransi Dimensi dan Jarak Marka

Dimensi dan Jarak	Toleransi
36 inci (910 mm) atau ke bawah	$\pm 1/2$ inci (12 mm)
Lebih dari 36 inci hingga 6 kaki (910 mm hingga 1,85 m)	± 1 inci (25 mm)
Lebih besar dari 6 kaki hingga 60 kaki (1,85 m hingga 18,3 m)	± 2 inci (50 mm)
Lebih besar dari 60 kaki (183 m)	± 3 inci (76 mm)

Cat harus dicampur sesuai dengan instruksi perusahaan dan diaplikasikan pada perkerasan dengan mesin pengecatan marka atau ditentukan lain oleh Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Penambahan Thinner tidak diizinkan.

Glass Beads harus didistribusikan pada area marka dengan lokasi yang ditunjukkan pada rencana untuk ditempatkan Glass Beads segera setelah aplikasi cat. Dispenser harus dilengkapi dengan desain yang sesuai untuk pemasangan mesin penanda yang sesuai untuk menyalurkan Glass Beads. Glass Beads harus ditempatkan dengan takaran yang direncanakan. Glass Beads tidak boleh diaplikasikan pada cat hitam atau hijau. Glass Beads harus merekat pada cat yang sudah kering (cured) atau seluruh operasi harus dihentikan hingga koreksi dilakukan. Tipe bead yang berbeda

tidak boleh dicampur. Pemantauan berkala pada penanaman glass bead dan distribusi harus dilakukan.

7.3-9 **Marka preformed thermoplastic pada bandar udara**

Pada umumnya marka tipe preformed thermoplastic pada perkerasan bandar udara tidak diizinkan.

7.3-10 **Control Strip**

Sebelum dilakukan pengecatan marka secara keseluruhan, Penyedia Jasa wajib mempersiapkan strip control. Pelaksanaan strip control dilakukan dihadapan Pengawas Pekerjaan dan Direksi Teknis. Penyedia Jasa harus menunjukkan metode pelaksanaan, peralatan dan material cat yang digunakan memenuhi persyaratan spesifikasi. Sebelum penerimaan area pekerjaan yang dianggap sebagai control strip, marka harus dievaluasi pada waktu gelap untuk memastikan penampilan yang seragam.

7.3-11 **Retro-reflectance**

Reflektansi harus diukur dengan retro-reflectometer portable yang memenuhi ASTM E1710 (atau setara). Total pembacaan harus diambil dari setiap arah. Rata-rata harus sama dengan atau diatas level minimum dari seluruh pembacaan dalam batas 30% satu sama lain. Jumlah Minimum retro-reflectance ditampilkan dalam Tabel 7.3.6.

Tabel 7.3.6 Jumlah Minimum Retro-Reflectance

Material	<i>Retro-reflectance mcd/m2/lux</i>		
	Putih	Kuning	Merah
<i>Initial Type I</i>	300	175	35
<i>Initial Type III</i>	600	300	35
<i>Initial Thermoplastic</i>	225	100	35
<i>Pengecatan ulang/tambahan</i>	100	75	10

7.3-12 Perlindungan dan Pembersihan

Setelah pengecatan marka, marka harus dilindungi dari kerusakan hingga kering. Seluruh permukaan harus dilindungi dari kelembaban berlebih dan/atau hujan dan dari perubahan bentuk karena cipratan, percikan, tumbahan, atau bocoran. Penyedia Jasa harus menghilangkan debu, sampah, media reflektif yang lepas, dan produk samping yang dihasilkan selama persiapan permukaan dan operasi pengecatan di area pekerjaan. Penyedia Jasa harus membuang limbah sesuai dengan peraturan perundang-undangan atau peraturan terkait lingkungan yang berlaku.

METODE PENGUKURAN

7.3-13 Pengukuran

Pengukuran kuantitas marka untuk pembayaran dilakukan atas hasil pengecatan marka sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar kerja dan dinyatakan memenuhi persyaratan berdasarkan satuan luas, meter persegi (m²).

7.3-14 Pembayaran

Pembayaran dilakukan berdasarkan kontrak harga satuan dengan satuan pengukuran dalam m². Harga yang dibayarkan sudah harus termasuk kompensasi penuh untuk seluruh material, persiapan, pengantaran, dan pemasangan material serta untuk tenaga kerja, peralatan, pelengkapan, serta biaya tak terduga yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai Spesifikasi.

REFRENSI

ASTM International (ASTM)

ASTM D476	Standard Classification for Dry Pigmentary Titanium Dioxide Products
ASTM D968	Standard Test Methods for Abrasion Resistance of Organic Coatings by Falling Abrasive
ASTM D1652	Standard Test Method for Epoxy Content of Epoxy Resins

ASTM D2074	Standard Test Method for Total, Primary, Secondary, and Tertiary Amine Values of Fatty Amines by Alternative Indicator Method
ASTM D2240	Standard Test Method for Rubber Property - Durometer Hardness
ASTM D7585	Standard Practice for Evaluating Retroreflective Pavement Markings Using Portable Hand-Operated Instruments
ASTM E303	Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester
ASTM E1710	Standard Test Method for Measurement of Retroreflective Pavement Marking Materials with CEN-Prescribed Geometry Using a Portable Retroreflectometer
ASTM E2302	Standard Test Method for Measurement of the Luminance Coefficient Under Diffuse Illumination of Pavement Marking Materials Using a Portable Reflectometer
ASTM G154	Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials

Commercial Item Description

A-A-2886B Paint, Traffic, Solvent based

Federal Aviation Administration (FAA)

FAA AC 150/5370-10	Standards for Specifying Construction of Airports
FAA AC 150/5340-1	Standards for Airport Markings
FAA AC 150/5320-12	Measurement, Construction, and Maintenance of Skid Resistant Airport Pavement Surfaces

BAGIAN AKHIR DARI SEKSI 7.3

No.	Uraian Peralatan	Implikasi Terhadap Pekerjaan	Justifikasi	Keterangan
1	Asphalt Mixing Plant (AMP) – Kapasitas min. 60 ton/jam, 1 unit	Digunakan untuk memproduksi campuran aspal panas (AC-Base, AC-BC, dan AC-WC) sesuai spesifikasi dalam item pekerjaan: -AC-Base tebal 80 mm (2 layer) -AC-BC tebal 60 mm -AC-WC tebal 40 mm	Dengan volume aspal yang cukup besar (puluhan hingga ratusan ton), AMP berkapasitas 60 ton/jam dapat memenuhi kebutuhan produksi harian selama jam kerja efektif ± 7 jam per shift. 1 unit dianggap memadai karena jadwal produksi terkontrol, pekerjaan terbagi per segmen, dan waktu pelaksanaan 60 hari mencukupi.	Sesuai Persyaratan Peralatan Minimum KP 14 tahun 2021
2	Asphalt Finisher – Kapasitas min. 10 ton, 1 unit	Dipakai untuk penyebaran campuran aspal (AC-Base, AC-BC, AC-WC) agar tercapai ketebalan dan kerataan sesuai desain.	Kebutuhan lapisan aspal tersebar di area turning pad dan sambungan runway. Dengan target waktu 60 hari dan metode kerja malam (lalu lintas bandara minim), 1 unit Asphalt Finisher sudah cukup untuk melaksanakan pekerjaan secara bertahap per area kerja.	Sesuai Persyaratan Peralatan Minimum KP 14 tahun 2021
3	Tandem Roller – Kapasitas min. 8 ton, 1 unit	Dipakai untuk pemadatan awal (breakdown rolling) campuran aspal, serta mendukung pemadatan tanah dan lapisan granular pada subgrade, subbase, dan base course.	Pekerjaan membutuhkan pemadatan berlapis mulai dari tanah, subbase, hingga lapisan aspal. 1 unit Tandem Roller dianggap cukup karena siklus pemadatan dilakukan segmen demi segmen. Kapasitas 8 ton memadai untuk tebal lapis 8–10 cm.	Sesuai Persyaratan Peralatan Minimum KP 14 tahun 2021
4	Pneumatic Tire Roller – Kapasitas min. 10 ton, 1 unit	Digunakan untuk pemadatan lanjutan (intermediate rolling) campuran aspal panas agar pori-pori tertutup rapat dan stabilitas tercapai.	Lapisan aspal tebal (AC-Base 2 layer, AC-BC, AC-WC) membutuhkan kombinasi tandem roller dan PTR. 1 unit PTR dianggap cukup untuk melengkapi proses pemadatan setelah tandem roller, sehingga mutu lapis perkerasan sesuai spesifikasi.	Sesuai Persyaratan Peralatan Minimum KP 14 tahun 2021
5	Dump Truck – Kapasitas min. 6 m ³ , 2 unit	Digunakan untuk mengangkut campuran aspal dari AMP ke lokasi pekerjaan, serta mengangkut material tanah, subbase, dan base course.	Dengan jam kerja terbatas (7 jam per shift), diperlukan minimal 2 unit dump truck agar kontinuitas pasokan campuran aspal dari AMP ke lokasi tetap terjaga tanpa menunggu lama. Jumlah 2 unit juga cukup fleksibel untuk mobilisasi material timbunan/pengangkutan lapisan granular.	Sesuai Persyaratan Peralatan Minimum KP 14 tahun 2021
6	Excavator – Kapasitas min. 135 HP, 1 unit	Digunakan untuk pekerjaan galian tanah, perataan, serta membantu pemuatan material ke dump truck.	Pekerjaan galian dan perataan subgrade serta base course memiliki volume signifikan. 1 unit excavator dengan kapasitas 135 HP cukup untuk mendukung pekerjaan awal (earthwork) dan pekerjaan persiapan lapisan sebelum penghamparan aspal.	Sesuai Persyaratan Peralatan Minimum KP 14 tahun 2021

KESIMPULAN TEKNIS

Daftar peralatan (AMP, Asphalt Finisher, Tandem Roller, PTR, Dump Truck, Excavator) telah sesuai dengan kebutuhan pekerjaan konstruksi turning area, sambungan, dan lapisan perkerasan aspal.

Jumlah peralatan yang direncanakan adalah minimum requirement, namun secara teknis memadai karena:

1. Pekerjaan terbagi ke dalam segmen (turning area dan sambungan).
2. Jam kerja malam (22.00–05.00 WITA) lebih lancar tanpa gangguan lalu lintas bandara.
3. Durasi 60 hari kalender memungkinkan penggunaan peralatan secara bergiliran sesuai tahapan pekerjaan.
4. Kebutuhan persiapan, pengukuran, pengujian material hingga JMD membutuhkan waktu kurang lebih 1 bulan sehingga efektif pekerjaan di 1 bulan

Dengan kombinasi tersebut, target mutu (kepadatan, kerataan, dan stabilitas lapis perkerasan) dapat dicapai sesuai spesifikasi teknis.

SPESIFIKASI TEKNIS PEKERJAAN PEMBUATAN TRUNING AREA

Nama Peralatan	Spesifikasi
Bidirectional Inset Runway Edge Light Complete, yellow/Clear, 2 x 105W; 6,6 A	Standar : FAA/ICAO Type : Inset 12 Inch Type Lampu : Halogen Daya Lampu : Min. 2 x 105 Watt Warna : Yellow/Clear, Clear/Yellow Arah Pencahayaan : Bidirectional Daya tahan lampu : Min. 1000 Jam Arus Output : 6.6 A Warna : Sesuai aturan yang berlaku Indeks Proteksi : IP67 Pemeliharaan : Mudah dalam penggantian suku cadang
	Standar : FAA/ICAO Type : Elevated Type Lampu : LED Daya Lampu : Min. 8 Watt Warna : Biru Arah Pencahayaan : Omnidirectional Daya tahan lampu : Min. 100.000 Jam Arus Output : 6.6 A Warna : Sesuai aturan yang berlaku Pemeliharaan : Mudah dalam penggantian suku cadang
	Standar : FAA/ICAO Type : Series Daya : 200 Watt Arus Output : 6.6 A
	Standar : FAA/ICAO Type : Series Daya : 45 Watt Arus Output : 6.6 A
	Standar : FAA/ICAO Type : Resin Material luar : Rubber Material soket : Berlapis nikel dan timah Diameter : Menyesuaikan standar kabel series
	Standar : FAA/ICAO Material luar : Rubber Material soket : Berlapis nikel dan timah Diameter : Menyesuaikan standar kabel series
	Standar : SNI/SPLN/LMK/IEC Type : FL2XCY Material : Tembaga Ukuran : 1 x 6 mm ² Rating tegangan : 3.6 Kv/6 Kv

Pejabat Pembuat Komitmen


 Zainu Rochim