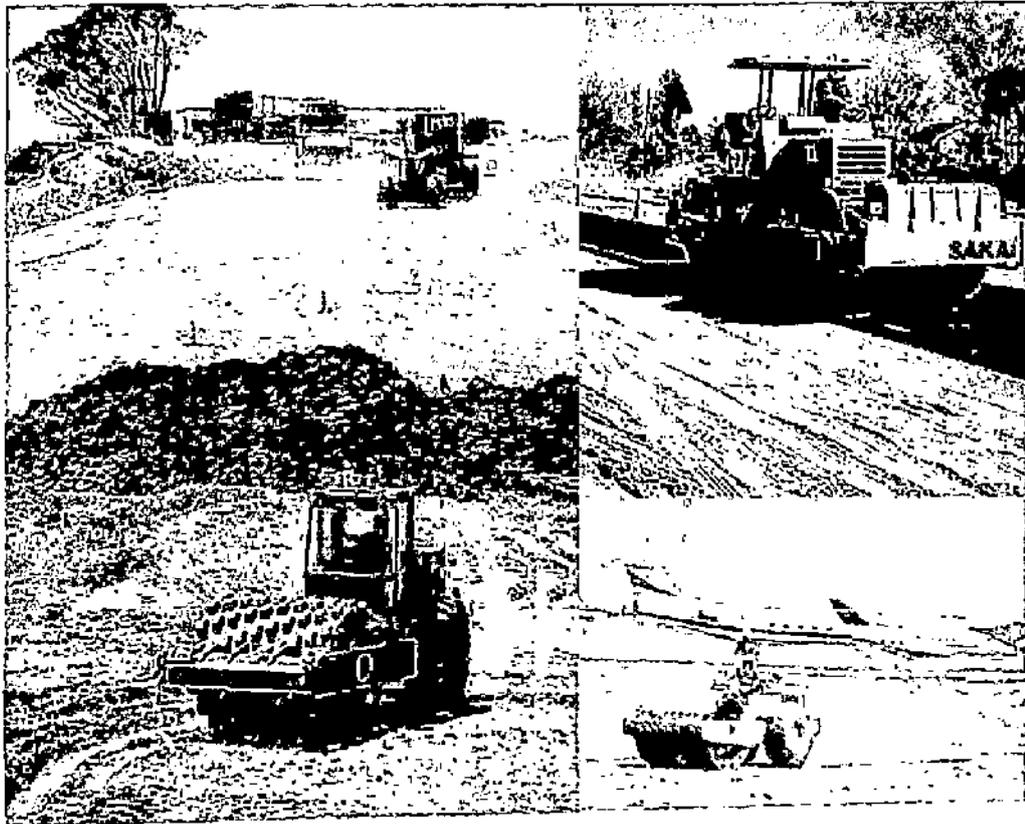


METODE PELAKSANAAN PERKERASAN JALAN



Oleh:
SENTOT HARDWIYONO

ISBN 978-602-7577-12-1



FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA
2013

METODE PELAKSANAAN PERKERASAN JALAN



Oleh:
SENTOT HARDWIYONO



FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS MUHARROMMUN

PENGANTAR

Buku ini ditulis untuk keperluan pengajaran di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Buku ini juga bisa digunakakan untuk para praktisi dan insane yang berkecimpung dalam dunia teknik, terutama jurusan teknik sipil, khususnya dalam pelaksanaan perkerasan jalan. Sebagian besar buku ini diambilkan dari modul pelatihan sertifikasi pelaksana dan pengawas pada pelatihan yang penulis pernah ikuti di HPJI tahun 2008, dan beberapa referensi yang terkait saya tunjukkan di daftar pustaka. Dalam edisi ini masih merupakan permulaan yang sudah barang tentu belum mencapai kesempurnaan. Untuk itu pada edisi mendatang InsyaAllah akan disempurnakan baik isis, tata letak dan referensi yang terbaru.

Kandungan buku ini terdiri dari delapan bab yang merangkumi sebagian besar cara melaksanakan pekerjaan Lapangan untuk membuat perkerasan jalan. Bab I membahas Jenis-jenis Perkerasan Jalan, Bab II membahas Lapis Pondasi Jalan Dengan Agregat. Bab II membahas Lapis Pondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal, Lapis Pondasi Jalan Kelas C Dan Waterbound Macadam. Bab IV Membahas Lapis Pondasi Tanah-Semen (Soil-Cement). Bab V membahas mengenai Lapis Pondasi Agregat Semen (Cement Treated Base/CTB). Bab VI membahas dan menjelaskan bagaimana Perkerasan Beton Semen dibuat.

Bab VII membahas mengenai Campuran Beraspal Panas yang meliputi pekerjaan Asphalt Mixing Plan dan peralatan-peralatan mesin yang digunakan. Bab VIII membahas masalah Alat Pematat mulai dari Vibrating, Tamper Baby Roller, Tandem, Pneumatic dan Vibrating Compactor.

Tegur sapa dari para pembaca yang menemui segala kekurangan dalam buku ini, sudilah kiranya memberikan sumbangsih pengetahuannya untuk perbaikan buku ini pada terbitan selanjutnya.

Diucapkan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta kususnya LP3M, HPJI
Yogyakarta dan keluarga saya yang telah membantu dalam proses penulisan buku ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
BAB I JENIS - JENIS PERKERASAN	1
1.1. STRUKTUR PERKERASAN	1
1.2. PERKERASAN LENTUR	2
1.3. PERKERASAN KAKU	5
1.4. PERKERASAN KOMPOSIT	8
BAB II LAPIS PONDASI JALAN DENGAN AGREGAT	12
2.1 KELAS LAPIS PONDASI AGREGAT	12
2.2. PERSIAPAN	12
2.3. CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA	13
2.4. PERBAIKAN TERHADAP LAPIS PONDASI AGREGAT	13
2.5. BAHAN	14
2.6. PENGHIAMPARAN DAN PEMADATAN	16
2.7. TOLERANSI DIMENSI	20
BAB III LAPIS PONDASI JALAN TANPA PENUTUP ASPAL LAPIS PONDASI	22
JALAN KELAS C DAN WATERBOUND MACADAM	
3.1. PEMILIHAN LAPIS PONDASI JALAN TANPA PENUTUP ASPAL	22
3.2. PERSIAPAN	22
3.3. CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA	23
3.4. PERBAIKAN TERHADAP LAPIS PONDASI	

3.5.	BAHAN	23
3.6.	PENGHAMPARAN DAN PEMADATAN	26
BAB IV LAPIS PONDASI TANAH-SEMEN (SOIL-CEMENT)		29
4.1.	UMUM	29
4.2.	PERSIAPAN	29
4.3.	CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA	31
4.4.	PERBAIKAN PEKERJAAN YANG TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN	31
4.5.	PENGENDALIAN LALU-LINTAS	32
4.6.	BAHAN	32
4.7.	CAMPURAN	34
4.8.	PERCOBAAN LAPANGAN (<i>Field Trials</i>)	37
4.9.	PENGHAMPARAN DAN PENCAMPURAN	41
4.10.	PENGENDALIAN MUTU	50
4.11.	TOLERANSI DIMENSI	56
4.12.	PERALATAN STABILISASI TANAH	56

BAB V LAPIS PONDASI AGREGAT SEMEN (CEMENT TREATED BASE / CTB)	60
5.1. UMUM	60
5.2. PERSYARATAN	60
5.3. PELAKSANAAN	53
5.4. PENGENDALIAN MUTU	71
5.5. PERALATAN	72
BAB VI PERKERASAN BETON SEMEN (PERKERASAN KAKU / RIGID PAVEMENT)	74
6.1. UMUM	74
6.2. PENYIAPAN TANAH DASAR DAN LAPIS PONDASI BAWAH	75
6.3. ACUAN	77
6.4. BAHAN	79
6.5. PEMBUATAN BETON	84
6.6. PENGENDALIAN MUTU DI LAPANGAN	89
6.7. SAMBUNGAN DAN TULANGAN	90
6.8. PENGECORAN DAN PENYELESAIAN AKHIR BETON	102
6.9. PELEPAAN (<i>Floating</i>)	108
6.10. MEMPERBAIKI PERMUKAAN	110
6.11. PENYELESAIAN PERMUKAAN (<i>Finishing</i>)	110
6.12. PENGUJIAN KERATAAN PERMUKAAN	110
6.13. PERAWAKAN PERMUKAAN	111

6.14.	TOLERANSI TEBAL	112
6.15.	PEMBUKAAN DAN PEMBATAAN LALU-LINTAS	115
6.16.	PERALATAN PEMBUATAN PERKERASAN BETON SEMEN	116
BAB VII CAMPURAN BERASPAL PANAS		123
7.1.	UMUM	123
7.2.	PERSIAPAN	123
7.3.	KONDISI CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA	124
7.4.	PERBAIKAN CAMPURAN ASPAL YANG TIDAK MEMENUHI KETENTUAN	124
7.5.	BAHAN	124
7.6.	CAMPURAN	136
7.7.	KETENTUAN INSTALASI PENCAMPUR ASPAL (AMP)	147
7.8.	PEMBUATAN DAN PRODUKSI CAMPURAN ASPAL	163
7.9.	PENGHAMPARAN CAMPURAN	167
7.10.	PENGENDALIAN MUTU DAN PEMERIKSAAN DI LAPANGAN	174
7.11.	TEBAL LAPISAN DAN TOLERANSI	180
BAB VIII ALAT PENGASPALAN DAN PERALATAN CAMPURAN		183
8.1.	PERALATAN PENGASPALAN	183

8.1. PERALATAN PENCAMPUR ASPAL PANAS (AMP)	193
8.2. ALAT PENGHAMPAR CAMPURAN ASPAL PANAS (ASPHALT PAVING MACHINE) atau ASPHALT FINISIER	248
DAFTAR PUSTAKA	252

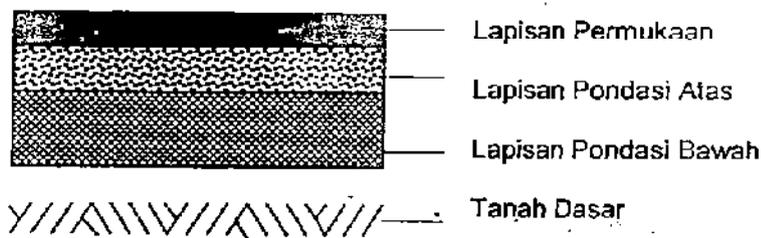
BAB I

JENIS - JENIS PERKERASAN

1.1. STRUKTUR PERKERASAN

Pada umumnya, perkerasan jalan terdiri dari beberapa jenis lapisan perkerasan yang tersusun dari bawah ke atas, sebagai berikut :

- Lapisan tanah dasar (sub grade)
- Lapisan pondasi bawah (subbase course)
- Lapisan pondasi atas (base course)
- Lapisan permukaan / penutup (surface course)



Gambar 1.2.1. Lapisan perkerasan jalan lentur.

Terdapat beberapa jenis / tipe perkerasan terdiri :

- a. *Flexible pavement* (perkerasan lentur).
- b. *Rigid pavement* (perkerasan kaku).



1.2. PERKERASAN LENTUR

1.2.1. Jenis dan fungsi lapisan perkerasan

Lapisan perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkan nya ke lapisan di bawahnya terus ke tanah dasar.

1.2.2. Lapisan Tanah Dasar (Subgrade)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya dukungnya (CBR).

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain atau tanah yang distabilisasi dan lain lain.

Ditinjau dari muka tanah asli, maka lapisan tanah dasar dibedakan atas :

- Lapisan tanah dasar, tanah galian.
- Lapisan tanah dasar, tanah urugan.
- Lapisan tanah dasar, tanah asli.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

- Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas.
- Sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.
- Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan misalnya kepadatan yang kurang baik.

1.2.3. Lapisan Pondasi Bawah (Subbase Course)

Lapis pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapis pondasi atas.

Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.
- Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat (akibat lemahnya daya dukung tanah dasar) pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan.
- Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

1.2.4. Lapisan pondasi atas (base course)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan.

Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai :

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- Bantalan terhadap lapisan permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi atas ini harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda.

Dalam penentuan bahan lapis pondasi ini perlu dipertimbangkan beberapa hal antara lain, kecukupan-bahan setempat, harga, volume pekerjaan dan jarak angkut bahan ke lapangan.

1.2.5. Lapisan Permukaan (Surface Course)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan.

Lapisan permukaan ini berfungsi sebagai :

- Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan.
- Lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan (lapisaus).
- Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
- Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya.

Apabila diperlukan, dapat juga dipasang suatu lapis penutup / lapis aus (wearing course) di atas lapis permukaan tersebut.

Fungsi lapis aus ini adalah sebagai lapisan pelindung bagi lapis permukaan untuk mencegah masuknya air dan untuk memberikan kekesatan (skid resistance)

1.3. PERKERASAN KAKU

Perkerasan jalan beton semen atau secara umum disebut perkerasan kaku, terdiri atas plat (*slab*) beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (bisa juga tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton sering disebut sebagai lapis pondasi karena dimungkinkan masih adanya lapisan aspal beton di atasnya yang berfungsi sebagai lapis permukaan.

Perkerasan beton yang kaku dan memiliki *modulus elastisitas* yang tinggi, akan mendistribusikan beban ke bidang tanah dasar yang cukup luas sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan.

Karena yang paling penting adalah mengetahui kapasitas struktur yang menanggung beban, maka faktor yang paling diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton semen adalah kekuatan beton itu sendiri. Adanya beragam kekuatan dari tanah dasar dan atau pondasi hanya berpengaruh kecil terhadap kapasitas struktural perkerasannya.

Lapis pondasi bawah jika digunakan di bawah plat beton karena beberapa pertimbangan, yaitu antara lain untuk menghindari terjadinya *pumping*, kendali terhadap sistem drainasi, kendali terhadap kembang-susut yang terjadi pada tanah dasar dan untuk menyediakan lantai kerja (*working platform*) untuk pekerjaan konstruksi.

Secara lebih spesifik, fungsi dari lapis pondasi bawah adalah :

- Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
- Menyediakan harga modulus reaksi tanah dasar (*modulus of sub grade reaction = k*)

menjadi modulus reaksi gabungan (*modulus of composite reaction*).

- Mengurangi kemungkinan terjadinya retak-retak pada plat beton.
- Menyediakan rantai kerja bagi alat-alat berat selama masa konstruksi.

Menghindari terjadinya *pumping*, yaitu keluarnya butir-butiran halus tanah bersama air pada daerah sambungan, retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat lendutan atau gerakan vertikal plat beton karena beban lalu lintas, setelah adanya air bebas terakumulasi di bawah pelat.

Pemilihan penggunaan jenis perkerasan kaku dibandingkan dengan perkerasan lentur yang sudah lama dikenal dan lebih sering digunakan, dilakukan berdasarkan keuntungan dan kerugian masing-masing jenis perkerasan tersebut seperti dapat dilihat pada *Tabel 1.3*

1.3.1. Perkembangan perkerasan kaku

Pada awal mula rekayasa jalan raya, plat perkerasan kaku dibangun langsung di atas tanah dasar tanpa memperhatikan sama sekali jenis tanah dasar dan kondisi drainasinya. Pada umumnya dibangun plat beton setebal 6 - 7 inch. Dengan bertambahnya beban lalu-lintas, khususnya setelah Perang Dunia ke II, mulai disadari bahwa jenis tanah dasar berperan penting terhadap unjuk kerja perkerasan, terutama sangat pengaruh terhadap terjadinya *pumping* pada perkerasan. Oleh karena itu, untuk selanjutnya usaha-usaha untuk mengatasi *pumping* sangat penting untuk diperhitungkan dalam perencanaan.

Pada periode sebelumnya, tidak biasa membuat pelat beton dengan penebalan di bagian ujung / pinggir untuk mengatasi kondisi tegangan struktural yang sangat tinggi akibat beban truk yang sering lewat di bagian pinggir perkerasan.

Kemudian setelah efek *pumping* sering terjadi pada kebanyakan jalan raya dan jalan bebas hambatan, banyak dibangun konstruksi perkerasan kaku yang lebih tebal untuk

antara 9 - 10 inch.

Guna mempelajari hubungan antara beban lalu-lintas dan perkerasan kaku, pada tahun 1949 di Maryland USA telah dibangun *Test Roads* atau *Jalan Uji* dengan arahan dari *Highway Research Board*, yaitu untuk mempelajari dan mencari hubungan antara beragam beban sumbu kendaraan terhadap unjuk kerja perkerasan kaku.

Perkerasan beton pada jalan uji dibangun setebal potongan melintang 9 - 7 - 9 inch, jarak antara siar susut 40 kaki, sedangkan jarak antara siar muai 120 kaki. Untuk sambungan memanjang digunakan *dowel* berdiameter 3/4 inch dan berjarak 15 inch di bagian tengah. Perkerasan beton uji ini diperkuat dengan *wire mesh*.

Tujuan dari program jalan uji ini adalah untuk mengetahui efek pembebanan relatif dan konfigurasi tegangan pada perkerasan kaku. Beban yang digunakan adalah 18.000 lbs dan 22.400 pounds untuk sumbu tunggal dan 32.000 serta 44.000 pounds pada sumbu ganda. Hasil yang paling penting dari program uji ini adalah bahwa perkembangan retak pada pelat beton adalah karena terjadinya gejala *pumping*. Tegangan dan lendutan yang diukur pada jalan uji adalah akibat adanya *pumping*.

Selain itu dikenal juga *AASHO Road Test* yang dibangun di Ottawa, Illinois pada tahun 1950. Salah satu hasil yang paling penting dari penelitian pada jalan uji AASHO ini adalah mengenai indeks pelayanan. Penemuan yang paling signifikan adalah adanya hubungan antara perubahan repetisi beban terhadap perubahan tingkat pelayanan jalan. Pada jalan uji AASHO, tingkat pelayanan akhir diasumsikan dengan angka 1,5 (tergantung juga kinerja perkerasan yang diharapkan), sedangkan tingkat pelayanan awal selalu kurang dan 5,0.

1.3.2. Jenis-jenis perkerasan jalan beton semen

Berdasarkan adanya sambungan dan ukuran plat beton, perkerasan beton semen

perkerasan beton semen dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis sebagai berikut :

- Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan tanpa tulangan untuk kendali retak.
- Perkerasan beton semen biasa dengan sambungan dengan tulangan plat untuk kendali retak. Untuk kendali retak digunakan *wire mesh* diantara siar dan penggunaannya independen terhadap adanya tulangan *dowel*.
- Perkerasan beton bertulang menerus (tanpa sambungan). Tulangan beton terdiri dari baja tulangan dengan prosentasi besi yang relatif cukup banyak (0,02 % dari luas penampang beton).

Pada saat ini, jenis perkerasan beton semen yang populer dan banyak digunakan di negara-negara maju adalah jenis perkerasan beton bertulang menerus.

1.4. PERKERASAN KOMPOSIT

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya.

Hal ini akan dibahas lebih lanjut di bagian lain.

Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton bertulang menerus.

Tabel 1.3. : Perbedaan antara Perkerasan Kaku dengan Perkerasan Lentur.

Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
<p>1. Desain sederhana namun pada bagian sambungan perlu perhitungan lebih teliti. Kebanyakan digunakan hanya pada jalan-jalan dengan volume lalu lintas tinggi, serta pada perkerasan lapangan terbang.</p>	<p>1. Perancangan sederhana dan dapat digunakan untuk semua tingkat volume lalu-lintas dan semua jenis jalan berdasarkan klasifikasi fungsi jalan raya.</p>
<p>2. Rancangan Job Mix lebih mudah untuk dikendalikan kualitasnya. Modulus Elastisitas antara lapis permukaan dan pondasi sangat berbeda.</p>	<p>2. Kendali kualitas untuk Job Mix agak rumit karena harus diteliti baik di laboratorium sebelum dihampar, maupun setelah dihampar di lapangan.</p>
<p>3. Rongga udara di dalam beton tidak dapat mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume beton. Pada umumnya diperlukan sambungan untuk mengurangi tegangan akibat perubahan temperatur. Dapat lebih bertahan terhadap kondisi yang lebih buruk.</p>	<p>3. Rongga udara dapat mengurangi tegangan yang timbul akibat perubahan volume campuran aspal. Oleh karena itu tidak diperlukan sambungan. Sulit untuk bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk.</p>
<p>4. Umur rencana dapat mencapai 15 – 40 tahun. Jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dan dalam waktu singkat dapat meluas.</p>	<p>4. Umur rencana relatif pendek 5 – 10 tahun. Kerusakan tidak merambat ke bagian konstruksi yang lain, kecuali jika perkerasan terendam air.</p>

<p>5. Indeks Pelayanan tetap baik hampir selama umur rencana, terutama jika sambungan melintang (<i>transversal joints</i>) dikerjakan dan dipelihara dengan baik.</p>	<p>5. Indeks Pelayanan yang terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi, setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekwensi beban lalu-lintasnya.</p>
<p>6. Pada umumnya biaya awal konstruksi tinggi.</p>	<p>6. Pada umumnya biaya awal konstruksi rendah, terutama untuk jalan lokal dengan volume lalu-lintas rendah. Tetapi biaya awal hampir sama untuk jenis konstruksi jalan berkualitas tinggi yaitu jalan dengan tingkat volume lalu-lintas tinggi.</p>
<p>7. Pelaksanaan relatif sederhana kecuali pada sambungan-sambungan.</p>	<p>7. Pelaksanaan cukup rumit disebabkan kendali kualitas harus diperhatikan pada sejumlah parameter, termasuk kendali terhadap temperatur.</p>
<p>8. Sangat penting untuk melaksanakan pemeliharaan terhadap sambungan-sambungan secara rutin.</p>	<p>8. Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan, mencapai lebih kurang dua kali lebih besar dari pada perkerasan kaku.</p>
<p>9. Agak sulit untuk menetapkan saat yang tepat untuk melakukan pelapisan ulang. Apabila lapisan permukaan akan dilapis ulang, maka untuk mencegah terjadinya retak refleksi biasanya dibuat tebal</p>	<p>9. Pelapisan ulang dapat dilaksanakan pada semua tingkat ketebalan perkerasan yang diperlukan lebih mudah menentukan perkiraan saat pelapisan ulang harus</p>

<p>10. Kekuatan konstruksi perkerasan kaku ditentukan oleh kekuatan lapisan beton sendiri (tanah dasar tidak begitu menentukan).</p>	<p>10. Kekuatan konstruksi perkerasan lentur ditentukan oleh kemampuan penyebaran tegangan setiap lapisan dan ditentukan oleh tebal setiap lapisan dan kekuatan tanah dasar yang dipadatkan.</p>
<p>11. Yang dimaksud dengan tebal konstruksi perkerasan kaku adalah tebal lapisan beton tidak termasuk pondasi.</p>	<p>11. Yang dimaksud dengan tebal konstruksi perkerasan lentur adalah tebal seluruh lapisan yang ada diatas tanah dasar dipadatkan termasuk pondasi.</p>

BAB II

LAPIS PONDASI JALAN DENGAN AGREGAT

2.1 KELAS LAPIS PONDASI AGREGAT

1. Lapis pondasi agregat kelas A

Adalah mutu lapis pondasi atas untuk suatu lapisan di bawah lapisan beraspal.

2. Lapis pondasi agregat kelas B

Adalah untuk lapis pondasi bawah. Lapis pondasi agregat kelas B boleh digunakan untuk bahu jalan tanpa penutup aspal.

2.2. PERSIAPAN

1. Kontraktor harus menyiapkan berikut di bawah ini paling sedikit 21 hari sebelum tanggal yang diusulkan dalam penggunaan setiap bahan untuk pertama kalinya sebagai lapis pondasi agregat :

- Dua contoh masing-masing 50 kg bahan.
- Pernyataan perihal asal dan komposisi setiap bahan yang diusulkan untuk lapis pondasi agregat, dan hasil pengujian laboratorium yang membuktikan bahwa sifat-sifat bahan yang ditentukan dalam *Butir No. 2.5.4.(2)* terpenuhi.

2. Kontraktor harus mengirim berikut di bawah ini dalam bentuk tertulis segera setelah selesainya setiap segment pekerjaan dan sebelum persetujuan diberikan untuk penghamparan bahan lain di atas Lapis Pondasi Agregat :

- Hasil pengujian kepadatan dan kadar air seperti yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 2.6.4*
- Hasil pengujian pengukuran permukaan dan data hasil survey pemeriksaan yang menyatakan bahwa toleransi yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 2.7*, dipenuhi.

2.3. CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA

Lapis pondasi agregat tidak boleh ditempatkan, dihampar, atau dipadatkan sewaktu turun hujan, dan pemadatan tidak boleh dilakukan setelah hujan atau bila kadar air bahan jadi tidak berada dalam rentang yang ditentukan dalam *Butir Nomer 2.6.3*.

2.4. PERBAIKAN TERHADAP LAPIS PONDASI AGREGAT

Perbaikan terhadap lapis pondasi agregat yang tidak memenuhi ketentuan, dilakukan sebagai berikut ini :

- Lokasi hamparan dengan tebal atau kerataan permukaan yang tidak memenuhi ketentuan toleransi yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 2.7*, atau yang permukaannya menjadi tidak rata baik selama pelaksanaan atau setelah pelaksanaan, harus diperbaiki dengan membongkar lapis permukaan tersebut dan membuang atau menambahkan bahan sebagaimana diperlukan, kemudian dilanjutkan dengan membentuk dan memadatkan kembali

- Lapis pondasi agregat yang terlalu kering untuk pemadatan, dalam hal rentang kadar air seperti yang disyaratkan dalam *Butir Nomor 2.6.3*, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut yang dilanjutkan dengan penyemprotan air dalam kuantitas yang cukup serta mencampurnya sampai rata.
- Lapis pondasi agregat yang terlalu basah untuk pemadatan seperti yang ditentukan dalam rentang kadar air yang disyaratkan dalam *Butir Nomor 2.6.3*, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut secara berulang-ulang pada cuaca kering dengan peralatan yang disetujui disertai waktu jeda dalam pelaksanaannya. Alternatif lain, bilamana pengeringan yang memadai tidak dapat diperoleh dengan cara tersebut di atas, maka bahan tersebut dibuang dan diganti dengan bahan kering yang memenuhi ketentuan.
- Perbaiki atas lapis pondasi agregat yang tidak memenuhi kepadatan atau sifat-sifat bahan yang disyaratkan, dapat meliputi pemadatan tambahan, penggaruan disertai penyesuaian kadar air dan pemadatan kembali, pembuangan dan penggantian bahan, atau menambah suatu ketebalan dengan bahan tersebut.

2.5. BAHAN

2.5.1. Sumber bahan

Bahan lapis pondasi agregat harus dipilih dari sumber yang telah disetujui.

2.5.2. Fraksi agregat kasar

- Agregat kasar yang tertahan pada ayakan 4,75 mm harus terdiri dari partikel atau pecahan batu atau kerikil yang keras dan awet.
- Bilamana digunakan untuk lapis pondasi agregat kelas A maka untuk agregat kasar yang berasal dari kerikil, tidak kurang dari 100 % berat agregat kasar ini harus mempunyai paling sedikit satu bidang pecah.

2.5.3. Fraksi agregat halus

- Agregat halus yang lolos ayakan 4,75 mm harus terdiri dari partikel pasir alami atau batu pecah halus dan partikel halus lainnya.
- Fraksi agregat yang lolos ayakan No.200 tidak boleh lebih besar $\frac{2}{3}$ dari fraksi agregat lolos ayakan No.40.

2.5.4. Sifat-sifat bahan yang disyaratkan

- Seluruh lapis pondasi agregat harus bebas dari bahan organik dan gumpalan lempung atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki.
- Gradasi harus memenuhi ketentuan (menggunakan pengayakan secara basah) yang diberikan dalam Tabel 2.5.4.(1).

Tabel 2.5.4.(1). : Gradasi lapis pondasi agregat

Ukuran saringan		Persen berat yang lolos, % lolos		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	Kelas C
3"	75			100
2"	50		100	75-100
1½"	37,5	100	88-100	60-90
1"	25,0	77-100	70-85	45-78
¾"	19,0	44-60	40-65	25-55
No.4	4,75	27-44	25-52	13-45
No.10	2,0	17-30	15-40	8-36
No.40	0,425	7-17	8-20	7-23
No.200	0,075	2-8	2-8	5-15

- Sifat-sifat agregat harus memenuhi persyaratan seperti dalam *Tabel 2.5.4.(2)*.

Tabel 2.5.4.(2). : Sifat-sifat lapis pondasi agregat

Sifat – sifat	Kelas A	Kelas B	Kelas C
Abrasi dari Agregat Kasar (SNI 03-2417-1990)	mak. 40% ¹	mak. 40%	mak. 40%
Indek Plastis (SNI-03-1966-1990 dan SNI-03-1967-1990).	mak. 6	mak. 6	4 – 9
Hasil kali Indek Plastisitas dengan % Lolos Saringan No.200	mak. 25	--	--
Batas Cair (SNI 03-1967-1990)	mak. 25	mak. 25	mak. 35
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat (SNI- 03-4141-1996)	0%	mak. 1%	mak. 1%
CBR (SNI 03-1744-1989)	min. 90%	min. 65 %	min. 35%
Perbandingan persen lolos #200 dan #40	mak. 2/3	mak. 2/3	mak. 2/3

2.5.5. **Pencampuran bahan untuk lapis pondasi agregat**

Pencampuran bahan untuk memenuhi ketentuan yang disyaratkan harus dikerjakan di lokasi crushing plant atau pencampur yang disetujui, dengan menggunakan cara mekanis yang telah dikalibrasi untuk memperoleh campuran dengan proporsi yang benar. Tidak dibenarkan melakukan pencampuran di lapangan.

2.6. **PENGHAMPARAN DAN PEMADATAN**

2.6.1. **Penyiapan penghamparan**

- Bilamana lapis pondasi agregat akan dihampar pada perkerasan atau bahu jalan lama, semua kerusakan yang terjadi pada perkerasan atau bahu jalan lama harus diperbaiki terlebih dahulu.
- Lokasi yang telah disediakan untuk pekerjaan lapisan pondasi agregat, harus

- Bilamana lapis pondasi agregat akan dihampar langsung di atas permukaan perkerasan aspal lama, maka harus diperlukan penggaruan atau pengaluran pada permukaan perkerasan aspal lama agar diperoleh tahanan geser yang lebih baik.

2.6.2. Penghamparan

- Lapis pondasi agregat harus dibawa ke badan jalan sebagai campuran yang merata dan harus dihampar pada kadar air dalam rentang yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 2.6.3.*
- Setiap lapis harus dihampar pada suatu operasi dengan takaran yang merata agar menghasilkan tebal padat yang diperlukan dalam toleransi yang disyaratkan. Bilamana akan dihampar lebih dari satu lapis, maka lapisan-lapisan tersebut harus diusahakan sama tebalnya.
- Lapis pondasi agregat harus dihampar dan dibentuk dengan salah satu metode yang disetujui yang tidak menyebabkan segregasi pada partikel agregat kasar dan halus. Bahan yang bersegregasi harus diperbaiki atau dibuang dan diganti dengan bahan yang bergradasi baik.
- Tebal padat minimum untuk pelaksanaan setiap lapisan harus 2 kali ukuran terbesar agregat lapis pondasi. Tebal padat maksimum tidak boleh melebihi 20 cm.

2.6.3. Pemadatan

- Segera setelah pencampuran dan pembentukan akhir, setiap lapis harus dipadatkan menyeluruh dengan alat pemadat yang cocok dan memadai dan disetujui, hingga kepadatan paling sedikit 100 % dari kepadatan kering maksimum (*modified*) seperti yang ditentukan oleh SNI 03-1742-1990, metode D.

- Pemasangan harus dilakukan hanya bila kadar air dari bahan berada dalam rentang 3 % di bawah kadar air optimum sampai 1 % di atas kadar air optimum, dimana kadar air optimum adalah seperti yang ditetapkan oleh kepadatan kering maksimum (*modified*) yang ditentukan oleh SNI 03-1743-1989, metode D.
- Operasi penggilasan harus dimulai dari sepanjang tepi dan bergerak sedikit demi sedikit ke arah sumbu jalan, dalam arah memanjang. Pada bagian yang ber "superelevasi", penggilasan harus dimulai dari bagian yang rendah dan bergerak sedikit demi sedikit ke bagian yang lebih tinggi. Operasi penggilasan harus dilanjutkan sampai seluruh bekas roda mesin gilas hilang dan lapis tersebut terpadatkan secara merata.
- Bahan sepanjang kerb, tembok, dan tempat-tempat yang tak terjangkau mesin gilas harus dipadatkan dengan timbris mekanis atau alat pemadat lainnya yang disetujui.

2.6.4. Pengujian

- Jumlah data pendukung pengujian bahan yang diperlukan untuk persetujuan awal harus mencakup seluruh jenis pengujian yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 2.5.4.* minimum 3 contoh yang mewakili sumber bahan yang diusulkan.
- Setelah persetujuan mutu bahan lapis pondasi agregat yang diusulkan, seluruh jenis pengujian bahan akan diulangi lagi, bila terdapat perubahan mutu bahan atau metode produksinya.
- Suatu program pengujian rutin pengendalian mutu bahan harus dilaksanakan untuk mengendalikan ketidakseragaman bahan yang dibawa ke lokasi pekerjaan. Pengujian lebih lanjut harus dilakukan untuk setiap 1.000 m³ bahan yang diproduksi paling sedikit harus meliputi:

plastisitas, 5 pengujian gradasi partikel, dan 1 penentuan kepadatan kering maksimum menggunakan SNI 03-1743-1989, metode D. Pengujian CBR harus dilakukan dari waktu ke waktu sesuai kebutuhan.

- Kepadatan dan kadar air bahan yang dipadatkan harus secara rutin diperiksa, menggunakan SNI 03-2827-1992. Pengujian harus dilakukan sampai seluruh kedalaman lapis tersebut pada lokasi yang ditetapkan, tetapi tidak boleh berselang lebih dari 200 m.

Bahan dan lapisan pondasi agregat	Toleransi linggi permukaan
Lapis pondasi agregat kelas C digunakan sebagai lapis pondasi bawah (hanya permukaan atas dari lapisan pondasi bawah).	+ 1,5 cm - 1,5 cm
Permukaan lapis pondasi agregat kelas A dan kelas B untuk lapis resap pengikat atau pelaburan (perkerasan atau bahu jalan)	+ 1 cm - 1 cm
Bahu jalan tanpa penutup aspal dengan lapis pondasi agregat kelas B (hanya pada lapis permukaan).	Memenuhi Butir No. 2.7.e.

- a) Pada permukaan semua lapis pondasi agregat tidak boleh terdapat ketidak-rataan yang dapat menampung air dan semua punggung (*camber*) permukaan itu harus sesuai dengan yang ditunjukkan dalam *Gambar*.

- b) Tebal total minimum lapis pondasi agregat kelas A dan kelas B tidak boleh kurang 1 cm dari tebal yang disyaratkan.
- c) Pada permukaan lapis pondasi agregat kelas A yang disiapkan untuk lapisan resap pengikat atau pelaburan permukaan, bilamana semua bahan yang terlepas harus dibuang dengan sikat yang keras, maka penyimpangan maksimum pada kerataan permukaan yang diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m, diletakkan sejajar atau melintang sumbu jalan, maksimum 1 cm.
- d) Untuk bahu jalan tanpa laburan aspal, permukaan akhir yang telah dipadatkan tidak boleh berbeda lebih dari 1,5 cm di bawah atau di atas elevasi rancangan, pada setiap titik. Permukaan akhir bahu jalan, tidak boleh lebih tinggi maupun lebih rendah 1 cm terhadap tepi jalur lalu-lintas yang bersebelahan. Lereng melintang tidak boleh bervariasi lebih dari 1 % dari lereng melintang rancangan.

2.7. TOLERANSI DIMENSI

Elevasi permukaan

Elevasi permukaan lapis akhir harus sesuai dengan Gambar Rencana, dengan toleransi :

Bahan dan Lapisan Fondasi Agregat	Toleransi Tinggi Permukaan
Agregat Kelas C digunakan sebagai lapis fondasi bawah	+ 1,5 cm - 1,5 cm
Agregat Kelas B atau Kelas A digunakan untuk lapis fondasi jalan yang akan ditutup dengan Lapis Resap Ikat atau Pelaburan	+ 1 cm - 1 cm

Ketebalan Lapis Fondasi Agregat

Bahan dan Lapisan Fondasi Agregat	Toleransi Ketebalan
Agregat Kelas C digunakan sebagai lapis fondasi bawah	+ 1 cm - 1 cm
Agregat Kelas B atau Kelas A digunakan untuk lapis fondasi jalan yang akan ditutup dengan Lapis Resap Ikat atau Pelaburan	+ 1 cm 0 cm

Tebal total minimum Lapis Fondasi Agregat Kelas A dan Kelas C atau Kelas B dan Kelas C tidak boleh kurang dari tebal yang disyaratkan.

Kerataan

Bahan dan Lapisan Fondasi Agregat	Toleransi Kerataan
Agregat Kelas C digunakan sebagai lapis fondasi bawah	- 1 cm
Agregat Kelas B atau Kelas A digunakan untuk lapis fondasi jalan yang akan ditutup dengan Lapis Resap Ikat atau Pelaburan	+ 1 cm

Dasar kerataan permukaan dengan mistar kerata panjang 2 meter yang diletakkan sejajar dan

BAB III

LAPIS PONDASI JALAN TANPA PENUTUP ASPAL

LAPIS PONDASI JALAN KELAS C DAN

WATERBOUND MACADAM

3.1. PEMILIHAN LAPIS PONDASI JALAN TANPA PENUTUP ASPAL

Lapis pondasi jalan ini mencakup 2 kategori, yaitu : Lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal Kelas C dan **Waterbound Macadam**. Penentuan pilihan jenis lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal berdasarkan hasil pengujian bahan setempat yang tersedia.

Penggunaan Waterbound Macadam akan dibatasi hanya untuk pengembalian kondisi dan perbaikan jalan dengan waterbound macadam.

3.2. PERSIAPAN

1. Kontraktor harus menyiapkan berikut di bawah ini paling sedikit 21 hari sebelum tanggal yang diusulkan dalam penggunaan setiap bahan untuk pertama kalinya sebagai lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal :
 - 2 contoh masing-masing seberat 50 kg bahan.
 - Pernyataan perihal asal dan komposisi setiap bahan yang diusulkan untuk lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal, dan hasil pengujian laboratorium

- Penyedia Jasa harus mengirim secara tertulis kepada Direksi Teknis laporan bahwa pekerjaan dasar perkerasan telah memenuhi persyaratan kepadatan, kerataan, ketebalan dan elevasi sesuai ketentuan.

3.3. CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA

Lapis Fondasi Tanpa Penutup Aspal dengan agregat Kelas C tidak boleh diturunkan dari truck, dihampar dan atau dipadatkan pada waktu hujan. Dalam keadaan terpaksa, pemadatan waterbound Macadam dapat dilaksanakan dalam saat hujan.

3.4. PERBAIKAN LAPIS PONDASI JALAN TANPA PENUTUP ASPAL

Hasil pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan, baik pada masa konstruksi maupun pada masa pemeliharaan, harus dilakukan pembongkaran dan perbaikan sehingga memenuhi persyaratan menurut Spesifikasi ini dan harus sudah dikerjakan 24 jam setelah pemberitahuan dan harus sudah selesai dalam waktu 24 jam berikutnya.

3.5. BAHAN

3.5.1. Sumber material

Material lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal harus dipilih dari sumber yang disetujui.

3.5.2. Ketentuan sifat-sifat bahan

Bahan lapis pondasi jalan tanpa penutup aspal harus memenuhi ketentuan di bawah ini dan harus bebas dari gumpalan lempung, bahan organik, atau bahan-bahan lain yang tidak dikehendaki dan harus mempunyai mutu sedemikian rupa sehingga dapat

1. Lapis Fondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal Kelas C

Agregat untuk Lapis Fondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal Kelas C sebagaimana memenuhi Spesifikasi Gradasi dalam Tabel 3.2.2-1. dan persyaratan-persyaratan lain mengikuti tabel 3.1.2-2.

Tabel -1 Ketentuan Gradasi untuk Lapis Fondasi Jalan tanpa Penutup Aspal Kelas C

Ukuran Saringan		Persen berat yang lolos, % lolos
ASTM	(mm)	
3"	75	100
2"	50	75 – 100
1 ½"	37,5	60 – 90
1"	25	45 – 78
3/8"	9,5	25 – 55
No.4	4,75	13 – 45
No.10	2,0	8 – 35
No.40	0,425	7 – 23
No.200	0,075	5 – 15

2. Waterbound Macadam

Agregat kasar dan halus untuk Lapis Fondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal jenis Waterbound Macadam harus memenuhi ketentuan gradasi dari Tabel 3.2.2-2 di bawah ini. Ukuran agregat kasar harus sesuai dengan tebal yang tercantum dalam Gambar Rencana dan batas kedalaman

Tabel Tabel 3.2.2-2. Ketentuan Gradasi untuk Waterbound Macadam

Jenis Agregat	Ukuran Saringan		Tebal lapisan padat
	ASTM	(mm)	(15 cm)
			% berat yang lolos
Agregat Pokok	3"	75	100
	2 1/2"	63	95 – 100
	2"	50	35 – 70
	1 1/2"	37,5	0 – 15
	1"	25	0 – 5
	3/4"	19	--
Agregat Halus	3/8"	9,5	100
	No.4	4,75	70 – 95
	No.8	2,0	45 – 65
	No.20	1,0	33 – 60
	No.40	0,425	22 – 45
	No.200	0,075	10 – 28

Agregat pokok juga harus memenuhi ketentuan berikut :

Keausan Agregat (SNI 03-2417-1991) : mak. 40

Harus 100 % berbidang belah > 2

Agregat halus juga harus memenuhi ketentuan berikut :

Indeks Plastisitas (SNI 03-1966-1990) : min.4 dan mak.12

Batas Cair (SNI 03-1967-1990) : mak.35

3.6. PENGHAMPARAN DAN PEMADATAN

3.6.1. Pengiriman bahan

- a. Agregat kasar atau agregat halus untuk Waterbound Macadam harus dikirim ke badan jalan dalam masing-masing fraksi.
- b. Tebal padat minimum tidak boleh kurang dari dua kali ukuran agregat maksimum. Tebal padat maksimum tidak boleh lebih dari 20 cm kecuali ditentukan lain atau disetujui Direksi Pekerjaan.

3.6.2 Pelaksanaan Agregat Kelas C

Pelaksanaan Agregat Kelas C dilaksanakan sesuai butir nomer

3.6.3 Pemadatan lapis pondasi Kelas C

Pemadatan Agregat Kelas C dilaksanakan sesuai butir nomer

3.6.4 Pelaksanaan Waterbound Macadam

1. Ketebalan Lapisan

Lapis Fondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal jenis Waterbound Macadam harus dilaksanakan lapis demi lapis dan memenuhi ketentuan ketebalan dalam lapisan seperti yang tercantum dalam Tabel 3.2.2-3. Total ketebalan kedalaman Lapis Fondasi yang telah selesai harus sesuai dengan Gambar Rencana.

2. Penebaran Agregat Kasar

Penebaran dapat dilaksanakan dengan peralatan mekanis atau cara manual dengan menggunakan keranjang untuk menebar agregat. Penebaran harus dilakukan dengan ketebalan merata.

3. Pemadatan Agregat Kasar

Pemadatan awal harus dilakukan dengan mesin gilas roda besi berat >10 ton. Pemadatan harus dilaksanakan sampai batuan stabil (tidak terjadinya gerakan butiran pada waktu pemadatan) atau pecahnya batuan dipermukaan dengan minimum setiap titik memperoleh 6 lintasan bolak balik.

Selama pelaksanaan pemadatan kerataan permukaan harus diperiksa dengan mistar perata panjang 3 m. Lokasi dimana permukaan agregat kasar menyimpang dari garis mistar perata lebih dari 1 cm harus segera diperbaiki, dengan cara menggemburkannya dan kemudian dilakukan penambahan atau pengurangan agregat kasar, sebelum dipadatkan sampai standar yang disyaratkan.

4. Penebaran dan Pemadatan Agregat Halus

Agregat halus harus ditebar sedemikian hingga seluruh rongga permukaan agregat kasar terisi, dengan cara dibasahi dan digilas agar butiran dapat masuk ke dalam rongga lapis agregat kasar.

Jika diperlukan dapat dilakukan penambahan agregat halus yang diikuti dengan pembasahan dan penggilasan sedemikian sehingga harus berlanjut sedemikian hingga seluruh ketebalan dalaman lapis agregat kasar terisi dan tidak boleh ada material lepas dipermukaan (material yang lepas dipermukaan harus dibuang).

3.7 Pengujian

- Jumlah data pendukung pengujian yang dibutuhkan untuk persetujuan awal dari mutu bahan akan ditentukan Direksi Pekerjaan namun harus mencakup semua pengujian yang disyaratkan, paling sedikit 1 (satu) buah contoh yang mewakili sumber bahan dan agregat hasil pecah mesin yang diusulkan.
- Setelah persetujuan atas mutu bahan untuk Lapis Fondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal yang diusulkan, bila menurut pendapat Direksi Pekerjaan terdapat perubahan pada mutu bahan atau pada sumber bahan atau pada metode produksinya maka seluruh pengujian mutu bahan harus diulangi lagi.
- Suatu program pengujian pengendalian mutu bahan secara rutin harus dilaksanakan untuk memeriksa ketidakseragaman bahan yang dibawa ke lokasi pekerjaan. Pengujian lebih lanjut harus sesuai petunjuk Direksi Pekerjaan Teknis tetapi untuk setiap 500 meter hamparan harus dilakukan satu uji dengan jenis uji sebagaimana yang disyaratkan pada Tabel 3.2.2.4

untuk Agregat Kelas C dari sesuai dengan Butir 3.2.2.4.a).(2) untuk perkerasan Waterbound Macadam.

- Tanpa mengurangi kewajiban Penyedia Jasa untuk melaksanakan perbaikan terhadap pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan atau gagal sebagaimana disyaratkan dalam Butir ketentuan di atas, Penyedia Jasa juga harus bertanggungjawab atas pemeliharaan rutin dari semua lapis fondasi jalan tanpa penutup aspal yang sudah selesai dikerjakan dan diterima selama Periode Kontrak termasuk Periode Pemeliharaan. Pekerjaan pemeliharaan rutin tersebut harus dilaksanakan sesuai Spesifikasi.

3.8 Toleransi Dimensi

- Elevasi permukaan lapis akhir harus sesuai dengan Gambar Rencana.
- Elevasi permukaan akhir dan tebal Lapis Fondasi Jalan Tanpa Penutup Aspal dari Agregat Kelas C dan Waterbound Macadam tidak boleh kurang dari yang disyaratkan.
- Penyimpangan kerataan permukaan diukur dengan mistar perata panjang (*straight edge*) 3 (tiga) meter yang diletakkan sejajar dan melintang sumbu jalan, dilakukan setelah semua bahan yang lepas dibersihkan.

BAB IV

LAPIS PONDASI TANAH-SEMEN (SOIL-CEMENT)

4.1. UMUM

Pekerjaan Lapis Pondasi Tanah-Semen adalah lapis pondasi yang terbuat dari tanah yang diambil dari daerah sekitarnya, yang distabilisasi dengan semen di atas tanah dasar yang telah disiapkan. Kegiatan yang diperlukan meliputi penghamparan, pembentukan, pemadatan, perawatan dan penyelesaian akhir.

4.2. PERSIAPAN

4.2.1. Contoh Bahan

Contoh dari semua bahan yang akan dipakai dalam pekerjaan, bersama dengan data pengujian yang menyatakan sifat-sifat dan mutu bahan seperti yang dipersyaratkan harus diserahkan untuk persetujuan sebelum digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan. Harus disediakan tempat penyimpanan di lapangan untuk semua contoh (dan juga benda-benda uji inti), dalam rak yang kedap air dan dapat dikunci.

4.2.2. Pengiriman Semen ke Lapangan

Calatan yang menyatakan kuantitas semen yang dikirim ke lapangan dan tempat penyimpanan Kontraktor di lapangan dari setiap pengiriman harus diserahkan ke Pengawas Lapangan setiap hari bilamana barang sudah sampai di tempat, bersama dengan sertifikat yang menyatakan tempat pembuatannya dan hasil pengujiannya yang dipersyaratkan Standar Industri Indonesia SII-13-1977.

4.2.3. Perhitungan Pemakaian Semen

Catatan harian tentang jumlah semen aktual yang dipakai dalam pekerjaan akan disimpan, seperti yang ditentukan dalam Butir 4.6.1. dan harus diserahkan kepada Pengawas Lapangan setiap hari setelah jam kerja selesai.

4.2.4. Data Survey

Sebelum setiap bagian pekerjaan dimulai, semua elevasi yang diperlukan harus diukur dan disetujui, dan gambar penampang melintang yang dibutuhkan harus diserahkan dan disetujui terlebih dahulu.

4.2.5. Pengendalian Pengujian

Pengujian harus dilaksanakan sesuai dengan prosedur standar yang dipersyaratkan serta hasilnya diserahkan pada hari yang sama, atau pada hari berikutnya.

4.2.6. Pengujian dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Pengujian DCP harus dicatat di dalam formulir standar yang disediakan. Segera setelah setiap pengujian, catatan jumlah pukulan harus ditandatangani bersama di lapangan. Grafik hasil plotting data penetrometer harus diserahkan selambat-lambatnya pada akhir jam kerja hari berikutnya.

4.2.7. Catatan Benda Uji Inti (*Core*)

Semua benda uji inti (*core*) yang diambil harus diberi label dengan jelas yang menyatakan tempat pengambilan benda uji inti dan harus diserahkan kepada Pengawas Lapangan bersama-sama dengan catatan tertulis yang menyatakan tinggi rata-rata dan lokasi dari setiap benda uji inti itu. Semua benda uji inti harus disimpan sebagai rujukan

4.3. CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA

Tanah untuk lapis pondasi tanah-semen tidak boleh ditempatkan, dihampar atau dihaluskan selama turun hujan, dan penghalusan tidak boleh dilakukan setelah hujan atau bilamana kadar air pada bahan tersebut terlalu tinggi (lihat Butir 4.9.3.b.).

Semen hanya boleh ditempatkan bilamana permukaan tempat tersebut kering, atau bilamana hujan tidak akan membasahi. Bilamana hujan turun tiba-tiba saat penyebaran semen sedang dilaksanakan, maka penyebaran tersebut harus dihentikan seketika dan semen yang telah tersebar harus cepat-cepat diaduk dengan tanah campurannya, diikuti dengan pemadatan yang cepat untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh air hujan.

Pencampuran dan pembentukan akhir mungkin dapat dilanjutkan setelah hujan berhenti, bilamana disetujui. Bilamana kerusakan yang disebabkan oleh hujan ini cukup berat, atau bilamana mutu pekerjaan yang terganggu ini meragukan, perbaikan pekerjaan tersebut harus mengikuti ketentuan dalam Butir 4.4.

4.4. PERBAIKAN PEKERJAAN YANG TIDAK MEMENUHI PERSYARATAN

Lapis pondasi tanah-semen yang tidak memenuhi toleransi atau mutu yang dipersyaratkan harus diperbaiki, yang dapat berupa:

- Perubahan perbandingan campuran untuk pelaksanaan pekerjaan berikutnya.
- Penghalusan kembali lapis pondasi tanah-semen yang sudah dihampar (bilamana memungkinkan) dan mengaduk kembali dengan tambahan semen.
- Pembuangan dan penggantian pada bagian pekerjaan yang tidak diterima.
- Penambahan lapisan dengan lapis pondasi tanah-semen pada pekerjaan yang terganggu tersebut, dengan tebal tertentu.

Bilamana retak merambat sampai luas akibat berkembangnya retak susut selama periode perawatan, maka perlu penggilasan tambahan sehingga akan mengurangi dampak potensial retak pada perkerasan dengan cara menyediakan retak-retak kecil yang jaraknya dekat satu sama lainnya. Untuk retak-retak yang berkembang dapat menggunakan suntikan (*grouting*) semen.

4.5. PENGENDALIAN LALU-LINTAS

- Selambat-lambatnya 14 hari setelah penghamparan lapisan teratas lapis pondasi tanah-semen, pelapisan dengan campuran aspal panas harus dilaksanakan.
- Dalam keadaan apa pun, tidak boleh ada lalu-lintas yang melintasi lapis pondasi tanah-semen yang baru saja hujan atau dengan perkataan lain bilamana kadar air pada bahan tersebut terlalu tinggi untuk mendapatkan penghalusan yang memenuhi ketentuan.

4.6. BAHAN

4.6.1. Semen Portland

- Semen yang harus digunakan untuk lapis pondasi tanah-semen adalah semen portland biasa yang memenuhi ketentuan Standar Industri Indonesia SII-13-1977 Semen Portland Type I.
- Pengujian mutu dilakukan pada setiap pengiriman semen yang tiba di lapangan, dan juga setiap saat untuk semen yang sudah disimpan di lapangan dan akan digunakan, untuk memastikan apakah semen tersebut rusak atau tidak oleh setiap kemungkinan selama pengiriman atau penyimpanan.
- Semua semen yang akan digunakan dalam pekerjaan harus disimpan di tempat penyimpanan di lapangan sesuai dengan ketentuan, dan harus didaftar untuk setiap penerimaannya. Catatan dalam daftar ini harus ditandatangani bersama

untuk Percobaan Lapangan Awal (*Preliminary Field Trials*) dan juga untuk pekerjaan utama harus dicatat secara terinci.

- Pelaksana harus mengadakan pengaturan sendiri dalam menyediakan dan memasok air yang telah disetujui untuk pembuatan dan perawatan lapis pondasi tanah-semen dan harus menyerahkan contoh air tersebut untuk persetujuan, bersama-sama dengan surat keterangan yang menyatakan sumbernya, sebelum memulai pekerjaan.
- Air yang digunakan dalam pekerjaan harus air tawar, dan bebas dari endapan maupun larutan atau bahan suspensi yang mungkin dapat merusak pembuatan lapis pondasi tanah-semen seperti yang sudah ditentukan, dan harus memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan dalam AASHTO T26.
- Pengambilan contoh dan pengujian air lanjutan dapat diulangi bilamana pada setiap saat, contoh-contoh air tersebut tidak memenuhi ketentuan / persyaratan.

4.6.2. Air

- Air yang dipergunakan dalam pekerjaan harus airtawar, dan bebas dari endapan maupun larutan atau bahan suspensi yang mungkin dapat merusak lapis pondasi tanah-semen; dan harus memenuhi persyaratan AASHTO T26.

4.6.3. Tanah

- a) Sebelum penghalusan, tanah yang cocok digunakan untuk lapis pondasi tanah-semen harus sesuai dengan ukuran partikel yang ditentukan di bawah ini dengan cara pengayakan basah :
 - Ukuran paling besar dari partikel batu harus lebih kecil dari 75 mm.
 - Kurang dari 50 % melewati saringan No. 200.

Setelah penghalusan tanah, batas ukuran partikel harus diperiksa, seperti yang ditentukan dalam Butir 4.9.3.c.

- b) Tanah dengan plastisitas yang rendah atau tanah laterit yang mempunyai sifat-sifat kekuatan yang baik, adalah tanah yang cenderung dipilih, dari pada tanah yang berkekuatan rendah, plastisitas tinggi atau tanah ekspansif (*expansive soils*).
- c) Tanah harus bebas dari bahan organik yang dapat mengganggu proses hidrasi dari semen portland. Bilamana diuji sesuai prosedur Test 18, BS 1924, nilai pH nya setelah berselang satu jam harus lebih besar dari 12,2. Pengujian ini hanya dilakukan bilamana ada hal-hal yang tidak umum dan menimbulkan keragu-raguan, dimana pengerasan berjalan lambat (*slow hardening*) atau kekuatan campuran tanah-semen yang diperoleh rendah.
- d) Dapat menggunakan rentang kadar semen yang dipersyaratkan dalam Butir 4.7. Tanah yang sifat-sifatnya tidak memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan dalam Butir 4.7. belum tentu akan ditolak jika tanah tersebut dapat menunjukkan bahwa sifat-sifat lapis pondasi tanah-semen memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan dalam Tabel 7.1.
- e) Semua lokasi sumber bahan yang diusulkan harus diperiksa dan disetujui sebelum digunakan.

4.7. CAMPURAN

4.7.1. Komposisi Umum untuk Campuran

Campuran lapis pondasi tanah-semen terdiri dari tanah yang telah disetujui, semen dan air. Kadar semen ditentukan berdasarkan data pengujian laboratorium dan percobaan lapangan awal, tetapi harus dalam rentang 3 % sampai dengan 12 % dari berat tanah asli (yaitu sebelum dicampur dengan semen) dalam keadaan kering oven.

4.7.2. Rancangan Campuran Laboratorium (Cara UCS)

Percobaan campuran di laboratorium harus dilakukan untuk menentukan :

- Apakah bisa atau tidak membuat lapis pondasi tanah-semen yang memenuhi ketentuan dalam hal kekuatan dan karakteristik perubahan volume, dapat dibuat dari tanah yang bersangkutan.
- Kadar semen yang dibutuhkan untuk mencapai kekuatan campuran yang dipersyaratkan (*target mix strength*).
- Batas kadar air dan kepadatan yang diperlukan untuk pengendalian pemadatan di lapangan.

Prosedur untuk rancangan campuran (*mix design*) mencakup langkah-langkah berikut ini:

- a) Tentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan untuk tanah yang bersangkutan dengan menggunakan paling sedikit 4 macam kadar semen (AASHTO T134-76) dan gambarkan hasil dari pengujian ini dalam grafik pada formulir standar. Puncak dari setiap kurva hubungan kadar air vs kepadatan menyatakan kepadatan kering maksimum (*maximum dry density / MOD*) dan kadar air optimum (*optimum moisture content / OMC*) untuk kadar semen yang digunakan.
- b) Masukkan angka-angka dari MOD dan OMC untuk setiap macam kadar semen pada grafik dan hubungkan titik-titik pengujian menjadi kurva yang mewakili untuk mendapatkan variasi dari MOD dan OMC dengan bermacam-macam kadar semen untuk tanah yang bersangkutan.
- c) Dengan menggunakan paling sedikit 4 macam kadar semen, buatlah serangkaian benda uji untuk diuji kuat tekannya (*Unconfined Compression Strength / UCS*) dimana benda uji ini dipadatkan sampai dengan MOD dan OMC seperti yang

benda uji ini dengan mengikuti prosedur yang diberikan di ASTM D1633-63 dan masukkan angka-angka kekuatan yang diperoleh pada grafik. Gambarkan kurva yang mewakili melalui titik-titik pengujian dan pilihlah kadar semen pada campuran yang memberikan kekuatan sasaran seperti yang dipersyaratkan yaitu 24 kg/cm^2 .

- d) Masukkan angka dari kadar semen campuran yang dipilih itu ke dalam grafik yang sudah digambar pada (b) di atas, dan tentukan angka MOD dan OMC untuk campuran tanah-semen dari kadar semen yang dipilih. Gunakan nilai-nilai MOD dan OMC ini untuk menentukan kepadatan yang cocok dan batas kadar air untuk pengendalian pemadatan di lapangan, dan gambarkan batas-batas tersebut pada grafik.
- e) Tentukan karakteristik pengembangan dan penyusutan dari campuran tanah-semen dengan pengujian yang sesuai dengan AASHTO T135-76 dan bandingkan dengan batas-batas yang diberikan di *Tabel 7.1*.

Tabel 7.1.: Sifat-Sifat Yang Diperkirakan untuk Lapis Pondasi Tanah-Semen

Pengujian	Batas-batas Sifat (setelah perawatan selama 7 hari)			Metode Pengujian
	Min.	Target	Maks.	
Unconfined Compressive Strength (UCS), kg/cm^2	20	24	35	ASTM D1633-63
California Bearing Ratio (CBR), %	100*	120*	200*	SNI 03-1744-1989
Rata-rata Scala Penetration Resistance (SPR) melampaui 2/3 Tebal, (pukulan/cm)	1,0* (1,0+)	1,3* (0,8+)	2,5* (0,4+)	

SPR yang menentukan batas minimum tebal efektif, (pukulan/cm)	0,8* (1.3+)	-	-	
Pengujian Wetting & Drying				AASHTO
(i) % Kehilangan Berat	-	-	7	T135-76
(ii) % Perubahan Volume	-	-	2	

Catatan:

- Angka-angka ini dapat disesuaikan untuk dikalibrasikan dengan angka-angka UCS yang dipersyaratkan, mengikuti pengujian kalibrasi untuk setiap jenis tanah baru.
- Angka-angka di dalam kurung adalah kemampuan penetrasi ekuivalen, dalam cm per pukulan.

4.8. PERCOBAAN LAPANGAN (*Field Trials*)

- Untuk usulan setiap jenis tanah baru yang akan digunakan, rancangan campuran tanah-semen yang ditunjukkan dalam prosedur laboratorium yang diuraikan dalam Butir 4.7.4. harus dilengkapi dengan pembuatan percobaan bahan lapis pondasi tanah-semen sepanjang 200 m.
- Lajur percobaan ini harus diterapkan berdasarkan hasil pengujian laboratorium. Akan tetapi, bilamana percobaan lapangan ini dalam segala hal tidak menunjukkan kinerja yang memuaskan, atau tidak memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan, maka lajur percobaan ini harus disingkirkan seluruhnya dari jalan tersebut dan tanah dasarnya harus diperbaiki lagi untuk penyiapan badan jalan.
- Semua tahap pelaksanaan, masa perawatan dan pengujian dari lajur percobaan harus diawasi dengan cermat, termasuk variasi prosedur kerja atau jumlah dan jenis

bermanfaat semaksimal mungkin dari percobaan ini. Pemeriksaan selama percobaan harus termasuk, tetapi tidak terbatas pada, penentuan yang berikut ini:

- i) Kecocokan, efisiensi dan efektivitas umum dari cara dan peralatan yang diusulkan, ditentukan dalam hal kecepatan dan seluruh kemampuan dan keberhasilan dalam melaksanakan percobaan ini.
- ii) Derajat penghalusan tanah yang dicapai, ditentukan bersama-sama dengan cara visual maupun dengan cara pencatatan jumlah lintasan penghalusan yang diperlukan untuk mencapai derajat kehalusan yang diminta dalam Butir 4.9.3.c.
- iii) Kadar air optimum untuk penghalusan tanah, ditentukan dengan variasi kadar air yang diterapkan pada ruas yang berbeda dari lajur percobaan dan membandingkan derajat kehalusan yang diperoleh dengan kadar air yang diperoleh dari pengujian di laboratorium pada benda uji yang diambil selama operasi penghalusan.
- iv) Homogenitas campuran yang diperoleh dari teknik penyebaran dan pencampuran yang digunakan, ditentukan dengan cara visual selama operasi penghalusan dan dengan cara membandingkan variasi kekuatan dari satu titik ke titik lainnya dengan pengujian Scala Penetrometer yang dilakukan 7 hari setelah penghamparan dengan frekwensi seperti yang ditentukan pada Butir 4.10.5.
- v) Efektivitas penggilasan dan pemadatan, ditentukan dengan pengujian Scala Penetrometer segera setelah setiap kali atau beberapa kali dilintasi oleh alat pemadat, untuk mendapatkan hubungan antara jumlah lintasan dan kepadatan yang dicapai, dan dilengkapi dengan pengujian *sand cone* (konus pasir) untuk memeriksa kepadatan lapangan pada pekerjaan yang sudah selesai dengan

- vi) "*Bulking ratio*" antara tanah gembur yang sudah dihaluskan dengan campuran yang sudah dipadatkan, untuk menentukan tebal bahan gembur yang diperlukan agar diperoleh rancangan tebal padat lapisan campuran.
- vii) Rancangan campuran tanah-semen yang memadai, ditentukan dengan mengadakan pengujian CBR dan atau DCS pada benda uji berumur 7 hari yang diambil dari campuran sebelum digilas dengan frekwensi yang ditentukan dalam Butir 4.10.4.a. dan bilamana dianggap perlu dilengkapi dengan pengujian UCS pada benda uji inti (*core*) yang diambil dari lajur percobaan yang sudah selesai.
- viii) Batas-batas praktis kepadatan dan kadar air untuk pengendalian pemadatan didapat dari rancangan campuran laboratorium, ditentukan dengan melakukan pengujian kepadatan lapangan dan kadar air lapangan segera setelah campuran selesai dipadatkan dan membandingkan hasilnya dengan batas-batas yang diusulkan.
- ix) Hubungan antara CBR dan UCS untuk percobaan campuran tanah-semen, ditentukan dalam langkah (vii) di atas dengan menyiapkan dan menguji benda uji tersebut dengan 2 cara pengujian dan membandingkan kekuatan rata-rata yang diperoleh dari setiap cara pengujian pada umur 1, 7 dan 28 hari.
- x) Hubungan antara Scala Penetration Resistance (SPR) dan kekuatan (CBR dan atau DCS) untuk percobaan campuran tanah-semen, ditentukan dengan melaksanakan pengujian dengan alat penetrometer segera setelah dipadatkan (langkah v) di atas), 7 hari setelah dipadatkan (langkah iv) di atas) dan 28 hari setelah dipadatkan, dan membandingkan hasil SPR rata-rata yang diperoleh dari setiap rangkaian pengujian dan hasil pengujian DCS dan CBR yang

- xii) Cara yang paling tepat untuk reduksi dan pengendalian retak adalah dengan percobaan penggilasan (*proof rooling*), dilakukan dengan mengamati lajur percobaan selama masa perawatan, dan bilamana retak susut berkembang secara berlebihan, dengan menggunakan berbagai jenis dan berat mesin gilas.
 - xiii) Jenis selaput (membran) tipis dan cara perawatan pada lapis pondasi tanah-semen yang paling tepat, ditentukan dengan cara visual pada permukaan lajur percobaan dan kecepatan hilangnya air yang dapat ditentukan dengan pengujian kadar air.
 - xiv) Batas Scala Penetration Resistance (SPR) akan digunakan untuk menentukan "Tebal Efektif" lapis pondasi tanah-semen, yang diperoleh dari catatan penetrasi dalam langkah x) di atas untuk lokasi dimana tebal bahan yang memenuhi ketentuan diketahui secara akurat (diambil dari serangkaian benda uji inti pada titik lokasi pengujian penetrometer dan dari pengujian kekuatan yang dilakukan pada contoh campuran tanah semen, yang diambil dari titik lokasi pengujian penetrometer sebelum dipadatkan).
 - xv) Jumlah lapisan yang diperlukan untuk memperoleh lapis pondasi tanah-semen yang memenuhi ketentuan dengan rancangan tebal penuh (*full design depth*), ditentukan dengan variasi jumlah lapisan diterapkan pada ruas yang berbeda dari lajur percobaan; dimana penggunaan lapisan tunggal yang disarankan, penggunaan dua lapisan yang lebih tipis atau lebih, juga harus dicoba dan dievaluasi.
- d) Persetujuan / penerimaan pekerjaan, berdasarkan data yang diperoleh dari lajur percobaan dan tidak lebih cepat dari 14 hari setelah lajur percobaan dihampar.

4.9. PENGHAMPARAN DAN PENCAMPURAN

4.9.1. Penyiapan Tanah Dasar

- a) Pekerjaan penyiapan tanah dasar harus dilakukan sesuai dengan uraian di bawah ini dan ketentuan dalam Butir 4.3.3, terhadap garis, ketinggian dan dimensi seperti yang ditunjukkan dalam Gambar.
- b) Arti dari tanah dasar adalah permukaan tanah yang sudah disiapkan untuk pelaksanaan pekerjaan lanjutan yang akan dilaksanakan. Kecuali bilamana elevasi perkerasannya harus dinaikkan (*raising of the pavement grade*) seperti yang ditunjukkan dalam Gambar, maka permukaan tanah dasar harus sama tinggi dengan permukaan jalan lama.
- c) Permukaan jalan lama harus dibersihkan dari bahan yang tidak diinginkan dan kemudian digilas (*proof-rolling*). Setiap ketidakrataan atau ambles yang terjadi pada permukaan tanah dasar selama pemadatan harus diperbaiki dengan menggemburkan lokasi tersebut dan menambah, membuang atau mengganti bahan, menyesuaikan kadar air jika diperlukan, dan memadatkannya kembali supaya permukaannya halus dan rata.
- d) 20 cm tanah di bawah tanah dasar harus dipadatkan sampai kepadatan seperti yang ditentukan oleh SNI 03-2827-1992, tidak boleh kurang dari 95 % kepadatan kering maksimum (*maximum dry density*) yang diperoleh sesuai dengan SNI 03-1742-1989.
- e) Nilai CBR tanah yang disiapkan bilamana diuji sesuai dengan SNI 03-1744-1989, paling sedikit harus 6 % setelah direndam selama 4 hari bila dipadatkan sampai 100 % kepadatan kering maksimum seperti yang ditentukan sesuai SNI 03-1742-1989.

Bilamana kondisi lapangan tidak memungkinkan untuk dipadatkan dengan cara ini, maka

mencakup pembuangan dan penggantian bahan yang tidak memenuhi ketentuan atau melapisinya dengan bahan berbutir dengan proporsi tertentu.

- f) Setelah selesai pemadatan dan sebelum memulai operasi berikutnya, permukaan tanah dasar harus memenuhi toleransi permukaan yang ditentukan dalam Butir 4.3.3.5.
- g) Setiap lokasi tanah dasar yang menjadi lumpur, pecah-pecah atau lepas karena cuaca atau kerusakan lainnya, sebelum dimulainya penghamparan lapis pondasi tanah-semen harus diperbaiki sampai memenuhi persyaratan.
- h) Sebelum penghamparan lapis pondasi tanah-semen pada setiap ruas, tanah dasar padat yang sudah disiapkan harus dibersihkan dari debu dan bahan lainnya yang mengganggu dengan kompresor angin atau cara lain yang disetujui, dan harus dilembabkan bilamana diperlukan.

4.9.2. Pemilihan Cara untuk Pencampuran dan Penghamparan

Pencampuran tanah, semen dan air harus dilakukan dengan cara pencampuran di tempat (*mix-in-place*) atau instalasi pencampur pusat (*central-plant-mix*).

Operasi dengan instalasi pencampur biasanya dibatasi hanya untuk tanah berplastisitas rendah. Suatu indikator batas atas dari plastisitas tanah yang masih dapat menggunakan instalasi pencampur pusat dapat diperoleh dengan mengalikan indeks plastisitas tanah dengan persen lolos ayakan No. 40. Bilamana nilainya kurang dari 500 cara pencampuran dengan instalasi dapat digunakan.

Berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk pencampuran di tempat dapat dibagi dalam 4 kelompok :

- a) Motor graders.
- b) Rotavator "ringan" yang mesinnya kurang dari 100 PK (Tenaga Kuda).

- c) Rotavator untuk pekerjaan berat yang mesinnya lebih dari 100 PK, sering disebut "Pulvimixers" (alat penghalus tanah).ⁱ
- d) Mesin stabilisasi tanah satu lintasan (*single-pass soil stabilization machine*), biasanya mesinnya lebih dari 100 PK.

Batas atas plastisitas tanah yang dapat dikerjakan dengan berbagai macam mesin berikut ini dicantumkan di dalam *Tabel 9.1*,

Tabel 9.1.: Petunjuk untuk Pemilihan Alat-Alat Yang Cocok

Petunjuk Jenis Peralatan	Indeks Plastisitas dikalikan Persen Lolos Ayakan No.40	Tebal Perkiraan yang mampu dilakukan dalam satu lapis
Mesin Pencampur Terpusat	< 500	Tak dibatasi
Penggaru Piringan, Luku Piringan, dsb, dan Motor Grader	< 1000	12 s/d 15
Rotavator Ringan (< 100 PK)	<2000	15
Rotavator untuk pekerjaan berat (> 100PK)	<3500	20 s/d 30 tergantung jenis tanah dan PK mesin yang tersedia
Mesin stabilisasi tanah 1 lintasan	< 2000 s/d 3000 tergantung PK mesin	20

4.9.3. Penghamparan dan Pencampuran dengan Cara *Mix-in Place*

- a) Tanah dari lokasi sumber bahan yang telah disetujui harus dihampar dan disebar sampai rata di atas tanah dasar yang sudah disiapkan serta kadar airnya disesuaikan seperlunya untuk mendapatkan penghalusan tanah yang optimum. Bilamana pengeringan diperlukan, kecepatan pengeringan harus dimaksimalkan dengan terus menerus menggaru tanah memakai penghalus tanah atau peralatan sejenis, sampai tanah tersebut cukup kering untuk dikerjakan,
- b) Kadar air optimum tanah untuk penghalusan akan berada di bawah kadar air tanah untuk kepadatan kering maksimum, seperti yang ditentukan dalam SNI 03-1742-1989, dan akan dirancang berdasarkan percobaan lapangan awal seperti yang diuraikan dalam Butir 4.8. Pekerjaan penghalusan harus dilaksanakan bilamana kadar air tanah berada dalam rentang 2 % (dari berat tanah kering) dari angka yang telah dirancang.
- c) Sebelum semen ditambahkan, tanah itu harus dihaluskan sedemikian, kecuali untuk partikel batu atau kerikil, sehingga memenuhi ketentuan di bawah ini bilamana diayak secara kering :
 - Lolos Ayakan 25 mm : 100 %
 - Lolos Ayakan No.4 : 75 %
- d) Tanah yang sudah dihaluskan harus disebar dengan ketebalan sedemikian, sehingga setelah dipadatkan mencapai ketebalan lapisan yang dirancang, dalam batas toleransi yang dipersyaratkan dalam Butir 4.11.a. Ketebalan yang tepat dari bahan gembur yang akan dihampar harus seperti yang ditentukan dalam percobaan lapangan (Butir 4.8. di atas). Jumlah lapisan yang diperlukan untuk mendapatkan tebal rancangan penuh lapis pondasi tanah-semen harus berdasarkan homogenitas dan derajat kepadatan yang dapat dicapai.

- e) Setelah penghalusan tanah memenuhi ketentuan, sesuai dengan kriteria yang diberikan dalam Butir 4.9.3.c. di atas, semen harus ditebar secara merata di atas tanah, baik dengan tangan maupun dengan mesin penebar pada takaran yang dihitung sedemikian untuk memperoleh kadar semen seperti yang dirancang berdasarkan rancangan campuran laboratorium dan percobaan lapangan awal.
- f) Setelah semen disebar merata, serangkaian lintasan mesin pencampur harus dilaksanakan sampai seluruh tanah dan semen tercampur merata, yang ditunjukkan dari meratanya warna adukan. Jumlah lintasan yang diperlukan berdasarkan percobaan lapangan awal (Butir 4.8. di atas) dan berdasarkan homogenitas campuran yang diperoleh dalam pekerjaan yang sedang berlangsung, seperti yang ditunjukkan oleh pengujian pengendalian dengan Scala Penetrometer.
- g) Pekerjaan penempatan tanah, penghalusan tanah dan pencampuran tanah-semen harus selalu dilaksanakan dari bawah (bagian yang lebih rendah) menuju ke atas (yaitu ke arah bagian yang lebih tinggi / tanjakan).
- h) Bilamana semen dan tanah dianggap telah tercampur merata, kadar airnya harus ditambahkan seperlunya untuk menyamai batas kadar air yang ditentukan dalam prosedur rancangan campuran laboratorium seperti yang diuraikan di Butir 4.7.2. atau berdasarkan percobaan lapangan awal atau cara lainnya. Pada umumnya, batas bawah kadar air untuk campuran tanah-semen akan ditentukan sebagai Kadar Air Optimum (OMC) di laboratorium dan batas atasnya akan 2 % (dari berat campuran tanah-semen) lebih tinggi dari pada OMC, seperti yang diuraikan dalam Butir 4.7. Air yang ditambahkan pada tanah-semen harus dicampur sampai merata dengan menambahkan beberapa kali lintasan mesin pencampur dan pemadatan harus segera dilaksanakan setelah lintasan ini selesai.

4.9.4. Pencampuran dan Penghamparan Menggunakan *Central-Plant*

- a) Mesin pencampur yang tetap (tidak berpindah / stasioner) dapat menggunakan cara takaran berat (*weight-batching*) atau cara pemasokan menerus (*continous feeder*) dan dapat dilengkapi dengan pengaduk pedal (*paddle mixers*) maupun jenis panci (*pan mixers*).
- b) Bilamana cara takaran berat digunakan, jumlah bahan tanah dan semen yang harus diukur dengan tepat pertama-tama harus dimasukkan ke dalam instalasi pencampur kemudian air ditambahkan secukupnya agar kadar air hasil campuran terletak dalam rentang yang dirancang untuk pemadatan di lapangan. Perhatian khusus harus diberikan kepada instalasi pencampur jenis takaran berat (*batch*) dengan pengaduk pedal untuk memastikan bahwa semua semen tersebar merata di loading skip dan dipasok merata ke seluruh bak pencampur. Baik untuk pencampur jenis pedal maupun jenis panci, semen harus ditakar secara akurat dengan timbangan atau alat penakar yang terpisah, dan kemudian dicampur dengan bahan tanah yang akan distabilisasi. Bahan tanah harus dicampur sedemikian sehingga terdistribusi merata ke seluruh campuran.
- c) Bilamana cara takaran dengan pemasok menerus (*continous-feed*) digunakan, pedal pencampur, baffels dan kecepatan pemasukan bahan harus disesuaikan agar bahan-bahannya tercampur merata. Semprotan yang digunakan untuk mendistribusikan air ke dalam pencampur harus disesuaikan agar dapat memberikan kadar air yang merata di seluruh campuran.
- d) Jumlah dan kapasitas kendaraan pengangkut campuran harus disesuaikan dengan hasil campuran yang dihasilkan instalasi pencampur dan kecepatan pelaksanaan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu yang periode pelaksanaan yang ditentukan.

- e) Campuran harus dihampar di atas tanah dasar yang sudah dilembabkan dengan tebal lapisan yang seragam dan harus dihampar dengan mesin penghampar (*paving machine*) atau kotak penebar (*spreader box*) yang dioperasikan secara mekanis yang dapat meratakan campuran dengan suatu ketebalan yang merata. Campuran harus dihampar sedemikian hingga setelah dipadatkan mencapai tebal lapisan yang dirancang, dalam toleransi yang disyaratkan dalam Butir 4.11.a.

4.9.5. Pemasatan

- a) Pemasatan untuk campuran tanah-semen harus dimulai sesegera mungkin setelah pencampuran dan seluruh operasi, termasuk pembentukan dan penyelesaian akhir, harus diselesaikan dalam waktu 60 menit sejak semen yang pertama tercampur tanah. Semua operasi penghamparan, pencampuran, dan pemasatan dari lapis pondasi tanah-semen harus dilaksanakan dalam ruas-ruas yang pendek dan bahan setiap ruas harus dipadatkan dan dibentuk sampai selesai sebelum pencampuran pada ruas berikutnya dapat dimulai.
- b) Panjang maksimum setiap ruas yang diijinkan berdasarkan kapasitas produksi seperti yang ditunjukkan selama percobaan lapangan awal (Butir 4.8.) atau dari yang sesudahnya. Tetapi pada umumnya tidak boleh lebih panjang dari 200 m.
- c) Pemasatan awal harus dilaksanakan dengan penggilas kaki kambing (*sheepfoot roller*), penggilas roda karet atau penggilas beroda halus, dimana penggilas ini tidak boleh membebani secara langsung campuran tanah-semen yang sudah dihampar, baik dalam kondisi sudah mengeras maupun sebagian sudah mengeras.
- d) Setelah penggelasan awal, pembentukan dengan motor grader mungkin diperlukan sebelum penggelasan akhir. Pemasatan harus diselesaikan dengan penggilas roda karet atau penggilas beroda halus bersamaan dengan motor grader untuk membentuk lapis pondasi tanah-semen seperti rancangannya. Pada umumnya,

permukaan yang kering selama operasi pemadatan. Derajat kepadatan yang dicapai di seluruh lapisan harus lebih besar dari 97 % kepadatan kering maksimum laboratorium.

- e) Perhatian khusus harus diberikan untuk memperoleh pemadatan penuh di sekitar sambungan memanjang maupun melintang. Sebelum setiap bahan baru disambung dengan bahan yang telah dipadatkan sebelumnya, ujung bahan dari pekerjaan sebelumnya harus dipotong vertikal agar dapat dicapai pemadatan penuh pada tebal lapisan yang diperlukan. Bahan pada sambungan melintang antara ujung akhir ruas pekerjaan yang lampau dengan ujung awal dari ruas baru harus dipadatkan dengan penggilasan melintang (melintang jalan) sedemikian hingga seluruh tekanan roda penggilas diarahkan pada sambungan tanpa menyentuh secara langsung pada bahan dari pekerjaan sebelumnya.
- f) Permukaan lapis pondasi tanah-semen yang telah selesai harus ditutup dengan rapat, bebas dari pergerakan yang disebabkan oleh peralatan dan tanpa bekas jejak roda pemadat, lekukan, retak atau bahan yang lepas. Semua bagian yang lepas, segregasi atau yang cacat lainnya harus diperbaiki sesuai dengan Butir 4.6.4.
- g) Segera setelah pemadatan dan pembentukan lapisan terakhir lapis pondasi tanah-semen, butiran batu (*chipping*) yang memenuhi ketentuan ditebar secara merata di atas permukaan lapis pondasi tanah-semen dan dibenamkan pada permukaan dengan penggilasan. Butiran batu harus berukuran nominal 13 mm dengan takaran kira-kira 12 kg/m².

4.9.6. Perawatan

- a) Segera setelah pemadatan dan pembentukan lapis pondasi tanah-semen dan penanaman butiran batu, seluruh t

dipasang di atas hamparan dan dipertahankan sampai paling sedikit 24 jam. *Curing membrane* ini dapat berupa salah satu dari yang berikut ini:

- i) Lembaran plastik kedap air yang telah disetujui, dikaitkan secukupnya supaya tidak terbang tertiuip angin dan dengan sambungan tumpang tindih paling sedikit 30 cm dan dipasang untuk menjaga kehilangan air;
 - ii) Bahan karung goni yang harus selalu basah selama masa perawatan;
 - iii) Bahan lainnya yang terbukti efektif dan disetujui.
- b) *Curing membrane* harus dipertahankan di tempat selama 7 hari setelah pencampuran dan penghamparan lapis pondasi tanah-semen, atau berdasarkan percobaan lapangan. Perawatan harus dilanjutkan sampai penghamparan aspal di atas lapis pondasi tanah-semen. Pada saat itu *curing membrane* harus dipindahkan dan Lapis Resap Pengikat disemprotkan. Akan tetapi, dalam waktu 24 jam pertama dari masa perawatan, lapis resap pengikat tidak boleh diterapkan.
- c) Lalu-lintas atau peralatan untuk pelaksanaan pekerjaan tidak diijinkan melewati permukaan jalan sampai pelapisan campuran aspal telah dilaksanakan. Selama masa tunggu ini arus lalu-lintas harus dijaga agar tidak melalui pekerjaan ini dengan menyediakan jalan terpisah atau jalan alih (*detour*) yang memadai.
- d) Penggilasan lapis pondasi tanah-semen dapat dilakukan pada awal masa perawatan untuk mengurangi ukuran dan jarak retak susut. Perpanjangan penggilasan ini akan ditentukan dari percobaan lapangan awal.
- e) Bilamana lapis pondasi tanah-semen akan dibuat dalam 2 lapisan atau lebih, setiap lapisan yang sudah dihampar harus dirawat paling sedikit 7 hari sebelum lapisan yang berikutnya dapat dihampar.

4.10. PENGENDALIAN MUTU

4.10.1. Pengendalian Mutu Penyiapan Tanah Dasar

- a) Frekuensi pengujian pengendalian pemadatan pada tanah dasar berdasarkan kondisi lokasi kerja. Paling tidak pengujian kepadatan dengan *sand cone* harus dilaksanakan di sepanjang proyek dengan jarak tidak melebihi 200 m, dan paling sedikit 1 pengujian kepadatan kering maksimum laboratorium harus dilaksanakan untuk setiap 10 pengujian kepadatan di lapangan.
- b) Frekwensi pengambilan contoh dan pengujian tanah dasar untuk CBR berdasarkan berbagai macam jenis tanah yang ditemui. Paling sedikit diperlukan 1 pengujian CBR untuk setiap jenis tanah dasar yang terdapat di sepanjang proyek.

4.10.2. Pengendalian Mutu Penghalusan Tanah

- a) Contoh tanah yang telah dihaluskan harus diambil dan diuji di lapangan, untuk menyesuaikan ukuran partikel dengan persyaratan yang diberikan dalam Butir 4.9.3.c. dengan jumlah pengambilan contoh sebanyak 5 contoh untuk setiap ruas pekerjaan (dari 200 meter atau kurang).
- b) Bilamana setiap pengujian tunggal mengalami kegagalan, penghalusan harus dilanjutkan untuk seluruh ruas pekerjaan tersebut.

4.10.3. Pengendalian Mutu Kadar Air untuk Operasi Pencampuran di Tempat

- a) Pengambilan contoh dan pengujian untuk pengendalian kadar air selama penghamparan dan pencampuran harus dilaksanakan dengan jarak yang tidak lebih dari 100 m di sepanjang proyek, dan pada setiap lokasi pengambilan contoh akan termasuk pengambilan dan pengujian contoh berikut ini:
 - i) Sebuah contoh tanah saat baru dihampar di atas jalan (untuk menentukan

- ii) Sebuah contoh setelah pencampuran semen dengan tanah (untuk menentukan jumlah air yang perlu ditambahkan agar dapat mencapai kadar air yang ditentukan untuk pemadatan).
 - iii) Satu contoh atau lebih setelah pencampuran air yang ditambahkan ke dalam campuran tanah-semen (untuk memeriksa apakah kadar air yang dirancang untuk pemadatan sudah dicapai).
- b) Pada umumnya nilai-nilai pengujian kadar air tidak akan diperoleh sampai setiap ruas pekerjaan telah dipadatkan, akan tetapi hasil pengujian pada setiap hari kerja harus diambil untuk menghitung optimasi pada hari kerja berikutnya.

4.10.4. Pengendalian Mutu Pemadatan pada Lapis Pondasi Tanah-Semen

- a) Segera sebelum pemadatan dimulai, contoh-contoh campuran tanah-semen gembur harus diambil dari lokasi dengan interval satu dengan lainnya tidak lebih dari 500 m di sepanjang proyek. Lokasi yang dipilih untuk pengambilan contoh harus bertepatan dengan penampang melintang yang dipantau, diperiksa dengan survey elevasi permukaan maupun Scala Dynamic Cone Penetrometer (lihat Butir 4.10.6.) Pengambilan contoh tersebut harus dilaksanakan sesegera mungkin, untuk mengurangi keterlambatan dimulainya penggilasan. Contoh yang diambil harus segera dimasukkan ke dalam kantong plastik yang kedap atau tempat penyimpanan lainnya dan ditutup rapat untuk dibawa ke laboratorium lapangan dimana contoh-contoh ini akan (tanpa ditunggu lagi, untuk menjaga kehilangan air) digunakan baik untuk pembuatan benda uji untuk pengujian kepadatan kering maksimum maupun pengujian kekuatan (baik UCS maupun CBR). Dua benda uji harus disiapkan untuk menentukan kepadatan kering maksimum (menggunakan pemadatan SNI 03-1742-1989) dan empat benda uji harus disiapkan untuk pengujian kekuatan (menggunakan SNI 03-1744-1989 untuk modulus CBR atau ASTM D1559 untuk

- b) Segera setelah pemadatan setiap lapisan selesai dilaksanakan, pengujian kepadatan lapangan (SNI 03-2827-1992) harus dilaksanakan, di lokasi dengan interval tidak melebihi 100 m di sepanjang jalan. Setiap lokasi pengujian yang kelima harus sama dengan lokasi pengambilan contoh tanah-semen gembur sebelum penggilasan. Hasil kepadatan dan kadar air pengujian *sand-cone* harus dibandingkan dengan nilai rata-rata dari kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum yang diukur dari 2 benda uji, seperti yang diuraikan dalam butir a) di atas, untuk menentukan persentase pemadatan yang dicapai di lapangan dan menentukan apakah pengendalian kadar air di lapangan cukup memadai.

4.10.5. Pengendalian Mutu Kekuatan dan Homogenitas dari Lapis Pondasi Tanah-Semen

- a) Setelah pencetakan benda uji, keempat benda uji untuk pengujian kekuatan yang diuraikan dalam Butir 4.10.4. di atas harus dirawat dengan kelembaban yang tinggi di dalam kantong plastik yang ditutup rapat, menggunakan cara yang diuraikan dalam Butir 4.7.3.b. kecuali 2 benda uji yang pertama harus dirawat di dalam kantong plastik sampai waktu pengujian dan 2 benda uji yang kedua harus dikeluarkan dari kantong plastik setelah perawatan selama 3 hari dan direndam di dalam bak air untuk selama 4 hari sebelum pengujian.

Keempat benda uji tersebut harus diuji kekuatannya pada umur 7 hari setelah pencetakan benda uji, dan pada hari yang sama juga dilakukan pengujian dengan Scala Penetrometer di lapangan pada penampang melintang tempat pengambilan contoh tanah-semen. Nilai rata-rata kekuatan dari 2 benda uji yang direndam harus dicatat sebagai kekuatan laboratorium tanah-semen untuk ruas jalan dimana contoh tersebut diambil, dan harus dibandingkan dengan kekuatan yang dipersyaratkan (*target strength*) yang dipersyaratkan dalam Tabel 7.1. Dari nilai kekuatan laboratorium ini, kekuatan lapis pondasi tanah semen di lapangan bisa dapat

- diperkirakan, pertimbangan akan diberikan untuk tingkat pemadatan yang dapat dicapai di lapangan, dan nilainya dibandingkan dengan nilai minimum yang dipersyaratkan.
- b) Nilai rata-rata kekuatan dari 2 benda uji yang tidak direndam harus dibandingkan terhadap nilai rata-rata kekuatan yang diperoleh dari hitungan pukulan pada pengujian dengan Scala Penetrometer di lokasi pengambilan contoh, sehingga hasil perbandingan ini dapat digunakan untuk pengecekan dan bilamana dipandang perlu, perlu penyesuaian kalibrasi antara Scala Penetration Resistance (SPR) dan kekuatan (UCS atau CBR).
- c) Hasil pengujian dengan Scala Penetrometer yang dilaksanakan untuk memantau tebal lapisan, seperti yang diuraikan dalam Butir 4.10.6. juga akan digunakan untuk memeriksa seluruh kekuatan rata-rata dan homogenitas dari tanah-semen yang dikerjakan. Dengan menggunakan kalibrasi, disesuaikan bila dipandang perlu seperti yang dipersyaratkan dalam (b) di atas, nilai rata-rata kekuatan dari 2/3 seluruh tebal lapisan dari lapis pondasi tanah-semen dapat ditentukan dari setiap catatan penetrasi, suatu nilai rata-rata kekuatan untuk setiap 200 m (atau kurang) ruas jalan dengan lapis pondasi tanah-semen harus lebih besar dari kekuatan yang dipersyaratkan (*target strength*) sesuai Tabel 7.1, dan tidak satu pun nilainya yang boleh kurang dari kekuatan minimum yang dipersyaratkan dalam Tabel 7.1.
- d) Bila terjadi perbedaan pendapat tentang kekuatan aktual di lapangan dari lapis pondasi tanah-semen yang sudah selesai dikerjakan, dapat dilakukan pengambilan dan pengujian benda uji inti (*core*) berbentuk silinder. Setiap benda uji inti harus dipotong sedemikian hingga tingginya tepat dua kali garis tengahnya, dan ujung-ujungnya harus diratakan sampai tegak lurus sumbu silinder. Bila diuji dengan kuat tekan unconfined, kekuatan benda uji inti ini harus melebihi batas minimum yang diberikan dalam Tabel 7.4.

4.10.6. Pemantauan Ketebalan Lapis Pondasi Tanah-Semen

- a) Ketebalan lapis pondasi tanah-semen yang telah selesai harus dipantau / diperiksa, pada interval 50 m di sepanjang jalan dengan cara pengukuran elevasi permukaan dan pengujian dengan Scala Penetrometer. Dua macam ketebalan yang harus diukur:
 - i) Ketebalan terpasang (*placed thickness*), dan
 - ii) Ketebalan efektif (*effective thickness*).
- b) Ketebalan terpasang lapis pondasi tanah-semen yang telah selesai harus ditentukan dan dipantau sebagai perbedaan tinggi permukaan sebelum dan sesudah penghamparan lapis pondasi tanah-semen pada titik-titik penampang melintang setiap 50 m sepanjang proyek.
- c) Ketebalan efektif harus ditentukan dan dipantau sebagai ketebalan bahan lapis pondasi tanah-semen yang telah selesai dikerjakan dan mempunyai kekuatan yang melampaui batas minimum yang dipersyaratkan dalam *Tabel 7.1*, sebagaimana yang diukur dengan Scala Penetrometer pada penampang melintang yang sama dan sebagaimana pengukuran elevasi permukaan.

Dalam pengukuran ini, hitungan tumbukan penetrometer harus dikalibrasikan terhadap kekuatan dengan cara yang diuraikan dalam Butir 4.10.5. dan batas bawah ketebalan efektif harus diambil sebagai titik pada kurva hitungan tumbukan setelah dilakukan penghalusan kurva untuk menghilangkan variasi-variasi yang terjadi berdasarkan pengalaman kesalahan pembacaan, dengan batas penetrasi (cm per tumbukan) di bawah Scala Penetration Resistance (SPR) yang dipersyaratkan dalam *Tabel 7.1*, atau berdasarkan percobaan lapangan.

- d) Pada setiap penampang melintang yang akan dipantau ketebalannya, titik-titik yang akan diukur elevasinya atau diuji ketebalannya harus ditentukan terlebih dahulu.

satu dengan lainnya dan harus termasuk satu titik pada sumbu jalan, satu titik pada tepi luar bahu keras (*hard shoulder*) untuk kedua sisi jalan, dan titik-titik di antaranya sebagaimana diperlukan. Bilamana tidak ditentukan lain, maka jumlah keseluruhan titik pemantauan tiap penampang melintang harus 5 buah.

Bilamana lapis pondasi tanah-semen dilaksanakan setengah lebar jalan, maka diperlukan 2 titik pengujian yang terletak pada kedua sisi sambungan memanjang yang digunakan sebagai pengganti titik pengujian pada sumbu jalan.

- e) Titik pemantauan yang sama harus digunakan baik untuk pengukuran elevasi permukaan maupun untuk pengujian dengan penetrometer. Pada umumnya pengujian dengan penetrometer hanya dilaksanakan setelah penghamparan lapisan terakhir (paling atas) dari lapis pondasi tanah-semen selesai. Akan tetapi, bilamana pengujian dengan penetrometer dapat dilaksanakan pada lapisan antara dari lapis pondasi tanah-semen sebelum lapisan terakhir dilaksanakan, maka titik-titik pemantauan harus digeser 20 cm di sepanjang jalan untuk setiap lapisan baru untuk menghindari kemungkinan masuknya ujung konus ke dalam material lapisan di bawahnya yang sudah terganggu oleh pengujian sebelumnya.

4.10.7. Pengendalian Kadar Semen

Bilamana lapis pondasi tanah-semen tidak memenuhi ketentuan yang dipersyaratkan karena rendahnya mutu ini diperkirakan kekurangan kadar semen, maka dapat dilaksanakan pengujian sesuai dengan AASHTO T144 untuk menentukan kadar semen aktual dengan cara analitis pada contoh campuran tanah-semen yang diambil dari pekerjaan yang tidak sempurna tersebut.

4.11. TOLERANSI DIMENSI

- a) Pada setiap pengukuran penampang melintang, tebal rata-rata setiap lapisan atau sejumlah lapisan dari lapis pondasi tanah-semen, yang diukur dengan survey dan atau benda uji inti (*core*), tidak boleh 10 % lebih tebal atau lebih tipis dari pada tebal rencana.
- b) Pada setiap pengukuran penampang melintang, tebal rata-rata lapis pondasi tanah-semen yang sudah selesai dengan kekuatan dan homogenitas yang diterima, yang diukur dengan Scala Penetrometer dan atau pengujian dari benda uji inti (*core*), harus sama atau lebih tebal dari pada tebal rancangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar Rencana.
- c) Permukaan akhir dari lapisan teratas lapis pondasi tanah-semen sudah seharusnya mendekati ketinggian rancangan dan tidak boleh kurang dari 1 cm di bawah elevasi rancangan di titik mana pun.
- d) Permukaan akhir lapis pondasi tanah-semen tidak boleh menyimpang lebih dari 2 cm dari mistar lurus sepanjang 3 m yang diletakkan di permukaan jalan sejajar dengan sumbu jalan atau dari mal bersudut yang diletakkan melintang.

4.12. PERALATAN STABILISASI TANAH

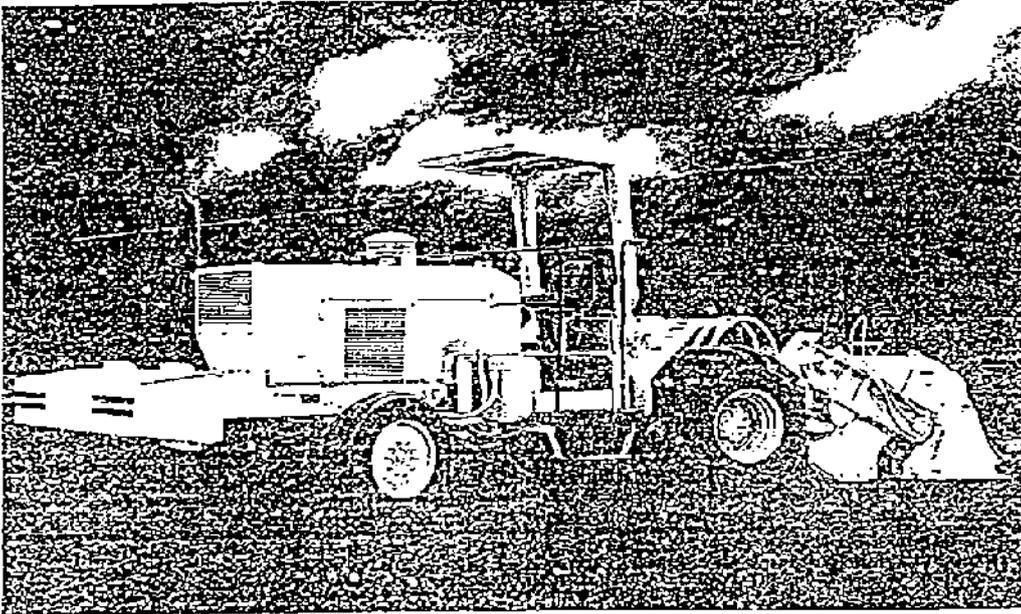
Peralatan yang dipergunakan dalam pelaksanaan pembuatan Lapis Pondasi Tanah-Semen adalah seperti terlihat dalam Gambar-Gambar berikut.

PULVI MIXER

Peralatan ini biasa disebut P. M. P. M. (Pulvi Mixer) dan digunakan untuk

Konstruksi

Peralatan ini terdiri dari traktor penarik dan pisau atau pengaduk pada rotor yang berputar berlawanan arah dengan arah traktor (lihat gambar 7.1 s.d. 7.3).

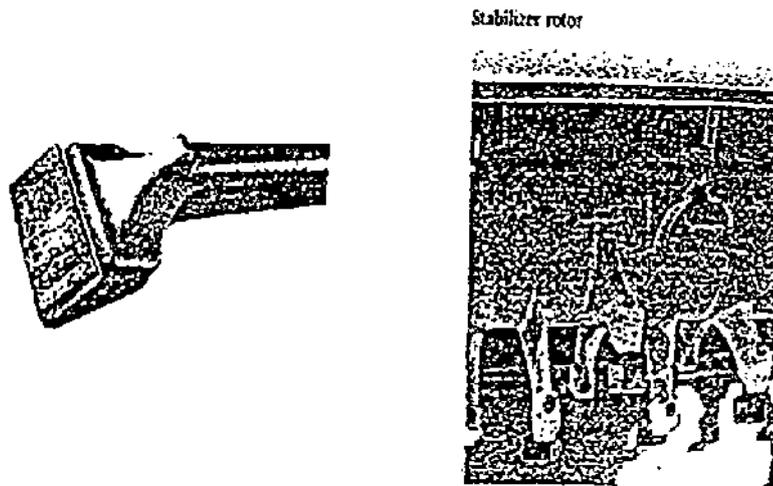


RECYCLER / STABILIZER

Gambar 7.1. Peralatan stabilisasi tanah

Bentuk pisau atau pengaduknya bisa berbentuk seperti sudu-sudu alat bajak, atau bisa juga berbentuk lengan-lengan dengan pencungkil baja pada ujungnya yang dipasang di

... ..

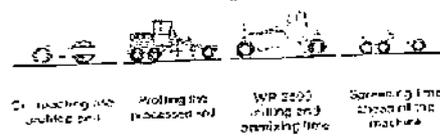
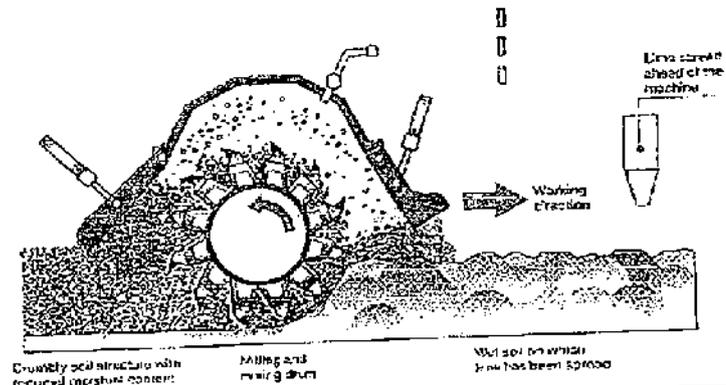


Gambar 7.2. Lengan pencungkil dan rotor

Proses Stabilisasi

Lapisan tanah yang di atas permukaannya telah ditaburi material stabilisasi seperti semen, koral atau lime atau bisa juga aspal cair, akan dibongkar/diaduk oleh sudu-sudu atau pencungkil pada rotor yang berputar berlawanan arah dengan arah traktor penarik. Hasilnya adalah hamparan lapisan tanah yang sudah bercampur material stabilisasi secara merata dan homogen. Ketebalan lapisan stabilisasi ini tergantung dari kapasitas

Admixing lime, spread ahead of the machine



1. Tracing and double roll
 2. Rolling the processed soil
 3. Milling and mixing
 4. Screening the soil of the machine

Gambar 7.3. Proses pengadukan

BAB V

LAPIS PONDASI AGREGAT SEMEN (CEMENT TREATED BASE / CTB)

5.1. UMUM

- a. Lapis Pondasi Agregat Semen (Cement Treated Base / CTB) adalah Lapis Pondasi Agregat Kelas A atau Kelas B atau Kelas C yang diberi campuran semen dan berfungsi sebagai lapis pondasi. Lapisan ini harus diletakkan di atas Lapis Pondasi Bawah Agregat Kelas C.
- b. Pekerjaan ini mencakup penyediaan material, pencampuran di plant, pengangkutan, penghamparan, pemadatan, pembentukan permukaan (*shaping*), perawatan (*curing*), dan kegiatan insidental yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Semen, harus sesuai dengan Spesifikasi dan Gambar Rencana.
- c. Secara umum material agregatnya harus terdiri dari batu pecah harus kuat, keras, mudah dipadatkan, tahan gaya geser serta bebas dari material lunak, retak dan berongga.
- d. Bahan Lapis Pondasi Agregat Semen dapat dihamparkan dengan kadar air sesuai ketentuan, dan harus dibuat pada Peralatan Pencampur Pusat (*Central Mixing Plants*) atau pada Peralatan Pencampur di lapangan (*Site Plants*) atau dicampur dengan truck pencampur transit tetapi tidak boleh dicampur di perjalanan.

5.2. PERSYARATAN

a. Toleransi

- 1) Toleransi dimensi untuk pekerjaan persiapan Lapis Pondasi Agregat Semen harus sesuai dengan ketentuan dalam Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan.
- 2) Tebal minimum Lapis Pondasi Agregat Semen yang dihampar tidak kurang dari tebal yang ditentukan. Tebal maksimum tidak boleh lebih dari 100 mm.

- 3) Tebal rata-rata pada potongan melintang dari survei lapangan harus tidak lebih atau kurang dari 10% dari yang ditentukan.
- 4) Apabila sebuah mal datar sepanjang 3 meter diletakkan pada permukaan jalan sejajar dan tegak lurus terhadap garis sumbu jalan, variasi permukaan yang ada tidak boleh melampaui 8 mm tiap 3 meter .
- 5) Lapis Pondasi Agregat Semen tidak boleh di hampar melebihi 20 cm, dan tebal minimum tidak kurang dari 10 cm.
- 6) Elevasi permukaan akhir tidak boleh 10 mm di atas atau di bawah dari elevasi rencana dalam setiap titik.
- 7) Ukuran lebar jalur Lapis Pondasi Agregat Semen diukur dari garis sumbu rencana tidak boleh kurang dari yang tertera dalam Gambar Rencana.

b. Persyaratan Bahan

1) Agregat

a). Penyimpanan Agregat

Agregat harus disimpan sedemikian untuk menjaga mutu yang dipersyaratkan dan siap untuk dipakai. Agregat harus ditumpuk pada dasar yang keras, permukaan yang bersih. Bila dianggap perlu harus ditempatkan sedemikian hingga memudahkan pemeriksaan setiap waktu. Tempat penumpukan harus ditinggikan dan miring ke arah samping untuk membentuk drainase yang layak terhadap kelembaban yang berlebihan. Agregat harus disimpan dengan cara sedemikian untuk mencegah segregasi dan untuk memelihara gradasi dan kadar air. Kondisi agregat terhadap kadar air, gradasi dan lain-lain harus dijaga supaya tetap/konstan

b). Persyaratan Agregat

Agregat untuk Lapis Pondasi Agregat Semen harus sesuai dengan persyaratan Agregat Klas A atau Klas B atau Klas C. Semua agregat untuk Lapis Pondasi Agregat Semen harus bebas dari bongkahan tanah lempung, kotoran, unsur organik, atau unsur-unsur lain yang merugikan.

2) Semen

Pada umumnya semen yang digunakan untuk Lapis Pondasi Agregat Semen adalah Portland Cement Type I. Semen harus sesuai dengan persyaratan SNI 15-2049-1994, Semen Portland.

3) Air

Air yang digunakan untuk mencampur, dan merawat atau pemakaian-pemakaian yang lainnya harus bebas dari minyak, garam, asam, alkali, gula, tumbuh-tumbuhan atau bahan-bahan lain yang merugikan terhadap hasil akhir dan memenuhi persyaratan air untuk campuran beton. Bila dianggap perlu, air harus diperiksa dengan cara membandingkan dengan air suling. Perbandingan harus dibuat dengan cara pemeriksaan semen standar untuk kekekalan waktu pengikatan dan kekuatan adukan. Waktu ikat sama dengan atau lebih besar dari 30 menit, dan berkurangnya kekuatan adukan lebih dari 10% bila dibandingkan dengan air suling, sudah cukup sebagai alasan untuk menolak penggunaan air sejenis.

c. Persyaratan Campuran**1) Perencanaan Campuran**

Segara sesudah bahan-bahan disetujui kemudian dibuat perencanaan campuran

memberikan perbandingan komposisi dengan beberapa variasi kadar semen dan kadar air.

2) Percobaan Campuran dan Pemeriksaan Kekuatan

Dalam percobaan campuran dan pemeriksaan kekuatan untuk menetapkan perbandingan komposisi harus dilakukan, perhatian khusus harus diberikan dalam kegiatan persiapan, perawatan dan penanganan contoh-contoh uji. Benda uji harus dibuat dengan silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm yang dipadatkan dalam 6 lapis, masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 25 tumbukan dengan berat alat penumbuk 4,50 kg dan tinggi jatuh 45 cm. Butiran-butiran lebih besar 1½" maksimum 20% yang harus dikonversikan dengan agregat pengganti lolos 1½" tertahan 3/8". Kekuatan minimum harus memenuhi persyaratan dalam Tabel 1.

Tabel 1.: Kuat Tekan Lapis Pondasi Agregat Semen

Lapis Pondasi Agregat Semen	Kuat Tekan Silinder diameter 150 mm x tinggi 300 mm Umur 7 Hari (kg/cm ²)		
	Kelas A	Kelas B	Kelas C
	Lapis Pondasi	76	55

d. Tahapan Penentuan Kadar Semen Optimum :

Prosedur rancangan campuran (*mix design*) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Siapkan contoh-contoh dengan variasi kadar semen 2%, 4%, 6% dan 8% terhadap

- 2) Lakukan Percobaan Pemadatan Berat (*Modified*) sesuai SNI-03-1743-1989 pada setiap variasi kadar semen.
- 3) Tentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan dari masing-masing variasi campuran di atas dan gambar hasil dari pengujian dalam Grafik I. Puncak dari setiap garis lengkung grafik dari kadar air dan kepadatan menyatakan Kadar Air Optimum dan Kepadatan Kering Maksimum untuk kadar semen yang digunakan.
- 4) Gambar nilai-nilai dari kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum untuk setiap macam kadar semen dalam Grafik II dan hubungkan titik-titik pengujian dengan garis lengkung untuk mendapatkan variasi dari kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum dengan bermacam-macam kadar semen.
- 5) Dengan menggunakan paling sedikit empat macam kadar semen, buatlah serangkaian benda uji silinder seperti butir 5).b) di atas untuk diuji kekuatan tekannya, dimana benda uji ini dipadatkan pada kadar air optimum sebagaimana ditentukan dalam butir (4) di atas.
- 6) Setelah perawatan selama 7 hari dengan ditutup burlap basah, lakukan uji tekan sesuai dengan SNI 03-6429-2000, dan gambarkan hubungan antara kekuatan dengan kadar semen seperti yang ditunjukkan dalam Grafik III. Tentukan kadar semen yang memberikan kekuatan sesuai yang ditunjukkan dalam Tabel 1.
- 7) Masukkan angka dari kadar semen campuran yang dipilih kedalam Grafik II, dan tentukan angka kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum untuk campuran Lapis Pondasi Agregat Semen dari kadar semen yang dipilih.
- 8) Gunakan nilai-nilai kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum ini untuk menentukan angka kepadatan maksimum.
- 9) Kadar air pelaksanaan maksimum sama dengan kadar air optimum ditambah 2%.

Kepadatan kering maksimum = 1,900 x 1000 = 1900 kg/m³

d. Persyaratan Peralatan

1) Umum

Peralatan processing harus direncanakan, dipasang dan dioperasikan dengan kapasitas sedemikian sehingga dapat mencampur agregat, semen, air secara merata sehingga menghasilkan adukan yang homogen. Bilamana instalasi pencampur digunakan maka instalasi pencampur tersebut harus dilengkapi dengan alat pengukur berat atau volume yang mampu menakar semen, agregat dan air secara tepat.

2) Pencampuran di Lokasi Pekerjaan

Alat pencampur harus dilengkapi dengan alat pengukur volume atau berat, agregat, semen dan air. Untuk pekerjaan kecil, penakaran dilakukan dengan dolak.

3) Alat untuk Pemadatan

Alat pemadat roda besi dengan penggetar, pemadat roda besi atau pemadat dari roda karet, harus digunakan untuk pemadatan Lapis Pondasi Agregat Semen. Alat pemadat roda besi dengan penggetar hanya digunakan pada awal pemadatan.

4) Pengangkutan

Untuk pengangkutan bahan campuran ke lokasi pekerjaan harus digunakan dump truck yang dilengkapi dengan penutup terpal.

5) Penghamparan

Penghamparan campuran dapat dilakukan dengan asphalt paver atau grader. Untuk pekerjaan kecil dapat dilakukan secara manual.

6) Alat-alat Bantu

Alat-alat bantu lainnya dalam pelaksanaan harus disediakan dalam jenis dan jumlah yang cukup.

e Persyaratan Kerja

Kesiapan Kerja

Hasil percobaan laboratorium terhadap bahan harus sesuai dengan persyaratan Spesifikasi. Contoh-contoh yang telah disetujui harus disimpan sebagai rujukan selama pelaksanaan konstruksi.

f. Cuaca Yang Dijinkan untuk Bekerja

Lapis Pondasi Agregat Semen tidak boleh dikerjakan apabila diperkirakan akan turun hujan atau ketika kondisi lapangan sedang basah/becek.

g. Rencana Kerja dan Pengaturan Lalu lintas

- 1) Sebaiknya, 14 hari setelah penghamparan Lapis Pondasi Agregat Semen, penghamparan lapis penutup atas (*Asphalt Treated Base Course, Binder Course, Wearing Course*) harus sudah dilaksanakan.
- 2) Lalu-lintas tidak diijinkan lewat di atas Lapis Pondasi Agregat Semen minimum 4 hari sesudah pemadatan terakhir.

5.3. PELAKSANAAN

a. Percobaan Lapangan (*Field Trials*)

- 1) Disain campuran dalam Butir 2c. harus dicoba di lapangan dengan luas 150 m², dengan tebal sesuai rencana.
- 2) Komponen-komponen yang harus diperiksa antara lain : ketebalan, kerataan, elevasi, tebal rata-rata dari hasil survai, kepadatan, jenis dan jumlah lintasan alat pemadat, kadar air, kadar semen dan homogenitasnya, waktu tempuh pengangkutan dan waktu

- 3) Berdasarkan hasil percobaan lapangan, dalam waktu 14 hari akan diputuskan apakah dapat disetujui untuk meneruskan pekerjaan atau harus membuat beberapa variasi percobaan yang lain.

b. Pengangkutan

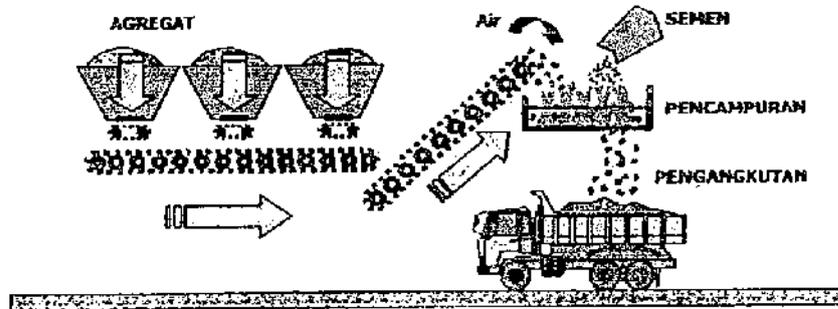
- 1) Lapis Pondasi Agregat Semen harus diangkut dengan dump truck yang memenuhi syarat.
- 2) Jumlah dan kapasitas dump truck harus disesuaikan dengan kapasitas produksi alat pencampur (*Mixer Plant*), waktu tempuh dan kecepatan pemadatan.

c. Pencampuran

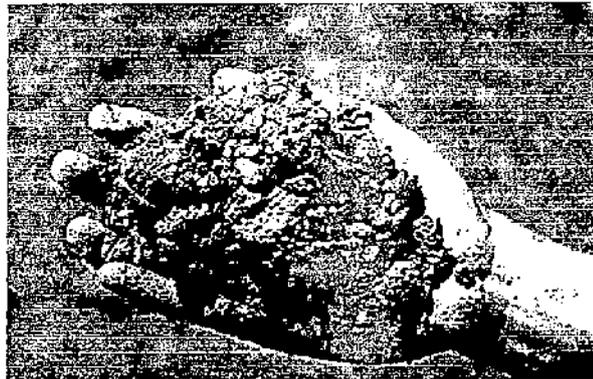
- 1) Pencampuran di Instalasi Pencampur:
 - a). Pencampuran bahan Lapis Pondasi Agregat Semen dengan sistem continuous mixing plant untuk menjamin kebenaran porsi setiap bahan.
 - b). Instalasi pencampuran harus dilengkapi dengan silo semen, tangki air (*water tank*), *feeding and metering devices* yang akan menyalurkan agregat, semen dan air ke dalam mixer sesuai kuantitas yang dipersyaratkan dan harus menghasilkan campuran yang homogen.
 - c). Waktu pencampuran Lapis Pondasi Agregat Semen terhitung sejak air ditambahkan ke dalam campuran.
- 2) Pencampuran di Lapangan (*Pulvi mixer / Travel mixer*):
 - a). Pelaksanaan dilakukan dengan mengaduk agregat, semen dan air sesuai dengan proporsi masing-masing bahan.

5) Berdasarkan di atas, dapat disimpulkan bahwa metode pelaksanaan perkerasan jalan adalah sebagai berikut:

- 3) Pencampuran secara manual dapat dilakukan untuk pekerjaan-pekerjaan perbaikan lapis pondasi jalan.



Gambar 1. Bagan Alir pencampuran CTB.



Gambar 2. Campuran CTB.

d. Penghamparan dan Pemasatan

- 1) Persiapan Lapisan Pondasi Bawah (Sub Base)

a). Lapisan Pondasi Bawah Agregat Kelas C (Sub Base) harus sesuai dengan Spesifikasi Seksi 5.1.2.3) termasuk, ketebalan, ukuran, elevasi, seperti terlihat pada Gambar Rencana.

b). Permukaan Lapis Pondasi Bawah Agregat Kelas C (Sub Base) harus bersih dan rata.

2) Penghamparan Lapis Pondasi Agregat Semen

Lapis Pondasi Agregat Semen harus dihampar dan ditempatkan di atas Lapis Pondasi Agregat Kelas C dengan menggunakan alat asphalt finisher untuk mendapatkan ketebalan, kerataan dan kehalusan permukaan yang dipersyaratkan.

e. Pemadatan

1) Pemadatan Lapis Pondasi Agregat Semen harus telah mulai dilaksanakan paling lambat 60 menit semenjak pencampuran semen dengan agregat.

2) Campuran yang telah dihampar tidak boleh dibiarkan tanpa dipadatkan lebih dari 30 menit.

3) Kepadatan Lapis Pondasi Agregat Semen setelah pemadatan harus mencapai kepadatan kering 100 % maksimum kepadatan kering sebagai ditentukan pada SNI 03-6886-2002.

4) Test kepadatan lapangan Lapis Pondasi Agregat Semen dilakukan berdasarkan SNI 03-2828-1992 dan SNI 19-6413-2000.

5) Kadar air pada waktu pemadatan minimal sama dengan kadar air optimum dan maksimal sama dengan kadar air optimum + 2 %.

6) Pemadatan harus telah selesai diteliti dan dipadatkan pada 100 % maksimum kepadatan kering sebagai ditentukan pada SNI 03-6886-2002.



Gambar 3. Pengujian Kepadatan CTB.

f. Perawatan (Curing)

Segera setelah pemadatan selesai, permukaan harus ditutup selama minimum 7 (tujuh) hari dengan menggunakan, antara lain :

- 1) Lembaran plastik atau terpal untuk menjaga penguapan air dalam campuran.
- 2) Penyemprotan dengan Aspal Emulsi CSS-I dengan batasan pemakaian antara 0,35 - 0,50 liter per meter persegi
- 3) Metode lain yang bertujuan melindungi Lapis Pondasi Agregat Semen adalah dengan burlap atau karung goni (untuk pekerjaan kecil) yang dibasahi air selama masa perawatan (*curing*).
- 4) Perawatan dapat dilakukan kurang dari 7 (tujuh) hari apabila sudah akan ditutup dengan lapisan berikutnya.

5.4. PENGENDALIAN MUTU

a. Pengujian Contoh Bahan

Uji material lengkap harus dilakukan untuk setiap 1.000 meter kubik Lapis Pondasi Agregat Semen atau setiap perubahan material, yang meliputi uji komponen dan uji campuran.

Disamping kepadatan dan kadar air campuran, kadar semen dalam campuran juga harus diuji sesuai dengan SNI 03-6412-2000.

b. Perbaikan Yang Harus Dilakukan Apabila Terdapat Hasil Pelaksanaan Lapis Pondasi Agregat Semen Yang Tidak Memenuhi Persyaratan.

1) Perbaikan

Pekerjaan yang memerlukan perbaikan meliputi :

- a). Kepadatan yang tidak memenuhi persyaratan sesaat setelah pemadatan selesai harus ditambahkan penggilasan.
- b). Ketidakrataan permukaan lapisan setelah pemadatan awal harus dilakukan koreksi.
- c). Segregasi sebelum pemadatan harus dilakukan pembongkaran dan penggantian Lapis Pondasi Agregat Semen.

2) Kompensasi

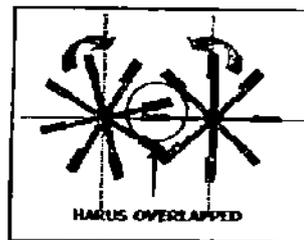
Yang tercakup dalam pekerjaan ini adalah pekerjaan yang tidak dapat dilakukan perbaikan, meliputi :

- a). Ketidakrataan permukaan, ketebalan yang kurang, kepadatan yang kurang, kekurangan kadar semen dan elevasi Lapis Pondasi Agregat Semen yang kurang, harus dikompensasi dengan lapisan di atasnya atau pembongkaran seluruh tebal Lapis Pondasi Agregat Semen.

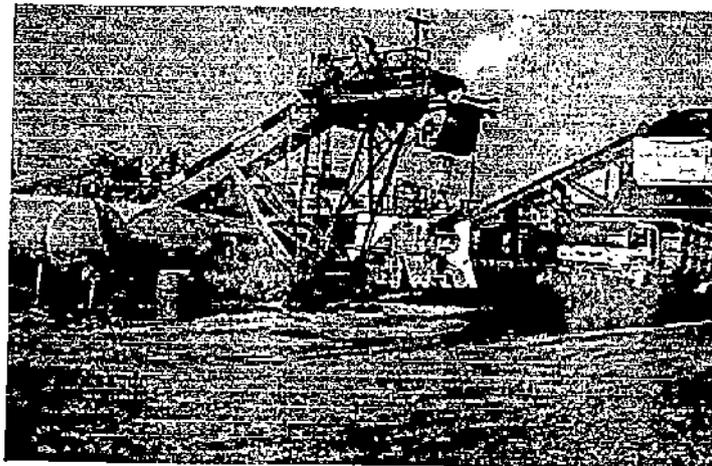
- b). Elevasi Lapis Pondasi Agregat Semen lebih dari elevasi rencana harus dikompensasi dengan desain ulang atau pemotongan permukaan Lapis Pondasi Agregat Semen atau pembongkaran seluruh tebal Lapis Pondasi Agregat Semen.

5.5. PERALATAN

Jenis-jenis peralatan utama yang dipergunakan dalam pelaksanaan Lapis Pondasi Agregat Semen dapat dilihat dalam Gambar-gambar berikut ini:



Gambar 4. Sketsa Double Pugmill Mixer.



Gambar 5. Peralatan Pugmill Mixer

BAB VI

PERKERASAN BETON SEMEN

(PERKERASAN KAKU / RIGID PAVEMENT)

6.1. UMUM

Perkerasan jalan beton semen atau perkerasan kaku, terdiri dari plat beton semen, dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah, di atas tanah dasar. Dalam konstruksi perkerasan kaku, plat beton semen sering juga dianggap sebagai lapis pondasi, kalau di atasnya masih ada lapisan aspal.

Plat beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar yang melingkupi daerah yang cukup luas. Dengan demikian, bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari plat beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan perkerasan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan; dimana masing-masing lapisan memberikan kontribusinya.

Yang sangat menentukan kekuatan struktur perkerasan dalam memikul beban lalu lintas adalah kekuatan beton itu sendiri. Sedangkan kekuatan dari tanah dasar hanya berpengaruh kecil terhadap kekuatan daya dukung struktural perkerasan kaku.

Lapis pondasi bawah, jika digunakan di bawah plat beton, dimaksudkan untuk sebagai lantai kerja, dan untuk drainase dalam menghindari terjadinya "pumping".

Pumping adalah peristiwa keluarnya air disertai butiran-butiran tanah dasar melalui sambungan dan retakan atau pada bagian pinggir perkerasan, akibat gerakan lendutan

terakumulasi di bawah plat beton. Pumping dapat mengakibatkan terjadinya rongga di bawah plat beton sehingga menyebabkan rusak/retaknya plat beton.

6.2. PENYIAPAN TANAH DASAR DAN LAPIS PONDASI BAWAH

6.2.1. Pembentukan Permukaan

Persyaratan tanah dasar untuk perkerasan kaku sama dengan persyaratan tanah dasar untuk perkerasan lentur, baik mengenai daya dukung, kepadatan maupun kerataannya.

Lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku dapat berupa lean concrete (beton kurus), atau bahan berbutir yang bisa berupa agregat atau lapisan pasir (sand bedding). Lapis pondasi bawah tidak dimaksudkan untuk ikut menahan beban lalu lintas, tetapi lebih berfungsi sebagai lantai kerja dan sebagai fasilitas drainase agar air dapat bebas bergerak di bawah plat beton tanpa mengerosi butir-butir tanah yang membentuk tanah dasar. Oleh karena itu biasanya lapis pondasi bawah dari bahan berbutir harus memenuhi persyaratan sebagai filter material.

Persiapan penting yang harus dilakukan sebelum penghamparan plat beton meliputi berbagai hal seperti membentuk, membuat penyesuaian-penyesuaian seperlunya pada permukaan tanah dasar atau lapis pondasi bawah, dan bila perlu, menambahkan air dan memadatkan kembali permukaan disesuaikan dengan alinyemen dan potongan melintang seperti ditunjukkan dalam Gambar Rencana. Pembentukan permukaan secara teliti sangat penting bagi pelaksanaan ditinjau dari segi jumlah beton yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Bila digunakan metode dengan acuan tetap (fixed form) dianjurkan agar lapis pondasi bawah dibuat paling sedikit 30 cm lebih lebar dari pada lebar plat beton yang akan dicor, pada masing-masing sisi memanjang hamparan, yang akan berguna sebagai landasan

diperlukan, karena biasanya alat penghampar sudah dilengkapi peralatan otomatis untuk mengatur ketinggian penghamparan sesuai dengan yang direncanakan (*string control*).

Bagian-bagian permukaan yang menonjol harus dikupas. Bagian-bagian, yang rendah harus diisi dan dipadatkan sesuai dengan persyaratan kepadatan. Bila alat pengupas dilengkapi dengan sistem pengatur ketinggian otomatis, maka alat tersebut dapat langsung dioperasikan di atas permukaan yang akan dibentuk.

6.2.2. Persyaratan dan Pemeriksaan Bentuk Akhir

Sebelum dilakukan penghamparan beton, tanah dasar atau lapisan pondasi bawah diperiksa kepadatan dan bentuk penampang melintangnya.

Permukaan lapisan yang akan dicor beton harus senantiasa bebas dari benda-benda asing, sisa-sisa beton, dan kotoran-kotoran lainnya.

6.2.3. Pemasangan Membran Kedap Air

Membran kedap air harus terdiri dari lembaran plastik yang kedap air setebal 125 micron yang berguna agar air semen dari plat beton yang dicor tidak meresap ke dalam lapisan di bawahnya, dan juga untuk mencegah adanya ikatan antara plat beton dengan lapis pondasi bawah yang akan mengakibatkan terjadinya retak-retak pada plat beton setelah terjadinya penyusutan pada waktu pengerasan beton.

Membran kedap air tersebut dipasang di atas permukaan lapis pondasi bawah yang telah siap. Lembar-lembar yang berdampingan dipasang *overlap*, dengan lebar tumpang-tindih tidak kurang dari 10 cm pada arah lebar dan 30 cm pada arah memanjang.

Pemasangan lembar kedap air harus dilakukan secara hati-hati untuk mencegah sobeknya lembar-lembar tersebut, dan harus dipaku ke permukaan lapis pondasi bawah agar tidak mudah tergulung akibat tiupan angin.

6.3 ACUAN

6.3.1. Persyaratan

Acuan (*bekisting / form*) yang digunakan harus cukup kuat untuk menahan beban-beban selama pelaksanaan. Kekuatan acuan yang terbuat dari baja lurus, harus diuji, dan harus memenuhi persyaratan bahwa acuan harus tidak melendut lebih besar dari 6,4 mm (1/4 inch) bila diuji sebagai balok biasa dengan bentang 3 m (10 ft) dan beban yang sama dengan berat mesin penghampar atau peralatan pelaksanaan lainnya yang mungkin akan bergerak di atasnya.

Tebal baja yang biasanya digunakan adalah 6,4 mm (1/4 inch) dan 8 mm (5/16 inch). Bila acuan harus mendukung alat penghampar beton yang berat, ketebalannya tidak boleh kurang dari 8 mm (5/16 inch). Dianjurkan agar acuan mempunyai tinggi yang sama dengan tebal rencana pelat beton dan lebar dasar acuan sama dengan 0,75 kali tebal pelat beton tapi kurang dari 200 mm (8 inch)

Acuan harus dipasang sedemikian rupa sehingga cukup kokoh, tidak melentur atau turun akibat tumbukan dan getaran alat penghampar dan alat pemadat. Lebar flens penguat yang dipasang pada dasar acuan harus menonjol keluar dari acuan tidak kurang dari 2/3 tinggi acuan.

Dalam pemeriksaan kelurusan dan kerataan acuan variasi kerataan bidang atas acuan tidak boleh lebih dari 0,32 cm (1/8 inch) untuk setiap 3 m (10 ft) panjang dan kerataan bidang dalam acuan tidak boleh lebih dari 0,64 cm (1/4 inch) untuk setiap 3 m (10 ft) panjang.

Ujung-ujung acuan yang berdampingan harus mempunyai sistem penguncian untuk menyambung dan mengikat erat acuan-acuan tersebut. Pada lengkungan dengan jari-

Untuk pekerjaan-pekerjaan yang relatif kecil, yang bersifat padat karya, maka acuan dari kayu dapat digunakan, untuk alat perata dapat menggunakan vibrator perata biasa (besi profil yang dilengkapi mesin penggetar dan ditarik tenaga manusia). Kayu untuk keperluan ini dibuat dari kayu yang cukup kuat dengan baja siku dipasang di atasnya, dengan angkur pemegang setiap 0,5 meter.

6.3.2. Pemasangan Acuan

Pemasangan acuan baja maupun kayu pada prinsipnya harus mengikuti ketentuan-ketentuan di bawah ini.

Pondasi acuan harus dipadatkan dan dibentuk sesuai dengan alinyemen dan ketinggian jalan yang bersangkutan sehingga acuan yang dipasang dapat disangga secara seragam pada seluruh panjangnya dan terletak pada elevasi yang benar.

Pembuatan galian untuk meletakkan acuan pada ketinggian yang tepat, sebaiknya dilakukan, dengan cara mengupas / mengeruk. Bekas galian di kiri dan kanan pondasi acuan, harus diisi dan dipadatkan kembali. Alinyemen acuan baru harus diperiksa dan bila perlu diperbaiki memanjang penghamparan beton.

Bila terdapat acuan yang rusak atau sesudah perbaikan pondasi yang tidak stabil, acuan harus disetel kembali. Acuan harus dipasang cukup jauh di depan tempat penghamparan beton sehingga memungkinkan pemeriksaan dan perbaikan acuan tanpa mengganggu kelancaran penghamparan beton.

Acuan dipasang pada posisi yang benar, dan tanah dasar atau lapis pondasi bawah pada kedua sisi luar dan dalam harus dipadatkan dengan baik menggunakan alat

6.3.3. Pembongkaran Acuan

Acuan harus tetap dipasang selama paling sedikit 8 jam setelah penghamparan beton.

Setelah acuan dibongkar, permukaan beton yang terbuka harus segera dirawat.

6.4. BAHAN

6.4.1. Semen

- a. Semen harus merupakan semen portland jenis I, II atau III sesuai dengan AASHTO M 85.
- b. Kecuali diperkenankan lain, maka hanya produk dari satu pabrik atau satu jenis merk semen portland tertentu yang harus digunakan di proyek.

6.4.2. Air

Air yang digunakan dalam pencampuran, perawatan atau penggunaan-penggunaan tertentu lainnya harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti minyak, garam, asam, alkali, gula atau bahan-bahan organik. Air harus diuji sesuai dengan dan harus memenuhi persyaratan AASHTO T 26.

Air yang diketahui dapat diminum dapat dipakai dengan tanpa pengujian.

6.4.3. Persyaratan Gradasi Agregat

- a. Gradasi agregat kasar dan halus harus memenuhi persyaratan yang diberikan dalam Tabel 4.3. Bahan-bahan yang tidak memenuhi persyaratan gradasi ini dapat tidak ditolak asalkan Kontraktor dapat menunjukkan bahwa persyaratan yang dirinci dalam Subklausur 7.5.2.1 dapat dipenuhi.

Tabel 4.3.: Persyaratan Gradasi Agregat.

Ukuran Ayakan		Persentase Berat Yang Lolos				
Standar (mm)	Inch (in)	Agregat Halus	Pilihan Agregat Kasar			
50	2	-	100	-	-	-
37	1,5	-	95-100	100	-	-
25	1	-	-	95-100	100	-
19	¾	-	35-70	-	90-100	100
13	½	-	-	25-60	-	90-100
10	3/8	100	10-30	-	20-55	40-70
4,75	#4	95-100	0-5	0-10	0-10	0-15
2,36	#8	-	-	0-5	0-5	0-5
1,18	#16	45-80	-	-	-	-
0,30	#50	10-30	-	-	-	-
0,15	#100	2-10	-	-	-	-

- b. Agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran partikel terbesar tidak lebih besar dari pada 3/4 jarak bersih minimum antara batang tulangan atau antara batang tersebut dengan acuan atau antara batasan-batasan ruang lainnya dimana pekerjaan beton harus ditempatkan.

6.4.4. Sifat Agregat

- a. Agregat untuk pekerjaan beton harus terdiri dari partikel yang bersih dan keras yang

- b. Agregat harus bebas dari bahan-bahan organik seperti yang dirinci dalam AASHTO T21 dan seperti diberikan dalam Tabel 4.4. bila diambil contoh dan diuji sesuai dengan ketentuan BS CP 114 dan prosedur AASHTO yang relevan.
- c. Agregat yang berupa bahan-bahan yang berukuran sama yang berasal dari berbagai sumber harus ditimbun dalam timbunan terpisah dan hanya boleh digunakan dalam struktur yang terpisah.

Tabel 4.4.: Sifat Agregat Beton.

Sifat	Pengujian AASHTO	Batas maksimum yang diijinkan	
		Agregat halus	Agregat kasar
Kehilangan akibat abrasi pada 500 putaran dengan mesin Los Angeles.	T 96	-	40 %
Kehilangan akibat penentuan kualitas dengan Sodium Sulfat setelah 5 siklus.	T 104	10%	12 %
Persentase gumpalan tanah liat dan pertikel	T 112	0,50 %	0,25 %

yang dapat pecah dalam agregat.			
Bahan-bahan yang lolos ayakan #200.	T 11	3 %	1 %

6.4.5. Bahan Tambah (*Additive*)

Penggunaan plastisator, bahan-bahan tambah untuk mengurangi air atau bahan tambah lainnya, harus mendapat persetujuan terlebih dahulu. Jika digunakan, bahan yang bersangkutan harus memenuhi AASHTO M 154 atau M 194.

Bahan tambahan yang bersifat mempercepat dan yang mengandung Calcium Chlorida tidak boleh digunakan.

6.4.6. Membran Kedap Air

Lapisan bawah yang kedap air harus terdiri dari lembaran plastik yang kedap setebal 125 mikron. Air tidak boleh tergenang di atas membran, dan membran harus kedap air sepenuhnya waktu beton dicor.

Lapisan bawah yang kedap air tidak boleh digunakan di bawah perkerasan jalan beton bertulang yang menerus.

6.4.7. Tulangan Baja

- a. Tulangan baja untuk jalur kendaraan harus berupa anyaman baja atau batang baja berulir sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar Rencana.
- b. Baja tulangan harus merupakan batang baja polos atau berulir grade U24 atau batang berulir grade U40 sesuai dengan persyaratan SII 0136-84, kecuali jika

- c. Tulangan anyaman kawat baja harus memenuhi persyaratan-persyaratan AASHTO M 55. Tulangan ini harus disediakan dalam bentuk lembaran-lembaran datar dan merupakan jenis yang disetujui.
- d. Batang baja harus memenuhi persyaratan AASHTO M 54. Bagian-bagiannya harus berukuran dan berjarak antara sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar Rencana.
- e. Batang baja untuk Ruji (*Dowel*) harus berupa batang bulat biasa sesuai dengan AASHTO M 31. Batang dowel berlapis plastik yang memenuhi AASHTO M 254 dapat digunakan.
- f. Batang pengikat (*Tie bar*) harus berupa batang baja berulir sesuai dengan AASHTO M 31.

6.4.8. Bahan-bahan untuk Sambungan

- a. Bahan-bahan pengisi siar muai harus sesuai dengan persyaratan-persyaratan AASHTO M 153 atau M 213. Bahan-bahan tersebut harus dilubangi untuk dilalui dowel-dowel sebagaimana diperlihatkan dalam Gambar Rencana. Bahan pengisi untuk setiap sambungan harus disediakan dalam bentuk satu kesatuan utuh untuk tebal dan lebar penuh yang diperlukan untuk sambungan yang bersangkutan kecuali jika diijinkan lain. Di mana ujung-ujung yang berbatasan diperkenankan, maka ujung-ujung tersebut harus diikat satu sama lainnya dan dipertahankan dengan kokoh dan tepat ditempatnya dengan jepitan kawat (*stapling*) atau penyambung / pengikat yang baik lainnya.
- b. Bahan penutup sambungan (*joint sealant*) harus berupa *Expandite Plastic*, senyawa gabungan bitumen karet Grade 99 yang dituangkan dalam keadaan panas, atau bahan serupa yang disetujui. Bahan sambungan harus sebagaimana dianjurkan oleh pabrik pembuat bahan yang bersangkutan.

6.5. PEMBUATAN BETON

6.5.1. Pencampuran dan Penakaran

Perbandingan bahan dan berat penakaran harus menggunakan cara yang ditetapkan dalam BS CP 114.

Proporsi bahan dan berat penakaran harus sesuai dengan batas-batas yang diberikan dalam Tabel 5.1.

6.5.2. Campuran Percobaan

Kontraktor harus memastikan perbandingan campuran dan bahan-bahan yang diusulkan dengan membuat dan menguji campuran-campuran percobaan dengan menggunakan instalasi dan peralatan yang sama seperti yang akan digunakan nanti.

Campuran percobaan dapat dianggap dapat diterima asal memenuhi semua persyaratan sifat campuran yang ditetapkan dalam Butir 7.5.3. di bawah ini.

6.5.3. Persyaratan Sifat Campuran

- a. Seluruh beton yang digunakan dalam pekerjaan harus memenuhi kuat tekan dan "slump" yang dibutuhkan seperti yang disyaratkan dalam Tabel 5.3, bila pengambilan contoh, perawatan dan pengujian sesuai dengan SNI 03-1974-19 90 (AASHTO T22), Pd M-16-1996-03 (AASHTO T23), SNI 03-2493-1991 (AASHTO T126), SNI 03-2458-1991 (AASHTO T141).
- b. Kuat tekan karakteristik beton harus sesuai dengan persyaratan-persyaratan Tabel 5.3. Dengan menggunakan cara pengujian *"the third point"* kuat lentur karakteristik harus tidak kurang dari 45 kg/cm²
- c. Beton tersebut harus merupakan jenis yang memiliki sifat kemudahan pengerjaan

dengan tanpa pengaliran yang tak semestinya. Slump optimum sebagaimana diukur dengan cara pengujian AASHTO T 199 harus tidak kurang dari 20 mm dan tidak lebih besar dari 60 mm. Slump tersebut harus dipertahankan dalam batas toleransi ± 20 mm dari slump optimum yang disetujui. Beton yang tidak memenuhi persyaratan-persyaratan slump tersebut tidak boleh digunakan untuk plat beton perkerasan.

- e. Bilamana pengujian beton berumur 7 hari menghasilkan kuat beton di bawah kekuatan yang disyaratkan dalam Tabel 5.3., maka Kontraktor tidak diperkenankan mengecor beton lebih lanjut sampai penyebab dari hasil yang tidak memenuhi persyaratan tersebut dapat diketahui dengan pasti dan sampai telah diambil tindakan-tindakan yang menjamin bahwa produksi beton memenuhi ketentuan yang disyaratkan. Kuat tekan beton berumur 28 hari yang tidak memenuhi ketentuan harus diperbaiki sebagaimana disyaratkan. Kekuatan beton dianggap lebih kecil dari yang disyaratkan bilamana hasil pengujian serangkaian benda uji dari suatu bagian pekerjaan lebih kecil dari kuat tekan karakteristik yang diperoleh dari rumus yang diuraikan dalam Butir 7.6.2.c.

Tabel 8.5.1.: Batasan proporsi takaran campuran

Mutu Beton	Ukuran Agregat Maksimum (mm)	Rasio Air / Semen (terhadap berat)	Kadar Semen Minimum (kg/m ³ dari campuran)
K500	-	0,375	450
K400	37	0,45	356
	25	0,45	370
	19	0,45	400

K350	37	0,45	315
	25	0,45	335
	19	0,45	365
K300	37	0,45	300
	25	0,45	320
	19	0,45	350
K250	37	0,50	290
	25	0,50	310
	19	0,50	340
K175	-	0,57	300
K125	-	0,60	250

Tabel 8.5.3.: Ketentuan sifat campuran

Mutu Beton	Kuat Tekan Karakteristik min. (kg/cm ²)				Slump (cm)	
	Benda Uji Kubus 15 x 15 x 15 cm		Benda Uji Silinder 15 cm x 30 cm		Digetarkan	Tidak Digetarkan
	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari		
K600	390	600	325	500	20 – 50	-
K500	325	500	260	400	20 – 50	-
K400	285	400	240	330	20 – 50	-
K350	250	350	210	290	20 – 50	50 – 100
K300	215	300	180	250	20 – 50	50 – 100
K250	180	250	150	210	20 – 50	50 – 100
K225	150	225	125	190	20 – 50	50 – 100
K175	115	175	95	145	30 – 60	50 – 100
K125	80	125	70	105	20 – 50	50 – 100

Catatan: bila menggunakan concrete pump, slump bisa berkisar antara $75 \pm 25\text{mm}$

- f. Pekerjaan dapat pula dihentikan dan atau memerintahkan Kontraktor mengambil tindakan perbaikan untuk meningkatkan mutu campuran atas dasar hasil pengujian kuat tekan beton berumur 3 hari. Dalam keadaan demikian, Kontraktor harus segera menghentikan pengecoran beton yang dipertanyakan tetapi dapat memilih menunggu sampai hasil pengujian kuat tekan beton berumur 7 hari diperoleh, sebelum menerapkan tindakan perbaikan.
- g. Perbaikan atas pekerjaan beton yang tidak memenuhi ketentuan dapat mencakup pembongkaran dan penggantian seluruh beton tidak boleh berdasarkan pada hasil pengujian kuat tekan beton berumur 3 hari saja, perlu analisis teknis.

6.5.4. Kekuatan beton

Beton harus mempunyai kekuatan lentur karakteristik sebesar 45 kg/cm^2 pada umur 28 hari bila diuji sesuai dengan ASSHTO T 97.

Bila pengujian dilakukan pada kubus 15 cm, kekuatan tekan karakteristik harus sebesar 350 kg/cm^2 pada umur 28 hari.

Kekuatan beton 7 hari harus sebesar $0,7 \times$ kekuatan lentur karakteristik.

6.5.5. Penyesuaian campuran

- a. Penyesuaian sifat kelecakan (*workability*)

Bilamana sulit memperoleh sifat kelecakan beton dengan proporsi yang semula dirancang, maka Kontraktor akan melakukan perubahan pada berat agregat sebagaimana diperlukan, asalkan dalam hal apa pun kadar semen yang semula

pengujian kuat tekan yang menghasilkan kuat tekan yang memenuhi, tidak dinaikkan.

Pengadukan kembali beton yang telah dicampur dengan cara menambahkan air atau cara lain tidak diperkenankan. Bahan tambah (aditiv) untuk meningkatkan sifat kelecakan hanya diijinkan bila secara khusus telah disetujui.

b. Penyesuaian kekuatan

Bilamana beton tidak mencapai kekuatan yang disyaratkan atau disetujui, kadar semen harus ditingkatkan.

c. Penyesuaian untuk bahan-bahan baru

Perubahan sumber bahan atau karakteristik bahan tidak boleh dilakukan tanpa mendapat persetujuan terlebih dahulu.

6.5.6. Penakaran agregat

- a. Seluruh komponen beton harus ditakar menurut beratnya. Bila digunakan semen kemasan dalam zak, kuantitas penakaran harus sedemikian sehingga kuantitas semen yang digunakan adalah setara dengan satu satuan atau pembulatan dari jumlah zak semen. Agregat harus diukur beratnya secara terpisah. Ukuran setiap penakaran tidak boleh melebihi kapasitas alat pencampur.
- b. Sebelum penakaran, agregat harus dibasahi sampai jenuh dan dipertahankan dalam kondisi lembab, pada kadar yang mendekati keadaan jenuh-kering permukaan, dengan menyemprot tumpukan agregat dengan air secara berkala. Pada saat penakaran, agregat harus telah dibasahi paling sedikit 12 jam sebelumnya untuk menjamin pengaliran yang memadai dari tumpukan agregat.

6.5.7. Pencampuran

- a. Beton harus dicampur dalam mesin yang dijalankan secara mekanis dari jenis dan ukuran yang disetujui sehingga dapat menjamin campuran yang merata dari seluruh bahan.
- b. Pencampur harus dilengkapi dengan tangki air yang memadai dan alat ukur yang akurat untuk mengukur dan mengendalikan jumlah air yang digunakan dalam setiap penakaran.
- c. Pertama-tama alat pencampur harus diisi dengan agregat dan semen yang telah ditakar, dan selanjutnya alat pencampur dijalankan sebelum air ditambahkan.
- d. Waktu pencampuran harus diukur pada saat air mulai dimasukkan ke dalam campuran bahan kering. Seluruh air yang diperlukan harus dimasukkan sebelum waktu pencampuran berlangsung seperempat bagian. Waktu pencampuran untuk mesin berkapasitas $3/4 \text{ m}^3$ atau kurang haruslah 1,5 menit; untuk mesin yang lebih besar waktu harus ditingkatkan 15 detik untuk tiap penambahan $0,5 \text{ m}^3$.

6.6. PENGENDALIAN MUTU DI LAPANGAN

6.6.1. Pengujian untuk kelecakan (*workability*)

Satu atau lebih pengujian "slump", harus dilaksanakan pada setiap takaran beton yang dihasilkan.

6.6.2. Pengujian kuat tekan

Kontraktor harus melaksanakan tidak kurang dari 1 pengujian kuat tekan untuk setiap 60 m^3 beton yang dicor. Setiap pengujian harus termasuk 3 contoh yang identik untuk diuji pada umur 3, 7 dan 28 hari. Tetapi bila jumlah beton yang dicor dalam satu hari memberikan kurang dari 5 contoh untuk diuji, maka contoh-contoh harus diambil dari 5 takaran yang dipilih secara acak. Contoh pertama dari contoh-contoh ini harus diuji pada

6.6.3. Pengujian tambahan

Kontraktor harus melaksanakan pengujian tambahan yang diperlukan untuk menentukan mutu bahan atau campuran atau pekerjaan beton akhir, pengujian tambahan tersebut meliputi :

- Pengujian yang tidak merusak menggunakan "sclerometer" atau perangkat penguji lainnya.
- Pengambilan dan pengujian benda uji inti (*core*) beton.
- Pengujian lainnya sebagaimana ditentukan secara khusus.

6.7. SAMBUNGAN DAN TULANGAN

6.7.1. Sambungan Memanjang dan Melintang

Sambungan (*joint*) dipasang pada perkerasan beton semen untuk mengendalikan penyebaran retakan akibat susut serta untuk menampung lenting pelat beton akibat perubahan suhu siang dan malam hari dan kelembaban.

Sambungan melintang dapat berupa sambungan susut, sambungan muai dan juga sambungan pelaksanaan.

Sambungan melintang dipasang tegak lurus sumbu jalan.

- a. Semua sambungan memanjang dan melintang harus dibuat sesuai dengan detail dan letak pada Gambar Rencana.
- b. Semua sambungan melintang harus dibuat segaris untuk seluruh lebar perkerasan. Bidang-bidang permukaan sambungan harus diusahakan tegak lurus terhadap bidang permukaan perkerasan.
- c. Dalam pembuatan sambungan, perhatian khusus perlu diberikan, guna menghindari ketidakrataan permukaan pada sambungan tersebut. Apabila pada sambungan diperlukan maka harus dipasang mistar 2 x (10-5) cm.

- pada sambungan tersebut. Pembentukan sambungan yang ditempatkan di depan perata (*screed*) dapat dibuat tenggelam (*tip*), sedangkan apabila ditempatkan di belakang perata dapat dipasang menonjol pada permukaan.
- d. Sambungan dengan lidah-alur, harus dicetak secara teliti dengan bahan cetakan yang cukup kuat agar didapat bentuk lidah-alur yang sempurna. Sambungan lidah-alur, dapat juga dibentuk secara sempurna dengan menggunakan mesin penghampar acuan gelincir.
 - e. Apabila sambungan melintang dilakukan dengan cara menggergaji, maka penggergajian sambungan melintang harus diusahakan sebelum retak awal terjadi.

6.7.1.1 Sambungan Memanjang (*Longitudinal Joints*)

Batang baja ulir (*deformed bar*), sebagai batang pengikat (*tie bars*), dengan panjang, ukuran, dan jarak seperti yang ditentukan harus diletakkan tegak lurus sambungan memanjang memakai alat mekanik atau dipasang dengan besi dudukan (*chair*), untuk mencegah perubahan tempat.

Batang pengikat tersebut tidak boleh di cat atau dilapisi aspal atau material lain atau dimasukkan tabung, kecuali untuk keperluan pelebaran nantinya.

Bila tertera dalam Gambar Rencana dan bila lajur perkerasan yang berdekatan dilaksanakan terpisah, acuan baja harus digunakan untuk membentuk *keyway* (takikan) sepanjang sambungan memanjang.

Tie bar dapat dibengkokkan dengan sudut tegak lurus acuan dari lajur yang dilaksanakan dan diluruskan kembali sampai posisi tertentu sebelum beton lajur yang berdekatan dihamparkan atau sebagai pengganti *tie bar* yang dibengkokkan dapat digunakan 2 batang *tie bar* yang disambung (*two-piece connectors*).

Sambungan memanjang acuan (*longitudinal form joint*) terdiri dari takikan / alur ke

alat mekanis atau dibuat secara manual dengan ukuran dan garis sesuai Gambar Rencana sewaktu beton masih mudah dibentuk. Alur ini harus diisi dengan kepingan (*filler*) material yang telah tercetak sebelumnya (*premolded*) atau dicor (*poured*) dengan material penutup sesuai yang disyaratkan.

Sambungan memanjang tengah (*longitudinal centre joint*) harus dibuat sedemikian rupa sehingga ujungnya berhubungan dengan sambungan melintang (*transverse joint*), bila ada.

Sambungan memanjang gergajian (*longitudinal sawn joint*) harus dibuat dengan pemotong beton dengan gergaji beton yang disetujui sampai kedalaman, lebar dan garis sesuai Gambar Rencana. Untuk menjamin pemotongan sesuai dengan garis pada Gambar Rencana, harus digunakan alat bantu atau garis bantu yang memadai. Sambungan memanjang ini harus digergaji sebelum berakhimya masa perawatan beton, atau segera sesudahnya sebelum peralatan atau kendaraan diperbolehkan memasuki perkerasan beton baru tersebut. Daerah yang akan digergaji harus dibersihkan dan sambungan harus segera diisi dengan material penutup (*sealer*) sesuai dengan yang disyaratkan.

Sambungan memanjang tipe sisip permanen (*longitudinal permanent insert type joints*) harus dibentuk dengan menempatkan lembaran plastik yang tidak akan bereaksi secara kimiawi dengan bahan beton. Lebar lembaran ini harus cukup untuk membentuk bidang yang diperlemah dengan kedalaman sesuai Gambar Rencana. Sambungan dengan bentuk bidang lemah (*weaken plane type joint*) tidak perlu dipotong (digergaji). Ketebalan kepingan tidak boleh kurang dari 0,5 mm dan harus disisipkan memakai alat mekanis sehingga dijamin tetap berada pada posisi yang tepat. Ujung atas lembaran ini harus berada di bawah permukaan akhir (*finished surface*) perkerasan sesuai yang tertera pada Gambar Rencana.

Kepingan sisipan ini tidak boleh rusak selama pemasangan atau karena pekerjaan *finishing* pada beton. Garis sambungan harus sejajar dengan garis sumbu (*centre line*) jalan dan jangan terlalu besar perbedaan kerataannya. Alat pemasangan mekanis harus menggetarkan beton selama kepingan itu disisipkan sedemikian rupa agar beton yang terganggu kembali rata sepanjang pinggiran kepingan tanpa menimbulkan segregasi.

6.7.1.2 Sambungan Ekspansi Melintang (*Transverse Expansion Joints*)

Filler (bahan pengisi) untuk sambungan ekspansi (*expansion joint filler*) harus menerus dari acuan ke acuan, dibentuk sesuai dengan tanah dasar, dan takikan sepanjang acuan. *Filler* sambungan pracetak (*preform joint filler*) harus disediakan dengan panjang yang sama dengan lebar jalan atau sama dengan lebar satu lajur. *Filler* yang rusak atau yang sudah diperbaiki tidak boleh digunakan, kecuali bila disetujui.

Filler sambungan ini harus ditempatkan pada posisi vertikal. Alat bantu atau pemegang yang disetujui harus digunakan untuk menjaga agar *filler* tetap pada garis dan alinyemen yang semestinya selama penghamparan dan *finishing* beton. Perubahan posisi akhir sambungan tidak boleh lebih dari 5 mm pada alinyemen horisontalnya menurut garis lurus. Bila *filler* dipasang berupa bagian-bagian, maka di antara unit-unit yang berdekatan tidak boleh ada celah.

Pada sambungan ekspansi itu tidak boleh ada sumbatan atau gumpalan beton.

6.7.1.3 Sambungan Kontraksi Melintang (*Transverse Contraction Joints*)

Sambungan ini terdiri dari bidang-bidang yang diperlemah dengan membuat takikan / alur dengan penggergajian permukaan perkerasan, disamping itu bila tertera pada Gambar Rencana juga harus mencakup pasangan alat *transfer* beban (*load transfer assembly*).

a. Sambungan Kontraksi Melintang Melalui Garis Sumbu

Sambungan ini harus dibentuk dengan memasang kepingan sebagaimana tertera pada Gambar Rencana.

b. Takikan / Alur (*Formed Grooves*)

Takikan ini harus dibuat dengan menekankan alat ke dalam beton yang masih plastis. Alat tersebut harus tetap di tempat sekurang-kurangnya sampai beton mencapai pengerasan awal, dan kemudian harus dilepas tanpa merusak beton di dekatnya, kecuali bila alat itu memang didesain untuk tetap terpasang pada sambungan.

c. Sambungan Gergajian (*Sawn Contraction Joints*)

Sambungan ini harus dibuat dengan membuat alur dengan gergaji pada permukaan perkerasan dengan lebar, kedalaman, jarak dan garis sesuai yang tercantum pada Gambar Rencana, dengan gergaji beton yang disetujui. Setelah sambungan digergaji, bekas gergajian dan permukaan beton yang berdekatan harus dibersihkan.

Penggergajian harus dilakukan secepatnya setelah beton cukup keras agar penggergajian tidak menimbulkan keretakan, dan jangan lebih dari 18 jam setelah pemadatan akhir beton. Sambungan harus dibuat / dipotong sebelum terjadi retakan karena susut. Bila perlu, penggergajian dapat dilakukan pada waktu siang atau malam hari dalam cuaca apa pun. Penggergajian harus ditangguhkan bila di dekat tempat sambungan ada retakan. Penggergajian harus dihentikan bila retakan terjadi di depan gergajian. Bila retakan sulit dicegah ketika dimulai penggergajian, maka pembuatan sambungan kontraksi harus dibuat dengan takikan / alur sebelum beton mencapai pengeringan tahap awal sebagaimana dijelaskan di atas. Secara umum, penggergajian harus dilakukan berurutan.

d. Sambungan Kontraksi Acuan Melintang (*Transverse Formed Contraction Joints*)

Sambungan ini harus dibuat dengan menggunakan alat yang sesuai.

e. Sambungan Konstruksi Melintang (*Transverse Construction Joints*)

Sambungan ini harus dibuat bila pengecoran beton berhenti lebih dari 30 menit. Sambungan konstruksi melintang tidak boleh dibuat pada jarak kurang dari 3 m dari sambungan ekspansi, sambungan kontraksi, atau bidang yang diperlemah lainnya.

Bila dalam waktu penghentian itu campuran beton tidak cukup untuk membuat perkerasan sepanjang minimum 3 m, maka kelebihan beton pada sambungan sebelumnya harus dipotong dan dibuang sesuai instruksi.

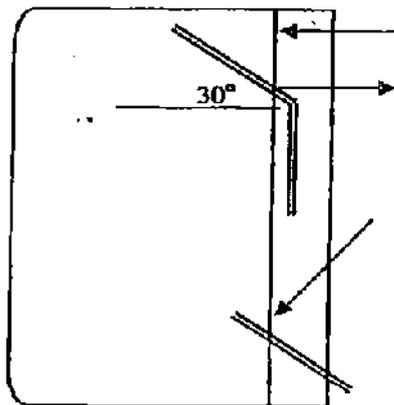
6.7.1.4 Sambungan Pelaksanaan (*Construction Joint*)

Sambungan pelaksanaan dengan lidah-alur biasanya digunakan pada sambungan arah memanjang (di antara jalur-jalur penghamparan yang terpisah) dapat dibentuk dengan cara acuan gelincir atau dengan baja cetakan standar.

Apabila digunakan lapis pondasi bawah dengan stabilisasi, maka sambungan lidah alur dapat ditiadakan.

Pada sambungan pelaksanaan dengan lidah-alur perlu disediakan tempat untuk pemasangan batang pengikat. Apabila diperlukan atau diijinkan maka batang pengikat dapat menggunakan batang berulir atau batang pengikat jadi. Apabila digunakan batang pengikat yang dapat dibengkokkan dan diluruskan kembali, maka batang tersebut harus mengikuti persyaratan ASTM untuk menjamin bahwa tulangan dapat dibengkokkan dan diluruskan kembali tanpa mengalami kerusakan / pecah.

Dengan demikian, apabila metoda tersebut disyaratkan, maka harus dilakukan langkah-langkah pencegahan untuk menjamin hasil yang baik. Salah satu cara untuk mencegah kerusakan batang pengikat akibat pembengkokkan dan pelurusan kembali adalah sebagai berikut (lihat *Gambar 7.1.4*).



Dasar alur.

Batang pengikat No. 5 dibengkokkan 60° dan disambungkan alur.

Batang pengikat diluruskan kembali dan siap untuk penghamparan jalur sebelumnya.

Umumnya batang No. 4 dapat dibelokkan 90° dan diluruskan kembali tanpa rusak, tidak halnya dengan batang No. 5.

Gambar 7.1.4.

Metoda untuk mengurangi kerusakan, bila digunakan baja keras sebagai batang pengikat yang dibengkokkan ke dalam alur dan diluruskan kembali.

- a. Batang pengikat dipasang miring membentuk sudut 30° dengan bidang sambungan.
- b. Batang pengikat dibengkokkan 30° sehingga rata dengan permukaan bidang sambungan.

Mesin penghampar acuan gelincir harus dilengkapi dengan peralatan (*device*) yang cocok untuk pemasangan batang pengikat atau pengikat jenis lain yang dapat memegang plat-plat pada lajur berdampingan tetap pada posisinya.

Sambungan pelaksanaan melintang harus dibuat pada akhir pelaksanaan tiap hari atau pada tempat akhir pekerjaan yang disebabkan oleh adanya gangguan pelaksanaan. Letak sambungan pelaksanaan melintang harus diusahakan sama dengan letak sambungan susut.

Keadaan cuaca akan mempengaruhi lamanya batas keterlambatan yang diijinkan dalam penempatan bantalan. Ketentuan tersebut adalah 20% untuk suhu udara > 10°C dan 30% untuk suhu udara < 10°C.

bisa diterima untuk cuaca panas, kering dan berangin, sedangkan keterlambatan sampai 1 jam masih bisa diterima pada cuaca yang tidak membahayakan.

Sambungan pelaksanaan melintang harus dibentuk dengan cara menempatkan sekat yang mempunyai bentuk dan ukuran yang tepat dan mempunyai lubang untuk menempatkan jeruji. Arah sambungan pelaksanaan melintang kurang dari 3 m (10 ft) harus dihindarkan.

Jika adukan beton tidak mencukupi untuk membuat pelat dengan panjang paling sedikit 3 m (10 ft), maka sambungan pelaksanaan harus dibuat pada tempat sambungan sebelumnya. Jarak sambungan melintang yang berikutnya harus diukur dari sambungan susut melintang yang terakhir.

6.7.1.5 Sambungan Muai (*Expansion Joint*)

Sambungan muai harus ditempatkan di antara pertemuan bangunan (misalnya lubang got / *manhole*, bak penampung) dengan plat perkerasan beton. Kecuali apabila tidak disebut lain dalam Gambar Rencana, maka sambungan harus terbuat dari jenis sambungan jadi dengan ketebalan tidak kurang dari 0,6 cm.

Jika tidak ditentukan lain, maka untuk sambungan muai melintang harus dibuat tegak lurus sumbu perkerasan dan harus dibuat selebar perkerasan.

6.7.1.6 Sambungan Susut (*Contraction Joint*)

Sambungan susut dengan takikan palsu atau penampang diperlemah, harus dibuat secara hati-hati untuk menjamin agar dalamnya celah sambungan cukup untuk mencegah terjadinya retak yang tidak terkendali. Disarankan dalamnya celah pemisah minimum adalah sebesar $\frac{1}{4}$ tebal pelat. Dalam segala hal penutupan celah harus diselesaikan sebelum lalu-lintas diijinkan lewat, termasuk lalu-lintas selama pelaksanaan.

Apabila diperlukan penyalur beban untuk melayani lalu-lintas dengan volume yang tinggi dan beban yang berat, harus digunakan ruji (*dowel*).

Bila pada perkerasan untuk lalu-lintas dapat digunakan lapis pondasi mutu tinggi, misalnya campuran semen atau aspal, maka sambungan tanpa ruji pun bisa melayani lalu-lintas secara memuaskan. Namun demikian secara umum, sambungan jenis ini, tetap dianjurkan menggunakan pehyalur beban.

Penempatan ruji secara tepat harus dijamin, agar ruji dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Sistem pemberian tanda secara tepat dapat diterapkan untuk menjamin agar penggergajian atau pembuatan takikan tepat berada di tengah ruji. Takikan tidak boleh kurang dari $\frac{1}{4}$ tebal plat.

6.7.2. Sistem Penyalur Beban

6.7.2.1 Ruji (Dowel)

Batang ruji harus ditempatkan di tengah tebal pelat. Posisi ruji pada arah horizontal dan vertikal harus dijamin sejajar sumbu jalan dengan menggunakan perlengkapan atau dengan cara penempatan dengan mesin yang telah teruji. Kepadatan beton yang baik di sekeliling ruji sangat dituntut agar supaya ruji bisa berfungsi secara sempurna.

6.7.2.2 Pelapis Ruji

Bagian batang ruji yang bisa bergerak bebas, harus dilapisi dengan bahan pencegah karat (korosi).

Sesudah bahan pencegah korosi kering, maka bagian ini harus dilapisi dengan lapisan tipis pelumas (dengan cara penyapuan) segera sebelum ruji dipasang.

Ujung batang ruji yang dapat bergerak bebas harus dilengkapi dengan topi / penutup ruji (pada *expansion joint*).

Pelapis ruji dari jenis plastik yang telah teruji atau pralon yang tertutup dapat digunakan sebagai pengganti pelumas, atau penggunaan jenis pelapis lainnya yang dimaksudkan untuk mencegah lekatan dengan beton dan atau karat, dapat juga digunakan.

6.7.2.3 Alat Transfer Beban (Load Transfer Devices)

Bila digunakan ruji (*dowel*), maka harus dipasang sejajar dengan permukaan dan garis sumbu perkerasan beton, dengan memakai pengikat / penahan logam yang dibiarkan terpendam dalam perkerasan.

Ujung ruji (*dowel*) harus dipotong rata. Ukuran bagian *dowel* yang harus dilapisi aspal atau pelumas jain harus sesuai yang tertera pada Gambar Rencana, agar bagian tersebut tidak ada lekatan dengan beton, diberi penutup (selubung) ruji dari logam yang disetujui, harus dipasang pada setiap batang ruji pada sambungan ekspansi. Penutup itu harus berukuran pas dengan batang ruji, dan bagian ujung yang tertutup harus tahan air.

6.7.3. Pemasangan Perlengkapan Ruji

Perlengkapan pemasangan ruji (berupa rangkaian dudukan/*chair*) harus ditempatkan pada lapis pondasi bawah atau tanah dasar yang sudah disiapkan.

Perlengkapan pemasangan ruji arah melintang harus ditempatkan tegak lurus sumbu jalan, kecuali ditentukan lain pada Gambar Rencana. Sambungan dengan ruji yang diperlukan atau diijinkan untuk dipasang tegak lurus sumbu jalan, memerlukan pendetailan dan pemasangan yang sangat teliti guna menjamin pergerakan bebas. Ruji dipegang kuat pada posisi yang ditetapkan.

Pada tikungan yang diperlebar, sambungan memanjang pada sumbu jalan harus sedemikian rupa sehingga penempatan sedapat mungkin mempunyai jarak yang sama dari tepi-tepi pelat.

Sambungan harus dipasang pada garis dan elevasi yang diperlukan dan harus dipegang kuat pada posisinya dengan menggunakan patok-patok dengan peralatan atau dengan metode lainnya. Ruji harus dipasang sedemikian rupa sehingga berat beton selama pengecoran tidak akan mengganggu kedudukannya. Apabila sambungan dibuat secara

Batang ruji harus diperiksa posisinya, segera setelah perlengkapan pemasangan sambungan dipasang pada tanah dasar atau lapis pondasi bawah dan sistem sambungan harus diperiksa untuk mengetahui apakah sudah terpegang kuat dan tidak ada perubahan posisi.

Setiap sistem sambungan yang tidak terpegang kuat, harus diperbaiki. Kawat atau batang baja yang digunakan untuk mengikat perlengkapan pada waktu pengangkatan dan diperkirakan dapat menghambat penyusutan awal beton, harus disingkirkan sebelum beton dihampar.

6.7.4. Penutup Sambungan (*Joint Sealing*)

Celah sambungan harus ditutup dengan bahan penutup yang disyaratkan, segera setelah perawatan selesai sebelum lalu-lintas diijinkan melewati perkerasan termasuk kendaraan Kontraktor.

Bahan penutup harus dipasang dalam celah sambungan sesuai detail yang ditunjukkan pada Gambar Rencana. Pemasangan harus dilakukan sedemikian sehingga bahan penutup tidak melimpah atau mencuat diatas permukaan pelat. Setiap kelebihan bahan penutup pada permukaan plat harus segera disingkirkan dari permukaan pelat dan dibersihkan.

Celah sambungan harus dibersihkan dari bahan-bahan asing sebelum bahan penutup dipasang. Semua bidang dalam celah sambungan harus bersih dari bahan-bahan lepas dan bila digunakan bahan penutup yang dituang panas, permukaan harus kering.

Bahan penutup sambungan yang dibuang tidak boleh dituangkan pada suhu yang dapat menimbulkan ketidaksempurnaan pemasangan. Petunjuk dari pabrik pembuat bahan penutup harus diperhatikan.

Jika digunakan penutup sambungan siap pakai, seperti *neoprene* (penutup jadi yang

sambungan yang diperkirakan akan terjadi. Peralatan pemasangan harus menjamin bahwa bahan penutup tidak akan mulur lebih dari 5 % karena pemuluran yang lebih besar akan memperpendek umur bahan tersebut.

6.7.5. Tulangan

Apabila pada perkerasan bersambungan digunakan tulangan, maka tulangan tersebut harus terdiri dari anyaman kawat dilas (*welded wire fabric*) atau anyaman batang baja (*bar mats*) sesuai dengan yang diuraikan pada Butir 7.4.7.

Lebar dan panjang anyaman baja harus sedemikian rupa, sehingga pada waktu anyaman tersebut dipasang, kawat / baja yang paling pinggir terletak tidak kurang dari 5 cm (2 inch) atau tidak lebih dari 10 cm (4 inch) dari tepi / sambungan pelat.

6.7.6. Penggergajian (*Saw Cutting*)

Penggergajian harus dilakukan sedemikian sehingga tidak terjadi penggumpalan pada beton muda dan harus dilakukan pada saat belum terjadinya retak-retak susut, waktu penggergajian terbaik yaitu antara 4 - 20 jam setelah pengecoran.

Cara penggergajian dengan menggunakan mata gergaji intan (*diamond blades*), Bila pengikis basah (*wet abrasive blades*) maupun bila pengikis kering (*dry abrasive blades*), harus dilakukan secara perlahan-lahan untuk mencegah terjadinya sambungan yang kasar.

Kecenderungan retak susut akibat keterlambatan penggergajian pada sambungan memanjang lebih kecil dibanding pada sambungan melintang.

6.7.7. Sekat Pemisah Tipis

Sekat pemisah dari polyethylene atau bahan lainnya yang mempunyai tebal tidak kurang dari 0,33 mm, dapat disisipkan ke dalam beton plastis dengan mesin. Sekat pemisah harus terpasang secara vertikal.

Persiapan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak sampai mengakibatkan seluruh sekat terbenam di bawah permukaan pelat atau jangan sampai menimbulkan pelepasan butir (*ravelling*). Sambungan ini jangan ditutup (*sealed*).

Sekat pemisah polyethylene tidak dapat mengendalikan terjadinya retak memanjang.

6.7.8. Sekat Pemisah Lainnya

Sekat pemisah lainnya yang secara keseluruhan atau sebagian bisa dicabut sebelum sambungan ditutup dapat digunakan.

6.8. PENGECORAN DAN PENYELESAIAN AKHIR BETON

6.8.1. Pengecoran

6.8.1.1 Peralatan Pengecoran

Peralatan pengecoran harus mampu mengalirkan adukan beton dari mesin pengaduk atau alat pengangkut campuran beton dan menuangkannya ke setiap tempat tanpa terjadi pemisahan butir (*segregasi*) dan tanpa merusak permukaan yang dihampar. Pada pekerjaan besar, pengecoran seringkali menuntut penggunaan ulir (*screw*), ban berjalan (*belt*), atau wadah (*hopper*) sebagai alat penghampar adukan.

Peralatan ini biasanya beroperasi dari bahu jalan atau dari jalur sebelahnya dari jalur yang sedang dikerjakan, dan menuangkan campuran beton ke seluruh lebar permukaan yang telah dibentuk. Apabila pengecoran dilakukan dengan mesin pengaduk berjalan (*truck mixer*), dan untuk menuangkan adukan hanya tersedia talang (*chute*), maka disarankan dilakukan penghamparan jalur sesaat (*lane at a time*).

Beton tanpa tulangan bisa juga dilaksanakan dengan menuangkan campuran beton di atas permukaan di depan mesin penghampar dengan menggunakan dump truck.

6.8.2.2. Keadaan Khusus

Apabila lebar penghamparan tidak sama (misal pada jalan masuk / ramp, persimpangan), maka metoda pengecoran yang biasa tidak selalu dapat diterapkan. Untuk keadaan demikian, perlu diperhatikan agar untuk mencapai kedudukan akhir, campuran beton jangan dituang secara sembarangan dengan didorong atau digetarkan. Pengecoran secara manual mungkin perlu dilakukan, untuk menghindarkan pemisahan butir.

6.8.2. Penghamparan

6.8.2.1 Peralatan

Pada pekerjaan besar, biasanya harus disediakan baik penghampar jenis dayung (*paddle*) atau ulir (*auger*), atau ban berjalan, maupun jenis wadah (*hopper*) dan ulir (*auger*), kecuali apabila digunakan penghampar acuan gelincir. Pada mesin penghampar acuan gelincir, peralatan penghampar (*spreader*) merupakan bagian yang sudah melekat (*built-in*). Untuk mengurangi pemisahan butir, semua peralatan harus dioperasikan secara seksama.

Pada pekerjaan yang lebih kecil, penghamparan dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan peralatan manual.

Dalam hal apa pun, beton harus dihampar dengan ketebalan yang cukup untuk pemadatan dan penyelesaian akhir.

6.8.2.2 Penghamparan Dua Lapis

Apabila tulangan terdiri dari anyaman dan harus diletakkan secara manual, maka beton di bawah anyaman harus dihampar terlebih dahulu tersendiri (*struck-off*), kemudian anyaman diletakkan dan selanjutnya lapisan berikutnya dihampar.

Pada pekerjaan besar, kadang-kadang digunakan dua buah mesin penghamparan

Apabila tulangan yang berbentuk anyaman akan dimasukkan pada kedudukan yang dikehendaki dengan cara menggetarkan atau menekannya dengan mesin maka beton dapat dihampar langsung untuk seluruh tebal.

6.8.2.3 Percobaan Penghamparan

Kontraktor harus menyediakan peralatan dan menunjukkan metode pelaksanaan pekerjaan dengan cara menghamparkan lapisan percobaan sepanjang tidak kurang dari 30 m di lokasi yang disediakan oleh Kontraktor di luar daerah kerja permanen. Percobaan tambahan mungkin diperlukan, bila percobaan pertama dinilai tidak memuaskan.

Setelah percobaan pertama disetujui, maka percobaan sepanjang minimum 150 m tapi tidak lebih dari 300 m harus dilakukan di daerah kerja permanen. Percobaan ini harus menunjukkan seluruh aspek pekerjaan dan harus mencakup setiap tipe sambungan yang digunakan dalam pekerjaan.

Penghamparan perkerasan beton tidak boleh dilanjutkan sebagai pekerjaan permanen sebelum ada persetujuan terhadap hasil percobaan.

6.8.3. **Pemadatan**

Pemadatan pada sambungan dan tepi-tepi, penekanan, pemadatan secara tumbuk, dan pemadatan secara getar, sampai tingkat tertentu cukup efektif, tapi tidak secara otomatis menjamin kepadatan beton. Mesin getar (*vibrator*), baik jenis internal maupun jenis permukaan dapat memberikan hasil yang baik.

Seluruh perkerasan harus dipadatkan seefektif mungkin. Perhatian khusus harus diberikan terhadap tepi-tepi sepanjang sumbu, dan pada sambungan-sambungan.

Sekitar ruji dan kedudukan, pada tepi-tepi dan sudut-sudut atau sekitar pembuangan air (*drains*), dan pada pelat-pelat tidak beraturan pada jalan masuk / ramps dan

Penggetar internal dioperasikan di dalam beton untuk mengeluarkan udara sewaktu mesin penghampar bergerak. Mesin penggetar yang dioperasikan secara manual tidak boleh berada di satu titik yang digetarkan lebih dari 5 detik, dengan jarak titik satu dengan titik lainnya antara 25 – 30 cm.

6.8.4. Penyelesaian Akhir

6.8.4.1 Mesin Penghampar Acuan Gelincir (*Slip Form*)

Mesin penghampar acuan gelincir dirancang untuk sekali lintasan dapat menghampar, memadatkan, membentuk permukaan dan meratakan beton yang masih plastis, sehingga dapat memberikan beton yang padat, seragam; dan untuk mendapatkan permukaan yang disyaratkan hanya memerlukan penyelesaian akhir (dengan tangan) yang minimal.

Mesin penghampar harus menggetarkan beton pada seluruh lebar dan ketebalan. Penggetaran biasanya dilakukan dengan jenis penggetar internal yang sudah ada pada mesin tersebut (*built-in*).

Mesin penghampar acuan gelincir sedapat mungkin harus dioperasikan dengan gerakan yang menerus, dan seluruh operasi pengadukan, pengangkutan dan penghamparan harus terkoordinasi agar supaya dapat dicapai kecepatan yang seragam dan penghentian mesin penghampar yang minimum. Apabila mesin penghampar perlu dihentikan, maka alat penggetarnya harus dihentikan.

Mesin penghampar acuan gelincir mampu mengatasi kesalahan bentuk permukaan lapis pondasi bawah atau dasar secara teliti, dengan menggunakan peralatan otomatis.

6.8.4.2 Mesin Penghampar Acuan Tetap (*Fixed Form*)

Mesin pencetak perkerasan jalan beton dengan sebilah pisau perata, kayuh berputar atau perlengkapan berputar, harus mencetak beton yang bersangkutan sehingga memiliki elevasi, dimensi, ketebalan dan bentuk yang sesuai dengan rencana.

harus memadatkan beton tersebut dengan vibrasi atau dengan suatu kombinasi vibrasi dan penumbukan mekanis.

Peralatan tersebut kemudian harus menyelesaikan permukaan beton tersebut dengan menggunakan suatu batang perata yang bergoyang (*oscillated*) melintang atau miring. Suatu batang perata lain untuk pekerjaan penyelesaian yang bergoyang secara melintang atau miring harus disediakan setelah setiap mesin pembentuk sambungan melintang dalam keadaan basah.

Batang perata bergoyang tersebut harus berpenampang melintang persegi dan harus membentangi seluruh lebar pelat yang bersangkutan dan berbobot tidak kurang dari 170 kg/m. Batang ini harus ditunjang pada suatu kereta, yang ketinggiannya harus dikontrol berdasarkan tinggi rata-rata dari sekurang-kurangnya 4 titik yang ditempatkan secara merata dengan jarak antara sekurang-kurangnya 3,5 meter dari rel penunjang, balok, atau pelat, pada setiap sisi dari pelat beton yang sedang diperkeras.

Bilamana perkerasan jalan beton dibangun dengan lebih dari satu lintasan menggunakan mesin dengan roda-roda ber-flens, maka pelat-pelat yang berdampingan berikutnya harus dibangun dengan menyangga mesin tersebut pada rel-rel yang beralas rata yang berbobot tidak kurang dari 15 kg/m, diletakkan di atas beton yang telah diselesaikan untuk menunjang roda-roda ber-flens, atau menggantikan roda-roda ber-flens tersebut pada satu sisi mesin dengan roda-roda tanpa flens bertapak karet. Rel (*track*) bertapak karet, yang dapat berjalan di atas permukaan beton yang telah diselesaikan juga dapat diterima.

Bilamana digunakan roda-roda tanpa flens atau rel bertapak karet, maka permukaan pelat beton yang dilewati harus segera dibersihkan dan disikat secara seksama di depan mesin untuk membersihkan semua lumpur dan serpihan pasir / kerikil. Roda-roda tanpa flens harus berjalan cukup jauh dari tepi pelat untuk meniadakan lumpur.

6.8.4.3 Pemadatan dan Penyelesaian dengan Balok Vibrasi Terkendali

Bilamana pelat-pelat berukuran kecil atau tidak beraturan, atau bila tempat kerja yang bersangkutan sedemikian terbatas sehingga menyebabkan penggunaan cara-cara yang diuraikan di atas menjadi tidak praktis, maka beton dapat dicor dan diratakan secara manual tanpa pra-pemadatan atau segregasi; dan dipadatkan dengan cara berikut ini.

Beton yang akan dipadatkan dengan balok vibrasi harus dicetak sedemikian sehingga permukaan setelah semua udara yang terkandung dikeluarkan dengan penggetaran berada sama dengan permukaan acuan-acuan sisi. Beton tersebut harus dipadatkan dengan menggunakan sebuah balok penggetar / pemadat dari kayu bertapat baja berukuran tidak kurang dari lebar 75 mm dan tebal 225 mm, dengan suatu masukan energi tidak kurang dari pada 250 watt per meter lebar pelat. Balok penggetar tersebut diangkat dan digerakkan maju ke muka dengan sedikit demi sedikit, tidak melebihi ukuran lebar balok tersebut.

Sebagai alternatif, suatu alat pemadat yang terdiri dari balok kembar bervibrasi dengan kekuatan tenaga yang setara, ekuivalen dapat digunakan.

Bila tebal lapisan beton yang dipadatkan melebihi 200 mm, maka diperlukan tambahan vibrasi dengan menggunakan vibrator jenis tabung celup (*immersed tube*) secukupnya yang diberikan meliputi seluruh lebar pelat, untuk menghasilkan pemadatan sepenuhnya. Setelah setiap 1,5 m panjang pelat selesai dipadatkan, kegiatan di atas harus diulang dengan menarik kembali balok vibrasi 1,5 m, kemudian perlahan-lahan didorong maju sambil melakukan penggetaran di atas permukaan yang telah dipadatkan untuk memberikan suatu permukaan akhir yang halus.

Kemudian permukaan tersebut harus diratakan menggunakan sebuah penggaruk rata (*straight-edge*) dengan panjang tidak kurang dari 1,8 m sekurang-kurangnya 2 lintasan. Jika permukaan tergaruk secara meluas oleh alat *straight-edge* tersebut, yang berarti menunjukkan ketidakrataan permukaan, maka suatu lintasan balok hendaknya harus dilakukan kembali yang diikuti dengan lintasan lanjutan menggunakan alat

6.8.4.4 Pembentukan Tekstur Permukaan

Permukaan perkerasan harus mencakup tekstur dan harus kasar. Tekstur harus diperoleh dari pasir dalam mortar semen. Tekstur kasar dibentuk dengan cara sebagaimana yang diuraikan di bawah ini.

Berbagai jenis pola tekstur kasar dapat diterapkan pada permukaan beton. Pada suatu pekerjaan, mungkin diperlukan tekstur yang berbeda.

Metode pembentukan tekstur harus dipertimbangkan terhadap lingkungan, kecepatan dan kepadatan lalu-lintas, topografi serta geometrik perkerasan.

Tekstur yang kasar dapat diciptakan pada perkerasan beton dengan menerapkan satu atau lebih metode sebagai berikut: menarik lembar goni atau kain burlap (*micro texturing*), menyikat permukaan, menggores dengan sisir kawat (*macro texturing*), atau metode lainnya.

Kekesatan yang sangat tinggi mungkin diperlukan untuk mendapatkan keamanan tambahan pada daerah-daerah kritis, misal sekitar gerbang tol, persimpangan padat, atau lokasi lain dimana frekuensi pengereman, percepatan, atau pembelokan sering terjadi. Hal ini dapat diatasi dengan pembentukan tekstur yang lebih dalam dari pada yang biasanya, pembuatan alur (*grooving*), atau jika diperlukan dengan memberikan aluminium oksida, silikon karbida, atau partikel-partikel lain yang tahan aus ke permukaan beton. Pembuatan alur harus dilakukan 1 - 3 jam sesudah pengecoran.

6.9. PELEPAAN (*Floating*)

Setelah ditempa dan dikonsolidasikan, beton harus diperhalus lagi dengan bantuan alat-alat lepa, dengan salah satu metoda berikut:

6.9.1. Metode manual

Untuk ini dapat digunakan pelepa *longitudinal* dengan panjang tidak kurang dari 350 mm dan lebar tidak kurang dari 450 mm.

atau melengkung. Pelepa *longitudinal* dioperasikan dari atas jembatan yang dipasang merentangi kedua sisi acuan tanpa menyentuh beton, digerakkan seperti gerakan mengergaji, sementara pelepa selalu sejajar dengan garis sumbu jalan (*centre line*), dan bergerak berangsur-angsur dari satu sisi perkerasan ke sisi lain.

Gerakan maju sepanjang garis sumbu jalan harus berangsur-angsur dengan pergeseran tidak lebih dari setengah panjang pelepa. Kelebihan air atau cairan harus dibuang.

6.9.2. Metode Mekanis

Pelepa mekanis harus jenis yang disetujui dan dalam keadaan dapat dioperasikan dengan baik. Pelepa harus disesuaikan dengan bentuk permukaan jalan yang dikehendaki dan dengan mesin finishing melintang (*transverse finishing machine*).

Juga dapat digunakan mesin yang mempunyai pelepa pemotong dan pelepa penghalus yang dipasang dan dikendalikan melalui rangka yang kaku. Rangka ini dijalankan dengan alat beroda 4 atau lebih, yang bertumpu pada acuan samping.

Bila perlu setelah pelepaan dengan salah satu metode di atas, untuk menutup dan menghaluskan lubang-lubang pada permukaan beton dapat digunakan pelepa dengan batang pegangan yang panjang (bertangkai), dengan papan panjang tidak kurang dari 1,50 m dan lebar 150 mm. Pelepa ini tidak boleh digunakan pada seluruh permukaan beton sebagai pengganti atau pelengkap salah satu metode pelepaan di atas. Bila penempatan dan pemadatan dikerjakan tangan dan bentuk permukaan jalan tidak memungkinkan digunakannya pelepa *longitudinal*, pelepaan permukaan dilakukan secara melintang dengan pelepa bertangkai.

Setelah pelepaan air dan sisa beton yang ada dipermukaan harus dibuang dari permukaan jalan dengan mal datar sepanjang 3 m atau lebih. Setiap geseran harus dilintasi lagi dengan ukuran setengah panjang mal datar.

6.10. MEMPERBAIKI PERMUKAAN

Setelah pelepaan selesai dan kelebihan air dibuang, sementara beton masih lembek, bagian-bagian yang melesak harus segera diisi dengan beton baru, ditempa, dikonsolidasi dan di *finishing* lagi. Daerah yang menonjol / berlebih harus dipotong dan di-*finishing* lagi. Sambungan harus diperiksa kerataannya. Permukaan harus terus diperiksa dan dibetukir sampai tak ada lagi perbedaan tinggi pada permukaan dan perkerasan beton sesuai dengan kelandaian dan tampang melintang yang ditentukan.

Perbedaan tinggi permukaan menurut pengujian mal datar (*straight edge*) tidak boleh melebihi toleransi yang ditentukan.

6.11. PENYELESAIAN PERMUKAAN (*Finishing*)

Setelah sambungan dan tepian selesai, dan sebelum bahan perawatan (*curing*) dilakukan, permukaan beton harus dikasarkan dengan disikat melintang garis sumbu (*centre line*) jalan, atau dengan cara pembuatan alur (*grooving*) pada arah melintang atau memanjang jalan.

Pengkasaran yang dilakukan dengan menggunakan sikat kawat selebar tidak kurang dari 45 cm, dan panjang kawat sikat dalam keadaan baru adalah 10 cm dengan masing-masing untaian terdiri dari 32 kawat. Sikat hams terdiri dari 2 baris untaian kawat, yang diatur berselang-seling sehingga jarak masing-masing pusat untaian maksimum 1 cm. Sikat harus diganti bila bulu terpendek panjangnya sampai 9 cm. Kedalaman tekstur rata-rata tidak boleh kurang dari 0,75 mm.

6.12. PENGUJIAN KERATAAN PERMUKAAN

Begitu beton mengeras, permukaan jalan harus diuji memakai mal datar (*straight edge*) 3 m. Daerah yang menunjukkan ketinggian lebih dari 3 mm tapi tidak lebih dari 12,5 mm sepanjang 3 m itu harus ditandai dan segera diturunkan dengan alat gerinda yang telah

penyimpangan dari penampang melintang yang sebenarnya lebih dari 12,5 mm, lapisan jalan harus dibongkar dan diganti.

Bagian yang dibongkar tidak boleh kurang dari 3 m ataupun kurang dari lebar lajur yang kena bongkaran. Bagian yang tersisa dari pembongkaran pada perkerasan beton dekat sambungan yang panjangnya kurang dari 3 m, harus ikut dibongkar dan diganti.

6.13. PERAWATAN DAN PERLINDUNGAN BETON

6.13.1. Perawatan

Setelah penyelesaian akhir selesai dan lapisan air menguap dari permukaan atau segera setelah pelekatan dengan beton tidak terjadi maka seluruh permukaan beton harus segera ditutup dan dirawat sesuai dengan metode yang disetujui.

Dalam semua hal, dimana perawatan memerlukan penggunaan air, maka operasi perawatan harus dititikberatkan pada penyediaan air. Biasanya masa perawatan dilakukan selama 7 hari, tetapi waktu tersebut dapat diperpendek bila 70 % kekuatan tekan atau lentur beton dapat dicapai lebih awal.

6.13.1.1 Perawatan dengan Cairan Bahan Kimia (Curing Compound)

Setelah lapis air menguap dari permukaan perkerasan, maka permukaan beton harus segera dilapisi secara merata dengan bahan perawat berupa cairan bahan kimia dengan menggunakan alat penyemprot yang sudah teruji dengan jumlah yang tidak kurang dari 0,27 liter/m². Untuk menjamin kekentalan dan penyebaran pigmen yang merata dalam bahan perawatan, maka bahan perawat dalam tangki penampung harus diaduk menjelang dipindahkan ke dalam alat penyemprot. Bila dilakukan secara manual, sebaiknya menggunakan alat penyemprot manual yang teruji.

6.13.1.2 Perawatan dengan Lembar Goni atau Terpal

Permukaan dan bidang tegak beton harus seluruhnya ditutup dengan lembar goni /

Lembar penutup harus diletakkan sedemikian rupa sehingga menempel dengan permukaan beton, tetapi tidak boleh diletakkan sebelum beton cukup mengeras guna mencegah pelekatan.

Selama masa perawatan, lembar penutup harus tetap dalam keadaan basah dan tetap pada tempatnya.

6.13.1.3 Perawatan Dengan Kertas Kedap Air

Setelah beton cukup mengeras, (untuk mencegah pelekatan), maka seluruh permukaan beton harus segera ditutup dengan kertas kedap air. Tepi-tepi lembar kertas yang satu harus menumpang 30 cm dengan tepi-tepi lembar lainnya yang berdampingan. Kertas kedap air harus cukup lebar untuk menutup seluruh lebar perkerasan termasuk bidang-bidang tegak setelah acuan dibongkar. Kertas perawatan harus ditempatkan dan dijaga dalam keadaan menempel pada permukaan dan bidang-bidang tegak selama masa perawatan.

Apabila permukaan beton tampak kering maka permukaan tersebut harus dibasahi dengan cara menyemprot secara halus untuk mencegah kerusakan pada beton muda.

6.13.1.4 Perawatan dengan Lembar Polyethylene Putih / Burlap

Permukaan dan bidang-bidang tegak perkerasan harus seluruhnya ditutup dengan lembar polyethylene putih / burlap yang harus diletakkan ketika permukaan beton masih lembab.

Jika permukaan tampak kering, maka permukaan harus dibasahi dengan penyemprotan air secara halus sebelum lembar dipasang.

Lembar-lembar yang berdampingan harus mempunyai lebar tumpang 30 cm dan harus ditindih sedemikian rupa agar tetap menempel pada permukaan.

Lembar penutup harus mempunyai lebar yang cukup untuk dapat menutup permukaan

Lembar polyethylene harus tetap ditempatkan selama masa perawatan. Untuk memudahkan penanganan, tebal minimum lembar polyethylene sebaiknya 0,1 mm.

6.13.1.5 Perawatan Celah Gergajian

Selama perawatan celah gergajian perkerasan harus dilindungi dari pengeringan yang cepat. Hal ini seringkali dilakukan dengan kertas pilihan atau bahan lainnya yang sesuai.

6.13.2. **Perlindungan Perkerasan Yang Sudah Selesai**

Perkerasan yang sudah selesai dan perlengkapannya harus dilindungi dari lalu-lintas umum dan lalu-lintas pelaksanaan. Perlindungan ini termasuk penyediaan petugas untuk mengatur lalu-lintas, memasang dan memelihara rambu peringatan, lampu-lampu, rintangan, dan jembatan penyeberangan.

Setiap kerusakan yang terjadi pada perkerasan sebelum dibuka untuk lalu-lintas umum harus diperbaiki atau diganti.

6.13.3. **Perlindungan terhadap hujan**

Untuk melindungi beton yang belum cukup keras terhadap pengaruh hujan, maka setiap saat harus tersedia bahan untuk melindungi beton tersebut, seperti lembar goni, terpal, kertas perawat atau lembar plastik.

Disamping itu apabila digunakan metoda acuan gelincir maka harus direncanakan penanggulangan darurat untuk melindungi permukaan dan tepi. Apabila diperkirakan akan segera turun hujan maka semua petugas harus mengambil tindakan yang perlu guna memberikan perlindungan menyeluruh kepada beton yang belum keras.

6.14. **TOLERANSI TEBAL**

Semua lapisan permukaan dan lapis pondasi harus dibuat dengan tebal sesuai dengan Gambar Rencana. Pemeriksaan yang teliti terhadap elevasi acuan dan pengukuran ketebalan terhadap permukaan tengah dasar atau lebar acuan adalah penting.

menggunakan benang dipandang cukup memadai. Apabila dipandang perlu memeriksa tebal perkerasan setelah penghamparan, maka tebal perkerasan dapat ditentukan dengan cara pemboran (*core drill*). Pemboran harus dilakukan pada interval yang disyaratkan.

Pengukuran untuk tiap contoh harus dilakukan sesuai dengan cara ASTM 174.

Penerimaan hasil pekerjaan, antara lain harus didasarkan pada hasil pengujian contoh (*core*) yang diambil dari pekerjaan yang sudah jadi.

Ketebalan perkerasan ditentukan dengan metoda "*average caliper measurement of cores*", diuji menurut AASHTO T148.

Untuk menentukan pengukuran, bagian perkerasan yang dianggap sebagai satu kesatuan yang terpisah adalah perkerasan sepanjang 300 m pada setiap lajur lalu-lintas diukur dari ujung perkerasan dimulai dari station kecil (sesuai *stationing* jalannya). Bagian yang terakhir dalam setiap lajur adalah sepanjang 300 m ditambah sisanya yang kurang dari 300 m. Dari setiap bagian ini, akan diambil contoh berupa *core drill* secara random. Bila pengukuran *core* dari suatu bagian ternyata kekurangan ketebalannya tidak lebih dari 5 mm dari ketebalan yang ditentukan, maka ketebalan dapat diterima secara penuh. Jika kekurangan-ketebalannya lebih dari 5 mm tapi tidak lebih dari 25 mm dari ketebalan yang ditentukan, maka akan diambil dua *core* lagi pada interval tidak kurang dari 90 m, dan dipakai untuk menentukan tebal rata-rata bagian tersebut.

Dalam menghitung ketebalan rata-rata perkerasan, tebal perkerasan yang melebihi ketebalan yang disyaratkan lebih dari 5 mm digolongkan sebagai ketebalan yang ditentukan plus 5 mm, sedangkan yang kurang dari ketebalan yang ditentukan lebih dari 25 mm tidak akan dipakai dalam menentukan tebal rata-rata.

Bila kekurangan-ketebalan *core* lebih dari 25 mm dari ketebalan yang ditentukan, ketebalan rata-rata bagian tersebut akan diambil dari bagian lain yang memenuhi syarat.

beberapa core dengan interval tidak kurang dari 3 m sejajar dengan garis sumbu jalan pada setiap arah, sampai ditemukan core yang penyimpangannya tidak lebih dari 25 mm. Daerah yang kekurangan ketebalannya lebih dari 25 mm akan dievaluasi secara teknis, dan bila menurut hasil evaluasi perlu dibongkar, daerah tersebut harus dibongkar dan diganti dengan beton dengan tebal seperti yang tertera dalam Gambar Rencana.

6.15. PEMBUKAAN DAN PEMBATASAN LALU-LINTAS

Perkerasan yang sudah jadi harus dilindungi terhadap kerusakan akibat operasi dan lalu-lintas pelaksanaan sampai saat penyerahan hasil pekerjaan.

Dalam hal apa pun, peralatan pengangkut adukan atau mesin pengaduk di lapangan, truk pengangkut adukan hanya diijinkan lewat di atas jalur yang baru selesai, setelah perkerasan dirawat paling sedikit 4 hari dan beton telah mencapai kekuatan (*flexural strength*) umur minimum 40 kg/cm^2 .

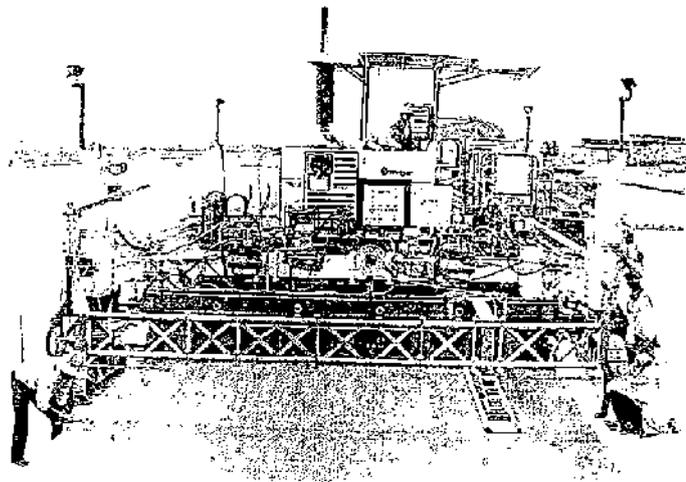
Sambungan melintang dan memanjang harus ditutup atau dilindungi dengan cara lain sebelum lalu-lintas pelaksanaan diijinkan lewat. Semua tepi pelat harus dilindungi dari kerusakan.

Perkerasan yang dilewati peralatan pelaksanaan harus tetap bersih, dan cecceran beton atau bahan lainnya harus segera disingkirkan. Lalu-lintas umum harus dicegah masuk dengan memasang rintangan dan rambu-rambu sampai beton berumur paling sedikit 14 hari atau lebih lama bila diperlukan untuk memperoleh kekuatan cukup. Lalu-lintas tidak diijinkan masuk selama sambungan belum ditutup. Setiap perkerasan yang rusak akibat lalu-lintas / peralatan pelaksanaan atau kareha hal lainnya sebelum penerimaan hasil

6.16. PERALATAN PEMBUATAN PERKERASAN BETON SEMEN

Peralatan utama yang digunakan pada pembuatan perkerasan beton semen, sesuai dengan tingkat kecanggihan metode pelaksanaan, dapat dilihat pada gambar-gambar berikut ini.

6.16.1 Mesin Penghampar Acuan Gelincir (*Slip Form*)



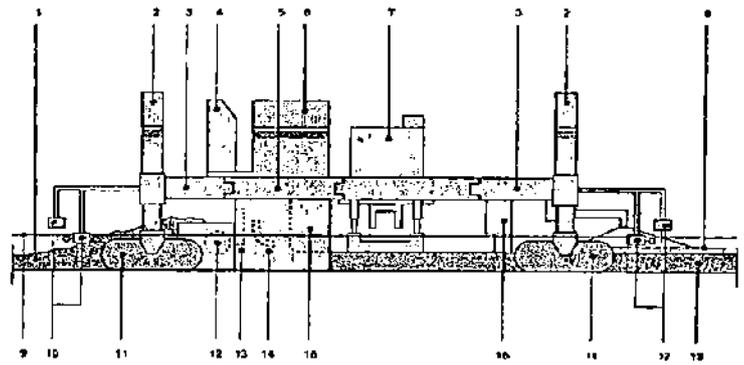
Gambar. 16.1.

Mesin Penghampar Acuan Gelincir

Gambar. 16.2.

Potongan memanjang Mesin

Penghampar Acuan Gelincir

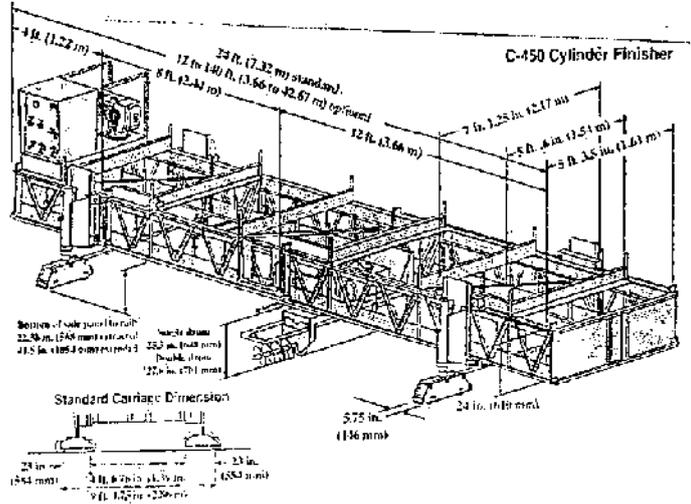


- | | | |
|------------------------------------|--|---|
| 1 Concrete delivered by trucks | 8 Super-smoother | 14 Vibrator |
| 2 Height adjustment | 9 Grade line | 15 Formwork (slipform pan) |
| 3 Swivel arm | 10 Sensors for level control and steering, front | 16 Oscillating transversal finishing beam |
| 4 Control console (can be pivoted) | 11 Gravel track | 17 Sensors for level control and steering, rear |
| 5 Base frame | 12 Spreader auger | |
| 6 Drive unit | 13 | |
| 7 Drivel bar increaser (DHI) | | |

6.16.2 Mesin Penghampar Acuan Tetap (Fixed Form)

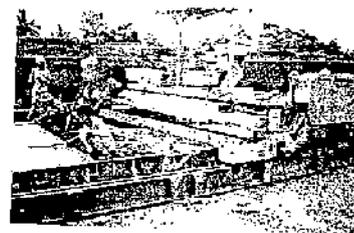
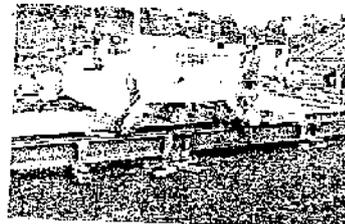
Gambar.16.3.

Mesin Penghampar Acuan
Tetap cangkih



Gambar. 16.4.

Mesin Penghampar Acuan Tetap
sederhana



6.16.3 Penghamparan Secara Manual

Gambar. 16.5.

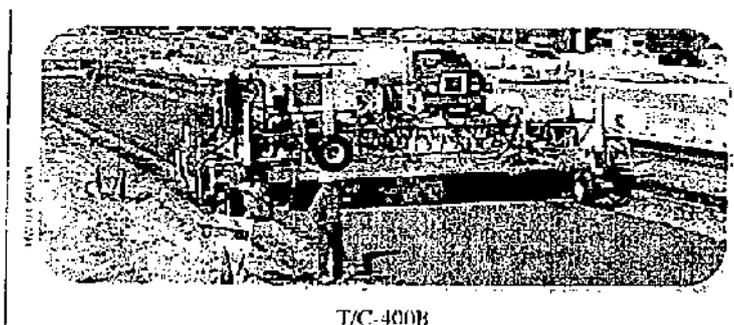
Pembuatan Lean Concrete secara manual



6.16.4 Pembentukan Tekstur Permukaan dan Perawatan

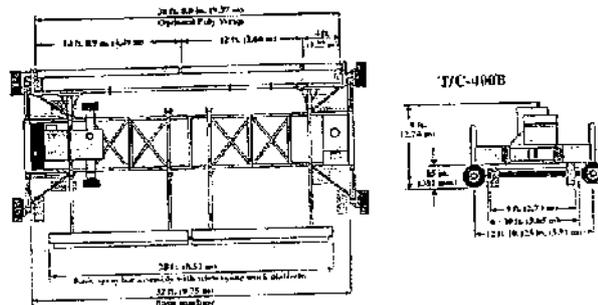
Gambar. 16.6.

Alat penyemprot curing compound dan grooving secara mekanis (TCM)



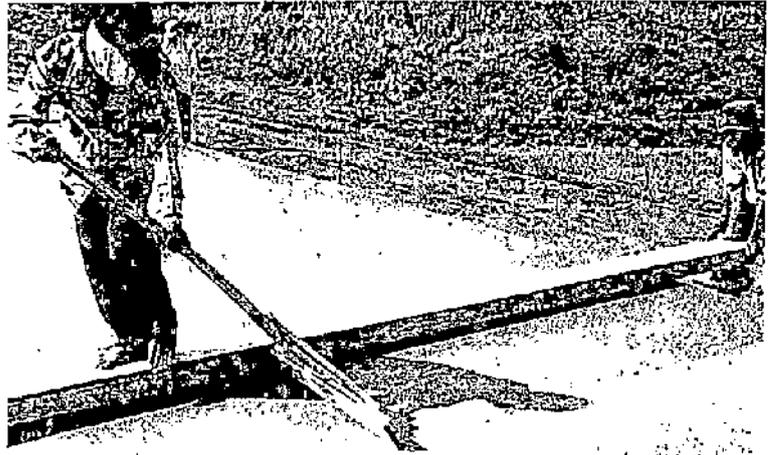
Gambar. 16.7.

Tampak atas dan potongan alat
peyemprot curing compound dan
grooving mekanis (TCM)



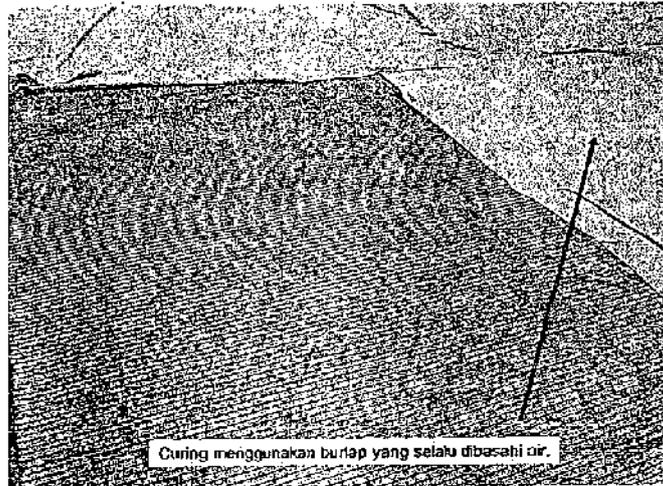
Gambar. 16.8.

Pembuatan grooving (macro
texturing) secara manual



Gambar. 16.9.

Perawatan (curing) beton
menggunakan burlap yang
selalu dibasahi air



6.16.6 Penggergajian (Saw Cutting) Sambungan

Gambar. 16.10.

Saw milling harus dilakukan antara
jam ke-4 dan jam ke-24



BAB VII

CAMPURAN BERASPAL PANAS

7.1. UMUM

Campuran Beraspal Panas ada 3 macam campuran antara lain, Latasir, Lataston dan Laston. Latasir terdiri dari dua kelas, lataston terdiri dari tiga kelas.

Laston (Lapis Aspal Beton) atau AC terdiri dari macam campuran :

- Laston Lapis Atas (AC-WC).
- Laston Lapis Pengikat (AC-BC).
- Laston Lapis Pondasi (AC-Base).

7.2. PERSIAPAN

Kontraktor harus menyiapkan / menyerahkan :

- Contoh seluruh bahan yang disetujui untuk digunakan.
- Setiap bahan aspal yang diusulkan Kontraktor untuk digunakan, berikut keterangan asal sumbernya bersama dengan data pengujian sifat-sifatnya.
- Rumus Perbandingan Campuran dan data pengujian yang mendukungnya, seperti yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 7.6*.
- Data pengujian laboratorium dan lapangan seperti yang disyaratkan dalam *Butir Nomer 7.10.4*.
- Peralatan yang akan digunakan.
- Sebelum memulai pekerjaan, kontraktor harus sudah menumpuk setiap fraksi agregat pecah dan pasir untuk campuran aspal, paling sedikit untuk kebutuhan satu bulan dan selanjutnya tumpukan persediaan harus dipertahankan paling sedikit untuk kebutuhan campuran aspal satu bulan berikutnya.

7.3. KONDISI CUACA YANG DIJINKAN UNTUK BEKERJA

Campuran Laston hanya bisa dihampar bila permukaan yang telah disiapkan keadaan kering dan tidak turun hujan.

7.4. PERBAIKAN CAMPURAN ASPAL YANG TIDAK MEMENUHI KETENTUAN

Lokasi dengan tebal atau kepadatan yang kurang dari yang disyaratkan, juga lokasi yang tidak memenuhi ketentuan dalam segi lainnya, perbaikannya meliputi pembongkaran dan penggantian, penambahan lapisan Campuran Aspal dan/atau perbaikan cara lain yang disetujui.

7.5. BAHAN

7.5.1. Agregat umum

- a. Agregat yang akan digunakan dalam pekerjaan harus sedemikian rupa agar campuran aspal, yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumus perbandingan campuran (lihat *Butir Normer 7.6.*), memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan dalam *Tabel 7.6.3.*
- b. Agregat tidak boleh digunakan sebelum disetujui terlebih dahulu.
- c. Dalam pemilihan sumber agregat, Kontraktor dianggap sudah memperhitungkan penyerapan aspal oleh agregat. Variasi kadar aspal akibat tingkat penyerapan aspal yang berbeda.
- d. Penyerapan air oleh agregat maksimum 3 %.

7.5.2. Agregat kasar

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan adalah yang tertahan ayakan No. 8 (2,36 mm) dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan dalam Tabel 7.5.2. di bawah ini.
- b. Fraksi agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan harus disiapkan dalam ukuran nominal tunggal. Ukuran maksimum (*maximum size*) agregat adalah satu ayakan yang lebih besar dari ukuran nominal maksimum (*nominal maximum size*). Ukuran nominal maksimum adalah satu ayakan yang lebih kecil dari ayakan pertama (teratas) dengan bahan tertahan kurang dari 10 %.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan dalam Tabel 7.5.2. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih. (Pennsylvania DoT's Test Method No.621).
- d. Agregat kasar yang kotor dan berdebu, yang mempunyai partikel lolos ayakan No. 200 (0,075 mm) lebih besar dari 1 % tidak boleh digunakan.
- e. Fraksi individu agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

Tabel 7.5.2. : Ketentuan agregat kasar

Pengujian	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407- 1994	Maks. 12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417- 1991	Maks. 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439- 1991	Min. 95 %
Angularitas	SNI 03-6877- 2002	95/90(*)
Partikel pipih dan lonjong (**)	ASTM D-4791	Maks. 10 %
Material lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142- 1996	Maks. 1 %

Catatan :

(*) 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

(**) Pengujian dengan perbandingan lengan alat uji terhadap poros 1 : 5.

- f. Batas-batas yang ditentukan dalam Tabel 7.5.2.
- g. Pembatasan lolos saringan No. 200 < 1%, pada saringan kering karena agregat kasar yang dilekati lumpur tidak dapat dipisahkan pada waktu pengeringan sehingga tidak dapat dilekati aspal.

8.5.3. Agregat halus

- a. Agregat halus harus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 8 (2,36 mm).
- b. Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
- c. Pasir boleh dapat digunakan dalam campuran aspal. Persentase maksimum yang disarankan untuk Laston (AC) adalah 10 %.
- d. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam *Butir Nomer 7.5.1*. Agar dapat memenuhi ketentuan Pasal ini batu pecah halus harus diproduksi dari batu yang bersih.
- e. Agregat pecah halus dan pasir harus dipasok ke Asphalt Mixing Plant (AMP) dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah sedemikian rupa sehingga rasio agregat pecah halus dan pasir dapat dikontrol dengan baik.
- f. Agregat halus harus mempunyai angularitas seperti yang disyaratkan *Tabel 7.5.3*.

Tabel 7.5.3. : Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50 %
Material Lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 8 %
Angularitas	SNI 03-6877-2002	Min 45 %

7.5.4. Bahan pengisi (*filler*) untuk campuran aspal

Bahan pengisi yang ditambahkan harus dari semen portland, bahan tersebut harus bebas dari bahan yang tidak dikehendaki dan tidak menggumpal.

Debu batu (*stonedust*) dan bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan penyaringan sesuai SNI 03-4142-1996 harus mengandung bahan yang lolos saringan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % dari yang lolos saringan No. 30 (600 micron) dan mempunyai sifat non plastis.

7.5.5. Gradasi agregat gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar Daerah Larangan (*Restriction Zone*) yang diberikan dalam Tabel 7.5.5. Gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas toleransi yang diberikan dalam Tabel 7.5.5.

Tabel 7.5.5. : Gradasi agregat untuk campuran aspal

Ukuran Saringan		% Berat Yang Lolos						
		Latasir (SS)		Lataston (HRS)		LASTON (AC) ²		
ASTM	(mm)	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	BC	Base
1½"	37,5							100
1"	25						100	90 - 100
¾"	19			100	100	100	90 - 100	Maks.90
½"	12,5			90 - 100	90 - 100	90 - 100	Maks.90	
3/8"	9,5		100	75 - 85	65 - 100	Maks.90		

No.4	4,75	100						
No.8	2,36			50 - 72 ¹	35 - 55 ¹	28 - 58	23 - 49	19 - 45
No.16	1,18							
No.30	0,600			35 - 60	15 - 35			
No.20	0,075	10 - 15	8 - 13	6 - 12	2 - 9	4 - 10	4 - 8	3 - 7
0								
						DAERAH LARANGAN		
No.4	4,75					-	-	39,5
No.8	2,36					39,1	34,6	26,8 - 30,8
No.16	1,18					25,6 - 31,6	22,3 - 28,3	18,1 - 24,1
No.30	0,600					19,1 - 23,1	16,7 - 20,7	13,6 - 17,6
No.50	0,300					15,5	13,7	11,4

Catatan :

1. Untuk HRS-WC dan HRS-Base, harus dijaga kesenjangannya, dimana paling sedikit 80% dari butiran yang lolos saringan No. 8 harus juga lolos saringan No. 30 (0,600 mm).
2. Untuk AC, digunakan titik kontrol gradasi agregat, berfungsi sebagai batas-batas rentang utama yang harus ditempati oleh gradasi-gradasi tersebut. Batas-batas gradasi ditentukan pada saringan ukuran nominal maksimum, saringan menengah (2,36 mm) dan saringan terkecil (0,075 mm).

7.5.6. Bahan aspal untuk campuran aspal

Aspal yang digunakan harus salah satu dari jenis Aspal Keras Pen 40, Aspal Keras Pen 60, Aspal Polimer, Aspal dimodifikasi dengan Asbuton dan Aspal Multigrade yang memenuhi persyaratan pada Tabel 7.5.6-1, Tabel 7.5.6-2, Tabel 7.5.6-3 dan Tabel 7.5.6-4, dan campuran yang dihasilkan harus memenuhi ketentuan campuran

14 sesuai dengan jenis campuran yang ditetapkan dalam Gambar Rencana atau petunjuk Direksi Teknik.

Pengambilan contoh aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 03-6399-2000. Pengambilan contoh bahan aspal dari setiap truk tangki harus dilaksanakan pada bagian atas, tengah, dan bawah. Contoh pertama yang diambil harus langsung diuji di laboratorium lapangan untuk memperoleh nilai penetrasi dan titik lembek. Aspal di dalam truk tangki tidak boleh dialirkan ke dalam tangki penyimpanan sebelum hasil pengujian tersebut memenuhi ketentuan dari Spesifikasi ini. Bilamana hasil pengujian tersebut lolos pengujian, tidak berarti aspal dari truk tangki yang bersangkutan diterima secara final kecuali aspal dan contoh yang mewakili telah memenuhi semua sifat-sifat aspal yang disyaratkan dalam Spesifikasi ini. Kegagalan dipenuhinya salah satu uji sebagai yang disyaratkan tetap menjadi tanggung jawab Penyedia Jasa.

Campuran beraspal harus diekstraksi dari benda uji sesuai dengan cara SNI 03-3640-1994. Setelah konsentrasi larutan aspal yang terekstraksi mencapai 200 ml, partikel mineral yang terkandung harus dipisahkan dengan alat sentrifugal. Pemisahan ini dianggap telah terpenuhi bilamana kadar abu dalam aspal yang diperoleh kembali tidak melebihi 1% (dengan pengapian). Aspal harus diperoleh kembali dari larutan sesuai dengan prosedur SNI 03-6894-2002.

Tabel 7.5.6-1 Persyaratan Aspal Keras Pen 40 dan Pen 60

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan	
			Pen 40	Pen 60
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	40 - 59	60 - 79
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	51 - 63	48 - 58
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	Min. 200	Min. 200
4.	Daktilitas 25 °C, cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100	Min. 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0	Min. 1,0

6	Kelarutan dalam Trichlor Etylen, % berat	RSNI M-04-2004	Min. 99	Min. 99
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	Maks. 0,8	Max. 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 58	Min. 54
9.	Daktiilitas setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2432-1991	-	Min. 50
10.	Uji noda aspal - Standar Naptha - Naptha Xylene - Hephthane Xylene	SNI 03-6885-2002	Negatif	Negatif
11	Kadar paraffin, %	SNI 03-3639-2002	Maks. 2	Maks. 2

Catatan : Apabila uji noda aspal disyaratkan, Direksi Teknik dapat menentukan salah satu pelarut yang akan digunakan.

Tabel 7.5.6-2 Persyaratan Aspal Polimer

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan	
			Plastomer	Elastomer
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	50 - 70	50 - 75
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	Min. 56	Min. 54
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	Min. 232	Min. 232
4.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0	Min. 1,0
5.	Kekentalan pada 135 ^o C, cSt	SNI 06-6721-2002	150-1500	Max.2000
6.	Stabilitas Penyimpanan pada 163 °C selama 48 jam, Perbedaan Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	Homogen*	Max. 2
7.	Kelarutan dalam Trichlor Etylen, % berat	RSNI M-04-2004	Min. 99	Min. 99
8	Penurunan Berat (dengan RTFOT), berat	SNI 06-2440-1991	Max. 1,0	Max. 1,0

9	Perbedaan Penetrasi setelah RTFOT, terhadap asli - Kenaikan penetrasi, 0,1 mm - Penurunan penetrasi, 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	Max 10 Max 20	Max 10 Max 20
10	Perbedaan Titik Lembek setelah RTFOT, terhadap asli - Kenaikan titik lembek, °C - Penurunan titik lembek, °C	SNI 06-2434-1991	Max 6,5 Max 2	Max 6,5 Max 2
11	Elastic recovery residu RTFOT, %	AASHTO T301-95	-	Min. 45

Catatan: Pada pelaksanaan test ini, jika ada perbedaan antara hasil test dengan spesifikasi, maka harus dilakukan analisis penyebabnya.

Tabel 7.5.6-3 Persyaratan Aspal Dimodifikasi Dengan Asbuton dan Bitumen Asbuton Modifikasi

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan	
			Aspal Dimodifikasi	Bitumen Asbuton Modifikasi
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	40 - 55	40-60
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	Min. 55	Min. 55
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	Min. 225	Min. 225
4.	Daktilitas; 25 °C, cm	SNI 06-2432-1991	Min. 50	Min. 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0	Min. 1,0
6.	Kelarutan dalam Trichlor Ethylen, % berat	RSNI M-04-2004	Min. 90	Min. 99
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), % berat	SNI 06-2440-1991	Max. 2	Max. 1
8.	Penetrasi setelah kehilangan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 55	Min. 65
9.	Daktilitas setelah TFOT, % asli	SNI 06-2432-1991	Min. 50	Min. 50
10	Mineral Lolos Saringan No. 100, %	SNI 03-1968-1990	Min. 90*	-

Tabel 7.5.6-4 Persyaratan Aspal Multigrade

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1.	Penetrasi, 25 °C; 100 gr; 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	50 - 70
2.	Titik Lembek, °C	SNI 06-2434-1991	Min. 55
3.	Titik Nyala, °C	SNI 06-2433-1991	Min. 225
4.	Daktilitas; 25 °C, cm	SNI 06-2432-1991	Min. 100
5.	Berat jenis	SNI 06-2441-1991	Min. 1,0
6.	Kelatan dalam Trichlor Etylen; % berat	RSNI M-04-2004	Min. 99
7.	Penurunan Berat (dengan TFOT), %berat	SNI 06-2440-1991	Max. 0,8
8.	Penetrasi setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2456-1991	Min. 60
9.	Daktilitas setelah penurunan berat, % asli	SNI 06-2432-1991	Min. 50

7.5.7. Bahan aditif untuk aspal

Aditif kelekatan dan anti pengelupasan harus ditambahkan ke dalam bahan aspal bilamana diperlukan dan disetujui. Persentase aditif yang diperlukan harus dicampurkan ke dalam bahan aspal sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya.

Aditif untuk campuran

Bilamana kualitas campuran beraspal yang menggunakan bahan pengikat Aspal Keras Pen 60 atau Pen 40 dipandang perlu ditingkatkan, maka sesuai persetujuan Direksi Pekerjaan dapat menambahkan aditif ke dalam campuran beraspal tersebut. Jenis aditif yang dapat digunakan adalah salah satu tipe Asbuton Butir yang memenuhi ketentuan

Pekerjaan. Takaran pemakaian aditif, metoda kerja proses pencampuran (di pugmill) serta waktu pencampurannya harus sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya.

Asbuton butir yang akan digunakan harus dalam kemasan kantong atau kemasan lain yang kedap air serta mudah penanganannya saat dicampur di ruang pencampur (pugmill) dan dapat tersebar secara merata/ homogen. Asbuton butir tersebut harus ditempatkan pada tempat yang kering dan beratap sehingga terlindung dari hujan atau sinar matahari langsung. Tinggi penimbunan asbuton butir tidak boleh lebih dari 2 meter.

Kemasan asbuton harus memiliki label yang jelas dan memuat informasi berikut:

- i) logo pabrik
- ii) kode pengenal antara lain tipe, berat, penetrasi bitumen, diameter butir dan kelas kadar bitumen asbuton harus tertera dengan jelas pada kantong dan satu kantong dengan kantong yang lain harus mempunyai sifat yang sama.

Tabel 7.5.6-5 Ketentuan Asbuton Butir

Sifat-sifat Asbuton	Metoda Pengujian	Tipe	Tipe	Tipe	Tipe
		5/20	15/20	15/25	20/25
Kadar bitumen asbuton; %	SNI 03-3640-1994	18-22	18 - 22	23-27	23 - 27
Ukuran butir asbuton butir					
- Lolos Saringan No 4 (4,75 mm); %	SNI 03-1968-1990				100
- Lolos Saringan No 8 (2,36 mm); %	SNI 03-1968-1990	100	100	100	Min 95
- Lolos Saringan No 16 (1,18 mm); %	SNI 03-1968-1990	Min 95	Min 95	Min 95	Min 75
Kadar air, %	SNI 06-2490-1991	Mak 2	Mak 2	Mak 2	Mak 2
Penetrasi aspal asbuton pada 25 °C, 100 g, 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	≤10	10 - 18	10 - 18	19 - 22

Keterangan:

1. Asbuton SNI/TSP - 5/20 Mak 2

2. Asbuton butir Tipe 15/20 :Kelas penetrasi 15 (0,1 mm) dan kelas kadar bitumen 20 %.
3. Asbuton butir Tipe 15/25 :Kelas penetrasi 15 (0,1 mm) dan kelas kadar bitumen 25 %.
4. Asbuton butir Tipe 20/25 :Kelas penetrasi 20 (0,1 mm) dan kelas kadar bitumen 25 %.

7.5.8. Sumber pasokan

Persetujuan sumber pemasokan agregat, aspal dan bahan pengisi (filler) serta asbuton butir (bila diperlukan) harus disetujui terlebih dahulu oleh Direksi Teknik sebelum pengiriman bahan. Contoh-contoh setiap jenis bahan harus diserahkan, seperti yang diperintahkan Direksi Pekerjaan, paling sedikit 30 hari sebelum usulan dimulainya pekerjaan.

7.6. CAMPURAN

7.6.1. Komposisi umum campuran

Campuran aspal terdiri dari agregat dan aspal. Filler yang ditambahkan boleh digunakan bilamana diperlukan untuk menjamin sifat-sifat campuran memenuhi ketentuan yang disyaratkan *Tabel 7.6.3-1* sampai *Tabel 7.6.3- 4*.

7.6.2. Kadar aspal dalam campuran

Persentase aspal yang aktual ditambahkan ke dalam campuran akan bergantung pada penyerapan agregat yang digunakan. Agregat yang berabsorpsi akan mempunyai variasi penyerapan yang lebih besar.

7.6.3. Prosedur rancangan campuran

- a. Sebelum diperkenankan untuk menghampar setiap campuran aspal, Kontraktor disyaratkan untuk menunjukkan semua usulan agregat dan campuran yang

dan juga dengan penghamparan campuran percobaan yang dibuat di instalasi pencampur aspal.

- b. Pengujian yang diperlukan meliputi analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air untuk semua agregat yang digunakan. Juga semua pengujian sifat-sifat agregat. Pengujian pada campuran aspal percobaan akan meliputi penentuan berat jenis maksimum campuran aspal sesuai SNI 03-6893-2002, pengujian sifat-sifat Marshall (RSNI M-01-2003) dan kepadatan membat (*refusal density*) campuran rancangan (BS 598 Part 104 - 1989).
- c. Contoh agregat diambil dari penampung panas (*hot bin*) untuk pencampur jenis takaran berat (*weight batching plant*) maupun pencampur dengan pemasok menerus (*continous feed plant*).
- d. Pengujian percobaan campuran laboratorium harus dilaksanakan dalam 3 langkah dasar berikut ini :

- i) **Memperoleh gradasi agregat yang cocok**

Suatu gradasi agregat yang cocok diperoleh dari penentuan persentase yang memadai dari setiap fraksi agregat yang dimulai dengan :

- i) Buat gradasi masing-masing fraksi agregat termasuk gradasi mineral asbuton bulir hasil ekstraksi (bila digunakan), kemudian buat gradasi campuran (memenuhi tabel 7.5.5)
- ii) Kalibrasi kapasitas bukaan pintu masing-masing bin dingin.
- iii) Periksa kadar air masing-masing fraksi agregat dari bin dingin dan hitung kadar air gabungan (campuran)
- iv) Buat rancangan bukaan pintu bin dingin sehingga gradasi agregat gabungan paling mendekati gradasi campuran.
- v) Tentukan rancangan kapasitas produksi UPA dengan menggunakan kadar air gabungan.

Bilamana campuran adalah HRS yang bergradasi halus (mendekati batas amplop atas), maka akan diperoleh Rongga dalam Agregat (VMA) yang lebih besar. Pasir halus yang digabung dengan agregat pecah harus mempunyai bahan antara 2,36 mm dan 600 mikron yang sesedikit mungkin. Bahan yang lolos saringan 2,36 mm dan juga tertahan saringan 600 mikron sebesar 20 % masih dapat diterima, akan lebih baik bila 10 - 15 %. Bahan bergradasi senjang harus memenuhi ketentuan dalam Tabel 7.5.5.

Campuran beraspal (AC) dapat dibuat bergradasi halus (mendekati batas titik-titik kontrol atas), tetapi akan sulit memperoleh Rongga dalam Agregat (VMA) yang disyaratkan. Lebih baik digunakan aspal beton bergradasi kasar (mendekati batas titik-titik kontrol bawah).

ii) **Membuat Rumus Campuran Rancangan (Design Mix Formula)**

Setelah dilakukan rancangan dingin, UPA dioperasikan tanpa pemberian aspal. Ambil contoh dari masing-masing bin panas kemudian lakukan pengujian analisa saringan. Buat gradasi campuran dengan menggabungkan gradasi agregat dari masing-masing bin panas tersebut termasuk gradasi mineral asbuton butir hasil ekstraksi (bila digunakan).

Lakukan rancangan dan pemadatan Marshall sampai mencapai (refusal).

Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus dibawah ini :

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% \text{ Filler}) + \text{Konstanta.}$$

dengan :

P_b = kadar aspal.

CA = agregat kasar.

FA = agregat halus.

Nilai konstanta adalah 0,5 - 1,0 tergantung pada jenis agregat.

Buatlah benda uji dengan kadar aspal di atas, dibulatkan mendekati 0,5 %, dengan 3 kadar aspal di atas dan 2 kadar aspal di bawah kadar aspal perkiraan awal yang sudah dibulatkan mendekati 0,5 % ini. (Contoh, bilamana rumus memberikan nilai 5,7 %, dibulatkan menjadi 5,5 %, buatlah benda uji dengan kadar aspal 5,5 %, dengan 6 %, 6,5 %, 7 %, dan 4,5 %, 5 %). Ukurlah berat isi benda uji, stabilitas Marshall, kelelahan dan stabilitas sisa setelah perendaman. Ukur atau hitunglah kepadatan benda uji pada rongga udara nol. Hitunglah rongga dalam agregat (VMA), rongga terisi aspal (VFB), dan rongga dalam campuran (VIM). Gambarkan semua hasil tersebut dalam grafik.

Buatlah benda uji tambahan dan dipadatkan sampai membal (*refusal*) dengan menggunakan prosedur PRD - BS 598 untuk 3 kadar aspal (1 yang memberikan rongga dalam agregat di atas 5 %, 1 yang 5 % dan 1 yang di bawah 5 %). Ukur berat isi benda uji dan/atau hitung kepadatan pada rongga udara nol.

Gambarkanlah batas-batas yang disyaratkan dalam grafik untuk setiap parameter yang terdaftar dalam *Tabel 7.6.3*, dan tentukan rentang kadar aspal yang memenuhi semua ketentuan. Gambarkan rentang ini dalam skala balok. Rancangan kadar aspal umumnya mendekati tengah-tengah rentang kadar aspal yang memenuhi semua parameter yang disyaratkan.

Suatu campuran yang cocok harus memenuhi semua kriteria dalam *Tabel 7.6.3* dengan suatu rentang kadar aspal praktis. Rentang kadar aspal untuk campuran aspal yang memenuhi semua kriteria rancangan harus mendekati

dimaksudkan untuk mengakomodir fluktuasi yang sesungguhnya dalam produksi campuran aspal.

Tabel 7.6.3-1 Ketentuan Sifat Campuran Latasir

Sifat-sifat Campuran		Latasir	
		Kelas A & B	
Jumlah tumbukan per bidang		50	
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	Min	3,0	
	Max	6,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	20	
Rongga terisi aspal (%)	Min	75	
Stabilitas Marshall (kg)	Min	200	
Pelelehan (mm)	Min	2	
	Max	3	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	80	
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C pada VIM ±7% ⁽⁴⁾	Min	80	

Tabel 7.6.3-2 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lataston

Sifat-sifat Campuran		Lataston	
		WC	BC
Jumlah tumbukan per bidang		75	
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	Min	3,0	
	Max	6,0	
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800	
Pelelehan (mm)	Min	3	

Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C pada VIM $\pm 7\%$ ⁽⁴⁾	Min	80
Rongga dalam campuran (%) pada ⁽²⁾ kepadatan membal (refusal)	Min	2

Tabel 7.6.3-3 Ketentuan Sifat Campuran Laston

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 ⁽¹⁾
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	Min	3,5		
	Max	5,5		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1500 ⁽¹⁾
	Max	-		-
Pelelehan (mm)	Min	3		5 ⁽¹⁾
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250		300
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C pada VIM $\pm 7\%$ ⁽⁴⁾	Min	80		
Rongga dalam campuran (%) pada ⁽²⁾ Kepadatan membal (refusal)	Min	2,5		

Tabel 7.6.3-4 Ketentuan Sifat Campuran Laston Dimodifikasi (AC Modified)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		WC Mod	BC Mod	Base Mod
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 ⁽¹⁾
Rongga dalam campuran (%) ⁽³⁾	Min	3,5		
	Max	5,5		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min	1000		1800 ⁽¹⁾
	Max	-		-
Pelelehan (mm)	Min	3		5 ⁽¹⁾
	Max	-		-
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	300		350
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C pada VIM ±7% ⁽⁴⁾	Min	80		
Rongga dalam campuran (%) pada ⁽²⁾	Min	2,5		
Kepadatan membal (refusal)				
Stabilitas Dinamis, Lintasan / mm ⁽⁵⁾	Min	2500		

Catatan :

1. Modifikasi Marshall (RSNI M-13-2004 atau lihat Lampiran 6,3 B)
2. Untuk menentukan kepadatan membal (refusal), penumbuk bergetar (vibratory hammer) disarankan digunakan untuk menghindari pecahnya butiran agregat dalam campuran. Jika digunakan penumbukan manual jumlah tumbukan per bidang harus 600 untuk cetakan berdiameter 6 in dan 400 untuk cetakan berdiameter 4 in
3. Rongga dalam campuran (%)

4. Untuk mendapatkan VIM 7%, buat benda uji Marshall dengan variasi tumbukan, misal 2x40, 2x50, 2x60 dan 2x75 tumbukan. Kemudian dari masing-masing benda uji tersebut, hitung nilai VIM nya dan buat hubungan antara jumlah tumbukan dan VIM. Dari grafik tersebut dapat diketahui jumlah tumbukan yang memiliki nilai VIM 7%, kemudian lakukan pengujian Stabilitas Marshall Sisa.
5. Pengujian dengan alat Wheel Tracking Machine (WTM) pada Temperatur 60°C dan prosedur pengujian sesuai Manual for Design and Construction of Asphalt Pavement -Japan Road Association, JRA (1980).

7.6.4. Rumus Campuran Rancangan (Design Mix Formula)

Paling sedikit 30 hari sebelum dimulainya pekerjaan aspal, Penyedia Jasa harus menyerahkan secara tertulis kepada Direksi Pekerjaan, usulan Formula Campuran Rancangan (DMF) untuk campuran yang akan digunakan dalam pekerjaan yang mencakup :

- i) Ukuran nominal maksimum partikel.
- ii) Sumber-sumber agregat.
- iii) Persentase setiap fraksi agregat yang akan digunakan Penyedia Jasa, pada penampung dingin dan penampung panas.
- iv) Gradasi agregat gabungan yang memenuhi gradasi yang disyaratkan dalam Tabel 6.3.2-4.
- v) Kadar aspal total dan efektif terhadap berat total campuran.
- vi) Temperatur pencampuran.

Penyedia Jasa harus menyediakan data dan grafik campuran percobaan laboratorium untuk menunjukkan bahwa campuran memenuhi semua kriteria sesuai jenis campuran yang direncanakan dalam salah satu Tabel 7.6.3-2 sampai dengan Tabel 7.6.3-4. Sifat-sifat benda uji yang sudah dipadatkan harus dihitung menggunakan metode dan rumus yang ditunjukkan oleh PCMSM 01 2000-1, PCMSM 02 2000-1,

Dalam 7 (tujuh) hari Direksi Teknik akan :

- i) Menerima usulan tersebut jika memenuhi Spesifikasi dan mengizinkan Penyedia Jasa untuk melakukan percobaan pelaksanaan.
- ii) Menolak usulan tersebut jika tidak memenuhi Spesifikasi.

Selanjutnya Penyedia Jasa harus melakukan percobaan campuran baru dengan biaya sendiri untuk memperoleh suatu campuran rancangan yang memenuhi Spesifikasi. Direksi Teknik, dapat memberikan saran kepada Penyedia Jasa untuk memodifikasi sebagian rumus rancangannya atau mencoba agregat lainnya.

Bagaimanapun juga pembuatan suatu rumus campuran rancangan yang memenuhi ketentuan merupakan tanggungjawab Penyedia Jasa.

7.6.5. Rumus Perbandingan Campuran (Job Mix Formula)

- i) Segera setelah Formula Campuran Rancangan (DMF) disetujui oleh Direksi Pekerjaan, Penyedia Jasa harus melakukan penghamparan percobaan paling sedikit 50 ton. Penyedia Jasa harus menunjukkan bahwa setiap alat laik kerja, paver mampu menghampar bahan sesuai dengan tebal yang disyaratkan tanpa segregasi, tergores, dsb. dan kombinasi penggilas dan jumlah gilasan yang diusulkan untuk mampu mencapai kepadatan yang disyaratkan serta memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam spesifikasi ini.

Contoh campuran harus dibawa ke laboratorium dan digunakan untuk membuat benda uji Marshall maupun untuk pematangan membal (refusal). Hasil pengujian ini harus dibandingkan dengan ketentuan sifat campuran yang dipilih sesuai Tabel 6.3.2-11 sampai dengan Tabel 6.3.2-14. Bilamana percobaan tersebut gagal memenuhi Spesifikasi pada salah satu ketentuannya maka perlu dilakukan penyesuaian dan percobaan harus diulang kembali. Direksi Pekerjaan tidak akan

sebelum penghamparan percobaan yang dilakukan memenuhi semua ketentuan dan disetujui.

- ii) Dua belas benda uji Marshall harus dibuat dari campuran yang digunakan dalam penghamparan percobaan dan diambil dari Unit Pencampur Aspal atau dari muatan truk di Unit Pencampur Aspal untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium dalam kotak yang terbungkus rapi. Benda uji Marshall harus dicetak dan dipadatkan pada viskositas yang disyaratkan dalam Tabel 6.3.3-1 dan menggunakan jumlah penumbukan yang disyaratkan. Dari dua belas benda uji yang memenuhi ketentuan salah satu dari Tabel 6.3.2-11 sampai Tabel 6.3.2-14 dirata-ratakan untuk menjadi Kepadatan Standar Kerja (Job Standard Density), yang selanjutnya digunakan sebagai rujukan kepadatan campuran beraspal terhampar dalam pekerjaan.
- iii) Percobaan campuran di Unit Pencampur Aspal (UPA) dan percobaan pelaksanaan yang memenuhi ketentuan disetujui sebagai Formula Campuran Kerja (JMF).

7.6.6. Penerapan rumus perbandingan campuran dan toleransi yang diijinkan

- a. Seluruh campuran yang dihampar dalam pekerjaan harus sesuai dengan Rumus Perbandingan Campuran, dalam batas rentang toleransi yang disyaratkan dalam Tabel 7.6.6. di bawah ini.
- b. Setiap hari akan diambil benda uji baik bahan maupun campurannya seperti yang digariskan dalam *Butir Nomer 7.10.3.* dan *7.10.4.* atau benda uji tambahan

Tabel 7.6.6. : Toleransi komposisi campuran

Agregat gabungan lolos ayakan	Toleransi komposisi campuran
Sama atau lebih besar dari 2,36 mm	$\pm 5\%$ berat total agregat
2,36 mm sampai No. 50	$\pm 3\%$ berat total agregat
No. 100 dan tertahan No. 200	$\pm 2\%$ berat total agregat
No. 200	$\pm 1\%$ berat total agregat

Kadar aspal	Toleransi
Kadar aspal	$\pm 0,3\%$ berat total campuran

Temperatur campuran	Toleransi
Bahan meninggalkan AMP dan dikirim ke tempat penghamparan	$\pm 10^\circ\text{C}$

- c. Bilamana setiap bahan pokok memenuhi batas-batas yang diperoleh dari Rumus Perbandingan Campuran (JMF) dan toleransi yang diijinkan, tetapi menunjukkan perubahan yang konsisten dan sangat berarti atau perbedaan yang tidak dapat diterima atau jika sumber setiap bahan berubah, maka suatu Rumus Perbandingan Campuran (JMF) baru harus diserahkan / dibuat, sebelum campuran selesai.

d. Interpretasi toleransi yang diijinkan

Batas-batas absolut yang ditentukan oleh Rumus Perbandingan Campuran maupun Toleransi yang diijinkan menunjukkan bahwa Penyedia Jasa harus bekerja dalam batas-batas yang digariskan pada setiap saat. Adanya batas-batas toleransi tidak berarti gradasi pelaksanaan boleh keluar dari titik-titik kontrol dan memotong daerah larangan (*restricted zone*).

e. Lapisan Perata

Atas persetujuan Direksi Pekerjaan, maka setiap jenis campuran dapat digunakan sebagai lapisan perata dengan sebutan Laston Lapis Aus Perata (HRS-WC L), Laston Lapis Permukaan Antara Perata (HRS-BC L), Laston Lapis Aus Perata (AC-WC L), Laston Lapis Permukaan Antara Perata (AC-BC L), Laston Lapis Fondasi Perata (AC-Base L), Laston Lapis Aus Modifikasi Perata (AC-WC Mod L), Laston Lapis Permukaan Antara Modifikasi Perata (AC-BC Mod L) dan Laston Lapis Fondasi Modifikasi Perata (AC-Base Mod L).

7.7. KETENTUAN INSTALASI PENCAMPUR ASPAL (AMP)

7.7.1. Umum

Instalasi pencampur aspal (*Asphalt Mixing Plant / AMP*) dapat berupa pusat pencampuran dengan sistem penakaran (*batching*) atau sistem menerus (*continuous*), harus memiliki kapasitas yang cukup untuk memasok mesin penghampar (*asphalt finisher*) secara terus menerus bilamana menghampar campuran pada kecepatan normal dan ketebalan yang dikehendaki. Instalasi ini harus dirancang, dikoordinasi

AMP harus dipasang di lokasi yang jauh dari pemukiman dan disetujui sehingga tidak mengganggu ataupun protes dari penduduk di sekitarnya.

AMP harus dilengkapi dengan alat pengumpul debu (*dust collector*) yang lengkap yaitu sistem pusaran kering (*dry cyclone*) dan pusaran basah (*wet cyclone*) sehingga tidak menimbulkan pencemaran debu ke atmosfer. Bilamana salah satu sistem di atas rusak atau tidak berfungsi maka instalasi pencampur aspal tidak boleh dioperasikan. Alat pengumpul debu dapat digunakan juga untuk pengendalian material debu yang tidak memenuhi ketentuan.

7.7.2. Timbangan pada instalasi pencampuran

- Timbangan untuk setiap kotak timbangan atau penampung (*hopper*) harus berupa jenis jam (pembacaan jarum) tanpa pegas dan merupakan produksi standar serta dirancang dengan ketelitian berkisar antara 0,5 sampai 1 % dari beban maksimum yang diperlukan.
- Ujung jarum harus dipasang sedekat mungkin dengan permukaan jam dan harus berupa jenis yang bebas dari paralaks (pembiasan sinar) yang berlebihan. Timbangan harus dilengkapi dengan tanda (skala) yang dapat disetel untuk mengukur berat masing-masing bahan yang akan ditimbang pada setiap kali pencampuran. Timbangan harus terpasang kokoh dan bilamana mudah berubah harus segera diganti. Semua jam (pembacaan jarum) timbangan harus diletakkan sedemikian hingga mudah terlihat oleh operator pada setiap saat.
- Timbangan yang digunakan untuk menimbang bahan aspal harus memenuhi ketentuan untuk timbangan ...

timbangan tidak boleh melebihi dari 1 kg dan harus memiliki kapasitas 2 kali lebih besar dari bahan yang akan ditimbang serta harus dapat dibaca sampai 1 kg yang terdekat.

- Bilamana dianggap perlu, maka timbangan yang telah disetujui pun tetap akan diperiksa berulang kali sehingga ketepatannya dapat selalu dijamin. Kontraktor harus senantiasa menyediakan tidak kurang dari 10 buah beban standar 20 kg untuk pemeriksaan semua timbangan.

7.7.3. Perlengkapan untuk penyiapan bahan aspal

Tangki penyimpan bahan aspal harus dilengkapi dengan pemanas yang dapat dikendalikan dengan efektif dan handal sampai suatu temperatur dalam rentang yang disyaratkan. Pemanasan harus dilakukan melalui kumparan uap (*steam coils*), listrik, atau cara lainnya sehingga api tidak langsung memanasi tangki pemanas. Sirkulasi bahan aspal harus yang lancar dan terus menerus selama periode pengoperasian. Temperatur bahan aspal yang disyaratkan di dalam pipa, meteran, ember penimbang, batang semprot, dan tempat-tempat lainnya dari sistem saluran, harus dipertahankan baik dengan selimut uap (*steam jackets*) ataupun cara isolasi lainnya. Dengan persetujuan terlebih dahulu, bahan aspal boleh dipanaskan terlebih dahulu di dalam tangki dan kemudian temperatur dinaikkan sampai temperatur yang disyaratkan dengan menggunakan alat pemanas *booster* (penguat) yang berada diantara tangki dan alat pencampur.

Apabila akan digunakan aspal yang dimodifikasi dengan asbuton, maka ketel aspal harus dilengkapi dengan pengaduk yang bisa menjamin homogenitas campuran beraspal.

Daya tampung tangki penyimpanan minimum adalah 30.000 liter dan paling sedikit harus disediakan dua tangki yang berkapasitas sama. Tangki-tangki tersebut harus dihubungkan ke sistem sirkulasi sedemikian rupa agar masing-masing tangki dapat diisolasi secara terpisah tanpa mengganggu sirkulasi aspal ke alat pencampur.

7.7.4. Pemasok untuk mesin pengering (*feeder for drier*)

Pemasok yang terpisah untuk masing-masing agregat harus disediakan. Pemasok untuk agregat halus harus dari jenis belt. Jenis lain diperkenankan hanya jika pemasok tersebut dapat menyalurkan bahan basah pada kecepatan yang tetap tanpa menyebabkan terjadinya penyumbatan. Seluruh pemasok (*feeder*) harus dikalibrasi. Buka-pintu dan pengatur kecepatan untuk setiap perbandingan campuran yang telah disetujui harus ditunjukkan dengan jelas pada pintu-pintu dan pada perlengkapan panel pengendali. Sekali ditetapkan, kedudukan pemasok tak boleh diubah tanpa persetujuan.

7.7.5. Alat pengering (*drier*)

Pemasok yang terpisah untuk masing-masing agregat harus disediakan. Pemasok untuk agregat halus harus dari jenis ban berjalan. Atas persetujuan Direksi Teknik, jenis lain diperkenankan hanya jika pemasok tersebut dapat menyalurkan bahan basah pada kecepatan yang tetap tanpa menyebabkan terjadinya penyumbatan dan penggumpalan. Seluruh pintu penampung (*bin gate*) harus dikalibrasi. Buka-pintu dan pengatur kecepatan harus dapat diluar untuk setiap perbandingan campuran

yang telah disetujui. Sekali ditetapkan, kedudukan pintu tidak boleh diubah tanpa persetujuan dari Direksi Teknik.

7.7.6. Ayakan

Ayakan harus mampu mengayak seluruh agregat sampai ukuran dan proporsi yang disyaratkan dan memiliki kapasitas normal sedikit di atas kapasitas penuh alat pencampur. Ayakan harus memiliki efisiensi pengoperasian yang sedemikian rupa sehingga agregat yang tertampung dalam setiap penampung (*bin*) tidak mengandung lebih dari 10 % bahan yang berukuran terlampau besar (*oversize*) atau terlampau kecil (*undersize*).

- Ukuran nominal maksimum dalam setiap penampung panas adalah ukuran anyaman kawat dari ayakan terakhir, setelah melewati ayakan ini agregat lolos masuk ke penampung panas.
- Ukuran nominal minimum dalam setiap penampung panas adalah ukuran anyaman kawat dari ayakan, sebelum ayakan ini agregat dapat lolos masuk ke penampung panas (sebenarnya agregat juga dapat lolos melewati ayakan ini).

Agregat yang terlalu besar (*oversize*), dalam penampung panas, secara tidak langsung mengauskan atau merusak ayakan. Agregat yang terlalu kecil (*undersize*) secara tidak langsung dapat menyebabkan muatan berlebih (*overload*) pada ayakan.

7.7.7. Penampung panas (*hotbin*)

Penampung panas harus berkapasitas cukup dalam melayani alat pencampur bila dioperasikan dengan kapasitas penuh. Jumlah penampung minimum 3 buah sehingga dapat menjamin penyimpanan yang terpisah untuk masing-masing fraksi agregat, tidak termasuk bahan pengisi (*filler*). Setiap penampung panas harus dilengkapi dengan pipa pembuang yang ukuran maupun letaknya sedemikian rupa sehingga dapat mencegah masuknya kembali bahan ke dalam penampung lainnya. Penampung harus dibuat sedemikian rupa agar benda uji dapat mudah diambil

7.7.8. Unit pengendali aspal

- Perlengkapan pengendali aspal yang handal, baik jenis penimbangan ataupun meteran harus disediakan untuk memperoleh jumlah bahan aspal yang tepat untuk campuran aspal dengan rentang toleransi yang disyaratkan dalam rumus perbandingan campuran.
- * Untuk instalasi pencampuran sistem penakaran (*batching plant*), perangkat timbangan atau meteran harus dapat menyediakan kuantitas aspal rancangan untuk setiap penakaran campuran. Untuk instalasi pencampuran sistem menerus (*continuous plant*), pompa meteran aspal haruslah jenis rotasi dengan sistem pengaliran yang handal serta memiliki susunan nozel penyemprot yang teratur pada alat pencampur. Kecepatan jalan dari pompa harus disinkronkan dengan aliran agregat ke alat pencampur dengan pengendali kunci otomatis, dan perangkat ini harus akurat dan mudah disetel. Perlengkapan untuk memeriksa

7.7.9. **Perlengkapan pengukur panas**

- Termometer baja yang dapat dibaca dari 100 °C sampai 200 °C harus dipasang di tempat mengalirnya pasokan aspal dekat katup pengeluaran (*discharge*) pada alat pencampur.
- Instalasi juga harus dilengkapi dengan termometer, baik jenis arloji (pembacaan jarum), air raksa (*mercury-actuated*), pyrometer listrik ataupun perlengkapan pengukur panas lainnya yang disetujui, yang dipasang pada corong pengeluaran dari alat pengering untuk mencatat secara otomatis atau menunjukkan temperatur agregat yang dipanaskan. Sebuah termo elemen (*thermo couple*) atau bola sensor (*resistance bulb*) harus dipasang di dekat dasar penampung (*bin*) untuk mengukur temperatur agregat halus sebelum memasuki alat pencampur.

7.7.10. **Pengumpul debu (*dust collector*)**

Instalasi pencampuran harus dilengkapi dengan alat pengumpul debu yang dibuat sedemikian rupa agar dapat membuang atau mengembalikan secara merata ke elevator, baik seluruh maupun sebagian bahan yang dikumpulkan.

7.7.11. **Pengendali waktu pencampuran**

Instalasi harus dilengkapi dengan perlengkapan yang handal untuk mengendalikan waktu pencampuran dan menjaga waktu pencampuran tetap konstan.

7.7.12. **Timbangan dan rumah timbang**

Timbangan dan rumah timbang harus disediakan untuk menimbang truk bermuatan yang siap dikirim ke tempat penghamparan. Timbangan tersebut harus memenuhi

7.7.13. Ketentuan Keselamatan Kerja

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

7.7.14. Ketentuan khusus untuk AMP sistem penakaran (*Batching Plant*)

a. Kotak penimbang atau penampung (*tropper*)

Instalasi harus memiliki perlengkapan yang akurat dan otomatis (bukan manual) untuk menimbang masing-masing fraksi agregat dalam kotak penimbang atau penampung yang terletak di atas timbangan dan berkapasitas cukup untuk setiap penakaran tanpa perlu adanya perataan dengan tangan atau tumpah karena penuh. Kotak penimbang atau penampung harus ditunjang pada titik tumpu dan penopang tipis, yang

atau setelahnya. Semua tepi-tepi, ujung-ujung dan sisi-sisi penampung timbangan harus bebas dari sentuhan setiap batang penahan dan batang kolom atau perlengkapan lainnya yang akan mempengaruhi fungsi penampung yang sebenarnya. Ruang bebas yang memadai antara penampung dan perangkat pendukung harus tersedia sehingga dapat dihindari terisinya celah tersebut oleh bahan-bahan yang tidak dikehendaki. Pintu pengeluaran (*discharge gate*) kotak penimbang harus terletak sedemikian rupa agar agregat tidak mengalami segregasi saat dituang ke dalam alat pencampur dan harus tertutup rapat bilamana penampung dalam keadaan kosong sehingga tidak terdapat kebocoran bahan yang akan masuk ke dalam alat pencampur pada saat proses penimbangan campuran berikutnya.

b. Alat pencampur (*mixer*)

- Alat pencampur sistem penakaran (*batch*) adalah jenis pengaduk putar ganda (*twin pugmill*) yang disetujui dan mampu menghasilkan campuran yang seragam dan memenuhi toleransi rumus perbandingan campuran. Alat pencampur harus dipanasi dengan selubung uap, minyak panas, atau cara lainnya yang disetujui. Alat pencampur harus dirancang sedemikian rupa agar memudahkan pemeriksaan visual terhadap campuran. Alat pencampur harus memiliki kapasitas minimum 1 ton dan harus dibuat sedemikian rupa agar kebocoran yang mungkin terjadi dapat dicegah. Kotak pencampur harus dilengkapi dengan penutup debu untuk mencegah hilangnya kandungan debu.

- Alat pencampur harus memiliki suatu perangkat pengendali waktu yang akurat untuk mengendalikan kegiatan dalam 1 siklus pencampuran yang lengkap dari penguncian pintu kotak timbangan setelah pengisian ke alat pencampur sampai penutupan pintu alat pencampur pada saat selesainya siklus tersebut. Perangkat pengendali waktu harus dapat mengunci ember aspal selama periode pencampuran kering maupun basah. Periode pencampuran kering didefinisikan sebagai interval waktu antara pembukaan pintu kotak timbangan dan waktu dimulainya pemberian aspal. Periode pencampuran basah didefinisikan sebagai interval waktu antara penyemprotan bahan aspal ke dalam agregat dan saat pembukaan pintu alat pencampur.
- Perangkat pengendali waktu harus dapat disetel untuk suatu interval waktu tidak lebih dari 5 detik sampai dengan 3 menit untuk keseluruhan siklus. Penghitung (*counter*) mekanis penakar harus dipasang sebagai bagian dari perangkat pengendali waktu dan harus dirancang sedemikian rupa sehingga hanya mencatat penakaran yang telah selesai dicampur.
- Alat pencampur harus dilengkapi pedal (*paddle*) atau pisau (*blade*) dengan jumlah yang cukup dan dipasang dengan susunan yang benar untuk menghasilkan campuran yang benar dan seragam. Ruang bebas antara pisau-pisau (*blades*) dengan bagian yang tidak bergerak maupun yang bergerak harus tidak melebihi 2 cm, kecuali bilamana ukuran nominal maksimum agregat yang digunakan lebih besar dari 25 mm. Bilamana digunakan agregat yang memiliki ukuran nominal maksimum lebih besar dari

25 mm, maka ruang bebas ini harus disetel sedemikian rupa agar agregat kasar tidak pecah selama proses pencampuran.

7.7.15. Ketentuan khusus untuk AMP sistem menerus (*Continuous Mixing Plant*)

a. Unit pengendali gradasi

- Instalasi harus memiliki perlengkapan untuk mengatur proporsi agregat yang akurat dan otomatis (bukan manual) dalam setiap penampung (*bin*) baik dengan penimbangan maupun dengan pengukuran volume.
- Unit ini harus mempunyai sebuah pemasok (*feeder*) yang dipasang di bawah penampung (*bin*). Masing-masing penampung (*bin*) harus memiliki pintu bukaan yang dapat disetel untuk menyesuaikan volume bahan yang keluar dari masing-masing lubang pintu penampung (*bin*). Lubang tersebut harus berbentuk persegi panjang, kira-kira berukuran 20 cm x 25 cm, dengan salah satu sisinya dapat disetel secara mekanis dan dilengkapi dengan pengunci.
- Masing-masing lubang pintu penampung harus dilengkapi dengan ukuran berskala yang menunjukkan bukaan pintu dalam cm.

b. Kalibrasi berat pemasokan agregat

Instalasi ini harus dilengkapi kotak-kotak pengambilan benda uji untuk kalibrasi bukaan pintu dengan cara memeriksa berat benda uji yang mengalir keluar dari setiap penampung sesuai dengan bukaan pintunya. Benda uji harus mudah diperoleh dengan berat tidak kurang dari 50 kg. Sebuah timbangan datar yang akurat dengan kapasitas 150 kg atau lebih harus disediakan.

c. **Sinkronisasi pemasokan agregat dan aspal**

Suatu perlengkapan yang handal harus tersedia untuk memperoleh pengendalian yang tepat antara aliran agregat dari penampung dengan aliran aspal dari meteran atau sumber pengatur lainnya.

d. **Alat pencampur pada sistem menerus.**

Alat pencampur sistem menerus (*continuous*) adalah jenis pengaduk putar ganda (*twin pugmill*) yang disetujui dan mampu menghasilkan campuran yang seragam dan memenuhi toleransi rumus perbandingan campuran. Pedal (*paddle*) haruslah dari jenis yang sudut pedalnya dapat disetel, baik posisi searah maupun berlawanan arah dengan arah aliran campuran. Alat pencampur harus dilengkapi dengan sekat baja yang dapat disetel dengan data volume neto untuk berbagai ketinggian sekat dan grafik yang disediakan pabrik pembuatnya yang menunjukkan jumlah pasokan agregat per menit pada kecepatan jalan instalasi.

Penetapan waktu pencampuran harus dengan metode berat, menggunakan rumus sebagai berikut : (beratnya harus ditentukan untuk pekerjaan tersebut dengan pengujian).

$$T = \frac{C}{Q}$$

dengan :

T = Waktu pencampuran (detik)

C = Kapasitas penuh alat pencampur (kg)

Q = Produksi alat pencampur (kg/det)

e. **Penampung (hopper)**

Alat pencampur harus dilengkapi dengan sebuah penampung pada bagian pengeluaran, dengan ukuran serta rancangan yang tidak akan mengakibatkan terjadinya segregasi. Setiap elevator yang digunakan untuk memuat campuran aspal ke dalam bak truk harus memiliki penampung yang memenuhi ketentuan.

7.7.16. Peralatan pengangkut

- Truk untuk mengangkut campuran aspal harus mempunyai bak terbuat dari logam yang rapat, bersih dan rata, yang telah disemprot dengan sedikit air sabun, minyak bakar yang tipis, minyak parafin, atau larutan kapur untuk mencegah melekatnya campuran aspal pada bak. Setiap genangan minyak pada lantai bak truk hasil penyemprotan sebelumnya harus dibuang sebelum campuran aspal dimasukkan dalam truk. Tiap muatan harus ditutup dengan kanvas / terpal atau bahan lainnya yang cocok dengan ukuran yang sedemikian rupa agar dapat melindungi campuran aspal terhadap cuaca.
- Truk yang menyebabkan segregasi yang berlebihan pada campuran aspal akibat sistem pegas atau faktor penunjang lainnya, atau yang menunjukkan kebocoran oli yang nyata, atau yang menyebabkan keterlambatan yang tidak semestinya, harus dikeluarkan dari pekerjaan sampai kondisinya diperbaiki.
- Bilamana dianggap perlu, bak truk hendaknya diisolasi dan seluruh penutup harus diikat kencang agar campuran aspal yang tiba di lapangan pada temperatur yang disyaratkan.
- Jumlah truk untuk mengangkut campuran aspal harus cukup dan dikelola sedemikian rupa sehingga peralatan penghampar dapat beroperasi secara

Penghampar yang sering berhenti dan berjalan lagi akan menghasilkan permukaan yang tidak rata sehingga tidak memberikan kenyamanan bagi pengendara serta mengurangi umur rencana akibat beban dinamis. Kontraktor tidak diijinkan memulai penghamparan sampai minimum terdapat 3 truk di lapangan yang siap memasok campuran aspal ke peralatan penghampar. Kecepatan peralatan penghampar harus dioperasikan sedemikian rupa sehingga jumlah truk yang digunakan untuk mengangkut campuran aspal setiap hari dapat menjamin berjalannya peralatan penghampar secara menerus tanpa henti.

7.7.17. Peralatan penghampar dan pembentuk (*asphalt finisher*)

- Peralatan penghampar dan pembentuk harus penghampar mekanis bermesin sendiri yang disetujui, yang mampu menghampar dan membentuk campuran aspal sesuai dengan garis, kelandaian serta penampang melintang yang diperlukan.
- Alat penghampar harus dilengkapi dengan penampung dan 2 ulir pembagi dengan arah gerak yang berlawanan untuk menempatkan campuran aspal secara merata di depan *screed* (sepatu) yang dapat disetel. Peralatan ini harus dilengkapi dengan perangkat kemudi yang dapat digerakkan dengan cepat dan efisien dan harus mempunyai kecepatan jalan mundur seperti halnya maju. Penampung (*hopper*) harus mempunyai sayap-sayap yang dapat dilipat pada saat setiap muatan campuran aspal hampir habis untuk menghindari sisa bahan yang sudah mendingin di dalamnya.
- Alat penghampar harus mempunyai perlengkapan mekanis seperti *equalizing runners* (penyeimbang), *straightedge runners* (mistar lurus), *evener arms* (lengan perata), atau perlengkapan lainnya untuk mempertahankan ketepatan kelandaian

dan kelurusan garis tepi perkerasan tanpa perlu menggunakan acuan tepi yang tetap (tidak bergerak).

- Alat penghampar harus dilengkapi dengan *screed* (sepatu) baik dengan jenis penumbuk (*tamper*) maupun jenis vibrasi dan perangkat untuk memanasi *screed* (sepatu) pada temperatur yang diperlukan untuk menghampar campuran aspal tanpa menggusur atau merusak permukaan hasil hamparan.
- Istilah *screed* (sepatu) meliputi pemangkasan, penekanan, atau tindakan praktis lainnya yang efektif untuk menghasilkan permukaan akhir dengan kerataan atau tekstur yang disyaratkan, tanpa terbelah, tergeser atau beralur.
- Bilamana selama pelaksanaan, hasil hamparan peralatan penghampar dan pembentuk meninggalkan bekas pada permukaan atau cacat atau ketidak-rataan permukaan lainnya yang tidak diperbaiki dalam waktu pengoperasian yang ditentukan, maka penggunaan peralatan tersebut harus dihentikan dan peralatan penghampar dan pembentuk lainnya yang memenuhi ketentuan harus disediakan oleh Kontraktor.

7.7.18. Peralatan pemadat

- a. Setiap alat penghampar harus disertai 2 alat pemadat roda baja (*tandem roller*) dan 1 alat pemadat roda karet (*Pneumatic Tire Roller*). Semua alat pemadat harus mempunyai tenaga penggerak sendiri.
- b. Alat pemadat roda karet harus dari jenis yang disetujui dan memiliki tidak kurang dari sembilan roda yang permukaannya halus dengan ukuran yang sama dan mampu dioperasikan pada tekanan ban pompa 6,0 - 6,5 kg/cm² (85 - 90 psi). Roda-roda harus berjarak sama satu sama lain pada kedua sumbu dan diatur sedemikian rupa sehingga tengah-tengah roda pada sumbu yang satu terletak di

dipertahankan tekanan pompanya pada tekanan operasi yang disyaratkan sehingga selisih tekanan pompa antara dua roda tidak melebihi $0,35 \text{ kg/cm}^2$ (5 psi). Suatu perangkat pengukur tekanan ban harus disediakan untuk memeriksa dan menyetel tekanan ban pompa di lapangan pada setiap saat. Untuk setiap ukuran dan jenis ban yang digunakan, Kontraktor harus memberikan data grafik atau tabel yang menunjukkan hubungan antara beban roda, tekanan ban pompa, tekanan pada bidang kontak, lebar dan luas bidang kontak. Setiap alat pemadat harus dilengkapi dengan suatu cara penyetelan berat total dengan pengaturan beban (*ballasting*) sehingga beban per lebar roda dapat diubah dari 300 - 375 kg per 0,1 m. Tekanan dan beban roda harus dapat disetel, agar dapat memenuhi ketentuan setiap aplikasi khusus. Pada umumnya pemadatan dengan alat pemadat roda karet pada setiap lapis campuran aspal harus dengan tekanan yang setinggi mungkin yang masih dapat dipikul bahan.

- c. Alat pemadat roda baja yang bermesin sendiri dapat dibagi atas 2 jenis :
- Alat pemadat dua roda, tandem
 - Alat pemadat tandem dengan 3 sumbu

Alat pemadat roda baja harus mampu memberikan tekanan pada roda belakang tidak kurang dari 200 kg per lebar 0,1 m di atas lebar penggilas minimum 0,5 m dan pemadat roda baja mempunyai berat statis tidak kurang dari 6 ton. Roda gilas harus bebas dari permukaan yang datar, penyok, robek-robek atau tonjolan yang merusak permukaan perkerasan.

- d. Dalam penghamparan percobaan, kontraktor harus dapat menunjukkan kombinasi jenis penggilas untuk memadatkan setiap jenis campuran sampai

7.8. PEMBUATAN DAN PRODUKSI CAMPURAN ASPAL

7.8.1. Persiapan lapangan

Campuran aspal tidak boleh diproduksi bilamana tidak cukup tersedia peralatan pengangkutan, penghamparan atau pembentukan, atau pekerja, yang dapat menjamin kemajuan pekerjaan dengan tingkat kecepatan minimum 60 % kapasitas AMP.

7.8.2. Penyiapan bahan aspal

Bahan aspal harus dipanaskan dengan temperatur antara 140 °C sampai 160 °C di dalam suatu tangki yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencegah terjadinya pemanasan setempat dan mampu mengalirkan bahan aspal ke alat pencampur secara terus menerus pada temperatur yang merata setiap saat. Pada setiap hari sebelum proses pencampuran dimulai, minimum harus terdapat 30.000 liter aspal panas yang siap untuk dialirkan ke alat pencampur.

7.8.3. Penyiapan agregat

- Setiap fraksi agregat harus disalurkan ke AMP melalui pemasok penampung dingin yang terpisah. Pra-pencampuran agregat dari berbagai jenis atau dari sumber yang berbeda tidak diperkenankan. Agregat untuk campuran aspal harus dikeringkan dan dipanaskan pada alat pengering sebelum dimasukkan ke dalam alat pencampur. Nyala api yang terjadi dalam proses pengeringan dan pemanasan harus diatur secara tepat sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

- Bila agregat akan dicampur dengan bahan aspal, maka agregat harus kering dan dipanaskan terlebih dahulu dengan temperatur dalam rentang yang disyaratkan untuk bahan aspal, tetapi tidak melampaui 15°C di atas temperatur bahan aspal.
- Bila diperlukan untuk memenuhi gradasi yang disyaratkan, maka bahan pengisi (*filler*) tambahan harus ditakar secara terpisah dalam penampung kecil yang dipasang tepat di atas alat pencampur. Bahan pengisi tidak boleh ditabur di atas tumpukan agregat maupun dituang ke dalam penampung instalasi pemecah batu (*stone crusher*). Hal ini dimaksudkan agar pengendalian kadar filler dapat dijamin.

7.8.4. Penyiapan pencampuran

- Agregat kering yang telah disiapkan seperti yang dijelaskan di atas, harus dicampur di instalasi pencampuran dengan proporsi tiap fraksi agregat yang tepat agar memenuhi rumus perbandingan campuran. Proporsi takaran ini harus ditentukan dengan mencari gradasi secara basah dari contoh yang diambil dari penampung panas (*hot bin*) segera sebelum produksi campuran dimulai dan pada interval waktu tertentu sesudahnya, untuk menjamin pengendalian penakaran. Bahan aspal harus ditimbang atau diukur dan dimasukkan ke dalam alat pencampur dengan jumlah yang ditetapkan. Bilamana digunakan instalasi pencampur sistem penakaran, seluruh agregat kering harus dicampur terlebih dahulu, kemudian baru sejumlah aspal yang tepat ditambahkan ke dalam agregat tersebut dan diaduk dengan waktu sesingkat mungkin yang ditentukan dengan "pengujian derajat penyelimutan aspal terhadap butiran agregat kasar" sesuai dengan prosedur AASHTO T195-67 (biasanya sekitar 45 detik), untuk menghasilkan campuran yang homogen dan semua butiran agregat terselimuti aspal dengan merata. Waktu pencampuran total harus ditetapkan dan diatur dengan akurat.

sistem menerus, waktu pencampuran yang dibutuhkan harus ditentukan dengan "pengujian derajat penyelimutan aspal terhadap butiran agregat kasar" sesuai dengan prosedur AASHTO T195-67, dan paling lama 60 detik, dan dapat ditentukan dengan menyetel ketinggian sekat baja dalam alat pencampur.

- Temperatur campuran aspal saat dikeluarkan dari alat pencampur harus dalam rentang absolut seperti yang dijelaskan dalam *Tabel 8.8.5*. Tidak ada campuran aspal yang diterima bilamana temperatur pencampuran melampaui temperatur maksimum yang disyaratkan.

7.8.5. Pengangkutan dan penyerahan di lapangan

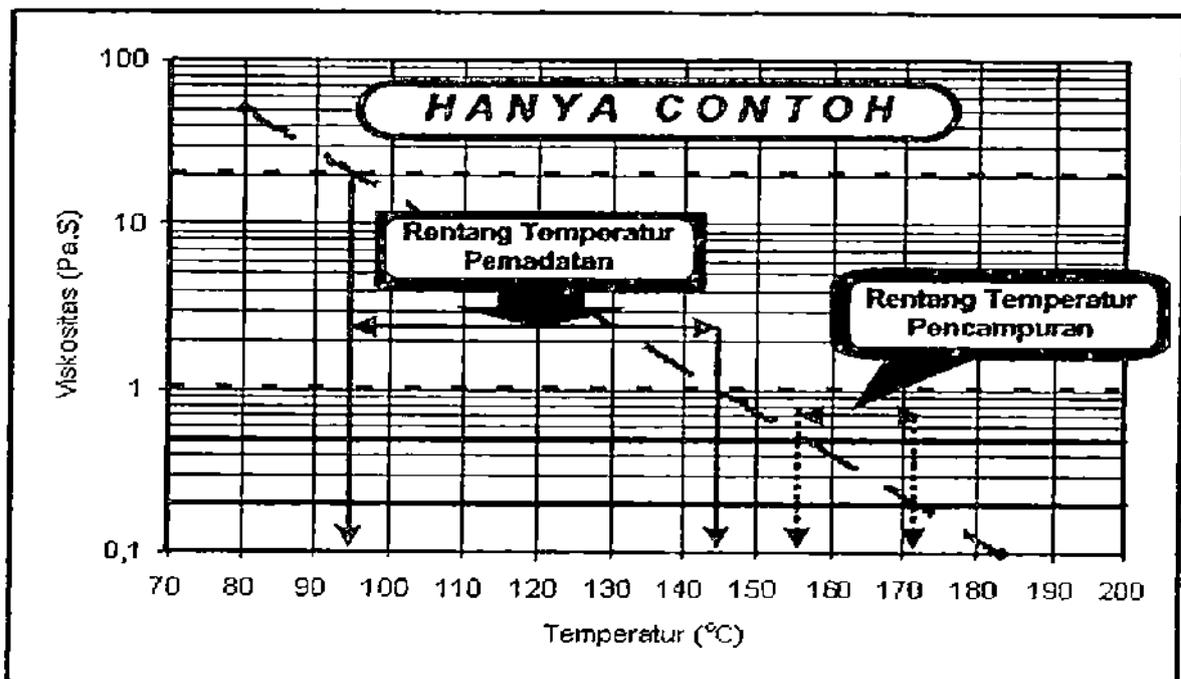
- a. Campuran aspal harus dalam rentang temperatur absolut ditunjukkan dalam *Tabel 7.5*.

Tabel 7.8.5. ; Ketentuan viskositas aspal dan suhu campuran aspal

No	Prosedur pelaksanaan	Viskositas aspal (PA.S)	Suhu campuran aspal (°C)
			Pen. 60/70
1	Pencampuran benda uji Marshall	0,2	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji Marshall	0,4	145 ± 1
3	Suhu pencampuran maks. di AMP	Tergantung jenis aspal yang digunakan	165
4	Pencampuran, rentang temperatur sasaran	0,2 - 0,5	145 - 155
5	Menuangkan campuran aspal dari alat pencampur ke dalam truk	0,5 - 1,0	135 - 150
6	Pemasokan ke Alat Penghampar	0,5 - 1,0	130 - 150
7	Penggilasan Awal (roda baja)	1 - 2	125 - 145
8	Penggilaan Kedua (roda karet)	2 - 20	100 - 125
9	Penggilasan Akhir (roda baja)	< 20	> 95

Catatan :

Temperatur agregat pada saat pencampuran tidak boleh melampau temperatur aspal dan tidak boleh lebih kecil 180 15°C.



Gambar 7.8.5 Contoh Hubungan antara Viskositas dan Temperatur

- 1) Selain untuk aspal keras pen 40 dan pen 60 temperatur pencampuran dan pemadatan diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium. Khusus untuk aspal polimer temperatur pencampuran dan pemadatan harus dikurangi sampai dengan 10°C.
- 2) Setiap truk yang telah dimuati harus ditimbang di rumah timbang dan setiap muatan harus dicatat berat kotor, berat kosong dan berat netto.
- 3) Penghamparan dan pemadatan hanya dilaksanakan pada saat masih terang terkecuali tersedia penerangan minimal 100 lux yang dapat diterima oleh Direksi Teknik.

7.9. PENGHAMPARAN CAMPURAN

7.9.1. Menyiapkan permukaan jalan yang akan dilapisi

- 1) Semua permukaan yang akan dilapisi atau akan diberi lapis perata harus disiapkan sedemikian rupa sehingga didapat kondisi yang baik. Permukaan yang

permukaan yang keras dengan bahan yang disetujui oleh Direksi Teknik yang setelah diperbaiki memenuhi toleransi yang disyaratkan.

- 2) Sesaat sebelum penghamparan, permukaan yang akan dihampar harus dibersihkan dari bahan yang lepas dan yang tidak dikehendaki dengan *compressor* dan atau sapu mekanis (*power broom*) yang dibantu dengan cara manual bila diperlukan. Lapis Perekat (*tack coat*) atau Lapis Resap Ikat (*prime coat*) harus diterapkan secara merata dan sesuai dengan Seksj 7.1 dari Spesifikasi ini.

7.9.2. Acuan tepi

Acuan tepi yang tersedia pada finisher harus digunakan. bila diperlukan dapat pula digunakan balok kayu lurus atau acuan lain yang disetujui dan harus dipasang sesuai dengan garis serta ketinggian sesuai rencana ketebalan hamparan.

7.9.3. Penghamparan dan pembentukan

- Sebelum memulai penghamparan, sepatu (*screed*) harus bersih, licin, tidak cacat, tidak ada butiran batuan atau sisa campuran yang terselip pada sambungan (dibawah crown control) dan harus dipanaskan dengan alat pemanas yang terdapat pada Alat Penghampar. Campuran beraspal harus dihampar sesuai dengan ketebalan yang direncanakan dan diratakan sesuai dengan kelandaian, elevasi, serta bentuk penampang melintang yang disyaratkan.
- Pengendalian tebal rencana dapat dilakukan secara manual atau dengan pengendalian tebal mekanis berupa *lath string (wire)*, *short skies*, dan *long skies*.
- Crawler atau roda finisher harus duduk di atas lapisan dasar, tidak boleh menginjak campuran ...

- Penghamparan harus dimulai dari lajur yang rendah terlebih dahulu bilamana pekerjaan yang dilaksanakan lebih dari satu lajur.
- Peralatan pra-pemadat vibrasi pada alat perata harus dijalankan dan berfungsi dengan baik selama penghamparan dan pembentukan.
- Bila digunakan alat penumbuk untuk pemadatan awal maka alat penumbuk tidak boleh telah aus sedemikian rupa sehingga tidak berfungsi memberikan kepadatan awal.
- Temperatur sisa campuran beraspal yang belum terhampar di bawah alat perata harus dipertahankan sesuai temperatur atau viskositas yang disyaratkan dalam Tabel 7.8.5.
- Alat penghampar harus dioperasikan dengan suatu kecepatan yang konstan dan tidak menyebabkan terjadinya segregasi, terseret, retak permukaan, ketidakseragaman atau bentuk ketidakrataan lainnya pada permukaan. Kecepatan penghamparan harus disesuaikan dengan kapasitas produksi UPA dan ketebalan hamparan sebagai yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan Teknik dan harus ditaati.
- Bilamana terjadi segregasi, koyakan atau alur pada permukaan, maka alat penghampar harus dihentikan dan tidak boleh dijalankan lagi sampai penyebabnya telah ditemukan dan diperbaiki.
- Penaburan tidak boleh dilakukan di atas permukaan hamparan yang telah rapi,

7.9.4. Pematatan

a. Segera setelah campuran aspal dihampar dan diratakan, permukaan tersebut harus diperiksa dan setiap ketidak-sempurnaan yang terjadi harus diperbaiki. Temperatur campuran aspal yang terhampar dalam keadaan gembur harus dipantau dan penggilasan harus dimulai dalam rentang viskositas aspal yang ditunjukkan pada *Tabel 7.8.5.* dan dilakukan dari sisi rendah bergeser ke sisi yang lebih tinggi.

b. Penggilasan campuran beraspal harus terdiri dari tiga tahap yang terpisah berikut ini :

Pematatan Awal (*Breakdown Rolling*)

Pematatan Utama (*Intermediate Rolling*)

Pematatan Akhir (*Finish Rolling*)

c. Penggilasan awal atau *breakdown rolling* harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda baja. Penggilasan awal harus dioperasikan dengan roda penggerak berada di dekat alat penghampar. Setiap titik perkerasan harus menerima minimum dua lintasan penggilasan awal.

Pematatan utama harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda karet sedekat mungkin di belakang pematatan awal dan dilakukan sebanyak mungkin lintasan dalam rentang temperatur yang disyaratkan sesuai *Tabel 6.3.3.1*). Pematatan akhir harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda baja tanpa penggetar sampai jejak bekas pematatan roda karet hilang.

- d. Pelaksanaan pemadatan pada sambungan melintang harus dilakukan dengan terlebih dahulu memasang dua buah balok kayu diluar lajur sejajar sambungan melintang untuk dudukkan roda pemadat saat berada di luar lajur dengan ketebalan sesuai dengan tebal padat lapisan. Bila sambungan memanjang dibuat untuk menyambung dengan lajur yang dikerjakan sebelumnya, maka lintasan awal harus memadatkan sambungan sebanyak 2 lintasan dan selanjutnya dilakukan pemadatan memanjang sesuai dengan prosedur yang berlaku.
- e. Pemadatan selanjutnya dilakukan sejajar dengan sumbu jalan berurutan dari sisi terendah menuju ke sisi tinggi. Lintasan yang berurutan harus saling tumpang tindih (overlap).
- f. Bilamana menggilas sambungan memanjang, alat pemadat untuk pemadatan awal harus terlebih dahulu menggilas sambungan lajur dengan lajur yang telah dihampar sebelumnya sehingga $\pm \frac{3}{4}$ dari lebar roda pemadat yang menggilas sisi sambungan yang belum dipadatkan. Pemadatan dengan lintasan yang berurutan harus dilanjutkan dengan menggeser posisi alat pemadat bertumpang tindih minimal selebar 15 cm.
- g. Kecepatan alat pemadat tidak boleh melebihi 4 km/jam untuk roda baja dan 10 km/jam untuk roda karet dan harus selalu dijaga pada kecepatan konstan sehingga tidak mengakibatkan bergesernya campuran panas tersebut. Garis, kecepatan dan arah penggilasan tidak boleh diubah secara tiba-tiba atau dengan cara yang menyebabkan terdorong, terbentuknya bekas gilasan campuran beraspal. Alat pemadat tidak boleh (berhenti) di bagian tengah lintasan.

- h. Semua jenis operasi penggilasan harus dilaksanakan secara menerus untuk memperoleh pemadatan yang merata saat campuran beraspal masih dalam kondisi mudah dikerjakan sehingga seluruh bekas jejak roda dan ketidakrataan dapat dihilangkan.
- g. Roda alat pemadat harus dibasahi secara mengkabut terus menerus untuk mencegah pelekatan campuran beraspal pada roda alat pemadat, tetapi air yang berlebihan tidak diperkenankan. Untuk menghindari lengketnya butiran-butiran halus campuran beraspal pada roda karet, roda dapat dibasahi dengan air yang dicampur sedikit deterjen.
- h. Peralatan berat atau alat pemadat tidak diijinkan berada di atas permukaan yang baru selesai dikerjakan, sampai seluruh permukaan tersebut dingin.
- i. Bahan bakar, pelumasan dan gemuk yang tumpah atau tercecer dari kendaraan atau perlengkapan yang digunakan oleh Penyedia Jasa di atas perkerasan yang sedang dikerjakan, dapat menjadi alasan dilakukannya pembongkaran dan perbaikan oleh Penyedia Jasa atas perkerasan yang terkontaminasi, selanjutnya semua biaya pekerjaan perbaikan ini menjadi beban Penyedia Jasa. Penyedia Jasa harus mencegah agar tidak terjadi ceceran aspal di atas permukaan perkerasan.
- j. Permukaan yang telah dipadatkan harus halus dan sesuai dengan elevasi, lereng melintang, kelandaian, dan berada dalam batas lereng melintang dan kelandaian yang memenuhi toleransi yang disyaratkan. Setiap campuran beraspal padat yang

lepas atau rusak, tercampur dengan kotoran, atau rusak dalam bentuk apapun, harus dibongkar dan diganti dengan campuran panas yang baru serta dipadatkan secepatnya agar sama dengan lokasi sekitarnya. Pada tempat-tempat tertentu dari campuran beraspal terhampar dengan luas minimal 0,1 m² (tunggal) yang menunjukkan kelebihan atau kekurangan bahan aspal harus dibongkar dan diganti. Seluruh tonjolan setempat, tonjolan sambungan, cekungan akibat ambles, dan segregasi permukaan yang keropos harus diperbaiki sebagaimana diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan.

7.9.5. Sambungan

- Sambungan memanjang maupun melintang pada lapisan yang berurutan harus diatur sedemikian rupa agar sambungan pada lapis satu tidak terletak segaris dengan sambungan lapis dibawahnya. Sambungan memanjang harus diatur sedemikian rupa agar sambungan pada lapisan teratas harus berada di pemisah jalur atau pemisah lajur lalu lintas.
- Campuran beraspal tidak boleh dihampar di samping campuran beraspal yang telah dipadatkan sebelumnya kecuali bilamana tepinya telah dibentuk tegak lurus atau telah dipotong tegak lurus. Sapuan aspal sebagai lapis perekat untuk melekatkan permukaan lama dan baru harus diberikan sebelum campuran beraspal dihampar di sebelah campuran beraspal yang telah digilas sebelumnya. Sapuan aspal lapis perekat tidak boleh mengenai permukaan lapis sebelumnya.

Perbaikan Pada Campuran beraspal Yang Tidak Memenuhi Ketentuan

Lokasi dengan tebal atau kepadatan yang kurang dari yang disyaratkan, juga lokasi yang tidak memenuhi ketentuan dalam segi lainnya, tidak akan dibayar sampai diperbaiki oleh Penyedia Jasa seperti yang diperintahkan oleh Direksi Pekerjaan Teknik.

campuran beraspal dengan harus mengindahkan tebal lapis minimum dan geometri permukaan perkerasan, atau tindakan lain yang dianggap perlu oleh Direksi Teknik Pekerjaan.

Bila perbaikan telah diperintahkan maka jumlah volume yang diukur untuk pembayaran haruslah volume yang seharusnya dibayar bila pekerjaan aslinya dapat diterima. Tidak ada pembayaran tambahan yang akan dilakukan untuk pekerjaan atau volume tambahan yang diperlukan untuk perbaikan.

7.10. PENGENDALIAN MUTU DAN PEMERIKSAAN DI LAPANGAN

7.10.1. Pengujian permukaan perkerasan

- a. Permukaan perkerasan harus diperiksa dengan mistar lurus sepanjang 3 m atau mistar lurus beroda sepanjang 3 m, keduanya disediakan oleh Kontraktor, dilaksanakan tegak lurus dan sejajar dengan sumbu jalan. Kontraktor harus menugaskan beberapa surveyornya yang sudah terlatih untuk menggunakan mistar lurus tersebut untuk memeriksa seluruh permukaan perkerasan. Toleransi harus sesuai dengan ketentuan dalam *Butir Nomer 7.11.f*.
- b. Pengujian untuk memeriksa toleransi kerataan yang disyaratkan harus dilaksanakan segera setelah pemadatan awal, penyimpangan yang terjadi harus diperbaiki dengan membuang atau menambah bahan sebagaimana diperlukan. Selanjutnya pemadatan dilanjutkan seperti yang dibutuhkan. Selama penggilasan, ketidak rataan lapisan ini harus diperiksa kembali dan setiap ketidak-rataan permukaan yang melampaui batas-batas yang disyaratkan dan setiap lokasi yang cacat dalam tekstur, harus diperbaiki sebagaimana yang diperintahkan oleh Direksi Teknik.

7.10.2. Ketentuan kepadatan

- a) Kepadatan semua jenis campuran beraspal yang telah dipadatkan, seperti yang ditentukan dalam SNI 03-6757-2002, tidak boleh kurang dari 97 % Kepadatan Standar Kerja (Job Standard Density) untuk Lataston (HRS) dan 98 % untuk semua campuran beraspal lainnya.
- b) Cara pengambilan benda uji campuran beraspal dan pemadatan benda uji di laboratorium masing-masing harus sesuai dengan RSNI M-01-2003 untuk ukuran butir maksimum 25,4 (1 inci) dan RSNI M-06-2004 untuk ukuran maksimum 38 mm (1,5 inci).
- c) Penyedia Jasa dianggap telah memenuhi kewajibannya dalam memadatkan campuran beraspal bilamana kepadatan lapisan yang telah dipadatkan sama atau lebih besar dari nilai-nilai yang diberikan Tabel . Bilamana rasio kepadatan maksimum dan minimum yang ditentukan dalam serangkaian benda uji inti pertama yang mewakili setiap lokasi yang diukur untuk pembayaran, lebih besar dari 1,08 maka benda uji inti tersebut harus diganti dan serangkaian benda uji inti baru harus diambil.

Tabel 7.10.2 Ketentuan Kepadatan

Kepadatan yang disyaratkan (% JSD)	Jumlah benda uji per pengujian	Kepadatan Minimum Rata-rata (% JSD)	Nilai minimum setiap pengujian tunggal (% JSD)
98	3 - 4	98,1	95
	5	98,3	94,9
	6	98,5	94,8
97	3 - 4	97,1	94
	5	97,3	93,9
	6	97,5	93,8

7.10.3. Jumlah pengambilan benda uji campuran aspal

a) Pengambilan Benda Uji Campuran beraspal

Pengambilan benda uji dilakukan pada lokasi UPA di atas truk dengan frekuensi pengujian setiap 200 ton dan minimum 2 kali perhari. Direksi Pekerjaan dapat memerintahkan pengambilan benda uji di lokasi penghamparan bilamana terjadi segregasi yang berlebihan selama pengangkutan dan penghamparan campuran beraspal.

b) Pengendalian Proses

Frekuensi minimum pengujian yang diperlukan dari Penyedia Jasa untuk maksud pengendalian proses harus seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 7.10.3.

Contoh yang diambil dari alat penghamparan campuran beraspal setiap hari harus dengan cara yang diuraikan di atas dan dengan frekuensi yang diperintahkan dalam butir nomer 7.10.3 dan 7.10.4. Enam cetakan Marshall harus dibuat dari setiap contoh. Benda uji harus dipadatkan pada temperatur yang disyaratkan dalam Tabel 7.8.5 dan dalam jumlah lumbukan yang disyaratkan dalam Tabel 7.6.3-1 sampai dengan Tabel 7.6.3-4. Kepadatan benda uji rata-rata (G_{mb}) dari semua cetakan Marshall yang dibuat setiap hari akan menjadi Kepadatan Marshall Harian.

Contoh yang diambil dari campuran beraspal pada setiap hari harus dengan cara yang diuraikan di atas dan dengan frekuensi yang diperintahkan dalam Butir nomer 7.10.3.a) dan 7.10.4.

Apabila terjadi kepadatan Marshall harian rata-rata dari setiap produksi selama empat hari berturut-turut berbeda lebih 1 % dari Kepadatan Standar Kerja (JSD), maka Direksi Pekerjaan harus memerintahkan Penyedia Jasa untuk menghentikan produksi campuran dan mengevaluasi penyebab dari penyimpangan tersebut. Pekerjaan dapat dimulai kembali apabila Penyedia Jasa sudah menemukan penyebabnya dan memperbaiki. mengulangi proses campuran rancangan dengan biaya Penyedia Jasa sendiri bilamana Kepadatan

lebih 1 % dari Kepadatan Standar Kerja (JSD). Untuk mengurangi kuantitas bahan terhadap resiko dari setiap rangkaian pengujian, Penyedia Jasa dapat memilih untuk mengambil contoh di atas ruas yang lebih panjang (yaitu, pada suatu frekuensi yang lebih besar) dari yang diperlukan dalam Tabel 7.10.3 7.10.3.

c) Pemeriksaan dan Pengujian Rutin

Pemeriksaan dan pengujian rutin akan dilaksanakan oleh Penyedia Jasa di bawah pengawasan Direksi Teknik untuk menguji pekerjaan yang sudah diselesaikan sesuai toleransi-toleransi dimensi, mutu bahan, kepadatan, pemadatan dan setiap ketentuan lainnya yang disebutkan dalam Seksi ini.

Setiap bagian pekerjaan, yang menurut hasil pengujian tidak memenuhi ketentuan yang disyaratkan harus diperbaiki sedemikian rupa sehingga setelah diperbaiki, pekerjaan tersebut memenuhi semua ketentuan yang disyaratkan, semua biaya pembongkaran, pembuangan, penggantian bahan maupun perbaikan dan pengujian kembali menjadi beban Penyedia Jasa atau untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak dapat diperbaiki, Penyedia Jasa dapat dikenakan denda.

d) Pengambilan Benda Uji Inti Lapisan Beraspal

Penyedia Jasa harus menyediakan mesin bor uji inti (core) yang mampu memotong benda uji inti berdiameter 4" maupun atau 6" tergantung dari ukuran butir maksimum campuran pada lapisan beraspal yang telah selesai dikerjakan. Biaya dan benda uji inti untuk pengendalian proses harus sudah termasuk ke dalam harga satuan Penyedia Jasa untuk pelaksanaan perkerasan lapis beraspal dan tidak dibayar secara terpisah.

Dalam kondisi tertentu pasal ini dapat diubah dimana alat uji disediakan oleh Penyedia Jasa, namun pengambilan contoh uji, dan uji dilakukan oleh petugas Direksi Teknik atau uji dilakukan oleh pihak lain dengan biaya Penyedia Jasa.

Tabel 7.10.3 Pengendalian Mutu

Pengujian	Frekwensi pengujian
Aspal :	
Aspal berbentuk drum	$\sqrt[3]{\sqrt[3]{}}$ dari jumlah drum*
Aspal curah	Setiap tangki aspal*
Jenis Pengujian aspal : Aspal drum dan curah mencakup semua parameter pengujian pada Tabel-6 s/d Tabel 6.3.2-9.: Penetrasi dan Titik Lembek Aspal curah untuk saat kedatangan di lapangan mencakup penetrasi dan titik lembek. Parameter pengujian yang lain dilakukan kemudian.	
Asbuton Butir / Aditif Asbuton - Kadar Air - Ekstraksi (kadar aspal) - Ukuran butir maksimum - Penetrasi aspal asbuton	$\sqrt[3]{}$ dari jumlah kemasan*
Agregat :	
- Abrasi dengan mesin Los Angeles	5000 m ³
- Gradasi agregat yang ditambahkan ke tumpukan dari sumber yang sama	1000 m ³
- Uji Gradasi agregat dari penampung panas (hot bin)(setiap penggunaan total agregat dari penampung panas).	250 m ³ (min. 2 pengujian per hari)
- Nilai setara pasir (sand equivalent)	250 m ³
Campuran :	
- Temperatur di UPA	Setiap batch
- Temperatur saat sampai di lapangan	Setiap truck 3 uji
- Gradasi dan kadar aspal	200 ton (min. 2 pengujian per hari)

4. Kepadatan dan persentase kepadatan lapangan relatif terhadap Kepadatan Campuran Standar Kerja (*Job Mix Density*) untuk setiap benda uji inti (*core*).
5. Stabilitas, kelelahan, Marshall Quotient, paling sedikit dua contoh.
6. Kadar aspal dan gradasi agregat yang ditentukan dari hasil ekstraksi kadar aspal paling sedikit dua contoh. Bilamana cara ekstraksi sentrifugal digunakan maka koreksi abu harus dilaksanakan seperti yang disyaratkan SNI 03-3640-1994.
7. Rongga dalam campuran pada kepadatan membal (refusal), yang dihitung berdasarkan Berat Jenis Maksimum campuran perkerasan aspal (SNI 06-6893-2002).
8. Kadar aspal yang terserap oleh agregat, yang dihitung berdasarkan Berat Jenis Maksimum campuran perkerasan aspal (SNI 06-6893-2002).

7.10.5 Pengendalian Kuantitas dengan Menimbang Campuran beraspal.

Dalam pemeriksaan terhadap pengukuran kuantitas untuk pembayaran, campuran beraspal yang dihampar harus selalu dipantau dengan tiket pengiriman campuran beraspal dari rumah timbang sesuai dengan Butir 7.11.e dari Spesifikasi ini.

Pengembalian Bentuk Pekerjaan Setelah Pengujian.

Seluruh lubang uji yang dibuat dengan mengambil benda uji inti (*core*) atau lainnya harus segera ditutup kembali dengan bahan campuran beraspal oleh Penyedia Jasa dan dipadatkan dengan energi pemadatan sesuai dengan penumbukan Marshall 4" dan 6" (RSNI M-01-2003 dan RSNI M-06-2004) serta kerataan permukaan sesuai dengan toleransi yang diperkenankan dalam Seksi ini.

7.11. TEBAL LAPISAN DAN TOLERANSI

- a. Toleransi tebal lapisan ditunjukkan pada Tabel 7.11

- b. Bilamana campuran beraspal (khususnya Lataston dan Laston) yang dihampar lebih dari satu lapis, toleransi tebal seluruh lapisan tidak boleh lebih dari toleransi lapis teratas yang disyaratkan dalam Tabel 7.11.
- c. Seluruh tebal lapisan tidak boleh lebih dari toleransi yang disyaratkan dalam Tabel 7.11.

Tabel 7.11 Tebal Nominal Minimum Lapisan Beraspal dan Toleransi

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (mm)	Toleransi Tebal (mm)
Latasir Kelas A		SS-A	15	-
Latasir Kelas B		SS-B	20	
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	30	± 4
	Lapis Permukaan Antara	HRS-BC	35	
Laston	Lapis Aus	AC-WC	40	± 3
	Lapis Permukaan Antara	AC-BC	50	± 4
	Lapis Fondasi	AC-Base	60	± 5

- d. Toleransi kerataan harus memenuhi ketentuan berikut ini :

(1) Kerataan Melintang

Bilamana diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m yang diletakkan tegak lurus sumbu jalan tidak boleh melampaui 4 mm untuk lapis aus, 6 mm untuk lapis permukaan antara dan 8 mm untuk lapis fondasi.

(2) Kerataan Memanjang

Setiap ketidakrataan individu bila diukur dengan mistar lurus atau mistar lurus beroda (rolling) sepanjang 3 m yang diletakkan sejajar dengan sumbu jalan tidak boleh melampaui 5 mm.

- e) Perbedaan elevasi melintang untuk lapis aus, lapis antara dan lapis fondasi tidak boleh lebih 5% dari kemiringan rencana.
- f) Perbedaan elevasi sumbu jalan dan tepi-tepi untuk setiap 5 m panjang untuk lapis aus tidak boleh lebih dari 5 mm, lapis permukaan antara tidak boleh melampaui 8 mm dan untuk lapis fondasi tidak boleh melampaui 10 mm dari elevasi yang dihitung dari penampang memanjang yang ditunjukkan dalam Gambar Rencana.

BAB VIII

ALAT PEMADAT

Timbunan ataupun hamparan material yang sudah diratakan, masih dalam keadaan gembur (loose). Untuk memadatkannya diperlukan alat Pemadat atau Roller atau sering disebut juga Compactor.

Material hamparan yang perlu dipadatkan tersebut bisa berupa tanah, kerikil atau agregat, aspal, baik campuran aspal panas maupun campuran aspal dingin.

Material yang perlu dipadatkan juga bisa dalam volume yang besar atau area permukaan luas, bisa juga pada volume yang sangat kecil misalnya hanya seluas 1 m² saja.

Beberapa macam alat pemadat yang ada sebagai berikut :

- a). Rammer (vibrating)
- b). Tamper (vibrating)
- c). Baby Roller atau Hand Guided Roller
- d). Three wheel Roller
- e). Tandem Roller
- f) . Pneumatic (Tyre) Roller
- g) Vibrating Compactor

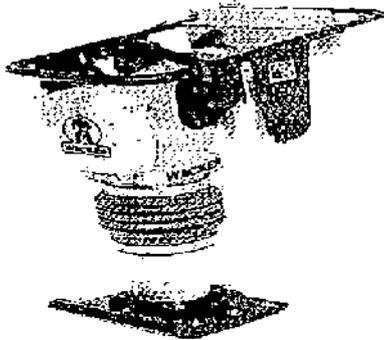
RAMMER (Vibrating) ataupun **TAMPER** adalah alat pemadat kecil yang umumnya dipakai untuk pemadatan timbunan kecil atau pada pekerjaan timbunan lubang-lubang atau kerusakan-kerusakan kecil pada permukaan jalan tau lapangan, baik



npa

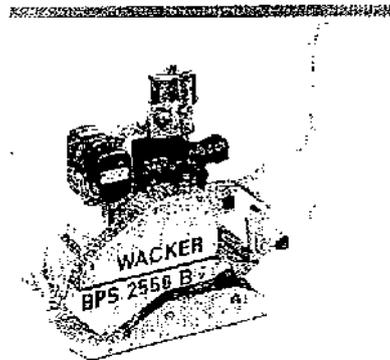


Berat Rammer ataupun Tamper pada umumnya antara 60 kg sampai 80 kg bagi Ramner, sedang untuk Tamper atau Vibrating Plate Tamper bisa sampai 200 kg.



BS 65Y

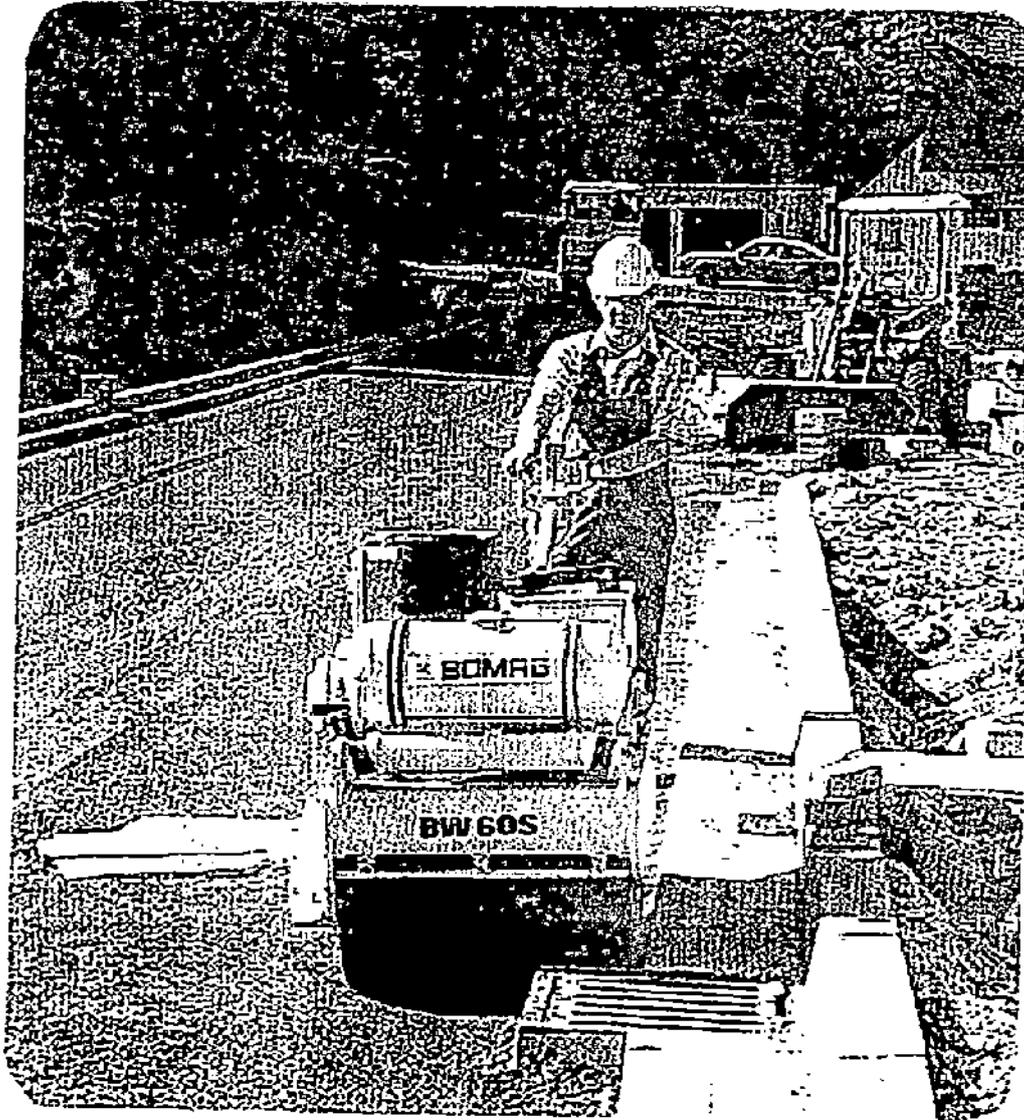
Vibrating Rammer



BPS 2550B

Vibrating Plate Tamper

BABY ROLLER atau **HAND GUIDED ROLLER** atau juga biasa disebut **PEDESTRIAN ROLLER**, biasa dipakai untuk pemadatan timbunan tambalan atau patching yang lebih luas atau bahkan untuk pemadatan bahu jalan yang sempit.



HAND GUIDED VIBRATING ROLLER

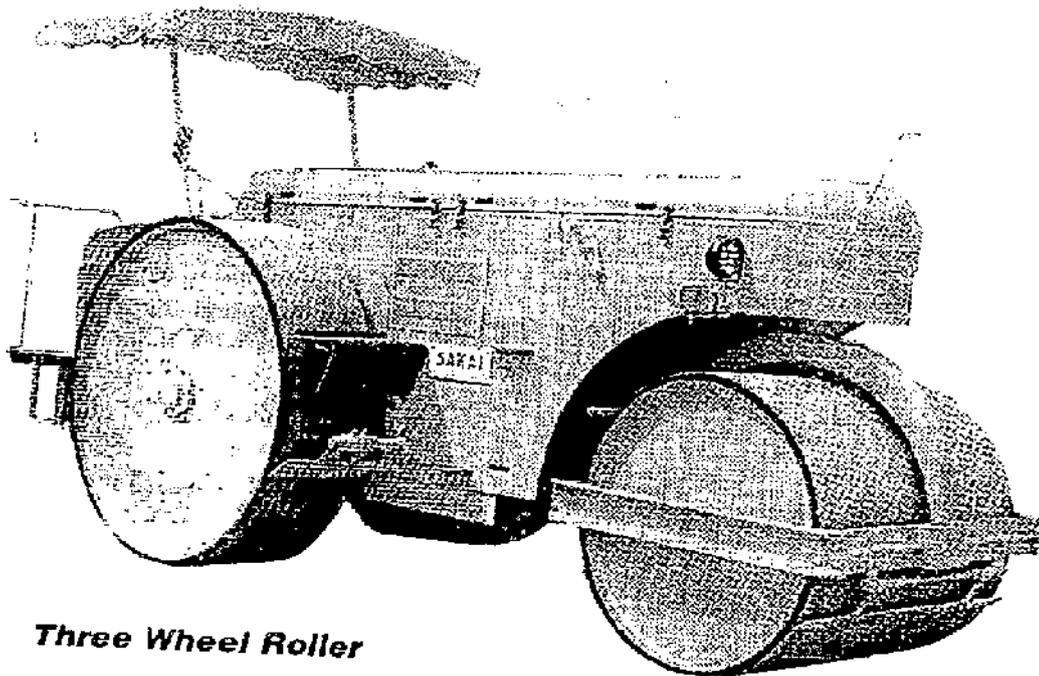
Pedestrian Roller ini ada yang mempunyai roda satu (Single Drum), ada juga yang mempunyai dua roda (Double Drum).

Baby Roller ini cocok untuk pemadatan bagian sudut tepi hamparan (lihat gambar di atas).

Berat roller ini mulai dari 200 kg sampai mencapai 1500 kg.

Pada umumnya untuk menambah daya berat pemadatannya maka roller ini bergetar (vibrating)

THREE WHEEL ROLLER adalah roller dengan roda besi 3 buah biasa disebut juga Macadam Roller, karena alat pemadat ini dipakai pada pemadatan agregat atau batu pada konstruksi jalan Macadam.



Three Wheel Roller

Three wheel roller ini tidak boleh dipakai untuk pemadatan hamparan aspal karena tekanan roda pada permukaannya (static linear load) dari tiap rodanya masing-masing berbeda.

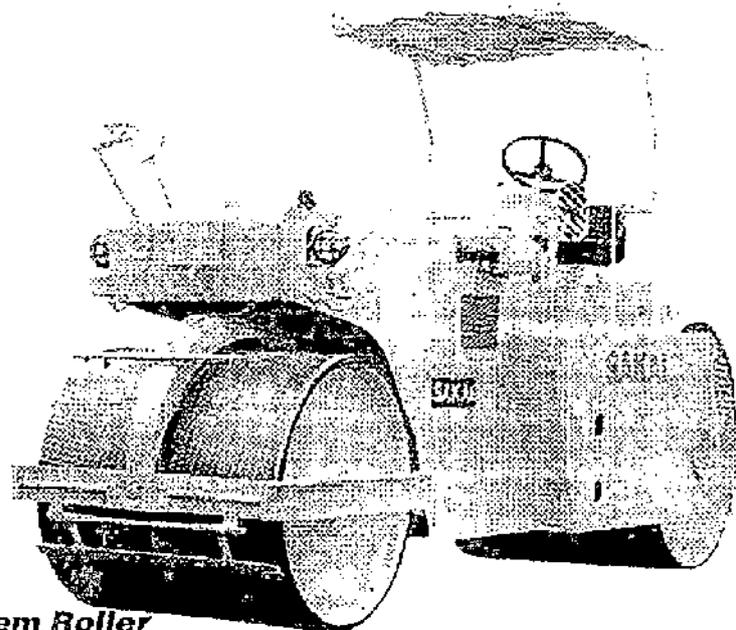
Hanya boleh dipakai untuk pemadatan aspal (hotmix atau coldmix) apabila tiap rodanya mempunyai static linear load yang sama.

Hal ini penting, agar setiap bagian permukaan yang dipadatkan memperoleh kepadatan yang sama.

TANDEM ROLLER mempunyai roda di depan dan di belakang (muka belakang), sehingga disebut tandem.

Roller ini dipakai untuk pemadatan hamparan batu atau agregat.

Namun untuk pemadatan hamparan lapisan aspal (panas atau dingin) pada umumnya tandem roller ini dipakai pada pemadatan lapisan base course dan binder course.



Tandem Roller

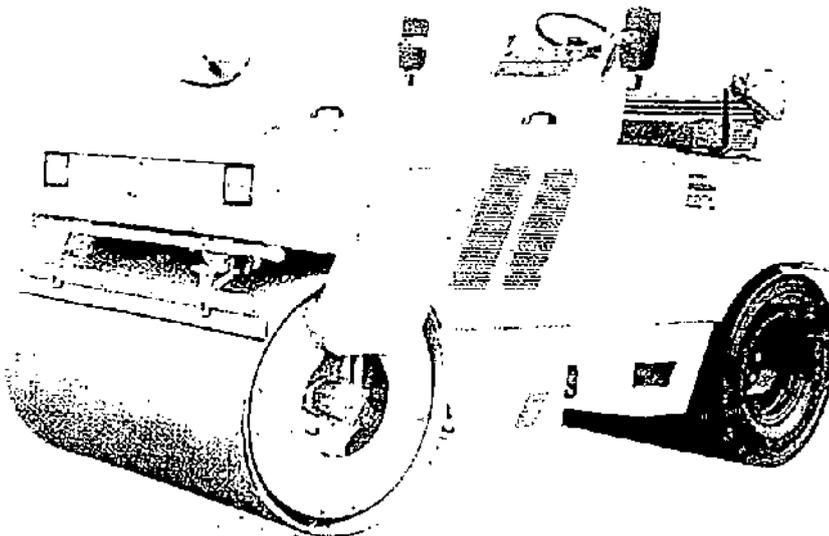
Apabila untuk pemadatan lapisan aus wearing course perlu diingat ketebalan lapisan hamparannya.

Tandem Roller ini bervariasi mulai dari yang kecil (+/- 1,5 ton) sampai ke yang berat misalnya 10 atau 12 ton.

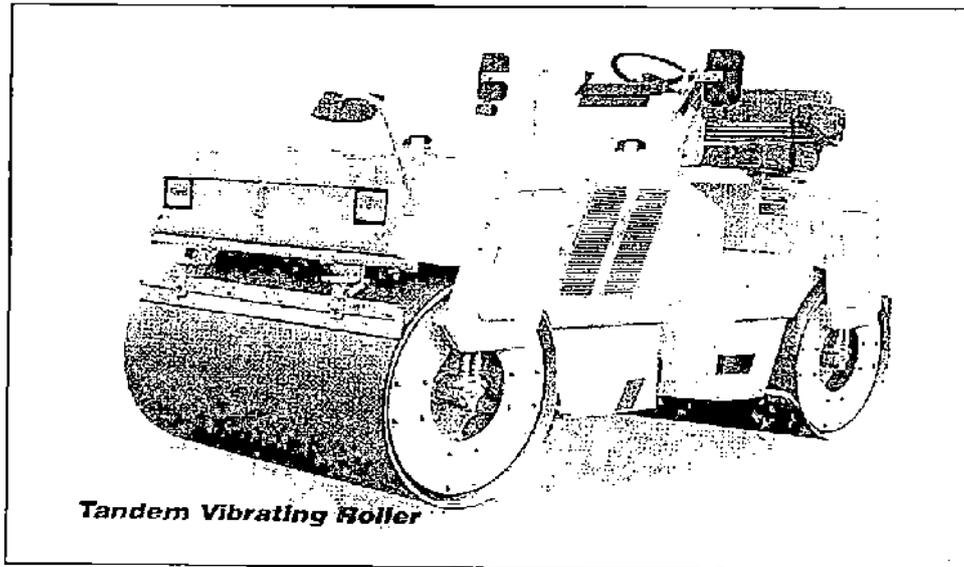
Untuk menambah daya berat pemadatan, umumnya konstruksi tandem roller ini dibuat dengan vibrasi pada rodanya, bisa salah satu roda bisa juga kedua rodanya.

Untuk pemadatan hamparan campuran aspal panas (hotmix), Tandem Roller ini dipakai pada pemadatan awal atau break down rolling dan pada pemadatan akhir atau finishing, lihat Bab X untuk pemadatan.

Roda penggerak atau drive wheel bisa hanya salah satu rodanya saja, tapi bisa juga (ada juga) yang kedua-dua rodanya sebagai drive wheel.



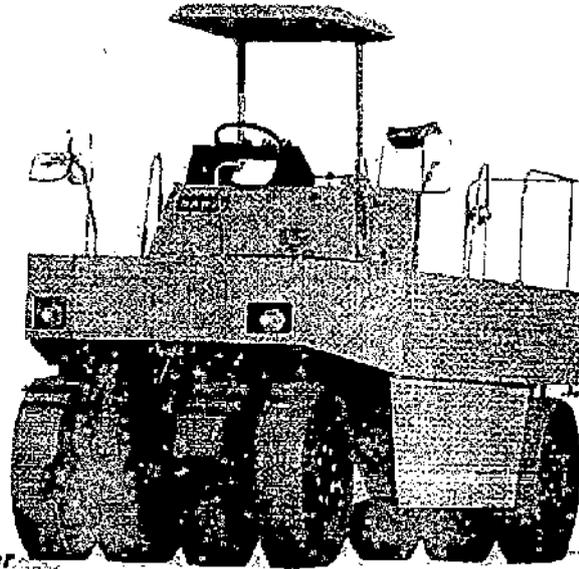
Combined Vibrating Roller



PNEUMATIC (TYRE) ROLLER adalah alat pemadat dengan rodanya yang terdiri dari beberapa roda ban karet (tyres).

Pada umumnya tiga roda didepan dan empat roda dibelakang, atau empat roda didepan dan lima roda dibelakang, permukaan ban licin atau tidak ada kembangnya.

PNEUMATIC (TYRE) ROLLER adalah alat pemadat dengan rodanya yang pat roda didepan dan lima roda dibelang, Permukaan ban licin atau tidak ada kembangnya.



Tyre Roller

ggunaan Tyre Roller ini pada umumnya adalah untuk pemadatan hamparan lapisan aspal, naimm biasa juga dipakai untuk pemadatan hamparan tanah. Penggunaan Tyre Roller ini umumnya adalah untuk pemadatan hamparan lapisan aspal, namun bisa juga dipakai untuk pemadatan hamparan tanah.

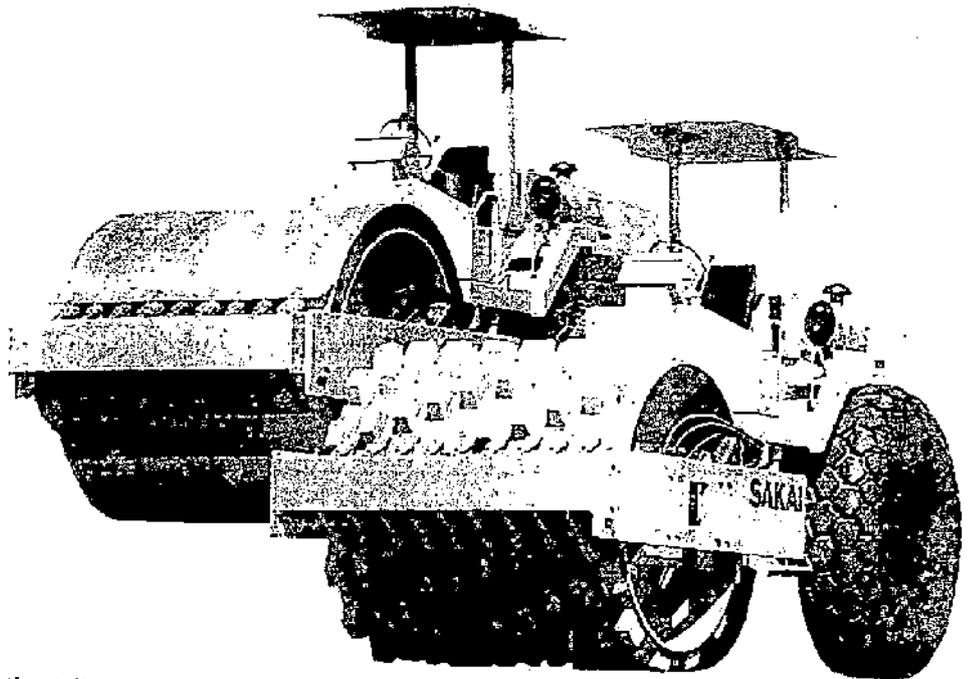
Untuk pemadatan hamparan agregat atau batu pecah tidak bisa dan tidak boleh dipakai tyre roller karena akan merusak roda ban karetanya, selain itu pemadatannya tidak efektif.

Pada waktu ini sudah banyak alat pemadat lain yang disebut alat pemadat kombinasi atau Combination Roller.

Maksudnya adalah rodanya kombinasi antara roda besi dan roda karet. Bagian depan memakai roda besi sedangkan bagian belakang memakai beberapa buah roda ban karet licin tanpa kembang seperti halnya pada alat pemadat roda ban atau tyre roller.

VIBRATING COMPACTOR merupakan peralatan pemadat dari kelas yang cukup berat. Peralatan ini mempunyai roda bagian depan dari besi dengan permukaan licin (disebut **SMOOTH DRUM**) atau dengan permukaan bergerigi (disebut **PADFOOT DRUM**) seperti terlihat dalam gambar dibawah ini.

Adapun roda depan dari besi ini dilengkapi dengan sistem getar sehingga akan menambah daya berat pemadatnya.

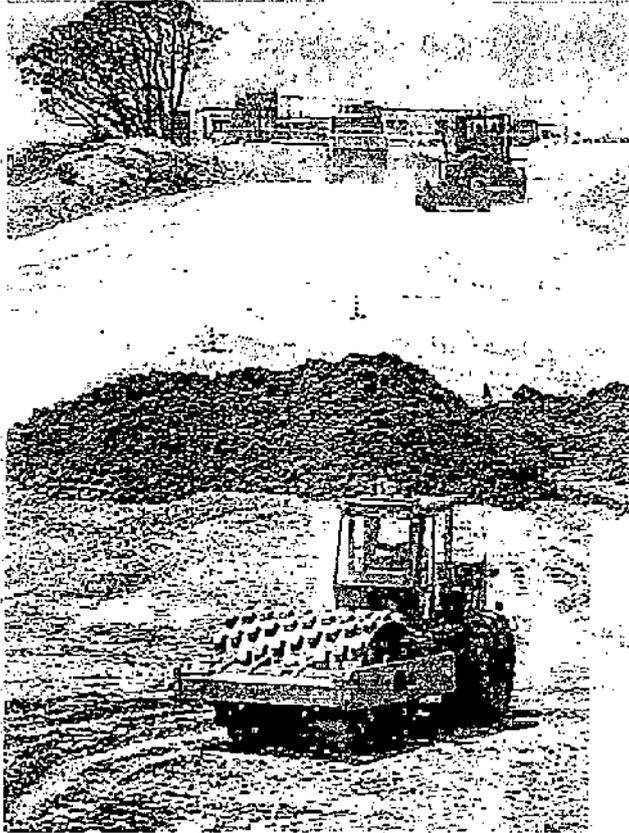


Vibrating Roller

Roda belakang terdiri dari roda ban karet dengan kembang (tread) yang agak halus, dan tidak dilengkapi dengan sistem getar.

Peralatan

ini sangat efektif dalam pemadatan timbunan tanah.



8. PERALATAN PENGASPALAN dan PRODUKSI

CAMPURAN ASPAL PANAS

8.1. PERALATAN PENCAMPUR ASPAL PANAS (AMP)

UMUM

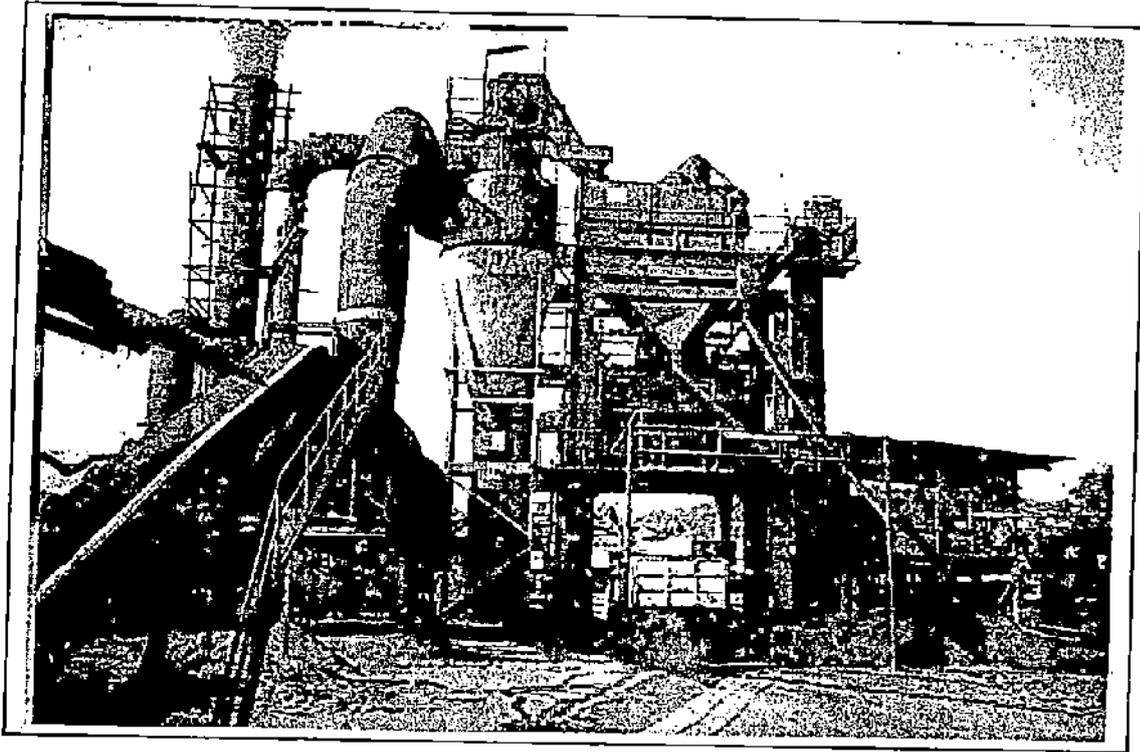
Peralatan Pencampur Aspal Panas atau biasa disebut Asphalt Mixing Plant (AMP) adalah merupakan satu kesatuan perangkat peralatan untuk memproduksi campuran yang terdiri dari agregat panas dan aspal panas serta bahan pengisi atau filler. Produk campuran ini disebut campuran aspal panas atau hot mix.

Apabila dilihat dari proses pencampurannya maka AMP dibagi menjadi 2 tipe, yaitu :

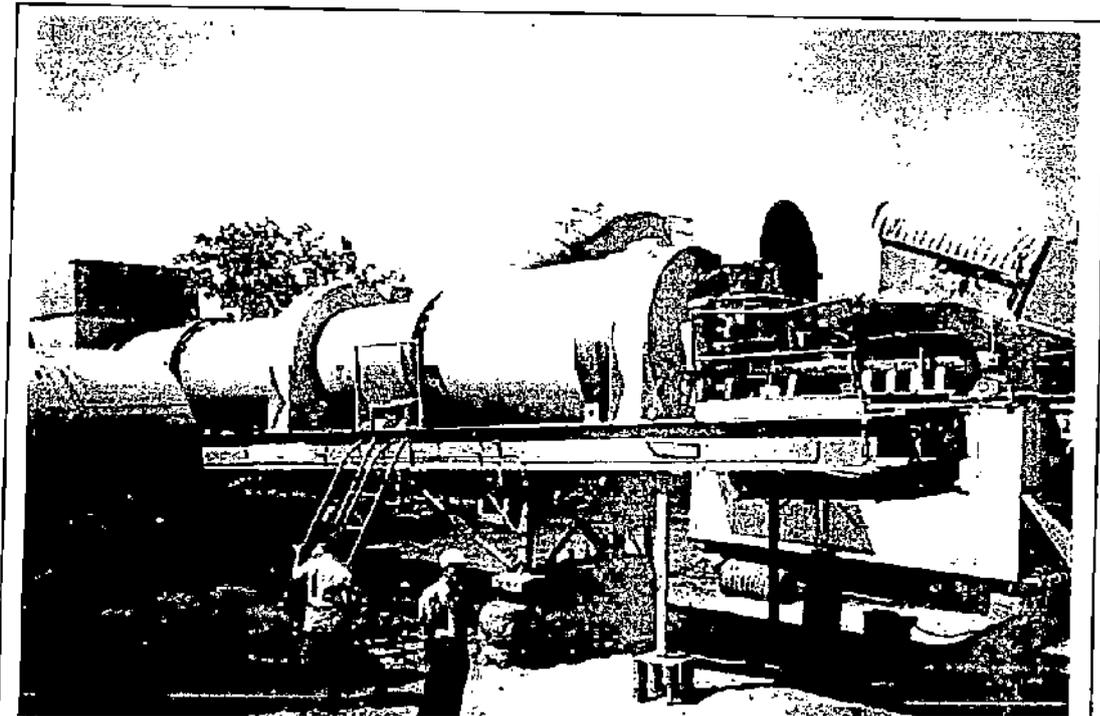
- a. **AMP tipe takaran (batch tipe)**
- b. **AMP tipe menerus (continuous tipe)**
 - o Pada tipe takaran atau batch tipe maka proses pencampurannya dilaksanakan tiap kali sesuai jumlah besaran takaran (batch), misalnya tiap 500 kg atau 600 kg campuran. Sedangkan pada AMP jenis menerus (continuous tipe) proses pencampuran agregat panas dengan aspal panas terjadi terus menerus.
 - o Pencampuran agregat panas dengan aspal panas pada AMP tipe batch terjadi di dalam pencampur atau pugmill setelah sejumlah agregat panas yang terdiri dari beberapa fraksi ataupun hanya satu fraksi yang sudah ditimbang dalam jumlah berat tertentu dituangkan ke dalam pugmill kemudian disemprotkan aspal panas ke dalamnya dalam jumlah tertentu sesuai formula yang direncanakan.

Sedangkan pada AMP jenis menerus atau continuous type, maka pencampuran agregat panas dengan aspal panas terjadi dalam :

- a. Alat pengering atau Dryer. AMP ini biasa disebut Drum Mix.



Gambar 8.1 AMP tipe batch



Pada AMP Drum Mix aspal panasnya disemprotkan ke atas agregat panas di dalam alat pengering di bagian ujung dekat sebelum pengeluaran. Sedangkan pemanas agregat (burner) ditempatkan di bagian ujung pemasukan agregat dingin.

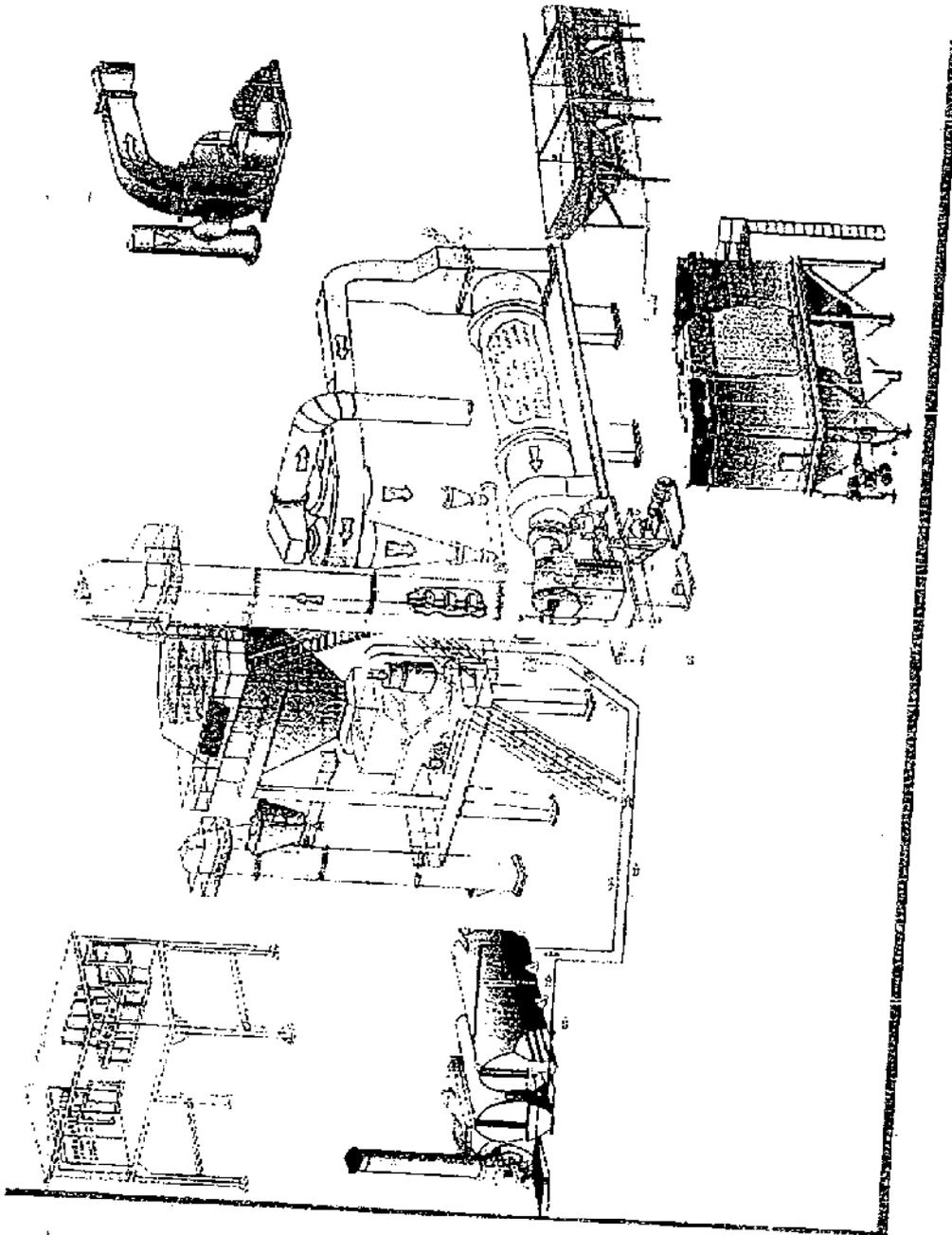
Pada AMP tipe menerus yang kedua, pencampuran agregat panas dengan aspal terjadi di dalam pugmill, dimana terjadi terus menerus pengadukan agregat panas dari beberapa fraksi atau hanya satu fraksi dengan aspal panas yang disemprotkan ke atas campuran agregat tersebut secara terus menerus juga.

3.1.1. AMP JENIS TAKARAN ATAU BATCH TIPE

Agregat dingin dari satu fraksi atau dari beberapa fraksi digabungkan untuk dikeringkan dengan cara dipanaskan di dalam dryer yang kemudian secara proporsional (dari masing-masing fraksi agregat panas) dicampur dengan aspal untuk memproduksi campuran aspal panas. Kapasitas produksi AMP bisa bermacam-macam, tergantung kapasitas pencampurnya (pugmill), misalnya 500 kg atau 1000 kg atau lebih tiap batchnya. Lama waktu proses pencampuran pada umumnya sekitar 45 detik.

Pada umumnya kapasitas AMP ditulis sesuai kapasitas produksi tiap jamnya misalnya 30 TPH atau 50 TPH dan sebagainya.

Untuk pelaksanaan pekerjaan penghamparan dengan volume pekerjaan yang cukup besar, sebaiknya dipakai peralatan AMP yang berkapasitas produksi cukup besar. Hal ini akan menjamin kelancaran pasokan campuran aspal panas ke unit penghampar di lapangan. Kelancaran pasokan sangat berpengaruh pada penurunan temperatur campuran, sehingga akan mempengaruhi hasil akhir penghamparan. Kelancaran pasokan campuran ke unit penghampar sangat berpengaruh terhadap hasil hamparan. Pasokan yang tidak lancar pada unit penghampar dapat mengakibatkan penurunan temperatur campuran, sehingga akan mempengaruhi hasil akhir penghamparan.



Gambar 8.3 Ilustrasi Aliran Proses,Campuran Pada AMP Tipe Batch

Kapasitas AMP yang besar juga membantu mempercepat penyelesaian pekerjaan, yang pada akhirnya akan mengurangi gangguan terhadap kelancaran lalu lintas. Kapasitas pencampuran (pugmill) juga akan membantu menghasilkan campuran yang seragam dan mengurangi faktor kesalahan dalam homogenitas hamparan.

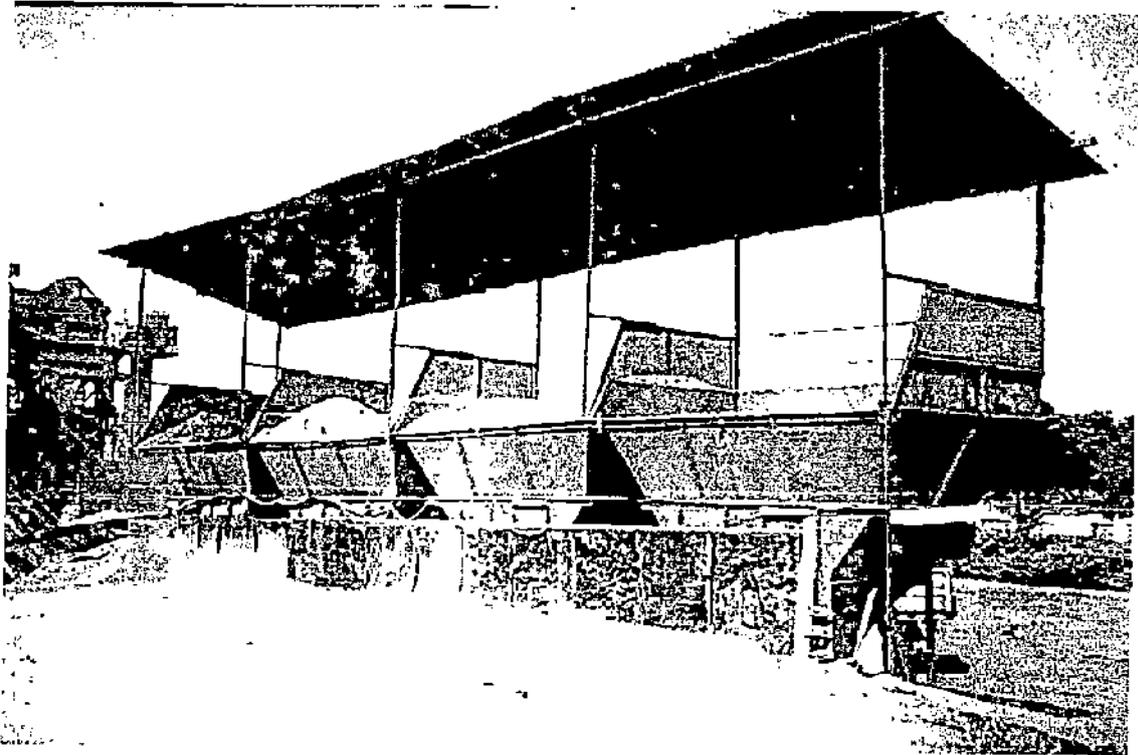
Bagian - bagian atau komponen utama yang penting pada AMP jenis takaran atau AMP tipe batch adalah:

- a. Bin dingin atau cold bin.
- b. Pengangkut agregat dingin.
- c. Pengering atau dryer.
- d. Elevator panas atau hot elevator
- e. Saringan atau ayakan panas (Hot screen)
- f. Bin panas atau hot bin.
- g. Bin penimbang atau weigh bin.
- h. Pencampur atau pugmill.
- i. Bahan pengisi atau filler.
- j. Pemasok aspal.
- k. Pengumpul debu atau dust collector.
- l. Tenaga penggerak.
- m. Ruang pengontrol atau control room.

a. Bin Dingin (Cold Bin)

Bin dingin atau Cold Bin ini adalah bak tempat menampung material agregat dari tiap-tiap fraksi mulai dari agregat halus sampai agregat kasar yang diperlukan dalam memproduksi campuran aspal panas atau hotmix. Tiap-tiap fraksi agregat ditampung dalam masing-masing bak sendiri-sendiri. Maksudnya adalah agar banyaknya agregat dari masing-masing fraksi yang diperlukan

direncanakan sudah dapat diatur pada saat pengeluarnya dari bin dingin. Bin dingin ini berbentuk tirus dengan permukaan pengisian di sebelah atas lebih lebar dibanding permukaan pengeluaran di bagian bawahnya.

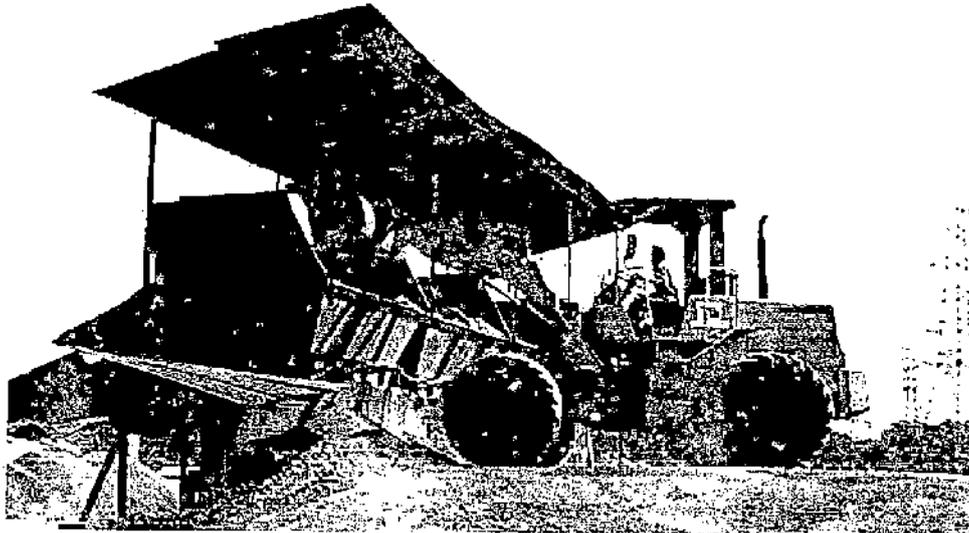


Gambar 8.4. Bin dingin

a.1. Pengisian Bin Dingin

Agregat dingin dari timbunan (stock pile) diisikan ke dalam bin dingin biasanya memakai Wheel Loader. Jadi kondisi agregat masih dalam kondisi seperti apa adanya, kandungan kadar airnya masih bermacam-macam. Dengan cara pengisian bin seperti ini, penting diperhatikan kapasitas bucket dari alat pengisinya (Wheel Loader) dan luas permukaan bin serta kapasitas bin-nya. Jangan sampai kapasitas bucket wheel loader terlalu besar sehingga ada agregat yang tumpah ke luar bin, sehingga masuk ke bin untuk ukuran (fraksi) lainnya. Apabila hal seperti ini sering terjadi maka akan mempengaruhi kualitas perkerasan.

dalam bin panas (hot bin) selanjutnya, yaitu satu fraksi kekurangan sedangkan pada fraksi lain kebanyakan.



Gambar 8.5. Pengisian Bin dingin

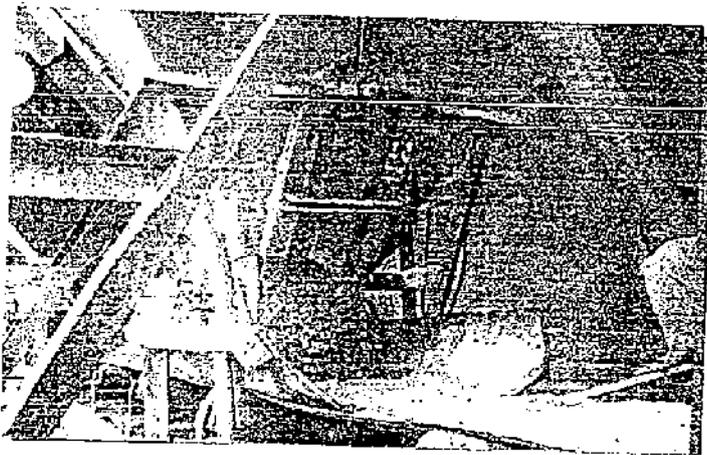
a.2. Pengeluaran Agregat

Masing-masing agregat dikeluarkan dari masing-masing bin dingin melalui pintu pengeluaran agregat yang terdapat di bagian bawah dari bin. Pintu pengeluaran ini bisa diatur untuk memperoleh variasi jumlah agregat yang diperlukan untuk campuran. Pada pintu pengatur ini dipasang skala yang menunjukkan besarnya jumlah agregat yang keluar per satuan waktunya. Dengan cara pengeluaran ini jelas satuan jumlah agregat yang keluar diukur dengan volume, namun pada penyetelan atau kalibrasi pembukaan pintu pengatur akan dikonversikan ke berat agregat.

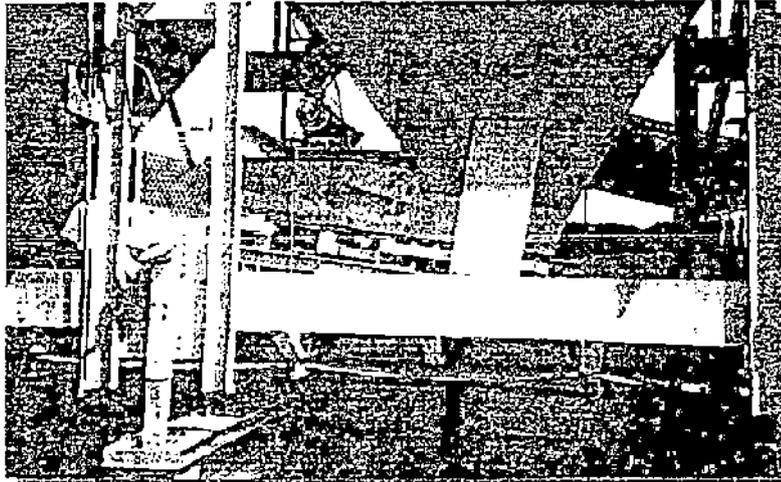
Perlu diperhatikan bahwa bin dingin ini berisi agregat dingin dari yang halus sampai yang kasar dengan kadar air yang masih cukup tinggi. Kondisi seperti ini dapat mengakibatkan kemacetan atau tersumbatnya pintu pengatur, yang akan mempengaruhi ketidaktepatan jumlah agregat yang keluar sesuai skala yang telah dipasangkan.

Untuk mengatasi hal tersebut maka pintu pengatur harus selalu diawasi petugas, serta harus sering dibersihkan serta sering-sering dikalibrasi.

Pemasangan alat penggelar pada bin dingin dimaksudkan untuk memperlancar pengeluaran agregat dingin. Pada beberapa AMP jenis takaran, pengukuran jumlah agregat dingin dari masing-masing fraksi dilaksanakan berdasarkan berat masing-masing agregat dingin dari masing-masing bin dengan cara pemasangan alat timbangan berdasarkan sensor pada ban berjalan (conveyor) di bawah masing-masing bin. Dengan cara ini perlu pengawasan kelancaran yang terus menerus dari agregat dinginnya, karena ketidak-lancaran pengeluaran agregatnya akan mempengaruhi besaran bacaan berat pada sensornya.



Gambar 8.6. Pintu Pengeluaran Agregat Dingin Sistem Kalibrasi Tinggi Bukaah



Gambar 8.7. Pintu Pengeluaran Agregat Dingin dengan Sensor Timbangan Berat

a.3. Faktor-Faktor Yang Harus Diperhatikan

Faktor-faktor yang harus mendapat perhatian pada agregat dingin ini antara lain :

- Agregat dingin baik yang halus maupun yang kasar dari tiap-tiap fraksi harus berada dalam masing-masing bin-nya, jangan sampai ada fraksi agregat lain berada dalam salah satu bin yang bukan tempatnya. Untuk mengatasi tercampurnya agregat dingin ini bisa dipasangkan pembatas atau penyekat di bagian atas bin antara bin yang satu dengan bin di sebelahnya.
- Bagian pintu pengeluaran (di bagian bawah bin) agar selalu diperiksa jangan sampai tersumbat, terutama pada bin agregat halus karena penggumpalan atau pengumpulan agregat halus yang basah.
- Pintu pengeluaran agregat dingin harus selalu dikalibrasi secara periodik.
- Kecepatan putaran ban berjalan, dan atau elevator dingin (Cold Elevator) dijaga agar stabil, tidak berubah-ubah selama dalam proses produksi.

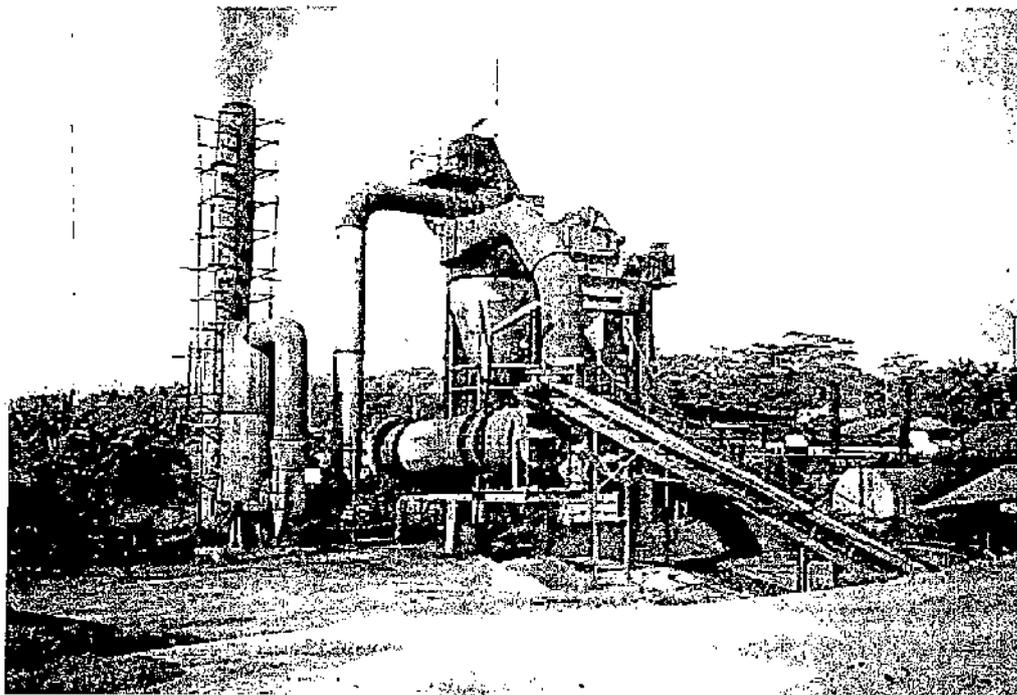
b. Pengangkut Agregat Dingin

Agregat dingin dari beberapa fraksi yang sudah ditampung pada ban berjalan kolektor (Collecting Belt Conveyor) selanjutnya dibawa untuk dituangkan ke dalam alat pengering atau dryer dengan cara dibawa oleh ban berjalan (belt conveyor) lainnya, atau dengan cara dibawa oleh elevator dingin (cold elevator). Elevator dingin ini merupakan alat yang

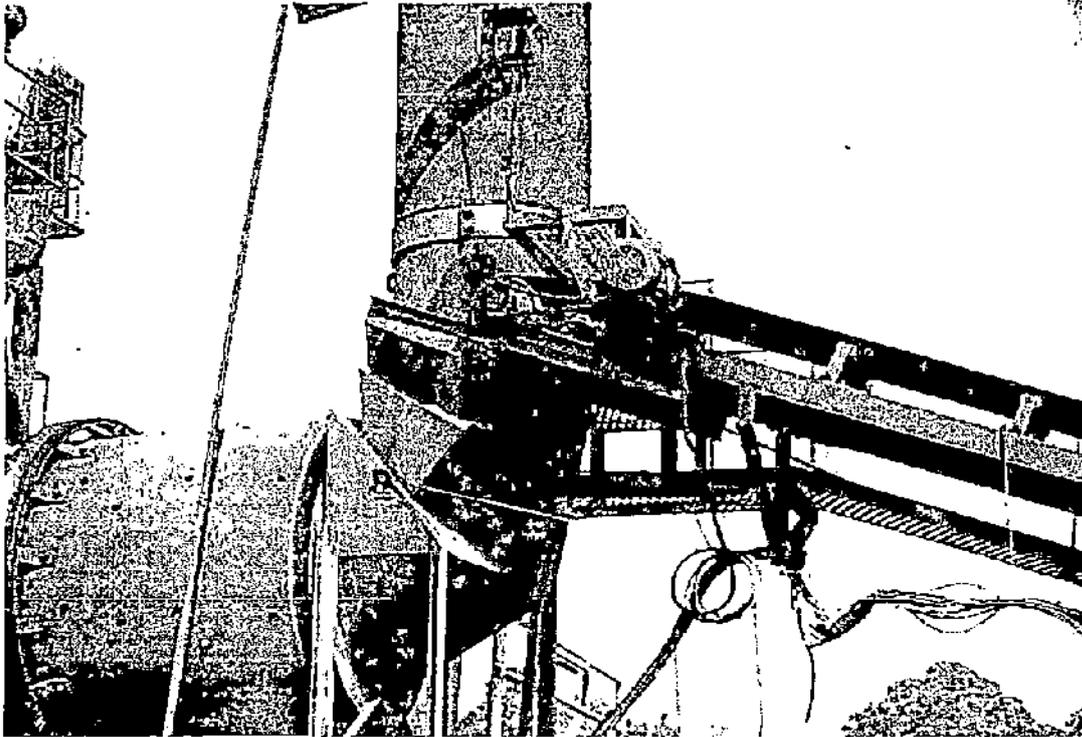
mangkok atau bucket-bucket kecil yang dipasang pada rantai yang berputar naik ke atas, di mana setelah sampai di atas agregat dingin yang berada dalam mangkok-mangkok tersebut akan tumpah dan masuk ke dalam alat pengering (dryer).

Pengaliran agregat dingin dari bin dingin menuju ke dalam alat pengering atau dryer berjalan dalam udara terbuka. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan kesempatan terjadinya penguapan air di dalam agregat dingin sehingga akan menurunkan kadar airnya.

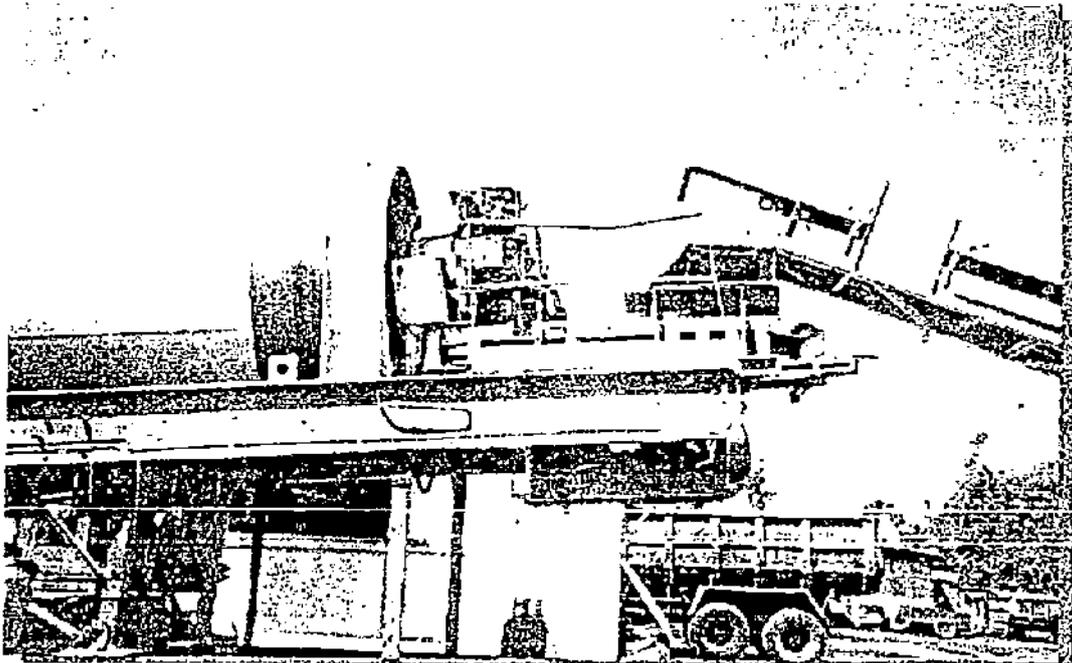
Kelancaran aliran agregat dingin akan memberikan pengaruh dalam produksi campuran panasnya. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah tercampurnya fraksi agregat yang berbeda di dalam bin dingin karena tidak ada pembatas antara pada mulut (bagian atas) bin dingin yang satu dengan yang lainnya, disamping itu kapasitas ban berjalan dan atau elevator dingin (cold elevator) harus cukup untuk membawa sejumlah agregat dingin setiap jamnya disesuaikan dengan rencana produksi yang sudah ditentukan (misalnya 30 TPH atau 50 TPH atau lainnya).



Gambar 8.8. Belt Conveyor pengangkut agregat dingin



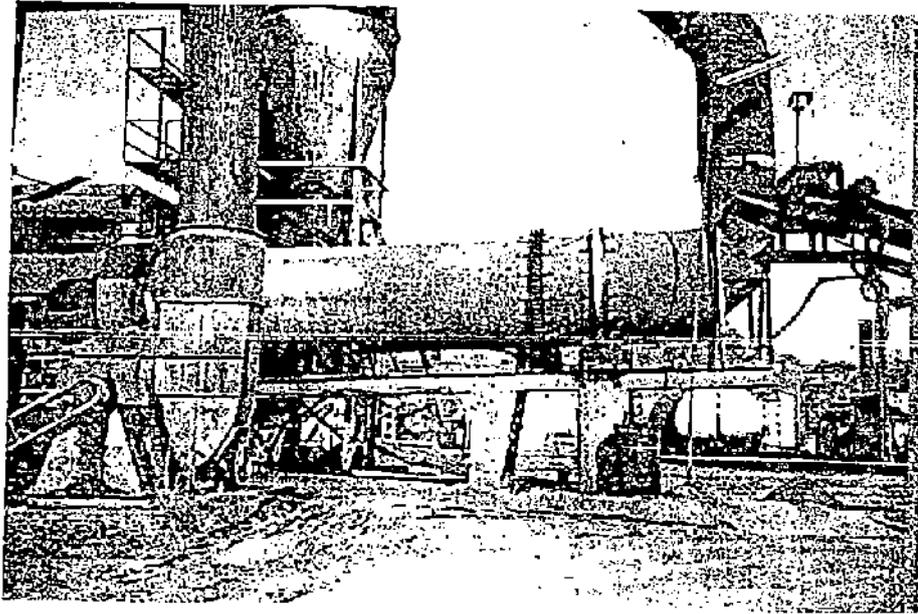
Gambar 8.9. Pemasukan agregat dingin ke dalam dryer



Gambar 3.10. Penumpahan Agregat Dingin ke dalam Dryer

c. Pengering Atau Dryer

Agregat dingin yang sudah tercampur dari beberapa fraksi dituangkan ke dalam alat pengering atau dryer.



Gambar 3.11. Alat Pengering atau Dryer

c.1. Peletakan Pengering

Pengering ini berbentuk silinder dengan panjang dan diameter tertentu berdasarkan kapasitas maksimum produksi yang direncanakan perjamnya.

Peletakan silinder pengering di atas 2 (dua) pasang bantalan rol putar, serta silinder pengering ini dalam proses pengeringan agregatnya bergerak berputar, melalui roda gigi sekeliling silinder yang dihubungkan dengan motor listrik.

Di bagian dalam dinding silinder pengering ini dilas sudu-sudu yang terbuat dari pelat baja cekung atau biasa disebut *lifting flights*.

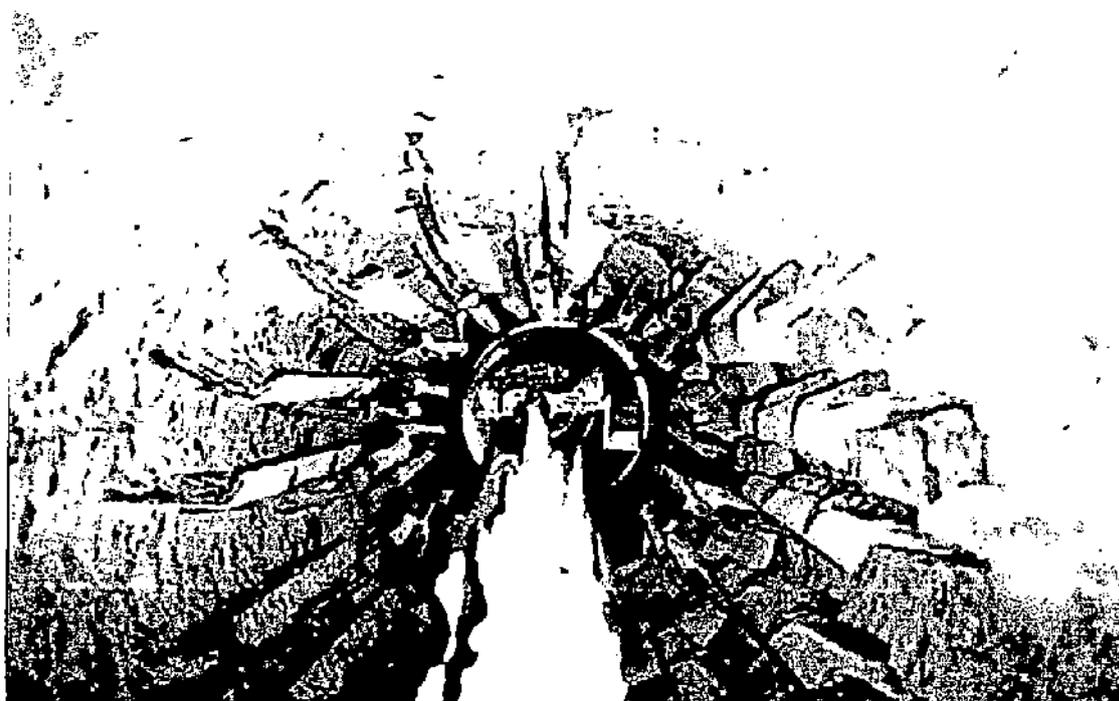
Sudu-sudu ini ditempatkan sedemikian rupa sehingga dapat mengangkat agregat yang sedang dikeringkan ke atas dan sekaligus menjatuhkannya sehingga agregat yang jatuh tersebut dapat membentuk tirai. Pengeringan agregat dilaksanakan dalam pengering ini dengan cara pemanasan. Bentuk tirai dari agregat yang jatuh tersebut memberikan efisiensi dalam pemanasan dan pengeringan agregat secara merata. Alat pengering atau dryer ditempatkan

ke dalam pengering (dryer) dari ujung yang satu (yang letaknya lebih tinggi), dapat keluar lagi dari ujung yang lainnya (yang letaknya lebih rendah) setelah melalui proses pemanasan dan pengeringan selama waktu tertentu.

Besar sudut kemiringan letak silinder pengering ini sudah ditentukan oleh pabrik berdasarkan rencana desain kapasitas produksi dan rencana desain mutu produksi yang ingin dihasilkan.

Makin besar sudut kemiringan (lebih besar dari sudut kemiringan yang telah ditentukan pabrik), akan mengakibatkan agregat yang masuk akan cepat keluar lagi, sehingga agregat dingin mengalami pemanasan yang pendek. Akibatnya adalah agregat yang keluar temperaturnya masih rendah serta kadar airnya masih cukup tinggi. Sebaliknya apabila kemiringannya lebih rendah, maka agregat terlalu lama dalam silinder yang berakibat temperatur agregat terlalu tinggi, namun kapasitas per jamnya rendah, sehingga silinder akan cepat penuh diisi agregat dingin.

Kemiringan silinder pengering atau dryer rata-rata 3° sampai 5° . Temperatur agregat panas keluar dari pengering rata-rata $175^{\circ}\text{C} - 200^{\circ}\text{C}$ kadar air agregat panas $\pm 2\%$.



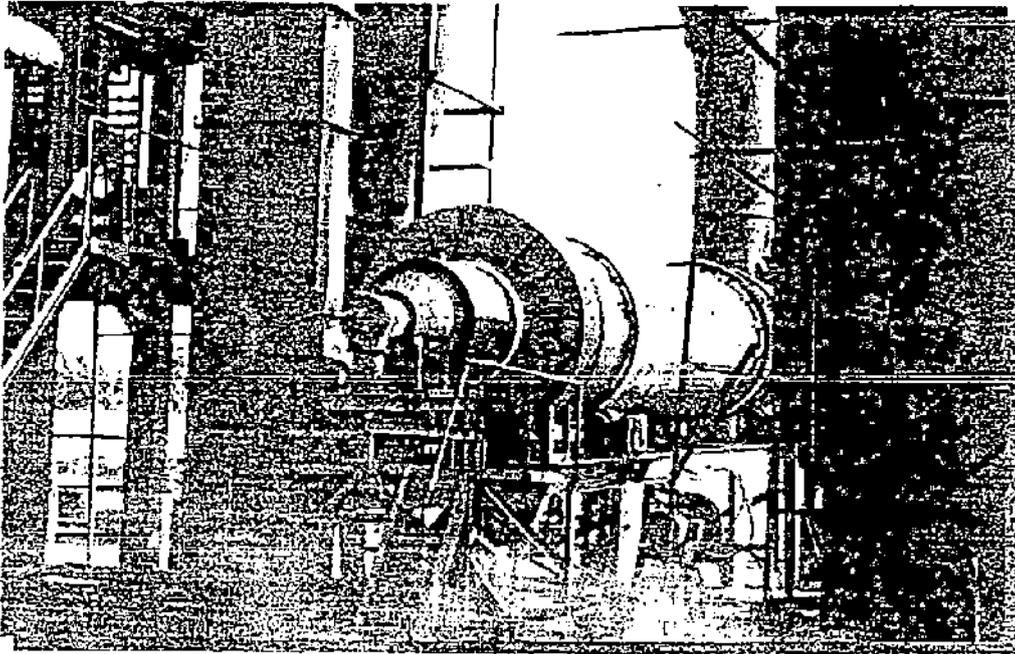
Gambar 3.13. Silinder pengering agregat panas

C.2. Penyembur Api Atau Burner

Pemanasan agregat di dalam silinder pengering (dryer) dilaksanakan dengan memakai alat penyembur api atau burner yang ditempatkan di muka ujung silinder pengering (dryer) tempat agregat panas keluar.

Pada umumnya bahan bakar yang dipakai adalah solar. Dengan tekanan yang cukup tinggi solar disemprotkan melalui nozzle pada burner ke dalam silinder pengering. Untuk kesempurnaan pengapian serta untuk mengatur jauh dekatnya semburan api dari burner tersebut, diperlukan tambahan tekanan udara yang diperoleh dari blower yang dipasang menyatu dengan burner.

Penambahan tekanan solar serta tekanan angin dari blower tersebut akan menambahkan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dan jelas akan menambah kalori yang dihasilkan, serta menambah jauh jangkauan semburan apinya, sehingga dapat menambah panas agregat dan mempercepat penurunan kadar air agregat. Penyetelan api dari penyembur api atau burner ini tidak diperbolehkan terlalu tinggi sebab akan mempengaruhi karakteristik dari agregatnya, yaitu agregat menjadi rapuh dan pecah karena terlalu panas. Untuk melindungi panas dari api pada penyembur api (burner) ini, maka disekeliling nozzle dipasang dinding pelindung yang terbuat dari batu tahan api.



Gambar 8.13. Penyembur Api atau Burner

c.3. Faktor-faktor Yang Harus Diperhatikan

Beberapa faktor yang harus selalu diperhatikan pada silinder pengering dan penyembur api atau burner, adalah antara lain:

- Sudut kemiringan dari silinder pengering atau dryer.
- Jumlah agregat dingin yang dimasukkan ke dalam silinder pengering sesuai dengan rencana produksi.
- Besaran putaran silinder pengering. Makin tinggi putaran (melebihi putaran yang direkomendasikan pabrik) akan mengakibatkan pengeringan / pemanasan agregat tidak sempurna, makin rendah putaran silinder juga akan mengakibatkan pengeringan dan pemanasan tidak sempurna, tirai agregat jatuh di dalam silinder tidak akan terjadi. Waktu pemanasan agregat terlalu lama. Pengaruhnya juga terhadap jumlah agregat

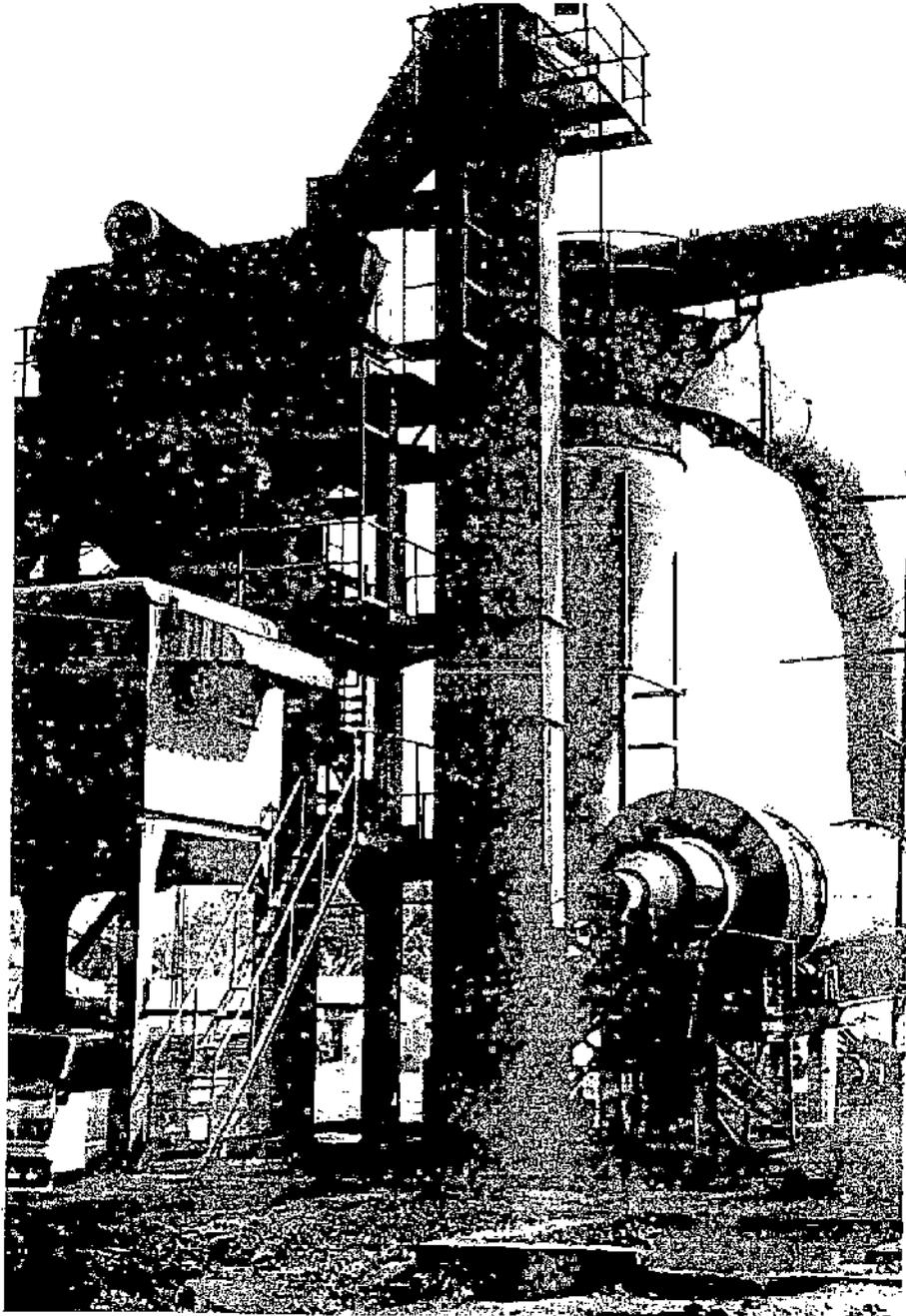
sedang kalau rendah makin lambat pengeluaran agregat panasnya, jadi tidak seimbang dengan jumlah agregat dingin yang dimasukkan ke dalam silinder pengering.

- Selalu diperiksa temperatur dan kadar air dari agregat panas yang keluar dari silinder pengering.
- Besaran api yang disemburkan. Apabila terlihat agregat yang keluar berwarna hitam berarti ada jelaga sehingga agregat tidak dapat diselimuti aspal dengan sempurna. Ini bisa terjadi akibat jumlah bahan bakar yang terlalu banyak sedangkan tekanan angin dari blower yang rendah.
- Periksa selalu atau secara rutin alat-alat pengukur pemakaian bahan bakar dikalibrasi.
- Periksa dan secara rutin kalibrasi alat pengukur temperatur agregat panas.

d. Elevator Panas Atau Hot Elevator

Elevator panas atau hot elevator berfungsi sebagai pembawa agregat panas yang keluar dari silinder pengering atau dryer ke saringan (ayakan) panas atau hot screening unit untuk dipilah-pilah sesuai ukuran fraksi masing-masing.

Elevator panas ini berupa mangkok-mangkok atau bucket-bucket kecil yang dipasang pada rantai yang berputar naik ke atas, di mana setelah sampai di atas agregat panas yang berada dalam mangkok-mangkok kecil tadi ditumpahkan ke atas ayakan panas untuk dipisah-pisah sesuai ukuran fraksinya. Elevator panas ini mempunyai penutup (rumah pelindung) yang berfungsi sebagai pelindung terhadap kehilangan panas dari agregat panas yang dibawanya sekaligus menjaga debu-debu.



Gambar 3.14. Elevator panas atau hot elevator

d.1. Mangkok-Mangkok dan Rantai Elevator

Agregat panas yang keluar dari silinder pengering atau dryer ditampung dalam suatu bak penampung di ujung bawah dari unit elevator panas.

Agregat panas dari bak penampung ini langsung diambil (diciduk) oleh mangkok-mangkok atau bucket-bucket kecil yang terus menerus berputar naik ke atas.

Putaran rantai tempat mangkok-mangkok kecil tersebut dipasang digerakkan dengan memakai motor listrik (elektro motor).

Jumlah banyaknya mangkok-mangkok kecil yang terpasang pada rantai, serta besar kapasitas mangkok kecil dan kecepatan putaran rantai telah diatur sedemikian rupa dengan kapasitas produksi yang direncanakan. Dari segi kapasitas angkut elevator panas ini maka faktor-faktor kecepatan putaran rantai, jumlah mangkok kecil yang terpasang serta kapasitas tiap mangkoknya akan sangat berpengaruh. Kecepatan putar menurun jelas akan mengakibatkan menurunnya jumlah agregat panas yang terangkut. Apabila jumlah mangkok dikurangi atau ada yang rusak, maka jumlah agregat panas yang terangkut juga menurun.

d.2. Pelindung Elevator Panas

Pelindung atau rumah dari elevator panas ini berfungsi sebagai pelindung agregat panas terhadap sentuhan dengan udara luar yang lebih dingin, sehingga temperatur dari agregat panas tidak menurun banyak. Disamping itu juga melindungi polusi akibat debu-debu halus yang kemungkinan masih ada yang dibawa oleh agregat panasnya.

Oleh sebab itu perlu dijaga kondisi dari pelindung elevator panas ini agar tetap dalam keadaan baik tidak ada kerusakan-kerusakan misalnya ada dindingnya yang berlubang (terbuka), sehingga udara luar akan masuk dan cepat menurunkan temperatur dari agregat panasnya. Kerusakan pada pelindung ini bisa juga diakibatkan oleh gesekan-gesekan yang berulang-ulang terjadi antara mangkokmangkok kecil dengan dinding karena gerakan rantai yang tidak stabil.

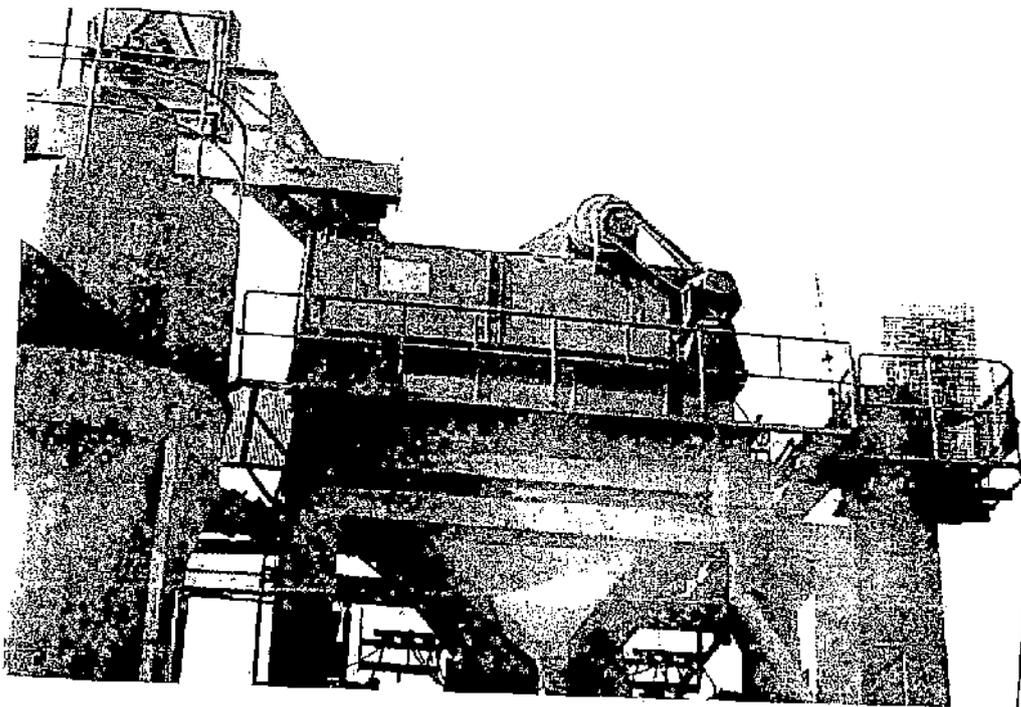
d.3. Faktor-Faktor Yang Harus Diperhatikan

Untuk melindungi agregat panas terhadap penurunan temperatur serta menjaga agar jumlah agregat panas yang dibawa atau menjaga kapasitas angkut dari elevator panas ini tetap dapat

- Periksa secara rutin kondisi dinding pelindung elevator panas, apakah ada yang rusak. Segera perbaiki apabila ada kerusakan atau kebocoran pada rumah pelindung.
- Periksa putaran rantai, apakah putaran (RPM) motor pemutarnya benar,
- Periksa gerakan rantai dan mangkoknya stabil, tidak miring-miring atau oleng. Kalau tidak stabil periksa roda pemutarnya,
- Periksa jumlah dan kondisi mangkok-mangkok kecilnya. Apabila ada yang rusak segera diganti, termasuk posisi pemasangan (dudukan) mangkok pada rantainya.

e. Saringan Atau Ayakan Panas (Hot Screen)

Agregat panas yang dibawa oleh elevator panas (hot elevator) setelah sampai di atas langsung ditumpahkan ke atas saringan panas atau ayakan panas (hot screen) untuk dipisah-pisahkan sesuai fraksinya masing-masing. Pada umumnya saringan panas ini merupakan unit tertutup untuk menghindari kehilangan panas dari agregat.



Gambar 8.15. Saringan Panas atau Hot Screen

e.1. Bentuk Saringan

Saringannya sendiri berbentuk anyaman baja yang tahan panas dengan besaran lubang-lubang anyaman disesuaikan standar ukuran fraksi butiran agregat.

Di dalam unit saringan panas (hot screen) ini terpasang 4 atau 5 ukuran saringan untuk masing-masing fraksi agregat, yang disusun sedemikian rupa dimana saringan fraksi terkecil dipasang di bagian paling rendah.

Saringan fraksi paling besar ditempatkan paling atas, sehingga apabila ada agregat dengan ukuran butiran besar (lebih besar dari ukuran saringan), atau biasa disebut oversize, akan terbuang keluar melalui saluran pembuang.

Agregat panas yang lolos saringan sesuai fraksinya masing-masing akan terus masuk ke dalam bin panas di ruang masing-masing ukuran fraksi.

e.2. Ukuran Lubang Saringan

Contoh saringan panas untuk campuran beraspal dengan ukuran butiran (fraksi) maksimum 19 mm; fraksi agregat panas yang dipakai adalah 19 - 25 mm; 12,5 - 19 mm; 9,5 - 12,5 mm; 2,36 - 9,5 mm; maka saringan yang dipakai adalah saringan berukuran 25 mm; 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm dan 2,36 mm. Kapasitas saringan (masing-masing fraksi) harus dapat menampung jumlah agregat panas dari tiap-tiap (masing-masing) fraksi yang dibutuhkan dalam campuran aspal (hotmix) yang direncanakan. Ukuran celah (lubang) saringan selama dalam operasi bisa mengalami perubahan akibat aus atau akibat kawat-kawatnya terselimuti lapisan abu batu sehingga kawatnya menebal. Apabila terjadi aus akibat gesekan agregat, maka lubangnya akan membesar sehingga ukuran agregat panas fraksi yang bersangkutan menjadi lebih besar. Sebaliknya apabila terselimuti abu batu, maka ukuran lubang saringan jadi mengecil, sehingga ukuran agregat panas fraksi yang bersangkutan jadi lebih kecil. Untuk menghindari hal-hal tersebut di atas maka perlu secara rutin saringan panas atau hot screen diperiksa serta

dibersihkan. Cara dibersihkan adalah dengan cara menyikatnya dengan sikat kasar.

masing-masing ukuran bisa dengan mudah dilepas atau dipasang padaudukannya di unit saringan (screen unit).

e.3. Faktor-Faktor Yang Harus Diperhatikan

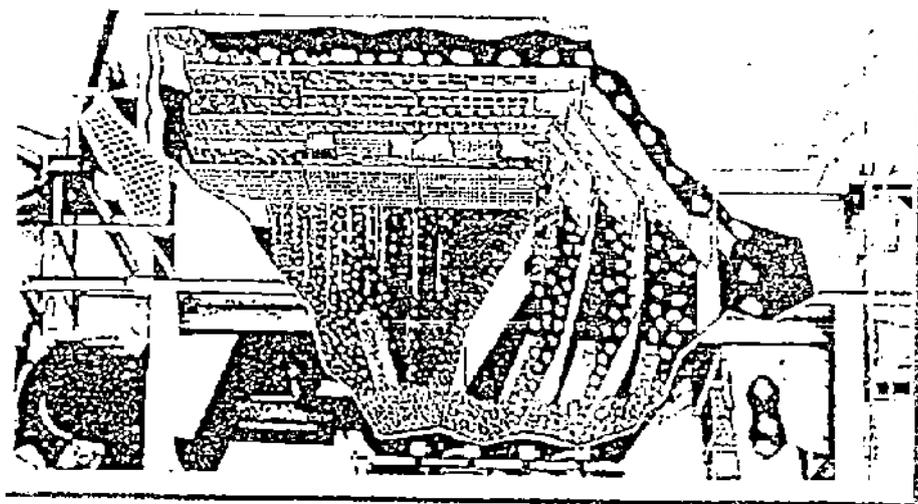
- Periksa dinding-dinding unit saringan dari kemungkinan bocor / rusak.
- Periksa / dimonitor saluran-saluran pemisah agregat-nya.
- Periksa anyaman-anyaman saringan dari kemungkinan aus, kawatnya menebal atau ada yang rusak (patah).

f. Bin Panas Atau Hot Bin

Bin panas atau hot bin adalah tempat penampungan agregat panas setelah lolos dari saringan panas. Agregat panas yang lolos dari saringan panas tersebut masing-masing fraksinya akan mengisi ruangan sendiri-sendiri yang sudah terpisah di dalam bin panas. Jadi di dalam bin panas ini ada dinding-dinding pemisah yang memisahkan tiap fraksi agregat panas.

Pada umumnya untuk AMP tipe takaran atau batch tipe bin panasnya terbagi menjadi 4 ruangan terpisah masing-masing diperuntukkan penampungan masing-masing fraksi agregat sendiri-sendiri hasil dari penyaringan.

Kapasitas masing-masing ruangan (compartment) disesuaikan dengan persentase komposisi campuran agregat dalam campuran aspal panasnya, dikaitkan dengan kapasitas produksi AMP.



Gambar 8.16. Bin Panas Atau Hot Bin

f.1. Pintu Pengeluaran Agregat

Agregat panas untuk tiap-tiap fraksi sesuai jumlah yang dibutuhkan untuk setiap pencampuran atau batch dikeluarkan melalui pintu pengeluaran atau gate yang terdapat di bagian bawah bin panas atau hot bin dari masing-masing compartment. Pembukaan dan penutupan pintu pengeluaran ini bisa secara manual atau bisa otomatis tergantung system control dari unit AMPnya.

Pembukaan dan penutupan pintu pengeluaran dilaksanakan satu persatu (fraksi) secara berurutan untuk memperoleh jumlah agregat dari tiap fraksi sesuai jumlah yang dibutuhkan untuk setiap pencampuran atau batch. Agregat panas dari tiap fraksi ini ditampung dalam bin berikut yang berada di bawah bin panas ini yaitu bin penimbang weigh bin. Pengukuran jumlah agregat panas dari tiap fraksi di atas dilaksanakan pada bin penimbang atau weigh bin.

Contohnya : misalnya untuk satu kali pencampuran atau satu batch diperlukan agregat panas untuk tiap fraksinya sebagai berikut:

Fraksi	1.	12,5 mm - 19 mm	=	45 kg
	2.	9,5 mm - 12,5 mm	=	120 kg
	3.	2,36 mm - 9,5 mm	=	140 kg
	4. < 2,36 mm	=	165 kg

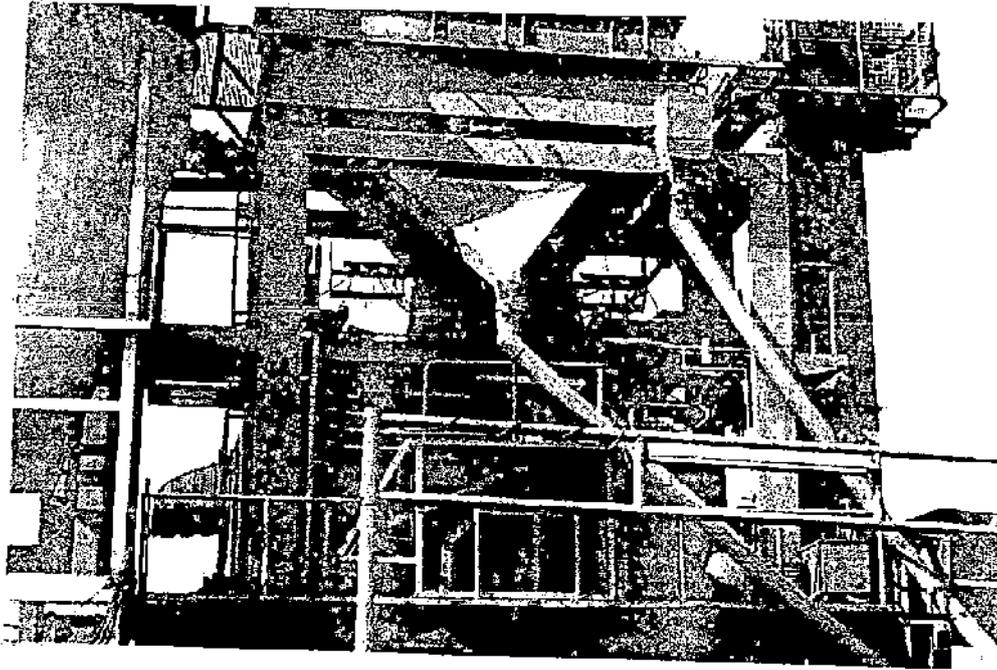
Pintu pengeluaran mulai dibuka setelah material yang sebelumnya terdapat di dalam bin penimbang atau weigh bin dikeluarkan habis. Pertama dibuka pintu pengeluaran untuk fraksi no. 1. Setelah jumlahnya cukup yaitu setelah bacaan dari bin penimbangan menunjukkan 45 kg maka pintu pengeluaran segera ditutup. Selanjutnya pintu pengeluaran untuk fraksi berikutnya fraksi 2 dibuka. Setelah bacaan dari penimbangan menunjukkan jumlah fraksi 1+2, maka pintu ditutup, demikian seterusnya sampai semua agregat sudah berada dalam bin penimbangan.

Untuk contoh di atas maka penimbangan tiap fraksi agregat panas dilaksanakan secara menerus (kumulatif) memakai satu alat pengukur penimbangan.

f.2 Faktor-faktor Yang Harus Diperhatikan

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada bin panas ini antara lain adalah sebagai berikut

- Jumlah agregat di dalam masing-masing compartment dari tiap-tiap fraksi agregat. Jangan sampai terjadi ada fraksi yang sedikit (compartment yang kosong), sedang di dalam compartment lain (untuk fraksi lainnya) ternyata penuh.



Gambar 3.17. Posisi Bin panas atau Hot Bin dan Bin Penimbang atau Weigh Bin

Pada AMP yang baik biasanya ada alat atau sensor yang mengatur isi compartment. Kondisi seperti di atas kemungkinan bisa terjadi akibat ada kesalahan pada pemasokan agregat dingin atau kerusakan pada saringan panas atau hot screen.

- Kelancaran pembukaan dan penutupan pintu pengeluaran dari bin panas, kemungkinan terjadi kemacetan atau kerusakan pada tuas-tuas atau alat penggeraknya. Kemungkinan juga kerusakan pada sensor secara umumnya (untuk AMP dengan kontrol otomatis).

- Kebenaran pada penimbang agregatnya pada bin penimbang atau weigh bin. Kondisi dari bin apa ada yang rusak atau bocor pada dindingnya.

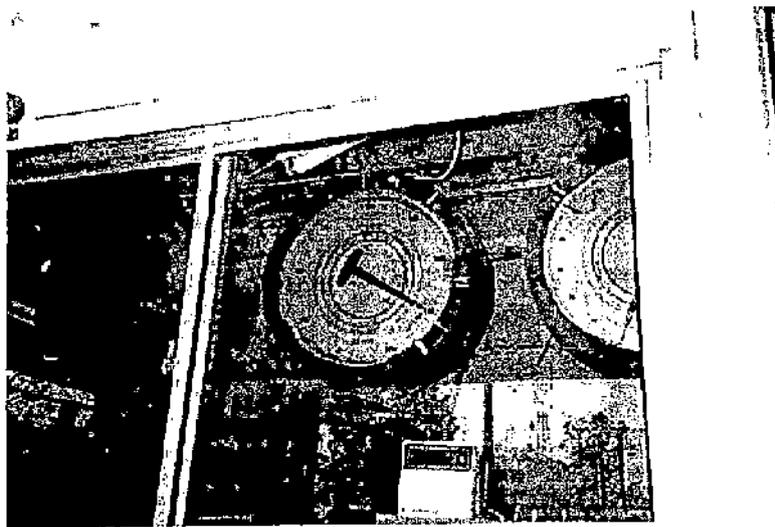
g. Bin Penimbang Atau Weigh Bin

g.1. Pembukaan dan Penutupan Pintu Pengeluaran

Bin penimbang atau weigh bin seperti telah disebutkan dalam butir f.1 di atas adalah bin tempat menampung sekaligus menimbang agregat dari setiap fraksi agregat yang dibutuhkan untuk tiap kali pencampuran atau batch. Di bagian bawah bin terdapat pintu pengeluaran yang bisa dibuka dan ditutup secara manual atau secara otomatis.

Pintu pengeluaran ini akan dibuka untuk mengeluarkan agregat panas yang ditampung di dalamnya setelah pencampur atau pugmill kosong (campuran yang diproses sebelumnya telah dikeluarkan).

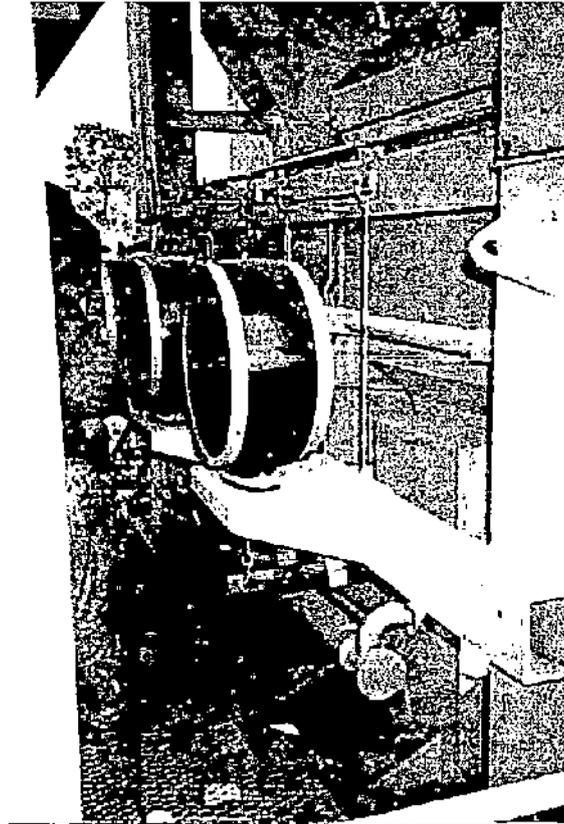
g.2. Faktor-faktor Yang Harus Diperhatikan



Gambar 8.18. Alat Timbangan Pada Bin Penimbang (Weigh Bin)

Kelancaran pembukaan dan penutupan pintu pengeluaran, kemungkinan terjadi kemacetan atau kerusakan sehingga mengganggu kelancaran pengeluaran agregat. Kemungkinan juga kerusakan pada kontrol otomatisnya.

- Kondisi dari bin, apa ada yang rusak atau kebocoran-kebocoran pada dindingnya.
- Temperatur agregat panas harus selalu lebih tinggi atau minimal 175°C.



Gambar 8.19

h. Pencampur Atau Pugmill

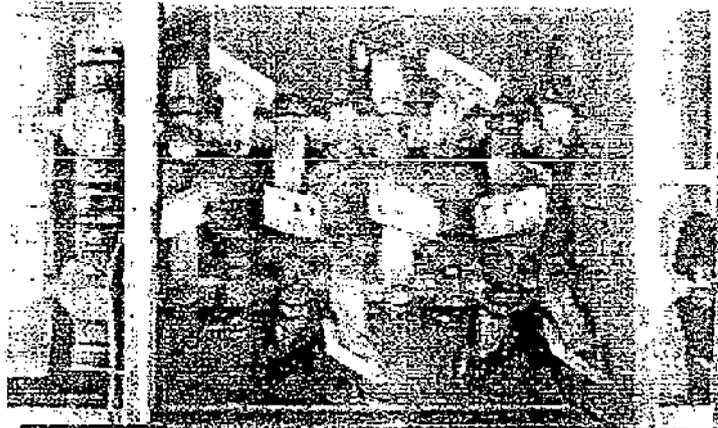
Di dalam pencampur atau pugmill ini semua material (dalam keadaan panas) yaitu agregat dan aspal dicampur untuk menghasilkan produk berupa campuran aspal panas atau hotmix.

Pada beberapa AMP ada yang dilengkapi selimut pemanas di sekeliling dinding pugmill, maksudnya untuk mempertahankan temperatur campuran. Namun pada umumnya yang ada di Indonesia tidak karena mahal dan temperatur udara di Indonesia sudah di atas 175°C.

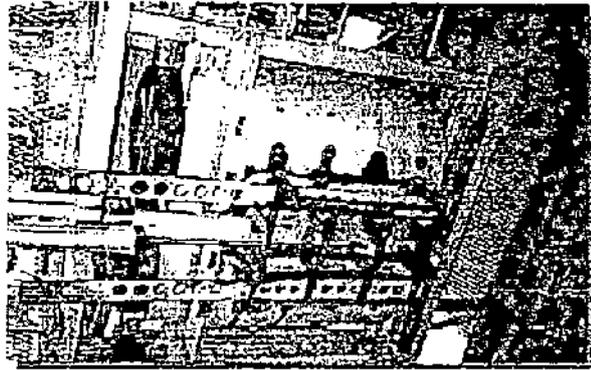
h.1. Lengan Pengaduk Atau Pedal (Paddle)

Semua material dalam keadaan panas dicampur (diaduk) di dalam pugmill dengan memakai lengan-lengan pengaduk atau pedal-pedal (paddle) dengan paddle tip di ujungnya yang dipasang pada 2 poros berputar berlawanan arah (twin shaft). Poros tersebut diputar oleh motor listrik.

Untuk dapat menghasilkan campuran yang baik, pedal dengan tipnya harus dalam keadaan baik, serta ruang bebas (clearance) antara ujung tip dengan dinding tidak lebih dari 1,5 kali ukuran agregat yang paling besar, atau tidak lebih besar dari 2 cm, kecuali apabila ukuran nominal maksimum agregat yang digunakan lebih besar dari 25 cm.



Gambar 8.20. Pedal dengan Pedal Tip dari Twin Shaft Pugmill



Gambar 8.21. Mekanisme Pembukaan / Penutupan Pintu Pengeluaran dari Pugmill

h.2. Proses Pencampuran

Proses pencampuran dapat dibagi menjadi 2 jenis pencampuran, yaitu pencampuran kering dan pencampuran basah.

Pencampuran kering dimaksud adalah pengadukan agregat dari berbagai fraksi yang dituangkan dari weigh bin.

Pencampuran basah adalah pengadukan selama (setelah) dicampur dengan panas aspal.

Waktu pengadukan pada umumnya tidak terlalu lama, ± 45 detik. Waktu pengadukan apabila terlalu cepat akan mengakibatkan pencampuran kurang sempurna, permukaan agregat ada yang tidak terselimuti aspal. Sedangkan apabila terlalu lama akan mengakibatkan penurunan temperatur campuran aspal panasnya disamping itu juga penurunan kapasitas produksinya. Bisa juga berakibat segregasi karena campuran butiran halusnya akan terkumpul pada bagian dasar pugmill. Hasil pencampuran berupa campuran aspal panas dari pugmill langsung dituangkan ke atas bak truck pengangkut.

Temperatur dari agregat panas yang berada di dalam pugmill harus berada di bawah atau sekitar 175°C . Kondisi ini diperlukan untuk dapat memperoleh temperatur campuran aspal panasnya (hotmix) $\pm 150^{\circ}\text{C}$, maksimum 165°C .

Temperatur agregat panas tidak boleh terlalu tinggi untuk mencegah aspal yang disemprotkan

juga tambahkan bahan pengisi atau filler. Bahan pengisi ini tidak dipanaskan (temperatur udara luar).

h.3. Faktor-faktor Yang Harus Diperhatikan

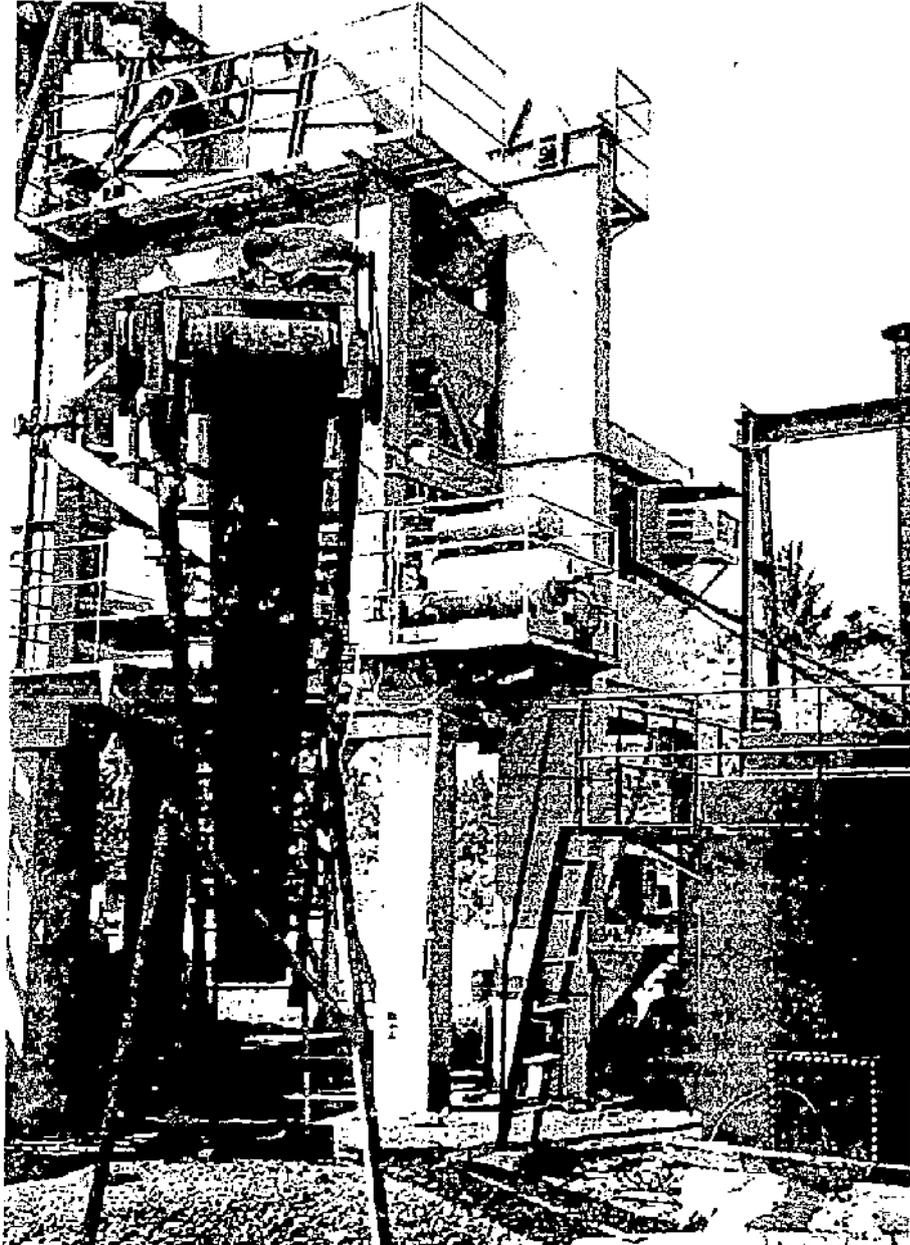
- Periksa secara rutin pembukaan dan penutupan pintu pembuangan campuran aspal panas untuk mencegah kemacetan, sehingga pintu pengeluaran campuran tersebut dapat dibuka dan ditutup tepat waktunya.
- Bersihkan bagian dalam pugmill dari sisa-sisa campuran yang masih menempel di dinding.
- Periksa kondisi lengan pengaduk dengan tip-nya dari kemungkinan patah atau rusak, serta jarak antara atau clearance dari pinggir paddle tip ke dinding pugmill, juga putaran lengan-lengan pengaduk.
- Secara rutin dicatat lama waktu pencampuran, baik pada waktu campuran kering maupun campuran basah.

i. Bahan Pengisi Atau Filler

Bahan pengisi atau filler dituangkan ke dalam pencampur atau pugmill melalui 2 cara, yaitu melalui penimbangan bersama-sama agregat panas di dalam weigh bin atau ditimbang sendiri dan langsung dituangkan ke dalam pencampur atau pugmill.

Penuangan filler bisa secara mekanis, yaitu dialirkan memakai semacam ulir atau auger, atau secara pneumatik, yaitu dipompakan.

Yang harus diperhatikan pada filler ini adalah jumlah filler yang dituangkan untuk tiap kali pengadukan atau batch. Terlalu banyak filler atau melebihi yang diperlukan akan menyebabkan campuran aspal panasnya menjadi kaku, getas dan mudah retak. Sedangkan apabila kurang terjadi sebaliknya.



Gambar 8.22. Elevator Bahan Pengisi (Filler) Dengan Penimbangnnya

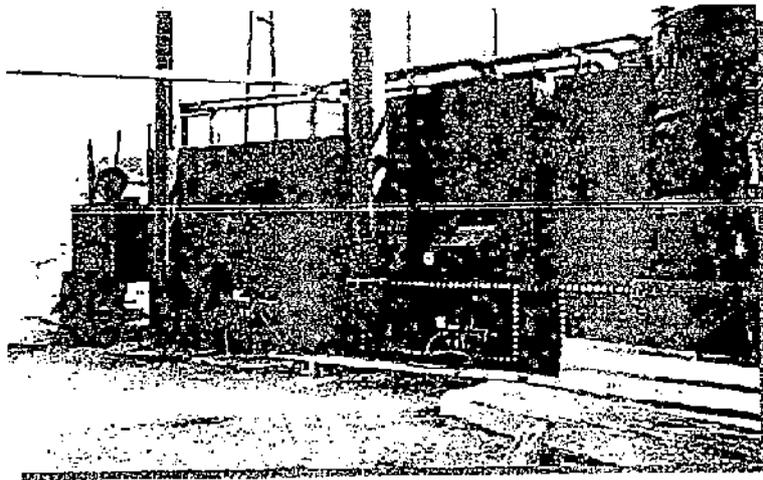
j. Pemasok aspal

Aspal panas disemprotkan ke atas agregat panas pada temperatur $\pm 120^{\circ}\text{C}$ sampai 150°C dengan

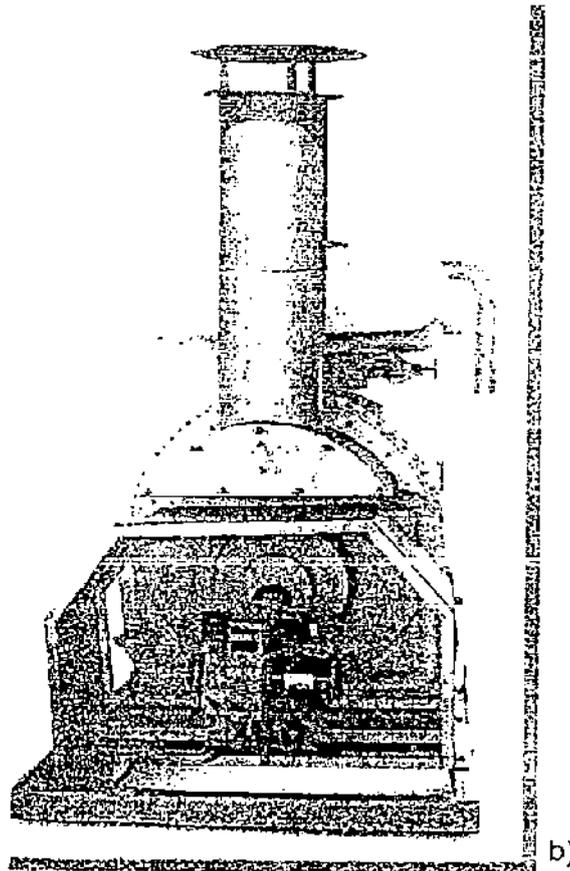
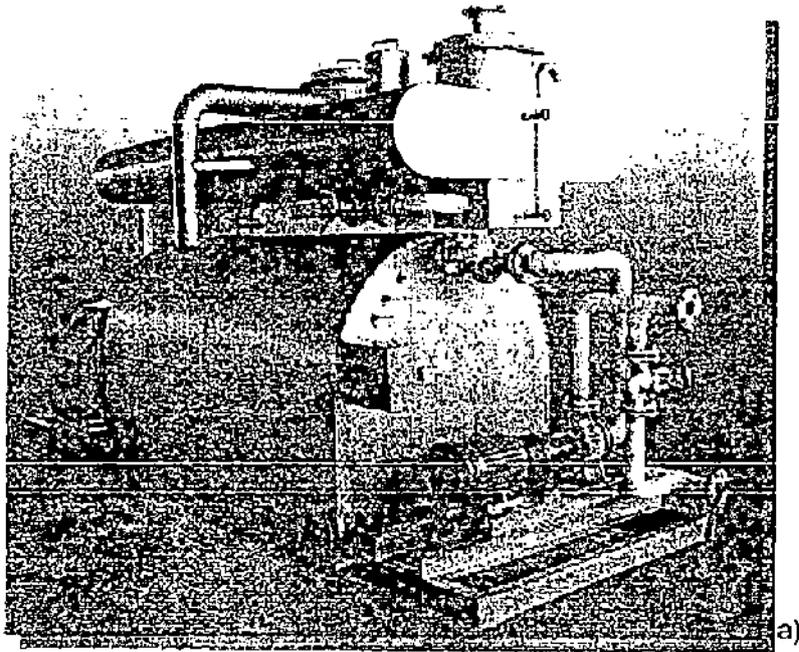
Pada penyemprotan aspal ini dipasang alat penimbang jumlah aspal yang disemprotkan untuk tiap kali pencampuran (batch) serta alat pengukur temperatur aspal. Maka pipa-pipa penyalur ke arah penyemprot dibalut bahan penahan panas.

Pemanasan aspal dalam penampung dapat dilaksanakan dengan 2 cara, yaitu :

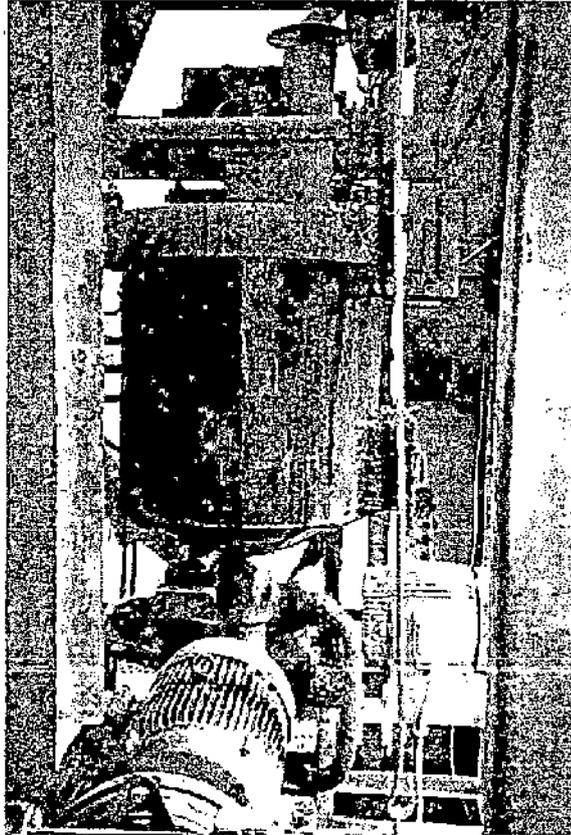
- Pemanasan langsung, yaitu panas dari api pemanas atau burner dialirkan ke dalam pipa yang melingkar-lingkar didalam bak penampung di mana aspalnya tersimpan, sehingga aspal tersebut bersentuhan langsung dengan pipa-pipa yang panas tersebut.
- Pemanasan tidak langsung, yaitu pemanasan yang terjadi karena aspal yang bersentuhan dengan dinding – dinding pipa panas yang dialiri minyak (oli) panas yang sudah dipanaskan terlebih dahulu di tempat pemanasan minyak tersendiri.



Gambar 8. 23. Tangki Aspal dengan Bumer Pemanas Aspal



Gambar 9.24. Peralatan Aspal dan Beton



Gambar 8.25. alat penimbang aspal

j.1. Faktor-faktor Yang Harus Diperhatikan

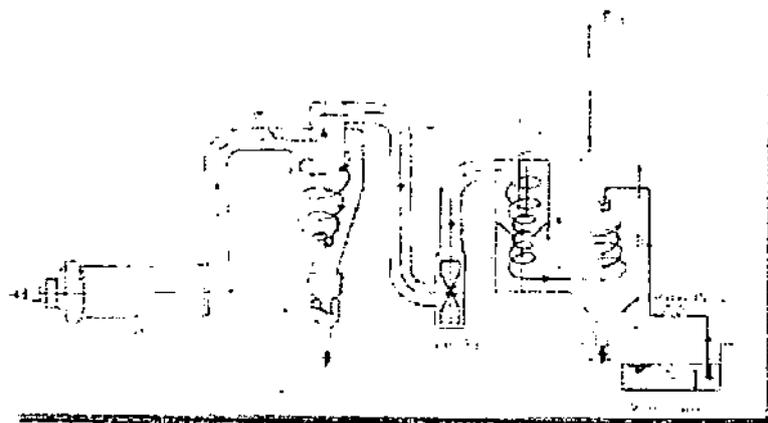
- Selalu dilihat temperatur aspal panas yang disemprotkan ke dalam pugmill.
- Selalu dilihat temperatur aspal di dalam bak penampung.
- Periksa juga nozzle penyemprot / pengabut.
- Jaga saluran-saluran pipa aspalnya jangan sampai terjadi kerusakan atau kebocoran-kebocoran.

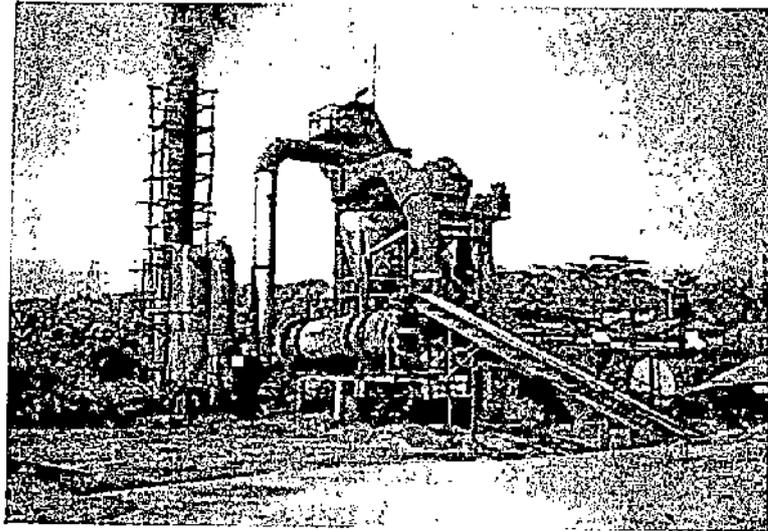
k. Pengumpul Debu Atau Dust Collector

Pengumpul debu atau dust collector ini merupakan komponen yang selalu harus ada untuk menjaga kebersihan udara dan lingkungan dari debu-debu halus yang ditimbulkan selama proses AMP berjalan.

Ada 2 jenis pengumpul debu atau dust collector, yaitu :

- Jenis kering atau dry cyclone, dimana debu-debu dari buangan silinder pengering atau dryer dihisap ke dalam silo cyclone dan diputar sehingga partikel yang berat akan turun ke bawah sedangkan udara yang sudah tidak mengandung partikel debu lagi akan dikeluarkan melalui cerobong. Partikel yang berat tersebut sering dipakai sebagai filler juga.
- Jenis basah atau wet scrubber, dimana pada jenis ini debu-debu yang terbawa udara buangan dari dryer dialirkan ke dalam suatu bak atau ruangan dan disemprot air, sehingga partikel-partikel debunya akan terbawa air turun dan ditampung dalam bak-bak penampung. Udara yang keluar sudah bersih dari debu-debu dan keluar melalui cerobong asap.





Gambar 8.27. Cerobong asap pembuangan

i. Tenaga Penggerak

Untuk menjalankan semua bagian-bagian atau komponen-komponen AMP sumber tenaga utamanya adalah generator set atau gen set. Pada umumnya genset ini diputar oleh mesin diesel. Kekuatan atau kapasitas genset ini harus cukup untuk melayani kebutuhan motormotor listrik yang dipakai serta peralatan-peralatan lain yang memakai tenaga listrik dan untuk penerangan. Semua sambungan-sambungan aliran listrik harus tertutup untuk mencegah arus pendek serta untuk keamanan lingkungan.

m. Ruang Pengendali Pengontrol Atau Ruang Pengontrol (Control Room)

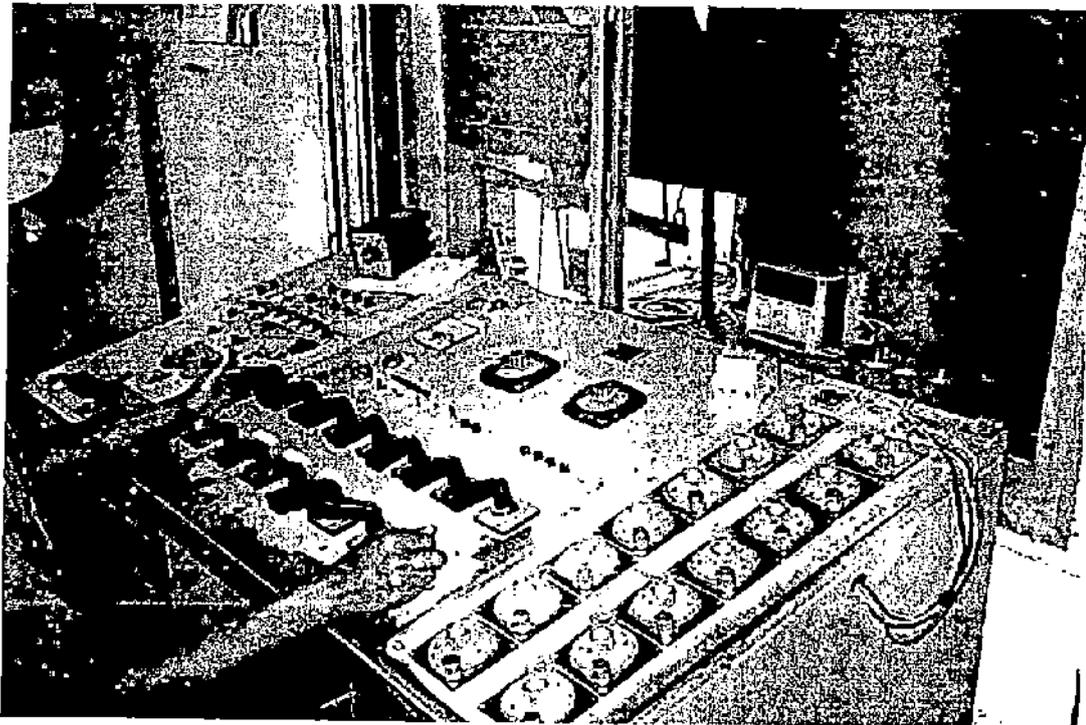
Seluruh kegiatan operasi unit AMP dikendalikan dari ruang pengontrol atau control room ini. Ada 3 cara pengendalian operasi yang dikenal; yaitu cara manual, cara semi otomatis dan cara otomatis.

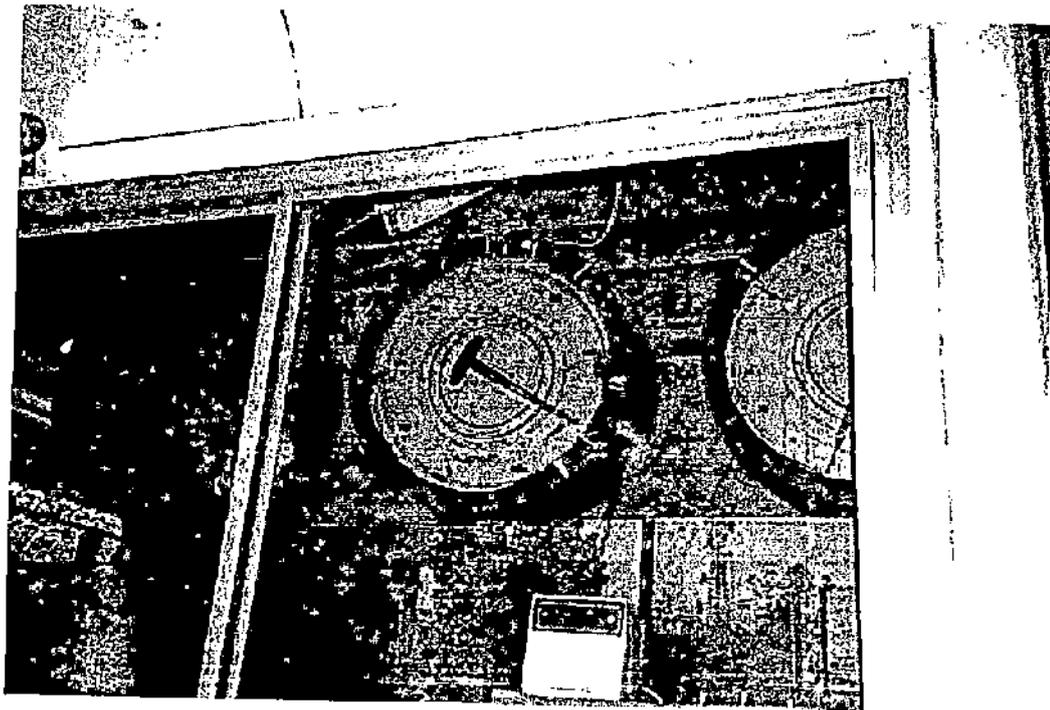
Pada pengendalian operasi cara manual, pengaturan/pengoperasian komponen atau bagian-bagian AMP dilakukan dengan mengatur sakelar atau tombol menggunakan tangan. Yaitu pengaturan pemasokan agregat, aspal, pembakaran pada burner, penimbangan, pencampuran

Pengendalian secara semi otomatis, beberapa pengaturan pembukaan dan penutupan masih dikontrol secara manual, termasuk bukaan pintu pengeluaran pugmill.

Pengendalian operasi secara otomatis, maka semua operasinya sudah diatur secara otomatis dengan sistem komputerisasi, termasuk kontrol apabila ada kesalahan/kesalahan atau ketidakcocokan dan ketidaklancaran operasi dari satu atau beberapa bagian kegiatan/operasi, misalnya temperatur agregat panas rendah maka terkontrol pada burnernya, misalnya ditingkatkan pemanasannya.

Pada pengendalian operasi secara otomatis harus lebih teliti pengamatan alat-alat ukurnya serta hubungan-hubungan sirkuit dari AMP ke ruang pengendalian, karena besaran-besaran yang sudah diprogram bisa saja bersalah akibat sirkuit yang terganggu, sehingga kemungkinan produk akhir berada di luar spesifikasi yang sudah dirancang atau diformulasikan sebelumnya.





Gambar 8.29. alat timbangan terlihat dari ruang pengendali

3.1.2. ALAT PENCAMPUR ASPAL PANAS ATAU AMP TIPE MENERUS (CONTINUOUS TIPE)

a. Tipe Drum Mix

Pada alat pencampur aspal panas (AMP) tipe menerus (continuous tipe) drum mix, maka pencampuran agregat panas dengan aspal panasnya terjadi di dalam pengering (dryer). Jadi aspal panas disemprotkan ke atas agregat panas di dalam pengering (dryer) di bagian ujung pengeluaran, berseberangan dengan penempatan penyembur api atau burner yang ditempatkan di bagian ujung pengisian.

Komponen-komponen utama yang penting pada AMP tipe Drum Mix ini tidak sebanyak komponen utama pada AMP tipe Batch.

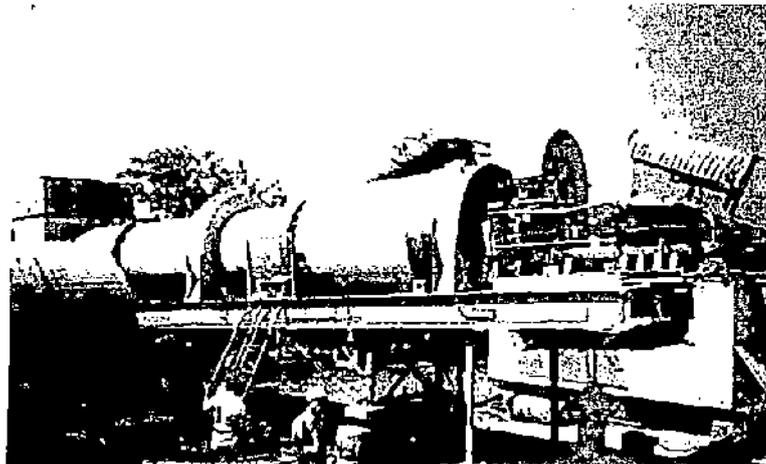
Komponen-komponen utama pada AMP tipe Drum Mix adalah :

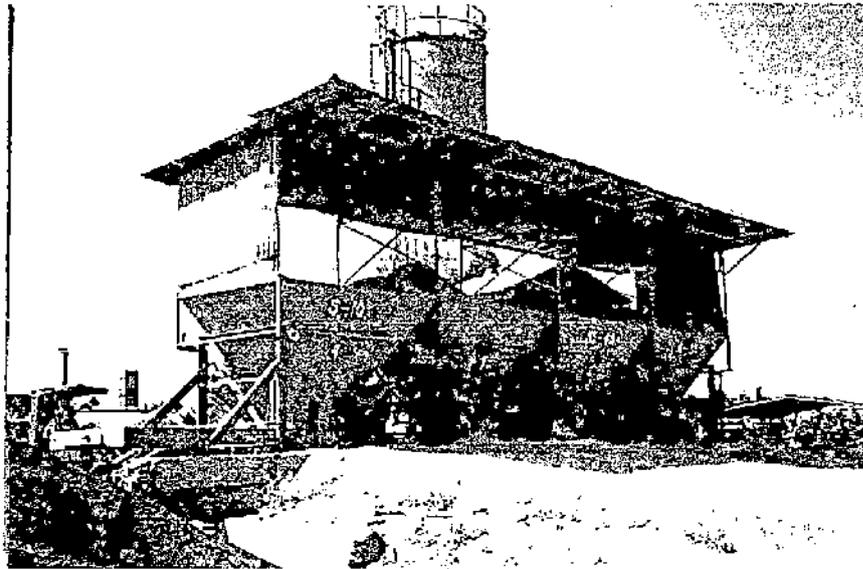
- a.1. Bin dingin atau cold bin.
- a.2. Ban berjalan atau conveyor belt
- a.3. Pengering atau dryer.
- a.4. Pemasok aspal.
- a.5. Pemasok bahan pengisi atau filler.
- a.6. Pengumpul debu atau dust collector.
- a.7. Elevator dan silo penampung campuran aspal panas.

a.1. Bin dingin atau cold bin.

Bin dingin atau cold bin pada AMP tipe menerus ini pada dasarnya sama dengan AMP tipe Batch.

Bin yang terdiri dari beberapa (biasanya tersedia 4 kompartemen) ruang yang bersekat (berdinding pemisah), pintu bukaan yang terletak di bagian bawah serta motor penggetar, serta ban berjalan atau conveyor sampai kepada ban berjalan atau delivery (feed) conveyor umumnya sama dengan yang ada pada AMP tipe Batch.





Gambar 8.31. Bin dingin atau cold bin

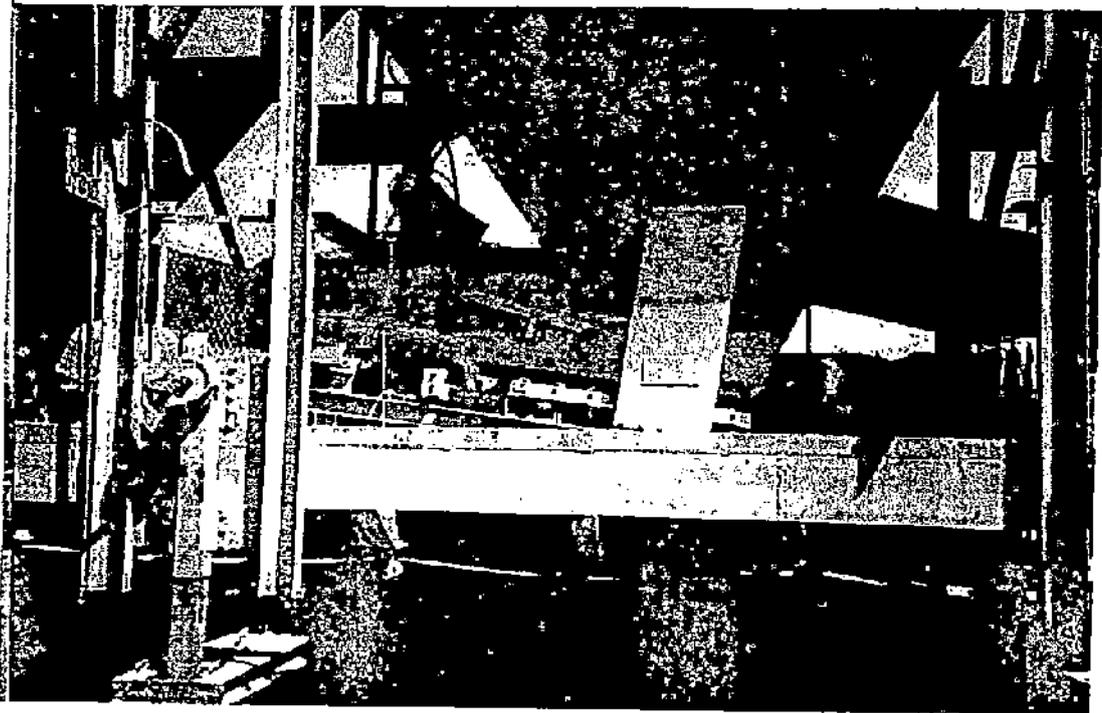
a.2. Ban Berjalan atau Conveyor Belt

Masing-masing fraksi agregat dari masing-masing bin ditampung pada ban berjalan atau belt masing-masing yang diputar oleh tenaga motor listrik. Dari masing-masing belt tersebut agregat dingin ditampung pada belt pengumpul atau collecting belt conveyor, dan selanjutnya agregat yang sudah tercampur pada collecting conveyor tersebut diteruskan untuk dimasukkan ke dalam dryer melalui elevating conveyor atau feed conveyor.

Untuk lebih meningkatkan ketelitian pengukuran jumlah agregat dingin (dari tiap fraksi) yang ditimbang dengan berat (bukan volume), maka pada pengeluaran agregat dingin dari binnya ditempatkan sensor, dan pengukur berat agregat ditempatkan pada ban berjalan dari tiap fraksi agregat.

Perubahan timbangan berat agregat yang keluar akan terdeteksi oleh sensor tersebut dan diteruskan ke pengatur otomatis kecepatan putaran motor listrik penggerak ban berjalan agregat dingin.

Perlengkapan peralatan ini biasanya dipasang pada AMP tipe continuous jenis Drum Mix dengan pengontrolan otomatis.



Gambar 8.32. Pengontrol berat otomatis dengan sensor

a.3. Pengereng atau Dryer

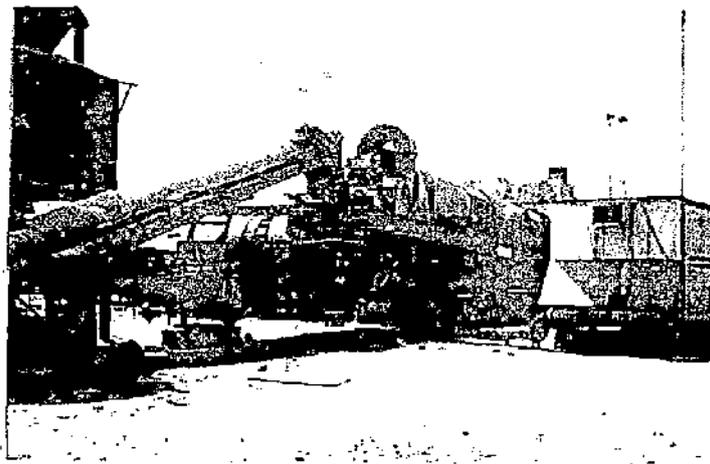
Agregat dingin yang sudah tercampur dari beberapa macam fraksi ditumpahkan ke dalam pengereng atau dryer untuk dipanaskan dan diturunkan kadar airnya. Berbeda dengan AMP tipe batch, maka pada AMP menerus jenis drum mix ini agregat dingin yang dituangkan ke dalam dryer akan langsung kena semburan api dari alat penyembur api atau burner yang ditempatkan pada ujung dryer dibagian pengisian. Kedudukan dryer sama seperti pada tipe batch mempunyai sudut kemiringan ± 3 derajat. Dari ujung pembuangan dimasukkan pipa aspal panas yang pada bagian ujung pipa ditempatkan beberapa nozzle penyemprot aspal panas.

Jadi proses pencampuran agregat panas dengan aspal panas adalah sebagai berikut : Agregat dingin dituangkan ke dalam dryer melalui ujung dryer bagian pengisian. Agregat tersebut

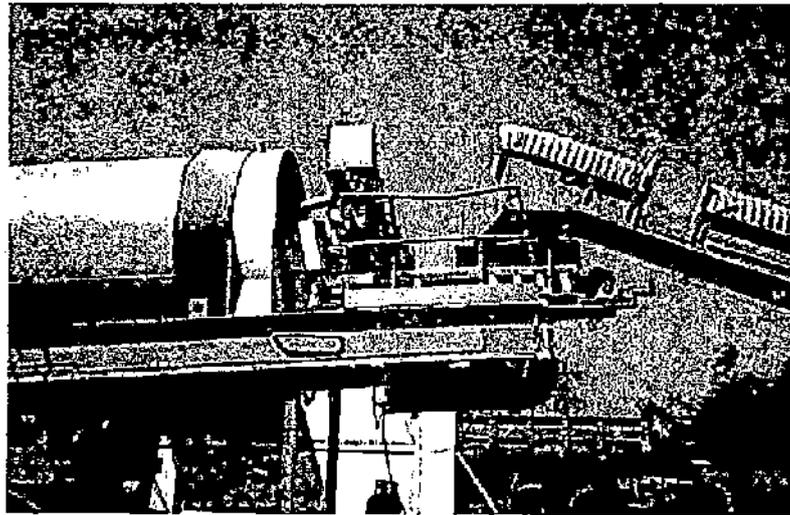
menerima panas dari burner dan campuran agregat (dari yang halus sampai yang kasar) sambil diputar akan turun pindah ke arah bagian dryer yang lebih rendah, yaitu ujung dryer bagian pengeluaran.

Di bagian ujung pengeluaran ini aspal panas disemprotkan ke atas agregat panas yang sedang teraduk karena putaran dari dryer. Di bagian ini terjadi pencampuran dan pengadukan agregat panas dengan aspal panasnya. Hasil pencampuran ini berupa campuran aspal panas akan keluar dari dryer dan selanjutnya dengan memakai hot elevator campuran aspal panas ini akan dibawa dan dituangkan ke dalam silo panas tempat menampung campuran aspal panas sebelum dituangkan ke atas bak dump truck untuk dibawa ke tempat penghamparan.

Alat penyembur api atau burner pada AMP Continuous Jenis Drum Mix ini pada dasarnya sama dengan burner yang dipakai pada AMP Batch Type, hanya pemasangannya yang berbeda, yaitu di ujung tempat pemasukan agregat dingin.



Gambar 8.33. Penyaluran agregat dingin



Gambar 8.34. Pemasukan agregat dingin

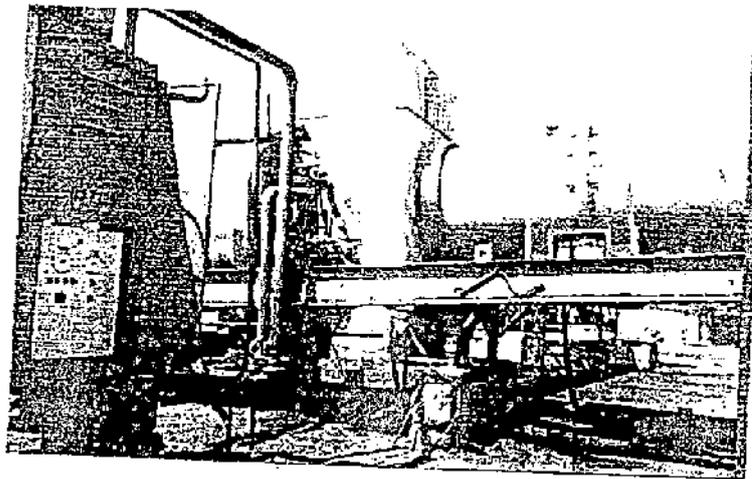
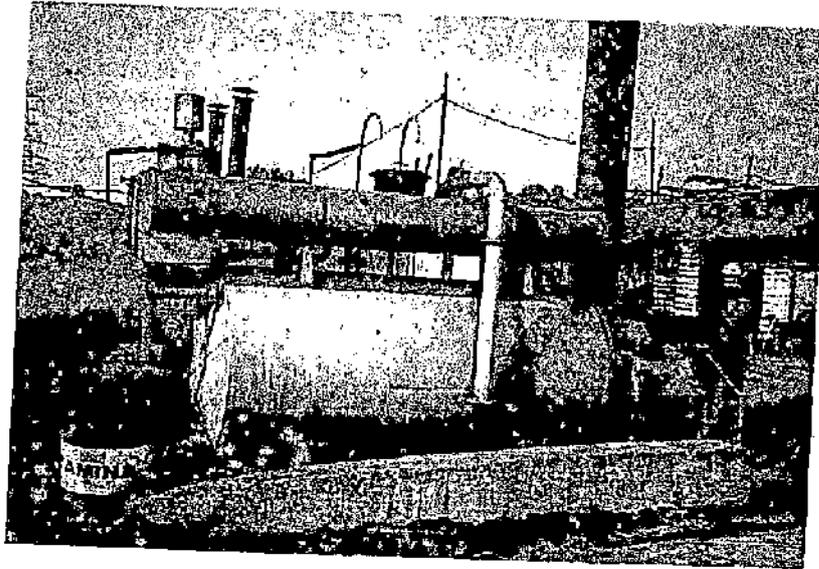
a.4. Pemasok Aspal

Aspal panas dialirkan dari tangki aspal panas dan dengan pengontrolan jumlah aspal dalam kg/menit yang dapat dilihat pada dial meteran pengontrol, aspal panas tersebut secara terus menerus disemprotkan ke atas agregat panas yang berada di dalam dryer di bagian ujung pengeluaran.

Jumlah aspal panas yang disemprotkan (dalam satuan kg/menit) tergantung pada jumlah agregat-agregat yang dituangkan ke dalam dryer tiap satuan waktunya. Presentase aspal panas adalah persentase aspal dalam campuran sesuai job mix formula yang direncanakan.

Kelemahan dari proses pencampuran aspal panas seperti diuraikan diatas adalah bahwa campuran agregat panas (dari fraksi halus sampai fraksi kasar) dengan aspal berada di dalam dryer yang terus berputar dan di dalam dryer ada mangkok-mangkok (sudu-sudu) atau flights. Dalam kondisi seperti ini maka ada beberapa kelemahan yang bisa ditimbulkan antara lain :

- Komposisi campuran agregat yang berada di bagian ujung ini, belum tentu masih sama



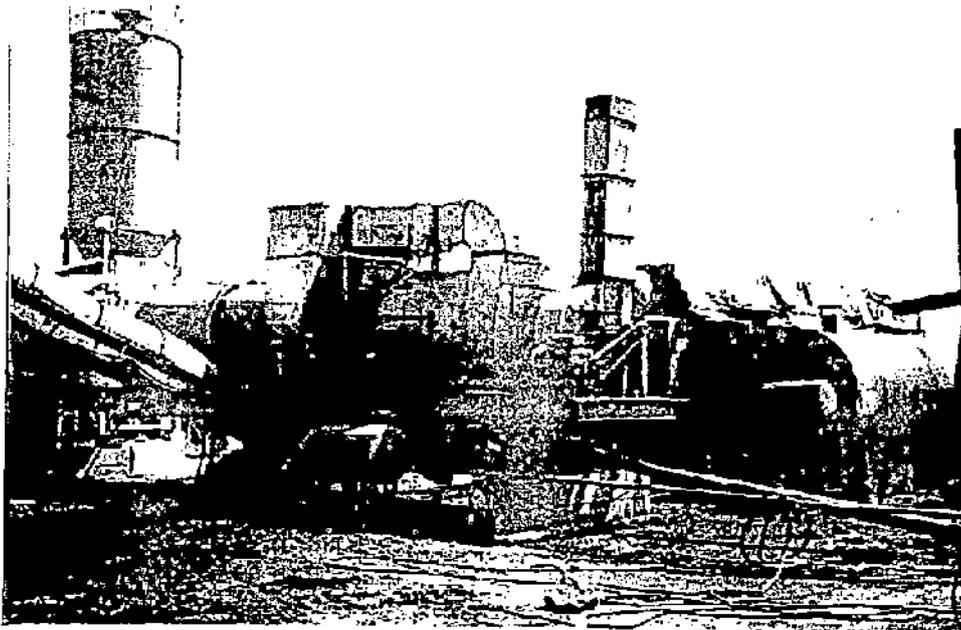
Gambar 8.35. Lokasi Aspal Panas (di dalam Dryer Drum)

- Setelah dicampur aspal panas, maka pada umumnya agregat halus yang tercampur aspal akan mengumpul dan melekat pada dinding dryer maupun sudu-sudunya, sehingga formula campuran yang keluar tidak homogen. Pada suatu saat lapisan-lapisan yang melekat ini akan terlepas dan ikut keluar bersama sebagai produk campuran aspal panas.

- Agregat dingin yang dituangkan ke dalam dryer langsung kena samburan api dari burner. Hal ini memungkinkan agregat bisa pecah (pemanasan tiba-tiba) atau terselimuti jelaga yang akan mengurangi daya lekat dengan aspal.
- Temperatur agregat panas di tempat pencampuran sudah menurun lagi (menjauh dari api)

a.5. Pemasok Bahan Pengisi atau Filler

Pada beberapa AMP drum mix penambahan material bahan pengisi apabila diperlukan sesuai formulanya dituangkan ke dalam dryer memakai belt conveyör. Pengukuran jumlah filler yang dituangkan difaksanakan berdasarkan setting bukaan pengeluaran dari bak penampung atau silo.



Gambar 8.36. Pengumpul debu

a.6. Pengumpul Debu atau Dust Collector

Peralatan pengumpul debu atau dust collector yang dipakai pada AMP tipe drum mix sama seperti pada tipe batch, tipe batch atau unit tipe drum mix. Untuk tipe batch, dust collector

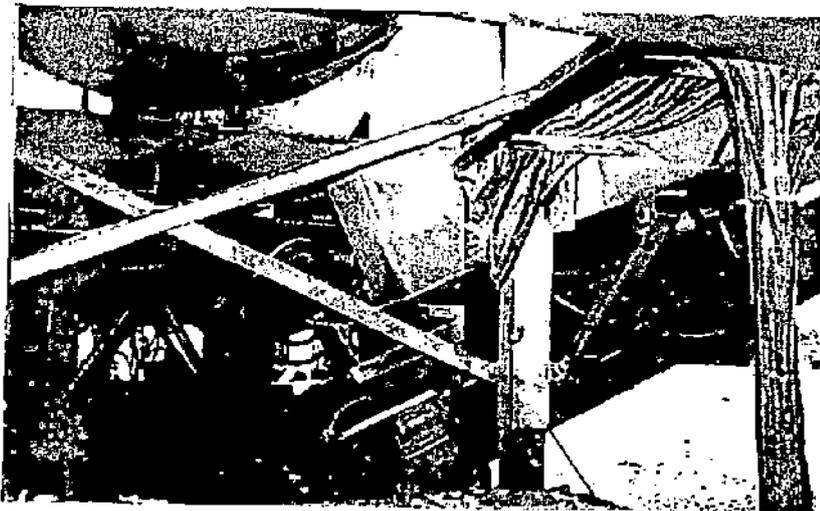
a.7. Elevator dan Silo Penampung Campuran Aspal Panas

Campuran aspal panas yang keluar dari dryer dibawa ke tempat/bak penampungan dengan memakai hot elevator, biasanya dari jenis belt conveyor khusus dengan belt tahan minyak dan tahan panas.

Pada operasi AMP tipe drum mix ini produksi campuran aspal panas terus menerus terjadi sehingga akan terus mengalir ke luar dari dryernya produk campuran aspal panas, sehingga produk campuran aspal panas ini harus ditampung terlebih dahulu di dalam silo yang cukup tertutup untuk menghindari penurunan temperatur yang cukup besar.

Selanjutnya campuran aspal panas dari silo penampung tersebut dituangkan ke atas dump truck. Pengukuran banyaknya campuran aspal panas yang dituangkan ke atas dump truck diatur dari ruang pengontrol.

Kapasitas silo penampung tersebut harus disesuaikan dengan kapasitas dump truck pengangkut serta kapasitas produksi AMP per jamnya. Hal ini perlu diperhatikan agar campuran aspal panas tidak terlalu lama berada di dalam silo serta tidak terjadi pemisahan butiran atau segregasi.



Gambar. 8.37. Produk campuran aspal panas keluar dari dryer drum melalui



**Gambar. 8.38. Silo penampung produk campuran aspal panas pada AMP
Tipe Continuous Drum Mix**

a.8. Ruang Kontrol Operasi

Dari ruang kontrol operasi ini seluruh operasi AMP dikendalikan. Sistem pengendalian operasinya bisa secara manual, bisa juga otomatis.

Bukaan pintu pengeluaran agregat dingin pada umumnya masih diatur secara manual. Pada pengendalian otomatis maka pengukuran berat agregat yang dipasok dapat dikendalikan secara otomatis.

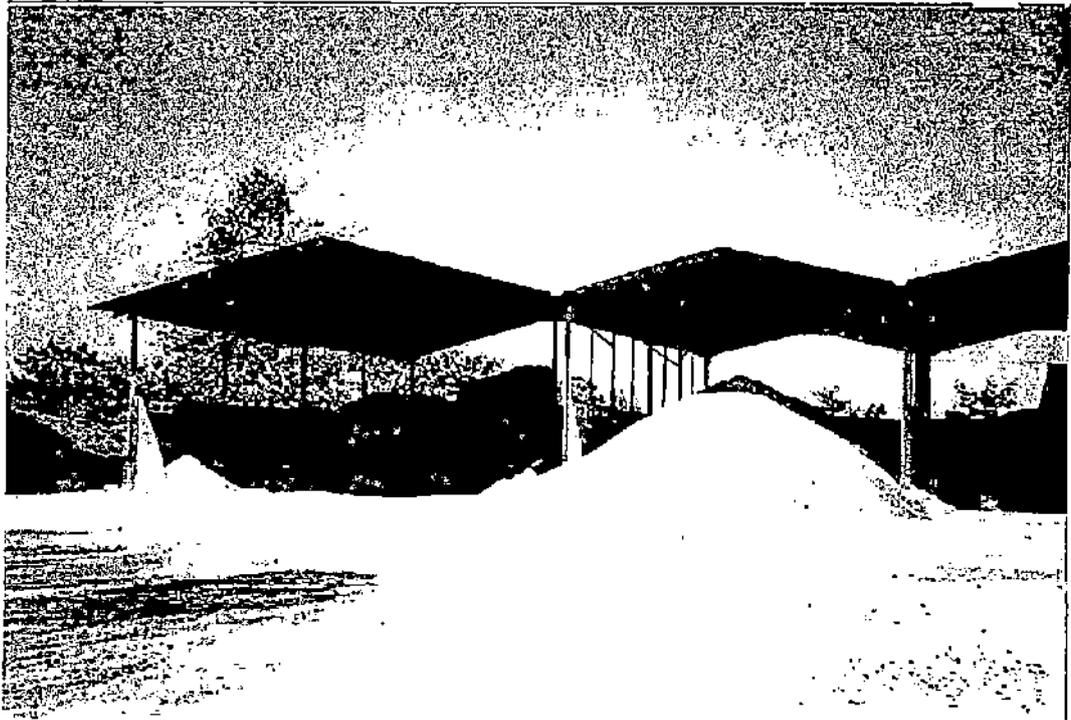
a.9. Tenaga Penggerak

Untuk peralatan AMP pada umumnya tenaga penggerak yang dipasang adalah generating set yang diset dengan motor diesel. Untuk penggerak/pemutar dipakai motor listrik. Sedangkan untuk komponen-komponen sumber tenaga yang memakai udara tekan atau compressed air maka dipasang air compressor sebagai penyuplai udara tekannya.

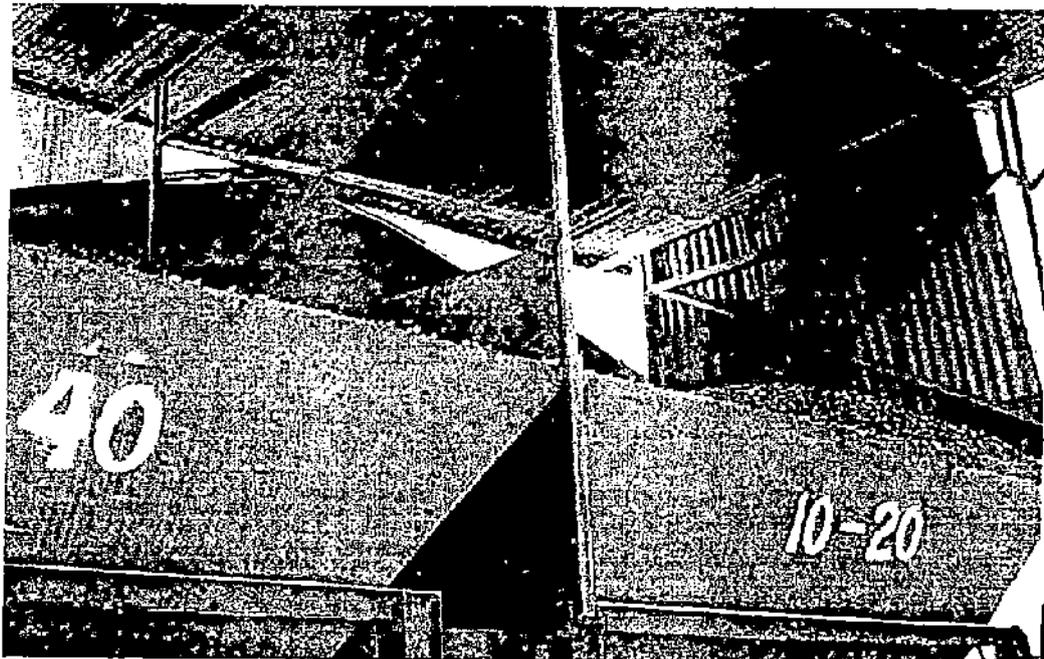
a.10. Hal-hal Yang Harus Diperhatikan

Sama seperti pada AMP tipe takaran atau batch tipe, maka pada AMP tipe drum mix beberapa hal harus diperhatikan, antara lain :

- Pintu bukaan pengeluaran agregat dingin harus selalu diawasi jangan sampai terjadi kemacetan atau pengecilan bukaan akibat tersumbat. Kalibrasi skala pengukuran bukaan secara rutin dilaksanakan termasuk alat timbangan pengukur agregat dingin (apabila dipakai) yang biasanya terpasang pada ban berjalan atau conveyor harus dikalibrasi secara rutin.
- Pengaturan burner harus selalu diawasi untuk memperoleh temperatur campuran yang memenuhi syarat.
- Temperatur aspal panas harus selalu diukur untuk menjaga temperatur dari campuran aspal panas yang diproduksi agar tidak terlalu rendah. Burner diperiksa secara rutin serta skala pengukuran jumlah bahan bakar yang dikonsumsi burner per jamnya supaya dikalibrasi secara rutin.
- Untuk lebih meningkatkan mutu produk campuran aspal panas agar dapat memenuhi persyaratan, perlu usaha-usaha sebagai berikut :
 - Pemilihan agregat dingin sesuai persyaratan, yaitu gradasi yang benar serta bersih.
 - Penyimpanan (stock pile) agregat dingin yang baik, terlindung dan terpisah.
 - Bin dingin sesuai persyaratan, yaitu memakai dinding sekat pelindung agar agregat tidak tercampur.
 - Pembersihan dryer secara rutin, termasuk penyemprot aspal panasnya.



Gambar 8.39. Penyimpanan Agregat Dingin atau Stock Pile



b. Tipe Pugmill Mix

AMP jenis menerus atau tipe continuous untuk tipe ini dimana pencampuran agregat panas dan aspal panasnya terjadi di dalam pencampur atau pugmill secara umum komponen-komponen utama yang penting pada AMP tipe ini sama dengan pada AMP tipe batch. Perbedaannya terletak pada proses pencampuran agregat panas dengan aspal panasnya, meskipun terjadi di dalam pugmill namun prosesnya terjadi terus menerus (pada tipe batch terjadi per batch), pengaliran agregat panas untuk tiap fraksinya terjadi terus menerus.

Pengaturan jumlah tiap fraksi agregat panas per jam diatur menurut besar kecilnya bukaan pintu pengeluaran yang terdapat pada bin panas.

Jadi pada AMP tipe menerus yang ini tidak ada bin penimbang atau weigh bin. Komponen-komponen utama yang penting dari AMP tipe menerus jenis pencampuran dalam pugmill ini adalah :

- Bin dingin.
- Ban berjalan (belt conveyor) atau pengangkut (pemasok) agregat dingin. - Alat pengering atau dryer.
- Elevator panas atau hot elevator.
- Saringan panas atau hot screen.
- Bin panas atau hot bin.
- Pemasok bahan pengisi atau filler.
- Pencampur atau pugmill.
- Pemasok aspal panas.
- Pengumpul debu atau dust collector.
- Elevator campuran aspal panas.
- Pengontrol operasi.
- Sumber tenaga.

Komponen-komponen utama seperti bin dingin dengan ban berjalannya, pengering atau dryer dengan penyembur apinya (bumer), serta elevator panas atau hot elevator dan saringan atau hot screen pada AMP jenis ini pada prinsipnya sama dengan pada AMP tipe batch.

b.1. Saringan dan Bin Panas

Saringan agregat panas pada AMP tipe ini sama seperti pada AMP tipe batch. Jadi agregat panas hasil pengering atau dryer melalui saringan ini akan dipisah-pisah sesuai ukuran masing-masing dan seterusnya ditampung dalam tiap ruang sendiri masing-masing ukuran dalam bin panas.

Perbedaan dengan AMP tipe batch adalah bahwa pintu pengeluaran dari tiap ruangan bin panas akan terbuka secara terus menerus. Sehingga agregat panas dari tiap-tiap fraksi akan mengalir terus dan masuk ke dalam pugmill.

Bahan pengisi atau filler pada dasarnya sama juga dituangkan terus menerus ke dalam pugmill dari bin fillernya yang biasanya terpisah dari bin panas agregat. Pengaturan jumlah agregat per jam yang masuk ke dalam pugmill terletak pada pengaturan bukaan pintu pengeluaran dari bin panas. Besar kecilnya bukaan pintu diatur dengan bantuan skala pengukuran tersebut harus dikalibrasi agar memperoleh pengukuran yang benar.

Pengukuran temperatur agregat panas selalu harus dilakukan secara rutin (untuk manual kontrol).

b.2. Pencampur

Berbeda dengan pugmill pada AMP tipe batch, maka pugmill pada AMP ini peletakannya miring untuk memungkinkan campuran aspal panasnya mengalir keluar. Bentuk pugmill sama dengan lengan-lengan berputar pada poros kembar atau twin shaft.

Aspal panas disemprotkan ke atas agregat panas yang sedang diaduk di dalam pugmill secara terus menerus. Selalu diawasi jumlah aspal panas yang disemprotkan per jamnya serta diukur secara rutin temperatur aspal panasnya.

b.3. Elevator dan Silo Campuran

Sama seperti pada AMP jenis drum mix, produk dari pugmill tidak langsung di tuangkan ke atas dump truck, melainkan ditampung di dalam silo penampung campuran aspal panas.

Dengan pengaturan bukaan pengeluaran pada silo ini dapat diketahui berapa jumlah campuran aspal panas yang dituangkan ke atas satu dump truck pengangkutnya.

b.4. Hal-hal Yang Harus Diperhatikan

Beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain :

- Periksa dan awasi bukaan pintu bin dingin. Kalibrasi secara rutin skala pengaturan bukaan pintunya.
- Periksa temperatur agregat panas dari dryer.
- Periksa dan kalibrasi saringan panas atau hot screen untuk menjaga kebenaran ukuran butiran agregat.
- Periksa dan kalibrasi secara rutin pengaturan dan skala bukaan pintu pengeluaran agregat panas.
- Periksa temperatur aspal panas.
- Periksa penyembur api, skala-skala pengaturan pemakaian bahan bakarnya.
- Periksa dan kalibrasi pengukur jumlah aspal panas yang disemprotkan per jamnya.

3.1.3. PERSYARATAN TEKNIS PERALATAN PENCAMPUR ASPAL PANAS (AMP)

Fungsi peralatan pencampur aspal panas atau asphalt mixing plant (AMP) adalah memproduksi campuran aspal panas. Campuran aspal panas itu sendiri bisa bermacam-macam karakteristiknya disesuaikan dengan peruntukan campuran aspal panas itu sendiri. Macam - macam karakteristik campuran aspal panas tersebut dapat diperoleh dengan membuat campuran aspal panasnya melalui formula :

Untuk memperoleh produk campuran aspal panas sesuai dengan karakteristik yang diinginkan, perlu dipenuhi persyaratan yang harus dipenuhi oleh peralatan pencampurnya. Pembuatan produk campuran aspal panas tersebut terlaksana melalui satu aliran proses yang terdiri dari penyediaan material yang diperlukan, proses pengeringan agregat, proses penimbangan material (agregat) panasnya, penimbangan jumlah aspal panas yang diperlukan untuk campuran, penimbangan material filler apabila diperlukan dalam campuran, termasuk proses pencampurannya.

Dalam tiap proses yang dilalui tersebut perlu pemeriksaan-pemeriksaan daripada komponen-komponen peralatan serta pengkalibrasiannya agar tercapai hasil yang memenuhi kriteria campuran yang diinginkan, termasuk pengukuran-pengukuran temperatur agregat panas serta temperatur dari produk yang keluar dari pugmill.

a. Bin Dingin Atau Cold Bin

Pemeriksaan kalibrasi di bagian ini menyangkut :

- a.1. Penyetelan bukaan pintu pengeluaran agregat dingin untuk memperoleh agregat dingin sejumlah tertentu sesuai yang sudah direncanakan dalam satu satuan waktu.

Contoh :

Untuk memproduksi satu jenis campuran aspal panas sejumlah 30 ton per jam, dengan campuran yang terdiri dari agregat kasar sebesar 60% dan agregat halus sebesar 35%, maka kebutuhan agregat kasarnya adalah sebesar $60\% \times 30 \text{ ton per jam} = 18 \text{ ton per jam}$.

Untuk contoh di atas ini maka perlu diperiksa atau dikalibrasi besar bukaan pintu bin agregat kasar pada kecepatan ban berjalan yang sudah disetel sebelumnya.

Apabila pada satu kedudukan pintu bukaan sudah diukur jumlah agregat yang keluar dari pintu tersebut sama dengan yang diperlukan per jamnya, maka beri tanda pada

jumlah agregat yang keluar adalah 18 ton per jamnya. Demikian juga untuk bin dari agregat dingin lainnya (pada contoh ini agregat halus).

- a.2. Penyetelan kecepatan putaran motor listrik penggerak conveyor agregat. Biasanya terdapat pada AMP dengan sistem kendali otomatis. Jadi banyak atau sedikitnya agregat yang keluar dari bin dan dibawa conveyor diatur dengan perubahan kecepatan putaran motor listrik penggerak conveyor. Pintu bukaan pengeluaran tidak dirubah. Jadi kalau pada AMP dengan sistem kendali otomatis, maka untuk memperoleh jumlah agregat tertentu (misalnya 18 ton perjamnya) di dalam satu satuan waktu, sudah ditentukan dari ruang kendali.

Kalibrasi disini adalah untuk mengetahui kebenaran besaran yang tercantum di ruang kendali dengan kebenaran jumlah agregat yang dibawa Conveyornya.

b. Drum Pengering Atau Dryer

Pada komponen drum pengering atau dryer ini harus diperhatikan dan harus diperiksa adalah :

- b.1. Kemiringan peletakan. Apabila ada perubahan sudut kemiringan harus segera dikembalikan ke posisi semula sesuai manual pabrik.
- b.2. Putaran drum harus sesuai manual pabrik.
- b.3. Kelurusan drum dryer.

Biasanya drum akan melengkung sedikit apabila terlalu panas atau karena bearing yang aus tapi tidak segera diganti.

- b.4. Temperatur agregat panas berkisar antara 165°C - 175°C.

Apabila temperatur rendah (< 165°C) kemungkinan terjadi karena agregat dingin yang dimasukkan melebihi jumlah yang seharusnya serta kondisi agregat yang kadar airnya cukup tinggi. Untuk menormalkan kembali temperatur agregat panasnya, bisa dengan

menurunkan jumlah agregat yang dimasukkan.

c. Bin Penimbang Atau Weigh Bin

Untuk komponen ini baik bin penimbang agregat panas maupun bin penimbang filler harus diperiksa kebenaran ukuran-ukuran pada alat timbangnya (penunjuk meter atau dialnya). Alat penunjuk atau meter penunjuk atau dial meter biasanya dikalibrasi oleh instansi yang berwenang untuk itu yaitu Dinas Metrologi.

Untuk kebenaran besaran penimbangan harus dilakukan di lapangan. Untuk pengukuran (kalibrasi) kebenaran penimbangan, maka alat pengukur (dial)nya harus terlebih dahulu di kalibrasi (di Dinas Metrologi).

Timbang sejumlah tertentu agregat panas di dalam bin penimbang, misalnya sejumlah 100 kg. Keluarkan agregat dari weigh bin, kemudian timbang lagi pada alat timbang lain yang sudah standar. Cocokkan hasilnya apabila sesuai maka bin penimbang dan alat timbangannya (dial) tidak ada kesalahan-kesalahan dan laik dioperasikan. Demikian juga dengan pengecekan kebenaran penimbangan aspal panas dan filler.

d. Pencampur Atau Pugmill

Pencampur atau pugmill pada peralatan pencampur aspal panas fungsinya adalah untuk membuat campuran aspal panas yang homogen, semua permukaan agregat terselimuti aspal panas cukup sesuai kadar aspal untuk campuran yang dibuat, serta temperatur campuran yang memenuhi syarat. Hasil campuran aspal panas tersebut dipengaruhi oleh :

- d.1. Lama waktu pencampuran. Pada umumnya waktu pencampuran untuk AMP tipe batch maksimum 45 detik, sedang untuk AMP tipe menerus maksimum 60 detik.
- d.2. Kondisi lengan beserta tip dari pencampur. Apabila tip sudah aus, sehingga jarak ke dinding pugmill atau clearancenya serta jarak ke tip lain yang berdekatan sudah > 2 cm, maka sering terjadi segregasi dalam campuran. Persyaratan temperatur campuran aspal

Tabel 3.1. Ketentuan Viskositas Aspal dan Suhu Campuran Aspal Suhu Campuran

No	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal	Suhu Campuran Aspal (°C)
			Pen.60/70
1	Pencampuran benda uji Marshall	0,2	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji Marshall	0,4	145 ± 1
3	Suhu pencampuran maks. di AMP	Tidak diperlukan	165
4	Pencampuran, rentang temperatur sasaran	0,2 – 0,5	145-155
5	Menuangkan campuran aspal dari alat pencampuran ke dalam truk	0,5 – 1,0	135-150

Periksa clearance tip pedal pencampur terhadap dinding. Ruang bebas antara tip pedal dengan bagian yang tidak bergerak yaitu dinding pugmill maupun yang bergerak yaitu tip pedal lawannya harus tidak melebihi 2 cm, kecuali apabila ukuran nominal maksimum agregat yang digunakan lebih besar dari 25 mm.

Bilamana digunakan agregat yang nominal maksimum lebih besar dari 25 mm, maka ruang bebas tersebut harus disetel sedemikian rupa agar agregat kasar tidak pecah selama proses pencampuran.

Apabila tip pedal sudah aus sehingga ruang bebasnya sudah > 2 cm, maka tip pedal harus segera diganti.

3.1.4. PERSYARATAN MUTU PRODUK PENCAMPUR ASPAL PANAS

Produk pencampur aspal panas yaitu campuran aspal panas atau hotmix mempunyai formula campuran yang bermacam-macam tergantung sifat-sifat atau persyaratan mutu / karakteristik yang diinginkan serta macam-macam peruntukannya.

Pengujian mutu produk pencampuran aspal panas meliputi :

- a) Pengujian gradasi agregat dalam campuran.
- b) Kadar aspal dalam campuran.
- c) Berat jenis campuran.
- d) Stability.
- e) Kelelehan (flow).
- f) Temperatur campuran

Persyaratan mutu dari campuran aspal panas untuk masing-masing peruntukan atau jenis campuran untuk tiap pemeriksaan / pengujian di atas harus memenuhi ketentuan-ketentuan persyaratan mutu campuran aspal panas sesuai yang diuraikan dalam lampiran (Lampiran Persyaratan Mutu Campuran Aspal Panas).

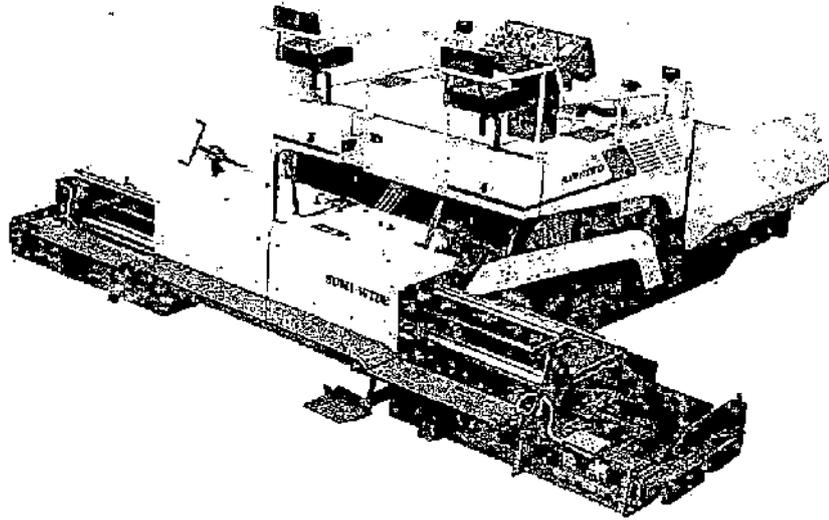
3.2. ALAT PENGHAMPAR CAMPURAN ASPAL PANAS (ASPHALT PAVING MACHINE) atau ASPHALT FINISIER

3.2.1. UMUM

Peralatan Penghampar Campuran Aspal Panas atau Asphalt Finisher adalah peralatan bermesin untuk menghamparkan campuran aspal panas di atas permukaan badan jalan sesuai dengan lebar dan tinggi ketebalan hamparan yang direncanakan.

Bagian utama peralatan ini secara garis besarnya terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian penggerak dan bagian penghampar. Dilihat dari jenis atau tipe penggeraknya peralatan ini ada

ban karet atau wheel type. Namun fungsi kedua tipe tersebut sebagai peralatan penghampar campuran aspal panas adalah sama.



Gambar 8.42. Peralatan penghampar campuran aspal panas (asphalt finisher) tipe rantai kelabang (crawler tipe)

Gambar 3.42. memperlihatkan peralatan penghampar campuran aspal panas tipe crawler dengan screed yang diperpanjang (extended). Gambar 3.43. adalah peralatan penghampar campuran aspal panas tipe roda ban atau wheel type dengan screed yang diperpanjang (extended). Peralatan penghampar tipe rantai kelabang atau crawler type mempunyai pijakan yang kuat yang berguna untuk mendorong Dump Truck pada waktu pengisian hopper, namun mempunyai kecepatan gerak yang rendah sehingga tidak cukup lincah pada waktu manuver atau mobilisasinya. Sedangkan pada peralatan penghampar tipe roda ban lebih lincah dalam manuver atau mobilisasinya.

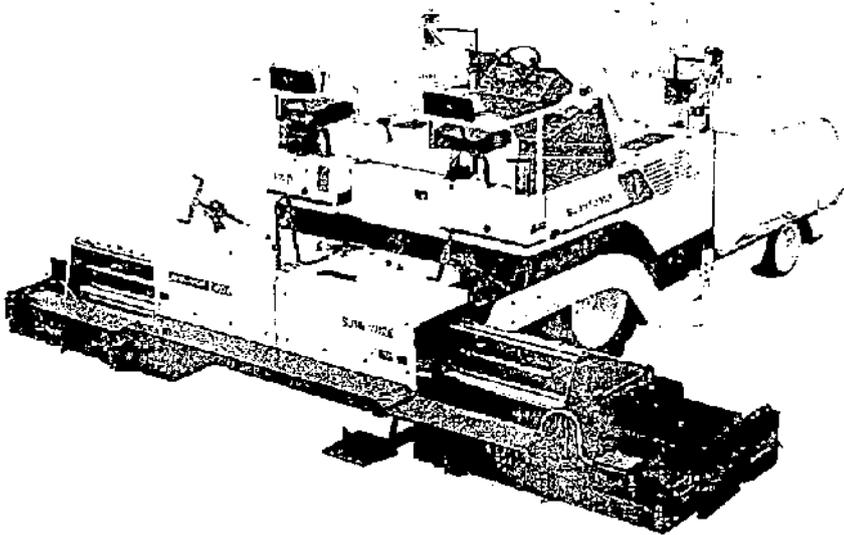
Data kapasitas utama yang harus diketahui adalah :

- Kapasitas muat dari hopper (ton).
- Kapasitas lebar standar dan lebar maksimum hamparan (dengan perpanjangan screed atau extension) diukur dalam meter.

- Tinggi ketebalan maksimum hamparan (cm).

Komponen-komponen utama yang penting dari peralatan penghampar campuran aspal panas ini adalah :

- Bak penampung campuran aspal panas atau hopper.
- Ulir pembagi atau auger.
- Unit sepatu atau screed.
- Tenaga penggerak.



Gambar 8.43. Peralatan penghampar campuran aspal panas (asphalt finisher) tipe Roda Ban (Wheel type)

3.2.2. BAK PENAMPUNG ATAU HOPPER

Komponen-komponen yang penting di bagian ini adalah :

- Bak penampung atau hopper.
- Dinding atau sayap-sayap (hopper wings) yang bisa dilipat.

- Pintu masukan atau feeder gate.
- Rol pendorong atau push roller.

Bak penampung atau hopper berfungsi untuk menampung campuran aspal panas yang dicurahkan dari dump truck, yang selanjutnya akan dihamparkan.

Pengisian hopper dari dump truck ini terjadi sambil peralatan penghamparnya tetap berjalan sambil menghampar. Proses pengisiannya dapat dijelaskan sebagai berikut : Dump truck yang bermuatan campuran aspal panas berjalan mundur pelan-pelan dari arah depan hopper mendekati peralatan penghampar atau finisher. Setelah dekat dump truck berhenti dan transmisi dump truck dinetralkan.

Peralatan penghampar sambil melaksanakan penghamparan akan mendekati dump truck sampai rol pendorong yang ada di depan hoppernya mengenai roda belakang dump truck. Dump truck akan bergerak maju akibat dorongan peralatan penghampar. Sambil bergerak maju dump truck menumpahkan muatan campuran aspal panasnya ke atas hopper sedikit demi sedikit sampai habis. Dump truck akan segera maju memisahkan diri dari peralatan penghampar. Dump truck berikutnya sudah siap menunggu giliran untuk menumpahkan campuran aspal panas yang berada di atasnya. Menunggu sampai campuran aspal panas yang berada di dalam hopper sudah berkurang, namun tidak boleh sampai kosong habis.

Campuran aspal panas yang berada di dalam hopper dibawa atau dialirkan ke belakang ke arah ulir pembagi atau auger karena feed conveyor atau slat conveyor yang berada pada alas hopper

DAFTAR PUSTAKA

- Anomin, 1983, *Manual Pemeliharaan Rutin Jilid I dan II Untuk Jalan Nasional Dan Propinsi*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Anomin, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Penetrasi Makadam (LAPEN)*, Bina Marga
- Anomin, 1985, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tentang Jalan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Anomin, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen (SKBI - 2.3 . 26)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Anomin, 1990, *Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan Di Wilayah Perkotaan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Anomin, 1995, *Solusi Untuk Pemeliharaan Jalan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta
- Anomin, 1997, Modul Pelatihan, "Analisa Struktur Perkerasan Jalan" ITB.
- Anomin, 2001, *Sistem Manajemen Pemeliharaan Rutin RMMS Pekerjaan Pemeliharaan Rutin*, Direktorat Jenderal Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta
- Bina Marga, 1987, *Metode Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metoda Analisa Komponen*, Badan Penerbit PU, Jakarta.
- Bina Marga, 2008, *Metode Pelaksanaan Perkerasan Jalan Raya, modul pelatihan Pelaksanaan dan pengawasan tenaga supervisi*, HPJI, Jakarta.
- Bina Marga, 2010, *Buku kumpulan SKSNI untuk Jalan dan Bangunan Teknik Sipil*, Badan Penerbit PU, Jakarta
- Haas dan Hudson, 1978, *Pavement Management Systems*, Mc Graw-Hill Book Company, New York
- Hass, R., and Ronald Hudson, 1978, *Pavement Management System*, Mc Graw Hill, inc., New York
- Huang, Y.H., 1993, *Pavement Analysis and Design*, Prentice Hall, Inc., New York
- Shell, 1963, *Shell Design Charts for Flexible Pavement*, Shell International Petroleum Company Limited, London